

Державний вищий навчальний заклад  
«Прикарпатський національний університет  
імена Василя Стефаника»  
Факультет природничих наук

Кафедра агрохімії і ґрунтознавства

**ДМИТРИК П.М.**

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

# **СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ФІТОПАТОЛОГІЯ**

для студентів спеціальності  
201 – «Агрономія»

Івано-Франківськ,  
2018

Затверджено на засіданні кафедри агрохімії і ґрунтознавства факультету природничих наук ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»  
Протокол № 4 від “ 09 ” жовтня 2018 року.

Рекомендовано до друку вченою радою факультету природничих наук ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»  
Протокол № 2 від “18 ” жовтня 2018 року.

Навчально-методичні матеріали з курсу сільськогосподарська фітопатологія розраховані на науковців, викладачів, аспірантів, студентів, а також усіх тих, хто цікавиться проблемами захворюваності рослин інфекційними та неінфекційними хворобами. Розглядаються теоретичні основи сільськогосподарської фітопатології, основні класи патогенних організмів, які викликають інфекційні захворювання рослин, методи захисту сільськогосподарських культур від шкідливих об’єктів, карантин рослин. Даний матеріал є основою для складання іспиту з предмету сільськогосподарська фітопатологія.

**Укладач:**

П.М.Дмитрик - кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри агрохімії і ґрунтознавства.

**Рецензент:**

Лис Н.М. - кандидат сільськогосподарських наук, ст. науковий співробітник, вчений секретар Прикарпатської ДСДС ІСГ КР НААН.

**Дмитрик П.М.** Сільськогосподарська фітопатологія. Навчально-методичні матеріали /П.М. Дмитрик. - Івано-Франківськ, 2018. - 130 с.

© Дмитрик П.М., 2018

© ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», 2018

## ЗМІСТ

### Лекція 1.

<b>Тема 1. Предмет та історія розвитку фітопатології. Хвороби рослин.....</b>	<b>6</b>
1.1. Фітопатологія, як наука, завдання, види та методи досліджень..	6
1.2. Історія розвитку фітопатології.....	7
1.3. Поняття про хвороби рослин.....	8
1.4. Симптоми та типи прояву хвороб рослин.....	9
1.5. Класифікація хвороб рослин.....	16

### Лекція 2.

<b>Тема 2. Неінфекційні хвороби рослин.....</b>	<b>19</b>
2.1. Класифікація неінфекційних хвороб, викликаних абіотичними факторами.....	19
2.2. Хвороби рослин, викликані нестачею поживних речовин.....	20
2.3. Шкідливий вплив надлишку окремих елементів живлення.....	22
2.4. Хвороби, які викликаються несприятливими температурними умовами та умовами вологості.....	23
2.5. Хвороби, які виникають внаслідок забруднення навколишнього середовища.....	25

### Лекція 3.

<b>Тема 3. Інфекційні хвороби рослин.....</b>	<b>28</b>
3.1. Поняття про паразитизм, типи паразитизму збудників хвороб.....	28
3.2. Спеціалізація збудників хвороб.....	29
3.3. Шляхи еволюції паразитизму.....	30
3.4. Патогенність, вірулентність, агресивність патогену.....	30
3.5. Виникнення і розвиток патологічного процесу при інфекційному захворюванні.....	30
3.6. Збереження та джерела інфекції. Первинна та вторинна інфекції.....	32
3.7. Ареали хвороб.....	33
3.8. Епіфітотії.....	35
3.9. Групування інфекційних хвороб за типом збудника захворювання...	36

### Лекція 4.

<b>Тема 4. Віруси - збудники хвороб рослин.....</b>	<b>39</b>
4.1. Віруси – субмікроскопічні збудники хвороб.....	39
4.2. Форми вірусних частинок.....	41
4.3. Симптоми вірусних захворювань.....	42
4.4. Класифікація вірусів.....	43
4.5. Розповсюдження фітопатогенних вірусів.....	44
4.6. Методи діагностики вірусних хвороб рослин.....	46
4.7. Заходи боротьби з вірусними захворюваннями рослин.....	48

### Лекція 5.

<b>Тема 5. Мікоплазми, бактерії і актиноміцети - збудники хвороб рослин.....</b>	<b>51</b>
5.1. Загальні відомості про мікоплазмові організми.....	51

5.2. Симптоми та розповсюдження мікоплазмових хвороб.....	52
5.3. Діагностика мікоплазмових захворювань.....	53
5.4. Методи боротьби з мікоплазмовими хворобами.....	53
5.5. Загальні відомості про бактеріальну клітину.....	53
5.6. Форма і рух бактерій.....	55
5.7. Систематика (таксономія) бактерій.....	57
5.8. Розмноження бактерій.....	59
5.9. Живлення бактерій.....	60
5.10. Способи проникнення фітопатогенних бактерій в рослину.....	60
5.11. Джерела інфекції та шляхи розповсюдження фітопатогенних бактерій.....	62
5.12. Основні правила захисних заходів проти бактеріальних хвороб рослин.....	62
5.13. Загальні відомості про актиноміцети.....	62
Лекція 6.	
<b>Тема 6. Гриби - збудники хвороб рослин.....</b>	<b>65</b>
6.1. Загальні відомості про грибні організми.....	65
6.2. Міцелій та його видозміни.....	66
6.3. Будова грибно́ї клітини.....	70
6.4. Живлення грибів.....	70
6.5. Розмноження грибів.....	71
6.6. Збереження та розповсюдження спор грибів.....	78
6.7. Вплив умов зовнішнього середовища на розвиток грибів.....	79
6.8. Цикли розвитку грибів.....	79
6.9. Спеціалізація грибів.....	80
Лекція 7.	
<b>Тема 7. Характеристика основних фітопатогенних груп грибів – збудників хвороб рослин.....</b>	<b>82</b>
7.1. Систематика (класифікація) грибів.....	82
7.2. Відділ слизовики, або міксоміцети ( <i>Mucomycota</i> ).....	82
7.3. Відділ справжні гриби ( <i>Eumycota</i> ).....	83
7.3.1. Клас хитридіоміцети ( <i>Chytridiomycetes</i> ).....	83
7.3.2. Клас ооміцети ( <i>Oomycetes</i> ).....	85
7.3.3. Клас зигоміцети ( <i>Zygomycetes</i> ).....	88
7.3.4. Клас аскоміцети ( <i>Ascomycetes</i> ).....	88
7.3.4.1. Підклас голосумчасті, або геміаскоміцети ( <i>Hemiascomycetidae</i> ).....	88
7.3.4.2. Підклас плодосумчасті, або еуаскоміцети ( <i>Euascomycetidae</i> ).....	89
7.3.4.3. Підклас порожнинносумчасті, або локулоаскоміцети (асколокулярні) ( <i>Loculoascomycetidae</i> ).....	94
7.3.5. Клас базидіоміцети ( <i>Basidiomycetes</i> ).....	94
7.3.5.1. Підклас гомобазидіоміцети, або холобазидіоміцети ( <i>Homobasidiomycetidae</i> ).....	95
7.3.5.2. Підклас гетеробазидіоміцети ( <i>Heterobasidiomycetidae</i> ).....	96

7.3.5.3. Підклас теліоміцети (теліоспороміцети) ( <i>Teliomycetidae</i> ).....	96
7.3.6. Клас дейтероміцети, або недосконалі ( <i>Deuteromycetes</i> ).....	102
<i>Лекція 8.</i>	
<b>Тема 8. Квіткові рослини-паразити і напівпаразити. Імунітет рослин.....</b>	<b>104</b>
8.1. Загальні відомості про рослини паразити та напівпаразити.....	104
8.1.2. Безхлорофільні рослини паразити.....	104
8.1.3. Зелені рослини паразити (напівпаразити).....	106
8.2. Імунітет рослин.....	107
<i>Лекція 8.</i>	
<b>Тема 9. Методи захисту сільськогосподарських культур від хвороб.</b>	<b>109</b>
9.1. Селекційно-генетичний метод захисту рослин.....	109
9.2. Агротехнічний метод захисту рослин.....	110
9.3. Фізико-механічний метод захисту рослин.....	113
9.4. Біологічний метод захисту рослин.....	115
9.5. Хімічний метод захисту рослин.....	117
9.6. Карантин рослин.....	118
<b>Рекомендована література.....</b>	<b>120</b>
<b>Перелік питань для екзаменаційного контролю знань .....</b>	<b>122</b>

## Лекція 1.

### Тема 1. Предмет та історія розвитку фітопатології. Хвороби рослин

#### План

- 1.1. Фітопатологія, як наука, завдання, види та методи досліджень.
- 1.2. Історія розвитку фітопатології.
- 1.3. Поняття про хвороби рослин.
- 1.4. Симптоми та типи прояву хвороб рослин.
- 1.5. Класифікація хвороб рослин.

#### **1.1. Фітопатологія, як наука, завдання, види та методи досліджень**

Фітопатологія - це наука про хвороби рослин і способи боротьби з ними. Виникнувши на початку XIX ст. і пройшовши ряд етапів свого розвитку, як люба спеціальна наука, фітопатологія тісно пов'язана з анатомією та фізіологією рослин, мікологією, мікробіологією, вірусологією, ботанікою, генетикою, фізикою, хімією та іншими природничими науками. Розвиток фітопатології як науки привів до виникнення таких галузей знань, як етіологія (вивчає причини виникнення захворювань), фітоімунологія (вивчає стійкість рослин до хвороб), епіфітотіологія (розглядає закономірності прояву хвороб та причини їх масового розвитку).

#### *Завдання фітопатології:*

- вивчення хвороб рослин, викликаних грибами, актиноміцетами, бактеріями, вірусами, віроїдами, мікоплазмовими організмами, квітковими паразитами, нематодами, а також впливом несприятливих факторів навколишнього середовища;
- розробка різних способів боротьби з хворобами (культура стійких сортів, прийоми агротехніки, хімічний, фізико-механічний, біологічний методи та карантинні заходи) з метою зведення до мінімуму втрати врожаю.

#### *Види фітопатології:*

- загальна фітопатологія (вивчає причини виникнення хвороб, особливості їх розвитку, збудників, методи захисту);
- сільськогосподарська фітопатологія (вивчає хвороби конкретних сільськогосподарських культур, видовий склад збудників, симптоми захворювання залежно від зони культивування рослин, прийоми захисту);
- фітопатологія лісова (вивчає хвороби лісових порід);
- патологія декоративних рослин.

Для вивчення етіології хвороби, вибору оптимального методу захисту рослин, фітопатологія використовує різні *методи досліджень*:

- мікробіологічні та бактеріологічні методи;
- біологічні методи;
- серологічні методи;
- культуральні та індикаторні методи;
- анатомічні методи;
- методи біохімії та фізіології рослин;

- методи хімії та біофізики;
- методи загальної агрономії;
- методи метеорології та кліматології;
- методи варіаційної статистики.

## ***1.2. Історія розвитку фітопатології***

Наука про хвороби рослин виникла і сформувалась у зв'язку з потребами сільськогосподарського виробництва. Становлення фітопатології, як науки відноситься до середини ХІХ ст., що в свою чергу пов'язано з розвитком таких розділів біологічної науки, як мікологія, бактеріологія, фізіологія, ряду відкриттів: еволюційна теорія Ч. Дарвіна, розвиток учення про клітину, застосування мікроскопа і, особливо, праці геніального французького вченого Луї Пастера (1822-1895) та німецького мікробіолога Роберта Коха (1843-1910), які спростували концепції самозародження мікроорганізмів у рідинах і дали початок теорії паразитарного виникнення хвороб. Але вирішальна роль у створенні наукової фітопатології належить дослідженням німецького міколога Антона де Барі (1831-1888) і російського вченого Михайла Степановича Вороніна (1838-1903) та їх численним учням і послідовникам.

Фітопатологія, як наука почала свій розвиток з вивчення хвороб сільськогосподарських рослин. У свій час з неї вичленилася лісова фітопатологія. На сьогоднішній день назріла потреба у вивченні фітопатології декоративних рослин.

Вперше визначення хвороби рослин було дане ще на початку ХІХ сторіччя вченими Франком та Декандалем. Вони вважали, що хворобою потрібно називати будь-яке відхилення від нормального фізіологічного стану організму. Чи можна вважати це твердження справедливим? Адже у будь-якому насадженні є дерева різних таксаційних показників і говорити про те, що дерево з кращими таксаційними показниками здоровіше від інших – не завжди справедливо.

У процесі розвитку фітопатології з'являлися усе нові й нові дані про особливості прояву хвороб рослин, а отже і уточнювалось визначення поняття “хвороба рослин”. Найбільш повним визначенням хвороби вважається визначення, яке було дане у 1962 році Т.Д.Страховим, який розглядав хворобу як результат мінливості взаємозв'язків у єдиній системі: рослина-патоген-середовище. Існує також офіційне визначення поняття хвороби рослин.

В розвитку мікології та фітопатології виділяють три основних періоди.

1. *Період міколого-флористичних досліджень та опис хвороб* характеризувався вивченням мікофлори (грибна флора), складанням списків грибів. Видатними вченими цього періоду були: С.П. Крашенінников, А.Д. Норман, В.М. Черняєв, А.А. Ячевський.

2. *Онтогенетичний період* розпочався з середини 50-х років ХІХ ст., відрізнявся проведенням досліджень біологічних особливостей грибів, їх індивідуального розвитку, тобто онтогенетичним напрямком. Широкого розвитку набула *паразитарна теорія хвороб рослин*, однак вивчення грибів проводились без зв'язку з хворою рослиною. Відкрито новий тип збудників хвороб рослин -

віруси. Видатними вченими цього періоду були: Л.С. Ценковський (1822-1887), М.С.Воронін (1839-1903), А. де Барі (1831-1880), Н.В.Сорокін (1846-1909), А.А.Ячевський (1863-1932), Н.А. Наумов (1888-1959), Д.І. Івановський (1864-1920).

3. *Сучасний період* розвитку фітопатології характеризується диференціацією мікологічних та фізіологічних досліджень, вивченням хворої рослини, як комплексу взаємозв'язків: *рослина - патоген - середовище*. Видатними вченими цього періоду були: Н.І. Вавілов (1887-1943), Т.Д. Страхов (1890-1960), І.С. Ванін (1890-1950), Л.І. Курсанов (1877-1954), В.Ф. Пересипкін.

### ***1.3. Поняття про хвороби рослин***

Під *хворобою рослини* розуміють порушення нормальних фізіологічних функцій, яке виникає під впливом патогену (збудника хвороби) або несприятливих умов середовища та приводить до зниження продуктивності або повної загибелі рослини.

Інтенсивність розвитку хвороби залежить від патогенності її збудника, стійкості рослини та умов навколишнього середовища.

В залежності від умов навколишнього середовища хвороба може або затухати, або розвиватися більш інтенсивно. Тому вивчення взаємодії між ланками цього ланцюжку дає можливість виявити шляхи управління патологічним процесом, а іноді й попередити його розвиток.

*Патологічний процес* - це зміни в життєдіяльності рослин, що виникають в результаті хвороби і супроводжуються характерними порушеннями фізіологічних функцій органів та викликають анатомо-морфологічні зміни.

Найхарактернішими *фізіологічними порушеннями* є:

- порушення процесів фотосинтезу (загальне зниження фотосинтетичної активності при короткочасної активації на початкових стадіях ураження організму патогеном);
- порушення ферментативних процесів (внаслідок гідролізу не вистачає білкового матеріалу для побудови ферментів, що зумовлює зниження ферментативних процесів);
- порушення проникливості мембран клітин;
- порушення осмотичного тиску клітини (зменшення осмотичного тиску в клітинах);
- порушення процесів дихання (різка активізація дихальних процесів швидко виснажує енергетичні ресурси рослини, порушуючи хід всього метаболізму);
- порушення вуглеводного та білкового обміну (відбувається виснаження організму відносно вуглеводів та білків внаслідок інтенсивного їх споживання);
- порушення водного балансу (обезводнення організму);
- порушення хімізму клітин;
- порушення синтезу будівельних, запасних та ростових речовин (посилення гідролізу запасних речовин, ослаблення або припинення біосинтезу).



Фізіологічні порушення приводять до *анатоμο-морфологічних змін*:

- *гіпертрофії* - збільшення розмірів та зміна форми клітин;
- *гіперплазії* - збільшення кількості клітин без змін їхнього об'єму;
- *гіпоплазії* - зменшення кількості та розмірів клітин;
- *некрозу* - відмирання окремих клітин та ділянок тканин;
- *дегенерація клітин* - перетворення клітин на маси речовини різного хімічного складу, які накопичуються в рослині і можуть виділятися на поверхню тканин (виділення камеді, або гомоз, у вишні, сливи).
- *мацерації* - розм'якшення та розпад тканин.

Анатоμο-морфологічні зміни, які відбуваються всередині рослин, зовні проявляються у вигляді некротичних плям, гнилей (сухих та мокрих), пухлин, наростів, деформації квітів, плодів або листя.

Фізіологічні порушення різко зменшують кількість врожаю, а структурні (анатоμο-морфологічні) - погіршують його якість.

#### **1.4. Симптоми та типи прояву хвороб рослин**

Зовнішній прояв хвороби, її симптоми залежать в першу чергу від причини, яка викликає хворобу та характеру впливу, який вона здійснює на рослину.

Хвороби, які розповсюджуються по всій рослині, або уражають великі ділянки - називаються *загальними* або *дифузними* (сажкові, фітофтороз). Прикладом може бути враження провідної системи рослини внаслідок механічної її закупорки збудником хвороби, або в результаті некрозу стінок судин зумовленим токсинами, які виділяє збудник.

Хвороби, які проявляються у вигляді окремих плям на листках та плодах, різко відмежованих одна від одної, тобто займають невелику ділянку, не розповсюджуються по всій рослині або на велику її частину, називаються *місцевими* або *локальними* (іржі, борошністі роси).

За тривалістю розвитку - *гострі* хвороби (протікають протягом одного періоду вегетації) і *хронічні* (розвиваються протягом декількох років, як правило, на багаторічних рослинах).

Найбільш поширеними типами прояву хвороб рослин є: *некрози, нальоти, пухлини, нарости, гали, пустули, гнилі, в'янення рослин, деформація органів, муміфікація, руйнування органів, хлороз і мозаїка*.

*Некрози та плямистості тканин та частин рослини.* Некроз - місцеве відмирання тканини або частини органу рослини. Наслідком некрозів є *плямистості*, які проявляються у вигляді ділянок відмерлої тканини на уражених органах. Плями істотно варіюють по забарвленню і формі, але найбільш поширені округлі, іноді з руйнуванням центральної частини та з утворенням в листках отворів (рис.1.4.1).

Некрози та плямистості можуть мати різне походження: *неінфекційне* (дія хімічних речовин та інших абіотичних факторів) та *інфекційне* (під впливом патогенних організмів - грибів, бактерій, вірусів). Інфекційний прояв некрозів та плямистостей може спостерігатись в результаті заселення та харчування

збудниками тканин, або внаслідок відмирання клітин - захисної реакції рослини на проникнення патогену. Хвороби, які викликають некрози та плямистості тканин: філlostиктоз, септопріоз.



**Рис. 1.4.1. Плямистість листків клена**

*Нальоти* на поверхні органів рослин. На уражених (переважно грибами) листках, стеблах та інших ділянках рослин утворюється білий, сірий, бурий нальоти, які деколи легко стираються. В більшості випадків нальоти - це спороношення гриба, а у борошнистих рос також і міцелію гриба-паразита (рис.1.4.1).



### Рис. 1.4.2. Борошниста роса – нальот спороношення та міцелію гриба-паразиту на листках огірка

Хвороби, які проявляються нальотами на поверхні органів: американська борошниста роса (сферотека), несправжня борошниста роса (мільдю), бура плямистість томатів, сіра гниль овочів.

*Пухлини, нарости, гали.* Патологічні зміни у вигляді наростів та пухлин, найчастіше зустрічаються на підземних органах - коренях, коренеплодах, бульбах, а також на окремих ділянках листків та стебел. Захворювання викликається грибами (рак картоплі, кіла капусти), бактеріями (рак буряку, кореневий рак плодівих дерев), внаслідок пошкодження рослин комахами та нематодами.

При таких захворюваннях спостерігаються *гіпертрофія* (збільшення органа або його частини внаслідок збільшення об'єму та форми клітин), *гіперплазія* (багаторазовий поділ клітин із збільшенням їх числа, без збільшення їх об'єму) або збільшення розмірів міжклітинників, що пов'язано із збільшенням об'єму органа (нарости на коренях буряку).

Гали утворюються внаслідок життєдіяльності комах (попелиць, пильщиків) та рослиноїдних кліщів, які здатні викликати своїми пошкодженнями новоутворення на тканинах рослин у вигляді наростів та пухлин, які з'являються внаслідок укусу або уколу яйцекладу (рис.1.4.3).



Рис. 1.4.3. Гали у вигляді пухлин на листкових пластинках

*Пустули* - це подушечки спор паразитних грибів, які спочатку утворились під епідермісом, а потім вийшли на поверхню через тріщини тканин рослини. Утворення пустул характерно для іржастих (рис. 1.4.4), меланконіальних та

деяких інших грибів, які викликають захворювання - антракноз.



**Рис. 1.4.4. Пустули - лінійна або стеблова іржа злаків**

*Гнилі.* Цей тип прояву хвороби найпоширеніший (рис. 2.1.3). Існують м'які та тверді, мокрі (мокра бактеріальна гниль картоплі) та сухі гнилі (фомозна гниль моркви, фузаріозна гниль картоплі, гнилі деревини викликані трутовими грибами). Ферментативна діяльність грибів та бактерій руйнує міжклітинну речовину, викликаючи *мацерацію* (розпад тканин). Вподальшому відбувається руйнація клітинних оболонок, вивільняється клітинний сік супроводжуючись мокрим гниттям. Гниття нерідко супроводжується неприємним специфічним запахом (рис.1.4.5).



### Рис. 1.4.5. Мокра бактеріальна гниль картоплі

Сухі гнилі виникають внаслідок руйнуванні міжклітинної речовини і оболонок клітин, бідних водою. При цьому тканини втрачають структуру і перетворюються в порошкоподібну або волокнисту масу. При твердих гнилях клітини відмирають, але тканини не руйнуються (рис.1.4.6).



### Рис. 1.4.6. Суха фузаріозна гниль картоплі

В польових умовах широко розповсюджене гниття коренів та наземних органів (біла гниль різних культур, кореневі гнилі злаків, овочевих та інших культур).

*В'янення рослин* - це загальне захворювання рослин, при якому уражуються корені і судинна система; воно може бути пов'язано з закупоркою судинної системи або некрозом її стінок, а також отруєнням рослин токсинами патогенів. Дуже рідко спостерігається в'янення окремих органів рослин (рис.1.4.7).



### Рис. 1.4.7. Трахеомікозне в'янення огірка

В'янення характерне для багатьох видів захворювань (кореневі гнилі, кіла капусти). Якщо в'янення викликано грибом, то захворювання називається *трахеомікозом* (фузаріозне в'янення льону, вертицильозне в'янення бавовнику та соняшника), якщо воно викликано бактеріями - *трахеобактеріозом* (бактеріальне в'янення картоплі, кукурудзи, тютюну). Характерною ознакою в'янення є побуріння судин, яке видно на поперечному зрізі стебла.

*Деформація органів рослин.* Зміна форми ураженого органу (листіків, плодів, стебел), а деколи і всієї рослини може спостерігатись при ураженні голосумчастими грибами (курчавість листків персика, груші, вишні) або вірусами (зморшкуватість картоплі) (рис. 1.4.8).



### Рис. 1.4.8. Курчавість листків персика викликана голосумчастими грибами

При курчавості відбувається розростання паренхіми листка, що приводить до гофрованості листової пластинки, утворення вздуття. До цього типу захворювання належать відьмині мітли, які зустрічаються на вишнях, сливах, березах та інших породах. Віруси викликають низькорослість, карликовість, сильну куцистість, здерев'яніння трав'янистих рослин.

*Муміфікація* - проявляється в тому, що тканина ураженого органу пронизується міцелієм гриба, темніє, зсихається, стає щільною, і на її місці виникає складний склероції. Муміфіковані плоди не загнивають і не руйнуються зберігаючись на деревах або ґрунті. Після перезимівлі склероції проростають, утворюючи спороносні органи гриба. Характерний приклад муміфікації - ріжки злаків, вражені плодовою гниллю плоди яблуни, груші, берези, дуба, тощо (рис. 1.4.9).

*Руйнування органів (пил маси).* Прояв такого типу захворювання пов'язаний з ураженням рослин сажковими грибами, які пронизують суцвіття, стебла, іноді листки. В тканинах утворюються спори у вигляді чорної порошистої маси (порошнеста сажка пшениці, ячменя, проса, тощо).



**Рис. 1.4.9. Плодова гниль та муміфіковані плоди груші викликані грибним збудником**

*Хлороз і мозаїка* - пожовтіння або посвітління листків (хлороз) або окремих ділянок листка (мозаїка) - є наслідком порушення діяльності хлоропластів та низького вмісту хлорофілу в листках. Хлороз (прозорість або пожовтіння листових пластинок) може бути неінфекційним (викликаний дефіцитом заліза в ґрунті), та інфекційним (викликаний вірусом або мікоплазмою). Мозаїка може викликатись вірусом, або дефіцитом марганцю у ґрунті (рис. 1.4.10).



## Рис. 1.4.10. Вірусний хлороз та жовта мозаїка винограду

### 5. Класифікація хвороб рослин

*Принципи класифікації хвороб рослин:*

1. вік або фаза розвитку (хвороби насіння, сходів, розсади, дорослих рослин);
2. місце прояву - місцеві або локальні хвороби (плямистості листя, плодів, коренів тощо) і загальні або дифузні хвороби, пов'язані із захворюванням всього організму (в'янення, загальний некроз);
3. тривалість проходження - гострі (дія яких на рослини проявляється швидкоплинно) і хронічні (розвиваються на одній рослині під час всього сезону або декілька років);
4. культури, які уражуються (хвороби картоплі, хвороби буряку, хвороби яблуні, тощо) або групи культур (хвороби зернових, хвороби технічних, овочевих, плодових та інших культур);
5. причини виникнення (етіологія) - неінфекційні хвороби (викликані факторами неживої природи) та інфекційні (викликані патогенними організмами).

Для загальної фітопатології основною є *етіологічна класифікація*, а для сільськогосподарської - *класифікація за культурами які уражуються*.

В.А. Чулкіною та ін. (1987) запропоновано принципово новий підхід до класифікації хвороб за способом передачі і розповсюдження інфекції - *епіфітотіологічна класифікація*. Хвороби об'єднуються в чотири групи, кожна з яких включає декілька підгруп.

*Епіфітотіологічна класифікація хвороб рослин.*

1. Грунтові (кореневі) інфекції. Провідне значення в циклі розвитку збудника і зараження рослин мають ґрунт і рослинні залишки, де збудники зберігаються у стані спокою. Підгрупи:

- ґрунтово-насіньні інфекції (кила і чорна ніжка капусти, рак, борошниста і звичайна парша картоплі, коренеїд буряків, біла гниль дінця цибулі та часнику та ін);
- ґрунтово-повітряні інфекції (офіобульозна коренева гниль злаків);
- ґрунтово-повітряно-насіньні інфекції (фузаріозна і гелмінтоспоріозна коренева гниль злаків, біла гниль сільськогосподарських культур, ризоктоніоз і фомоз картоплі).

2. Повітряно-краплинні (листочеві) інфекції. Особливість захворювань - сезонна передача збудників повітряними течіями і краплями дощу. Підгрупи:

- повітряні (аерогенним-пилові) інфекції (іржі, борошнистої роси);
- крапельно-повітряні інфекції (септоріоз томатів, смородини, груші, антракнозу смородини, малини, винограду та ін);
- повітряно-насіньні інфекції (сітчаста плямистість ячменю, церкоспороз буряків, незграбна плямистість огірка та ін);
- крапельно-насіньні інфекції (аскохітоз гороху, септоріоз злаків, пероноспороз, бактеріальний рак томатів та ін.)



3. Насіннєві (матрікально-дочірні) інфекції. Особливість збудників - пряма їх передача від маточних рослин до дочірніх через посівний та посадковий матеріал. Підгрупи:

- типові насіннєві інфекції (летюча сажка пшениці, ячменю, вівса, кукурудзи та сорго, голівешка проса);
- контактнo-насіннєві інфекції (тверда сажка пшениці, ячменю, жита, вівса).

4. Трансмiсивні інфекції. Особливість - сезонний характер передачі переносниками (кліщами, комахами...), в основному вірусні інфекції. Підгрупи:

- типові трансмісивні інфекції (російська мозаїка, стовбур томатів і картоплі, звичайна мозаїка гороху, філлодія конюшини, курчавість смородини та інших);
- трансмісивно-насіннєві інфекції (мозаїка цибулі, капусти, полосата мозаїка картоплі, жовтяниця буряку та ін);
- трансмісивно-контактні інфекції (бронзовість томатів, смугаста мозаїка злаків, віспа слив);
- трансмісивно-контактнo-насіннєві інфекції (карликова мозаїка кукурудзи, мозаїка буряків, мозаїчне закручування листя картоплі).

### ***Контрольні запитання.***

1. Дайте визначення фітопатології, як науці. Якими завданнями займається фітопатологія?

2. Які є види фітопатології? Назвіть основні методи, які використовує фітопатологія.

3. Висвітліть основні періоди в розвитку та становленні фітопатології.

4. Назвіть вчених, яким належить вирішальна роль у створенні наукової фітопатології.

5. Що розуміють під хворобою рослин?

6. Дайте визначення поняттю патологічний процес.

7. Які фізіологічні порушення відбуваються в рослинних організмах внаслідок ураження їх фітопатогенами та розвитку патологічного процесу?

8. До яких анатомo-морфологічних змін призводять фізіологічні порушення, які відбуваються в рослинних організмах, внаслідок ураження їх фітопатогеном та розвитку патологічного процесу?

9. Як на показники врожаю культурних рослин впливають анатомo-морфологічні та фізіологічні порушення, які відбуваються в рослинному організмі внаслідок ураження фітопатогеном та протіканні патологічного процесу?

10. Які захворювання рослин називають загальними (дифузними), локальними, гострими та хронічними?

11. В чому різниця між інфекційними та неінфекційними захворюваннями рослин?

12. Назвіть найпоширеніші типи прояву хвороб рослин.

13. Що представляють собою такі прояви хвороб, як некрози, плямистості та нальоти? Яке походження вони можуть мати?

14. Що представляють собою такі прояви хвороб, як пухлини, нарости, гали, пустули?

15. Що представляють собою такі прояви хвороб рослин, як гнилі? Якими бувають гнилі та якими фітопатогенами викликаються?

16. Чому відбувається в'янення рослин внаслідок захворювання та якими фітопатогенними організмами може викликатись?

17. Що представляють собою такі прояви хвороб рослин, як деформація органів рослин, муміфікація плодів, руйнування органів (пил маси), хлороз та мозаїка листкових пластинок?

18. Назвіть основні принципи класифікації хвороб рослин.

19. Висвітліть етіологічну класифікацію хвороб рослин.

20. На яких принципах побудована класифікація хвороб рослин, що використовується сільськогосподарською фітопатологією, яку класифікацію використовує загальна фітопатологія рослин?

## *Лекція 2.*

### **Тема 2. Неінфекційні хвороби рослин**

#### *План*

- 2.1. Класифікація неінфекційних хвороб, викликаних абіотичними факторами.*
- 2.2. Хвороби рослин, викликані нестачею поживних речовин.*
- 2.3. Шкідливий вплив надлишку окремих елементів живлення.*
- 2.4. Хвороби, які викликаються несприятливими температурними умовами та умовами вологості.*
- 2.5. Хвороби, які виникають внаслідок забруднення навколишнього середовища.*

Неінфекційні хвороби викликаються абіотичними факторами (факторами неживої природи), виникають внаслідок несприятливих для рослин умов вегетації і не здатні передаватися від хворої до здорової рослини.

#### ***2.1. Класифікація неінфекційних хвороб, викликаних абіотичними факторами.***

*Класифікація неінфекційних хвороб, викликаних абіотичними факторами:*

1. хвороби викликані несприятливими метеорологічними умовами (зниженими і підвищеними температурами ґрунту та повітря, посухою, перезволоженням, градобоєм і т.д.);
2. хвороби, викликані несприятливими ґрунтовими умовами (реакцією середовища, наявністю токсичних для рослин речовин, несприятливим гранулометричним складом та іншими відхиленнями від оптимуму);
3. хвороби, викликані несприятливими умовами мінерального живлення - захворювання, тісно пов'язані з ґрунтовими умовами, але виділяються в окрему групу у зв'язку зі специфікою етіології і симптоматики. Пов'язані з голодуванням рослин по відношенню до різних елементів і входять у предмет вивчення агрохімії;
4. хвороби, викликані застосуванням пестицидів (ятрогенні впливи). По суті, це інфекційні захворювання, але виникнення їх завжди пов'язане із застосуванням пестицидів, причому застосуванням цілком регламентованим, обґрунтованим і своєчасним. Таким чином, інфекція при ятрогенних хворобах є побічним наслідком застосування пестицидів, побічно змінюють умови взаємовідносин рослини і патогенна;
5. променеві хвороби - викликані впливом на рослини проникаючої радіації;
6. хвороби, викликані антропогенними факторами, пов'язані з виробничою діяльністю людини (промисловою і сільськогосподарською), можуть мати

хімічну (отруєння) і механічну (пошкодження або рани) природу.

*Для боротьби з неінфекційними хворобами застосовують:*

1. культивацію стійких сортів;
2. створення високих агрофонів,
3. використання підживлень;
4. ведення правильних сівозмін;
5. дотримання оптимальних строків сівби, способів сівби, глибини загортання насіння, ширини міжрядь, строків збору урожаю тощо.

## **2.2. Хвороби, викликані нестачею поживних речовин**

Потреба рослин не завжди пов'язана з відсутністю або недостатнім вмістом елемента живлення в ґрунті. Важливе значення мають форми (доступні та недоступні для рослин), в яких він знаходиться. Це в значній мірі залежить від властивостей ґрунту - кислотності, вологості, гранулометричного складу, буферності, мікрофлори.

*Нестача азоту.* Рослини відстають в рості, листки дрібнішають, набувають блідо-зеленого кольору. При гострій азотній нестачі значно зменшуються розміри плодів, іноді вони завчасно опадають.

При перших ознаках азотного голодування необхідно провести підживлення аміачною селітрою, пташиним послідом або гноївкою.

*Нестача фосфору* гальмує розвиток рослин, особливо утворення репродуктивних органів, на листках і жилках утворюються червоні або фіолетові плями та смуги.

Для боротьби з фосфорним голодуванням практикують внесення суперфосфату, фосфоритного борошна, тощо.

*Нестача калію* проявляється у вигляді відмирання тканин, в першу чергу на старих листках, по периферії листкової пластинки (крайовий опік листка) або на ділянках між жилками. Крайові частини листка спочатку набувають темно-зеленого забарвлення з блакитним відтінком, жовтіють, а потім при повному відмиранні тканини, стають бурими.

Калійне голодування може посилитись при внесенні в ґрунт кальцію та магнію. Вапнування кислих ґрунтів завжди збільшує потребу у калійних добривах.

При появі перших ознак нестачі калію необхідно провести підживлення рослин хлористим калієм, калімагнезієм, сульфатом калію, попелом, гноївкою.

*Нестача магнію.* Характерною ознакою - є міжжилковий хлороз, який починається майже завжди на нижніх листках. Хлорозні плями, в залежності від виду рослин та сорту можуть набувати жовтого, помаранчевого, червоного, фіолетового кольору. При сильному магнієвому голодуванні плоді дерева завчасно скидають листя.

*Нестача кальцію* пригнічує ріст коренів та вегетативної маси. При гострій нестачі відбувається відмирання кінчиків коренів, спостерігається надмірна гіллястість коренів. Листки стають дрібними, на них з'являються некротичні плями.

*Нестача марганцю* найчастіше спостерігається на лужних та нейтральних

грунтах, на грунтах багатих перегноєм. Початкові ознаки дефіциту марганцю - поява дрібних світло-жовтих плям на листках. Жилки стають зеленими, листок набуває візерункового вигляду.

Незначна нестача марганцю майже не впливає на розвиток та плодоношення дерев. При різкому дефіциті спостерігається низькорослість, а іноді відсутність приросту. Найбільше нестача марганцю проявляє себе у посушливі роки.

Дефіцит марганцю попереджають внесенням в ґрунт сірчаноокислого марганцю або обприскуванням рослин 0,2...0,5% розчином сірчаноокислого марганцю (в період спокою бруньок плодкових дерев можна обприскувати 5% розчином).

*Нестача заліза* проявляється у вигляді хлорозу листків головним чином на багаторічних рослинах - яблуні, груші, винограді. Спостерігається побіління та пожовтіння листків, зазвичай верхівкових; при сильному хлорозі може пожовтіти все листя, яке пізніше засихає та опадає. Збереження зеленого забарвлення впродовж головних жилок листка - характерна ознака, яка відрізняє залізний хлороз від інфекційного вірусного хлорозу на винограді (рис.2.3.1).



**Рис. 2.2.1. Хлороз листків винограду викликаний нестачею заліза в ґрунті (1) та вірусним інфекційним захворюванням (2)**

Залізний хлороз найпоширеніший на карбонатних ґрунтах, де залізо знаходиться у недоступних для рослин формах.

Для боротьби з хлорозом практикують внесення у ґрунт залізного купоросу, хелатів заліза в кінці серпня - на початку жовтня, коли відбувається активний ріст всмоктуючих коренів. З лікувальною метою хлорозні дерева обприскують під час вегетації (в період найвищого листкоутворення) солями заліза 2...3 рази.

*Нестача цинку.* Найбільш характерний симптом нестачі цинку - утворення у плодових дерев дрібних, вузьких, ланцетовидних, гігтьовидних листків. Найбільш різко це проявляється весною, на початку розвитку листків. В наступному році верхівка пагона може відмерти. Нижче її утворюється велика кількість нових коротких пагонів. Хлороз може бути крайовим, міжжилковим, а в окремих випадках має вигляд слабкої плямистості. Цинковий дефіцит найбільше спостерігається на карбонатних ґрунтах з рН 7 і більше. Найбільша його концентрація зосереджена у верхніх горизонтах ґрунту, тому у молодих дерев дефіцит цинку може не спостерігатись.

Надмірне азотне удобрення, велика кількість гною та фосфору також можуть викликати цинковий дефіцит.

*Нестача бору* найчастіше відмічається на карбонатних та заболочених ґрунтах, на кислих ґрунтах проявляється головним чином після їх вапнування та в суху жарку погоду. Найбільш чутливі до нестачі бору буряки, льон, соняшник, яблуна та груша.

Найхарактерніша ознака нестачі бору - відмирання точки росту, у плодових дерев - зкорковіння плодів, некроз судин деревини.

На вегетативних органах дефіцит бору проявляється лише при значній його нестачі у ґрунті.

При борному голодування в ґрунт вносять борат магнію, бормагнієві добрива, рекомендується позакореневе підживлення розчином борної кислоти.

*Нестача міді.* Може викликати частковий хлороз листків, особливо молодих, втрату тургору, в'янення, затримку утворення стебел та насіння. Нестача міді найбільш характерна для торфових та піщаних (кислих) ґрунтів. Найбільш уразливі від мідного голодування зернові культури - пшениця, овес, ячмінь.

У плодових дерев першими ознаками голодування є коричневі плями на верхніх листках, які вподальшому в'януть, а верхівка відмирає.

Нестача міді найчастіше проявляється у дерев, які ростуть на кислих ґрунтах.

### ***2.3. Шкідливий вплив надлишку окремих елементів живлення***

Надлишок азоту може викликати надмірний ріст рослин, сильне розростання вегетативної маси, але при цьому не відбувається формування генеративної частини.

При надлишку калію спостерігається завчасне дозрівання плодів. Плоди стають дрібними, а сама рослина - низькорослою.

Високий вміст у ґрунті (особливо кислому) окислів алюмінію приводить до накопичення в коренях рослин важкорозчинних сполук фосфору - фосфатів алюмінію, в результаті чого рослина відчуває нестачу фосфору.

Надлишок бору викликає некрози, затримку росту, різке зниження урожаю. Надлишок міді може викликати значну затримку росту і навіть повну загибель рослин. Високий вміст у ґрунті кальцію знижує для рослин доступність марганцю, заліза. Надлишок заліза, магнію та марганцю часто є причиною нестачі інших елементів.

Надлишок поживних речовин сприяє утворенню *фасціацій* - патологічне зростання пагонів та стебел в широке та плоске стрічковидне утворення (рис.2.3.2).



**Рис. 2.3.2. Фасціації пагонів винограду**

#### ***2.4. Хвороби, які викликаються несприятливими температурними умовами та умовами вологості***

*Вплив температур на рослини.* Дія високої температури та сухості повітря на хлібні злаки в період формування пиляків приводить до *низького відсотка запилення*. Висока температура повітря та ґрунту викликає *неінфекційне скручування листків*. Інтенсивне сонячне випромінювання та коливання температури у осінній, зимовий та весняний періоди в ранньовесняний період можуть викликати *сонячно-морозні опіки* (рис.2.4.1).



**Рис. 2.4.1. Сонячно-морозні опіки та відлупи кори на стовбурі яблуні**

Від різкої зміни температур - від нагрівання до охолодження і навпаки, у деревних рослин утворюються *морозобійні тріщини* та *відлупи кори*.

Опіки рослин можуть спостерігатись при різкому підвищенні температури після періоду вологої хмарної погоди.

Сонячні опіки спостерігаються на рослинах закритого ґрунту після поливу, коли крапельки води затримуються на листовій пластинці і через них, як через призму, на листок проникає пучок сонячного проміння.

При низьких температурах відбувається *обезводнення клітин*, вода виходить у міжклітинники і замерзає, колоїдна речовина клітини звертається, відбувається процес *вимерзання рослин*.

При випаданні снігу на незамерзлу землю відбувається *випрівання озимих*. Під шаром снігу зберігаються позитивні температури, при яких рослини інтенсивно використовують запас поживних речовин, а пізніше не можуть протистояти несприятливим умовам і відмирають (рис.2.4.2).





**Рис. 2.4.2. Випрівання озимих (снігова пліснява)**

Низькі температури ґрунту сприяють розвитку *корневих гнилей*, так як при понижених температурах на коренях рослин затягується утворення перидерми і корені довгий час залишаються незахищеними від інфекцій (рис.2.4.3).

*Вплив вологості на рослини.* При нестачі вологи в ґрунті в тканинах рослин відбувається:

- надлишкове утворення механічних елементів;
- цукор та інші запасні поживні речовини замінюються крохмалем, клітковиною і деревиною;
- рослини відстають в рості, передчасно досягають;
- спостерігається в'янення та передчасне опадання листя та плодів.

Надлишок вологи в ґрунті приводить до розтріскування плодів, овочів та коренеплодів. В період сильного зволоження, особливо після посухи, тканини рослин (епідерміс, кора та поверхневі шари паренхіми) не в силі розтягатися при збільшенні органу через надмірне надходження в них води.



**Рис. 2.4.3. Кореневі гнилі викликані грибними патогенами на посівах озимої пшениці**

У озимих злакових культур надлишок вологи в ґрунті викликає *вимокання*. Застій води порушує дихання рослин, відбувається велика втрата цукрів.

Висока вологість при високих температурах сприяє масовому розвитку інфекційних хвороб.

### ***2.5. Хвороби, які виникають внаслідок забруднення навколишнього середовища***

Хвороби, пов'язані з дією шкідливих для рослин хімічних речовин, можливі при ненавмисному потраплянні останніх на чутливі до них види рослин - наприклад, гербіцидів при авіаційній обробці сусідніх полів або при використанні погано відмитої від них апаратури, тощо.

Несвоєчасно проведена хімічна дезинфекція ґрунту без наступного належного провітрювання, перевищення дози протруювачів при обробці насіння можуть спричинити порушення розвитку, які проявляються в патологічному розвитку корінців, уповільнення росту, тощо.

У великих містах та промислових центрах, де повітря сильно забруднене відходами промисловості (дим, пил, дрібні часточки вугілля, пари сильних кислот, окис вуглецю та ін.), вони осідають на рослинах і приводять до розвитку патологічного процесу - пригнічують ріст, погіршують запліднення, тощо. Високий вміст в повітрі сернистого газу, сірководню, сірковуглеводу, які викидаються хімічними заводами та транспортом також є причиною хлорозу та опадання хвої, відмирання листя.

Патологічний стан рослин може викликає дія проникаючого (іонізуючого) випромінювання. Гама-промені, альфа- і бета-частинки, нейтрони і

рентгенівські промені викликають мутації, затримку росту і розвитку рослин. Характер прояву захворювання залежить від дози опромінення та від виду рослин (рис.2.5.1).



**Рис. 2.5.1. Мутація суцвіть соняшнику викликана дією іонізуючого випромінювання**

***Контрольні запитання.***

1. Висвітліть класифікацію неінфекційних хвороб, викликаних абіотичними факторами навколишнього середовища.
2. Які заходи застосовують для боротьби з неінфекційними захворюваннями рослин?
3. Назвіть симптоми прояву неінфекційних захворювань рослин викликаних нестачею в ґрунті основних елементів живлення – азоту, фосфору та калію.
4. Назвіть симптоми прояву неінфекційних захворювань рослин викликаних нестачею в ґрунті марганцю, магнію та кальцію.
5. Назвіть симптоми прояву неінфекційних захворювань рослин викликаних нестачею в ґрунті марганцю, заліза, цинку, бору та міді.
6. Назвіть патологічні зміни в рослинних організмах, які викликаються надлишком у ґрунті елементів живлення.
7. Які патологічні зміни можуть виникати в рослинних організмах внаслідок несприятливих температурних умов.
8. Які патологічні зміни можуть виникати в рослинних організмах внаслідок несприятливих умов вологості.
9. Назвіть патологічні стани у рослин, які виникають внаслідок забруднення

навколишнього середовища.

*Лекція 3.*

### **Тема 3. Інфекційні хвороби рослин**

*План*

- 3.1. Поняття про паразитизм, типи паразитизму збудників хвороб.*
- 3.2. Спеціалізація збудників хвороб*
- 3.3. Шляхи еволюції паразитизму*

3.4. Патогенність, вірулентність, агресивність патогену

3.5. Виникнення і розвиток патологічного процесу при інфекційному захворюванні.

3.6. Збереження та джерела інфекції. Первинна та вторинна інфекції.

3.7. Ареали хвороб.

3.8. Епіфітотії.

3.9. Групування інфекційних хвороб за типом збудника захворювання.

### **3.1. Поняття про паразитизм, типи паразитизму збудників хвороб**

Хвороби, які виникають в результаті впливу патогенних для рослин організмів, називаються *інфекційними*, або *паразитарними*. Вони здатні передаватись від однієї рослини іншій.

Збудниками інфекційних хвороб рослин є гриби, бактерії, актиноміцети, віруси і віроїди, мікоплазми, квіткові рослини-паразити.

*Паразитизм у рослин* - це явище внаслідок якого збудник хвороби (патоген) існує за рахунок готових органічних речовин тканин рослини-господаря.

*Ендопаразити* паразитують у внутрішніх органах, тканинах та клітинах рослини-живителя (збудники кіли капусти і раку картоплі, псевдоборошністі роси, віруси, віроїди, мікоплазми).

*Ектопаразити* живуть на зовнішніх покривних тканинах рослин (справжні борошністі роси, повитиці, заразиhi).

*Сапрофіти* - це організми, які живляться органічною речовиною відмерлих рослинних решток (найпростіші, бактерії, гриби).

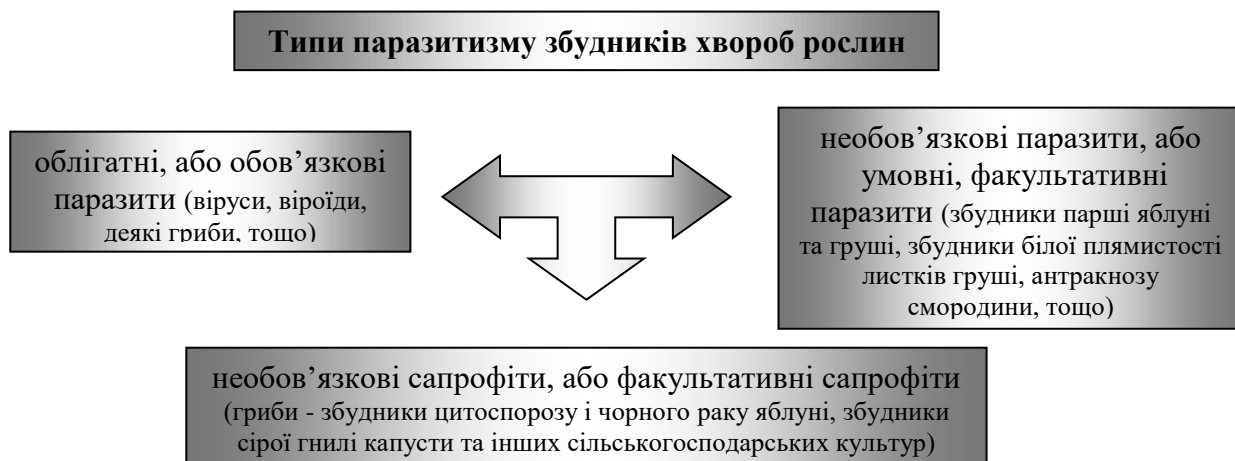
*Типи паразитизму збудників хвороб.*

*Облігатні*, або *обов'язкові паразити* - це збудники хвороб, здатні рости і розмножуватись тільки за рахунок живої клітини рослини-господаря (рис. 3.1.1.). До таких паразитів відносяться всі віруси, віроїди, а також гриби - збудники борошністих рос, іржі та деяких інших захворювань. На мертвому органічному субстраті вони тільки зберігаються, проходять період спокою, але не розвиваються.

*Необов'язкові паразити*, або *умовні, факультативні паразити* - це збудники хвороб, які розвиваються на живій рослині, але більшу частину свого циклу розвитку живляться сапротрофно. Для багатьох з них така зміна субстрату необхідна для проходження життєвого циклу. Представниками факультативних паразитів є: збудники парші яблуні та груші, збудники білої плямистості листків груші, антракнозу смородини, тощо.

*Необов'язкові сапрофіти*, або *факультативні сапрофіти* (фітопатогенні сапрофіти, некротрофи) - чисельна група збудників хвороб рослин, які не можуть проникати в живу клітину і починають свій розвиток як сапрофіти, тобто з мертвої або дуже ослабленої тканини, але потім, вони розростаються і на сусідню здорову тканину, попередньо вбиваючи її своїми токсинами. Більшу частину свого життєвого циклу живляться, як паразити. Типовими представниками факультативних сапрофітів є: гриби - збудники цитоспорозу і

чорного раку яблуні, збудники сірої гнилі капусти та інших сільськогосподарських культур.



**Рис. 3.1.1. Типи паразитизму збудників хвороб.**

### **3.2. Спеціалізація збудників хвороб**

Паразитні організми, які володіють широким діапазоном у виборі харчового субстрату (паразитують на більшості видах рослин), називаються *поліфагами*. Ними можуть бути збудники корневих гнилей багатьох культурних рослин та бур'янів.

Паразитні організми з обмеженим колом рослин-живителів називаються *монофагами*. Наприклад, збудник стеблової іржі і збудник борошнистої роси злаків, уражують тільки злакові культури.

Види спеціалізації збудників хвороб:

1. спеціалізація паразитів за рослинами-живителями;
2. органотропна спеціалізація паразитних організмів;
3. спеціалізації паразитів за віком рослин-живителів.

*Спеціалізація паразитів за рослинами-живителями* навіть у межах родин рослин буває дуже вузькою. Наприклад у збудника стеблової іржі злаків встановлено шість спеціалізованих форм, які пов'язані з окремими видами злаків: пшеницею, житом, ячменем, пирієм повзучим, вівсом, лисохвостом, тощо.

Встановлено, що спеціалізовані форми неоднорідні і складаються із *фізіологічних рас*, які відрізняються між собою неоднаковою здатністю уражати різні сорти. Фізіологічна раса в свою чергу представляє собою комплекс (популяцію) генетично однорідних особин, які називаються *біотопами*.

*Органотропна спеціалізація* паразитних організмів пов'язана з ураженням ними окремих органів і тканин рослин. Так, збудник кіли хрестоцвітих культур вражає тільки кореневу систему, деякі гриби живляться тканинами судин, інші - покривними тканинами рослин.

При *віковій спеціалізації* паразитів уражуються тільки молоді (розсада, сходи) або дорослі рослини.

### **3.3. Шляхи еволюції паразитизму**

Еволюція паразитизму протікала від сапрофітизму до паразитизму. Спочатку всі живі істоти володіли здатністю лише до сапрофітного або некрофітного способу життя.

На наступному етапі еволюції мікроорганізми подолали опір живої клітини і проникли всередину живої тканини рослин.

Найвищим ступенем прояву паразитизму є облігатний паразитизм (віруси, віроїди), при якому паразити здатні нібито вклинюватись в процеси біосинтезу, які здійснюються цитоплазмою рослинних клітин. При цьому паразити перехоплюють проміжні продукти синтезу цих клітин і втрачають здатність здійснювати позаклітинне травлення за допомогою власних гідролітичних ферментів.

### **3.4. Патогенність, вірулентність, агресивність патогену**

Здатність збудника хвороби викликати зараження та ураження рослин тісно пов'язана з такими його властивостями, як патогенність, вірулентність і агресивність.

*Патогенність* - це здатність збудника викликати захворювання (ураження) тої чи іншої рослини (виду рослини) і завдати їй певної шкоди. Чим шкідливіша хвороба, тим більш патогеннішим вважається збудник. Біологічні агенти, яким властива патогенність, називаються *патогенами*.

*Вірулентність* - здатність патогенного організму (індивіду, штаму або раси) заражати і викликати захворювання визначеної рослини-господаря (виду або сорту). Наприклад гриб - збудник раку картоплі проявляє свою патогенність тільки по відношенню до картоплі, отже він вірулентний тільки до цієї культури. Крім того в межах виду даного збудника існують окремі спеціалізовані раси вірулентні для одних сортів і невірулентні (авірулентні) для інших.

Поділ збудників хвороб на фізіологічні раси в межах одного і того ж виду відбувається саме за ознаками його вірулентності.

*Агресивність* - здатність патогену до швидкого розмноження в тканинах рослини-господаря. Високоагресивними вважаються ті збудники, які відрізняються високою енергією розмноження (у грибів - високою інтенсивністю споруляції), здатністю швидко розповсюджуватись на великі відстані, стійкістю до екстремальних умов, тощо.

Агресивність може змінюватись в залежності від умов розвитку патогену. Патогенність та вірулентність - властивості більш стабільні, консервативні та успадковуються патогеном (його видом, формою, расою).

### **3.5. Виникнення і розвиток патологічного процесу при інфекційному захворюванні**

Патологічний процес при інфекційних захворюваннях рослин складається із декількох взаємопов'язаних та послідовно змінюючих один одного етапів: зараження, інкубаційний період, саме хвороба (її прояв та розвиток).

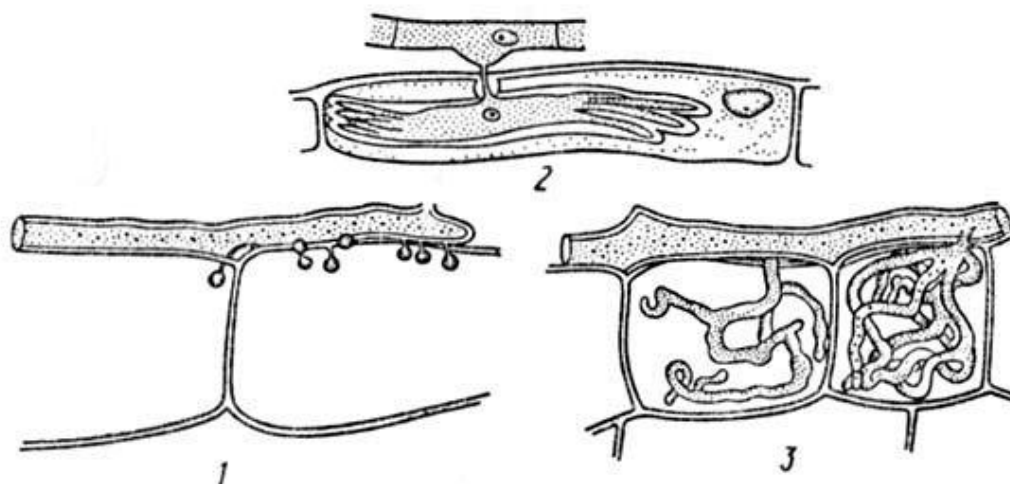
*Зараження.* Інфекційне захворювання починається із зараження, яке

можливо тільки в тому випадку коли патоген потрапляє на чутливу до нього рослину і знаходить відповідні умови навколишнього середовища для проростання, надходження та подолання захисних функцій рослини.

Зараження не можна плутати з механічним забрудненням рослин спорами грибів або з механічними домішками насіння рослин-паразитів з насінням рослин-господарів. Прикладом може бути тверда сажка пшениці, при якій зараження насіння відбувається не під час обмолоту насіння, а при потраплянні насіння в ґрунт, тобто при одночасному проростання сходів пшениці та спор гриба. При цьому встановлюється не механічний, а біологічний зв'язок між рослиною-господарем та паразитом.

Проникнення фітопатогену у рослину є його біологічною особливістю і в багатьох випадках є специфічним для тої чи іншої групи фітопатогенних організмів.

Проникнення патогену в рослину здійснюється через продихи, сочевички, водні продихи - гідатоди, механічні пошкодження, через кутикулу листка або плоду (рис. 3.5.1).



**Рис. 3.5.1. Проникнення патогенів в тканини рослин (процес зараження). Форми гаусторій у грибів: 1 - *Albugo*; 2 - *Erysiphe*; 3 - *Peronospora*.**

Основними механізмами патогенності, тобто шляхами надходження патогену у вищу рослину є:

- ферменти, фітотоксини і регулятори росту, які виробляються патогеном;
- швидкість проростання та надходження патогену в тканину;
- енергія росту патогену в ураженій тканині;
- стійкість патогену до дії захисних властивостей рослини, тощо.

Заразивши рослину фітопатоген розміщується в середині клітини, в міжклітинниках і дуже рідко на поверхні ураженого органу. Паразитів, які живуть на поверхні ураженого органу називають *екзопаразитами* (справжні борошнисті роси, повитиці, заразиhi), а паразитів які мешкають в клітині або міжклітинниках - *ендопаразитами* (збудники кіли капусти і раку картоплі,



псевдоборошністі роси, віруси, віроїди, мікоплазми).

*Інкубаційний період.* Розвиток хвороби, який почався після зараження, спочатку проходить латентно, без зовнішніх ознак. Період розвитку хвороби рослини від зараження до виявлення зовнішніх симптомів захворювання називається *прихованим*, або *інкубаційним періодом*. Прихований розвиток паразита всередині рослини може продовжуватись декілька днів, тижнів, місяців. Тривалість інкубаційного періоду залежить від індивідуальних властивостей збудника хвороби, ступеня схильності рослин (або органу рослин) та умов навколишнього середовища, особливо температури. При підвищених позитивних температурах спостерігається прискорення проходження інкубаційного періоду.

Знання тривалості інкубаційного періоду має велике значення в короткостроковому прогнозі хвороб та встановленні строків хімічного захисту рослин. Для запобігання появи та розповсюдження хвороби хімічну обробку рослин фунгіцидами проводять за 1-2 доби до закінчення інкубаційного. Це важливо в боротьбі з такими хворобами, як псевдоборошніста роса винограду, фітофтороз картоплі та томату, іржа злаків.

*Прояв хвороби.* Інкубаційний період хвороби закінчується появою зовнішніх симптомів захворювання на рослині (гнилі, плямистості, в'янення, деформація, нальоти, пустули).

У грибів закінчення інкубаційного періоду не завжди пов'язано із спороношенням. Спороношення починається на 1-2 доби пізніше закінчення інкубаційного періоду, або коли настають сприятливі умови вологості (дощ, роса).

Виздоровлення хворої рослини настає дуже рідко. Воно може відбуватись природнім шляхом (різка зміна погодних умов), але найчастіше - за допомогою людини (підживлення макро- і мікродобривами, зачистка та лікування ран у плодкових дерев, омолоджуючі обрізки плодкових дерев).

### **3.6. Збереження та джерела інфекції.**

#### ***Первинна та вторинна інфекції***

Збудники інфекційних хвороб зберігаються головним чином у ґрунті або на його поверхні з рослинними рештками (парша, плямистості листя, аскохітоз, мільдю винограду), на насінні та посадковому матеріалі - в коренеплодах, бульбах (збудники фомозу і альтернаріозу капусти, антракнозу і бактеріозу огірка, фітофторозу, кільцевої гнилі та чорної ніжки картоплі, віруси та жовтухи буряків, тощо).

Зимуючі стадії збудників володіють високою стійкістю і можуть зберігатись у ґрунті від двох до шести років та більше (спори раку картоплі, кіли капусти, сажки цибулі).

Перезимувавши, збудник (бактерії, спори грибів) зумовлює в наступному році первинне зараження та початок розвитку хвороби.

*Первинне зараження, або первинна інфекція,* - це зараження, яке вперше відбувається і вперше виникає у сезоні (зазвичай на поодиноких рослинах). Первинне зараження відбувається за рахунок зимуючого інфекційного збудника

(з рослинними залишками, насінням, тощо), але може потрапляти на рослини і ззовні, з далекої відстані. Наприклад, збудник парші яблуні перезимовує на опалому зараженому листі, де весною формується сумчаста стадія гриба. Зрілі аскоспори, розсіюються, викликають первинне зараження листя (або інших молодих органів) яблуні. В результаті первинного зараження на них розвивається конідіальна стадія гриба, яка забезпечує подальше розповсюдження інфекції, тобто здійснює *вторинне і наступне зараження*. Збудники іржастих хвороб, які мають одного господаря (соняшник, малина, льон) первинне зараження здійснюють базидіоспорами, які утворюються в результаті проростання перезимуваних теліоспор; вторинне і наступне зараження - ецидіо- та уредоспорами.

У іржастих грибів, які мають декілька господарів (горох, слива, стеблові іржі злаків) первинне зараження викликають ецидіоспори, які утворюються навесні на відповідній проміжній рослині, а вторинне (і наступне) зараження викликають уредоспори на основній рослині-господарі.

В залежності від особливостей патогену - циклу його розвитку, тривалості інкубаційного періоду, а також від погодних умов, ступеня стійкості або уразливості сорту один і той самий збудник хвороби може розвивати за літо декілька (іноді до 8-10 і більше) генерацій.

### ***3.7. Ареали хвороб***

Умови навколишнього середовища - один із найважливіших факторів, які визначають, як саму можливість хвороби, так і інтенсивність її розвитку. Зона природного розповсюдження хвороби називається *ареалом хвороби*. В більшості випадків ареали хвороб співпадають з ареалами рослин, які уражуються даним видом хвороби. Наприклад, всюди де вирощують пшеницю, розповсюджені види іржі, які її уражують, всюди, де вирощують яблуню - розповсюджена парша яблуні. Але бувають виключення. Не всюди де росте виноград, розповсюджено ураження псевдоборошнистою россою (мільдью) (рис. 3.7.1).



**Рис. 3.7.1. Мільдю (псевдоборошниста роса) винограду**

На виноградниках Середньої Азії це захворювання не зустрічається, так як жаркий та посушливий клімат несприятливий для даного збудника. Там практично не зустрічається збудник фітофторозу картоплі за тієї ж причини (рис. 3.7.2).



**Рис. 3.7.2. Фітофтороз картоплі**

Кіла капусти розповсюджена тільки в районах з важкими та кислими ґрунтами (рис. 3.7.3).



**Рис. 3.7.2. Кiла капусти**

Хвороби, якi потребують високої вологостi та помiрних температур, розповсюдженi головним чином в пiвнiчних, пiвнiчно-захiдних та захiдних районах. Хвороби, збудники яких потребують високої вологостi при високiй температурi, розповсюдженi головним чином в пiвденних районах Європи. В Середнiй Азiї розповсюдженi хвороби, збудники яких потребують високої температури, але не вимогливi до вологостi.

Райони, в яких хвороба найбiльш сильно розвивається, повторюючись з року в рiк, i викликає значнi втрати врожаю, називають *ареалом*, або *зоною, найбiльшої шкодочинності*.

Випадки найбiльш сильних спалахiв хвороби називають *епiфiтомiями*.

### **3.8. Епiфiтомiї**

*Епiфiтомiї* - це масовий розвиток iнфекцiйного захворювання рослин на визначенiй територiї протягом визначеного часу (рис. 3.8.1).



**Рис. 3.8.1. Епіфітотія вірусу жовтої карликовості ячменю**

Найбільш сприятливі умови для виникнення епіфітотій:

- наявність в даній зоні достатнього запасу збудника хвороби;
- культивування видів та сортів рослин, які схильні до ураження патогеном;
- наявність сприятливих для патогену умов зовнішнього середовища (температура, вологість, тощо).

*Динаміка епіфітотій*

У виникненні та розвитку епіфітотій виділяють три основних стадії, які послідовно змінюють одна одну:

- підготовча, або передепіфітотійна стадія;
- спалах хвороби, або саме епіфітотія;
- стадія затухання, або депресія епіфітотії.

У першу передепіфітотійну стадію відбувається накопичення значної кількості патогену, поява нових вірулентних та більш агресивних рас паразиту, концентрація площ під сортами та видами рослин, які є нестійкими до ураження. Тривалість передепіфітотійної стадії складає зазвичай декілька років.

У другу стадію (спалах хвороби) відбувається одночасне масове ураження рослин, яке супроводжується великими втратами врожаю. Максимум спалаху зазвичай співпадає з найбільш уразливими до хвороб віковими станами рослин та оптимальними для патогену умовами погоди.

Третя стадія (депресія епіфітотії) характеризується поступовим зниженням інтенсивності розвитку хвороби та кількістю уражених рослин. В залежності від виду хвороби та біологічних особливостей її збудника, а також господарської діяльності людини (застосування нею спеціальних заходів) депресія може настати у той рік, коли з'явився масовий спалах, або через декілька років.

### *Типи епіфітотій*

*Місцеві епіфітотії* - це епіфітотії, при яких будь-який вид хвороби майже постійно, з року в рік, проявляється та значно шкодить на даній, зазвичай невеликій території (господарство, район, область).

*Прогресуючі епіфітотії* - це епіфітотії, при яких захворювання від невеликого джерела розповсюджується на великі відстані та охоплює велику зону (декілька областей, держав).

*Панфітотії* - це епіфітотії, при яких масове ураження охоплює цілі країни або континенти.

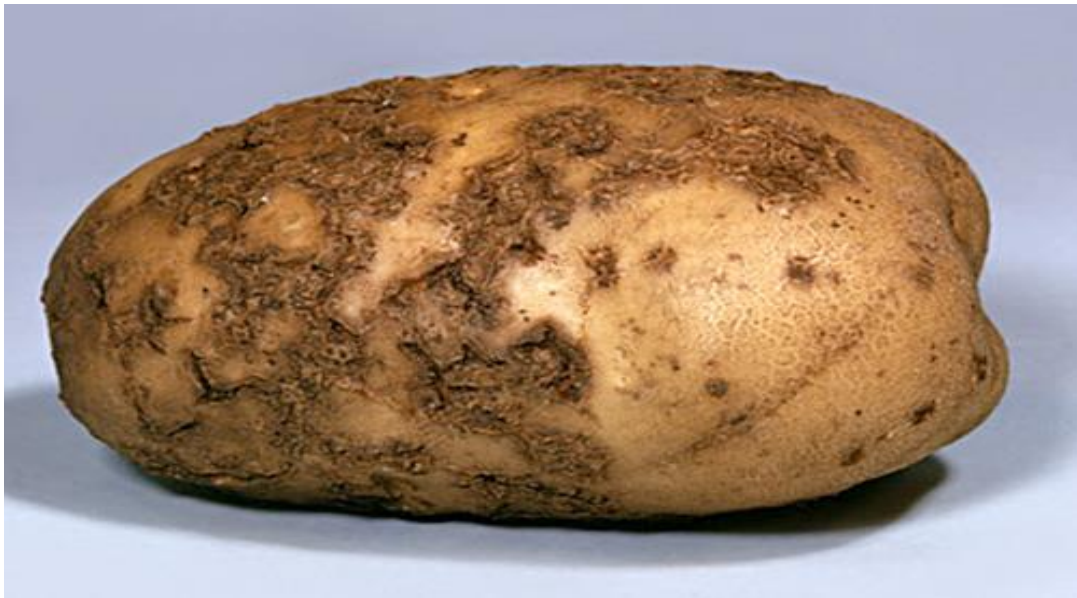
Місцеві епіфітотії характерні для хвороб, збудники яких зберігаються та накопичуються у ґрунті або залишаються на ньому з рослинними рештками (кореневі гнилі, кіла).

Прогресуючі епіфітотії та панфітотії характерні для хвороб, збудники яких володіють високою репродуктивністю, розвивають велику кількість генерацій та легко розповсюджуються повітряними течіями (іржа злаків).

### **3.9. Групування інфекційних хвороб за типом збудника захворювання**

Інфекційні хвороби поділяють на такі групи:

- мікози - хвороби, що викликаються грибами. Численна група захворювань з різноманітною симптоматикою і динамікою розвитку;
- бактеріози - хвороби, що викликаються бактеріями. Бактеріози, як правило, пов'язані з ураженням судинної системи, розвиваються частіше за все за типом в'янення, гнилей;
- актиномікози - захворювання, пов'язані з ураженням рослин мікроорганізмами - актиноміцетами (звичайна парша картоплі). Поширені значно рідше, ніж мікози та бактеріози (рис. 3.9.1).;
- вірози - численна група хвороб, що викликаються вірусами. Розвиваються за типом карликовості, деформації, мозаїк, жовтяниць. У багаторічних рослин носять хронічний характер;
- віроїдозы - хвороби, що викликаються віроїдами. Ця група збудників, виявлена порівняно недавно, відрізняється від вірусів відсутністю білкового компонента, підвищеною агресивністю і вірулентністю. Діагностика ускладнена, симптоматика близька до вірозів. Приклад віроїдозу - готика картоплі;



**Рис. 3.9.1. Парша звичайна на бульбах картоплі**

- мікоплазмози - збудниками цієї групи хвороб є мікоплазми - прокаріоти, які не мають, на відміну від бактерій, клітинної стінки і здатні довільно змінювати форму і товщину, витягаючи в досить тонкі нитки. Мікоплазми проходять через бактеріальні фільтри і донедавна ототожнювалися з вірусами;
- хвороби, що викликаються квітковими паразитами (рис. 3.9.2).



**Рис. 3.9.2. Повитиця (1) і зарази́ха (2) – квіткові рослини-паразити**

***Контрольні запитання.***

1. Які хвороби рослин називаються інфекційними, або паразитарними?
2. Що розуміють під паразитизмом у рослин?

3. Яка різниця між ектопаразитами та ендopаразитами рослин?
4. Яка відмінність між паразитними та сапрофітними живими організмами?
5. Які організми називаються облігатними або обов'язковими паразитами? Наведіть приклади таких організмів.
6. Які організми називаються необов'язковими, умовними, або факультативними паразитами?
7. Які організми називаються необов'язковими, або факультативними сапрофітами?
8. Яка різниця між паразитними організмами монофагами та поліфагами?
9. Назвіть основні види спеціалізації збудників хвороб рослин.
10. Шляхи еволюції паразитизму.
11. Основні властивості збудника хвороб рослин: патогенність, вірулентність та агресивність. Які властивості є стабільними, консервативними та успадковуються патогеном, а які можуть змінюватись в залежності від умов навколишнього середовища в яких розвивається патоген?
12. Назвіть етапи виникнення та розвитку патологічного процесу при інфекційному захворюванні рослин. Охарактеризуйте кожний етап патологічного процесу.
13. Назвіть основні механізми патогенності (шляхи надходження патогену у вищу рослину).
14. Основні джерела та збереження патогенної інфекції в навколишньому середовищі.
15. В чому полягає різниця між первинною та вторинною інфекцією рослинних організмів?
16. Що розуміють під ареалом розповсюдження патогенної інфекції (ареалом хвороби)?
17. Що являє собою епіфітотія? Які умови є сприятливими для виникнення епіфітотій?
18. Стадії виникнення та розвитку епіфітотій. Що відбувається в кожну з цих стадій?
19. Назвіть основні типи епіфітотій за характером розповсюдження по площі.
20. Групування інфекційних хвороб за типом збудника захворювання.

*Лекція 4.*

#### **Тема 4. Віруси - збудники хвороб рослин**

*План*



- 4.1. Віруси – субмікроскопічні збудники хвороб.
- 4.2. Форми вірусних частинок.
- 4.3. Симптоми вірусних захворювань.
- 4.4. Класифікація вірусів.
- 4.5. Розповсюдження фітопатогенних вірусів.
- 4.6. Методи діагностики вірусних хвороб рослин.
- 4.7. Заходи боротьби з вірусними захворюваннями рослин.

#### 4.1. Віруси – субмікроскопічні збудники хвороб

Віруси - дрібні (субмікроскопічні) збудники інфекційних хвороб людини, тварин та рослин, не мають клітинної будови, здатні розмножуватись тільки в живих клітинах організму-господаря. Розміри більшості вірусів коливаються від 10 до 300 нм. і більше. У середньому віруси в 50 разів менші за бактерій. Їх неможливо побачити у оптичний мікроскоп, тому що їх розмір менший за довжину світлової хвилі. На рослинах паразитує більше 600 видів вірусів.

Вперше фітопатогенні віруси були відкриті в 1892 році російським вченим Дмитром Йосиповичем Івановським вивчаючи мозаїчну хворобу тютюну (рис. 4.1.1).



**Рис. 4.1.1. Вірус тютюнової мозаїки**

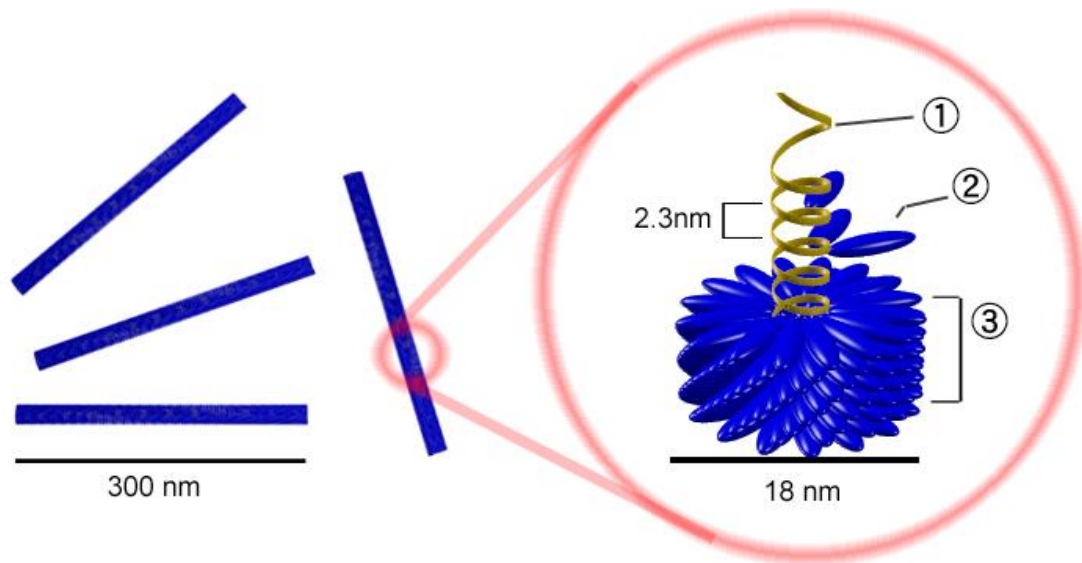
В 50-х роках ХХ ст. вірусологам вдалось встановити структуру вірусів. Віруси складаються з різноманітних компонентів:

- серцевина - генетичний матеріал (ДНК або РНК). Генетичний апарат вірусу кодує від декількох (вірус тютюнової мозаїки) до сотень генів. Необхідний мінімум - гени, що кодують вірус-специфічну полімеразу та структурні білки.

- білкова оболонка, що називають *капсидом*. Оболонка часто побудована з ідентичних повторюваних субодиниць - капсомерів.

Нуклеїнова кислота вірусу викликає інфекційний процес, а білкова оболонка (нуклеокапсид) ферментативно активна, забезпечує приєднання

вірусу до клітини господаря, виконує захисну функцію та визначає видову належність вірусу (рис. 4.1.2).



**Рис. 4.1.2. Схема структури вірусу тютюнової мозаїки:  
1 - РНК-геном вірусу, 2 - капсомер, 3 - зріла ділянка капсиду.**

Залежно від типу нуклеїнової кислоти розрізняють ДНК-геномні і РНК-геномні віруси.

Існують віруси, які складаються тільки із РНК нуклеїнової кислоти та не мають білкової оболонки, їх називають *віроїдами*.

Відкриті віроїди у 70-х роках ХХ ст. Т.Динером, є збудниками тільки рослинних захворювань - *віроїдозів*. До них віднесені збудники веретеновидності картоплі, деякі хвороби цитрусових, хризантем (рис. 4.1.3.).



**Рис. 4.1.3. Веретеновидність бульб картоплі («готика»)**

Походження віроїдів невідоме. Деякі дослідники вважають їх представниками доклітинного "світу РНК", еволюційними реліктами.

Віроїди розповсюджуються з посадковим матеріалом, з насінням,

передаються від рослини до рослини механічним шляхом.

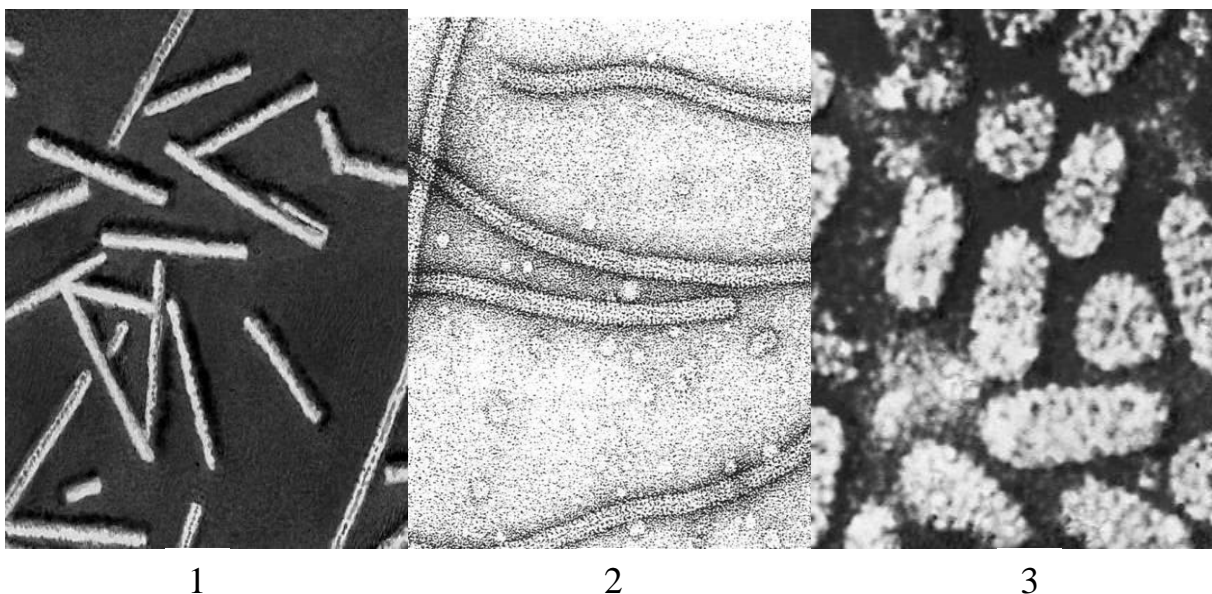
Віроїди характеризуються високою інфекційністю, термостабільністю, стійкістю до різних хімічних сполук.

#### 4.2. *Форми вірусних частинок*

За даними електроноскопічних досліджень, *вірус* - це велика макромолекула, здатна існувати поза клітиною у вигляді вірусних частинок (*віріонів*), які, об'єднуючись, можуть утворювати кристали. Останні являють собою десятки мільйонів вірусних частинок, зібраних у визначеному порядку (рис. 4.2.1.).

*Форми вірусних частинок - віріонів:*

- палочковидні (вірус тютюнової мозаїки, вірус білої мозаїки огірка);
- нитковидні (Х-вірус картоплі, вірус мозаїки цибулі, вірус жовтухи цукрових буряків);
- сферичні (вірус бронзовості томату);
- багатогранні (вірус кільцевої плямистості вишні, вірус коротковузля винограду);
- бациловидні (вірус штрихової мозаїки пшениці, вірус жовтої карликовості картоплі).



**Рис. 4.2.1. Форми віріонів фітопатогенних вірусів:**

**1 - палочковидні частинки вірусу тютюнової мозаїки; 2 - нитковидні частинки вірусу мозаїки цибулі; 3 - сферичні частинки вірусу бронзовості томату.**

Поза клітиною вірус знаходиться в інертному стані, але при надходженні його у середину клітини, він реплікує собі подібних, у нього з'являється здатність до стійких спадкових змін або мутацій.

### 4.3. Симптоми вірусних захворювань

При ураженні рослин вірусними збудниками захворювання проявляються наступними симптомами:

- порушення обміну речовин;
- мозаїчність листя;
- кільцева плямистість;
- некроз окремих ділянок листа, стебел, плодів;
- утворення некротичних плям, штрихів;
- виникнення карликовості, скручування;
- зміна форми листя;
- позеленіння квітів.

За зовнішніми ознаками вірусні хвороби поділяються на два типи - мозаїки і жовтухи.

*Мозаїка* характеризується мозаїчним малюнком, чергуванням темно-зелених та світло-зелених ділянок тканини листка, різною деформацією листкової пластинки (нитковидність, зморшкуватість, курчавість), а також появою штрихуватості, некрозу на листках, стеблах та плодах (рис. 4.3.1).



**Рис. 4.3.1. Мозаїка викликана вірусним збудником.**

При захворюваннях типу *жовтухи* (*жовтяниця*) віруси не завжди викликають пожовтіння листків, на відміну від мозаїки тут відбувається глибока деформація рослин, карликовість, посилена кущистість, потворність квітів, пелюстки квітів зеленіють; іноді замість квітки утворюється пагін або редуковані листки, або в центрі редукованої квітки утворюється розетка справжніх листків.

В деяких випадках рослини, уражені вірусом, не проявляють зовнішніх симптомів ураження. Випадки такої безсимптомної (латентної) інфекції відомі

для Х-вірусу картоплі.

У рослин, уражених вірусними захворюваннями, спостерігаються глибокі порушення анатомічної будови і функціональної діяльності, порушується активність фотосинтезу, азотний обмін, змінюється дихання, проникність мембран, транспорт поживних речовин, тощо.

#### 4.4. Класифікація вірусів

Єдиної, досконалої класифікації вірусів не існує. Вважається, що для визначення вірусів доцільно признати біноміальну номенклатуру, яка прийнята в систематиці тварин та рослин. Розповсюдженою серед рослинних вірусів вважається номенклатура К.Сміта (1937), де родове визначення рослини-господаря дається латиною; наприклад, вірус тютюнової мозаїки називається *Nicotiana virus I*; різні штами вірусів позначаються додаванням великих літер алфавіту, наприклад *Nicotiana virus IA*. Для цілого ряду вірусів картоплі прийняті буквені вирази (Y - вірус, X - вірус, M - вірус). Вірус тютюнової мозаїки прийнято називати початковими літерами - *ВТМ*.

При подальшому вдосконаленні системи класифікації більшу увагу приділяють внутрішній будові вірусних частинок, хімічному складу, фізичним та імунологічним властивостям, тощо.

Ряд вірусологів (Гіббс, Харрісон та ін.) запропонували, щоб кожний вірус поряд з назвою містив ще і криптограму (інформацію про властивості вірусу, тип нуклеїнової кислоти (ДНК чи РНК), число ланцюгів в ній (одна або дві), молекулярну масу нуклеїнової кислоти та процентний вміст її у вірусній частинці, спосіб передачі інфекції).

Кожна криптограма складається із чотирьох пар символів, в яких літерами або цифрами зашифровані властивості вірусу.

В першій парі символів (*R* або *D*) - тип нуклеїнової кислоти і число ланцюгів в її молекулі (*1* або *2*).

У другій парі символів - молекулярна маса нуклеїнової кислоти в млн. вуглецевих частинок (дальтон) і її процентний вміст у віріоні.

В третій - форма віріону і форма нуклеокапсиду:

- *S* - близька до сферичної;
- *E* - продовгувата з паралельними сторонами, кінці не закруглені;
- *U* - продовгувата з паралельними сторонами, кінці (або кінець) закруглені);
- *X* - структура іншого типу, часто складна.

Четверта пара символів показує тип зараженого господаря:

- *A* - актиноміцети;
- *B* - бактерії;
- *F* - гриби;
- *I* - безхребетні;
- *S* - насінні рослини;
- *V* - хребетні;

і тип переносника:

- *Ac* - кліщі;
- *Al* - білокрилки;
- *Ap* - попелиці;
- *Au* - цикади;
- *Cc* - кокциди;
- *Cl* - жуки;
- *Di* - мухи і комарі;
- *Fu* - гриби;
- *Ne* - нематоди;
- *Ps* - листоблішки (псиліди);
- *Si* - блохи;
- *Th* - трипси;
- *Ve* - переносник відомий, але не відноситься ні до однієї з вказаних груп;
- *O* - вірус розповсюджується без переносника.

В тих випадках, коли відомості про якусь ознаку невідомі (влюбій парі символів), ставиться знак \* (зірочка).

У відповідності з прийнятими символами криптограма вірусу тютюнової мозаїки, наприклад, має наступний вигляд:  $R/1 : ^2/5 : E/E : S/O$ . Запис цієї криптограми означає, що вірус тютюнової мозаїки містить одноланцюгову РНК ( $R/1$ ); молекулярна маса нуклеїнової кислоти 2 дальтон, у віріоні складає 5% ( $^2/5$ ); віріон і нуклеокапсид ВТМ мають продовгувату структуру з паралельними сторонами і незакругленими кінцями ( $E/E$ ); господарі - насінні рослини, вірус розповсюджується без переносника ( $S/O$ ).

За класифікацією, прийнятою в наш час (Гіббс, Харрісон, 1978), всі рослинні віруси розподілені на 20 основних груп, в кожному з яких включені віруси, схожі за рядом ознак (розміром, формою, типом будови і загальним складом віріону); типом, числом ланцюгів і кількістю фрагментів нуклеїнової кислоти; антигенними властивостями вірусу, відношенням їх до температури; колом рослин-господарів; механізмом переносу; симптомами ураження, тощо. Назви цим групам дають за скороченою назвою типового представника. Так, в групу немовірусів об'єднані віруси, переносниками яких є нематоди, а віріони їх багатогранні, діаметром 30 нм.

#### 4.5. Розповсюдження фітопатогенних вірусів

Способи розповсюдження фітопатогенних вірусів:

- передача з допомогою комах та інших переносників (векторна передача);
- передача при механічному контакті здорової та хворої рослини (контактно-механічна передача);
- передача щепленням (трансплантаційна передача);
- передача через насіння та пилок.

Віруси від рослини до рослини передаються в основному комахами з колюче-смоктальним ротовим апаратом: попелицями, цикадами, трипсами, клопами, жуками, кліщами (рис. 4.5.1.).

*Способи розповсюдження фітопатогенних вірусів за допомогою комах.*

Механізм переносу вірусів комахами неоднаковий. Мозаїчні, або стилетні, неперсистентні віруси - легко розповсюджуються від рослини до рослини *стилетним, або неперсистентним, способом*. При такому способі передачі, комаха, живлячись на хворій рослині забруднює свій ротовий апарат (кінчик стилету), відразу (через 0,5-2 хвилини) стає вірофорною, тобто здатною передавати вірусну інфекцію іншій, здоровій рослині, але швидко втрачає (на протязі декількох годин) цю властивість. Основні переносники цієї групи вірусів - попелиці. До стилетних вірусів належать огірковий вірус, Y-вірус картоплі, вірус мозаїки буряків, вірус мозаїки яблуні, більшість вірусів суниці лісової та малини.



**Рис. 4.5.1. Комахи - переносники вірусів:**

**1 – трипси, 2 – попелиці, 3 – цикадки, 4 – жуки, 5 – кліщі, 6 – клопи.**

Інші віруси здатні розповсюджуватись тільки *персистентним (циркулятивним) способом*, тільки за допомогою спеціалізованих видів переносників: цикад, попелиць, трипсів, клопів, кліщів. Такі віруси називаються персистентними, або циркулятивними, а хвороби які викликаються цими вірусами відносяться до групи жовтух (вірус бронзовості томату, мозаїка гарбузів, курчавість верхівки буряків, тощо).

При персистентному способі розповсюдження вірусів, комаха не відразу після початку живлення на хворій рослині стає вірофорною, а через деякий проміжок часу (від декількох годин, до декількох діб), який називають латентним (інкубаційним) періодом. Комаха зберігає свою інфекційність протягом 100 годин і більше, а іноді і протягом всього життя.

Між неперсистентним та персистентним способами переносу вірусів існує проміжна *напівперсистентна* категорія. При такому способі передачі вірусів комаха зберігає свою інфекційність протягом 10-100 годин після живлення на хворій рослині. До напівперсистентних вірусів належить жовтуха цукрових

буряків, М - вірус картоплі.

Крім комах віруси переносяться ґрунтовими нематодами, які паразитують на коренях та поширюють вірус кільцевої плямистості малини, вірус мозаїки салату, вірус смугастої мозаїки пшениці, ряд вірусів плодових культур.

Деякі види вірусів розносяться ґрунтовими грибами роду (*Polimixa, Spongospora, Olpidium, Synchytrium*).

*Контактно-механічний спосіб* розповсюдження фітопатогенних вірусів полягає у передачі інфекції з соком хворої рослини на здорову через поранення в корінні або в зелених органах, без участі комах. Таким способом розповсюджується вірус тютюнової мозаїки, Х-вірус картоплі, огірковий вірус 2. Це досить стійкі, здатні тривалий час зберігати життєздатність поза живим організмом віруси (у відтисненому сокові, з рослинними рештками, тощо).

*Передача щепленням.* Щепленням передаються всі віруси без виключення. Саме цим шляхом розповсюджуються віруси плодових дерев, винограду та багаторічних рослин, якщо для щеплення використовують живці, заготовлені з хворих маточних рослин.

*Передача через насіння та пилок.* З насінням передається приблизно 20% вірусів. Це в основному віруси бобових (мозаїка квасолі, мозаїка сої), томату (ВТМ), огірковий вірус 2 (ВОМ-2). Передача вірусів через пилок до насіння в процесі запилення рослин доведена лише для небагатьох вірусів (переважно плодових культур).

#### **4.6. Методи діагностики вірусних хвороб рослин**

Діагноз захворювання не завжди можна встановити за зовнішніми ознаками, так як одні і ті ж самі ознаки можуть викликатись зовсім різними причинами (*явище фітопатологічної конвергенції*). Прикладом може бути хлороз плодових дерев, якій може бути викликаний вірусами, або пов'язаний з нестачею в рослині азоту, заліза, сірки, тощо. Білу мозаїку огірка часто плутають з дефіцитом магнію. Деколи однаковими ознаками проявляються і різні вірусні хвороби (мозаїки пшениці). При потраплянні гербіциду на рослину, листки приймають потворну форму, яка дуже нагадує прояв вірусного коротковузля.

Тому для визначення захворювання поряд із зовнішнім оглядом необхідно застосовувати додаткові методи, які уточнюють (або заперечують) попередній діагноз.

Методи діагностики вірусних захворювань:

- метод встановлення інфекційності захворювання;
- серологічний метод;
- метод рослин-індикаторів;
- електронна мікроскопія;
- метод внутрішньоклітинних включень;
- метод люмінесцентного аналізу;
- анатомічний метод;
- хімічний метод.



Основними з них є перші чотири методи.

Встановлення інфекційності захворювання. Всі вірусні захворювання заразні, інфекційні. Для встановлення інфекційності використовують наступні способи зараження рослин.

*Інокуляція соком хворої рослини.* Це метод придатний для передачі на здорові рослини тільки тих вірусів, які можуть розповсюджуватись контактнo-механічним способом. Для приготування соку, дрібно нарізані листки хворої рослини розтирають у ступці, потім із розтертої маси віджимають сік і втирають в листок здорової рослини ватним тампоном або шпателем. Заражені рослини зберігають у ізоляторах і через деякий час слідкують за проявом симптомів захворювання.

*Передача вірусної інфекції щепленням.* Хвору прищепу щеплять на щепу і навпаки.

*Передача вірусів за допомогою комах-переносників.* Використовуються види комах, які є переносниками вірусу, найчастіше персикову попелицю (*Mizodes persicae*). Комах (вільних від вірусу) витримують протягом певного часу на хворих рослинах, а потім переносять на здорові. Всю роботу проводять в умовах ізоляції рослин від зараження з природного середовища.

*Передача вірусної інфекції за допомогою повитиці.*

*Пересадка рослин.* Для підтвердження вірусної природи захворювання рослину пересаджують на нове місце. Наприклад, для визначення характеру хлорозу малини, її пересаджують на нове місце із сприятливими ґрунтовими показниками. Якщо через деякий час (3-4 тижні) кущі малини приймають нормальний зелений колір, то даний хлороз пов'язаний з несприятливими ґрунтовими умовами, в яких зростала малина. При вірусному хлорозі рослина від такої пересадки не видужує.

Серологічний метод заснований на тому, що віруси, як і бактерії, гриби, а також білки тварин і рослин при введенні в кров теплокровної тварини (кролика, барана, коня) здатні викликати накопичення в плазмі крові (сировотці) тварини специфічних видозмінених білків - *антитіл* (речовини, які вводяться в організм тварини і викликають в ньому утворення антитіл, називають *антигенами*).

Отримана із крові тварини сироватка містить антитіла, які є специфічними, тобто реагують тільки на ті антигени, які були введені в організм тварини. Реакція між антигеном та специфічними антитілами називається серологічною реакцією (від латинського serum - сироватка).

В практиці широко застосовується *крапельний серологічний метод*, запропонований М.С. Дуніним і Н.Н. Поповою (1937 р). Суть методу полягає в наступному. На предметне скло, ближче до його країв, наносять дві краплі досліджуваного розчину. В одну з цих крапель піпеткою добавляють одну-дві краплини сироватки, специфічної по відношенню до того вірусу, на наявність якого в рослині хочуть провести аналіз, а в іншу краплю додають таку ж кількість нормальної, контрольної, сироватки, отриманої від тварини, в яку не вводилось ніяких антигенів (неімунізованих, контрольних тварин). Краплі соку та сироватки перемішують, а через деякий час (1-3 хв.) проводять

спостереження за появою осаду. При позитивній реакції на вірус - випадає осад, утворюються згустки. Якщо в сокові, який аналізується вірусу немає, крапля залишається такою ж, як і контрольна, тобто рівномірно мутною.

Найбільш удосконаленою і високочутливою модифікацією серологічної діагностики є розроблений в медицині і який широко використовується в рослинництві *імуноферментний метод*, або *інзимозв'язаний імуносорбентний тест (ELISA - тест)*. Суть методу полягає у використанні антитіл, пов'язаних з молекулами ферменту (пероксидази або фосфатази). Результат серологічного аналізу визначається за кольоровою ферментативною реакцією.

Розроблений також метод *віробактеріальної аглютинації (АБВ-тест)*.

Метод рослин-індикаторів заснований на використанні рослин, які дають чітку реакцію, специфічну по відношенню до визначеного виду вірусу.

Зараження рослин-індикаторів здійснюють натираючи листя соком хворої (досліджуваної) рослини ватним тампоном або скляним шпателем.

На листках рослин-індикаторів в місцях зараження вже після 2-3 діб спостерігаються чіткі некротичні плями.

З метою економії місця, матеріалу, а також для точності (зменшення імовірності випадкового заносу інфекції) можна використовувати не цілі рослини, а окремі листочки розміщені в чашках Петрі.

Для вірусу огіркової мозаїки 1 в якості індикатора використовують тютюн, для багатьох вірусів плодових, як індикатор використовують різні види лободи.

Метод електронної мікроскопії. За допомогою електронного мікроскопу визначаються форма, будова і розміри вірусних частинок. Встановлено, що близько 70% «зрілих», або у стані спокою форм фітопатогенних вірусів мають паличковидну або нитковидну форму і близько 30% - сферичну (поліедричну, ікосаедричну). Паличковидну форму мають: вірус тютюнової мозаїки, вірус зеленої мозаїки огірка; нитковидну - більшість вірусів картоплі; сферичну (ізометричну) - огірковий вірус 1, віруси кільцевих плямистостей кісточкових, вірус аспермії томату, більшість вірусів суніць.

Метод включень. Розвиток більшості вірусів в клітині супроводжується утворенням в ній специфічних внутрішньоклітинних відкладів (вірусних включень). В одних випадках це скупчення (кристали, паракристали) самих вірусних частинок, в інших - утворення, які складаються із елементарних часточок вірусу і аморфної речовини клітини. Кожному виду вірусу властива своя форма вірусних включень. Наприклад, вірус тютюнової мозаїки утворює в клітинах голковидні і гексагональні кристали, аморфні тіла, огірковий вірус 2 - паракристали у вигляді коротких голок, тощо.

Внутрішньоклітинні вірусні включення утворюються в основному в клітинах волосків або епідермісу листків і можуть бути виявленими в звичайний біологічний мікроскоп. Для кращого їх виявлення препарати із зрізами рекомендується зафарбовувати кислим фуксином.

Хімічний метод діагностики розроблений по відношенню до зеленої та білої мозаїк огірка, деяких хвороб плодових культур.

Для аналізу на огірковий вірус 2 беруть зрілий плід (насінник), знімають шкірку і розтирають у ступці. Відтиснений сік кип'ятять протягом 1 хв.,

відфільтровують через паперовий фільтр і додають до нього 3% CuSO<sub>4</sub> (на три частини соку одну частину купоросу). Сік із хворих плодів через декілька хвилин стає жовто-зеленим (або голубим, якщо для аналізу були взяті недозрілі плоди). Сік із здорових рослин буде зеленим.

#### ***4.7. Заходи боротьби з вірусними захворюваннями рослин***

Вилікувати рослину уражену вірусом, практично неможливо. Тому комплекс захисних заходів повинен складатися в основному з профілактичних, попереджувальних заходів, які перешкоджають виникненню хвороби і її розповсюдження.

Заходи боротьби з виникненням та розповсюдженням вірусних захворювань:

- культивація стійких проти вірусів сортів;
- застосування явища інтерференції (несумісності) споріднених видів або штамів вірусів;
- використання насінного та садивного матеріалу отриманого від здорових маточних рослин;
- застосування противірусної прочистки насінників;
- термотерапія насінного та садивного матеріалу;
- вирощування рослин із чистих від вірусу верхівкових меристем;
- належна агротехніка вирощування культур, дотримання сівозмін, боротьба з бур'янами і комахами-переносниками вірусів;
- застосування хімічних захисних заходів - антибіотиків, солей деяких металів, органічні кислоти.

#### ***Контрольні запитання.***

1. Що являють собою віруси? Яка будова вірусної частинки?
2. Назвіть ознаки вірусів та віроїдів.
3. Як називається вірусна частинка? Назвіть форми вірусних частинок.
4. Якими симптомами супроводжуються вірусні захворювання рослин?
5. Охарактеризуйте симптоми прояву вірусних захворювань типу жовтухи та мозаїки.
6. Класифікація вірусів. Що позначають кожна з пар символів криптограм вірусів?
7. Як відбувається розповсюдження фітопатогенних вірусів в рослинних угрупованнях?
8. Як відбувається розповсюдження фітопатогенних вірусів в рослинних угрупованнях за допомогою комах-переносників?
9. Опишіть передачу вірусної інфекції стилетним, або неперсистентним способом.
10. Як відбувається передача вірусної інфекції персистентним, або циркулятивним способом?
11. Розкрийте контактнo-механічний спосіб передачі вірусної інфекції, передачу щепленням та через пилок рослин.

12. Назвіть основні методи діагностики вірусних захворювань.

13. Висвітліть проведення методу встановлення інфекційності при вірусних захворювань рослин.

14. Як проводять серологічний метод діагностики інфекційних вірусних захворювань?

15. Як використовують метод рослин-індикаторів для встановлення інфекційності при вірусних захворюваннях рослин?

16. Розкрийте суть методів встановлення інфекційності при вірусних захворюваннях: електронної мікроскопії, клітинних включень та хімічного методу.

17. Якими є основні заходи боротьби з вірусними інфекціями рослин та розповсюдженням вірусів?

*Лекція 5.*

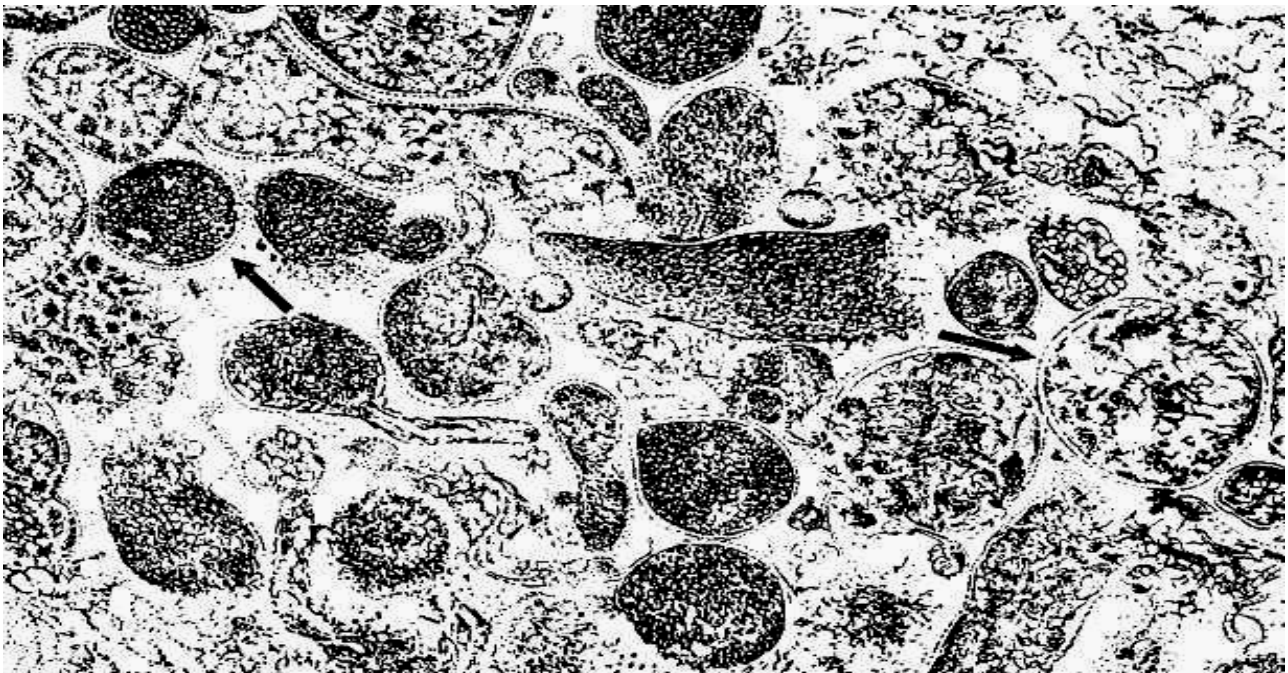
**Тема 6. Мікоплазми, бактерії і актиноміцети - збудники хвороб рослин**

*План*

- 5.1. Загальні відомості про мікоплазмові організми.*
- 5.2. Симптоми та розповсюдження мікоплазмових хвороб.*
- 5.3. Діагностика мікоплазмових захворювань.*
- 5.4. Методи боротьби з мікоплазмовими хворобами.*
- 5.5. Загальні відомості про бактеріальну клітину.*
- 5.6. Форма і рух бактерій.*
- 5.7. Систематика (таксономія) бактерій.*
- 5.8. Розмноження бактерій.*
- 5.9. Живлення бактерій.*
- 5.10. Способи проникнення фітопатогенних бактерій в рослину.*
- 5.11. Джерела інфекції та шляхи розповсюдження фітопатогенних бактерій.*
- 5.12. Основні правила захисних заходів проти бактеріальних хвороб рослин.*
- 5.13. Загальні відомості про актиноміцети.*

***5.1. Загальні відомості про мікоплазмові організми***

Вперше мікоплазми, як збудники хвороб рослин були відкриті японськими вченими у 1967 році в результаті дослідження під електронним мікроскопом карликовості шовковиці (рис. 5.1.1.).



**Рис. 5.1.1. Елементарні тільця мікоплазмових організмів**

*Мікоплазми* - це специфічна група патогенних організмів, яка займає проміжне місце між вірусами та бактеріями. Вони мають клітинну будову, піліформні (сферичні, овальні, витягнуті, бінарні), розміри їх від 50 до 800 нм і

більше, вкриті двошаровою мембраною, але не мають щільної клітинної стінки, як у бактерій.

Встановлено, що мікоплазмові організми мають два типи нуклеїнових кислот - РНК і ДНК, мають клітинну будову, власний набір ферментів, володіють самостійним обміном речовин, рибосоми - схожі до рибосом бактерій.

Розмножуються мікоплазми поділом на дочірні клітини або брунькуванням.

Характерною особливістю мікоплазм, яка відрізняє їх від вірусів та бактерій, є те, що на мікоплазми не діють антибіотики групи пеніциліну, але вони вразливі перед групою тетрацикліну.

Розповсюдження мікоплазм по рослині відбувається в основному по провідних судинах флоєми (ситовидних трубках).

### **5.2. Симптоми та розповсюдження мікоплазмових хвороб**

Найбільш характерними симптомами захворювання, викликаними мікоплазмовими організмами є: пригнічення росту, деформація вегетативних та генеративних органів.

Мікоплазми є збудниками більше 20 хвороб рослин, яких раніше вважали вірусними: жовтуха айстр, жовта карликовість рису, карликовість вівса, конюшини, відьмині мітли картоплі, стовбур пасльонових, позеленіння пелюсток суниць, жовтуха буряків, тощо (рис. 5.2.1).



**Рис. 5.2.1. Мікоплазмові захворювання рослин:**

**1 - стовбур томату (зверху - квітка здорової рослини); 2 - курчава дрібнолистість**

## **шовковиці.**

*Передача мікоплазмозних хвороб в природі здійснюється в основному цикадками персистентним (циркулятивним) способом, тобто не відразу після живлення на хворій рослині, а через деякий час (латентний, або інкубаційний період) в організмі переносника.*

Перезимовують мікоплазми тільки в живих частинах рослин - бульбах, коренеплодах, цибулинах (при вегетативному розмноженні) або в корінні та кореневищах багаторічних бур'янів. З рослинними рештками мікоплазми не зберігаються і насінням не передаються.

### **5.3. Діагностика мікоплазмозних захворювань**

*Діагностика мікоплазмозних захворювань, крім зовнішніх симптомів, включає наступні спеціальні методи:*

- електронно-мікроскопічне дослідження (виявлення в клітинах рослин мікоплазмозних організмів або мікоплазмозподібних тілець);
- встановлення інфекційності патогену (щепленням, за допомогою комах, тощо);
- мікробіологічний метод: застосування тріади Коха (виділяють збудника в чисту культуру і заражують ним здорову рослину до отримання симптомів, ідентичних вихідним, в подальшому повторно виділення збудника на штучно заражених рослинах);
- реакція збудника на антибіотики групи тетрацикліну.

### **5.4. Методи боротьби з мікоплазмозними хворобами**

В боротьбі з мікоплазмозними захворюваннями перспективно застосовувати:

- термотерапію (водно-повітряне прогрівання садивного та посівного матеріалу);
- знищення на посівах сільськогосподарських культур бур'янів - резерватів мікоплазмозної інфекції;
- знищення комах-переносників (цикадок) мікоплазмозної інфекції;
- використання здорового садивного та насінєвого матеріалу;
- застосування антибіотиків групи тетрацикліну.

### **5.5. Загальні відомості про бактеріальну клітину**

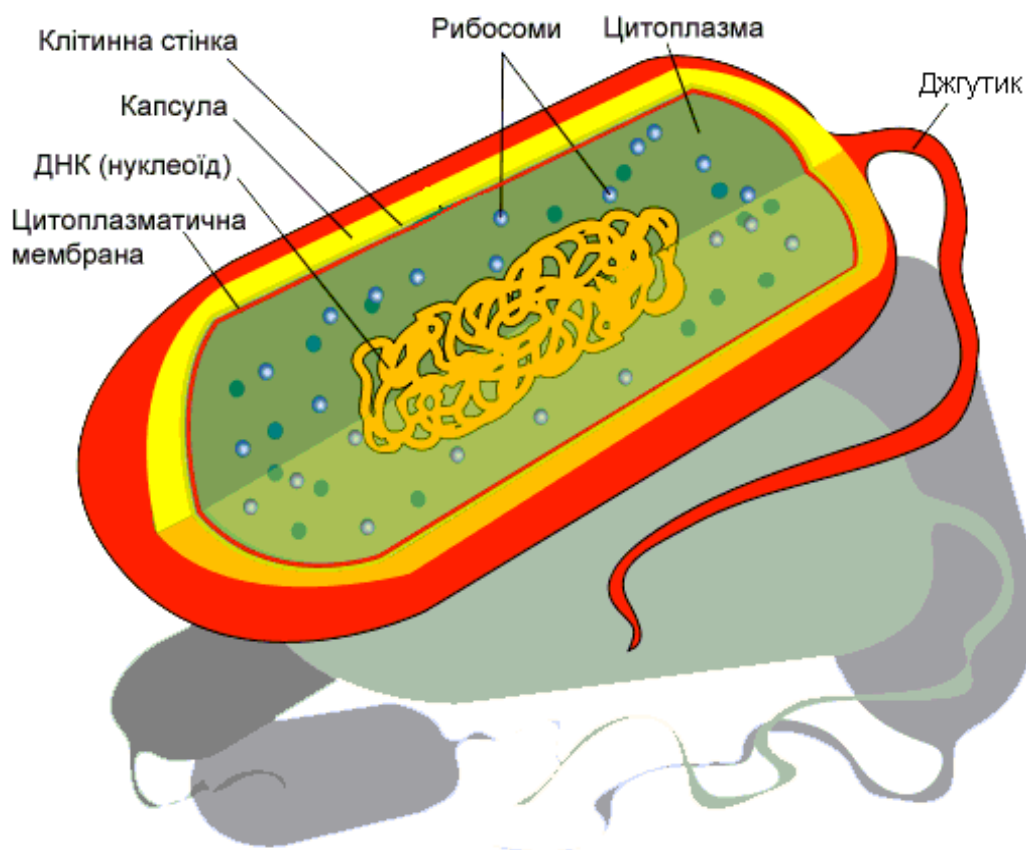
Відомо близько 400 видів бактерій здатних до паразитизму на рослинах, але всього декілька десятків паразитують на сільськогосподарських культурах.

Перші відомості про бактерії, як причину виникнення захворювань рослин, з'явилися у другій половині XIX століття (М.С. Воронін, 1866 р).

*Бактерії* (від слова *bacterion* - паличка) - це дрібні, доядерні (прокаріотичні), рослинні, безхлорофільні, гетеротрофні організми (рис. 5.5.1).

Бактеріальна клітина оточена щільною оболонкою, яка складається з геміцелюлози і пектину, а іноді з білкових речовин. Здебільшого оболонка вкрита слизовою капсулою, яка захищає бактерію від несприятливих умов

навколишнього середовища. Під оболонкою знаходиться цитоплазматична мембрана, яка оточує цитоплазму клітини. Цитоплазма бактерій містить вуглеводи - глікоген і крохмаль, жири, білки, мінеральні речовини, рибосоми, велику кількість мембран і мембранних структур тощо. ДНК бактерій знаходиться в особливій ядерній зоні клітини, яку називають нуклеоїдом. Навколо нуклеоїду не утворюється ядерної мембрани. Коки мають по одному такому «ядру», а бацили - по два і більше. Всі бактерії не мають ядерця.



**Рис. 5.5.1. Будова бактеріальної клітини.**

Бактерії, які викликають захворювання рослин називаються *фітопатогенними бактеріями*, а захворювання, які викликаються ними - *бактеріозами*.

Облігатних (здатних до розмноження тільки в тканинах господаря) паразитів серед фітопатогенних бактерій немає.

Більшість фітопатогенних бактерій - аероби, добре зафарбовуються за Грамом, але існують і грамнегативні.

Білий, жовтий, зрідка оранжевий колір колоній обумовлений наявністю *бактеріальних пігментів*. Існує два типи пігментів - *хромофорні* (зафарбовують колонію бактерій, захищають від сонячних променів) і *хромопарні пігменти* (зафарбовують середовище, в якому розвиваються бактерії, сприяють підвищенню стійкості бактерій проти ґрунтових мікроорганізмів).



Серед фітопатогенних бактерій не зустрічаються *психрофільних* (живуть при низьких температурах) і *термофільних* (розвиваються тільки при високих температурах).

Більшість фітопатогенних бактерій відноситься до психростійких і розвиваються при температурі 18...25°C, але здатні переносити пониження температури до -1...-2°C, при яких продовжують свій розвиток, хоча дещо повільніше.

Серед фітопатогенних бактерій є і термостійкі, які розвиваються при середніх (25...30°C), але здатні переносити високі температури (вище 38°C).

Для більшості фітопатогенних бактерій оптимальна температура для розвитку - 25...28°C, критична - 50°C, мінімальна - 1...2°C.

Більшість фітопатогенних бактерій добре ростуть і розмножуються в умовах нейтрального та слаболужного середовища (рН 7,0-8,0), негативно реагуючи на кислотність.

Зберігаються фітопатогенні бактерії на рослинних рештках у ґрунті недовго (до повного розкладання рослинних решток). Без зв'язку з рослинними рештками фітобактерії втрачають свою патогенність, пригнічуються іншими ґрунтовими мікроорганізмами-антагоністами (грибами, бактеріями, актиноміцетами). Виключення складають бактерії - збудники кореневого раку плодових, які зберігаються у ґрунті декілька років без зв'язку з рослинними рештками. Багато видів бактерій зберігається у насінні (на його поверхні та всередині), у посадковому матеріалі (бульби, саджанці), деякі у тілі комах, зокрема в їх личинках.

### 5.6. Форма і рух бактерій

Більшість бактерій поодинокі, але деякі утворюють короткі ланцюжки, китиці, скупчення.

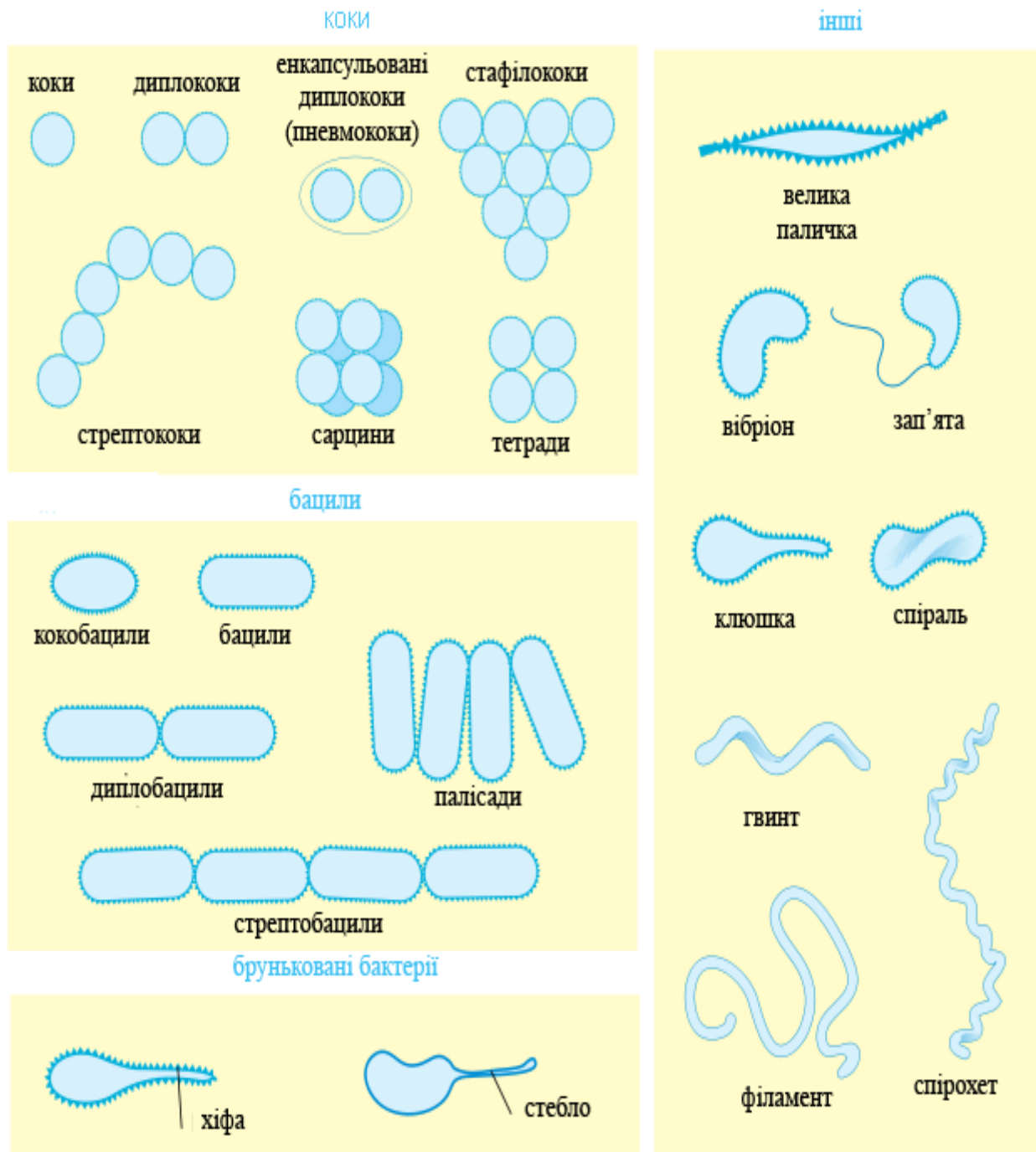
За формою одноклітинні бактеріальні структури поділяють на:

- коки (від грецького слова *kókkos* - зерно або ягода) - кулястої форми;
- бацили (від латинського слова *bacillus* - паличка) - циліндричної форми;
- вібріони, що мають форму коми;
- спірили - спірально вигнуті хвилясті палички.

Основна кількість фітопатогенних бактерій паличковидної форми.

Деякі види бактерій зв'язуються разом в характерні структури:

- диплококи - сферичні бактерії (коки) що звичайно зустрічаються парами з двох зв'язаних клітин;
- стрептококи формують ланцюжки;
- стафілококи групуються у «виноградні китиці» (рис. 5.6.1.).



**Рис. 5.6.1. Форми бактерій.**

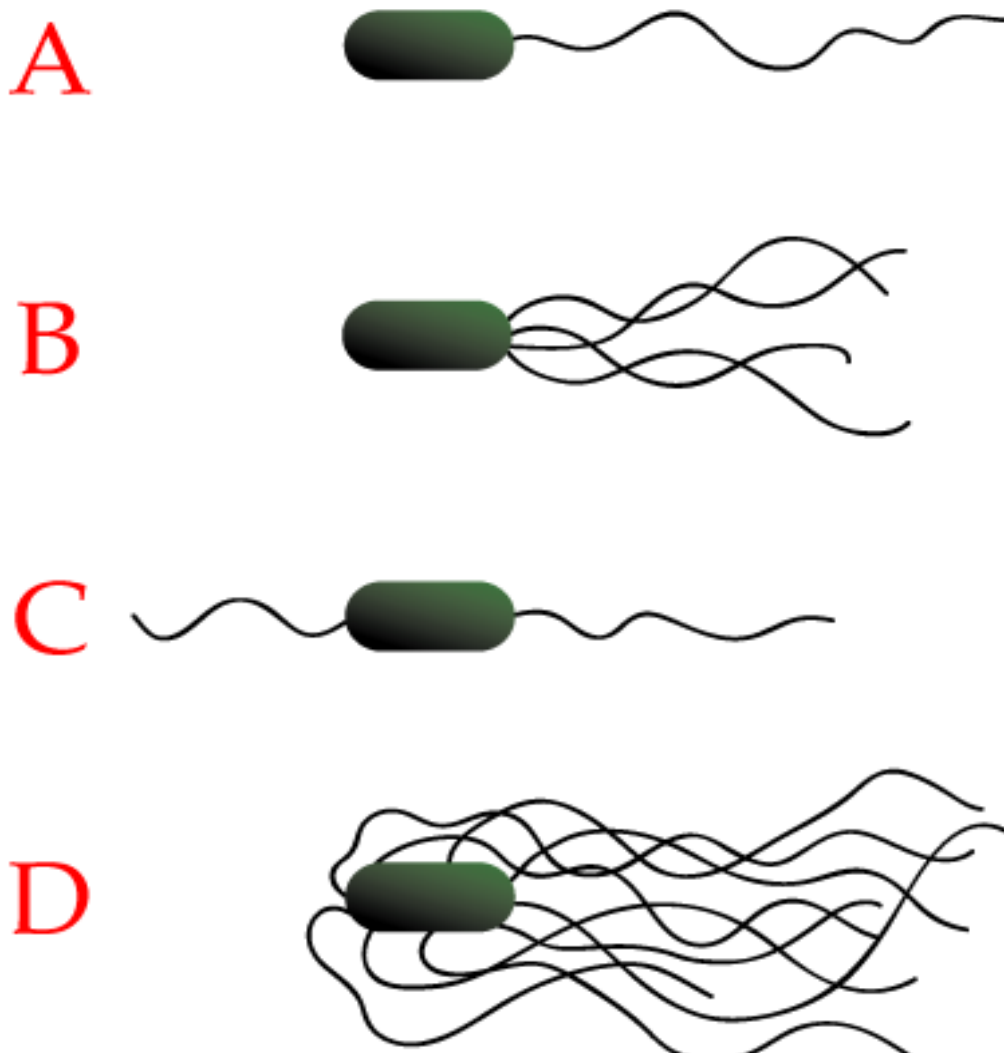
Середній розмір фітопатогенних бактерій - від 0,5 до 10 мкм в довжину і від 0,3 до 0,6 мкм в ширину.

Бактерії здатні пересуватися у рідині, використовуючи багато механізмів, таких як джгутики, зміни поверхневого натягу, зміни плавучості, полімеризацію актину, що оточує їх, та безліч ще невідомих механізмів.

Залежно від місця розташування джгутиків на клітині, бактерії поділяють на *монотрихи* (з одним джгутиком на кінці), *амфітрипи* (по одному джгутику на кожному кінці клітини), *лофотрихи* (з декількома джгутиками на одному з полюсів клітини) та *перитрихи* (з багатьма джгутиками по всій поверхні).

Багато бактерій мають два різних режими роботи джгутиків: рух вперед та рух у випадковому напрямку (рис. 5.6.2.).

*Перитрихіальне* розміщення джгутиків спостерігається рідко. Нерухомих фітопатогенних бактерій нараховується не більше 10 видів.



**Рис. 5.6.2. Типи розташування джгутиків:**  
А - монотрихи, В - лототрихи, С - амфітриси, D - перитрихи.

У деяких бактерій оболонка клітини може розбухати, виділяти слиз і утворювати клейку масу - капсулу, яка захищає бактерію від несприятливих умов оточуючого середовища (світла, температури).

### **5.7. Систематика (таксономія) бактерій**

Єдиної узаконеної класифікації бактерій не існує. Сучасна класифікація бактерій будується на:

- морфологічних ознаках (розмір клітини, форма клітини, здатність до руху, характер розміщення джгутиків, здатність до спороутворення, зафарбовування за Грамом);

- культуральних та фізіологічних ознаках (відношення бактерій до джерела живлення, характер продуктів обміну, які накопичуються в поживному субстраті, визначають чи утворює дана бактерія органічні кислоти, спирти, вуглеводи, газу);

- патогенності і специфічності по відношенню до визначеної рослини.

Фітопатогенні бактерії відносяться до надцарства доядерних організмів (*Procariota*), царства дроб'янок (*Mychota*), підцарства (відділу) *Bacteria*, класу *Eubacteria*, порядку *Eubacteriales*.

За класифікацією Берджи (1974 р) - відділ *Bacteria* поділяється на 19 груп, до кожної з яких входять бактерії з подібними фізіологічними, біохімічними та морфологічними ознаками. Коротка характеристика основних родів фітопатогенних бактерій наведена в таблиці 5.7.1.

Таблиця 5.7.1.

### Найважливіша роди фітопатогенних бактерій та їх морфологічні ознаки

Рід	Розміщення та кількість джгутиків	Зафарбовування за Грамом*	Характер колоній на поживному середовищі	Примітка: група за Визначником Берджи, 1974
<i>Pseudomonas</i>	Полярне (один або декілька)	Негативне	Білі флюорисцентні	Грамнегативні аеробні палички, рухомі
<i>Xanthomonas</i>	Полярне (один)	Негативне	Жовті	Грамнегативні аеробні палички, рухомі
<i>Agrobacterium</i>	Полярне (один-чотири)	Негативне	Білуваті, блискучі	Грамнегативні аеробні палички, рухомі
<i>Erwinia</i>	Перитрихіальне	Негативне	Незабарвлені або слабо-жовті	Грамнегативні факультативні анаеробні палички, рухомі
<i>Corynebacterium</i>	Без джгутиків	Позитивне	Жовті або незабарвлені	Грампозитивні палички, нерухомі

\* Зафарбовуванням за Грамом називають здатність бактерій зафарбовуватись основними аніліновими барвниками. Грампозитивні бактерії зафарбовуються розчином грам-віолету і грам-йоду у фіолетовий колір і не знебарвлюються при наступній обробці спиртом або ацетоном, грамнегативні бактерії при такій обробці втрачають колір.

Найбільш розповсюджені види фітопатогенних бактерій та бактеріози овочевих, плодових та інших сільськогосподарських культур, які вони викликають наведені в таблиці 5.7.2.

**Найбільш розповсюджені види фітопатогенних бактерій і хвороби,  
які вони викликають**

<b>Рід</b>	<b>Вид</b>	<b>Хвороба</b>
<i>Pseudomonas</i>	<i>P. syringae</i> <i>P. lachrymans</i> <i>P. phaseolicola</i>	Бактеріальний рак (некроз) кісточкових Бактеріоз огірка Кутовий бактеріоз квасолі
<i>Xanthomonas</i>	<i>X. campestris</i> <i>X. translucens</i> <i>X. phaseoli</i> <i>X. beticola</i> <i>X. vesicatoria</i>	Судинний бактеріоз капусти Чорний бактеріоз пшениці Бактеріоз квасолі Туберкульоз буряків Чорна бактеріальна плямистість томату
<i>Rhizobium</i>	<i>Rh. tumefaciens</i> <i>Rh. leguminosarum</i>	Кореневий рак деревних порід Утворює бульбочки на коренях бобових
<i>Agrobacterium</i>	<i>A. tumefaciens</i>	Кореневий рак плодових дерев та інших сільськогосподарських культур
<i>Aplanobacterium</i>	<i>A. stewartii</i>	Бактеріальне в'янення кукурудзи
<i>Pectobacterium</i>	<i>A. populi</i>	Бактеріоз тополі
<i>Bacillaceae</i>	<i>B. mesentericus</i>	Побуріння плодів кабачків, гарбузів та інших культур
<i>Erwinia</i>	<i>E. amylovora</i> <i>E. carotovora</i>	Бактеріальний опік плодових дерев (карантинне захворювання) Мокрі гнілі овочевих і картоплі
<i>Corynebacterium</i>	<i>C. sepedonicum</i> <i>C. michiganense</i>	Кільцева гниль картоплі Бактеріальний рак томату

### 5.8. Розмноження бактерій

Небагато видів фітопатогенних бактерій здатні утворювати спори. Розмножуються в основному простим поділом клітини на дві частини, іноді - брунькуванням. За сприятливих умов поділ клітини відбувається через кожні 10...30 хв. Бактерії слабо захищені від несприятливих умов оточуючого середовища (температури, вологості, нестачі їжі, впливу шкідливих продуктів їхнього обміну і обміну рослин-господарів), тому висока швидкість розмноження захищає їх від вимирання.

Для деяких видів бактерій відомий статевий процес розмноження, і три типи передачі спадкової інформації, а саме: *трансформація, трансдукція і кон'югація*.

*Трансформація* - процес, який відбувається з участю бактерії-донора, яка є джерелом ДНК, і бактерії-реципієнта, яка приймає ДНК донора. Трансформації передують контакт цих двох бактерій з наступним проникненням ДНК донора в реципієнтну бактерію. Далі відбувається специфічне спарювання донорної молекули ДНК з хромосомними структурами клітини-реципієнта і включення

цієї молекули в хромосомну структуру. Кінцевим результатом трансформації є зміна генотипу реципієнта.

*Трансдукція* - перенесення генетичного матеріалу із одних бактерій в інші за допомогою помірних бактеріофагів, яких проникнувши в бактеріальну клітину, здатний видалити із цієї бактерії частину її генетичного матеріалу і перенести її в іншу бактеріальну клітину. Трансдукція здійснюється тільки визначеним типом помірних фагів.

*Кон'югація* - спосіб переносу генетичного матеріалу із однієї бактеріальної клітини в іншу. При цьому між двома клітинами утворюється цитоплазматичний місток, через який генетичний матеріал однієї особини переходить в іншу. Кон'югуючі бактеріальні клітини мають різні статеві знаки.

### **5.9. Живлення бактерій**

Живляться бактерії осмотично, через оболонки своєї клітини шляхом дифузії або адсорбції. Більшість бактерій є гетеротрофами і представлені паразитами і сапрофітами. Бактерії-паразити живуть у тканинах живих тваринних і рослинних організмів, за рахунок яких вони й живляться. Сапрофітні бактерії живляться органічними рештками відмерлих рослин і тварин.

Ферментний склад бактерій: протеаза - розщеплює білок, пектиназа і протопектиназа - розщеплює пектинові речовини та оболонки клітин, амілаза - гідролізує крохмаль, хлорофілаза - розщеплює хлорофільні зерна, внаслідок чого втрачається зелений колір ураженої ділянки тканини, з'являються світлі маслянисті плями. Окислювальні ферменти - тирозинази, викликають почорніння та побуріння рослинних тканин.

Токсини деяких фітопатогенних бактерій викликають:

- локальні ураження (некротичні плями при бактеріальній рябусі тютюну);
- в'янення рослин (*Pseudomonas solanacearum*);
- ненормальний поділ та ріст клітин рослини-господаря (збудник бактеріального раку *Rhizobium tumefaciens*).

Фітопатогенні бактерії володіють як широкою, так і спеціалізованою вибірковою вибірковістю рослин-господарів.

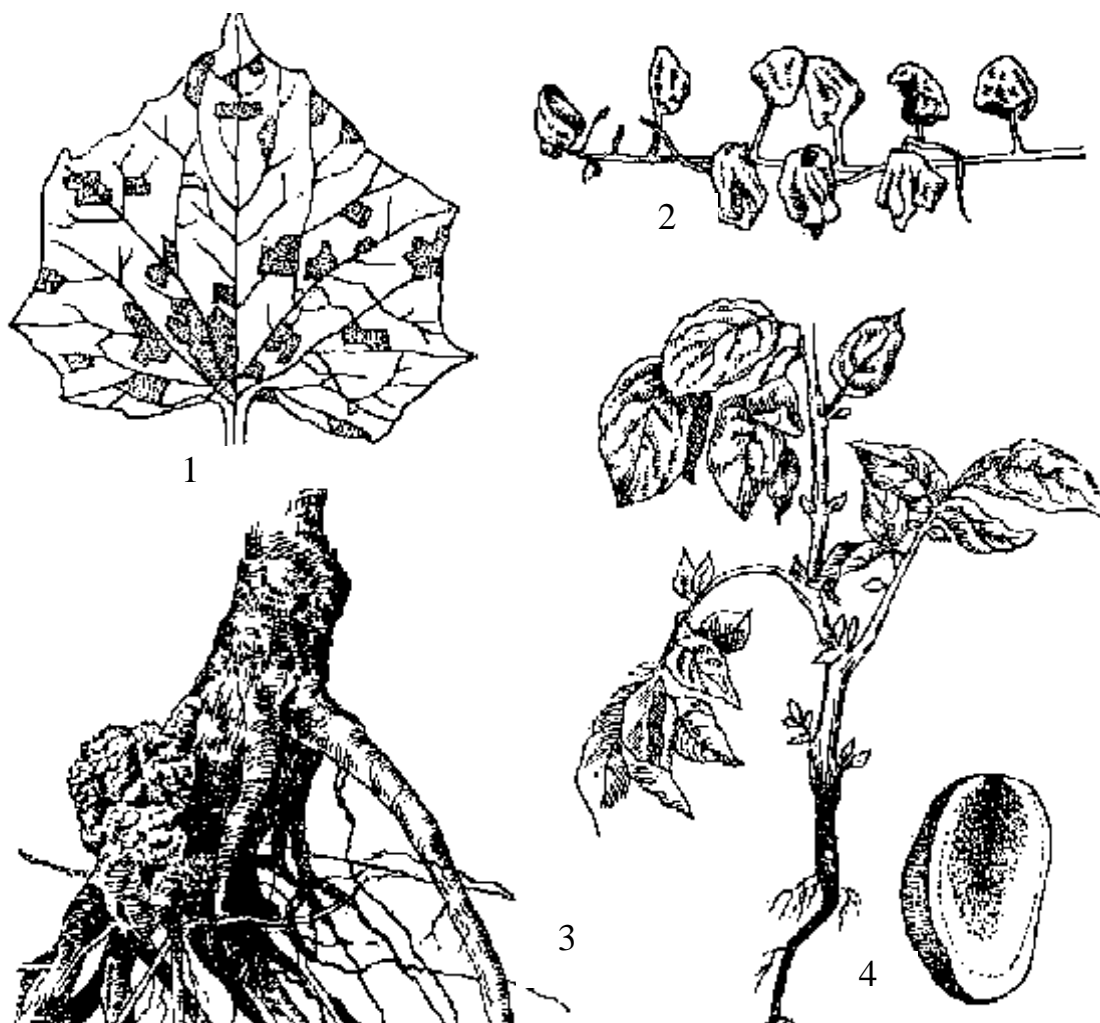
### **5.10. Способи проникнення фітопатогенних бактерій в рослину**

В рослину бактерії проникають через природні отвори рослин (продихи, гідатооди, нектарники), механічні пошкодження (свіжі рани, в яких ще не утворилась коркова тканина) та за допомогою комах-переносників.

*Типи ураження бактеріями тканин рослини* (рис. 5.10.1.):

- міжклітинне (паренхіматозне) ураження викликає дезорганізацію тканин, з'являються некрози (плямистість, опік) або гnilі.
- судинне ураження викликає в'янення рослини при повній закупорці судин або за рахунок токсинів виділених бактеріями (кільцева гnilь картоплі, бактеріальний рак томату, судинний бактеріоз капусти);

- судинно-паренхіматозне (змішане) ураження;
- новоутворення та пухлини.



**Рис. 5.10.1. Типи ураження при бактеріальних хворобах рослин:**  
 1 - кутова плямистість огірків; 2 - в'янення гарбузових; 3 - кореневий рак плодових; 4 - чорна ніжка картоплі.

*Плямистостями* хвороба проявляється зазвичай при ураженні паренхіми листка, поверхневих тканин плоду (кутова плямистість листків огірка, чорна бактеріальна плямистість томату). Прикладом *опіку* (швидкий некроз) може бути опік квітів, молодого листя або пагонів при ураженні бактеріальним раком. *Гнилями* хвороба проявляється, коли бактерії поселяються на соковитих, багатих на вуглеводи паренхімних тканинах - бульбах, коренеплодах, плодах (м'які (мокрі) гнилі моркви, капусти, картоплі та інших овочів в період зберігання).

*Новоутворення та пухлини* виникають внаслідок реакції рослини на проникнення патогенних бактерій, яка супроводжується притоком поживних речовин в місце проникнення патогену та посиленням ростом рослинних клітин, або утворюються внаслідок виділення бактеріями особливих ростових речовин, які стимулюють ріст рослинних клітин.

### ***5.11. Джерела інфекції та шляхи розповсюдження фітопатогенних бактерій***

Рослинні рештки, садивний матеріал, насіння і ґрунт можуть бути джерелами бактеріальної хвороби. *Бактеріальна насінна інфекція* буває поверхневою і внутрішньою.

*Поверхнева інфекція насіння* виникає в результаті механічного забруднення поверхні насіння бактеріями або шматочками ураженої тканини рослин, які несуть в собі патогенів (наприклад, при видаленні насіння із плодів, залишених на насінники). *Внутрішня інфекція насіння* пов'язана з проникненням бактерій в тканини ураженої рослини. В цьому випадку бактерії потрапляють в насіння і проникають в судини.

В період вегетації бактерії розповсюджуються від рослини до рослини повітряними течіями, вологою (при дощі), комахами, людиною. На далекі відстані бактерії переносяться птахами (на дзьобі або лапках), насінням або садивним матеріалом.

А.А. Ячевський в 1935 році, стосовно розповсюдження бактеріальних хвороб на земній кулі, всі фітопатогенні бактерії розділив на декілька груп:

- космополіти - види, які зустрічаються на всій території земної кулі;
- ендеміки - специфічні види для якої-небудь географічної зони;
- бактерії з острівним ареалом - це бактерії, які зустрічаються в ряді точок земної кулі у вигляді невеликих осередків;
- бактерії з перерваним ареалом розповсюдження - види бактерій, які досить широко розповсюджені і зустрічаються в багатьох місцях, але в якій-небудь одній точці.

### ***5.12. Основні правила захисних заходів проти бактеріальних хвороб рослин***

При побудові заходів боротьби з бактеріальними хворобами в перше чергу слід враховувати способи збереження бактерій (джерела первинної інфекції) та розповсюдження інфекції. Головну увагу слід направити на знищення рослинних решток, дотримання сівозміни, відбір здорового садивного матеріалу та дезинфекція насіння. Важливо дотримуватись правильної агротехніки (строки посіву, норми сівби, добрива, режими температури і вологості в захищеному ґрунті, тощо), направлену на створення оптимальних для рослин умов росту і розвитку.

Велике значення має також хімічний метод - обприскування та обпилювання рослин в період вегетації, яке попереджає зараження або обмежує повторне розповсюдження інфекції.

Важливе місце має система карантинних заходів.

### ***5.13. Загальні відомості про актиноміцети***



За сучасною систематикою (Берджи, 1974) актиноміцети відносяться до бактерій. За ознакою Грама, вони входять в ту саму групу, що і палочковидні бактерії роду *Corynebacterium*.

*Актиноміцети (променеві гриби)* - це ґрунтові сапрофітні мікроорганізми (деструктори органічної речовини в природі), які за морфологічними та біологічними властивостями, займають проміжне місце між бактеріями і грибами, живуть на соломі, рослинних рештках, корінні, гілках, грибах, комах, гної. Деякі актиноміцети є патогенним для рослин і тварин, викликаючи *актиномікози*. Фітопатогенні актиноміцети викликають паршу (захворювання поверхневих тканин), особливо на сильнопровапнованих ґрунтах при внесенні свіжого неперепрілого гною. Актиноміцети добре ростуть у лужному середовищі (оптимальні показники рН 6,8-8,0), не мають справжнього ядра, їх ядерний матеріал знаходиться в дифузному стані, що наближує їх до бактерій. Спорідненість актиноміцет з грибами характеризується наявністю одноклітинного, променевого, дуже тонкого (біля 1 мкм в діаметрі) міцелію, на якому розвиваються характерні спороносні розгалуження, які утворюють спори або конідії. Деякі актиноміцети здатні продукувати антибіотики: тетрациклін, стрептоміцин, тераміцин, біоміцин. Розмножуються актиноміцети або уривками міцелію (сукупністю гіфів), шляхом його розпаду на окремі фрагменти - оїдії, або спори, які утворюються на спеціальних органах спороношення *спороносцях* - повітряних розгалуженнях міцелію (рис. 5.13.1.).

Актиноміцети відносяться до царства *Procariotae*, відділу *Bacteria*, класу *Actinomycetes*, який в свою чергу ділиться на порядки, родини, роди і види.



Рис. 5.13.1. Різні типи спороносців у актиноміцет

*Контрольні запитання.*

1. Що представляють собою збудники інфекційних хвороб рослин - мікоплазми?
2. Назвіть найхарактерніші симптоми прояву захворювань рослин викликаних мікоплазмовими організмами. Як відбувається збереження, передача та розповсюдження мікоплазмової інфекції в навколишньому середовищі?
3. За якими методами проводиться діагностика мікоплазмових захворювань рослин?
4. Основні методи боротьби з мікоплазмовими захворюваннями.
5. Що являють собою бактерії – збудники інфекційних хвороб рослин? Будова бактеріальної клітини. Типи бактеріальних пігментів.
6. Якими є оптимальні умови навколишнього середовища для нормальної життєдіяльності бактеріальних колоній?
7. Якими бувають форми поодиноких бактеріальних структур? Які багатоклітинні структури можуть утворювати бактерії?
8. Назвіть основні типи розташування джгутиків на бактеріальній клітині.
9. На яких ознаках патогенів базується систематика фітобактерій.
10. Назвіть типи розмноження у бактерій.
11. Типи статевого процесу у бактерій.
12. Як відбувається живлення у бактерій? Ферментний склад бактеріальних клітин.
13. Як бактерії проникають в рослинні організми? Основні типи ураження бактеріями тканин рослин.
14. Основні джерела бактеріальної інфекції рослин. Шляхи розповсюдження бактеріальної інфекції рослин.
15. Назвіть основні групи бактерій стосовно розповсюдження їх земній кулі.
16. Заходи захисту рослин від бактеріальних інфекцій.
17. Що представляють собою збудники інфекційних захворювань рослин – актиноміцети?

## Лекція 6.

### Тема 6. Гриби - збудники хвороб рослин

#### План

- 6.1. Загальні відомості про грибні організми.
- 6.2. Міцелій та його видозміни.
- 6.3. Будова грибною клітини.
- 6.4. Живлення грибів.
- 6.5. Розмноження грибів.
- 6.6. Збереження та розповсюдження спор грибів
- 6.7. Вплив умов зовнішнього середовища на розвиток грибів
- 6.8. Цикли розвитку грибів
- 6.9. Спеціалізація грибів

#### 6.1. Загальні відомості про грибні організми

Серед збудників інфекційних хвороб рослин гриби - сама багаточисельна група, яка нараховує близько 10 тис. видів (всього відомо біля 100 тис. видів грибів). Більша частина хвороб рослин (близько 80%) викликаються грибами.

*Гриби* - це нищі, безхлорофільні спорові організми, які живляться тільки гетеротрофно, тобто за рахунок готових органічних речовин рослинного та тваринного походження.

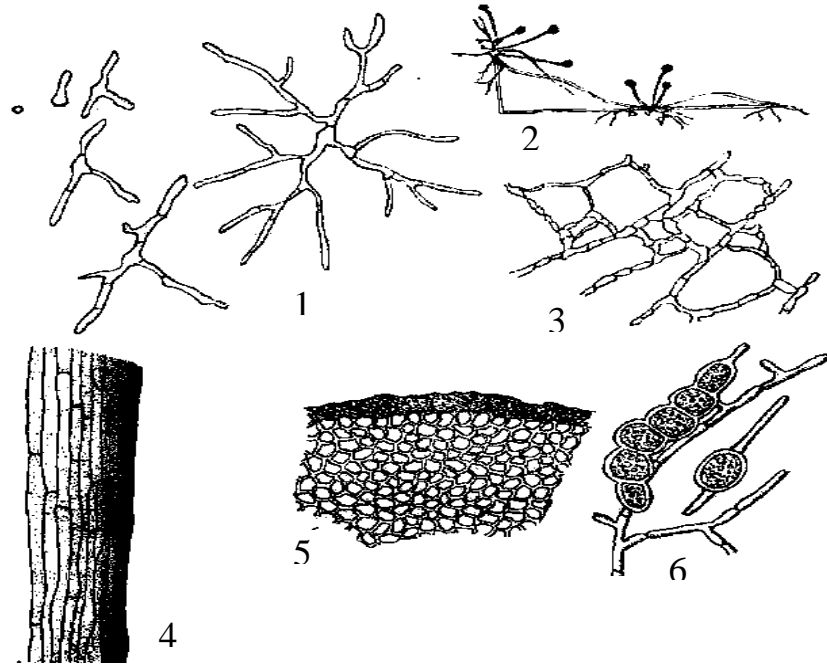
Гриби виділяють в окреме царство – Гриби (*Micota*), яке за багатьма властивостями займає проміжне місце між царством рослин і тварин.

В оболонці спор більшості грибів присутній хітин, в продуктах обміну міститься сечовина, відсутність фотосинтезу, запасання поживних речовин відбувається у вигляді глікогену. Такі ознаки споріднюють гриби з тваринними організмами.

З рослинами їх поєднує - наявність у них вегетативного тіла нитчастої будови, клітинних стінок, необмежений ріст, адсорбтивний тип живлення (всмоктування) та розмноження спорами.

## 6.2. Міцелій та його видозміни

Типовим вегетативним тілом грибів є *міцелій* (*грибниця*) – це система тонких галузистих гіф (ниток) трубчастої будови. Діаметри гіф, які складають міцелій, зазвичай від 3...5 до 12...15 мкм (рис. 6.2.1.).



**Рис. 6.2.1. Грибниця та її видозміни:**

1 - розвиток грибниці із спори; 2 - столони і ризоїди; 3 - анастомози; 4 - ризоморфи; 5 - розріз склероцію; 6 - хламідоспори.

Гіфи можуть бути одноклітинними та багатоклітинними (септирваними) з поперечними міжклітинними перегородками (рис. 6.2.2.).



**Рис. 6.2.2. Гіфи Базидіомікотових грибів на ґрунті мають септирований тип міцелію**

У найпростіших грибів вегетативним тілом може бути гола (без оболонки) грудочка цитоплазми - *плазмодій* (рис. 6.2.3.).



**Рис. 6.2.3. Плазмодій Диктиостеліуму (*Dictyostelium*) під мікроскопом**

Гриби, які мають плазмодій або одноклітинний міцелій, називаються *нищими*, а гриби з багатоклітинним (септирваним) міцелієм - *вищими*.

Міцелій у більшості видів безколірний, але може бути темним, бурим, чорним, жовтуватим, рожевим, тощо (діагностична ознака).

Міцелій багатьох сапрофітних форм *екзофітний* (*епіфітний*), тобто розміщується на поверхні субстрату. Більшість фітопатогенних грибів мають *ендофітний* міцелій, який розміщується всередині тканин рослин. Якщо міцелій пронизує клітини, то його називають *внутрішньоклітинним міцелієм*, а

якщо розміщується в міжклітинниках - *міжклітинним міцелієм*. Деколи міцелій може розвиватись в міжклітинниках та пронизувати клітини тканин.

Справжніх тканин у грибів немає. Під мікроскопом щільні скупчення грибних гіфів дуже схожі на окремі тканини, які складаються з клітин різної величини та форми (в залежності від щільності гіфів, кількості та розміщення в них поперечних перегородок).

Псевдотканини грибів називаються *плектенхімою*. Розрізняють *прозоплектенхіму* - псевдотканину, до складу якої входять продовгуваті клітини, і *параплектенхіму* - псевдотканину, яка складається з ізометричних клітин, довжина і ширина яких однакові. Із параплектенхіми найчастіше утворюються захисні покриви (в склероціях та плодових тілах), а з прозоплектенхіми - внутрішня частина склероціїв та плодових тіл.

У деяких нищих грибів вегетативне тіло - *амебоїд*, представлене одною клітиною (зазвичай без оболонки), яка розміщується всередині клітини рослини-господаря. У інших нищих грибів одна або комплекс клітин мають клітинні оболонки з тонкими без'ядерними відгалуженнями - *ризоїдами*.

У нищих грибів міцелій не містить перегородок, на відміну від багатоклітинного міцелію вищих, клітини якого відокремлені одна від одної перегородками. Клітини такого міцелію містять одне або декілька ядер.

Видозмінами міцелію можуть бути: гаусторії, апресорії, ризоїди, анастомози, плівки, тяжі, стрічки, ризоморфи, склероції, мумії, хламідоспори, бластоспори, оїдії, геми.

*Ризоїди* – це органи прикріплення гіфів та спорангіоносців грибів до субстрату (мукові гриби).

*Апресорії* – це присоски для прикріплення ростових гіфів та міцелію грибів до субстрату (борошнисторосяні, іржасті та інші гриби).

*Гаусторії* – це органи живлення грибів (також називаються присосками), які проникають всередину живих клітин рослини у вигляді простих булавовидних, здутих або часто розгалужених спеціалізованих розгалужень гіфів (рис.6.2.4.).

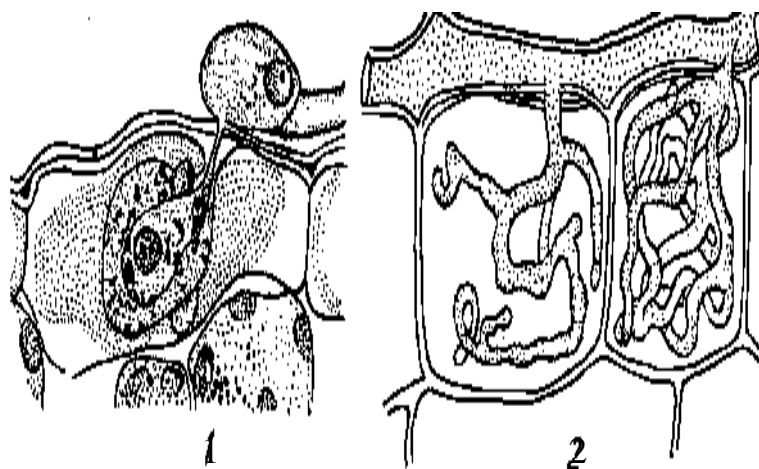


Рис. 6.2.4. Гаусторії борошнисторосяного (1)

## і псевдоборошнисторосяного (2) гриба в клітині рослини

Гаусторії і апресорії характерні для паразитних грибів, хоча апресорії інколи зустрічаються і у сапрофітних грибів.

*Анастомози* - це вирости двох сусідніх гіф одного або різних міцеліїв, які зростаються між собою у формі містка. Через анастомози відбувається обмін вмістом клітин (в тому числі і ядерним матеріалом). В результаті такого обміну, у зв'язку з наявністю *гетерокаріозису* (різноядерність) забезпечується різноякісність міцелію. Поява анастомоз у грибів часто пов'язана з недостатнім живленням, проростанням спор, тощо.

*Плівки, тяжі, стрічки* - паралельні, часто зрослі між собою гіфи, які утворюють сплетіння товщиною від декількох мікрметрів до декількох міліметрів. Характерні в основному для деяких базидіальних грибів (наприклад, будинковий гриб).

*Ризоморфи* - потужні, гіллясті, темні з поверхні стрічки (у опеньок та ряду базидіальних грибів ризоморфи можуть досягати декількох метрів в довжину при товщині в декілька міліметрів). Ризоформи складаються із зовнішнього захисного шару мертвих клітин та внутрішнього, який складається із паралельно розміщених живих клітин із значним запасом поживних речовин. Ризоформи призначені для охоплення грибами субстрату, розмноження та утворення плодових тіл.

*Склероції* – це щільні сплетіння міцелію різної форми (переважно округлої і витягнутої) та розмірів (від мікроскопічних до 20...30 мм в діаметрі і до 20 кг вагою) призначені для збереження гриба в несприятливих умовах. Зовні склероції вкриті темною захисною оболонкою з мертвих клітин. Внутрішня частина склероцію - біла, складається із тонкостінних живих клітин, багатих на поживні речовини. До складу склероція входить від 10 до 30% жирних речовин.

Після періоду спокою склероції проростають з утворенням спороносних органів (плодових тіл сумчастих або базидіальних, рідше несправжніх грибів) або найчастіше - міцелію.

*Склеротичні строми, або мумії* - це утворення, у формуванні яких приймають участь не тільки гіфи гриба, а і уражена (змінена) тканина рослин, пронизана у всіх напрямках грибницею. Таке явище називається *муміфікацією*.

*Міцелярні строми* – це м'ясисті сплетіння гіфів, на поверхні або в середині яких закладаються плодові тіла або інші органи спороншення. Міцелярні строми характерні для багатьох сумчастих грибів, особливо луколоаскомітетів.

*Бластоспори* – це брунькуючий міцелій. На клітинах формуються маленькі вирости (бруньки), які також брунькуються, утворюють перегородки та відокремлюються. Утворення бластоспор характерно для дріжджів та деяких грибів класу голосумчастих.

*Оїдії, або артроспори* – це циліндричні, еліпсоїдальні клітини, які формуються при розпаді міцелію або окремих гіф, і використовуються для розмноження. Оїдії зустрічаються у голосумчастих, та є невід'ємною стадією циклу розвитку у деяких базидіальних грибів.

*Хламідоспори* – це товстостінні клітини, які утворюються поодинокі або групами, часто в ланцюжках на вегетативному міцелію. В міцелії з великою кількістю перегорожок, одні клітини зберігають життєздатність, а інші стають порожніми, руйнуються і вивільняють хламідоспори, які одночасно є клітинами в стані спокою.

При відсутності сприятливих умов хламідоспори на протязі багатьох років зберігають життєздатність, але більшість з них відразу після настання сприятливих умов здатні проростати в органи спороношення, рідше в росткову гіфу, яка пізніше видовжується в міцелій.

У багатьох грибів (наприклад, сажкові) хламідоспори входять до циклу їх розвитку в якості обов'язкової стадії, але бувають випадки, коли хламідоспори формуються і при несприятливих умовах у мукових, сапролегнієвих, вищих базидіальних грибів.

*Гемі* – це утворення міцелію, за будовою та біологічними особливостями близькі до хламідоспор. На відміну від них, гемі мають кулясту, або близьку до неї непостійну форму. Утворення гем характерно для ентомофторових, деяких сажкових, багатьох сумчастих та несправжніх грибів.

### **6.3. Будова грибної клітини**

Грибна клітини вкрита твердою оболонкою складної будови, вона може бути одно-, дво-, і трьохшаровою. Клітинні оболонки виконують не тільки захисну функцію, а і беруть участь в процесах живлення та обміну речовин. За хімічним складом вони складаються із вуглеводів, різних азотистих (типу хініна) та жирових речовин.

Відсутність клітинних покривів характерна для вегетативних тіл міксоміцетів та плазмодієвих слизевиків та для частини справжніх грибів з відділу хітридіоміцети. Голі клітини мають також зооспори псевдогрибів та справжніх грибів.

В цитоплазмі грибної клітини містяться мітохондрії, рибосоми, ядро (або ядра), вакуолі та різні включення, в тому числі і запасні речовини типу глікогену, жирів та ін. Продуктом обміну є сечовина.

Клітинні ядра грибів, як і інших еукаріот, чітко відмежовані від цитоплазми власними оболонками, містять одне або кілька ядерець; ядерна ДНК пов'язана з гістонами і має хромосомну організацію.

### **6.4. Живлення грибів**

Всі гриби - *гетеротрофи*, здатні засвоювати тільки готову органічну речовину.

Поглинання органічних речовин у них може здійснюватись двома шляхами - *осмотрфно* (піноцитозом - поглинанням клітиною речовин шляхом їх проникнення в розчиненому чи дрібнодисперсному стані в краплині рідини, оточеній відокремлюючою частиною клітинної мембрани, з утворення травних вакуолей) та *фаготрофно* (фагоцитозом - активним захопленням і поглинанням мікроскопічних сторонніх об'єктів (бактерії, фрагменти клітин) і твердих частинок одноклітинними організмами за допомогою псевдоподій, і подальше перетравлення у травних вакуолях або у лізосомах.



Осмотрофний тип живлення притаманний всім грибам, тоді як фаготрофний - лише міксомікотовим слизовикам.

Гриби, міцелій яких розміщується епіфітно живляться за допомогою гаусторій та ризоїдів.

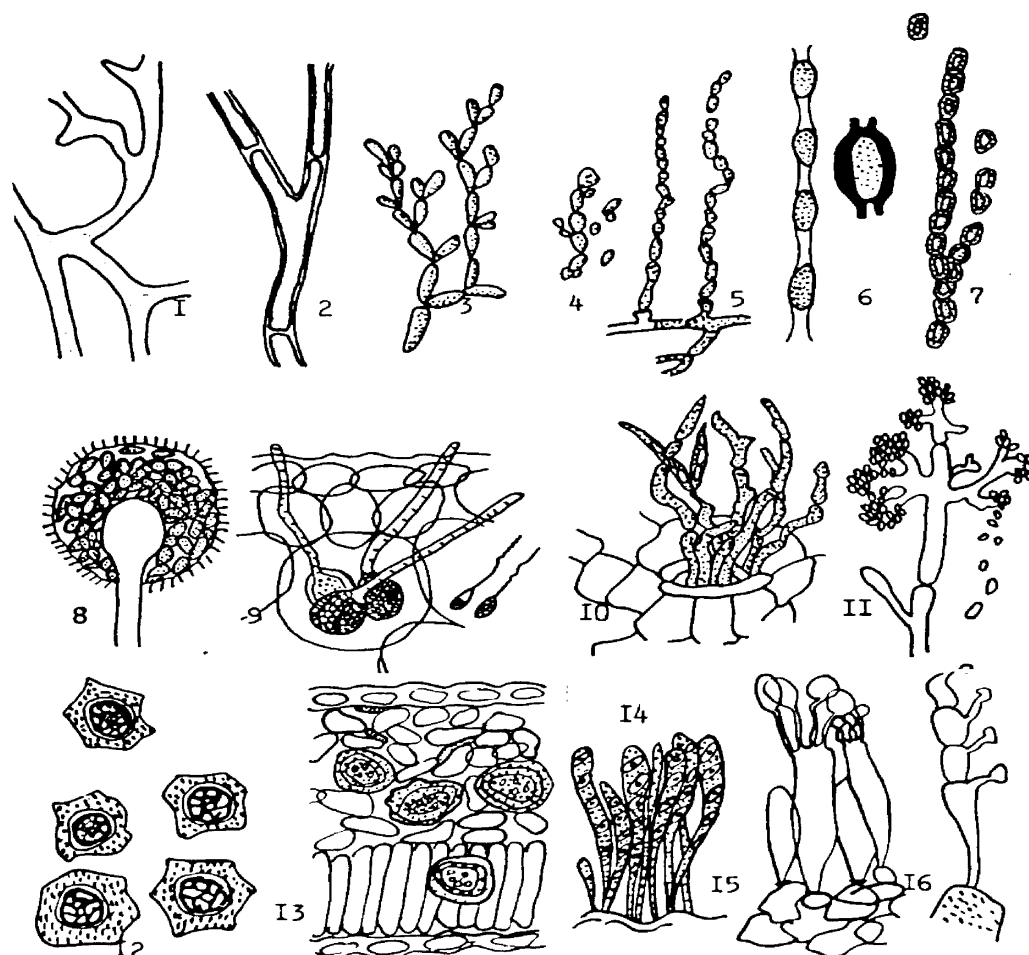
Гриби-сапрофіти живляться мертвими органічними речовинами, а гриби-паразити можуть жити на рослинах, тваринах і людині. Є також перехідні форми грибів (трутовики тощо), які частину свого життя існують як сапрофіти, а іншу частину - як паразити. Гриби-сапрофіти живуть на опалому листі, деревині і перегної.

За допомогою ферментів (целюлази, пектинази, пропектинази, протеази, амілази, ліпази та ін.) гриби перетворюють складні органічні сполуки рослин-господарів в більш прості і доступні форми.

Основними елементами живлення грибів є вуглець, азот, деякі зольні елементи, а також біологічно активні речовини. Основним джерелом вуглецю для більшості грибів є прості цукри (глюкоза, фруктоза). В якості джерела азоту гриби використовують амінокислоти, білки, пептони та інші органічні сполуки, а також нітрати, нітрити, солі амонію та інші неорганічні речовини. Серед мінеральних елементів грибам необхідні сірка, фосфор, калій, магній, а також мікроелементи.

### **6.5. Розмноження грибів**

Розмноження грибів відбувається вегетативним та репродуктивним шляхом (рис. 6.5.1.). Загальною причиною, яка спровоковує розмноження грибів є нестача живлення.



**Рис. 6.5.1. Основні форми вегетативного та репродуктивного розмноження грибів:**

1,2 - брунькуючий міцелій і бластоспори; 3 - утворення оїдій; 4 - утворення хламідоспори; 5 - геми (вегетативне розмноження); 6 - зооспорангії з зооспорами; 7,8 - конідієносці з конідіями (безстатеве спороношення); 9 - ооспори; 10 - сумки з сумкоспорами; 11,12 - базидії з базидіоспорами (статеве розмноження); 13 – ооспори; 14 – сумки з сумкоспорами; 15,16 – бази дії з базидіоспорами (статеве спороношення).

*Вегетативне розмноження* відбувається шматочками міцелію або його видозмінами - оїдіями, бластоспорами, хламідоспорами.

*Репродуктивне розмноження* здійснюється за допомогою спор, які утворюються внаслідок безстатевого та статевого процесів.

*Спора* - це репродуктивна структура, пристосована для поширення і виживання в неактивному стані протягом довгого періоду часу за несприятливих умов.

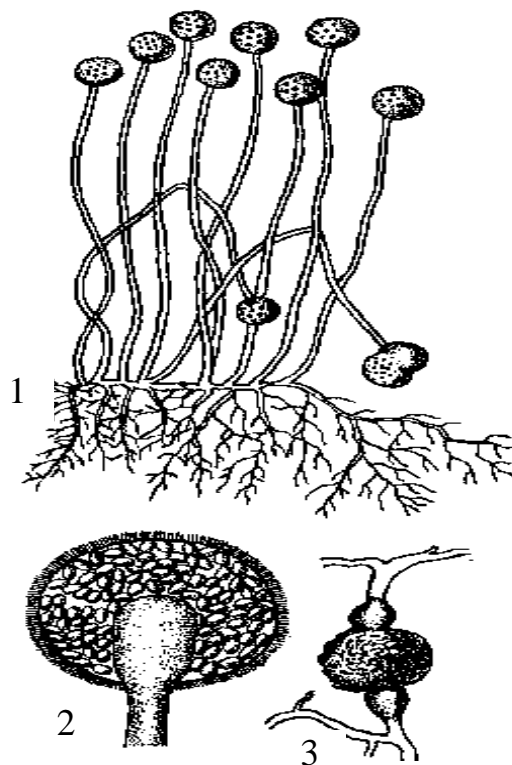
### ***Безстатеве розмноження***

Безстатеве розмноження здійснюється спеціалізованими клітинами - *спорами*, які розвиваються всередині (ендогенно) або зовні (екзогенно) спорангіїв, які розміщені на конідієносцях (спеціалізованих галузистих закінченнях гіфів).

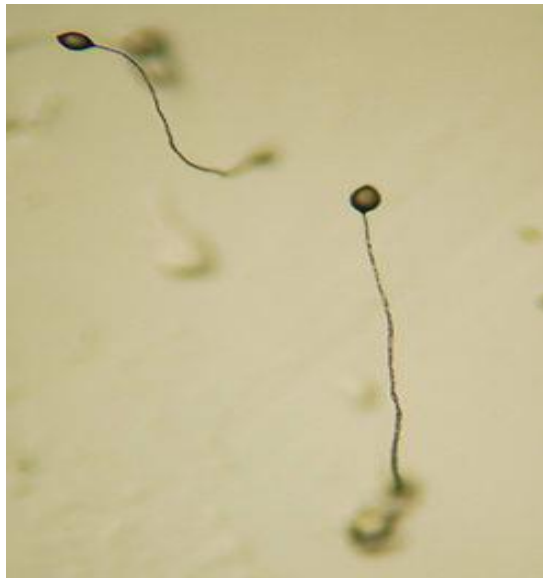
Безстатеве розмноження багатьох нищих грибів відбувається за допомогою *зооспор* (спорами з джгутиками, які здатні до руху у рідині), які

утворюються в *зооспорангіях*. Зооспорангії формуються із плодового тіла. Такий тип утворення зооспорангію вважається найбільш примітивним, але його примітивність можна розглядати і як вторинне спрощення у зв'язку з внутрішньоклітинним паразитизмом.

Другий тип безстатевого розмноження характерний для більш високоорганізованих ооміцетів, зооспорангії яких формуються на *спорангіоносцях* - спеціалізованих утвореннях, які різко відрізняються від вегетативних гіфів за формою, характером росту та іншими показниками. При дозрівання зооспорангії відриваються від спорангієносців і розносяться повітряними потоками або краплями дощу. При проростанні зооспорангію утворюються зооспори з двома джгутиками, але у деяких видів рухомі стадії втрачені і зооспорангії проростають з утворенням росткової трубки, яка згодом подовжується у вегетативний міцелій. Такі зооспорангії часто називають конідіями, хоча за своїм походженням це типові зооспорангії (рис. 6.5.2., 6.5.3.).



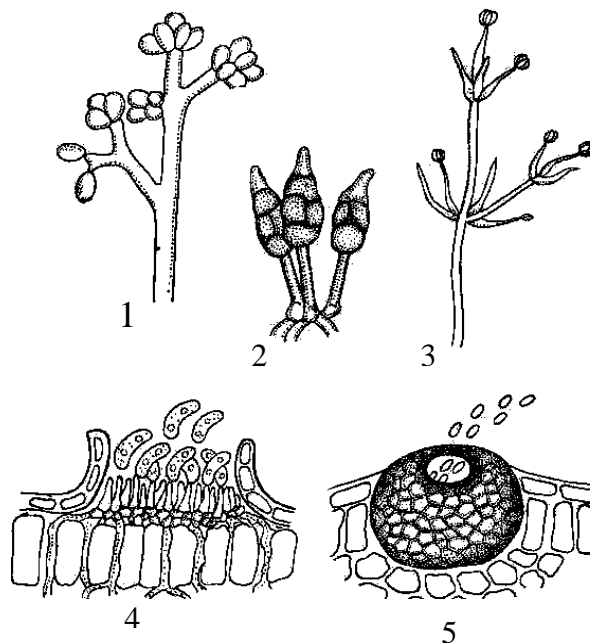
**Рис. 6.5.2. Спорангії роду *Mucor*:  
1 - спорангієносці; 2 - спорангії; 3 - зигоспора**



**Рис. 6.5.3. Спорангії диктиостеліуму (*Dictyostelium*) під мікроскопом**

Третій тип безстатевого розмноження, відомий у зигоміцетів - утворення *спорангіїв*, які формуються на спорангіоносцях (простих або складних розгалужень міцелію). В таких спорангіях спори нерухомі, з власними оболонками, розвиваються ендогенно. При дозрівання спор оболонка спорангію у верхній частині розчиняється, а в нижній - відвертається донизу. Кількість спор у спорангію у різних видів коливається від одної до кількох сотень. Спорангії з невеликою кількістю спор називаються *спорангіолями*.

Найбільш прогресивним є *конідіальне* спороношення, характерне для вищих грибів - сумчастих, несправжніх, рідше базидіальних грибів (рис 6.5.4.).



**Рис. 6.5.4. Типи конідіального спороношення: 1 - *Botrytis*; 2 - *Macrosporium*; 3 - *Verticillium*; 4 - ложе; 5 - пікніда.**

*Конідії* - це спори, які утворюються екзогенно на кінцях вегетативних гіфів (на верхівках диференційованих розгалужень спеціального призначення) - конідієносцях (рис. 6.5.5.).



**Рис. 6.5.5. Мікрофотографія конідій  
*Epidermophyton floccosum***

Якщо зооспори і спорангіоспори завжди одноклітинні, то конідії можуть бути одно- і багатоклітинними. У різних видів конідії різні за формою, кольором та будовою. Розвиваються конідії на кінцях конідієносців поодинокі або в ланцюжках різного характеру, головках (простих, складних, масивних).

Крім поодиноких, відомі комплекси конідієносців: коремії, ложа і пікніки.

*Коремії* - невелика група конідієносців, які зрослися по довжині і підіймаються над субстратом у вигляді віника.

*Ложе* - скупчення великої кількості конідієносців на обмеженому сплетінні міцелію; ложа закладаються під покривними тканинами органів рослин-господарів, які вони розривають і виходять назовні. Іноді вони розриваються на поверхні субстрату.

*Пікніда* - найбільш складне утворення, яке являє собою плодове тіло гриба. Це кулеподібна або іншої форми місткість з щільними стінками, які складаються з пара- або прозоплектенхіми, внутрішня частина яких вкрита шаром конідієносців з конідіями. На верхівках пікнід є отвори для виходу конідій.

### ***Статеве спороношення***

*Статеве спороношення* є результатом статевого процесу, суть якого зводиться до злиття різноякісних клітинних ядер і цитоплазми двох неоднакових статевих клітин - *гамет*, з утворенням *зиготи*. Статевий процес спостерігається як у вищих, так і у нищих видів грибів.

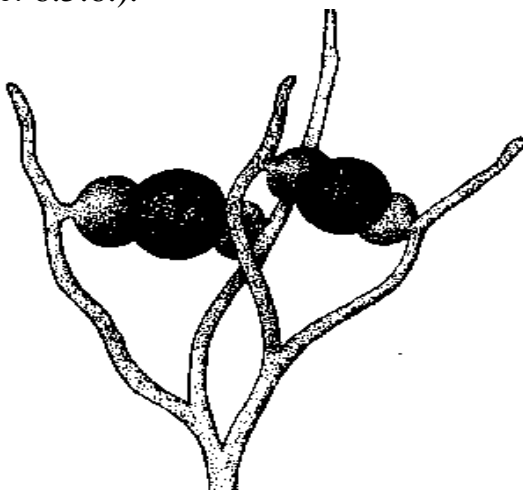
Безстатеве розмноження грибів часто називають «літнім», так як воно служить в основному для повторного розповсюдження гриба на протязі літа. Статеве спороношення призначено головним чином для перезимівлі або

довгого зберігання (протягом багатьох років) гриба, для перенесення ним несприятливих умов оточуючого середовища і наступного первинного зараження рослин.

Найпростішим типом статевого процесу є *планогамія* - злиття двох рухомих гамет, які не відрізняються за зовнішнім виглядом від зооспор. Планозигота втрачає джгутики, переливає свій вміст з двома різностатевими ядрами всередину клітини рослини-господаря, та формує сплячу диплоїдну клітину. Злиття ядер, тобто закінчення статевого процесу, має місце в кінці періоду спокою, коли зигота перетворюється в зооспорангій.

У ооміцетів статевий процес називається *оогамія*. Чоловічий гаметангій - *антеридій* - переливає свій вміст в жіночий гаметангій - *оогоній* з одною або декількома оосферами. В результаті такого запліднення в одних випадках формується тільки одна ооспора, в інших - декілька ооспор, які мають сплячий (зазвичай зимуючий) характер.

У зигоміцетів спостерігається статевий процес типу *зигогамії*, при якому обидва гаметангії не відрізняються один від одного і їх злиття відбувається при зіткненні - на межі між ними. Продукт злиття вкривається щільними оболонками і перетворюється в зигоспору, яка має характер сплячої спори. Після зимівля зигоспора проростає і утворює первинний спорангій з гаплоїдними спорами (рис. 6.5.6.).



**Рис. 6.5.6. Статевий процес типу зигогамії.  
Формування зигоспор.**

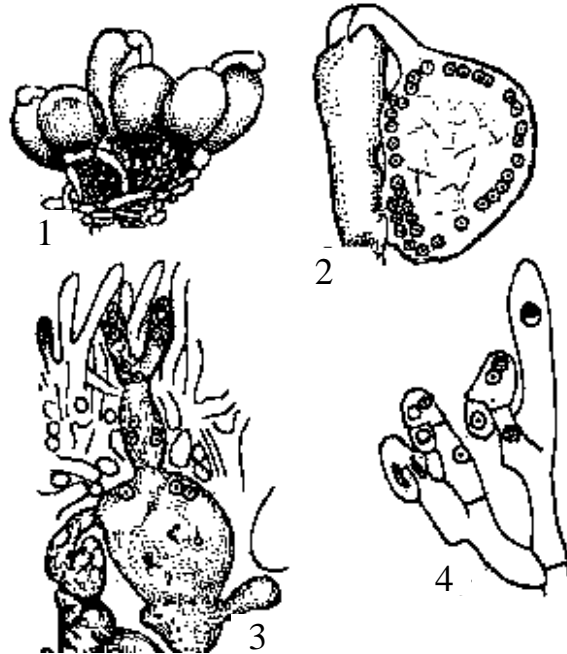
Між основними типами статевих процесів є перехідні, для яких характерна поступова втрата рухомих гамет, заміна гаметогамії (злиття одноядерних гамет) гаметангіогамією - злиття багатоядерних клітин, вміст яких не диференційований на окремі гамети.

Гаплоїдна стадія у нищих грибів триваліша за диплоїдну. Гаплоїдність міцелію і органів безстатевих розмноження повторюється у більшості видів в декілька генерацій протягом сезону.

Форми статевих процесів у сумчастих грибів дуже різноманітні. У первинносумчастих грибів статевий процес в значній мірі подібний до зигогамії. Зигота після запліднення розвивається в сумку, в середині якої

формується аскоспори.

У більш високоорганізованих справжніх сумчастих грибів жіночий орган - *архікарп*, складається з розширеної багатоядерної клітини - *аскогену* - з ніжками при основі і видовженою клітиною - *трихогіною*, яка розміщується у верхній частині архікарп. Чоловічий гаметангій представлений *антеридієм* з декількома ядрами (рис. 6.5.7.).



**Рис. 6.5.7. Статевий процес у сумчастого гриба:**

**1 - група статевих органів; 2 - момент запліднення; 3 - розвиток аскогенних гіф; 4 - схема утворення гачків та асків.**

Вміст антеридію через трихогіну переливається а архікарп, в якому відбувається плазмогамія з утворенням великої кількості дикаріонів. Після цього настає розмноження дикаріонів і від аскогену відходять аскогенні гіфи, які ростуть та галузяться. На кінцях аскогенних гіф відбувається останнє ділення дикаріону і формується сумка.

В сумці спочатку відбувається каріогамія, потім настає ділення ядра, як правило, переважає трикратний поділ, з редукцією числа хромосом до гаплоїдного набору. Навколо створених 8 гаплоїдних ядер всередині сумки формується 8 аскоспор, які при проростанні дають початок гаплоїдному циклу. Однак в багатьох випадках у аскоміцетів замість антеридіїв запліднююча роль належить конідіям, які формуються на конідієносцях (або особливих ложах, або в пікнідах). Запліднення з допомогою конідій (спермацій) широко розповсюджене у аскоміцетів і відомо у багатьох представників із групи піреноміцетів, так і з групи дискоміцетів.

Після закінчення статевого злиття різностатевих клітин у вищих аскоміцетів, окремі частини вегетативного міцелію інтенсивно розростаються і обростають аскогенними гіфами. В процесі наступних сплетінь міцелій формує оболонку плодового тіла, яка захищає сумки, які розвиваються, від пошкоджень.

### Типи плодових тіл аскоміцетів

Плодові тіла аскоміцетів різноманітні за формою та будовою. Найважливішими із них типами є наступні (рис. 6.5.8.).

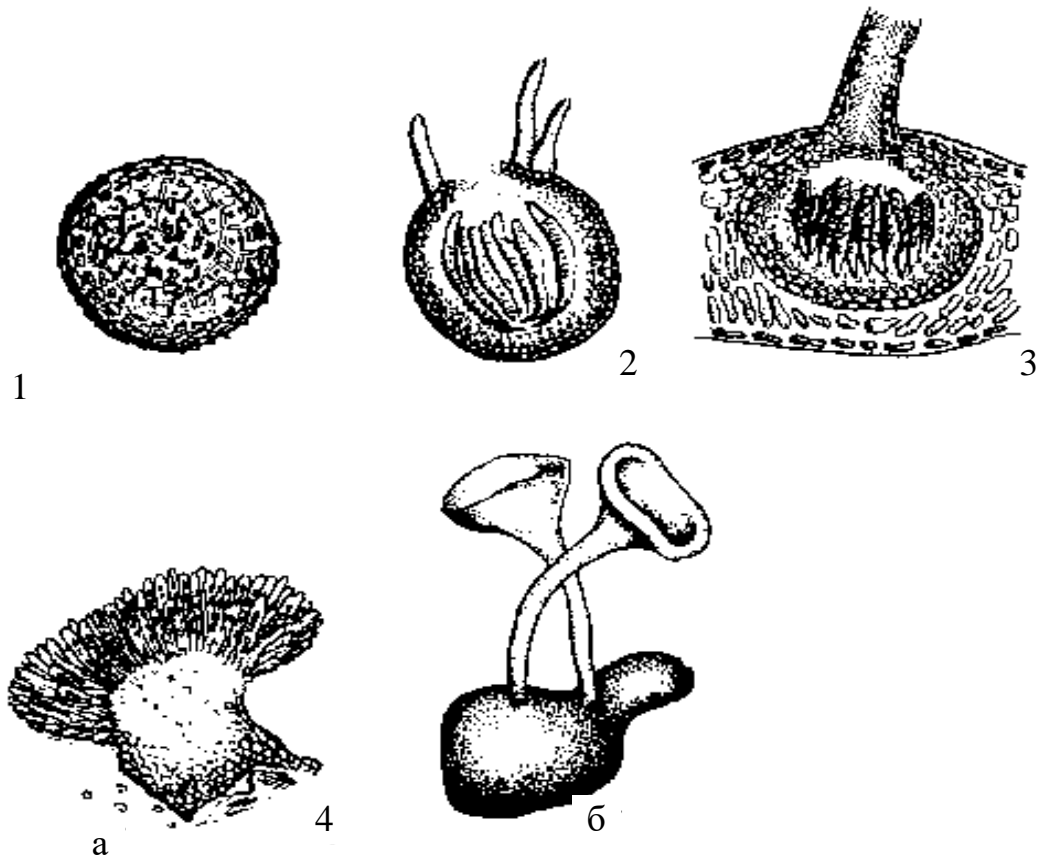


Рис 6.5.8. Типи плодових тіл сумчастих грибів:

1 - клейстотецій; 2 - псевдотецій; 3 - перитецій; 4 - апотецій (а - роду *Pseudopeziza*; б - роду *Sclerotinia*).

*Клейстотецій* - замкнуте плодове тіло, в якому сумки розміщуються або хаотично в склеротивній масі плодового тіла, або скупченням у внутрішній порожнині на дні і веретеноподібно піднімаються до верхньої частини. Звільнення сумок та спор відбувається при руйнуванні плодового тіла або при розриві його оболонки.

*Псевдотецій* - плодове тіло, яке формується після зимового спокою на склеротивній тканині, яка закладається всередині тканини листків та інших органів рослин. Спочатку псевдотецій закритий, а при дозріванні сумок на його верхівці тканина руйнується і утворюється отвір, через який аскоспори викидаються з сумок назовні.

*Перитецій* - кулеподібне, глечикоподібне або інших форм плодове тіло, з вузьким вихідним отвором у вигляді продишу. Сумки у внутрішній частині плодового тіла розміщені у вигляді веретеноподібного, рідше пристінного шару, з *парафізами* - ниткоподібними виростами міцелію, які захищають сумки від взаємного тиску. Через продиши сумки викидають аскоспори назовні.

*Апотецій* - відкрите, зверху бокаловидне, тарілкоподібне або іншої форми плодове тіло, сумки в якому розміщені на верхній відкритій частині у вигляді



палісадного шару, як правило, з парафізами.

Сумки різних видів аскоміцетів різної форми - кулясті, булавовидні, продовгувато-циліндричної форми. Аскоспори також різні за будовою (від одноклітинних кулястих до багатоклітинних, з поперечними та повздовжніми перегородками, нерідко нитковидні, розміщуються поздовжньо по всій довжині сумки), різняться розмірами і кольором (від безколірних до темно-коричневих).

Аскоспори проростають в гаплоїдний міцелій, на якому можуть формуватися органи безстатевого розмноження. У аскоміцетів диплоїдна стадія (аскогенні гіфи та сумки) переважає над гаплоїдною.

На відміну від нищих грибів у аскоміцетів зигота не тільки не є сплячою стадією, а навпаки, розвивається з розростанням і масовим розвитком аскогенних гіфів і сумок на їх кінцях, в яких утворюються аскоспори.

У базидіальних грибів основним органом розмноження є *базидія*. Це основний орган розмноження, якій несе на своїй поверхні базидіоспори.

На відміну від аскоміцетів у базидіальних грибів в циклі розвитку домінує диплоїдний стан (міцелій і побудовані із нього плодові тіла з базидіями на них).

Типові статеві органи у базидіальних грибів втрачені, і диплоїдизація відбувається злиттям росткових вегетативних різностатевих гіф або базидіоспор, які сидять на базидії. Диплоїдизація іде за участі спермаціїв, які переливають свій вміст всередину особливих сприймаючих гіф.

Базидія виникає з двоядерної клітини (дикаріону), або при проростанні сплячої спори, або безпосередньо на вегетативному міцелію в плодовому тілі. Обидва ядра клітини зливаються, і утворене диплоїдне ядро зазвичай ділиться двічі, з редукцією числа хромосом, в результаті чого утворюється 4 гаплоїдних ядра. До моменту їх утворення на верхівці або з боку базидії формуються вирости - *стеригми*, в які переходять ядра. На кінцях стеригми утворюються здуття, які збільшуючись в розмірах, перетворюються в базидіоспори.

За будовою базидії поділяються на *гомобазидії* - одноклітинні (без перегородок) і *гетеробазидії* (зазвичай з трьома поперечними перегородками, які ділять клітину на 4 клітини). Розділені базидії називаються *фрагмобазидіями*.

## **6.6. Збереження та розповсюдження спор грибів**

Збереження життєздатності спор грибів різне в залежності від видів грибів. Рухомі спори (зооспори), не мають оболонки і в природних умовах швидко гинуть. Сприяють загибелі спор прямі сонячні промені, сухість повітря, численні вороги із числа мікроорганізмів, нематод, комах, тощо.

Спори грибів, які мають оболонку, зберігають життєздатність декілька діб.

Чим товстіша оболонка і чим більше в ній пігментів, тим довше зберігається спора в природному середовищі. На протязі декількох років або місяців мають здатність зберігатись спори, які містяться в плодкових тілах типу пікнід, клейстотеціїв, перитеціїв; від 3 до 5 років і більше зберігають життєздатність хламідоспори, цисти, ооспори, зигоспори, які мають товсті оболонки і великий запас поживних речовин.

Розповсюджуються спори декількома шляхами:

- активно - розповсюдження, зумовлене самостійним рухом (зооспори, пересуваються активно у воді за допомогою джгутиків, міцелярних тіжів та ризоморф);
- пасивно - розповсюдження за допомогою різних агентів (повітряних течій, води, комах, людини, тощо);
- інтраматактрикально - розповсюдження всередині тканих господаря.

### **6.7. Вплив умов зовнішнього середовища на розвиток грибів**

Більшість паразитичних грибів може розвиватись в позитивному температурному діапазоні від 2 до 40°C, але оптимальною температурою є температура в межах 18-25°C.

Вологість необхідна грибам для проростання, руху спор, новому зараженню рослин.

Краще гриби ростуть на слабокислих субстратах (рН 4,0-6,0).

Більшість грибів краще розвиваються на розсіяному світлі. Світло їм необхідне головним чином для формування спорношення, а міцелій краще росте при відсутності світла. Виключення складають тільки борошністо-росяні гриби, які можуть добре розвиватись і спороносити при прямому сонячному освітленні.

### **6.8. Цикли розвитку грибів**

*Цикл розвитку у грибів* - це послідовна зміна різних стадій та спорношень, які закінчуються утворенням вихідної стадії (вихідного спорношення).

У більшості грибів в онтогенезі утворюються різні спорношення. Наприклад, борошністоросяні гриби розмножуються весь період вегетації рослини-господаря конідіями, а на зміну їм утворюються плодові тіла з сумкоспорами, які зберігають вид в несприятливий період життя гриба (несприятливі екологічні умови, відсутність поживного субстрату, тощо).

У сумчастих грибів (в окремих видів), крім сумчастого спорношення, може бути 1, 2 або 3 типа конідиального спорношення.

Здатність гриба утворювати в циклі розвитку різні типи спорношення носить назву *плеоморфізму*. Від плеоморфізму слід відрізняти поліморфізм, під яким розуміють здатність грибів змінювати свої морфологічні ознаки під впливом факторів навколишнього середовища.

Цикл розвитку гриба може проходити на одному або декількох видах рослин-господарів. В залежності від цієї особливості види грибів називаються *одногосподарними* або *різногосподарними*.

*Одногосподарність* - здатність видів грибів здійснювати повний цикл розвитку на одній рослині-живителі (збудники іржі малини, льону, боросністоросяні, пероноспорові гриби, тощо).

*Різногосподарність* - здійснення повного циклу розвитку на різних рослинах-живителях, далеких одна від одної в систематичному відношенні (збудники лінійної іржі злаків, іржа гороху і люцерни та ін).

## 6.9. Спеціалізація грибів

Фітопатогенні гриби, як і інші збудники хвороб рослин (бактерії, віруси, мікоплазми), можуть бути вузько- та широкоспеціалізованими. До вузькоспеціалізованих, тобто здатних уражувати рослини лише визначеного роду або виду, відносяться, наприклад, всі іржасті гриби, збудники несправжніх та справжніх борошнистих рос, збудники парші яблуні та парші груші. Широкою філогенетичною спеціалізацією володіють збудники білої та сірої гнилей овочів, гриби, які викликають пліснявіння та псування плодів і насіння та інші види грибів з слабо вираженими паразитичними властивостями. Вузькоспеціалізованими зазвичай є факультативні паразити, гриби з облігатним паразитизмом, але є і багато факультативних сапрофітів, тобто тих, які ведуть в основному паразитичний спосіб життя, але завершують свій розвиток (формують статеве спороношення) на відмерлих частинах рослин - опалих листках, сухих гілках, тощо.

### *Контрольні запитання.*

1. Дайте визначення грибним організмам. Чому більшість вчених вважають, що гриби займають проміжне місце між рослинами та тваринами?
2. Що представляє собою міцелій грибів? За якими особливостями міцелію гриби поділяються на нищі та вищі гриби?
3. Які бувають типи розміщення міцелію фітопатогенних грибів в рослинних організмах?
4. Види псевдотканин (плектенхім) у грибів, їх будова та функції.
5. Основні видозміни міцелію фітопатогенних грибів.
6. За яким основними типами відбувається живлення у фітопатогенних грибів?
7. Які основні хімічні елементи необхідні для живлення фітопатогенних грибів?
8. За якими основними типами відбувається розмноження фітопатогенних грибів? Що спровоковує гриби до розмноження?
9. Яка різниця між вегетативним та репродуктивним розмноженням у фітопатогенних грибів?
10. Що являє собою грибна спора?
11. За допомогою яких спеціалізованих клітин відбувається безстатеве розмноження у фітопатогенних грибів? Назвіть основні типи безстатевого розмноження фітопатогенних грибів.
12. Назвіть відомі Вам комплекси конідієносців у фітопатогенних грибів призначених для безстатевого розмноження.
13. Назвіть ознаки спори, зооспори та конідії фітопатогенних грибів.
14. Суть статевого спороношення при статевому розмноженні у фітопатогенних грибів.
15. Охарактеризуйте типи статевого процесу у фітопатогенних грибів.
16. В чому полягає основна функція плодового тіла у фітопатогенних грибів? Основні типи плодових тіл сумчастих грибів.
17. Збереження та шляхи розповсюдження спор фітопатогенних грибів.

18. Назвіть оптимальні умови для росту та розвитку фітопатогенних грибів.

19. Що розуміють під циклом розвитку гриба?

20. Яка різниця між одногосподарними та багатогосподарними фітопатогенними грибами? Вузько- та широкоспеціалізовані гриби.

## Лекція 7.

### Тема 7. Характеристика основних фітопатогенних груп грибів – збудників хвороб рослин

#### План

- 7.1. Систематика (класифікація) грибів
- 7.2. Відділ слизовики, або міксоміцети (*Muchomycota*)
- 7.3. Відділ справжні гриби (*Eumycota*)
  - 7.3.1. Клас хитридіоміцети (*Chytridiomycetes*)
  - 7.3.2. Клас ооміцети (*Oomycetes*)
  - 7.3.3. Клас зигоміцети (*Zygomycetes*)
  - 7.3.4. Клас аскоміцети (*Ascomycetes*)
    - 7.3.4.1. Підклас голосумчасті, або геміаскоміцети (*Hemiascomycetidae*)
    - 7.3.4.2. Підклас плодосумчасті, або еуаскоміцети (*Euascomycetidae*)
    - 7.3.4.3. Підклас порожнинносумчасті, або локулоаскоміцети (асколокулярні) (*Loculoascomycetidae*)
  - 7.3.5. Клас базидіоміцети (*Basidiomycetes*)
    - 7.3.5.1. Підклас гомобазидіоміцети, або холобазидіоміцети (*Homobasidiomycetidae*)
    - 7.3.5.2. Підклас гетеробазидіоміцети (*Heterobasidiomycetidae*).
    - 7.3.5.3. Підклас теліоміцети (теліоспороміцети) (*Teliomycetidae*).
  - 7.3.6. Клас дейтероміцети, або недосконалі (*Deuteromycetes*)

#### 7.1. Систематика (класифікація) грибів

В основу систематики, тобто розподілу грибів на відділи, класи, порядки, родини і види покладені їх морфологічні, цитологічні, фізико-біохімічні та біологічні особливості - будова, розмноження, цикл розвитку, спеціалізація.

В наш час нараховується більше 100 тис. видів грибів, багато з яких є небезпечними паразитами рослин.

За прийнятою в наш час класифікацією гриби відносяться до окремого царства *Mycota* (в надцарстві *Eucariota*) і поділяються на два відділи - слизовики, або міксоміцети (*Muchomycota*), і справжні гриби (*Eumycota*). Відділ справжні гриби в свою чергу розділяється на шість класів: хитридіоміцети, ооміцети, зигоміцети, аскоміцети (сумчасті), базидіоміцети (базидіальні), дейтероміцети (несправжні).

Хитридіоміцети, ооміцети і зигоміцети умовно відносяться до *нищих* грибів. Вегетативне тіло хитридіоміцетів не має форми, цитоплазма не має оболонки. Ооміцети і зигоміцети мають одноклітинний, несептирований міцелій. Аскоміцети, базидіоміцети і несправжні гриби мають багатоклітинний, септирований міцелій, їх вважають *вищими* грибами.

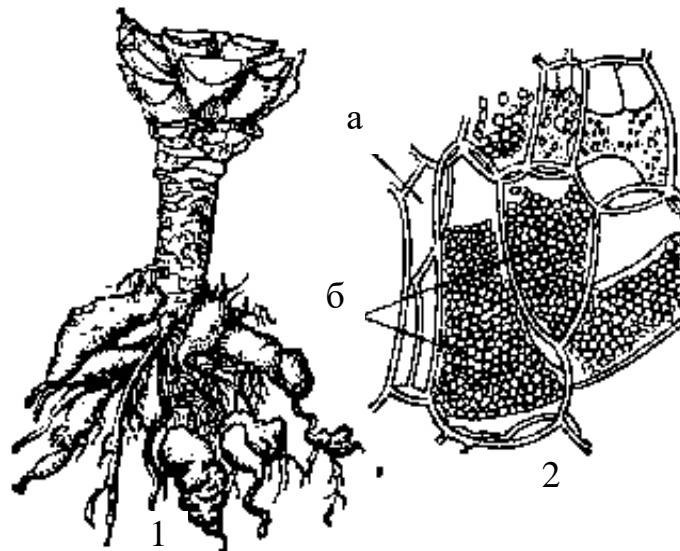
#### 7.2. Відділ слизовики, або міксоміцети (*Muchomycota*)

Вегетативними тілом міксоміцетів є плазмодій - голий, без оболонки, шматок цитоплазми з великою кількістю ядер. Під кінець вегетації або при

настання несприятливих умов із плазмодію утворюються сплячі спори, якими зберігаються міксоміцети. Розмноження здійснюється зооспорами, які утворюються при проростання спор.

Більшість міксоміцетів сапрофіти, які живуть на відмерлих рослинних рештках. Паразитичними міксоміцетами є два види: *Plasmodiophora brassicae* - збудник кіли капусти та інших хрестоцвітих і *Spongospora subterranea* - збудник порошистої парші картоплі. Обидва відносяться до класу *Plasmodiophorales*, порядку плазмодіофорових. Це паразити підземних органів рослин - коренів, бульб, стolonів, здатні розвиватись тільки при високій вологості і особливо на кислих ґрунтах.

Характерною ознакою хвороб, викликаних цими грибами є розростання (гіпертрофія) уражених тканин, в результаті чого утворюються пухлини (кіла), або нарости (парша) (рис. 6.11.1.).



**Рис. 6.11.1. Кіла капусти:**

**1** - прояв хвороби на коренях капусти; **2** - сплячі спори збудника в клітинах ураженого кореня (**а** - здорові клітини; **б** - уражені, гіпертрофовані клітини, заповнені спорами збудника).

Зберігаються плазмодіоспорові гриби сплячими спорами, які залишаються в ґрунті і можуть зберігати життєздатність у збудника порошистої парші 3-4 роки, а у збудника кіли - 5-6 років.

### **7.3. Відділ справжні гриби (*Eumicota*)**

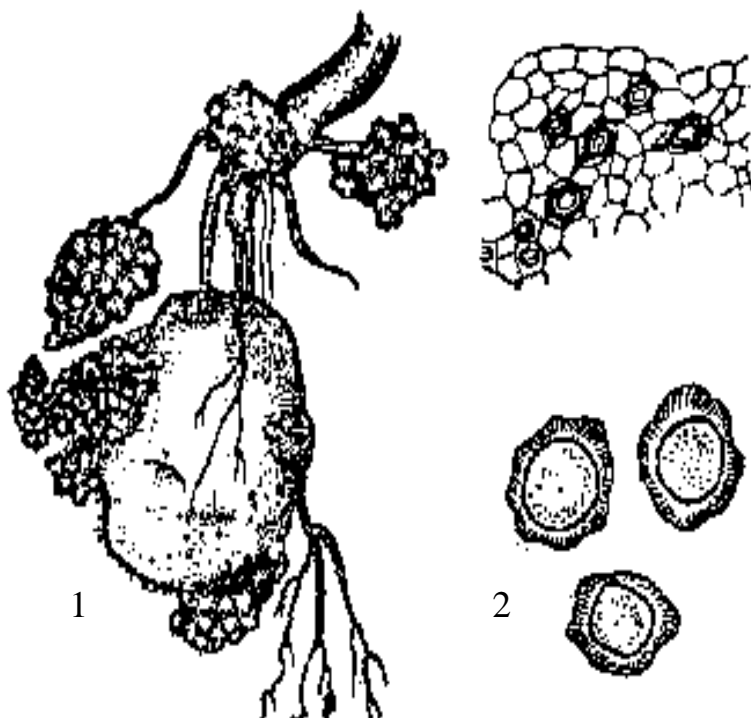
#### **7.3.1. Клас хитридіоміцети (*Chytridiomycetes*)**

Клас складається з декількох порядків, найважливішим з яких є порядок хитридієві (*Chytridiales*).

Типовим представником цього порядку є гриб *Sinchytrium endobioticum*, який викликає рак картоплі.

Вегетативне тіло хитридієвих грибів - багатоядерний плазмодій, який розвивається завжди ендогенно, всередині рослини-господаря. При настанні

несприятливих умов із плазмодію утворюються вкриті оболонкою зооспорангії, або цисти. Проростаючи у вологих умовах, вони утворюють декілька рухомих зооспор з одним джгутиком. Зараження рослини здійснюється поодинокими або злитими по дві, зооспорами. При ураженні поодинокими спорами в уражених клітинах розвивається плазмодій, із якого утворюються нестійкі, не здатні до тривалого збереження зооспорангії, або літні цисти. Такі літні цисти проростають в зооспори того ж вегетаційного періоду, без періоду спокою. При зараженні парними зооспорами із плазмодію утворюються товстостінні зооспорангії, або зимові цисти, які проростають тільки після періоду спокою. Такі цисти можуть зберігатись в ґрунті декілька років. Характерними симптомами раку картоплі є об'ємні нарости на бульбах, які утворюються внаслідок посиленого ділення (гіперплазії) заражених клітин (рис. 7.3.1.1.).



**Рис. 7.3.1.1. Рак картоплі:**

**1 - нарости на бульбі і столонах; 2 - цисти збудника хвороби при малому і великому збільшенні мікроскопу.**

Заходи боротьби з хворобами, викликаними хітридіоміцетами:

- застосування стійких до захворювання сортів;
- дотримання сівозміни з поверненням культури на те саме місце не раніше закінчення строку життєдіяльності сплячих спор;
- вапнування кислих ґрунтів.

### 7.3.2. Клас ооміцети (*Oomycetes*)

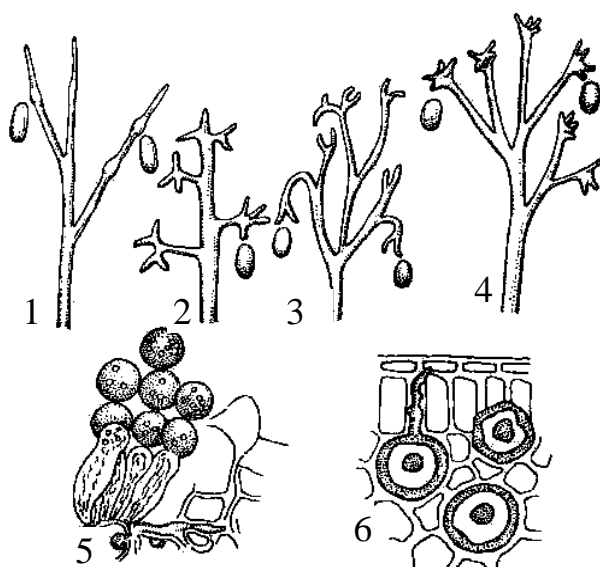
Міцелій ооміцетів добре розвинутий, галузистий, септирований (з перегородок). Оболонки клітин на відміну від інших грибів містять не хітин, а целюлозу та глюкан.

Характерна особливість класу - статевий процес, який відбувається за типом оогамії (злиття морфологічно різних статевих клітин - оогонію та антеридію), в результаті якого утворюються спори - ооспори, в яких гриб перезимовує. При настанні сприятливих умов ооспори проростають, утворюючи органи безстатевого розмноження, найчастіше зооспорангії з дводжгутиковими зооспорами. Ці зооспори виконують первинне зараження. Вторинне розповсюдження грибів відбувається літніми зооспорангіями, які також проростають зооспорами. У деяких ооміцетів безстатеве розмноження відбувається конідіями, тобто літніми безстатевими спорами, які проростають міцелієм (рис. 7.3.2.1.).

До класу ооміцетів входить п'ять порядків. Найбільш вагоме значення, як патогенні гриби, мають представники порядку пероноспоріві.

**Порядок пероноспоріві (*Peronosporales*).** Порядок включає три родини: пецицієві, пероноспоріві і альбугові. Найбільш багаточисельні і найбільш значущими є пецицієві і пероноспоріві.

*Родина пецицієві (*Pethiaceae*).* Родина об'єднує нищі форми пероноспорівих грибів (сапрофіти або паразити водоростів), які розмножуються в умовах високої вологості. Деякі з них пристосувались до наземного способу життя (паразитування на вищих рослинах) в умовах високої вологості. За паразитичними властивостями це в основному факультативні паразити, які уражують переважно ослаблені рослини.



**Рис 7.3.2.1. Спороношення пероноспорівих грибів:**

**1 - *Phytophthora*; 2 - *Plasmopara*; 3 - *Peronospora*; 4 - *Bremia*; 5 - *Albugo*; 6 - ооспори.**

Міцелій, як поверхневий, так і субстратний розповсюджується по міжклітинниках і проникає у клітини, які швидко відмирають. Зооспорангії



утворюються на гіфах міцелію, іноді вони відпадають, як конідії і проростають з утворенням зооспор.

Найбільш шкідливими видами є *Phythium debaryanum*, який викликає захворювання багатьох сільськогосподарських культур (чорна ніжка, коренева гниль, коренеїд), та гриби роду *Phytophthora* - збудники захворювань - фітофторозів (фітофтороз картоплі і томату, південний фітофтороз томату).

Зооспорангії грибів роду *Phythium* формуються на кінцях гіф, не відриваючись від них ростуть і галузяться після утворення зооспорангіїв. На відміну від інших пероноспорівих, вони визрівають і звільнюються від зооспор, не відриваючись від зооспорангіїв.

При захисті сільськогосподарських культур від ураження пецицієвими грибами важливе місце належить проведенню санітарно-профілактичним заходам, зниження вологості і підвищення хворобостійкості рослин, а також хімічні захисні заходи.

*Родина пероноспоріві (Peronosporaceae).* Пероноспоріві, або псевдоборошністоросяні, гриби - облігатні паразити, які викликають захворювання - борошністі роси.

Міцелій їх розвивається всередині рослини (в міжклітниках). В клітини проникають лише спеціальні відростки міцелію - гаусторії, які добувають із них воду та поживні речовини.

На поверхню ураженої клітини виходять тільки бокові відгалуження міцелію, які називаються зооспорангіоносцями, якщо на їх кінцях утворюються зооспорангії, або конідієносцями, якщо утворюються конідії (тобто спори, які проростають міцелярним пагоном, а не зооспорами). Конідієносці і зооспорангіоносці виходять назовні тканини завжди тільки через продихи, тому при ураженні листків - майже завжди на нижню частину. Конідієносці (зооспорангіоносці) різко відрізняються від вегетативних гіфів і мають характерне галуження - дихотомічне або моноподіальне.

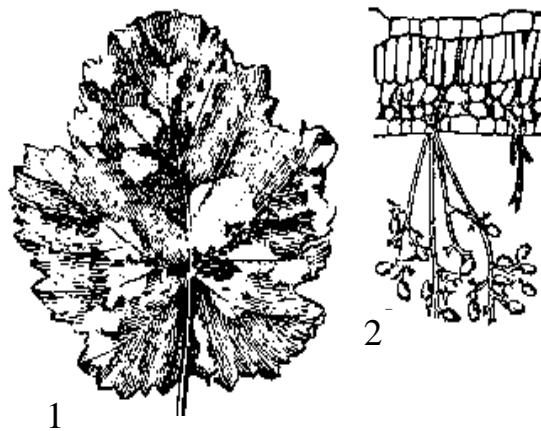
Несправжні борошністі роси з'являються в основному на наземних частинах - листках, пагонах, органах плодоношення (суцвіттях та ягодах винограду, тощо).

Типова ознака несправжніх борошністих рос - білий, рідше сірий борошністий наліт на нижній стороні листків (рис. 7.3.2.2.). На верхній стороні листка в місцях ураження помітні жовтуваті, червоні або іншого кольору, в залежності від культури і сорту, плями.

Розповсюдження несправжніх борошністих рос здійснюється безстатевим спороношенням (конідіями або зооспорами).

Зберігаються (зимують) збудники ооспорами, які утворюються в результаті статевого процесу (при злитті антеридія і оогонія). Ооспори утворюються всередині ураженої тканини і залишаються в ґрунті або на його поверхні з рослинними рештками, зберігаючи життєздатність до двох-трьох років. При ураженні багаторічних рослин може зимувати і міцелій в уражених пагонах, цибулинах, коренеплодах, куди він проникає дифузно із уражених листків.

Обов'язкова умова для розвитку несправжніх борошнистих рос - висока вологість, так як і первинне зараження (за рахунок перезимуваних ооспор) і повторне (за рахунок безстатевого розмноження) можливі тільки при наявності краплинно-рідинної вологи.

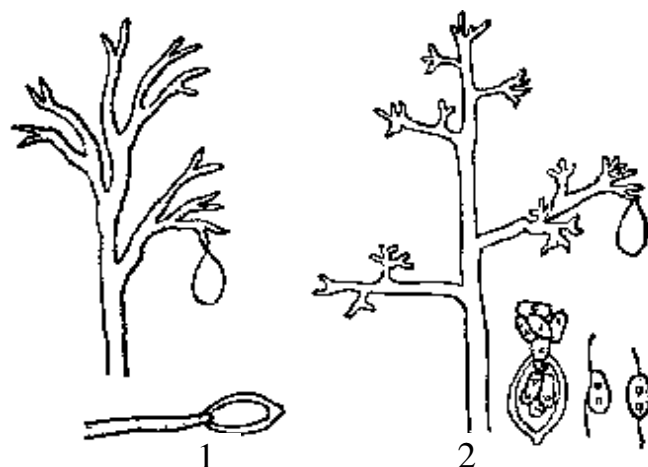


**Рис. 7.3.2.2. Типові симптоми несправжньої борошнистої роси:**  
 1 - плями з нальотом спороношення гриба на нижній частині листка; 2 - розгалужені конідієносці з конідіями, які виходять на поверхню листка через прорихи.

Родина пероноспоріві гриби об'єднує два основних роди - *Peronospora* і *Plasmopara*.

Для роду *Peronospora* характерне дихотомічне галузнення конідієносців і проростання конідій міцелярним паростком. Гриби викликають несправжні борошністі роси на капусті, цибулі, буряках, тютюні.

У роду *Plasmopara* конідієносці галузяться моноподіально, конідії проростають зооспорами (тому вони дістали назву зооспорангіоносців і зооспорангіїв) (рис. 7.3.2.3.). Ці гриби викликають захворювання на винограді (мільдь), хмелі, соняшнику.



**Рис. 7.3.2.3. Конідіальне спороношення (конідієносці і конідії) псевдоборошнистих грибів:**

1 - рід *Peronospora* (дихотомічне галуження конідієносців, проростання конідій міцелярним проростком); 2 - рід *Plasmopara* (моноподіальне галуження конідієносців, проростання конідій зооспорами).

У боротьбі з несправжніми борошністими росами велике значення мають профілактичні заходи: знищення рослинних решток, дотримання сівозміни, відбір і оздоровлення посадкового матеріалу.

Хімічні захисні заходи також проводять з профілактичною метою. Рослини обприскують бордоською рідиною або препаратами, які її замінюють (хлорокис міді, цинеб, купрозан, тощо). При цьому важливо, щоб фунгіцид попав на нижню сторону листків. Ефективним прийомом зниження шкодочинності несправжніх борошністих рос є також зниження вологості в посадках та посівах (раціональне розміщення рослин при посадці, проріджування, в парниках і теплицях - провітрювання).

### **7.3.3. Клас зигоміцети (*Zygomycetes*)**

Представники цього класу - переважно сапрофіти, які зустрічаються в ґрунті і є мінералізаторами рослинних залишків. Ряд видів викликає гниття овочів і плодів при зберіганні. Міцелій неклітинний (або в зрілому стані розділений на клітини), добре розвинутий. Статевий процес - зигогамія, злиття двох морфологічно однакових, але різних за статевими ознаками клітин (гаметангіїв) з утворенням зигоспори. Безстатеве розмноження здійснюється нерухомими спорами (спорангіоспорами) без джгутиків. Сапрофітні представники: *Mucor*, *Rhizopus*, паразити комах - види роду *Entomophthora*.

### **7.3.4. Клас аскоміцети (*Ascomycetes*)**

Клас аскоміцети, або сумчасті гриби відноситься до вищих грибів, представники якого характеризуються багатоклітинним септированим міцелієм і утворенням в циклі розвитку сумчастого спороношення в результаті статевого спороношення. Сумки (аски) можуть бути різної форми - круглі, овальні, нитковидні. Число спор в сумці майже завжди кратне двом, найчастіше їх вісім. Сумки можуть розміщуватись відкрито на грибниці а бо в особливих сховищах - плодових тілах. За цією ознакою клас поділяється на три підкласи:

1. підклас голосумчасті (плодові тіла відсутні, сумки розвиваються безпосередньо на міцелію і розміщуються відкрито, найчастіше кулею);
2. підклас плодосумчасті, або еуаскоміцети (сумки формуються всередині або на поверхні спеціальних сховищ - плодових тіл клейстотеціїв, перитеціїв або апотеціїв);
3. підклас порожнистосумчасті, або локулоаскоміцети (сумки утворюються в особливих порожнинах стро мів - локулах).

#### **7.3.4.1. Підклас голосумчасті, або геміаскоміцети (*Hemiascomycetidae*)**

Плодових тіл немає, сумки розвиваються без утворення аскогенних гіф; міцелій часто знаходиться в стані клітин, які брунькуються. Підклас включає декілька порядків, в тому числі порядок дріжджові гриби (сахароміцети), і порядок тафринові (екзоаскоміцети).

*Порядок дріжджові гриби (Endomycetales)* включає в основному сапрофітні форми, які живляться субстратом, багатим на цукри. Міцелій добре розвинутий, часто розпадається на окремі частинки. Сумки виникають із зиготи, яка утворюється від злиття двох клітин міцелію. Ряд видів, особливо, які викликають спиртове бродіння, використовуються в промисловості (*Saccharomyces cerevisiae* - пивні дріжджі, *Saccharomyces ellipsoideus* - винні дріжджі).

*Порядок тафринові (Taphrinales)*. Тафринові гриби - паразити з вузькою спеціалізацією, які уражують переважно плодові кісточкові (кишеньки слив, курчавість листків персика, вишні, відьмині мітли вишні).

Міцелій добре розвинутий, ендоефітний, диплоїдний. Сумки виникають безпосередньо із клітин міцелію, або хламідоспор, або гем.

Утворенню сумки передують злиття ядер дикаріону і наступне потрійне ділення з утворенням 8 ядер або більше, які дають початок аскоспорам. Диплоїдизація міцелію відбувається при злитті двох гаплоїдних аскоспор.

Сумчасте спороношення грибів розвивається безпосередньо на міцелію незамкненим колом і закладається під кутикулою уражених органів - листків, плодів. При дозріванні аскоспор кутикула розривається, аскоспори виходять із сумок і попадають в крону дерева, де зимують між лусочками бруньок, в тріщинах кори, тощо. Весною гаплоїдні аскоспори брунькуються, попарно копулюють, і дикаріотичний міцелій заражує бруньки, які розвиваються.

В циклі розвитку тафринових грибів немає конідіального безстатевого спороношення і немає спеціальних статевих органів.

Переважаючою є дикаріотична фаза, а гаплоїдними є тільки аскоспори та молодий міцелій.

У боротьбі з тафриновими обов'язковою є обробка рослин фунгіцидами до розпускання бруньок, вирізка відьминих мітел, збір та знищення хворих плодів та листя.

#### **7.3.4.2. Підклас плодосумчасті, або еуаскоміцети (*Euascomycetidae*)**

Характерною ознакою є присутність плодових тіл. Сумки грибів мають одношарову оболонку і формуються із аскогенних гіфів, всередині або на поверхні плодових тіл (клеїстотеціїв, перитеціїв, апотеціїв).

В межах підкласу виділяють три групи порядків - плектоміцети, піреноміцети і дискоміцети, які різняться за формою і будовою плодового тіла, характером розміщення в них сумок, кольором і консистенцією оболонок плодових тіл, наявністю або відсутністю у них власних стінок, будовою сумок і сумкоспор, характером звільнення з них спор.

*Група порядків плектоміцети (Plectomycetidae)*. Плодове тіло - клеїстотецій, замкнене, кулястої форми. Сумки в ньому розміщуються

хаотично. Звільнення сумкоспор відбувається пасивно, після руйнування оболонки клейстотеція.

Типові представники плектоміцетів - еуроцієві, або аспергілові гриби (порядок *Eurotiales*), до яких відносяться сумчасті стадії грибів роду *Aspergillus* і *Penicillium*, які є продуцентами антибіотиків, викликають пліснявіння на насінні, а також гнилі плодів при зберіганні. Так як домінуючою стадією цих грибів є конідіальна (сумчаста розвивається рідко), то *Aspergillus* і *Penicillium* часто відносять до несправжніх грибів.

*Група порядків піреноміцети (Pyrenomycetidae)*. Плодові тіла - перитеції, рідше клейстотеції. Сумки в плодових тілах розміщуються китицею або кулею, викидання дозрівши аскоспор із плодового тіла активне. До цієї групи входять порядки гіпокрейні, діпортові, сферійні, сажкові. Найбільше значення має порядок еризифові, або борошністоросяні.

Порядок еризифові (*Erysiphales*). Замкнене плодове тіло - клейстотецій, сумки в якому розміщуються гроном, а звільнення аскоспор відбувається активно в результаті набубнявіння сумок і розриву оболонки клейстотецію.

Еризифові - облігатні паразити, які викликають у рослин хвороби - борошністі роси. На відміну від несправжніх борошністих рос, які викликаються пероноспоровими грибами, їх часто називають „справжніми борошністими росами”.

Для справжніх борошністих рос характерні наступні особливості.

1. Багатоклітинний (септирований) міцелій борошністих рос (на відміну від несправжніх) розвивається завжди екзофітно, тобто поверхнево по відношенню до субстрату; всередину субстрату, в епідермальні клітини, заходять тільки гаусторії.
2. Типовою особливістю прояву справжніх борошністих рос - білий борошністий наліт конідіальне спороношення - короткі прямі конідієносці з конідіями, об'єднані в ланцюжки) на листках (як на верхній так і на нижній частині), на пагонах, плодах та інших органах рослини. Конідії одноклітинні, овальні або бочковидні, безколірні.
3. Розповсюдження гриба та нові повторні зараження рослин здійснюються конідіями.
4. Зимують збудники спороношенням, яке формується (зазвичай наприкінці вегетації) в результаті статевого процесу в плодових тілах клейстотеціях. Клейстотеції утворюються на поверхні ураженої тканини (на міцелію) і помітні неозброєним оком у вигляді темно-коричневих або повністю чорних крапок. Весною або на початку літа, сумкоспори звільнюються із сумок і викликають вторинне зараження молодих листків, пагонів або плодів.
5. Клейстотеції мають спеціальні вирости - придатки, за особливістю будови яких (прості, галузисті, тощо) і за кількістю сумок в клейстотеціях (їх може бути одна, або декілька) борошністоросяні гриби розділяються на роди, найголовніші з яких наступні.

Рід *Erysiphe* - придатки прості, сумка одна.

Рід *Microsphaera* - придатки дихотомічно галузяться, сумок багато.

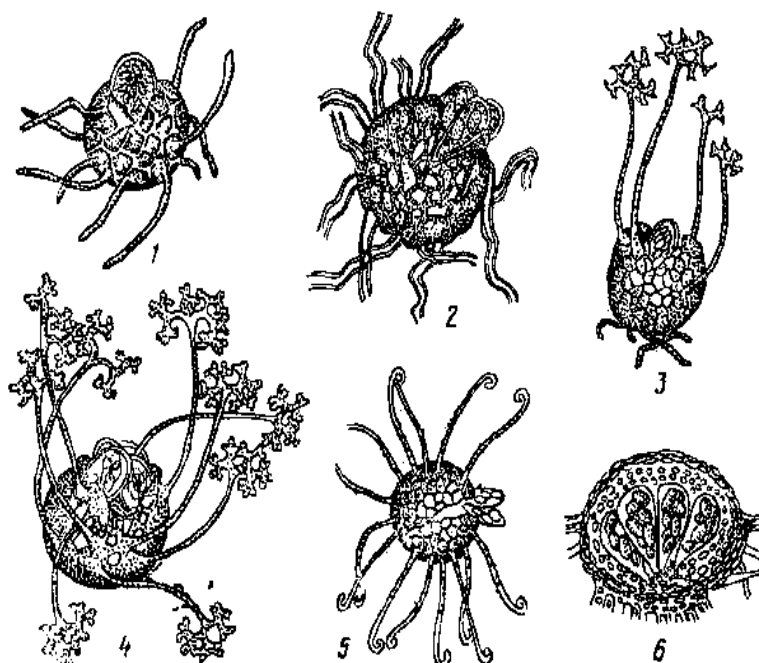
Рід *Podosphaera* - придатки прості, сумка одна.

Рід - *Uncinula* - придатки на кінцях закручені спірально, сумок декілька (рис. 7.3.4.2.1.).

6. Всі борошносторосяні гриби - паразити з вузькою філогенетичною спеціалізацією.

7. Справжні борошністі роси на відміну від несправжніх борошністих рос можуть розвиватись у межах високої відносної вологості повітря. Суха і жарка погода посилює розвиток справжніх борошністих рос, так як у зв'язку з втратою тургору рослини стають більш вразливими.

Найбільш розповсюджені і шкідливі борошністі роси: борошніста роса гарбузових, борошніста роса винограду, борошніста роса яблуні.



**Рис. 7.3.4.2.1. Клейстотеції борошністосоросяних грибів:**

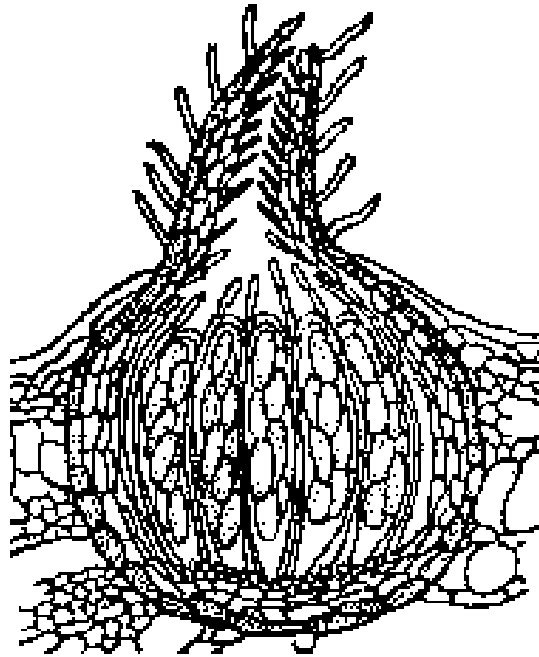
1 - рід *Sphaerotheca*; 2 - рід *Erysiphe*; 3 - рід *Podosphaera*; 4 - рід *Microsphaera*; 5 - рід *Uncinula*; 6 - схема розміщення сумок в клейстотеції борошністосоросяного гриба.

В боротьбі з борошністими росами необхідно:

1. знищення джерел інфекції (глибока оранка, сівозмінна, вирізка і знищення уражених пагонів, тощо);
2. підвищення хворобостійкості рослин комплексом агроприйомів (калійні та інші добрива, своєчасні поливи, тощо);
3. застосування хімічних або біологічних засобів захисту та лікування. Із хімічних засобів найбільш ефективні препарати сірки (мелена, колоїдна сірка), а також бенлат (фундозол), каратан, дерозал, тощо. Ефективним є антибіотик трихотецин. Мікробіологічний спосіб лікування, оснований на антибіотичній дії продуктів обміну сапрофітних гнилісних

мікроорганізмів, які викликають лізис екзофітного міцелію борошнистих рос.

Представники інших порядків групи піреноміцетів утворюють *типові перитеції* - плодові тіла з вивідним отвором на верхівці, кулясті або грушевидні, поодинокі або зібрані по декілька штук в строму. Оболонка перитеціїв переважно темна, майже чорна, але може бути світлою або яркою (рис. 7.3.4.2.2.).



**Рис. 7.3.4.2.2. Типовий перитецій з вивідним отвором на верхівці.**

До порядку гіпокрейні (*Hypocreales*) відносяться гриби роду *Nectria* і *Gibberella*, конідіальні стадії яких патогенні для рослин. Гриб *Nectria* викликає звичайний рак яблуні, гриб *Gibberella* - різні форми фузаріозну хлібних злаків і кукурудзи.

Порядок діапортові (*Diaportales*) включає гриби родів *Glomerella* і *Valsa*, які являють собою сумчасті стадії деяких антракнозів (квасолі, яблуні, тощо) і цитоспорозу плодових дерев.

До порядку гіпокрейні (*Hypocreales*) відносяться гриби роду *Nectria* і *Gibberella*, конідіальні стадії яких патогенні для рослин. Гриб *Nectria* викликає звичайний рак яблуні, гриб *Gibberella* - різні форми фузаріозну хлібних злаків і кукурудзи.

Порядок діапортові (*Diaportales*) включає гриби родів *Glomerella* і *Valsa*, які являють собою сумчасті стадії деяких антракнозів (квасолі, яблуні, тощо) і цитоспорозу плодових дерев.

Порядок сферійні (*Sphaeriales*) включає в основному сапрофітні види. Збудник хвороб *Polystigma rubrum* викликає полістигмоз, або червону плямистість листків слив. Плодові тіла цього гриба - перитеції, розвиваються в стромах, занурених в тканини листка. Конідіального спороношення, здатного викликати повторне зараження, в циклі розвитку цього гриба немає.

До порядку сажкові (*Clavicipitales*) відноситься гриб *Claviceps purpurea* - збудник сажки жита та інших злаків.

Характер зараження, яке викликають гриби групи піреноміцетів різноманітний - в одних випадках це плямистості (*Polistigma*), в інших - засихання уражених пагонів (*Nectria*, *Valsa*), а при ураженні сажкою - утворення в колосі склероціїв, які мають вигляд ріжків чорно-фіолетового кольору.

Для боротьби з цими грибами застосовують в основному санітарно гігієнічні та профілактичні заходи.

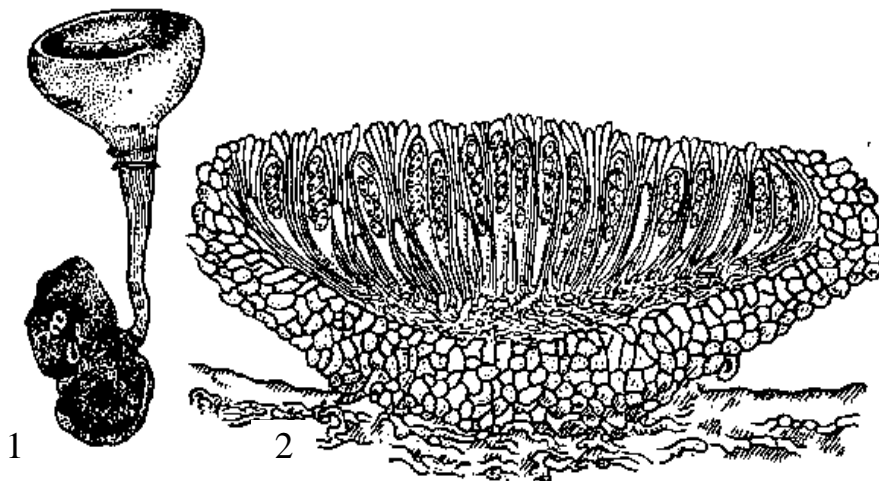
Група порядків дискоміцети (*Discomycetidae*). Плодове тіло дискоміцетів - апотецій - відкритий, чашовидний, тарілковидний або лійковидний, на ніжці або без неї. Сумки розміщуються всередині або на поверхні апотецію у вигляді щільного гемінального шару. Сумки переважно витягнуті, будова сумкоспор дуже різноманітна.

В циклі розвитку деяких дискоміцетів відсутня конідіальна стадія.

В складі дискоміцетів виділяють три порядки. Збудники хвороб рослин в основному розподіляються між двома порядками - фацидієві і гелоцидієві.

Порядок фацидієві (*Phacidiales*). Апотеції занурені в тканину листка, спочатку вони закриті, потім розкриваються у вигляді вузької щілини. Типові представники - гриби *Lophodermium*, які викликають плямистість і опадання хвої сосни; *Rhytisma*, який викликає чорну плямистість клену; *Coccomices hiemalis* - збудник коккомікозу - вишні тощо.

Порядок гелоцидієві (*Helotiales*). Апотеції на більш менш подовгуватій ніжці або сидячі, завжди поверхневі, спочатку часто замкнуті, потім широко відкриті, нерідко соковитої консистенції, яскравого або темного кольору (рис. 7.3.4.2.3.).



**Рис. 7.3.4.2.3. Плодове тіло-апотецій:**  
1 - з ніжкою; 2 - без ніжки в розрізі.

Гемінальний шар сумок відкривається розширеним округлим отвором. Сумки перестилаються парафізами. Сапрофіти, рідше паразити, на листках та інших органах рослин.



Типовими представниками є: *Pseudopeziza trifolii* - збудник бурої плямистості конюшини; *Ps. medicaginis* - збудник бурої плямистості люцерни; *Sclerotinia sclerotiorum* - збудник білої гнилі огірків, соняшнику та інших рослин; *Monilia mali* - збудник моніліозу яблуні; *Botrydis cinerea* - сіра гниль в гронах винограду.

#### **7.3.4.3. Підклас порожнинносумчасті, або локулоаскоміцети (асколокулярні) (*Loculoascomycetidae*)**

Сумки грибів розвиваються не в типових перитеціях, а в стромоподібних утвореннях - *псевдотеціях*, або *аскостромах* (несправжніх плодових тілах). Сумки з двошаровою оболонкою формуються серед тканини несправжніх плодових тіл в особливих порожнинах - локулах, які виникають за рахунок руйнування псевдопаренхіми строми (внутрішньої тканини псевдотецію) і частково за рахунок витіснення її аскогенними гіфами і сумками. Локули можуть містити одну або декілька бітунікальних сумок.

Найбільш поширеними є представники порядків плеоспорові (*Pleosporales*) і дотидейні (*Dothideales*). До першого з них відноситься гриб *Venturia*, який є сумчастою стадією збудників парші яблуні і парші груши, до другого - гриби роду *Mycosphaerella* і роду *Didymella*.

Гриби роду *Mycosphaerella* викликають білі плямистості на груші, смородині, малині, суницях, бурі плямистості на листках яблуні.

До роду *Didymella* відносяться сумчасті стадії збудників аскохітозу огірка і аскохітозу гороху, пурпурової плямистості (дидімели) на малині.

Псевдотеції багатьох локулоаскоміцетів занурені в тканину рослини-живителя, мають кулеподібну або майже грушоподібну форму, чорні. Сумки витягнутої форми - булавовидні, циліндричні або майже грушовидні (дещо здуті знизу), часто зігнуті, в багатьох випадках з псевдопарафізами (залишками міжсумочної тканини), які мають вигляд тонких ниток. Сумкоспори складаються з двох клітин, при дозріванні - жовтувато-зелені або оливково-бурі.

Конідіальні стадії асколокулярних грибів можуть розвиватись на протязі вегетації в декількох генераціях, викликаючи, повторні зараження.

У багатьох локулоаскоміцетів грибів конідіальні стадії здатні перезимувувати на рослинних рештках, не втрачаючи своєї життєздатності і є джерелом додаткової первинної інфекції.

Для боротьби з асколокулярними грибами значне місце займають хімічні заходи - обробка фунгіцидами як вегетуючих рослин, так і опалого листя - джерела первинної інфекції.

#### **7.3.5. Клас базидіоміцети (*Basidiomycetes*)**

До класу входить більше 20 тисяч видів грибів, дуже різноманітних за способом живлення, морфологічними ознаками і способом життя.

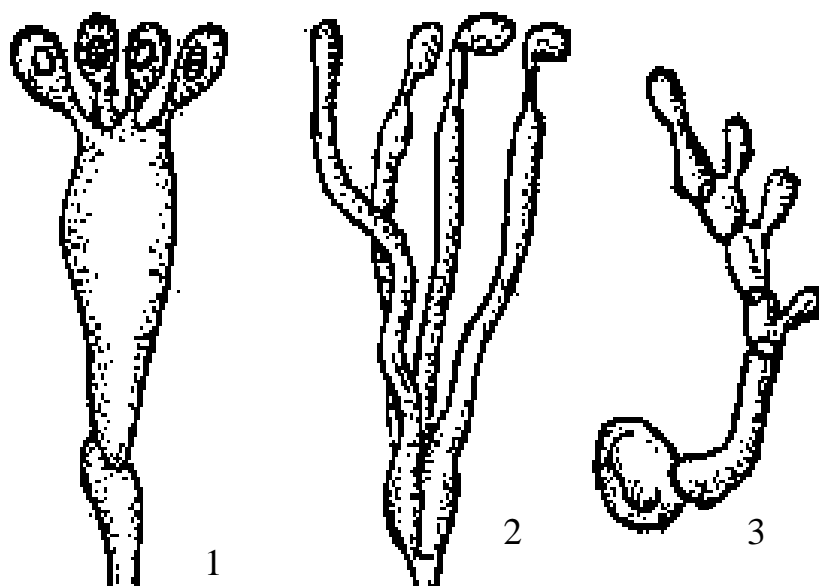
Характерною особливістю базидіоміцетів - наявність в циклі їх розвитку базидіального спороношення - базидій з базидіоспорами.

Статевий процес закінчується утворенням базидій і базидіоспор. Суть його полягає в наступному: в клітині базидії, яка утворилась на дикаріотичному

міцелію або на спорі з двома ядрами (у різних базидіоміцетів по-різному) в період її розвитку, двічі відбувається ділення ядра і утворюються гаплоїдні ядра. На базидії утворюються спеціальні вирости - *стеригми*, в кожному з яких переходить по одному гаплоїдному ядру, кінці стеригми здуваються і формуються базидіоспори. У різностатевих базидіоміцетів утворені на базидіях базидіоспори несуть різні статеві знаки (+ і -).

Базидіоспорами відбувається первинне зараження рослин. При цьому в одних випадках, наприклад у іржастих грибів, зараження здійснюється одинарними базидіоспорами, в результаті чого розвивається первинний гаплоїдний міцелій, а потім при злитті двох вегетативних клітин гаплоїдного міцелію, гриб переходить в дикаріофазу, в якій в основному протікає все його життя; в інших випадках, як наприклад, у багатьох сажкових грибів, брунькуючі базидіоспори (або клітини самої базидії) спочатку попарно копулюють, а вже потім заражують рослину. При цьому гриб відразу розвиває дикаріотичний міцелій і все його життя проходить в дикаріофазі, як у іржастих грибів.

Клас базидіоміцети за будовою базидій (рис. 7.3.5.1.), за наявністю або відсутністю і формою плодових тіл ділиться на три підкласи: гомобазидіоміцети, гетеробазидіоміцети і теліоміцети.



**Рис. 7.3.5.1. Типи базидій:**

**1 - холобазидія; 2 - гетеробазидія; 3 - фрагмобазидія, або склеробазидія.**

### **7.3.5.1. Підклас гомобазидіоміцети, або холобазидіоміцети (*Homobasidiomycetidae*)**

Більшість видів мають добре розвинуті крупні плодові тіла, які розвиваються на багаторічному міцелію. За способом живлення в основному сапрофіти, рідше паразити. Базидії одноклітинні, утворюються на кінцевих розгалуженнях міцелію і розміщуються на плодових тілах щільним геменіальним шаром. За будовою плодових тіл підклас ділиться на порядки:

афілофорові (*Aphellophorales*), екзобазидіальні гриби (*Exobasidiales*) і агарикові (*Agaricales*).

Афілофорові мають плодові тіла різної форми і консистенції переважно з трубчастим гіменофором, який щільно з'єднується з тканиною плодового тіла. Гіменофор агарикових в основному пластинчастий, а плодові тіла розділені на шляпку і ніжку.

До гіменофорових відносяться всі трутові гриби (справжній і несправжній трутовики на листяних породах, соснова та ялинкова губки, білий домашній гриб, тощо), всі шляпкові, в тому числі і їстівні. Одним із фітопатогенних шляпкових грибів є опеньок (*Armillariella mellea*), який викликає периферійну гниль деревини у багатьох деревних, в тому числі і у плодкових дерев (рис. 7.3.5.2.).

Представники порядку екзобазидіальні гриби не мають плодкових тіл, базидії у них розвиваються безпосередньо на грибниці. Це облигатні паразити, які утворюють щільний білувато-рожевий наліт, який складається з базидій і базидіоспор. Гриби цього порядку викликають екзобазидіоз чайного куща.

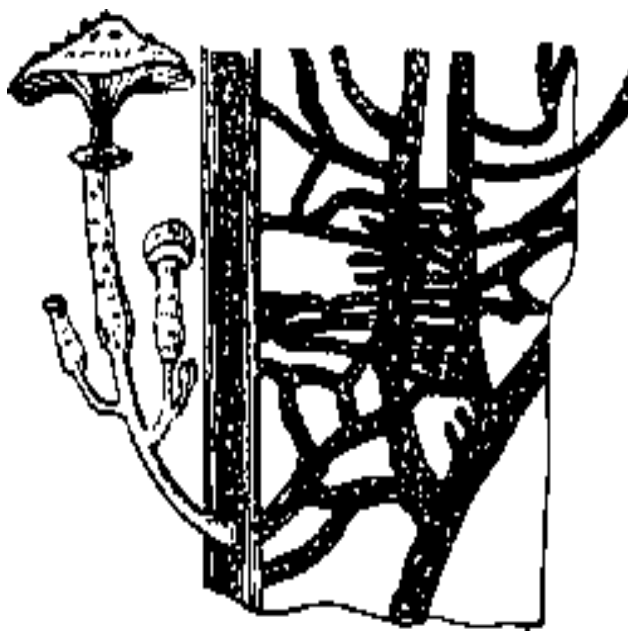


Рис. 7.3.5.2. Ризоморфи і плодові тіла опенька.

#### 7.3.5.2. Підклас гетеробазидіоміцети (*Heterobasidiomycetidae*).

Більшість гетеробазидіоміцетів - сапрофіти (живуть на гниючій деревині), але зустрічаються і паразити, які паразитують на плодкових тілах інших грибів, рослинах або на комах. Гриб *Heliobasidium purpureum*, склероційна стадія якого називається *Rhizoctonia violacea* викликає червону гниль цукрових буряків, моркви та інших овочів.

Плодові тіла гетеробазидіоміцетів більш менш добре розвинуті, замкнуті, гіменіальний шар знаходиться всередині і не відкривається до повного

дозрівання базидіоспор. Останні утворюються на багатоклітинній базидії з повздовжніми або поперечними перегородками.

### 7.3.5.3. Підклас теліоміцети (теліоспороміцети) (*Teliomycetidae*).

Плодові тіла відсутні, базидіальне спороношення утворюється із спеціальних сплячих спор - *теліоспор*, які в циклі розвитку виконують функцію зимуючої стадії, в якій гриб переносить несприятливі умови навколишнього середовища.

Базидії у більшості видів з поперечними перегородками, рідше одноклітинні (хомобазидії). Базидіоспори утворюються або по одній на кожній клітині базидії, або розвиваються гроном.

До складу теліоміцетів входять порядок сажкові і порядок іржасті гриби - облігатні паразити, які наносять значну шкоду сільськогосподарським культурам.

*Порядок сажкові (Ustilaginales)* нараховує близько 1000 видів. Сажкові гриби - вузькоспеціалізовані паразити, які викликають захворювання рослин - сажки. Уражені органи рослин повністю руйнуються і перетворюються в темну щільну або порошнисту масу, яка складається із великого числа сажкових спор - теліоспор (рис 7.3.5.3.1.). Цими спорами сажкові гриби розповсюджуються і зберігаються. Потім базидіоспори попарно копулюють, проростаючи дикаріотичним міцелієм, заражають рослини.



**Рис. 7.3.5.3.1. Прояв деяких видів сажки на зернових культурах і теліоспори їх збудника:**

1 - тверда сажка пшениці (*Tilletia tritici*); 2 - порошнеста сажка пшениці (*Ustilago tritici*); 3 - стеблова сажка жита (*Urocystis occulta*).

Сажкові гриби уражують переважно генеративні органи, розвиваються тільки на живих рослинах, надаючи перевагу молодим тканинам.

Для більшості грибів характерний дифузний тип розвитку - міцелій пронизує всі органи і тканини рослини. Міцелій тонкий, безколірний, диплоїдний, має гаусторії (розповсюджується переважно по міжклітинниках).

Сажкові гриби паразитують переважно на зернових - пшениці, житі, ячмені, вівсі, тощо. Із овочевих культур сажкою уражується цибуля.

Назви окремих видів сажок пов'язані з особливостями їх зовнішнього прояву: тверда, порошнista, стеблова, пухирчаста, тощо.

За типами зараження (фазами, в які відбувається зараження, і джерелами інфекції) всі сажкові гриби діляться на три основні групи.

1. Зараження рослин відбувається в *період проростання насіння*:

- за рахунок спор, які були на поверхні насіння;
- за рахунок спор, які були у ґрунті;
- за рахунок спор або шматочку міцелію, які були під плівкою (у пливчастих культур).

2. Зараження відбувається через квітку в *період цвітіння*.

3. Зараження можливе *під час всієї вегетації* (в період активної вегетації рослин).

Для боротьби з сажковими хворобами необхідно дотримуватись сівозміни, протруювати насінні гранозаном (з барвником), вітаваксом, беномілом (бенлатом), одно- або двофазне прогрівання зерна в теплій воді.

При двофазному способі зерно спочатку замочують у теплій воді при температурі 28-32°C на 4 години (провокаційна фаза), потім переносять у воду, нагріту до 51-52°C, на 8-9 хвилин (не більше). Після цього зерно охолоджують в холодній воді, розсипають тонким шаром і просушують. При однофазному способі зерно витримують у воді, нагрітої до 40-45°C, протягом 2-3 годин. При такій обробці гриб втрачає життєздатність ( гине або дегенерує), а насіння зберігає схожість.

*Порядок іржасті (Uredinales)*. Це один з найкрупніших порядків базидіальних грибів, який нараховує біля 7 тисяч видів грибів, які паразитують на рослинах викликаючи захворювання - іржі. Іржасті гриби - облігатні паразити з вузькою філогенетичною спеціалізацією. Роди: *Puccinia*, *Uromices*, *Melampsora*, *Cronartium*, *Phragmidium*.

Плодові тіла відсутні, базидія з базидіоспорами утворюється при проростанні сплячих спор - *телиоспор*, які формуються на диплоїдному міцелію на поверхні тканин рослин або під епідермісом. Міцелій занурений, міжклітинний, з гаусторіями, може бути гаплоїдним і диплоїдним, розвивається самостійно, часто на різних рослинах-господарях. У більшості видів міцелій місцевий, рідше дифузний.

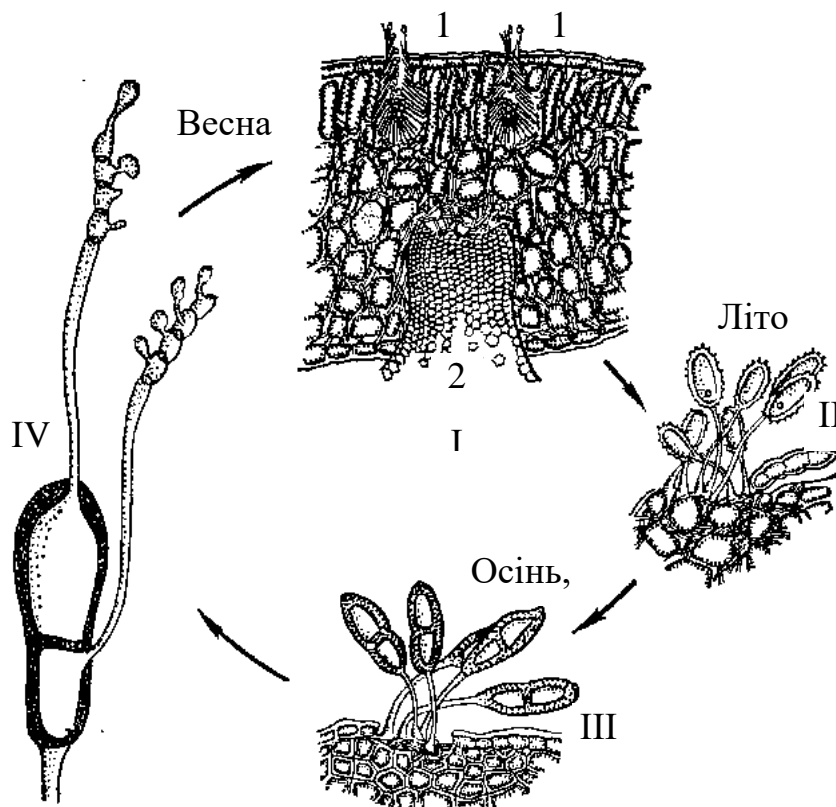
Зовні проявляються іржасті гриби на рослинах у вигляді іржавих, жовто-бурих, порошнистих пустул - скупчень спор, які виходять на поверхню ураженої тканини через розриви епідермісу. В інших випадках, головним чином на деревах та кущах, це бокаловидні вирости на листках, пагонах або гілках.

Життєвий цикл іржастих грибів складається із п'яти змінюючих одне одного спороношень: 0 - спермогонії і I - ецидії - весняні стадії; II - уредостадія

- літня стадія; III - теліо- або телейтостадія - зимова стадія; IV - базидії з базидіоспорами (базидіальна стадія).

Зимують іржасті гриби в теліостадії (теліоспорами). Проростаючи теліоспори утворюють базидіальне спороношення - базидії з різними за знаком базидіоспорами (+і-).

Базидіоспори здійснюють первинне зараження, в результаті якого розвивається весняна, або ецидіальна, стадія іржі (рис. 7.3.5.3.2.).



**Рис. 7.3.5.3.2. Схема розвитку іржастого гриба з повним циклом:**

**1 - ецидіальна стадія: спермогонії з спермаціями (1) і ецидії з ецидіоспорами (2); II - уредостадія (декілька повторних генерацій); III - теліостадії; IV - проростання теліоспори і утворення базидій з базидіоспорами.**

Під загальною назвою «ецидіальна стадія» об'єднується два різних типи спороношення - *спермогоніальне* (його часто називають пікнідіальним і позначають як нульову (0) стадію і саме *ецидіальне* спороношення (I). При проростанні плюс- або мінус-базидіоспор утворюються (відповідно) плюс- або мінус-*спермогонії* - дрібні глечикоподібні місткості з дуже дрібними гаплоїдними спорами - *спермаціями*. Спермації не викликають нових заражень, а забезпечують тільки статевий процес. Плюс- і мінус-спермації повинні зустрітися (найчастіше їх з одного спермогонію на інший переносять комахи), і в результаті їх злиття утворюється дикаріотичний міцелій, на якому розвиваються ецидії - крупні бокаловидні місткості з ецидіоспорами.

Ецидіоспори, розсіваючись з ецидії, проводять нові зараження, в результаті яких розвивається літня, або уредостадія паразита. Уредоспори

іржастих грибів одноклітинні, з тонкою оболонкою, розвиваються на ніжках, розносяться вітром, дощем, комахами, викликаючи нові зараження.

Уредостадія - наймасовіша стадія іржастих грибів. За літо вона може розвиватись в декількох генераціях і викликати масовий, а іноді епіфітотичний розвиток іржі.

При настанні несприятливих умов на зміну уредостадії настає теліостадія, в якій гриб перезимовує. Перезимувавши на рослинних рештках теліоспори проростають в базидії з базидіоспорами.

Теліоспори (телейтоспори) іржастих грибів, мають товстостінну темну оболонку, одно-, дво- або багатоклітинні або зрослі, з ніжками або без них. Особливості будови теліоспор покладені в основу поділу іржастих грибів на родини і роди.

Види, які мають п'ять стадій називаються повноциклічними, а види, у яких окремі стадії в циклі розвитку відсутні називаються неповноциклічними.

Ті та інші види можуть бути одногосподарними (іржа соняшнику, іржа буряків, іржа малини) і різногосподарними (лінійна та стеблова іржі хлібних злаків (проміжний господар - барбарис, корончаста іржа вівса (проміжний господар - крушина), іржа гороху (проміжний господар - молочай) та інші (табл. 7.3.5.3.1.).

Таблиця 7.3.5.3.1.

## Основні і проміжні господарі найбільш розповсюджених іржастих грибів

	Види іржі	Збудник	Рослина-господар	
			Основна (уредо- і теліостадія)	Проміжна (ецидіальна стадія)
<b>Різньогосподарні</b>	Стеблова, або лінійна іржа злаків	<i>Puccinia graminis</i> <i>f. tritici</i> <i>f. secalis</i> <i>f. avenae</i>	Пшениця Жито Овес	Барбарис Барбарис Барбарис
	Бура листкова іржа пшениці	<i>Puccinia triticina</i> ( <i>P. recondite</i> <i>f. tritici</i> )	Пшениця	Ліщина
	Бура листкова іржа жита	<i>Puccinia dispersa</i> ( <i>P. recondite f. secalis</i> )	Жито	Воловик
	Корончаста іржа вівса	<i>Puccinia coronifera</i>	Овес	Крушина проносна
	Іржа гороху	<i>Uromyces pisi</i>	Горох	Молочай
	Бокальчата іржа ягідників	<i>Puccinia ribesii-caricis</i>	Осоки	Смородина і агрус
	Стовпчаста іржа чорної смородини	<i>Cronartium ribicola</i>	Смородина	Веймутова сосна, сибірський кедр
<b>Одногосподарні</b>	Іржа соняшнику	<i>Puccinia helianthi</i>	Соняшник	Соняшник
	Іржа буряків	<i>Uromyces betae</i>	Буряки	Буряки
	Іржа льону	<i>Melampsora lini</i>	Льон	Льон
	Іржа цибулі	<i>Puccinia allii</i>	Цибуля	Цибуля
	Іржа малини	<i>Phragmidium rubi-idaei</i>	Малина	Малина



### 7.3.6. Клас дейтероміцети, або недосконалі (*Deuteromycetes*)

Клас об'єднує близько 30 тисяч видів грибів, які за будовою і характером розвитку міцелію належать до вищих грибів. Вони мають добре розвинутий багатоклітинний гаплоїдний міцелій і представляють групу організмів, які розвиваються і розмножуються в гаплоїдному стані.

До класу дейтероміцети відносяться також гриби, які не мають ніякого спороношення, тобто розвиваються у вигляді безплідного (стерильного) міцелію і розмножуються тільки вегетативно.

Більшість дейтероміцетів - не обов'язкові паразити або не обов'язкові сапрофіти. В зв'язку з цим хвороби, які вони викликають, проявляються в основному на ослаблених рослинах.

Симптоми захворювань, викликаних дейтероміцетами можуть бути найрізноманітніми - гнилі, плямистості, виразки, в'янення, тощо.

Походять дейтероміцети в основному від сумчастих, а деякі від базидіальних. У них поступово втрачались статеві стадії, які були характерними для сумчастих і базидіальних. У зв'язку з цим у деяких дейтероміцетів за певних екологічних умов може спостерігатись статевий процес.

Для дейтероміцетів характерною є наявність *гетерокаріозису* (присутність в клітині декількох різноякісних ядер), при якому відбувається анастомозування гіфів і перехід ядер із однієї клітини або гіфи в іншу, а також парасексуального процесу, коли мігруючі з однієї клітини в іншу ядра зливаються, утворюючи диплоїд. В результаті це обумовлює широку і різносторонню мінливість організмів за рахунок перекомбінації спадкових властивостей.

Другою особливістю дейтероміцетів є наявність у них утворень захисного характеру (строматичних утворень, склероції, хламідоспори, товстостінні пікніди, тощо), здатних переносити несприятливі умови навколишнього середовища.

Дейтероміцети не мають ні сумок, ні базидій і розмножуються переважно за допомогою конідій. Статевий процес у них відсутній.

Конідіальне спороношення дуже різноманітне, як за формою і будовою конідій, так і за способом їх утворення. *Конідії* - прості, одноклітинні, багатоклітинні, овальні, циліндричні, розгалужені, поодинокі, різнокольорові (темні, світлі), вільні або зібрані в пучки, розміщені на поверхні міцелію, а коли міцелій всередині, вони виходять назовні через продиhi або розриви покривних тканин.

Конідії формуються безпосередньо на вегетативних гіфах або на спеціальних утвореннях (конідієносцях).

За типом утворення конідіального спороношення клас дейтероміцетів розділяється на три головних порядки: гіфоміцети (*Hyphomycetales*), меланконієві (*Melanconiales*) і сферопсидні, або пікнідіальні (*Sphaeropsidales*, або *Pycnidiales*).

Дейтероміцети, які зовсім не утворюють ніякого спороношення, розвиваючись тільки в міцелярній стадії, виділяють в спеціальний (четвертий)

порядок - стерильні грибниці (*Mycelia sterilia*).

Гіфоміцети: *Botrydis*, *Verticillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Macrosporium*, *Stemphylium*, *Cercospora*, *Monilia*, *Fusarium*, *Clasterosporium*.

Меланконієві: *Colletotrichum*, *Gloeosporium*, *Entomosporium*.

Сферопсидні: *Phoma*, *Ascochyta*, *Septoria*, *Sphaeropsis*.

Стерильні грибниці: *Rhizoctonia*, *Sclerotium*.

### **Контрольні запитання.**

1. Систематика фітопатогенних грибів.
2. Дайте загальну характеристику відділу слизовики, або міксоміцети (*Mухомycota*).
3. Особливості фітопатогенних грибів класу хітридіоміцети (*Chytridiomycetes*). Заходи боротьби з хворобами, викликаними хітридіоміцетами.
4. Особливості фітопатогенних грибів класу ооміцети (*Oomycetes*) порядку пероноспорів (*Peronosporales*).
5. Особливості фітопатогенних грибів класу зигоміцети (*Zygomycetes*).
6. Особливості фітопатогенних грибів класу аскоміцети (*Ascomycetes*). Назвіть основні підкласи.
7. Особливості фітопатогенних грибів підкласу голосумчасті, або геміаскоміцети (*Hemiascomycetidae*).
8. Особливості фітопатогенних грибів підкласу плодосумчасті, або еуаскоміцети (*Euascomycetidae*).
9. Особливості фітопатогенних грибів підкласу порожнинносумчасті, або локулоаскоміцети (асколокулярні) (*Loculoascomycetidae*).
10. Особливості фітопатогенних грибів класу базидіоміцети (*Basidiomycetes*).
11. Особливості фітопатогенних грибів підкласу гомобазидіоміцети, або холобазидіоміцети (*Homobasidiomycetidae*) та підкласу гетеробазидіоміцети (*Heterobasidiomycetidae*) класу базидіоміцети.
12. Особливості фітопатогенних грибів підкласу теліоміцети (теліоспороміцети) (*Teliomycetidae*).
13. Особливості фітопатогенних грибів класу дейтероміцети, або недосконалі гриби (*Deuteromycetes*).

## Лекція 8.

### Тема 8. Квіткові рослини-паразити і напівпаразити. Імунітет рослин

#### План

8.1. Загальні відомості про рослини паразити та напівпаразити.

8.1.2. Безхлорофільні рослини паразити.

8.1.3. Зелені рослини паразити (напівпаразити).

8.2. Імунітет рослин.

#### 8.1. Загальні відомості про рослини паразити та напівпаразити

Для більшості рослин характерним є автотрофне (самостійне) живлення, але деякі рослини розвинули паразитичний спосіб живлення (за рахунок інших рослин). Квіткових рослин-паразитів відомо більше 1000 видів. Ступінь їх паразитизму різна (повністю, або частково живляться за рахунок рослин-господарів). Існує дві групи паразитів – зелені (напівпаразити) і безхлорофільні.

Зелені паразити (напівпаразити) мають добре розвинуті листя. Від рослини-господаря вони віднімають тільки воду і мінеральні речовини, пригнічуючи їх. До зелених паразитів належить омела, яка паразитує на гілках плодкових та лісових порід.

Безхлорофільні паразити більш небезпечні, ніж зелені. Вони не мають нормальних листків, хлорофіл відсутній або в інших надземних частинах рослини. Безхлорофільні паразити не можуть самостійно засвоювати вуглекислоту повітря і самостійно створювати пластичні речовини. Ці рослини не мають кореневої системи і беруть від рослини-господаря воду і готові органічні речовини. При цьому продуктивність культурних рослин сильно знижується. До найбільш розповсюджених безхлорофільних паразитів відносяться повитиця (карантинний об'єкт) і зарази́ха.

#### 8.1.2. Безхлорофільні рослини паразити

В залежності від місця прикріплення до рослини-господаря розрізняють надземні (стеблові) квіткові паразити (повитиця) (рис. 8.1.2.1.) і кореневі квіткові паразити (зарази́ха) (рис. 8.1.2.2.).

*Повитиця.* Всі повитиці - типові паразити. Це безхлорофільні рослини, без коріння і справжніх листків. Обвиваючись своїми стеблами і з'єднуючи свою провідну систему з системою рослини-господаря, повитиця добуває воду і необхідні для неї поживні речовини за допомогою присосок – гаус торій.

Майже всі види повитиць однорічні, з відмиранням рослини-господаря вони засихають, утворюючи насіння, яке розноситься вітром, тарою, насінням культурних рослин. Розмножуються насінням, або частинками стебла. Період спокою у багатьох видів повитиць неоднаковий, від декількох діб до 4..5 років.

Представники: повитиця польова (*Cuscuta campestris*), повитиця хмелевидна (*Cuscuta lupuliformis*), повитиця короткокріткова перечна (*Cuscuta breviflora*).



**Рис. 8.1.2.1. Повитиці льонова**

Для боротьби з повитицею застосовують карантинні заходи, очищення насінного матеріалу від насіння повитиці, знищення повитиць на узбіччах доріг, застосування гербіцидів, провокаційні поливи ґрунту з наступною передпосівною культивуацією.



**Рис. 8.1.2.2. Заразиха галузиста**

*Заразиха.* У заразих повністю відсутня коренева система і хлорофіл. Паразитує на корінні рослин-господарів, прикріплюючись до них потовщеною основою стебла. В місці приєднання заразихи до кореня рослини-господаря відбувається зростання провідних тканин. Паразит повністю живе за рахунок рослини-господаря, перехоплюючи воду і продукти асиміляції.

Найбільш розповсюдженими і шкодочинними є: соняшникова заразиха (*Orobanche cuman*), єгипетська заразиха (*Orobanche aegyptiaca*), коноплева заразиха (*Orobanche ramosa*).

Для боротьби з заразихою застосовують використання сівозмін (з повернення уразливої культури не раніше ніж через 7...8 років), виполювання заразихи до настання дозрівання насіння, знищення бур'янів на узбіччях доріг, провокаційні посіви, хімічні заходи боротьби. Біологічний метод дає змогу використовувати паразитів заразихи - мушку фітомізу і гриба *Fusarium robanches*.

### 8.1.3. Зелені рослини паразити (напівпаразити)

*Омела (Viscum album).* Це вічнозелені рослина (має хлорофіл), але повністю відсутні корені. Від рослини-господаря омела відбирає воду і мінеральні речовини (рис. 8.1.3.1.).



**Рис. 8.1.2.3. Омела на гілці груші**

Уражує тільки дерева (грушу, яблуню, білу акацію, тополь, вербу та ін). Існує ряд біологічних форм омели, пристосованих до окремих деревних порід.

Розвиток омели починається з проростання насіння, яке дозріває на початку зими в білих ягодах. Пташки, поїдаючи клейке насіння омели переносять її на інші дерева. Насіння омели розповсюджується також екскрементами пташок. При проростанні насіння омели в тканину галузки відходять особливі ризоїди, на місці проростання утворюються нарости.

Розвиток омели всередині дерева проходить тривало, декілька років, нарости на галузях збільшуються, і тільки на 5...6 рік на них з'являються зелені

кущики паразита з овальними парними листочками і невеликими блідо-жовтими квітками.

Уражені галузки поступово слабнуть і вище місця ураження нерідко засихають зовсім.

Для боротьби з омелою застосовують обприскування дерев після опадання листя гербіцидом 2,4-Д, 2М-4Х, або знищують вирізкою (переважно взимку) разом з ураженим галузям.

## 8.2. Імунітет рослин

Імунітет рослин, як наука сформувався наприкінці ХІХ - початку ХХ століття. Основоположником в нашій країні вчення про імунітет рослин до інфекційних захворювань є Н.Н.Вавілов (1887-1943).

Стійкість рослин проявляється або в повній відсутності захворювання, або в незначному розвитку хвороби. Ступінь стійкості може бути різною.

*Імунітет* - це стійкість рослин по відношенню до фітопатогену.

*Типи прояву імунітету у рослин*

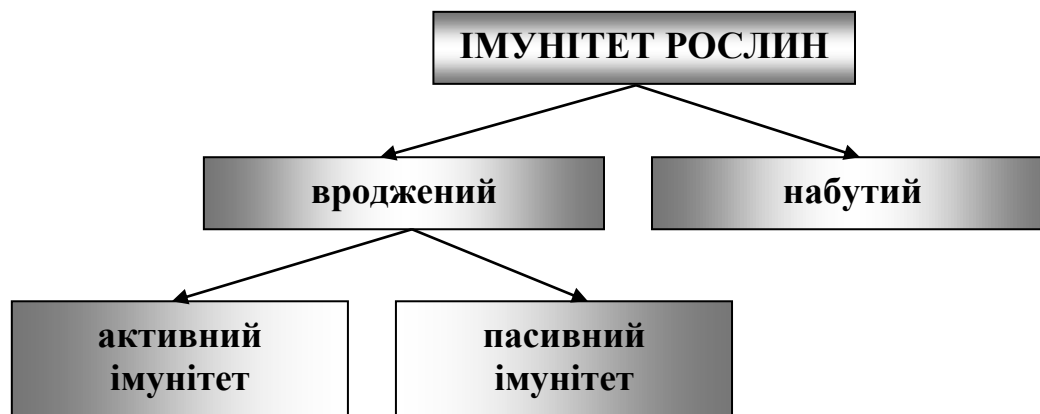
Існує два типи імунітету - вроджений і набутий (рис.8.2.1.).

*Вроджений, або природний імунітет* - це властивість рослини, яка передається спадково. Вроджений імунітет буває активний і пасивний.

*Активний імунітет* - це властивість рослин протистояти зараженню і розповсюдженню хвороби, проявляється тільки при нападі збудника. В цьому випадку в рослині проявляються захисні реакції. Більш інтенсивно протікає реакція надсприйняття (утворення некрозів під дією антитоксинів, антиферментів та інших продуктів, які утворюються в рослині у відповідь на вторгнення паразиту).

*Пасивний імунітет* - властивість рослин (будова покривних тканин, реакція клітинного соку, наявність алкалоїдів, фенолів, танінів, фітонцидів), яка попереджає розвиток паразита в їх тканинах.

*Набутий імунітет* - властивість рослини протистояти захворюванню, набута в процесі їх індивідуального розвитку (онтогенезу). Він виникає в результаті перенесеної хвороби або під дією зовнішніх впливів (вакцинація, хімічна імунізація, удобрення, мікроелементи, антибіотики, умови вирощування).



### **Рис. 8.2.1. Типи прояву імунітету**

#### ***Контрольні запитання.***

1. Назвіть основні групи квіткових рослин-паразитів.
2. Якими є основні відмінності між квітковим рослинами-паразитами.
3. Які квіткові рослини-паразити є найбільш небезпечними для культурних рослин?
4. Як відбувається живлення у безхлорофільних рослин-паразитів? Які поживні речовини безхлорофільні рослини-паразити забирають від вищих рослин?
5. Назвіть видовий склад безхлорофільних рослин-паразитів.
6. Які проводять заходи боротьби з безхлорофільними рослинами-паразитами?
7. Назвіть типового представника зеленого квіткового напівпаразита. Як відбувається його ріст та розвиток за рахунок вищих рослин?
8. Що розуміють під імунітетом рослин? Назвіть основні типи прояву імунітету у рослин.

## Лекція 9.

### Тема 9. Методи захисту сільськогосподарських культур від хвороб

#### План

- 9.1. Селекційно-генетичний метод захисту рослин.
- 9.2. Агротехнічний метод захисту рослин
- 9.3. Фізико-механічний метод захисту рослин
- 9.4. Біологічний метод захисту рослин
- 9.5. Хімічний метод захисту рослин
- 9.6. Карантин рослин

Надійний захист сільськогосподарських культур від хвороб можна забезпечити тільки системою (комплексом) захисних заходів – *інтегрованим методом*.

Система заходів по боротьбі з хворобами рослин - це сполучення різних науково обґрунтованих, перевірених практикою прийомів, які забезпечують, з одної сторони, створення сприятливих умов для розвитку рослин і підвищення стійкості їх до патогенів, з іншої - пригнічення розвитку збудників хвороб і максимальне зниження втрат врожаю спричинене фітопатогенами.

Основні методи боротьби із збудниками хвороб: селекційно-генетичний, агротехнічний, біологічний, фізико-механічний, хімічний та карантин рослин.

#### 9.1. Селекційно-генетичний метод захисту рослин

Селекційно-генетичний метод ґрунтується на створенні та впровадженні у виробництво сортів і гібридів, нечутливих до розмноження шкідливих організмів і стійких проти пошкоджень.

Особливу увагу заслуговує штучний добір і використання тих сортів, які виявляють стійкість проти найбільш поширених і небезпечних видів шкідливих організмів у конкретних агрокліматичних зонах. Необхідність зміни сортів пов'язана з тим, що їх стійкість з часом зменшується, а згодом втрачається зовсім. Причиною цього є властива патогенним мікроорганізмам здатність пристосовуватись до нових рослин-живителів. По-перше, кожен вид патогену на території країни представлений багатьма популяціями, які в генетичному відношенні є гетерогенними, тобто складаються з різних за вірулентністю рас, штамів, патотипів. По-друге, в популяціях мікроорганізмів спостерігається швидке утворення нових за вірулентністю і агресивністю форм внаслідок їх мінливості. До того ж завдяки значній швидкості розмноження, нові раси патогену протягом кількох років здатні поширитись на великій території, витісняючи інші, менш вірулентні та агресивні раси збудників і уражуючи сорти, раніше стійкі до тієї чи іншої хвороби. У деяких випадках це може набути форми епіфітотії, особливо при вирощуванні чутливих сортів на великих площах. Вирощування сортів з підвищеною стійкістю до хвороб і шкідників зводить до мінімуму проведення захисних заходів (особливо хімічного методу),



значно знижує витрати на їх проведення, підвищує ефективність виробництва, істотно зменшує забруднення навколишнього природного середовища. Нині в Україні є багато сортів і гібридів різних культур, стійких і відносно стійких до одного чи групи збудників хвороб і шкідників, використання яких радикально впливає на стан навколишнього середовища і рентабельність рослинництва.

## 9.2. Агротехнічний метод захисту рослин

*Агротехнічний метод* - це метод використання агроценозів, спрямований на підвищення продуктивності рослин як фактора, що змінює умови життя шкідливих організмів. У загальній системі заходів цей метод є одним з основних.

Серед агротехнічних прийомів істотне значення мають:

- землевпорядкування - всебічно обґрунтована, екологічно правильна організація земельної території господарства;
- освоєння сівозмін з правильним чергуванням культур;
- добір сортів і гібридів з урахуванням їх стійкості, конкурентоспроможності й толерантності щодо шкідливих організмів і інших несприятливих факторів;
- оптимізація систем обробітку ґрунту та удобрення;
- підготовка високоякісного посівного та садивного матеріалу;
- добір строків і способів сівби та висаджування, збирання урожаю;
- планування та організація застосування засобів захисту і оцінка їх ефективності, визначення доцільності їх використання та методів застосування.

Агротехнічні заходи поєднують дві функції:

- забезпечення сприятливих умов для росту і розвитку культурних рослин;
  - обмеження розмноження і поширення шкідників, хвороб і бур'янів.
- Комплекс агротехнічних заходів створює фон, на якому застосовуються наступні засоби захисту рослин.

Формування агробіоценозу починається ще в попередньому році і певною мірою залежить від наявного там рослинного покриву. Водночас посів поточного року є основою не тільки цього року, а й майбутньої агроєкосистеми. Таким чином, ефективного поліпшення фітосанітарного стану сільськогосподарського угіддя можна досягти завдяки управлінню екологічними умовами не тільки в сівозміні в цілому, а й на окремих полях протягом одного сезону.

Своєчасне та якісне проведення агротехнічних заходів дає змогу істотно знизити як запас інфекції збудників хвороб у ґрунті, так і чисельність зимуючих видів шкідників. За допомогою агротехнічних заходів змінюються екологічні умови у ґрунті, підвищується або знижується стійкість рослин до збудників хвороб і шкідників. Крім того, змінюються патогенні властивості мікроорганізмів, рівень життєдіяльності комах. Фактори, які формуються при проведенні агротехнічних заходів, впливають на умови існування шкідників,

живлення рослин і порушують взаємовідносини, що склалися між шкідливими організмами і рослиною-живителем.

У регулюванні чисельності, розвитку та шкодочинності шкідливих організмів важливе місце відводиться сівозмінам.

*Сівозміна* - це науково обґрунтоване чергування сільськогосподарських культур у часі й на території. Чергування у часі - це щорічна або періодична зміна культур на конкретному полі. Чергування на території означає, що земельний масив сівозміни поділений на поля, на яких щороку (почергово) вирощують культури. Її основним принципом є розмежування у часі й просторі біологічно споріднених культур шляхом поєднання в ланках рослин різних родин.

В основі сівозміни лежить науково обґрунтована структура посівних площ. Сільськогосподарські культури і засоби їх вирощування неоднаково впливають на фізичні, хімічні й біологічні властивості ґрунту не тільки в період їх вирощування, а й у наступні роки. Саме тому при розміщенні культур у сівозміні слід дотримуватися певного порядку їх чергування, який ґрунтується на неоднаковій вибагливості різних сільськогосподарських культур до родючості ґрунту.

Порядок чергування культур у сівозмінах визначається з урахуванням агроєкологічних умов, що створюються на полі культурою-попередником. Не можна висівати культури на полі, де попередниками були рослини, які мають спільну шкідливу фауну або уражуються однаковими збудниками хвороб. Таким чином, сівозміна є головним профілактичним заходом, який дає змогу значною мірою обмежити шкодочинність або й повністю нейтралізувати небезпеку для врожаю потенційних, спеціалізованих шкідників, хвороб і бур'янів.

Велике значення в сівозміні мають попередники. Кожний вид рослин відрізняється специфічністю мікрофлори і захисними речовинами (фітонцидами), які виділяються кореневою системою. Знаючи ці особливості, можна регулювати співвідношення шкідливих і корисних мікроорганізмів у ґрунті шляхом підбору певних культур. Цим же методом можна запобігти накопиченню шкідників у ґрунті.

*Система обробітку ґрунту у сівозміні.* Механічний обробіток ґрунту поряд із сівозмінами і добривами є важливою ланкою інтенсивних систем землеробства. Під час обробітку ґрунту під дією робочих органів ґрунтообробних машин і знарядь здійснюються такі технологічні операції: перевертання, розпушування, ущільнення, вирівнювання поверхні ґрунту, підрізування бур'янів, створення мікрорельєфу.

Важливе значення має глибоке загортання післязбиральних решток рослин, які є джерелом збереження і поширення навесні хвороб і шкідників. Водночас такі заходи, як лущення стерні, оранка на зяб, культивація міжрядь просапних культур, негативно впливають на розвиток багатьох шкідливих організмів.

При виборі найкращого для певної ситуації типу основного обробітку треба враховувати багато факторів: ґрунтово-кліматичні умови та зволоження,

кількість продуктивної вологи в орному шарі та характер погоди в період проведення обробітку, стан розмноження й розвитку шкідників. Його провідним принципом є розмежування у часі й просторі біологічно споріднених культур, шляхом поєднання в ланках рослин різних родин, нечутливих до головних видів потенційних шкідників і хвороб, врахування рівня забур'яненості кожного окремого поля тощо.

*Удобрення та підживлення.* Добрива активно впливають на ценози сільськогосподарських культур. Від внесення добрив залежать умови розвитку як рослин, так і шкідливих організмів. Цей вплив виявляється у зміні мікроклімату в посівах, морфологічних особливостях рослин і фенологічних фазах їх розвитку, що створює передумови різних рівнів розвитку хвороб, розмноження шкідників і бур'янів. Наукою і практикою встановлено, що майже на всі види бур'янів та на велику групу шкідників і хвороб добрива діють безпосередньо. У зв'язку з цим всебічно обґрунтоване застосування добрив є дуже важливою умовою оптимізації як технологій вирощування сільськогосподарських культур в цілому, так і складових елементів їх систем захисту від шкідливих організмів. В окремих випадках цілеспрямований добір форм і строків застосування добрив дає змогу одночасно вирішувати завдання боротьби з деякими видами шкідників, хвороб і оптимізації режиму живлення рослин.

Найбільші можливості і провідне значення у формуванні задовільних фітосанітарних умов у посівах сільськогосподарських культур за допомогою добрив має оптимізація режиму живлення рослин. Цей підхід дає змогу поєднати захист від шкідливих об'єктів з одержанням високого урожаю культури.

Певне значення у підвищенні стійкості сільськогосподарських культур проти хвороб має внесення мінеральних добрив, збалансованих за фосфором і калієм. Застосування підвищених доз азоту сприяє регенерації пошкодженої вегетативної маси рослин і зменшенню втрат урожаю від багатьох видів шкідників. Водночас не збалансовані за фосфором і калієм дози азоту можуть значно знизити стійкість культур проти хвороб. Це необхідно враховувати, особливо при застосуванні азотних добрив для позакореневого підживлення.

Істотна роль в обмеженні розвитку ряду хвороб належить мікродобривам. Так, внесення бору є ефективним заходом захисту буряків від гнилі сердечка. Позакореневе підживлення рослин солями цинку, марганцю, міді, молібдену та інших мікроелементів сприяє стійкості багатьох культур проти інфекційних хвороб.

*Підготовка насінневого і садивного матеріалу.* Якість насінневого і садивного матеріалу часто має вирішальне значення для зменшення пошкодження сільськогосподарських культур шкідниками і ураження хворобами. Підготовка насіння до сівби залежить від культури та стану насіння і включає такі основні прийоми: очищення, сортування, калібрування, повітряно-теплове обігрівання, протруювання тощо.

Сівба високоякісним насінням є одним з основних агротехнічних заходів, спрямованих на вирощування високих врожаїв сільськогосподарських культур.

Показниками якості посівного матеріалу є чистота, схожість, посівна придатність, енергія проростання, маса 1000 насінин, натура зерна, вирівняність, пошкодженість шкідниками та вологість. Сортова чистота насіння першої - третьої категорії повинна бути не нижче 98%.

В обмеженні поширення бур'янів важливу роль відіграє очищення насіння зерноочисними машинами, вилучення плескатої, дрібною за розміром і подрібненою насіння, яким передаються збудники багатьох інфекційних хвороб і поширюються деякі шкідники. Крім того, правильно підготовлений насіннєвий матеріал забезпечує дружну появу та розвиток сходів, сприяє підвищенню стійкості культурних рослин проти комплексу несприятливих факторів.

*Способи і строки сівби* залежать від біологічних особливостей культур. Однією з основних вимог до способів сівби є створення оптимальної густоти рослин у посівах, що забезпечує найбільш інтенсивне наростання асиміляційної листової поверхні - основного фактора урожайності. Строки сівби залежать також і від умов навколишнього середовища. Вони визначаються утворенням сприятливих умов прогрівання та зволоження ґрунту для одержання дружних сходів та їх інтенсивного розвитку на першому етапі органогенезу рослин. Строками сівби необхідно маневрувати так, щоб забезпечити дружні сходи та максимально обмежити дію шкідливих організмів. Дотримання оптимального строку сівби має важливе значення для формування майбутньої продуктивності, а також підвищення стійкості посівів проти хвороб і деяких шкідників.

Глибина загортання насіння залежить від багатьох факторів. Вона впливає на зараження сходів фітопатогенними організмами і пошкодження шкідниками. При оптимальній глибині загортання насіння створюються кращі умови для його проростання, дружної появи сходів, що сприяє зниженню ураження їх шкідливими організмами.

### **9.3. Фізико-механічний метод захисту рослин**

*Фізико-механічний метод* ґрунтується на використанні фізичних явищ для захисту рослин від шкідливих організмів. Для цього використовуються різні джерела енергії (світлові, теплові, радіоактивне випромінювання тощо).

Найбільше поширення в захисті рослин має термічне знезараження, що використовується для знищення збудників хвороб і шкідників, які знаходяться на поверхні і всередині насіння, та садивного матеріалу рослин, а також для знищення шкідливих організмів у парниках і теплицях.

Для термічного знезараження зерна пшениці і ячменю проти летючої сажки використовується кілька типів установок, які відрізняються за конструкцією, продуктивністю та технологічним процесом. Найбільшого поширення в СНД набула установка КТС-0,5 (комплект устаткування для термічного знезараження насіння) продуктивністю 0,4-0,5 т/год.

Для знищення шкідників запасів зерно нагрівають до 50 - 60 °С і витримують його при цій температурі відповідно 35 - 10 хв.

Проти вірусної інфекції ефективна термічна обробка насіння овочевих культур, за якої воно знезаражується не лише від зовнішньої, а й від внутрішньої інфекції.

Для знезараження насіння капусти його витримують 20 хв. у воді при температурі 50 °С, моркви - при 52 - 53 °С, а потім охолоджують у холодній воді 2 - 3 хвилини і підсушують. З цією ж метою насіння гороху, огірків прогрівають при температурі 50 - 60 °С протягом 4-5 год, кавунів, дині - 3 - 4 год. при такій самій температурі.

Садивний матеріал цибулі (сіянка, вибірка, ріпка), одержаний з посівів, уражених пероноспорозом, прогрівають при температурі 37 - 42°С. Прогріванням цибулі при температурі 42 - 43°С протягом двох діб можна також позбутись цибулевого трипса, кореневого кліща.

Для знищення суничного кліща розсаду знезаражують термічним способом: рослини занурюють у воду, нагріту до 45 - 46°С на 13 - 15 хв. Для знищення суничної нематоди - при температурі 47°С - експозиція 10 - 15 хв. Проти стеблової нематоди малини садивний матеріал нагрівають до 48 °С, експозиція 12 - 17 хв.

Термічний спосіб у закритому ґрунті полягає у дії на шкідливі організми високих температур при підготовці насіння до сівби, а також обробці конструкцій і субстратів у теплицях. Пропарювання ґрунту в теплицях при температурі близько 100 °С знищує багатьох збудників хвороб, а також шкідників овочевих культур. Для термічного знезараження ґрунту в зимових теплицях використовується шатровий спосіб пропарювання.

Для знищення шкідників насіння у виробництві також використовуються і низькі температури (проморожування складських приміщень, субстратів парників і теплиць). Низькі температури уповільнюють або зовсім припиняють діяльність багатьох шкідливих комах і кліщів. Вологе насіння не слід проморожувати при температурі нижче мінус 5 - 8 °С.

Очищення насіння сільськогосподарських культур на зерноочисних машинах також є ефективним засобом зменшення кількості шкідників і хвороб, які зберігаються і поширюються з насінням. Своєчасне післязбиральне очищення і сушіння зерна до кондиційної вологості значно зменшує його ураженість багатьма фітопатогенними організмами.

Фізико-механічні засоби широко використовуються у боротьбі з шкідниками та хворобами в плодових і ягідних насадженнях. У багатьох випадках вони трудомісткі і проводяться вручну, але їх застосування є необхідним, наприклад, збирання і знищення зимуючих гнізд білана жилкуватого і золотогоуза, знищення яйцекладок непарного шовкопряда, а також сухих і муміфікованих плодів і падалиці з пошкодженням різними шкідниками та хворобами, очищення стовбурів та основних гілок від відмерлої кори, лікування пошкоджених чорним раком, цитоспорозом та іншими хворобами місць і замурування дупел тощо.

З метою запобігання сонячним опікам стовбури та основні гілки білять вапняним молоком. У невеликих садах практикується струшування жуків-довгоносиків (рано навесні) на полотнища, розстелені під деревами. Для

виловлювання гусениць яблуневої плодожерки використовують ловильні пояси, під які заповзають й інші шкідники.

Вирізання ушкоджених пагонів малини, смородини необхідно проводити під корінь. За можливості згрібають і компостують листя і рослинні рештки, щоб запобігти накопиченню шкідників і збудників хвороб.

На фізико-механічних властивостях насіння соняшнику і склероціїв збудника білої і сірої гнилей розроблено технологію очищення насіння. Цей спосіб передбачає занурення насіння в нагріту до 35 - 40 °С воду, що дає можливість повністю (95-98%) видалити склероції із посівного матеріалу.

Для закритого ґрунту фізико-механічні заходи полягають у своєчасному збиранні та знищенні шкідливих організмів і рослин спалюванням. Для запобігання поширенню тепличної білокрилки використовують різного роду пастки.

Атрактивність (приваблюваність) для комах жовтої частини спектра використовується при виготовленні кольорових клейових пасток. Для боротьби з тепличною білокрилкою в закритому ґрунті використовують пастки у вигляді пластин (25 x 40, 40 x 50, 30 x 60 см) або циліндрів. Для виготовлення кольорових пасток використовується жовтий пластик, плівка, а також фанерні або алюмінієві пластинки, пофарбовані в жовтий колір. Пастки змащують спеціальним ентомологічним клеєм. Для виловлювання метеликів яблуневої плодожерки та деяких інших шкідників використовують різні світлопастки.

До фізико-механічних засобів належать також заходи механічного знищення осередків шкідливих організмів у посівах і насадженнях сільськогосподарських культур, а також проміжних рослин-живителів. З фізичних явищ у захисті рослин можливе також використання приваблювальної або відлякувальної дії звукових коливань тощо.

#### **9.4. Біологічний метод захисту рослин**

Термін «біологічний метод боротьби» вперше був запропонований Л.Говардом (США) в 1916 р.

Суть біологічного методу полягає у використанні для захисту рослин від шкідливих організмів їх природних ворогів (хижаків, паразитів, антагоністів, гербіфагів), продуктів їх життєдіяльності (антибіотиків, гормонів, феромонів та їх аналогів). Однак діяльність природних популяцій хижаків і паразитичних видів часто буває недостатньою для того, щоб зменшити чисельність шкідників до економічно невідчутного рівня. У деяких випадках успішного пригнічення розмноження шкідливих видів можна досягти спеціальними заходами при збагаченні видового складу фауни паразитів і хижаків і штучного збільшення чисельності їх популяцій.

Біологічний метод включає три основні групи заходів: збереження та збагачення природних популяцій ентомофагів і корисних для захисту рослин мікроорганізмів в агроценозах; випуск на поля ентомофагів, розведених у лабораторних умовах; використання патогенних організмів та продуктів їх життєдіяльності. Кожен із заходів біологічного методу має свою специфіку та виявляє ефективність за певних умов.

Максимальне збереження природних компонентів агроценозів є найбільш перспективним, доступним і ефективним. Це можна здійснити шляхом раціонального застосування пестицидів і використання комплексу агротехнічних заходів. Важливими елементами менш небезпечного для корисної фауни і флори застосування пестицидів є використання критеріїв граничної шкодочинності шкідливих організмів, диференційованих норм витрат препаратів з урахуванням чисельності шкідливих організмів і співвідношення їх з корисними, фенологічних строків і засобів локального застосування токсикантів, впровадження селективних препаратів та ін. Серед агротехнічних прийомів, що створюють умови для розмноження ентомопатогенів, найважливіше значення мають обробіток ґрунту і строки сівби культури.

Основним способом збагачення агроценозу ентомофагами є їх *інтродукція і акліматизація* (завезення з однієї зони в іншу та пристосування їх до існування в нових умовах); *внутрішньоареальне переселення* (переселення в межах ареалу) спеціалізованих ентомофагів зі старих осередків шкідників у нові, де ці види відсутні або малочисельні; *сезонна колонізація*, що полягає у штучному розмноженні та щорічному випуску ентомофагів. Його застосовують для компенсації асинхронності у розвитку паразитів і хижаків та їх головних живителів.

Наявність масових захворювань комах у природі та їхня роль в обмеженні чисельності шкідливих видів є передумовою для штучного відтворення захворювань комах, тобто для розробки мікробіологічного методу захисту. Більшість видів мікроорганізмів мають специфічну дію на певні види шкідників і не впливають безпосередньо на ентомофагів. Видова специфічність найбільше виявляється у збудників вірусних захворювань (гранульози, поліедрози). Менш специфічні бактерії з групи кристалотвірних та мускардинні гриби. Мікробні препарати, як правило, діють повільніше, ніж хімічні інсектициди. Проте у ентомопатогенних мікроорганізмів спостерігається значний ефект післядії: зниження плодючості комах, що вижили, подальше послаблення життєздатності личинок.

На основі мікроорганізмів створено декілька біопрепаратів, зокрема бітоксисабацилін, боверін, вірін, гаупсин, лепідоцид, фітоверм.

Біологічна боротьба із збудниками хвороб рослин ґрунтується на використанні таких взаємовідносин між організмами як антагонізм, конкуренція, гіперпаразитизм. Найширшого практичного використання серед антагоністів набули гриби *Trichoderma*, і актиноміцети, бактерії - спорові *Bacillus subtilis* і неспорові з роду *Pseudomonas*.

Можливості біологічного методу боротьби з бур'янами на основі використання кліщів, комах, вірусів, грибів поки що обмежені. Для боротьби зі злісними бур'янами (берізка польова, амброзія, гірчак, осоти), які обмежено знищуються агротехнічними заходами або гербіцидами, використовуються берізковий щетинник, несправжній слоник, совка тарахідія. Гірчак звичайний пошкоджують гірчакова нематода, галотвірні кліщі, деякі види галиці. Проти

поширених паразитів багатьох культурних рослин - заразих використовується мушка фітоміза.

Гірчакова іржа при потраплянні на рослини гірчака спричинює затримку росту стебла, листків, квітів, насіння формується неповноцінним або зовсім не формується. Серед численних бактерій і грибів є види, продукти обміну яких можна використовувати проти бур'янів, але теоретичні основи такого підходу поки що не розроблені.

Порівняно з іншими методами захисту біологічний має низку переваг: більша тривалість дії, безпечність для людей, теплокровних тварин і навколишнього природного середовища.

Практичне значення в боротьбі з шкідливими організмами мають мікробіологічні препарати: бактоспеїн, БІП (біологічний інсектицидний препарат), бітоксисацілін, гомелін, дендробацілін, децимід, новодор, турингін, бактероденцид, а також гриби - боверин, вертицилін, триходермін, бактофіт, фітобактеріоміцин, фітолавін, трихотецин, ризоплан, ампеломіцин та ін.

У біологічному захисті рослин від шкідливих комах і кліщів важливу роль відіграють:

- *хижаки* - амблісейулус, фітосейулус, галиця афідиміза, золотоочка звичайна, циклоніда та ін.;
- *паразити* - трихограма, енкарзія, афідіус, лізіфлебус та ін.

Біологічний метод ефективний також проти злісного паразита - вовчка, який уражує соняшник, тютюн та інші культури. Для його знищення використовують муху фітомізу, личинки якої пошкоджують стебла і насіння вовчка.

У польових умовах слід обережати від знищення жуків-сонечок та їх личинок, а також личинок золотоочок, мух-дзюрчалок, які знищують попелиць.

Велике значення у використанні природних популяцій ентомофагів для захисту рослин мають заходи, що сприяють їх розмноженню: підсів нектароносів, зменшення застосування пестицидів, застосування інсектицидів вибіркової дії, уникнення суцільних обробок посівів інсектицидами, застосування профілактичних обробок посівів пестицидами тощо.

Останніми роками широкого застосування у виробництві набула вакцинація рослин слабовірулентними вірусами. В основу її покладено явище інтерференції, тобто пригнічення дії одного штаму вірусу іншим при змішаній інфекції. З цією метою, зокрема, використовується послаблений штам вірусу тютюнової мозаїки (ВТМ) для захисту помідорів у закритому ґрунті.

## 9.5. Хімічний метод захисту рослин

*Хімічний метод* передбачає використання пестицидів для запобігання розвитку і знищення шкідників, хвороб рослин і бур'янів при масовому їх розмноженні та поширенні.

Сучасний асортимент пестицидів включає велику кількість препаративних форм, більшість з яких належать до різних груп органічних сполук. Різні групи хімічних речовин і навіть окремі препарати характеризуються певною специфікою фізіологічного механізму дії, при цьому деяким речовинам



притаманна вибіркова токсичність щодо різних груп або окремих видів шкідливих організмів. За походженням діючого інгредієнта пестициди бувають неорганічні, органічні та біологічні. Неорганічні і органічні сполуки становлять найбільш численну групу. Залежно від хімічного складу діючих речовин органічні пестициди поділяються на хімічні групи (класи). Біологічні пестициди мають рослинне, грибне, вірусне, бактеріальне походження.

Використання пестицидів визначається їх високою біологічною, економічною, господарською ефективністю, універсалізмом, доступністю використання. Універсалізм полягає в тому, що пестициди можна застосовувати на різних видах рослин, проти різних шкідливих організмів і різними способами. За цими та іншими позитивними показниками хімічний метод належить до числа найбільш поширених.

Поряд з цілою низкою переваг хімічний метод має і свої недоліки. Висока стійкість пестицидних речовин до впливу на них факторів природного середовища сприяє забрудненню останнього. Хоча нині значення пестицидів як забрудників екологічної системи повністю доведено, вивченню цього питання ще не приділяється достатньої уваги. Найбільш важливими факторами, які запобігають зменшенню забруднення навколишнього природного середовища, є зменшення норм витрати препаратів, кратності застосування і деякі інші фактори раціонального їх використання. При цьому обов'язковим залишається збереження високої біологічної ефективності при їх застосуванні.

Широке впровадження у виробництво інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур значною мірою спричинює зростання пестицидного навантаження на поля, веде до порушення рівноваги в агробіоценозах, до можливого підвищення резистентності шкідливих організмів, збільшення небезпеки забруднення навколишнього природного середовища та урожаю.

Враховуючи сучасні успіхи та відповідні недоліки інтенсивних технологій, вчені сформуvalи новий екологічний напрям у захисті рослин, який передбачає не повне знищення тих чи інших видів, які завдають шкоди сільськогосподарським культурам, а обмеження їх чисельності нижче порогу шкодочинності. Цей напрям у світовому землеробстві дістав назву інтегрованого захисту рослин.

## 9.6. Карантин рослин

*Карантин рослин* - це система державних заходів, направлена на захист рослинного багатства країни від заносу та вторгнення із інших держав (територій) карантинних та інших особливо небезпечних шкідників, збудників хвороб рослин і бур'янів, а у випадку проникнення карантинних об'єктів - на локалізацію їх вогнищ розповсюдження.

В залежності від завдань розрізняють зовнішній та внутрішній карантин.

*Зовнішній карантин* направлений на захист рослинних багатств від ввозу відсутніх карантинних або інших особливо небезпечних шкідників, збудників хвороб і бур'янів і на попередження вивозу з матеріалом, який експортується карантинних об'єктів, обговорених в договорах з країною-імпортером. До

підкарantinного матеріалу відноситься продукція рослинного походження: насіння культурних і дикорослі рослин, рослини і їх частини, зерно, свіжі і сухі плоди, овочі, волокна технічних культур, борошно, крупа і продукти їх переробки, з якими можуть бути занесені карантинні об'єкти, а також сировина шкірної, трикотажної, текстильної промисловості і для виробництва добрив, які можуть бути переносниками карантинних об'єктів.

*Внутрішній карантин* рослин направлений на попередження та розповсюдження карантинних об'єктів всередині країни, своєчасне виявлення, локалізацію і ліквідацію вогнищ карантинних об'єктів.

Проводяться обстеження посівів, насаджень, ґрунту з метою визначення карантинного стану адміністративно-територіальних районів з точки зору зараження їх карантинними об'єктами.

Зняття карантину оголошується після проведення карантинних заходів і повної ліквідації вогнищ зараження, або в результаті відсутності збудника хвороби, шкідника в списку карантинних об'єктів.

### ***Контрольні запитання.***

1. Що розуміють під інтегрованим захистом сільськогосподарських культур?

2. Назвіть основні методи боротьби із збудниками хвороб рослин.

3. В чому полягає суть селекційно-генетичного методу захисту рослин?

4. Висвітліть агротехнічний метод захисту сільськогосподарських культур. Назвіть основні агротехнічні прийоми направлені на захист сільськогосподарських культур від негативних впливів фітопатогенних організмів.

5. Розкрийте роль сівозміни у захисті сільськогосподарських культур від впливу шкідливих фітопатогенних організмів.

6. Як система обробітку ґрунту впливає на покращення фітосанітарного стану посівів культурних рослин?

7. Вплив удобрення та підживлення рослин на покращення фітосанітарного стану посівів.

8. Вплив підготовки насінєвого та садивного матеріалу на стан розвитку та розповсюдження фітопатогенних організмів.

9. Як строки та способи сівби насіння впливають на покращення фітосанітарної обстановки в посівах культурних рослин?

10. Суть фізико-механічного методу захисту культурних рослин.

11. Термічний спосіб знезараження насінєвого та садивного матеріалу.

12. Які фізико-механічні заходи проводять для захисту сільськогосподарських культур.

13. Суть біологічного методу захисту рослин від фітопатогенних організмів. Назвіть основні групи заходів біологічного методу захисту рослин.

14. Якими є основні способи збагачення агрофітоценозів ентомофагами.

15. Які живі об'єкти для захисту культурних рослин використовує біологічний метод?

16. Суть хімічного методу захисту рослин від фітопатогенних організмів.

Переваги та недоліки застосування хімічного методу захисту рослин.

17. Що розуміють під карантинном рослин? Назвіть основні види карантину рослин.

### Рекомендована література

1. Бредли С. Защита растений / Стивен Бредли. – Москва : Кладезь-Букс, 2003. – 143 с.
2. Бровдій В. М. Біологічний захист рослин / В. М. Бровдій, В. В. Гулий, В. П. Федоренко. – К. : Світ, 2004. – 348 с.
3. Верещагин Л. Н. Вредители и болезни зерновых колосовых культур / Л. Н. Верещагин. – К. : Юнівест Маркетинг, 2001. – 128 с.
4. Державні санітарні правила транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві. – К., 1988. – 70 с.
5. Довідник із захисту рослин / за ред. М. П. Лісового. – К. : Урожай, 1999. – 744 с.
6. Євтушенко М. Д. Фітофармакологія : підручник / [М. Д. Євтушенко, Ф. М. Марютін, В. П. Туренко, В. М. Жеребко, М. П. Секун]. – К. : Вища освіта, 2004. – 432 с.
7. Защита растений от болезней / под ред. В. А. Шкаликова. – Москва : Колос, 2001. – 244 с.
8. Ковалишина Г. М. Що впливає на схожість насіння / Г. М. Ковалишина // Карантин і захист рослин. – 2004. – № 8. – С. 1-3.
9. Марков І. Л. Практикум із сільськогосподарської фітопатології / І. Л. Марков. – К. : Урожай, 1998. – 272 с.
10. Марютін Ф. М. Фітопатологія : навч. посіб. / Ф. М. Марютін, М. О. Білик, В. К. Пантелєєв. – Харків : Еспада, 2008. – 552 с.
11. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. С. О. Трибеля. – К. : Світ, 2001. – 448 с.
12. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. – К. : Юнівест Медіа, 2008. – 448 с.
13. Пересипкін В. Ф. Сільськогосподарська фітопатологія: підручник / В. Ф. Пересипкін. – К. : Аграрна освіта, 2000. – 415 с.
14. Ретьман С. В. Озима пшениця. Технологія захисту посівів з урахуванням конкретної фітосанітарної ситуації / С. В. Ретьман, І. М. Сторчоус, С. М. Бабич // Карантин і захист рослин. – 2006. – № 9. – С. 7-12.
15. Ретьман С. В. Осінній захист озимини / С. В. Ретьман, І. М. Сторчоус, О. В. Шевчук // Карантин і захист рослин. – 2005. – № 1. – С. 7-10.
16. Ретьман С. В. Особливості сівби озимих / С. В. Ретьман, О. В. Шевчук, Т. М. Кислих // Карантин і захист рослин. – 2008. – № 9. – С. 7-9.

17. Ретьман С. В. Протруєне насіння – якісний урожай / С. В. Ретьман, О. В. Шевчук // Карантин і захист рослин. – 2005. – № 3. – С.1-4.
18. Ретьман С. В. Фітопатогенний комплекс озимої пшениці в Лісостепу України / С. В. Ретьман // Карантин і захист рослин. – 2008. – № 4. – С. 5.
19. Ретьман С. В. Фунгіциди нового покоління для захисту посівів озимої пшениці від фітоінфекції / С. В. Ретьман // Карантин і захист рослин. – 2007. – № 10. – С. 19-20.
20. Ретьман С. В. Час протруювати насіння / С. В. Ретьман // Карантин і захист рослин. – 2005. – № 9. – С.2.
21. Рубан М. Б. Шкідники багаторічних насаджень : практикум / [М. Б. Рубан, Я. М. Гадзало, М. Д. Євтушенко та ін.]. – К. : Урожай, 1999. – 272 с.
22. Рубан М. Б. Шкідники овочевих і плодово-ягідних культур та заходи захисту від них: навч. посібник / М. Б. Рубан, Я. М. Гадзало, І. М. Бобось. – К. : Урожай, 2004. – 264 с.
23. Рубан М. Б. Шкідники польових культур: практикум / [М. Б. Рубан, С. І. Антонюк, О. І. Гончаренко, М. І. Ігнатко, Д. О. Роїк]. – К. : Урожай, 1996. – 232 с.
24. Секун М. П. Довідник із пестицидів / [М. П. Секун, В. М. Жеребко, О. М. Лапа, С. В. Ретьман, Ф. М. Марютін]. – К. : Колобіг, 2007. – 360 с.
25. Семененко А. В. За стабільного потепління. Фітосанітарний стан та рекомендації щодо захисту основних сільськогосподарських культур / А. В. Семененко, О. Б. Сядриста // Карантин і захист рослин. – 2005. – № 5. – С.1-7.
26. Федоренко В. П. Інтегрована система захисту озимих зернових колосових культур / В. П. Федоренко, С. В. Ретьман // Карантин і захист рослин. – 2006. – № 1. – С. 19-22.
27. Федоренко В. П. Основні аспекти поліпшення фітосанітарного стану посівів зернових культур / В. П. Федоренко, С. О. Трибель, С. В. Ретьман // Карантин і захист рослин. – 2007. – № 1. – С. 6-8.
28. Федоренко В. П. Стратегія і тактика захисту посівів зернових колосових культур з огляду на розвиток шкідників і хвороб / В. П. Федоренко // Карантин і захист рослин. – 2004. – № 4. – С. 2-4.
29. Федоренко В. П. Хвороби зернового поля / В. П. Федоренко // Карантин і захист рослин. – 2004. – № 10. – С.1-2.
30. Федоренко В. П. Шкідники сільськогосподарських рослин / В. П. Федоренко, Й. Т. Покозій, М. В. Круть. – К. : Колобіг, 2004. – 356 с.
31. Федоренко В. П. Чотири основоположних принципи до організації захисту зернових культур / В. П. Федоренко, С. В. Ретьман // Карантин і захист рослин. – 2004. – № 10. – С. 3-4.
32. Шёбер-Бутин Б. Иллюстрированный атлас по защите сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей / Б. Шёбер-Бутин, Ф. Гарбе, Г. Бартельс. – Москва : Контэнт, 2005. – 232 с.

### **Перелік питань для екзаменаційного контролю знань**

1. Дайте визначення фітопатології, як науці. Назвіть основні завдання фітопатології.
2. Назвіть основні методи досліджень, які використовує фітопатологія та її види залежно від напрямку досліджень.
3. Назвіть століття на яке припадає становлення фітопатології, як науки. Які періоди виділяють у історії розвитку фітопатології?
4. Що розуміють під хворобою рослин? Які фізіологічні порушення відбуваються в рослинному організмі при ураженні його хворобою? На які показники урожайності впливають фізіологічні порушення в уражених хворобою сільськогосподарських культур?
5. Назвіть зовнішні та внутрішні анатомо-морфологічні зміни, які виникають у рослинному організмі внаслідок ураження його хворобою. Охарактеризуйте кожен із анатомо-морфологічних змін. На які показники урожайності впливають анатомо-морфологічні зміни в уражених хворобою сільськогосподарських культур?
6. Які хвороби рослин називаються загальними (дифузними), а які місцевими (локальними)?
7. Назвіть найбільш розповсюджені симптоми, якими проявляється хвороба. Дайте визначення симптомам хвороб: некроз, нальот, пухлина, наріст, гали.
8. Назвіть найбільш розповсюджені симптоми, якими проявляється хвороба. Дайте визначення симптомам хвороб: пустули, гнилі, в'янення.
9. Назвіть найбільш розповсюджені симптоми, якими проявляється хвороба. Дайте визначення симптомам хвороб: деформація органів рослин, муміфікація, руйнування органів, хлороз та мозаїка.
10. За якими основними принципами класифікують хвороби сільськогосподарських культур? Охарактеризуйте кожен принцип класифікації хвороб рослин.
11. Які хвороби сільськогосподарських культур називаються неінфекційними? Назвіть основні заходи боротьби з неінфекційними хворобами.
12. Якими симптомами проявляється неінфекційне захворювання рослин при нестачі основних елементів живлення - азоту, фосфору та калію?
13. Якими симптомами проявляється неінфекційне захворювання рослин при нестачі елементів живлення: магнію, кальцію, марганцю?

14. Якими симптомами проявляється неінфекційне захворювання рослин при нестачі елементів живлення: заліза, цинку, бору, міді?
15. В чому проявляється шкідливий вплив для сільськогосподарських культур надлишку елементів живлення у ґрунті?
16. Як дія низьких та високих температурних показників впливає на функціональний стан сільськогосподарських культур?
17. Якими симптомами на рослинах проявляється дія низької та надмірної зволоженості навколишнього середовища?
18. Назвіть симптоми хвороб, які виникають внаслідок забруднення навколишнього середовища. Який вплив на рослинний організм зумовлює іонізуюче випромінювання?
19. Дайте визначення інфекційним хворобам. Які організми називаються організмами з гетеротрофним способом життя, паразитами та сапрофітами?
20. Назвіть та охарактеризуйте кожен з типів паразитизму збудників хвороб рослин.
21. Які основні властивості фітопатогену зумовлюють ураження ним рослинного об'єкту? Дайте пояснення кожній з властивостей фітопатогену. Які властивості фітопатогену успадковуються та є більш консервативними.
22. За якими принципами здійснюється поділ мікроорганізмів-фітопатогенів на монофагів та поліфагів? Назвіть основні види спеціалізації збудників хвороб рослин.
23. Якими шляхами пройшла еволюція паразитизму? Який тип паразитизму є найвищим ступенем прояву паразитизму?
24. Назвіть етапи патологічного процесу при інфекційному захворюванні. Опишіть, яким чином відбувається зараження рослинного організму фітопатогеном?
25. Охарактеризуйте етап патологічного процесу при інфекційному захворюванні - проникнення фітопатогену у рослинний організм. Назвіть основні шляхи надходження фітопатогену у вищу рослину. Які фітопатогени називаються екзопаразитами та ендопаразитами?
26. Дайте визначення етапам патологічного процесу при інфекційному захворюванні: інкубаційний період, саме поява хвороби.
27. Що розуміють під первинним зараженням (первинною інфекцією) фітопатогеном сільськогосподарських культур? Назвіть джерела інфекції при первинному ураженні рослин.
28. Що розуміють під вторинною інфекцією (наступним зараженням)?
29. Поясніть, що розуміють під ареалом хвороби рослин, ареалом найбільшої шкодочинності хвороби? Розкрийте критерії, за якими визначаються межі розповсюдження фітопатогену у різних ґрунтово-кліматичних зонах земної кулі.
30. Дайте визначення епіфітотії. Назвіть найбільш сприятливі умови для виникнення епіфітотій.
31. Назвіть та охарактеризуйте стадії розвитку епіфітотій. Які чинники впливають на депресію епіфітотії?

32. Назвіть та охарактеризуйте типи епіфітотій. Які властивості фітопатогену впливають на розвиток панфітотій?
33. Дайте загальну характеристику вірусам. Висвітліть структуру вірусної частинки. Які мікроорганізми називаються віроїдами?
34. В чому полягає основна функція нуклеїнової кислоти та білкової оболонки у вірусній частинці? Назвіть основні форми віріонів. В якому фізіологічному стані віруси здатні до змін у власному генетичному матеріалі (мутацій)?
35. Назвіть основні зовнішні симптоми та фізіологічні зміни, які відбуваються у рослинах при ураженні їх фітопатогенними вірусами. Чим відрізняється симптом вірусного ураження рослин - жовтуха, від симптому вірусного ураження рослин - мозаїка?
36. За якими критеріями проводиться сучасна класифікація фітопатогенних вірусів? Назвіть вчених, які внесли свій вклад у розвиток класифікації фітовірусів. Які данні про вірус зашифровуються у криптограмі після назви вірусу? Що розшифровує кожна пара символів та цифр у криптограмі фітовірусу?
37. Назвіть основні способи розповсюдження фітопатогенних вірусів в природі.
38. Назвіть способи передачі фітопатогенних вірусів від однієї рослини до іншої. Дайте характеристику кожному виду передачі вірусів.
39. Якими живими організмами передаються фітопатогенні віруси від рослини до рослини? Назвіть способи передачі вірусів від рослини до рослини комахами.
40. Що розуміють під явищем фітопатологічної конвергенції? Назвіть методи діагностики вірусних захворювань і вірусів, які їх викликають.
41. Розкрийте суть методу діагностики вірусних захворювань рослин - встановлення інфекційності захворювання.
42. В чому полягає суть серологічного методу діагностики вірусних захворювань рослин?
43. В чому полягає суть методу рослин-індикаторів та методу електронної мікроскопії діагностики вірусних захворювань рослин?
44. В чому полягає суть методу внутрішньоклітинних включень та хімічного методу діагностики вірусних захворювань рослин?
45. Розкрийте основні заходи боротьби з виникненням та розповсюдженням вірусних захворювань рослин.
46. Дайте загальну характеристику збудникам інфекційних хвороб - мікоплазмам. Назвіть основні заходи у боротьбі з мікоплазмовими хворобами рослин.
47. Розкрийте загальні відомості про бактерії - збудників хвороб рослин. Як називаються захворювання рослин, які викликаються бактеріями? Які бактерії називаються психрофільними, а які термофільними?
48. Назвіть форми, які бувають у одноклітинних та багатоклітинних бактеріальних структур.

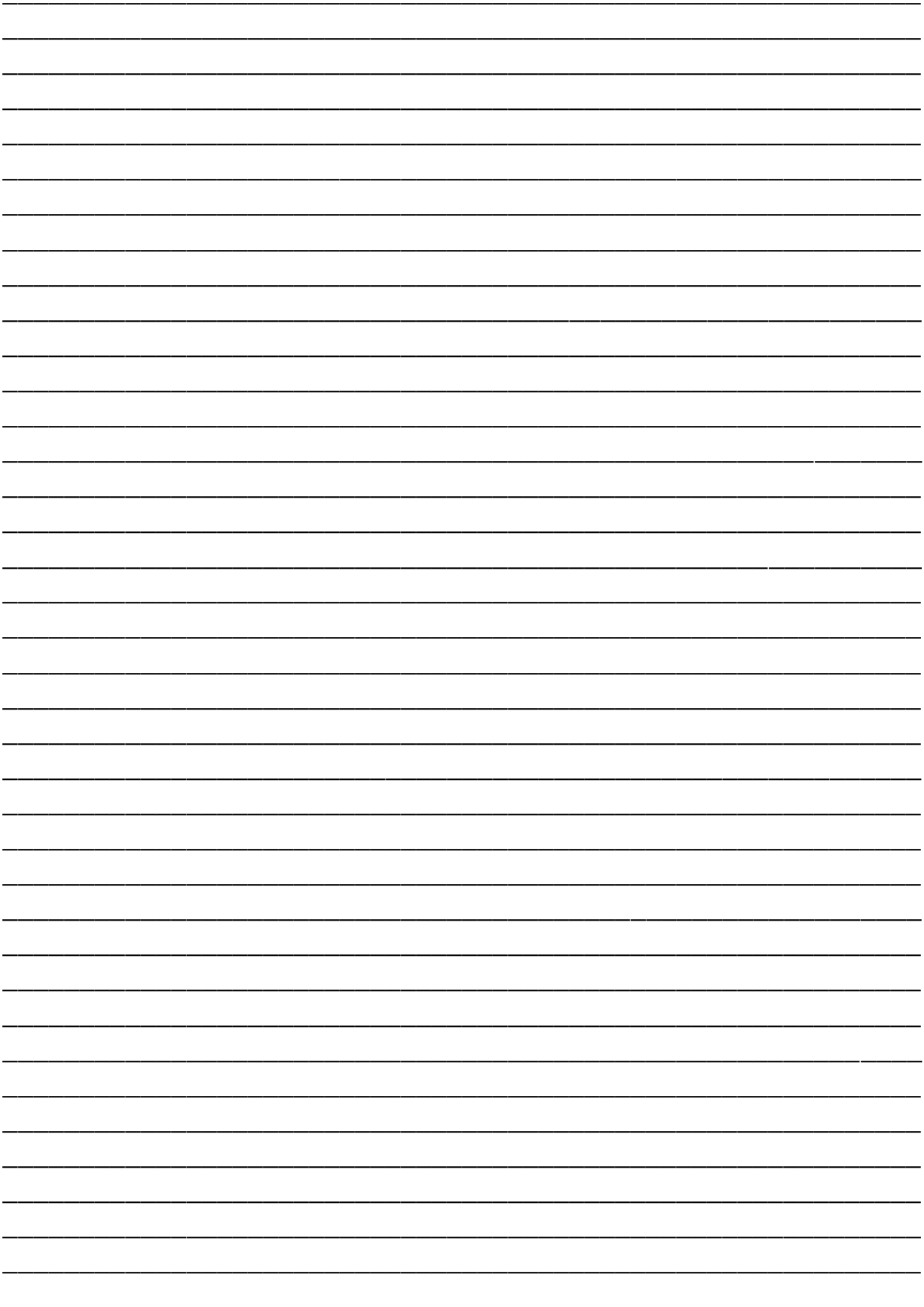
49. Яким чином бактеріальні клітини здатні до руху в оточуючому середовищі? Назвіть типи розміщення джгутиків - органів руху, на бактеріальній клітині.
50. Назвіть ознаки за якими будується сучасна класифікація бактерій. Висвітліть систематику бактерій.
51. Назвіть типи розмноження у бактерій-фітопатогенів.
52. Назвіть типи передачі спадкової інформації при статевому процесі у бактерій. Висвітліть суть кожного типу передачі спадкової інформації.
53. Розкрийте способи живлення бактеріальних клітин, назвіть ферментний склад бактерій. Які симптоми зустрічаються на рослинах при отруєнні їх токсинами бактерій?
54. Якими способами відбувається проникнення бактерій у рослину? Назвіть типи ураження бактеріями тканин рослин та зовнішні симптоми прояву бактеріальних уражень.
55. Назвіть джерела бактеріальної інфекції, способи розповсюдження та класифікаційні групи бактерій стосовно їх розповсюдження по земній кулі.
56. Що необхідно враховувати при складанні захисних заходів рослин у боротьбі з бактеріозами?
57. Дайте характеристику актиноміцетам - збудникам хвороб рослин. За якими ознаками дану групу фітопатогенів вважають перехідною між бактеріями та грибами?
58. Які фітопатогенні організми називаються грибами? Які особливості грибів споріднюють їх з рослинними та тваринними організмами?
59. Які грибні структури називають міцелієм? Які гриби називаються нищими, а які вищими? Назвіть типи міцелію залежно від його розміщення на субстраті. Які види псевдотканин відомі у грибів?
60. Назвіть відомі Вам видозміни міцелію грибів. Поясніть, що таке: ризоїди, апресорії, гаусторії, анастамози?
61. Назвіть відомі Вам видозміни міцелію грибів. Поясніть, що являють собою видозміни міцелію: плівки, тяжі, стрічки, ризоморфи, склероції, склеротичні строми (мумії)?
62. Назвіть відомі Вам видозміни міцелію грибів. Поясніть, що являють собою видозміни міцелію: бластоспори, оїдії (артроспори), хламідоспори, геми?
63. Охарактеризуйте будову та хімічний склад грибної клітини.
64. Якими чином відбувається живлення у грибів? Яка відмінність між фагоцитозом та піноцитозом? Для яких грибів притаманний фаготрофний тип живлення? Назвіть основні елементи живлення для грибів.
65. Що спонукає гриби до розмноження? Які Ви знаєте типи розмноження у грибів? Що таке грибна спора і яка основна її функція?
66. Охарактеризуйте типи безстатевого розмноження у грибів.
67. Дайте визначення, що таке конідії? Назвіть та охарактеризуйте комплекси конідієносців.
68. Що таке статеве спороношення? Назвіть типи статевого процесу у грибів. Яка основна відмінність гаметогамії від гаметангіогамії?



69. Розкрийте, як відбувається статевий процес у високоорганізованих сумчастих грибів?
70. Назвіть найголовнішу відмінність між статевими процесами типу оогамії та зигогамії у грибів.
71. Назвіть та охарактеризуйте плодові тіла сумчастих грибів.
72. Назвіть джерела фітопатогенної грибної інфекції та способи її розповсюдження.
73. Що розуміють під циклом розвитку гриба, одно- та різногосподарністю? Що розуміють під плеоморфізмом у грибів?
74. Охарактеризуйте спеціалізацію грибів щодо субстрату живлення.
75. Висвітліть сучасну систематику грибів. Які гриби називаються нищими, а які вищими?
76. Охарактеризуйте відділ грибів - слизовики, або міксоміцети. Назвіть характерний прояв хвороби на ураженій слизовиками рослині.
77. Охарактеризуйте клас вищих грибів - хітридіоміцети, та назвіть заходи по боротьбі з даними грибами на рослинах.
78. Охарактеризуйте клас вищих грибів - ооміцети, назвіть головну особливість класу.
79. Охарактеризуйте порядок пероноспоріві гриби та родини, які входять до нього.
80. Назвіть симптоми прояву хвороби - несправжньої борошнистої роси та заходи боротьби з нею.
81. Коротко опишіть гриби, які входять до класу зигоміцети.
82. Коротко опишіть гриби, які входять до класу аскоміцети. За якою головною ознакою поділяють клас на підкласи?
83. Опишіть представників підкласу голосумчастих грибів.
84. Назвіть характерну ознаку підкласу плодосумчасті гриби. Коротко охарактеризуйте групи порядків еуаскоміцетів: плектоміцети, піреноміцети та дискоміцети.
85. Розкрийте найголовніші особливості підкласу порожнистосумчастих грибів.
86. Назвіть характерні особливості класу базидіоміцети, розкрийте, яким чином відбувається статевий процес розмноження. Назвіть відомі Вам підкласи класу базидіоміцети.
87. Дайте коротку характеристику підкласу гомобазидіоміцети класу базидіальних грибів.
88. Дайте коротку характеристику підкласу гетербазидіоміцети класу базидіальних грибів.
89. Дайте коротку характеристику підкласу теліоміцети класу базидіальних грибів. Охарактеризуйте порядок сажкових грибів.
90. Дайте коротку характеристику підкласу теліоміцети класу базидіальних грибів. Охарактеризуйте порядок іржастих грибів. Розкрийте повний цикл розвитку іржастого гриба.
91. Висвітліть особливості представників класу дейтеромицети, назвіть найголовніші порядки класу.

92. Назвіть найголовніші особливості квіткових рослин-паразитів. На які групи поділяють квіткові рослини-паразити залежно від місця прикріплення до рослини-господаря? Назвіть представників квіткових рослин-паразитів вищих рослин-господарів.
93. Охарактеризуйте квіткові рослини-паразити: повитицю, заразиху, омелу. Розкрийте способи боротьби з розмноженням та розповсюдженням рослин-паразитів на посівах сільськогосподарських культур.
94. Дайте визначення імунітету рослин. Назвіть типи прояву імунітету рослин.
95. В чому полягає суть застосування селекційно-генетичного методу у захисті рослин від інфекційних та неінфекційних хвороб, квіткових рослин-паразитів?
96. В чому полягає суть застосування агротехнічного методу у захисті рослин?
97. В чому полягає суть застосування фізико-механічного методу у захисті рослин?
98. В чому полягає суть застосування біологічного методу у захисті рослин?
99. В чому полягає суть застосування хімічного методу у захисті рослин?
100. Дайте визначення, що розуміють під карантинном рослин? Назвіть різновидності карантину.





---

---

---

---

---

---

---

---

