

Лекція 1

Тема: Введення у фітомікробіологію

- Зміст: 1. Предмет, завдання, об'єкти, методи вивчення фітомікробіології.
2. Історія виникнення та розвитку фітомікробіології.
3. Фітомікробіологія в біотехнології.

Рекомендована література

1. Векірчик К. М. Мікробіологія з основами вірусології / К. М. Векірчик. К.: Либідь, 2001. 312 с.
2. Векірчик К. М. Практикум з мікробіології / К. М. Векірчик. К.: Либідь, 2001. 142 с.
3. Бойко А. Л. Екологія вірусів рослин / А. Л. Бойко. К.: Вища школа, 1990. 164 с.
4. Мельничук М. Д. Фітовірусологія : навчальний посібник / М. Д. Мельничук. К.: Поліграфконсалтинг, 2005. 320 с.
5. Моніторинг вірусних інфекцій рослин в біоценозах України / В. П. Поліщук, І. Г. Будзанівська, С. М. Рижук та інш. / за редакцією В. П. Поліщука / К.: Фітосоціоцентр, 2001. 220 с.

1. Предмет, завдання, об'єкти, методи вивчення фітомікробіології

Фітомікробіологія (від грец. *phyton* — рослина, *mikros* — малий, *bios* — життя, *logos* — вчення) — галузь мікробіологічної науки, що вивчає мікроорганізми, пов'язані з рослинами та середовищем їх існування, закономірності взаємодії мікроорганізмів із рослинним організмом, а також їх значення у формуванні продуктивності, стійкості та фітосанітарного стану рослинних угруповань.

Фітомікробіологія сформувалася на стику **мікробіології, ботаніки, фізіології рослин, агрохімії, ґрунтознавства, екології, фітопатології, біотехнології та захисту рослин**. Особливого значення ця наука набуває в сучасному аграрному виробництві, оскільки мікроорганізми є невід'ємною складовою агроєкосистем і безпосередньо впливають на родючість ґрунту, мінеральне живлення рослин, формування врожаю та його якості.

Мікроорганізми — надзвичайно поширена й різноманітна група організмів. Вони населяють ґрунт, воду, повітря, рослинні рештки, поверхню та внутрішні тканини рослин. Значна кількість мікроорганізмів здатна існувати навіть за екстремальних умов температури, кислотності, солоності, дефіциту кисню або

поживних речовин. Завдяки високій швидкості розмноження, значній біохімічній активності та здатності адаптуватися до мінливих умов середовища мікроорганізми відіграють винятково важливу роль у функціонуванні біосфери.

Предмет фітомікробіології

Предметом фітомікробіології є **мікроорганізми, асоційовані з рослинами, та процеси їх взаємодії між собою, з рослинним організмом, ґрунтом і чинниками навколишнього середовища.**

Особлива увага приділяється мікробним угрупованням **ризосфери** — зони ґрунту, яка безпосередньо перебуває під впливом кореневої системи рослин. Кореневі виділення містять цукри, амінокислоти, органічні кислоти та інші сполуки, які є джерелом живлення для мікроорганізмів. Унаслідок цього чисельність і біологічна активність мікроорганізмів у ризосфері зазвичай істотно відрізняються від показників ґрунту, який не зазнає безпосереднього впливу коренів.

Важливими об'єктами досліджень є також мікроорганізми **ризоплани** — поверхні коренів, **філосфери** — надземної поверхні рослин, а також **ендофітні мікроорганізми**, які заселяють внутрішні тканини рослин і за певних умов не спричиняють патологічних змін.

Взаємодія рослин і мікроорганізмів може мати різний характер. Частина мікроорганізмів формує з рослинами взаємовигідні симбіотичні або асоціативні зв'язки, сприяючи забезпеченню їх елементами живлення, синтезуючи біологічно активні речовини та підвищуючи стійкість до несприятливих чинників. Інші мікроорганізми можуть бути нейтральними щодо рослин, а патогенні види здатні спричиняти інфекційні хвороби.

Основні об'єкти фітомікробіології

До основних об'єктів фітомікробіологічних досліджень належать бактерії, археї, актиноміцети, мікроскопічні гриби, дріжджі та інші мікроскопічні організми, що перебувають у тісному зв'язку з рослинами й ґрунтовим середовищем. У контексті інфекційної патології рослин вивчають також віруси та інші неклітинні інфекційні агенти.

Об'єднання мікроорганізмів в одну групу значною мірою є умовним, оскільки їх малі розміри не визначають систематичного положення. Мікроорганізми належать до різних таксономічних і функціональних груп, проте спільною особливістю більшості з них є мікроскопічні розміри та необхідність використання спеціальних методів для їх дослідження.

Особливе значення для агрономії мають **грунтові мікроорганізми**. Ґрунт є одним із найбільш насичених мікроорганізмами природних середовищ. У ньому функціонують складні мікробні угруповання, видовий і кількісний склад яких залежить від типу ґрунту, вмісту органічної речовини, кислотності, температури, вологості, аерації, системи удобрення, обробітку ґрунту, сівозміни, застосування засобів захисту рослин та інших чинників.

Роль мікроорганізмів у природі та агроєкосистемах

Мікроорганізми беруть активну участь у **біогеохімічних циклах вуглецю, азоту, фосфору, сірки та інших елементів**. Вони забезпечують розкладання рослинних і тваринних решток, трансформацію органічної речовини, мінералізацію та іммобілізацію елементів живлення, беруть участь у гумусоутворенні та впливають на структуру й родючість ґрунту.

Особливо важливими для рослинництва є процеси **біологічної фіксації атмосферного азоту**. Симбіотичні бульбочкові бактерії, асоційовані з бобовими рослинами, здатні перетворювати молекулярний азот атмосфери на сполуки, доступні рослинному організму. Поряд із ними функціонують вільноживучі й асоціативні азотфіксуючі мікроорганізми.

Значна кількість мікроорганізмів бере участь у перетворенні важкодоступних сполук фосфору та інших елементів на форми, які можуть використовуватися рослинами. Завдяки цьому мікробіота є одним із важливих біологічних чинників оптимізації живлення сільськогосподарських культур.

Окремі представники ґрунтової та ризосферної мікробіоти продукують **фітогормони, амінокислоти, вітаміни, ферменти, антибіотичні та інші біологічно активні сполуки**, які можуть стимулювати проростання насіння, розвиток кореневої системи та підвищувати адаптивність рослин.

Водночас серед мікроорганізмів існують збудники хвороб рослин. Фітопатогенні бактерії, гриби та інші інфекційні агенти можуть спричиняти плямистості, некрози, гнилі, в'янення, деформації органів рослин та інші патологічні процеси. Тому фітомікробіологія має безпосередній зв'язок із **фітопатологією та інтегрованим захистом рослин**.

Важливим напрямом сучасних досліджень є встановлення взаємовідносин між корисною та патогенною мікробіотою. Антагоністичні мікроорганізми можуть обмежувати розвиток фітопатогенів унаслідок конкуренції за поживні речовини й простір, продукування антибіотичних речовин, ферментів або інших метаболітів. Ці властивості використовують під час створення біологічних засобів захисту рослин.

Основні завдання фітомікробіології

Основними завданнями фітомікробіології є:

1. вивчення видового складу, чисельності та структури мікробних угруповань рослин і ґрунту;
2. дослідження морфологічних, фізіологічних, біохімічних і генетичних властивостей мікроорганізмів;
3. встановлення закономірностей формування мікробіоти ризосфери, ризоплани, філосфери та внутрішніх тканин рослин;
4. дослідження ролі мікроорганізмів у кругообігу речовин, трансформації органічних решток та формуванні родючості ґрунту;
5. вивчення симбіотичних, асоціативних, антагоністичних і патогенних взаємодій у системі «**ґрунт – мікроорганізми – рослина**»;
6. визначення впливу обробітку ґрунту, сівозмін, добрив, меліорантів, пестицидів та інших агротехнологічних чинників на ґрунтову й рослинну мікробіоту;
7. дослідження ролі мікроорганізмів у формуванні стійкості рослин до біотичних та абіотичних стресів;
8. розроблення й удосконалення мікробних препаратів для живлення, стимуляції росту та біологічного захисту рослин;
9. використання мікроорганізмів для біоремедіації забруднених ґрунтів та відновлення порушених агроєкосистем;
10. впровадження сучасних біотехнологічних і молекулярно-генетичних методів дослідження рослинно-мікробних взаємодій.

Методи досліджень у фітомікробіології

Фітомікробіологія використовує комплекс мікроскопічних, культуральних, фізіолого-біохімічних, серологічних, молекулярно-генетичних та екологічних методів.

Одним із класичних методів є **мікроскопія**, яка дає змогу визначати форму, розміри, розташування клітин, особливості їх будови та деякі морфологічні характеристики мікроорганізмів. Залежно від мети досліджень застосовують світлову, фазово-контрастну, люмінесцентну та електронну мікроскопію.

Важливе значення мають **культуральні методи**, що ґрунтуються на вирощуванні мікроорганізмів на поживних середовищах. Вони дають можливість виділяти чисті культури, визначати культуральні ознаки, оцінювати чисельність окремих груп мікроорганізмів та досліджувати їх властивості.

Фізіолого-біохімічні методи використовують для встановлення особливостей живлення, дихання, ферментативної активності та утворення продуктів метаболізму. За допомогою цих методів можна оцінити функціональну активність мікроорганізмів та їх потенційне значення для рослин.

Сучасна фітомікробіологія широко використовує **молекулярно-генетичні методи**. Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР), секвенування нуклеїнових кислот, метагеномний аналіз та інші технології дають можливість виявляти й ідентифікувати мікроорганізми без обов'язкового попереднього культивування на штучних поживних середовищах. Це особливо важливо, оскільки значна частина природної мікробіоти складно культивується традиційними лабораторними методами.

Для вивчення взаємодії мікроорганізмів із рослинами використовують **вегетаційні та польові досліді**. Вони дають змогу оцінити вплив інокуляції насіння або рослин корисними штамми на схожість, ріст, розвиток, продуктивність культур, якість урожаю та стійкість до патогенів і несприятливих чинників середовища.

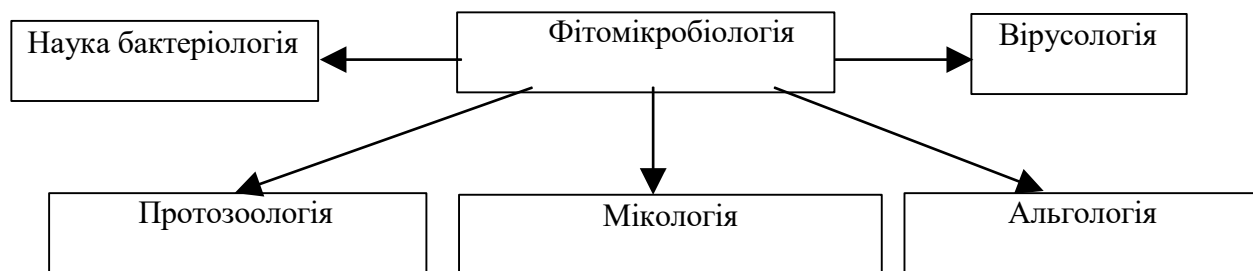
Фітомікробіологія в системі сільськогосподарських наук

Сільськогосподарська мікробіологія досліджує склад і функціональну активність мікробних угруповань різних типів ґрунтів, вплив систем землеробства, обробітку ґрунту, удобрення, меліорації та застосування пестицидів на мікробіологічні процеси. Одним із її важливих напрямів є розроблення та практичне застосування **мікробних препаратів** у рослинництві.

До таких засобів належать препарати на основі азотфіксувальних, фосфатмобілізувальних, рістстимулювальних та антагоністичних мікроорганізмів. Їх застосування спрямоване на оптимізацію живлення рослин, активізацію корисної ґрунтової мікробіоти, підвищення стійкості культур до стресових чинників та зменшення залежності агровиробництва від надмірного використання окремих хімічних засобів.

Перспективним напрямом є дослідження **мікробіому рослин** — сукупності мікроорганізмів та їх генетичного потенціалу, пов'язаного з певною рослиною. Сучасні дослідження свідчать, що рослина та асоційована з нею мікробіота утворюють складну функціональну систему, компоненти якої постійно взаємодіють між собою та реагують на зміни умов середовища.

Мікроорганізми – це одноклітинні організми – бактерії, актиноміцети, дріжджі, водорості, найпростіші; багатоклітинні – міцелі альні гриби; неклітинні або неригідною клітинною оболонкою – мікоплазми, віруси.



Таким чином, фітомікробіологія є важливою теоретичною і прикладною складовою сучасної агрономії. Вона формує наукові основи розуміння процесів, що відбуваються в системі «ґрунт – мікроорганізми – рослина», дає змогу оцінювати роль корисної та патогенної мікробіоти й розробляти біологічно орієнтовані технології управління агроєкосистемами. Використання потенціалу мікроорганізмів є одним із перспективних напрямів підвищення родючості ґрунтів, оптимізації живлення рослин, біологізації захисту культур та формування екологічно стійких систем землеробства.

2. Історія виникнення та розвитку фітомікробіології.

Перші ґрунтовні відомості про світ невидимих належать голандському натуралістові Антоні ван Левенгуку (1632-1723). Він вперше побачив мікроорганізми. З ім'ям Левенгука пов'язаний перший період у розвитку науки – морфологічний.

II період у розвитку мікробіології – експериментальний.

Російський вчений Мартин Тереховський (1740-1796) вперше експериментально довів різноманітний вплив на мікроорганізми хімічних та фізичних факторів.

Лікар Данило Самійлович вперше розробив ефективні засоби боротьби з епідемією чуми в 1770-1772 рр.

III період – фізіологічний.

Великий французький вчений Луї Пастер (1822-1895) розкрив роль мікробів у процесах бродіння, гниття, виникненні хвороб людини та тварин. Він засновник технічної, медичної, ветеринарної мікробіології, бактеріології. Л. Пастер розробив вакцини проти найбільш загрозливих інфекцій.

IV Медичний період в історії мікробіології пов'язаний з іменем німецького вченого Роберта Коха (1843-1910).

Р. Кох вперше застосував щільні живильні середовища для культивування мікроорганізмів, виділив у чисту культуру збудників холери, туберкульозу.

У створенні вітчизняної мікробіології важлива роль належить Миколі

Федоровичу Гамалії (1859-1949).

Він розробляв засоби боротьби з дифтерією, чумою, холерою, висипним тифом, грипом. Відкрив феномен бактеріофагії. Організував першу Пастерівську станцію в Одесі.

Данило Кирилович Заболотний (1866-1929) - засновник вітчизняної епідеміології. Ім'я Заболотного присвоєно створеному ним Інституту мікробіології та вірусології НАН України.

У 1892 р. Дмитро Йосипович Івановський відкрив віруси. Івановський – засновник вірусології.

У Препаративний період у розвитку мікробіології.

Сергій Миколайович Виноградський (1856-1953) – виконав важливі дослідження в області ґрунтової мікробіології, встановив засвоєння молекулярного азоту вільноживучими бактеріями, ним проведені дослідження по екології ґрунтових мікроорганізмів. Він виявив у мікроорганізмів новий тип живлення – хемотрофію.

Микола Григорович Холодний (1882-1953) протягом 40 років очолював кафедру мікробіології Київського університету ім. Т.Г. Шевченка. Досліджував різноманітність прояву хімічних перетворень, зумовлених життєдіяльністю мікроорганізмів. Вивчав мікробів-автотрофів різних водойм та інших природних джерел.

Василь Леонідович Омелянський (1867-1928). Першим вивчив процес розкладу клітковини у природі. Вивчав процеси нітрифікації, азотфікації, екологію ґрунту.

3. Фітомікробіологія в біотехнології.

Біотехнологія — сучасний міждисциплінарний напрям науки і техніки, основним завданням якого є використання живих організмів, клітин, біологічних систем, їх компонентів і продуктів метаболізму для одержання корисної продукції та розв’язання практичних завдань у сільському господарстві, харчовій і фармацевтичній промисловості, медицині, енергетиці та охороні навколишнього середовища.

Одним із провідних напрямів біотехнології є **мікробіологічна біотехнологія**, що ґрунтується на використанні бактерій, дріжджів, мікроскопічних грибів, актиноміцетів та інших мікроорганізмів, а також продуктів їх життєдіяльності. Її розвиток зумовлений унікальними властивостями мікроорганізмів: високою швидкістю розмноження, значним різноманіттям метаболічних процесів, здатністю використовувати різні органічні й неорганічні субстрати та синтезувати широкий спектр біологічно активних речовин.

Мікроорганізми можуть продукувати амінокислоти, органічні кислоти, ферменти, антибіотики, вітаміни, пігменти та інші цінні метаболіти. Важливою перевагою мікробіологічних технологій є можливість здійснювати виробничі процеси за порівняно помірних температур і тиску, використовувати відновлювану сировину та окремі види органічних відходів.

Основою багатьох мікробіологічних біотехнологій є **ферментація** — керований процес культивування мікроорганізмів у спеціально створених умовах. Для цього використовують ферментери (біореактори), у яких підтримують необхідні температуру, кислотність середовища (рН), забезпеченість киснем, концентрацію поживних речовин та інші параметри. Правильне регулювання цих умов забезпечує інтенсивний розвиток мікроорганізмів і максимальне накопичення необхідного продукту.

Основні напрями використання мікробіологічної біотехнології

Харчова промисловість і виробництво продуктів харчування.

Мікроорганізми здавна використовують у виробництві харчових продуктів. Дріжджі, молочнокислі та інші бактерії забезпечують процеси бродіння, необхідні для виробництва хліба, кисломолочних продуктів, ферментованих овочів та інших харчових продуктів.

Сучасні біотехнології дають можливість культивувати дріжджі, бактерії, мікроскопічні гриби та мікроводорості для одержання мікробного білка, амінокислот, органічних кислот, ферментів, вітамінів та інших біологічно активних сполук. Важливим напрямом є мікробіологічне виробництво лимонної, молочної, оцтової та інших органічних кислот, які широко застосовують у харчовій промисловості.

Окреме значення має одержання ферментних препаратів. Амілази, протеази, ліпази, пектинази, целюлази та інші ферменти мікробного походження використовують у харчових технологіях, кормовиробництві та різних галузях промисловості.

Фармацевтична промисловість і медицина.

Мікробіологічна біотехнологія є основою виробництва значної кількості біологічно активних речовин і лікарських засобів. Мікроорганізми використовують для промислового одержання антибіотиків, ферментів, вітамінів, амінокислот та компонентів окремих вакцин.

Сучасні методи генної інженерії дають змогу створювати мікроорганізми-продуценти рекомбінантних білків. Завдяки цьому стало можливим

біотехнологічне виробництво деяких гормонів, інтерферонів та інших терапевтично важливих білкових сполук.

Важливе місце займає виробництво антибіотиків, значну частину яких одержують за участю актиноміцетів і мікроскопічних грибів. Оптимізація умов культивування та селекція високопродуктивних штамів дають можливість істотно підвищувати ефективність таких виробництв.

Сільське господарство та рослинництво.

Для аграрного виробництва особливе значення має створення **мікробних препаратів**, призначених для поліпшення живлення, стимулювання росту та біологічного захисту рослин.

Корисні мікроорганізми можуть фіксувати атмосферний азот, мобілізувати важкодоступні сполуки фосфору, продукувати фітогормони та інші біологічно активні речовини. На основі таких мікроорганізмів створюють біопрепарати для передпосівної обробки насіння, внесення у ґрунт або оброблення рослин упродовж вегетації.

Одним із важливих напрямів є **біологічний захист рослин**. Для обмеження чисельності шкідників використовують мікроорганізми з інсектицидною активністю, зокрема препарати на основі *Bacillus thuringiensis*. Перспективними є також мікроорганізми-антагоністи фітопатогенів. Окремі види бактерій і грибів здатні пригнічувати збудників хвороб рослин завдяки конкуренції, продукуванню антибіотичних сполук, ферментів та інших метаболітів.

Застосування таких засобів є важливою складовою **біологізації землеробства, інтегрованого захисту рослин та органічного виробництва**, оскільки сприяє зменшенню хімічного навантаження на агроєкосистеми.

Охорона навколишнього середовища.

Мікроорганізми широко застосовують для біологічного очищення стічних вод, перероблення органічних відходів, компостування та біоремедіації забруднених ґрунтів. В основі цих технологій лежить природна здатність мікробних угруповань розкладати й трансформувати різноманітні органічні сполуки.

Особливо перспективним напрямом є **біоремедіація** — використання мікроорганізмів для зменшення вмісту або токсичності забруднювачів у ґрунті та водному середовищі. Деякі мікроорганізми здатні трансформувати нафтопродукти, пестициди та інші ксенобіотики. Інші впливають на рухомість і біодоступність важких металів, що також може бути використано в екологічних технологіях.

В аграрній сфері мікробіологічні технології використовують для перероблення рослинних решток, гною та інших органічних відходів. У результаті можна отримувати компости, органічні добрива та енергетичні продукти.

Хімічна та біохімічна промисловість.

Мікробіологічний синтез дає можливість одержувати різноманітні органічні сполуки — **етанол, бутанол, ацетон, органічні кислоти та інші продукти ферментації.**

Для цього підбирають високопродуктивні штами мікроорганізмів і створюють оптимальні умови їх культивування. Як сировину можуть використовувати цукровмісні та крохмалевмісні матеріали, продукти переробки рослинної біомаси, а в окремих технологіях — побічні продукти агропромислового виробництва.

Застосування мікроорганізмів як біологічних продуцентів дає можливість розвивати технології одержання цінних хімічних речовин із відновлюваної сировини.

Біоенергетика.

Одним із перспективних напрямів мікробіологічної біотехнології є виробництво енергоносіїв із біологічної сировини. За допомогою мікроорганізмів одержують **біогаз, біоетанол, біобутанол та інші види біопалива.**

Виробництво біогазу ґрунтується на анаеробному розкладанні органічної речовини складними мікробними угрупованнями. Як субстрат можуть використовувати гній, рослинні рештки, відходи харчової промисловості та іншу органічну сировину. Основним енергетично цінним компонентом біогазу є метан.

Біоенергетичні технології мають подвійне значення: вони забезпечують одержання відновлюваної енергії та водночас сприяють утилізації органічних відходів аграрного виробництва.

Значення мікробіологічної біотехнології для сучасного рослинництва

У сучасному сільському господарстві мікробіологічна біотехнологія розглядається як один із перспективних інструментів переходу до **ресурсозберігаючих та екологічно орієнтованих технологій вирощування сільськогосподарських культур.** Використання корисних мікроорганізмів дає можливість активізувати природні процеси ґрунтоутворення й живлення рослин, регулювати склад ризосферної мікробіоти, підвищувати стійкість культур до окремих біотичних та абіотичних чинників.

Перспективи розвитку цього напрямку пов'язані зі створенням комплексних мікробних препаратів, використанням консорціумів корисних мікроорганізмів, дослідженням мікробіому рослин, застосуванням молекулярно-генетичних методів і технологій керованої ферментації.

Отже, **мікробіологічна біотехнологія** поєднує фундаментальні знання про життєдіяльність мікроорганізмів із практичним використанням їх біологічного потенціалу. Її розвиток має важливе значення для виробництва харчових продуктів і лікарських речовин, підвищення ефективності рослинництва, біологічного захисту рослин, перероблення відходів, відновлення забруднених екосистем та одержання відновлюваних джерел енергії.