Лекція: Предмет мікробіології. Характеристика основних груп мікроорганізмів

Навчальна дисципліна: Сільськогосподарська мікробіологія

Спеціальність: Агрономія

План лекції

1. Характеристика основних груп мікроорганізмів.
2. Ознаки систематики (таксономії).
3. Міжнародні правила номенклатури і діагностики.
4. Значення морфологічних, цитологічних, культуральних, фізіологічних і біохімічних ознак для систематики мікроорганізмів.
5. Прокаріоти і еукаріоти.
6. Характеристика відділу царства прокаріот.

Мікробіологія — наука про мікроорганізми, їхню будову, життєдіяльність, спадковість, поширення та взаємодію з довкіллям і іншими організмами. Багато мікроорганізмів неможливо побачити неозброєним оком, тому для їх вивчення застосовують мікроскопічні, культуральні, біохімічні та молекулярно-генетичні методи.

Сільськогосподарська мікробіологія вивчає мікроорганізми, що пов’язані з ґрунтом, рослинами, тваринами, добривами й сільськогосподарською продукцією. Вона з’ясовує, як мікроорганізми впливають на родючість ґрунтів, живлення рослин, кругообіг речовин, збереження врожаю та розвиток хвороб.

Мікроорганізми можуть бути:

- **корисними** — наприклад, бульбочкові бактерії фіксують атмосферний азот, а ґрунтові мікроорганізми беруть участь у розкладанні органічних решток;
- **нейтральними** щодо конкретного організму або процесу;
- **шкідливими** — зокрема фітопатогенні гриби й бактерії можуть спричиняти хвороби рослин, а плісняві гриби — псування продукції.

Важливо оцінювати мікроорганізм у контексті його середовища й функції: та сама група організмів може мати різне значення залежно від виду, умов і взаємодій у спільноті.

1. Характеристика основних груп мікроорганізмів

До об’єктів мікробіології належать клітинні організми — бактерії, археї, мікроскопічні гриби, найпростіші та мікроскопічні водорості — і неклітинні інфекційні агенти, насамперед віруси.

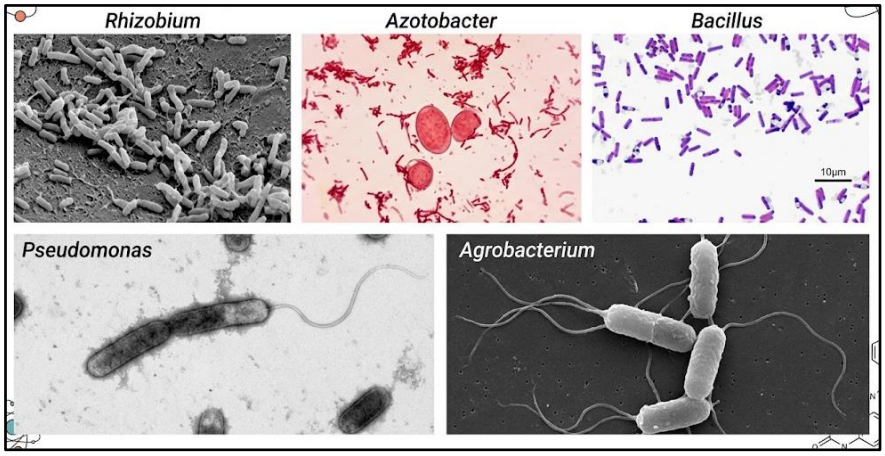
1.1. Бактерії

Бактерії — одноклітинні прокаріоти. Їхні клітини не мають оформленого ядра й мембранних органел, а генетичний матеріал розміщений у нуклеоїді. Більшість бактерій має клітинну стінку, основним структурним компонентом якої є пептидоглікан, хоча її склад і властивості різняться між групами.

За формою бактерії бувають кулястими, паличкоподібними, зігнутими або спіральними. Деякі здатні рухатися за допомогою джгутиків, утворювати спори чи капсули.

Приклади, важливі для агрономії:

- *Rhizobium* і споріднені бактерії — симбіонти бобових, що беруть участь у фіксації азоту;
- *Azotobacter* — вільноживучі азотфіксатори;
- *Bacillus* — ґрунтові бактерії, серед представників роду є спороутворювачі та види, що застосовуються в біологічному захисті;
- *Pseudomonas* — численна група ґрунтових бактерій, серед яких є представники, пов’язані з живленням рослин, біоконтролем або хворобами;
- *Agrobacterium* — бактерії, частина яких спричиняє захворювання рослин.



1.2. Археї

Археї — одноклітинні прокаріоти, які за клітинною будовою нагадують бактерії, але мають низку відмінностей у складі мембран і молекулярних систем. Їх не слід вважати різновидом бактерій: це окрема велика група прокаріотів.

Археї трапляються не лише в екстремальних умовах. Вони живуть у ґрунтах, водоймах і осадах. Метаногенні археї утворюють метан у безкисневих середовищах і можуть бути частиною мікробних спільнот ґрунтів та гною.



1.3. Мікроскопічні гриби

Гриби — еукаріоти. Дріжджі є переважно одноклітинними, а плісняві гриби утворюють нитчасті структури — гіфи, сукупність яких називають міцелієм. Гриби живляться готовими органічними речовинами й розмножуються спорами або іншими способами.

Для агрономії важливі:

- сапротрофні гриби, які розкладають рослинні рештки;
- мікоризні гриби, що утворюють взаємовигідні асоціації з коренями рослин;
- фітопатогенні гриби, які викликають захворювання;
- гриби, що псують зерно та корми й за певних умов можуть утворювати мікотоксини.



1.4. Найпростіші

Найпростіші — переважно одноклітинні еукаріотичні організми. У ґрунті вони живляться бактеріями, грибами та іншими дрібними організмами й можуть впливати на чисельність мікробних популяцій та кругообіг поживних речовин.

Їхня присутність — частина ґрунтової харчової мережі. Вони не є прокаріотами, попри малий розмір.

1.5. Мікроскопічні водорості

Мікроскопічні водорості — фотосинтезувальні еукаріотичні організми. Вони утворюють органічну речовину й виділяють кисень. Водорості можуть траплятися в ґрунтах, водоймах і на вологих поверхнях.

Ціанобактерії також фотосинтезують, але це бактерії, а не водорості: вони є прокаріотами. Деякі ціанобактерії здатні фіксувати азот.



1.6. Віруси

Віруси — неклітинні інфекційні агенти. Вони містять генетичний матеріал — ДНК або РНК — і білкову оболонку; деякі мають також ліпідну оболонку. Віруси розмножуються лише всередині клітин господаря.

Для сільського господарства важливі віруси рослин, що спричиняють хвороби культур, а також бактеріофаги — віруси бактерій. Віруси не належать ані до прокаріотів, ані до еукаріотів.



2. Ознаки систематики (таксономії)

Систематика вивчає різноманіття організмів і їхні еволюційні зв'язки. **Таксономія** охоплює опис, ідентифікацію, найменування та класифікацію організмів.

Ці поняття пов'язані, але не тотожні:

- **класифікація** — розміщення організмів у системі груп;
- **ідентифікація** — встановлення належності невідомого зразка до відомого таксона;
- **номенклатура** — правила присвоєння наукових назв;
- **діагностика** — розпізнавання організму за комплексом ознак і результатами досліджень.

Основні таксономічні ранги прокаріотів і еукаріотів утворюють ієрархію: **домен → царство → тип (відділ) → клас → порядок → родина → рід → вид**. У деяких системах між основними рангами використовують додаткові, наприклад підродину чи підвид.

Вид є базовою одиницею класифікації. У мікробіології вид зазвичай визначають не за однією ознакою, а за сукупністю фенотипових, генетичних та філогенетичних даних. Для бактерій важливу роль відіграють порівняння геномів і послідовностей генів, зокрема гена 16S рРНК.

Оскільки мікроорганізми мають просту зовнішню будову, але велику фізіологічну й генетичну різноманітність, їхню спорідненість не можна надійно визначати лише за формою клітини або кольором колонії.

3. Міжнародні правила номенклатури і діагностики

3.1. Правила наукового найменування

Для прокаріотів застосовують **Міжнародний кодекс номенклатури прокаріотів** (International Code of Nomenclature of Prokaryotes, ICNP). Кодекс регулює правила утворення, публікації та правильного використання наукових назв. Він **не визначає**, які організми мають вважатися окремими видами або як саме їх потрібно об'єднувати в таксони: це питання систематики.

Для назв еукаріотичних грибів і водоростей застосовують Міжнародний кодекс номенклатури водоростей, грибів і рослин; для найпростіших — відповідні правила зоологічної номенклатури. Для назв таксонів вірусів діє окремий кодекс ICTV. У сфері вірусів офіційними є назви таксонів, затверджені ICTV; поточну класифікацію перевіряють у базі комітету.

3.2. Біноміальна назва

Наукова назва виду складається з двох слів: **назви роду** та **видового епітета**. Наприклад: *Bacillus subtilis*.

Основні правила написання:

1. Назву роду пишуть з великої літери, видовий епітет — з малої.
2. Обидва слова виділяють курсивом.
3. Після першої згадки назву роду можна скоротити: *B. subtilis*.
4. Наукові назви не перекладають у латинізованій формі; їх можна супроводжувати українською назвою або поясненням.

3.3. Типовий штам і назва виду

Для назви виду прокаріотів визначають **типовий штам** — референтний штам, з яким порівнюють інші штами цього виду. Типовий штам є номенклатурним еталоном назви, а не обов'язково «типовим» представником усіх властивостей виду.

Для перевірки прийнятих назв прокаріотів використовують, зокрема, базу **LPSN** — перелік назв прокаріотів зі статусом у номенклатурі.

3.4. Діагностика та опис нового виду

Ідентифікація невідомого ізоляту зазвичай проходить послідовно:

1. **Виділення культури** й перевірка її чистоти.
2. **Мікроскопічне дослідження** клітин і забарвлення, зокрема за Грамом.
3. **Оцінювання колоній** та росту на поживних середовищах.
4. **Фізіологічні й біохімічні тести**.
5. За потреби — **молекулярно-генетичний аналіз**, порівняння генів або геномів.
6. Порівняння сукупності ознак із відомими таксонами.

Для офіційного опису нового виду прокаріотів необхідно виконати вимоги кодексу, зокрема подати належний опис та забезпечити збереження типового матеріалу в культуральних колекціях відповідно до правил. Інформацію про прийняті назви й номенклатурний статус варто звіряти з LPSN та профільними систематичними довідниками, оскільки класифікація прокаріотів регулярно переглядається.

4. Значення ознак для систематики мікроорганізмів

Жодна окрема ознака зазвичай не дає достатніх підстав для надійного визначення виду. Таксономічний висновок ґрунтують на **комплексі взаємодоповнювальних ознак**.

4.1. Морфологічні ознаки

До них належать форма, розміри й розташування клітин, наявність джгутиків, капсул або спор, а також форма й колір колоній.

Морфологічні ознаки зручні для первинного розпізнавання, проте їх недостатньо для остаточного висновку. Наприклад, багато бактерій мають паличкоподібну форму, хоча належать до різних родів і мають різні властивості.

4.2. Цитологічні ознаки

Цитологічні ознаки описують будову клітини: тип клітинної стінки, наявність капсул, джгутиків, спор, мембранних систем та інших структур. Для бактерій важливе забарвлення за Грамом, яке відображає особливості клітинної оболонки.

Цитологічні характеристики дають змогу відрізняти великі групи, але не завжди розмежовують близькі види.

4.3. Культуральні ознаки

Культуральні ознаки характеризують ріст мікроорганізмів на поживних середовищах:

- швидкість і температуру росту;
- форму, край, поверхню й колір колоній;
- утворення пігменту;
- здатність рости на певних середовищах;
- характер росту в рідкому середовищі.

Культуральні ознаки корисні для порівняння ізолятів, однак залежать від складу середовища та умов культивування. Частина мікроорганізмів не росте на звичайних лабораторних середовищах.

4.4. Фізіологічні ознаки

Фізіологічні ознаки показують, як організм функціонує в певних умовах: чи потрібен йому кисень, які джерела вуглецю та енергії він використовує, за яких температури, кислотності й концентрації солей росте.

Ці ознаки важливі для агрономії, адже дають змогу прогнозувати, у яких умовах мікроорганізм може розвиватися в ґрунті, на коренях або в рослинних рештках.

4.5. Біохімічні ознаки

До біохімічних ознак належать здатність розкладати або синтезувати певні речовини, продукувати ферменти, кислоти, гази та пігменти. Наприклад, мікроорганізми відрізняються за використанням вуглеводів, утворенням нітратредуктази або здатністю розкладати органічні сполуки.

Комбінація біохімічних реакцій допомагає ідентифікувати мікроорганізм, але результати потрібно тлумачити з урахуванням умов досліду.

4.6. Молекулярно-генетичні й філогенетичні ознаки

Сучасна систематика широко використовує порівняння нуклеотидних послідовностей і повних геномів. Для прокаріотів оцінюють, наскільки генетично близькі ізоляти та чи утворюють вони окрему еволюційну лінію.

Молекулярні методи доповнюють фенотиповий опис: генетичну спорідненість зіставляють із морфологічними, фізіологічними й біохімічними

властивостями. Такий підхід допомагає уникати класифікації, заснованої лише на зовнішній схожості.

Група ознак	Що досліджують	Приклад практичного застосування
Морфологічні	Форма й розміри клітин, колоній	Первинне розрізнення паличок і коків
Цитологічні	Будова клітинної оболонки, спори, джгутики	Забарвлення за Грамом
Культуральні	Ріст на середовищах, вигляд колоній	Порівняння чистих культур
Фізіологічні	Умови росту та джерела енергії	Оцінювання здатності жити в ґрунті з певними умовами
Біохімічні	Ферменти й перетворення речовин	Діагностичні реакції на використання субстратів
Молекулярно-генетичні	Послідовності генів і геномів	Уточнення спорідненості й меж виду

5. Прокаріоти і еукаріоти

Клітинні організми поділяють на прокаріотів та еукаріотів. Головна відмінність — організація генетичного матеріалу й наявність або відсутність оформленого ядра.

Ознака	Прокаріоти	Еукаріоти
Ядро	Немає; ДНК розміщена в нуклеоїді	Є ядро з ядерною оболонкою
Мембранні органели	Зазвичай відсутні	Є мітохондрії, ендоплазматична сітка та інші органели
Організація геному	Переважно одна основна кільцева молекула ДНК; можливі плазміди	Кілька лінійних хромосом у ядрі
Розмір клітин	Здебільшого менший	Здебільшого більший
Поділ	Переважно бінарний поділ	Мітоз; у статевому розмноженні - мейоз
Представники	Бактерії та археї	Гриби, найпростіші, водорості, рослини й тварини

Таблиця описує типові риси, але не кожна характеристика без винятку притаманна всім представникам групи. Наприклад, розміри клітин можуть перекриватися, а генетичний матеріал прокаріотів не завжди обмежується однією хромосомою.

Віруси не є клітинами, тому їх не відносять ні до прокаріотів, ні до еукаріотів.

6. Характеристика «відділу царства прокаріот»

Формулювання «відділ царства прокаріот» належить до традиційної навчальної схеми. У сучасній систематиці прокаріотів зазвичай розглядають як дві великі групи — **домени Bacteria та Archaea**. Тому не існує одного загальноприйнятого «відділу царства прокаріот», який охоплював би всі прокаріоти на цьому ранзі.

Крім того, **відділ** і **тип** — відповідники рангу *phylum* у різних таксономічних традиціях. У лекційному викладі доцільно пояснити студентам традиційний термін, а далі використовувати актуальне розмежування бактерій і архей та зазначати, що класифікація змінюється разом із накопиченням геномних даних. Для звірки сучасних назв прокаріотів застосовують LPSN і систематичний довідник Bergey's.

6.1. Загальні властивості прокаріотів

Прокаріотичні клітини:

- не мають оформленого ядра;
- зазвичай мають невеликі розміри;
- можуть мати клітинну стінку, капсулу, джгутики або інші поверхневі структури;
- розмножуються переважно поділом клітини;
- відзначаються великою різноманітністю способів живлення та отримання енергії;
- населяють ґрунт, воду, поверхні рослин і тканини живих організмів.

Їхній обмін речовин охоплює процеси, особливо важливі для агроекосистем: фіксацію азоту, перетворення сполук азоту й сірки, розклад органічної речовини та мобілізацію окремих мінеральних елементів.

6.2. Бактерії й археї: спільні та відмінні риси

Бактерії й археї є прокаріотами, але належать до різних великих еволюційних ліній. Їхня схожість на рівні загального плану клітини не означає тотожності.

Ключові відмінності:

- у бактерій клітинна стінка багатьох груп містить пептидоглікан, у архей пептидоглікану немає;
- ліпідні компоненти мембран відрізняються за хімічною будовою;
- низка молекулярних систем, пов'язаних із передаванням генетичної інформації, у архей має подібності до еукаріотичних систем;

- екологічні й метаболічні можливості широкі в обох групах.

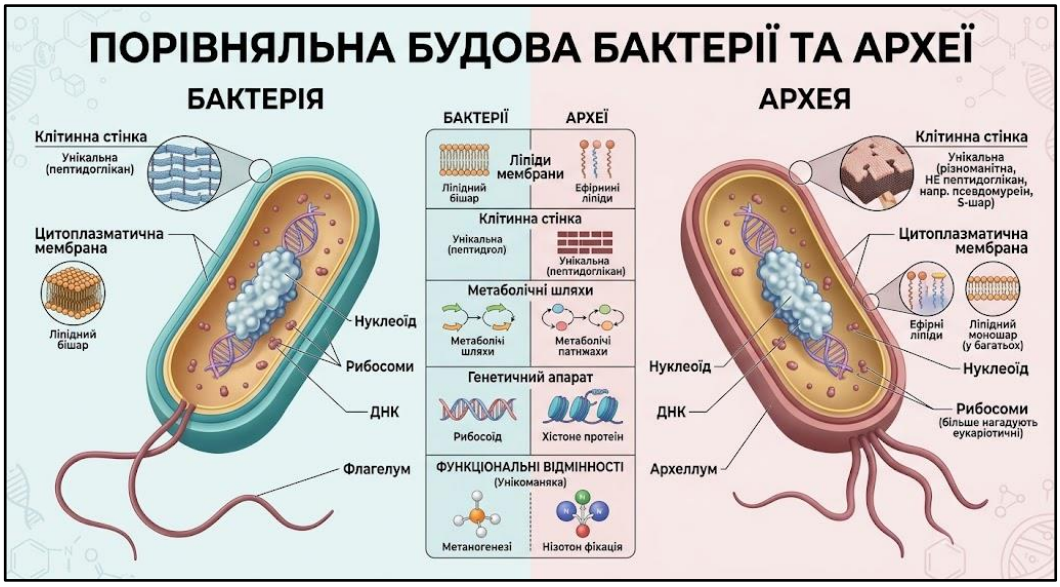
Не всі археї є екстремофілами: багато представників живе у звичайних ґрунтах і водоймах.

6.3. Бактерії та агроекосистема

У ґрунті бактерії беруть участь у:

- розкладанні органічних решток і формуванні гумусових сполук;
- фіксації атмосферного азоту;
- нітрифікації та денітрифікації;
- перетворенні фосфору й сірки;
- взаємодії з коренями рослин;
- пригніченні або, навпаки, спричиненні хвороб.

Завдяки цим процесам мікробні спільноти впливають на родючість і здоров’я ґрунту. Водночас наявність певного виду бактерій не гарантує бажаного ефекту: результат залежить від штаму, умов середовища та взаємодій у мікробній спільноті.



Підсумки лекції

1. Мікробіологія вивчає клітинні мікроорганізми та неклітинні агенти; у сільськогосподарській мікробіології особливу увагу приділяють ґрунту, рослинам і процесам живлення.
2. До основних груп належать бактерії, археї, гриби, найпростіші, мікроскопічні водорості й віруси.
3. Таксономія охоплює класифікацію, ідентифікацію й номенклатуру, а діагностика встановлює організм за комплексом ознак.
4. Надійне визначення мікроорганізму спирається на сукупність морфологічних, цитологічних, культуральних, фізіологічних, біохімічних і молекулярно-генетичних даних.

5. Прокаріоти — це бактерії та археї; еукаріоти мають оформлене ядро. Віруси є неклітинними агентами.

6. Систематика прокаріотів змінюється з розвитком геномних методів, тому наукові назви та статус таксонів потрібно звіряти з актуальними номенклатурними ресурсами.

Контрольні запитання

1. Які групи організмів вивчає мікробіологія?
2. Чим відрізняються бактерії від архей?
3. Поясніть різницю між класифікацією, ідентифікацією та номенклатурою.
4. Які ознаки використовують для систематики мікроорганізмів?
5. Чим прокаріотична клітина відрізняється від еукаріотичної?
6. Чому форму клітини недостатньо використовувати як єдину ознаку для визначення бактерії?
7. Які процеси за участю мікроорганізмів впливають на родючість ґрунту?
8. Який кодекс регулює номенклатуру прокаріотів, а який орган затверджує таксономію вірусів?