

Лекція 10

Тема лекції: «Гриби в життєвих процесах та природних механізмах»

План лекції

1. Вегетативне тіло грибів і його видозміни.
2. Розмноження грибів.
3. Цикли розвитку грибів.
4. Систематика грибів.
5. Симптоми грибних хвороб рослин.

Література

1. Польський Б. М., Торяник В. М. *Основи біології: Різноманітність життя на доорганізмених рівнях. К.: Універсальна книга. 2023. 286 с.*
2. Вигера С. М., Ключевич М. М., Ковальчук Р. Л. Обґрунтування новітньої методології забезпечення здоров'я фітоценозів. *Moderní aspekty vědy: XLVII. Díl mezinárodní kolektivní monografie / Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.. Česká republika: Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o., 2024. P. 166–175.*
3. Вигера С., Ключевич М. *Трофологія : посібник. /за редакцією С. Вигери. Київ : ЦП «Компринт», 2022. 186 с.*
4. *Біологія: навчальний посібник / Р.В. Шаламов, В.І. Підгірний, Ю.В. Дмитрієв, Д.В. Леонт'єв. К. Х.: Веста, 2012. 304 с.*
5. *Дербеньова А. Г. Загальна біологія: Навч. посібник / А. Г. Дербеньова, Р. В. Шаламов Х.: Світ дитинства, 1998. 264 с.*
6. Польський Б.Т. *Основи біології: Різноманітність життя на доорганізмених рівнях: навчальний посібник / Б.М. Польський, В.М. Торяник. Суми : Університетська книга, 2009. 288 с.*
7. *Біотехнологія рослин : [навчальний посібник] / Т.М.Сатарова, О.Є.Абраїмова, А.І.Вінніков, А.В.Черенков. Дніпропетровськ : Адверта, 2016. 136 с.*
8. *Мотузний В.О. Біологія : навч. посіб./ За ред. О.В. Костильова. 2-ге видання. К.: Світ успіху, 2013. 752 с.*
<https://www.microscopemaster.com/cell-biology.html>
<https://nautilus.com.ua/ebook/molekulyarna-biolohiya>
<http://biology.org.ua/index.php?subj=main&lang=ukr&chapter=lib>
<https://www.nature.com/scitable/topic/cell-biology-13906536/>

Зміст лекції

1. Вегетативне тіло грибів і його видозміни.

Гриби являють собою відособлене царство живих організмів (Fungi, або Мусота), рівнозначне царствам рослин і тварин.

Гриби – це еукаріотні гетеротрофні організми, які для свого-росту та розвитку потребують готових поживних речовин.

Поживні речовини грибами поглинаються в розчиненому вигляді з навколишнього середовища. Гриби - найчисленніша група патогенів рослин, яка нараховує більше 100 000 видів.

Вегетативне тіло гриба представлене міцелієм, або грибницею. Основною складовою міцелією є **гіфа** - подовжена галузиста нитка, що має верхівковий ріст. У зв'язку з відсутністю латерального росту всі гіфи в межах одного міцелію мають приблизно однакову товщину. У переважній більшості грибів гіфи і їх видозміни мають оболонку, яка складається із хітину, гемицелюлози і жирних речовин.

Залежно від наявності в гіфах внутрішніх поперечних перегородок (**септ**), розрізняють членистий і нечленистий (септований і несептований) міцелій. *Застосування термінів "клітинний" і "неклеточный", а також "одноклітинний" і "багатоклітинний" слід уникати через їх неточність.* Септи ділять гіфу не на клітини, а на компартменти, лише зовні схожі на клітини. В центрі септи є пора, через яку протоплазма може перетікати з одного компартмента в іншій. В кожному компартменті може міститися довільна кількість ядер, які розташовуються уздовж гіфи з приблизно однаковими інтервалами. Таким чином, гіфи не мають клітинної будови, а клітина як така з'являється у грибів лише на стадії розмноження.

У дріжджеподібних грибів, що відносяться до різних таксонів, вегетативне тіло представлено комплексом брунькувочих клітин, що розмножуються, та забезпечують одночасно і ріст, і розмноження.

Окремі примітивно організовані гриби у якості вегетативного тіла мають амебоїд або плазмодій, позбавлений оболонки.

Міцелій у відношенні до рослини-господаря може бути поверхневим (екзогенним) і внутрішнім (ендогенним). Тому є екзо- і ендопаразити. У свою чергу, ендогенний міцелій може бути внутрішньоклітинним і міжклітинним.

Паразити з екзогенним або міжклітинним міцелієм для поглинання поживних речовин з клітин-господарів утворюють **гаусторії** - проникаючі в клітини відростки міцелія різної форми. Екзогенні паразити, крім того, для прикріплення на клітинах утворюють спеціальні органи у вигляді плоских лопатей - **апресорії**.

Міцелій може бути місцевим (в межах органу або частини рослини) і дифузним (що розповсюджується на всю рослину).

Гриби не мають справжніх тканин, проте здатний до видозмін гіф, формуючи несправжні тканини. Розрізняють два види несправжніх тканин: прозенхіма (рихле переплетення гіф) і псевдопаренхіма, що складається з овальних клітин і щільно переплетених гіф.

Основними видозмінами грибниці є:

- ризоїди - пучки галузистих гіф, що виконують функції коренів;
- склероції - щільні тіла із псевдопаренхіми, які містять запасні речовини. Вони є зимуючими утвореннями, після закінчення періоду

спокою проростають в міцелій або органи спороношення;

- міцеліальні строми - м'ясисті сплетення гіф, на яких формуються плодові тіла або органи спороношення;

- мицелнальні тяжі (шнури) - продовгуваті пучки паралельних склеєних гіф;

- ризоморфи - темні шнури, що галузяться, паралельних гіф завдовжки до декількох метрів, захищені щільною кіркою. Основна функція мицеліальних тяжів і ризоморф – розповсюдження гриба і пересування води і поживних речовин;

- анастомози - вирости гіф, які зростаються одна з одною та створюють сполучні канали, через які відбувається обмін вмістом клітин та між ядрами.

-

2. Розмноження грибів

Гриби мають два типи розмноження: вегетативне і репродуктивне.

2.1. Вегетативне розмноження здійснюється частинами міцелію або його видозмінами: оїдіями, бластоспорами, хламідоспорами і гемами.

Oidii утворюються в результаті розпаду міцелія на окремі клітини з тонкою оболонкою. Мають форму яйця, недовговічні, при проростанні дають початок новому міцелію.

Бластоспори виникають в результаті брунькування гіф або спор.

Хламідоспори і *геми* утворюються при розпаді міцелія на окремі клітини, покриті щільною оболонкою. Здатні тривалий час зберігатися в несприятливих умовах. Відмінність хламідоспор від гем полягає в характерній для перших постійності форми і розмірів.

2.2. Репродуктивне розмноження здійснюється спорами і може бути безстатевим і статевим.

Безстатеве розмноження пов'язане з утворенням спор на особливому спеціалізованому гілках міцелію. Спори безстатевого розмноження можуть бути ендогенного і екзогенного походження.

У грибів із безстатевим розмноженням ендогенні спори (внутрішні) утворюються усередині вмістищ - спорангіїв, розташованих на гілках міцелію - спорангієносцях. Такі спори називаються *спорангіоспорами*. Ендогенними є і зооспори нижчих грибів, що утворюється в зооспорангіях.

Спори, що утворюються екзогенно (зовнішні), називаються конідіями, а їх органи – конідієносцями. Конідіальне спороношення еволюційно є більш прогресивним і широко поширене серед вищих грибів.

Конідієносці є простими і розгалуженими, розташовуються поодинокі або групами (конідіомами). Виділяють чотири типи розміщення конідієносців:

- коремії – пучки сполучених один з одним конідієносців, на кінцях яких утворюються конідії;

- ложе - подушкоподібне скупчення конідієносців, що сформувалися на поверхні субстрату або частково занурені в нього;

- спородохії – нагадують ложе, але конідієносці сильніше

виступають над субстратом;

- пикніди – кулясті вмістилища з щільною оболонкою і вихідним отвором. Усередині порожнини пикніди розташовуються короткі конідієносці. Формуючі в пикнідах конідії називають пикноспорами.

Пикніди забезпечують захист спор від зовнішніх умов, тому пикноспори часто є зимуючими.

Через те, що за період вегетації формуються декілька поколінь безстатевого спороношення, то цей вид розмноження служить для масового розселення і збільшення чисельності грибів.

Статеве розмноження є головним механізмом мінливості, появи форм з новими ознаками.

Статевий процес включає три фази:

- плазмогамія – злиття чоловічої і жіночої клітин і утворення нової клітини з двома гаплоїдними ядрами - дикаріона;
- каріогамія – злиття ядер дикаріона з утворенням диплоїдної зиготи;
- редукція – мейотичний поділ з утворенням гаплоїдних ядер.

Статевий процес у грибів завершується утворенням спор статевого розмноження:

• цисти - утворюються у Хитрідіоміцетів в результаті ізогамії – злиття двох різностатевих, але морфологічно однакових гамет – гаплоїдних зооспор. Гаплоїдні ядра діляться, виникає багатоядерна клітина - зооспорангій;

• ооспори - утворюються у Ооміцетов в результаті оогамії – злиття вмісту оогонія (жіночої статевої клітки) і антеридія (чоловічої). Сформована диплоїдна ооспора має щільну оболонку і переходить в стан спокою;

• зигоспори – виникають у Зігоміцетов в результаті зигогамії – злиття вмісту двох зовні однакових гіф різностатевих міцеліїв. Після каріогамії і редукції зигоспора проростає в гаплоїдний міцелій, на якому закладаються спорангії із спорангіоспорами;

аскоспори - утворюються у сумчастих грибів в результаті злиття двох клітин гаплоїдних міцеліїв або перетікання ядра антеридія (чоловічого гаметангія) в аскогон (жіночий гаметангій). Із утвореного дикаріону формуються аскогенні гіфи. Кінцеві клітини цих гіф утворюють сумки (аски), в яких відбуваються каріогамія, редукція і одне-два мітотичних поділи. В результаті поділів формується від 4 до 8 аскоспор, які при дозріванні проростають в гаплоїдний міцелій;

• базидіоспори - спори статевого розмноження базидіальних грибів. Кінцева клітини гіфи дикариотичного міцелія (переважаючого у Базидіоміцетов) утворює базидію - тіло булавоподібної або циліндричної форми.

На відміну від безстатевого, статеве розмноження у грибів відбувається в циклі розвитку однократно.

3. Цикли розвитку грибів.

Цикл розвитку - послідовне проходження грибом різних стадій і спороношень, що завершується утворенням початкових спор.

Початкові спори або інші джерела первинної інфекції забезпечують збереження життєздатності гриба в зимовий період. Це можуть бути спори статевого, безстатевого або вегетативного розмноження, а також зимуючий міцелій і його видозміни типу склероціїв.

Джерело первинної інфекції дає початок циклу розвитку.

Найбільш прості цикли розвитку низчих грибів, які складаються з чергування безстатевого і статевого спороношень. Найскладніші цикли мають іржасті гриби, формуючі протягом сезону п'ять стадій спороношень. Здатність одного гриба до зміни типів спороношень називається **плеоморфізмом**.

У деяких грибів в різних умовах розвитку утворюються різні типи спороношень. Так, у збудника антракнозу гарбузових - гриба *Colletotrichum lagenarium* - залежно від зовнішніх умов замість звичайного типу конідиального спороношення - ложа - можуть формуватися пікніди, рідше - поодинокі конідіеносці і навіть утворення, подібні склероціям. Таку мінливість грибів під впливом навколишнього середовища називають **поліморфізмом**.

Розрізняють одногосподарчі і різногосподарчі цикли розвитку. При **різногосподарчому** циклі всі стадії проходять на рослинах різних, систематично віддалених видів. При цьому одна із стадій циклу протікає на проміжному господарі, інші - на основному. **Різногосподарчі** цикли характерні для більшості іржастих грибів.

Цикл розвитку - один з головних елементів біології гриба, знання про джерела первинної і вторинної інфекції є основою, на якій будується система захисних заходів при боротьбі з хворобами рослин.

4. Систематика грибів

На земній кулі існує понад 100 000 видів грибів, у тому числі біля 10 000 збудників хвороб рослин (фітопатогенів). Усі гриби, як і інші організми, ретельно описані, об'єднані в групи і систематизовані. Такий розподіл грибів на певні групи зі сталими зв'язками між ними і називається **систематикою грибів**. Її знання дають можливість визначити збудника хвороби рослин, з'ясувати його роль у патологічному процесі, обґрунтувати заходи захисту від нього. Правильний опис фітопаразитних мікроорганізмів, єдині назви їх латинською мовою відіграють важливе значення при спілкуванні між фітопатологами різних країн.

Систематичні категорії грибів — назви тих чи інших систематичних груп (таксономів), що використовуються в класифікації грибів, впроваджуються відповідно до певних вимог міжнародних правил ботанічної номенклатури, затверджених Міжнародним ботанічним конгресом.

Царство грибів (*Mycota*) поділяють на різні таксономічні одиниці, що мають певні закінчення, і це засвідчує їх підпорядкованість. Наприклад клас—*Ascomycetes*, підклас — *Euascomycetidae*, поряток—*Erysiphalei*

Підпорядок *ineae*, родина —*Erysiphaceae*, підродина — *oideat*, рід — *Podosphaera* Kunze, секція—*Radiata* Golov, вид — *Podosphaera oxyacathae* D. B. Підвид в мікології застосовують рідко. Найчастіші у межах виду розглядають: *varietes, forma, forma speciales*, які складаються з фізіологічних рас, біотипів тощо.

Залежно від будови вегетативного тіла (талому) гриби поділяють на **нижчі і вищі**. Талом нижчих грибів представлений у вигляді голої (без оболонки) цитоплазматичної маси — амебоїда, або ниткоподібної, нечленистої (не поділеної на клітини) грибниці. У вищих грибів талом має вигляд багатоклітинної (членистої або септованої) грибниці.

Відповідно до загальноприйнятої систематики **царство грибів (*Mycota*) ділять на два відділи: Слизовики, або Міксоміцети (*Mухомycota*) і справжні гриби (*Eumycota*).**

У свою чергу вони поділені на **класи** за типом і особливостями розмноження. Класи включають порядки (групи порядків), які поділяються на родини і роди. Загальна схема прийнятої в Україні систематики грибів наведена нижче:

Царство **ГРИБИ — МУСОТА**

Відділ **Слизовики, або Міксоміцети — Мухомycota**

Клас Плазмодіофороміцети — Plasmodiophoromycetes

Відділ **Справжні гриби — Eumycota**

Клас Хітридіомицети — Chytridiomycetes

Порядок Хітридієві — Chytridiales

Клас Оомицети — Oomycetes

Порядок Сапролегнієві — Saprolegniales

Порядок Пероноспоріві — Peronosporales

Клас Зигоміцети — Zygomycetes

Порядок Мукорові — Mucorales

Порядок Ентомофторіві — Entomophthorales

Клас Аскомицети, або Сумчасті — Ascomycetes

Підклас Голосумчасті — *Hemiascomycetidae* Порядок **Ендоміцетні —**

Endomycetales

Порядок Тафриніві, або Екзоаскові — Taphrinales

Порядок Протомицетові — Protomycetales

Підклас Плодосумчасті — *Euascomycetidae*

Група порядків Плектومیцети, або Клейстомицети — *Cleistomycetes*

Порядок Євроцієві — Eurotiales

Порядок Мікроаскові — Microascales

Група порядків Піреноміцети — *Pyrenomycetes*

Порядок Еризифові, або Борошнисторосяні — Erysiphales

Порядок Гіпокрейні — Нуросреалс Порядок **Сферійні — Sphaeriales**

Порядок Діапортові — Diaporthales

Порядок Клавіцепсові — Clavicipitales

Група порядків *Дискомицети* — *Discomycetes* Порядок **Фасидієві** — **Phacidiales** Порядок Гелоцієві — *Helotiales*
 Порядок **Пецієві** — **Pezizales**
 Підклас *Порожностосумчасті*, або *Локулоаскомицети* — *Loculoascomycetidae*
 Порядок **Мірангієві** — **Myrangiiales** Порядок **Дотидійні** — **Dothideales**
 Порядок **Плеоспорові** — **Pleosporales** Порядок **Гістеріальні** — **Hysteriales**
 Клас **Базидіоміцети** — **Basidiomycetes**
 Підклас *Холобазидіоміцети* — *Holobasidiomycetidae*
 Підклас Гетеробазидіоміцети — *Heterobasidiomycetidae*
 Підклас *Теліобазидіоміцети*, або *Склеробазидіоміцети* — *Teleobasidiomycetidae*, або *Sclerobasidiomycetidae* Порядок **Сажкові** — **Ustilaginales** Порядок **Іржасті** — **Uredinales**
 Клас **Дейтероміцети**, або *Незавершені гриби* — *Deuteromycetes*, або *Fungi imperfecti*
 Порядок **Гіфоміцети** — **Hyphomycetales**
 Порядок **Сферопсидні**, або **Пікнідіальні** — **Sphaeropsidales**, або **Phycomycetales**
 Порядок **Міцеліальні**, або **Стерильні міцелії** — **Myceliales**, або **Mycelia sterilia**

Відділ Слизовики, або Міксоміцети (Мухомycota). До цього відділу віднесені гриби з найбільш примітивною організацією. їх вегетативне тіло — голий, позбавлений оболонки, плазмодій з великою кількістю ядер. Завдяки здатності до самостійного амебоподібного пересування (переповзання) до джерел живлення, плазмодій потрапляє в тканини рослин (здебільшого через кореневі волосинки). Статевий процес у слизовиків — ізогамія (злиття різностатевих гаплоїдних зооспор з утворенням диплоїдного амебоїда).

За способом живлення слизовики — здебільшого сапротрофи, однак є серед них і паразити, що розвиваються в клітинах рослин-живителів. Останні відносяться до класу Плазмодіофороміцетів (*Plasmodiophoro mycetes*), порядку Плазмодіофорових (*Plasmodiophorales*).

Клас Плазмодіофороміцети (*Plasmodiophoromycetes*). Сюди відносять облигатні внутришньоклітинні паразити. Найбільш типові їх представники — збудник кили капустяних рослин *Plasmodiophora brassicae* Wor. (родина **Plasmodiophoraceae**) і збудник порошистої парші картоплі *Spongospora subterranea* Wall, (родина **Spongosporaceae**). Вони спричиняють утворення на уражених коренях, бульбах пухлин та бородавок різної форми і розміру. Нестатеве розмноження плазмодіофороміцетів здійснюється зооспорами. Статевий процес — ізогамія (злиття різностатевих гаплоїдних зооспор, внаслідок чого утворюється диплоїдний амебоїд). Після синхронного мітотичного ділення ядер утворюється багатоядерний первинний плазмодій, який розвивається в корневих волосинках капустяних і периферійних клітинах бульб. Врешті-решт плазмодій розпадається на спори, які тривалий час зберігають життєздатність в рослинних рештках і в ґрунті. При проростанні спор утворюються зооспори, які уражають здорові рослини.

Відділ Справжні гриби (Eumycota). Сюди відноситься велика кількість видів як нижчих, так і вищих грибів, що відрізняються за будовою вегетативного тіла способами розмноження, живлення, поширенням у природі. Залежно від типу статевого процесу відділ поділяється на **6 класів: Хітридіоміцети, Ооміцети, Зигоміцети, Аскоміцети, Базидіоміцети і Дейтеромицети (Незавершені або Недосконалі гриби).**

Хітридіоміцети, Ооміцети і Зигоміцети відносяться до нижчих грибів, решта — до вищих.

Клас Хітридіоміцети (Chytridiomycetes)

Переважна більшість грибів цього класу відносяться до організмів, життя яких тісно пов'язане з водним середовищем. Вони в основному—водні сапрофіти і паразити водоростей і водних тварин. Фітопатогенні види, що мають практичне значення, відносять до порядку Хітридієвих (Chytridiales).

Порядок Хітридієві (Chytridiales). Представники порядку є внутрішньоклітинними облігатними паразитами.

Він включає найбільш відомі дві родини: **Olpidiaceae і Synchytriaceae**, які відрізняються кількістю зооспорангіїв. Цикл розвитку цих грибів включає такі основні стадії і типи спороношення: спори у стані спокою (зимові зооспорангії, або циста) → одноджгутикові зооспори → плазмодій → літні і зимові зооспорангії.

Клас Ооміцети (Oomycetes)

Вегетативне тіло — добре розвинений нечленистий (неклітинний) міцелій. Нестатеве розмноження здійснюється з допомогою дводжгутових зооспор і конідій. Основною характерною ознакою представників цього класу є оогамний статевий процес (оогамія), в результаті якого утворюються ооспори, якими гриби зимують. Клас включає 5 порядків. Збудники хвороб рослин представлені у двох порядках: Сапролегнієві (Saprolegniales) і Пероноспоріві (Peronosporales).

Порядок Сапролегнієві (Saprolegniales). Вегетативне тіло — добре розвинутий міцелій з товстими здебільшого численими розгалуженнями. Міцелій прикріплюється до субстрату з допомогою коротких ризоїдів.

Усі представники цього порядку — сапрофіти або факультативні паразити на рослинних і тваринних тканинах. Збудники хвороб рослин представлені в родині **Saprolegniaceae**. Найбільше практичне значення має рід *Aphanomyces*, представник якого *Aphanomyces cochlioides* Drechsl. є одним із збудників коренеїда цукрового буряка.

Порядок Пероноспоріві (Peronosporales). Вегетативне тіло — неклітинний багатоядерний міцелій, який добре розвивається як в середині, так і на поверхні субстрату. Нестатеве розмноження представлене зооспорами і конідіями (рис. 1), статеве — ооспорами.

5. Симптоми (типи прояву) грибних хвороб рослин

Розвиток патологічного процесу супроводиться появою на рослині симптомів хвороби. Все різноманіття симптомів можна об'єднати в декілька типів хвороб.

В'янення, або вілт, відбувається внаслідок ураження кореневої і провідної систем. При цьому в'яне вся рослина, або (рідше) окремі її органи.

Гнилі - це розм'якшення і руйнування тканин з перетворенням їх в безфорову масу. Найбільш часто спостерігаються в оводнених частинах рослини із запасними поживними речовинами, особливо в стані спокою. Є мокрі, сухі і тверді гнилі. При твердих гнилях клітини відмирають, але тканини не руйнуються.

Плямистості є слідством некрозів і проявляються у вигляді ділянок відмерлої тканини на уражених органах. Плями можуть викликатися двома причинами: - відмиранням тканини в результаті проникнення і живлення збудника та - відмирання кліток в результаті захисної реакції рослини на проникнення.

Іноді в самостійний тип виділяють такі прояви плямистостей, як хлорози і мозаїки - загальне або місцеве посвітління і пожовтіння листя, пов'язані з порушенням їх пігментації унаслідок недостатнього живлення або вірусної інфекції.

Нальоти спостерігаються на поверхні листя у вигляді розростання мицелій і спороношення гриба (борошністі роса).

Нарости, або пухлини - розростання ураженої тканини під впливом збудника хвороби на різних органах, переважно підземних. З'являються в результаті гіпертрофії, гіперплазії або одночасного їх проходження.

Пустулы - скупчення спороношення гриба у вигляді подушечок, характерні для іржастих грибів.

Остаточний діагноз ставиться за допомогою цілого набору методів діагностики- мікроскопічного, біологічного, серологічного, культурального, індикаторного і ін.