

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ БІОЛОГІЇ КЛІТИНИ**

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Вченою радою ІБК НАН України  
від 20 грудня 2023 р., протокол № 13

Директор ІБК НАН України,  
д.б.н., проф., академік НАН України,  
Голова Вченої ради ІБК НАН України



А.А. Сибірний

«20» грудня 2023 р.

**ПРОГРАМА  
зі спеціальності  
091 - Біологія та біохімія  
для вступу до аспірантури  
ІБК НАН України**

Львів – 2023



Укладачі програми зі спеціальності 091 – Біологія та біохімія для вступу до аспірантури ІБК НАН України:

Сибірний Андрій Андрійович – директор ІБК НАН України, доктор біологічних наук, професор, академік НАН України, гол. науковий співробітник відділу молекулярної генетики і біотехнології;

Стойка Ростислав Степанович – доктор біологічних наук, професор, член-кор. НАН України, завідувач відділу регуляції проліферації клітин і апоптозу ІБК НАН України;

Гончар Михайло Васильович - доктор біологічних наук, професор, завідувач відділу аналітичної біотехнології ІБК НАН України;

Дмитрук Костянтин Васильович - доктор біологічних наук, ст. н.с. ІБК НАН України, заступник директора ІБК НАН України з наукової роботи;

Федорович Дарія Василівна - доктор біологічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу молекулярної генетики і біотехнології;

Стасик Олег Володимирович - доктор біологічних наук, ст. д. ІБК НАН України, завідувач відділу сигнальних механізмів клітини ІБК НАН України;

Федоренко Віктор Олександрович - доктор біологічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу молекулярної генетики і біотехнології за сумісництвом.



## РОЗДІЛ 1. ЦИТОЛОГІЯ, КЛІТИННА БІОЛОГІЯ, ГІСТОЛОГІЯ

### ВСТУП

Місце і роль цитології, клітинної біології та гістології в системі біологічних наук.

Виникнення та розвиток клітинної біології як самостійної науки.

Створення клітинної теорії організації живої матерії та її значення. Прокаріотичні та еукаріотичні організми. Особливості структурно-функціональної організації прокаріотичних та еукаріотичних клітин.

Сучасний етап розвитку цитології, клітинної біології та гістології. Головні шляхи розвитку цих наук в Україні. Внесок вітчизняних вчених у розвиток цитології, клітинної біології та гістології.

### МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ В КЛІТИННІЙ БІОЛОГІЇ

Принцип взяття матеріалу для цитологічних та гістологічних досліджень. Методи описувальної та експериментальної мікроморфології.

Фіксація, ущільнення та заливка об'єктів. Мікротомія. Принципи і методи забарвлення та інші способи виявлення деталей препарату.

Гістохімічні методи. Головні принципи виявлення різних класів хімічних сполук.

Імуноморфологічні методи: мікроскопія світлова, фазово-контрастна, інтерференційна, у темному полі, поляризаційна. Люмінесцентна мікроскопія. Електронна мікроскопія. Конфокальна мікроскопія. Принципові основи методів. Електронна гістохімія та авторадіографія.

Проточна цитофлуориметрія – принцип методу, його можливості і застосування. Сортинг клітин.

Радіоізотопний метод. Неізотопні методи мічення.

Розділення клітинних популяцій. Поточна цитофлуориметрія.

Імунологічні методи розділення клітин. Фракціонування компонентів клітин. Методи ультрацентрифугування. Зональне центрифугування у розділенні клітин та клітинних органел. Хроматографічні методи поділу компонентів клітин. Електрофорез. Ізоелектрофокусування. Двомірний електрофорез. Імуноферментний аналіз.

Методи магнітної радіоспектроскопії: ядерний, магнітний резонанс, електронний парамагнітний резонанс. Рентгеноструктурний аналіз.

Прижиттєве спостереження клітинних об'єктів. Культивування клітин, тканин, органів.

Особливості культивування клітин рослин. Методи культури ізольованих органів, тканин і клітин рослин в експериментальних фітобіологічних дослідженнях і в біотехнології.

Особливості культивування клітин тварин. Методи довготривалого збереження рослинних і тваринних клітин в банках зародкової плазми. Кріоконсервація.

Методи одержання інформації з морфологічних препаратів. Принцип морфометрії, стереології, математичне планування дослідів та обробка результатів спостережень.

### СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ОРГАНІЗАЦІЯ КЛІТИНИ

*Будова та функції клітини.*

Загальний план будови клітини, її компартменталізація. Характеристика метаболічного апарату цитоплазми. Цитоплазма, її морфо-функціональна характеристика. Поняття про клітинні органели та включення.



### *Поверхневий апарат клітини.*

Хімічний склад і молекулярна організація мембрани. Ріст плазматичної мембрани. Надмембранні структури поверхнього апарату клітини. Глікокалікс тваринних клітин. Утворення та будова кортикального шару, зв'язок з цитоскелетом. Спеціалізовані утворення плазматичної мембрани. Утворення міжклітинних контактів, їх типи та функціональне значення.

Функції поверхнього апарату клітин. Рецепторні функції плазмалемми.

*Ендоплазматична сітка.* Мембрани ендоплазматичної сітки. Особливості їх ферментативного складу. Гранулярна ендоплазматична сітка.

Хімічний склад мембран, будова й локалізація. Зв'язок з ядерною оболонкою. Хімічний склад та будова рибосом. Синтез білків у гіалоплазмі, векторіальний синтез. Утворення зв'язку рибосом з мембранами ендоплазматичної сітки. Роль гранулярної ендоплазматичної сітки в синтезі білків.

Агранулярна ендоплазматична сітка. Хімічний склад мембран, будова та локалізація. Участь у синтезі тригліцеридів, стероїдів, полісахаридів. Специфічні функції гладенької ендоплазматичної сітки: детоксикація, накопичення іонів.

### *Апарат Гольджі.*

Хімічний склад мембран, будова та локалізація апарату Гольджі в клітинах різних типів тканин. Диктіосома, пластинчатий комплекс. Компартменталізація апарату Гольджі у зв'язку з локалізацією ферментних систем.

Функції апарату Гольджі. Участь апарату Гольджі в утворенні лізосом, поверхнього апарату клітини та інших вакуолярних структур спеціалізованих клітин. Біогенез апарату Гольджі, патологічні зміни.

*Облямовані клатрином пухирці.* Їх структура, функції, біогенез. Роль в інтерналізації ліганд-рецепторних комплексів.

*Лізосоми.* Класифікація лізосом. Властивості лізосомних мембран та ферментів. Механізм аутофагії. Утворення вторинних лізосом гетеро- та аутофагуючого типу. Розщеплення органічних молекул. Утворення постлізосом. Участь лізосом у процесі внутрішньоклітинного травлення, в ембріональному та постембріональному розвитку, в регуляції рівня секреції деяких біологічно активних речовин, у процесі зовнішньо клітинного розщеплення біополімерів, тощо. Концепції біогенезу лізосом. ГЕРЛ-система. Патологія.

*Пероксисоми.* Хімічний склад та властивості пероксисомальних мембран. Ферменти пероксисомального матриксу. Біологічна роль пероксисом. Пероксисомальне дихання. Зв'язок пероксисом з мітохондріями та пластидами. Біогенез пероксисом. Патологія пероксисом.

Катаболічні та анаболічні реакції, локалізовані в пероксисомах, механізми доставки білків в пероксисому, спадкові захворювання людини, спричинені дефектами пероксисом, пероксини та їх роль в будові пероксисоми та доставці білків до пероксисом.

Морфологічна та функціональна єдність компонентів вакуолярної системи, спільність походження та біосинтезу.

*Органоїди енергетичного обміну.* Спільність будови мітохондрій і пластид. Функціональна єдність цих органел.

*Мітохондрії.* Будова мітохондрій, їхня форма, розмір, кількість та локалізація в клітині. Хімічний склад, молекулярна організація зовнішньої та внутрішньої мітохондріальних мембран. Хімічний склад зовнішньої мітохондріальної камери, матриксу внутрішньої мітохондріальної камери. Синтез АТФ – основна форма накопичення енергії в клітині. Шляхи здобуття енергії клітинами: анаеробний гліколіз у гіалоплазмі, перенесення субстратів у мітохондріальний матрикс, їхнє окиснення, ланцюг переносу електронів у внутрішній мембрані, фосфорилування АДФ у АТФ-сомах. Спряженість процесів окиснення та фосфорилування. Дихальні ансамблі. Катаболічні та анаболічні процеси, що відбуваються в мітохондріях.



ДНК мітохондрій, її фізико-хімічні властивості, реплікація, транскрипція. РНК мітохондрій, синтез білка. Проблема ядерно-мітохондріальних взаємодій у процесах біосинтезу. Біогенез мітохондрій. Патологія мітохондрій.

*Пластиди.* Структура хлоропласту. Хімічний склад. Світлові та темнові реакції фотосинтезу. ДНК хлоропластів, біосинтез білка. Біогенез і філогенез хлоропластів.

Гіпотеза автономності еволюційного походження мітохондрій та хлоропластів.

*Скоротливі структури цитоплазми та цитоскелета.*

*Мікрофіламенти.* Хімічний склад, будова та локалізація. Взаємодія з плазматичною мембраною та органоїдами клітини. Можлива роль у механізмах руху клітинної поверхні та внутрішньоклітинних структур.

*Мікротрубочки.* Хімічний склад, будова та локалізація. Мікротрубочки – організуючі центри у рослин і найпростіших. Будова центріолей, їх функція та відтворення. Загальний план будови базальних тілець, війок, джгутиків. Мікротрубочки веретена поділу.

*Проміжні філаменти.* Мінливість хімічного складу цих філаментів залежно від типу тканини. Їхня локалізація.

Уявлення про внутрішньоклітинний скелет. Його морфологія на різних стадіях руху клітини. Роль мікротрубочок і мікрофіламентів у секреторному процесі та інших внутрішньоклітинних транслокаціях.

*Включення.* Клітинні включення, їх локалізація, хімічний склад та функціональне значення. Класифікація включень.

*Ядро.* Поверхневий апарат ядра. Хімічний склад та молекулярна організація ядерних мембран. Перинуклеарний простір. Проникність ядерної оболонки. Ядерні пори, їхня кількість, залежність від функціонального стану клітини. Будова рибосом, їхня роль у транспорті макромолекул. Будова щільної пластинки, її взаємодія з білковим матриксом. Пристінковий хроматин, його структура зв'язок ядерної мембрани з цитоплазматичними мембранами. Проблема транспорту між ядром та цитоплазмою.

*Хроматин.* Хімічний склад. ДНК, її будова й властивості. Нуклеосоми. Рівні організації. Білки хроматину. Гістони, їхній склад, функціональне значення. Негістонові білки. Ультраструктура хроматину. Активний хроматин. Гетерохроматин конститутивний та факультативний. Реплікація, транскрипція, процесинг, регенерація.

Хромосоми клітин, що діляться. Будова хромосом: перетяжки, кінетохор, теломери, супутники. Гетерогенність хромосом за довжиною. Уявлення про каріотип. Рівні структурної організації хромосом. Політенні хромосоми як модель інтерфазного стану хромосом. Хромосоми типу лампових щіток.

*Ядерце.* Ядерце – продукт транскрипційної активності ядерцевого організатора хромосом. Ампліфіковані ядерця. Хімічний склад ядерця. Структура ядерця, її зв'язок з функціональною активністю.

Функції ядра: реалізація, відтворення, передача спадкової інформації, її збереження та зміни.

## КЛІТИННИЙ ЦИКЛ

*Життєвий цикл клітини:* пресинтетичний період, період синтезу ДНК, постсинтетичний період та мітоз. Структурно-біохімічні зміни клітини в кожному періоді інтерфази. Можливості виходу з мітотичного циклу, пов'язані з диференціюванням. Поліплоїдизація. Тривалість інтерфази та мітозу.

*Структура клітинного циклу та поняття про рестрикційну точку.* Фактор активації М-фази (MPF). Роль кінази – продуктів гена *cdc2* у дріжджів та гена *cdk2* у ссавців. Механізми активації кінази М-фази, роль циклінів. Інактивація кінази М-фази, роль протеолізу циклінів. Механізми дії інгібіторів клітинного циклу. Роль протеолізу білків у механізмах регуляції розходження сестринських хроматид під час мітозу.



*Мітоз.* Загальна схема морфологічних змін у клітині при мітозі. Механізми руху хромосом під час мітозу. Поділ цитоплазми – цитокінез. Регуляція мітозу. Порушення нормального мітозу.

*Диференціювання клітин.* Диференціювання як сукупність процесів, при яких між клітинами спільного походження виникають стабільні морфологічні, фізіологічні та функціональні відмінності.

*Детермінація клітин, індукція і компетенція клітин.*

*Стовбурові клітини.* Визначення і характеристика. Джерела одержання. Застосування. Біологічні та етичні проблеми на шляху застосування стовбурових клітин.

## МІЖКЛІТИННІ ВЗАЄМОДІЇ

Мембрани цитоплазми. Хімія мембран.

Структура і властивості мембранних ліпідів. Особливості структури мембранних білків. Білки мембранного транспорту. Фактори перерозподілу мембранних структур. Мембранні полісахариди. Моделі організації цитоплазматичних мембран. Модель Давсона-Данієллі. Мозаїчна модель будови клітинної мембрани.

Контактні структури клітини. Основні типи міжклітинних контактів, їх білкові компоненти. Механізми мембранного транспорту молекул. Білки – переносники іонів. Натрій-калієвий насос. іонні канали. Мембранний транспорт. Білки мембранного транспорту. Роль мембранних рецепторів. Роль хімічних сигналів. Рецептори поверхні клітин. Механізми взаємодії лігандів з рецепторами. Циклічні нуклеотиди. Протеїнкіназа С.

Природа синаптичного потенціалу. Медіатори. Блокада нервово-м'язової передачі. Хемотаксис.

Видо- та тканинноспецифічна адгезія клітин. Міжклітинний матрикс. Клітинні взаємодії при імунівідповіді. Органи і клітини імунної системи. Макрофаги. Т- і В-лімфоцити. Диференціювання по генах імуноглобулінів. Клонально-селекційна теорія Бернета. Ідіотип. Хелпери, кілери і супресори, їх роль та імунівідповіді. Антигенний рецептор і диференціювання Т-клітин. Механізми природнього імунітету. Імунодепресанти. Головний комплекс гістосумісності. Трансплантаційний імунітет.

Гібридомна технологія. Моноклональні антитіла: одержання і застосування.

## КЛІТИНИ В МЕХАНІЗМАХ РОЗВИТКУ

Мобільність геному клітини і генетична рекомбінація.

Моделі генетичної рекомбінації. Регуляторне значення перебудови геному. Віруси як мобільні гени. Еволюційне значення генетичної рекомбінації.

Овогенез. Сперматогенез. Статеві клітини. Запліднення. Зміни в структурі яйцеклітини в процесі запліднення. Полярність яйцеклітини. Дроблення.

Тотіпотентність клітин ранніх зародків. Генетична ідентифікація ядер диференційованих клітин. Бластула. Гастрюляція і утворення трьохшарового зародку. Розвиток екто-, мезо- і ендодерми. стовбурові клітини, типи, походження, можливості застосування. Роль міжклітинних взаємодій.

## ВІДМИРАННЯ КЛІТИН. АПОПТОЗ І АВТОФАГІЯ

Генетично запрограмоване і незапрограмоване відмирання клітин. Апоптоз і некроз: цитоморфологічні, біохімічні та фізіологічні відмінності. Індуктори і супресори апоптозу. Біологічна роль апоптозу. Молекулярні механізми апоптозу. Роль білка p53. Роль білків родини Bcl-2. Каспазний каскад в апоптозі. Перерозподіл цитохрому С в клітині під час апоптозу. Зміни в складі плазматичної мембрани під час апоптозу.



Автофагія та її роль в нормі та при патології. Типи автофагії. Мікроавтофагія та макроавтофагія. Загальна та специфічна автофагія. Типи специфічної автофагії (пексофагія, рибофагія, мітофагія, автофагійна деградація ядра). Основні гена та білки, залучені в автофагію та їх функції. Біологічна роль автофагії, автофагія в розвитку ракових захворювань.

Інші типи відмирання клітин тварин і людини.

## ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ РОСЛИННОЇ КЛІТИНИ

Особливості будови рослинної клітини і її порівняння з будовою тваринної клітини. Центральна роль клітинної стінки. Будова клітинної стінки рослин та грибів. Особливості структури цитоплазми. Пластиди. Вакуолі. Особливості організації цитоскелету в клітинах рослин, його регіональність. Тургор. Модифікації клітинної стінки.

Міжклітинні взаємодії у рослин. Поняття про плазмодесми. Розвиток вищих рослин і диференціювання. Ріст рослин. Меристема і особливості її диференціювання.

Фактори регуляції росту рослинних клітин.

Циклічні нуклеотиди і їх роль в рослинній клітині. Роль поліфосфоінозитидів в опосередкованій дії фітогормонів. інші компоненти системи вторинних посередників рослинних клітин. Фосфорилування рослинних білків і його функціональне значення.

Фітогормони. Класифікація фітогормонів. Ауксин. Цитокіни. Гібереліни. Абсцисова кислота і споріднені сполуки. Етилен.

Явище тотіпотентності рослинних клітин. Дедиференціація і диференціація *in vitro*. Культура недиференційованих клітин рослин (калусні і суспензійні культури). Динаміка клітинної репродукції, росту і метаболізму клітин *in vitro*. Комерційне застосування масового культивування тканин і клітин.

Культура ізольованих протопластів рослин. Культура одиничних клітин.

Використання соматичної гібридизації для генетичного аналізу, вивчення механізмів мітотичного циклу, аналіз механізмів диференціювання і морфогенезу тощо. Практичне використання гібридизації соматичних клітин.

Методи генетичної трансформації рослин. Методи прямої трансформації (бомбардування мікрочастинками з плазмідною ДНК, мікроін'єкції та ін.). Введення макромолекул за допомогою ліпосом. Проблеми і перспективи направлено переносу лікарських препаратів.

Agrobacterium-опосередкована трансформація рослинних клітин. Пухлини рослин і роль Agrobacterium у їх утворенні. Вектори для трансформації рослин. Селективні маркери для генетичної трансформації. Експресія генів у трансгенних рослин. Трансгенні рослини як модель для молекулярно-біологічних досліджень. Прикладні аспекти генетичної інженерії рослин. Перспективи використання транс генних рослин.

Генетична інженерія клітин ссавців. Методи переносу генів в ембріональні і статеві клітини. Клонування ссавців. Можливість отримання трансгенних тварин. Стовбурові клітини.

## ЗАГАЛЬНА ГІСТОЛОГІЯ

Поняття про тканину. Еволюція та гістогенез тканин. Теорія О.О. Заварзіна про паралелізми в розвитку тканин. Морфофункціональна та генетична класифікація тканин. Можливість метаплазій тканин.



Фізіологічна та репаративна регенерація. Співвідношення внутрішньоклітинної, клітинної та тканинної регенерації. Регуляція регенераторних процесів.

Джерела та хід розвитку кожної тканини, включаючи вікові зміни. Будова та спеціалізація компонентів тканин (клітин та неклітинних структур), функції кожної тканини в цілому та окремих її компонентів:закономірності фізіологічної та репаративної регенерації, участь кожної тканини в захисних реакціях організму та підтримці його гомеостазу, значення кожної тканини в формуванні різних органів і систем цілісного організму.

Морфофункціональна та генетична класифікація епітеліальних тканин. Особливості будови епітеліальних тканин.Характеристика епітеліїв, що належить до різних морфо функціональних та генетичних типів. Джерела регенерації епітеліальних тканин. Похідні епітеліальних тканин.

Загальна характеристика тканин внутрішнього середовища та їх класифікація. Джерела розвитку та регенерації.

Кров і лімфа як тканини, їх функції. Форменні елементи та плазма. Кров як відкрита система з постійним входом і виходом з неї складових компонентів. Цитофізіологія формених елементів крові.

Ембріональне кровотворення.

Постембріональний гемопоез. Вікові зміни гемограми. Теорії кровотворення. Сучасні уявлення про кровотворення. Стовбура клітина.

Принципи класифікації власне сполучних тканин.

Пухка волокниста сполучна тканина. Клітини пухкої волокнистої сполучної тканини. Фібрилоутворюючі клітини та фібрилогенез. Клітини макрофагального ряду та макрофагічна система організму. Плазматичні клітини. Участь в імунологічних реакціях (кооперація клітин в процесі імуногенезу). Імуноцитогенез. Тканинні базофіли та їх участь у місцевих регуляторних процесах. Міжклітинна речовина сполучної тканини, її значення. Колагенові, еластичні волокна, їх роль, хімічний склад, будова. Джерела розвитку та регенерації клітин пухкої волокнистої сполучної тканини. Вікові зміни клітин та міжклітинної речовини сполучних тканин.

Хрящові тканини. Види хрящових тканин. Розвиток, ріст і регенерація хряща. Особливості міжклітинної речовини.

Кісткові тканини. Види кісткових тканин. Морфофізіологія перебудови кістки під час розвитку та росту. Екзо- та ендогенні фактори, що регулюють ріст кісток. Джерела остеогенезу.

Загальна характеристика та класифікація м'язових тканин відповідно до морфо-функціональних та генетичних принципів.

Гладкий міозит – структурна одиниця гладкої м'язової тканини і мязове волокно - одиниця будови скелетної м'язової тканини. Гістофізіологія м'язового скорочення. Гістофізіологія м'язового скорочення.

Скелетний м'яз як орган. Регенерація м'язів. Розвиток скелетних м'язів.

Загальна характеристика та класифікація структурних елементів нервової тканини.

Нейрон як морфологічні і функціональні одиниці нервової тканини. Морфологічна та функціональна класифікація. Цитологія нейронів. Значення плазмолемі в проведенні збудження. Синтез медіаторів. Нейросекреторні клітини.

Нейроглія, нейрогліальні взаємовідношення. Нервові волокна – мієлінові та без мієлінові. Нервові закінчення, їх класифікація. Рецепторні і ефекторні закінчення. Гістофізіологія нервових закінчень. Синапсис, їх класифікація. Нейронна теорія.



## Список літератури

1. Альбертс Б. Молекулярная биология клетки. В 3-х т. 2-е изд. – М.: Мир. – 1994.
2. Диксон Р., Уэбб Э. Ферменты. – тт. 1, 2, 3. – М.: Мир. – 1982.
3. Льюин Б. Гены. – М.: Мир, 1987.
4. Патрушев Л.И. Экспрессия генов, М.: Наука. – 2000
5. Сингер М., Берг П. Гены и геномы. В 2-х т, М.: Мир. – 1998.
6. Степанов В.М. Молекулярная биология. Структуры и функции белков. – М.: "Высшая школа". – 1996.
7. Спириин А.С. Структура рибосом и биосинтез белка. – Пущино, 1984.
8. Стайер Л. Биохимия. – М., 1985.
9. Гершензон С.М. Основы современной генетики. – Киев: Наукова думка, 1983.
10. Стент Г. Молекулярная генетика. – М., 1974.
11. Уотсон Дж. Молекулярная биология гена. – М., 1978.
12. Хесин Р.Б. Непостоянство генома. – М., 1985.
13. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия. 2-е изд. – М., 2004.
14. Тоцький В.М. Генетика. - В 2 т. Одеса: Астропринт, 1998
15. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. - М.: Высшая школа, 1989.
16. Загальна цитологія і гістологія: Підруч. для студ, біол. спец. вщ. навч. закл. / За ред. М.Е. Держинського [Н.В. Скрипник, Г.В. Островська, С.М. Гарматіна, Л.М. Пазюк, Н.О. Бузинська, І.М. Варенюк, А.С. Пустовалов, О.К. Вороніна] – Київ: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010.– 575 с.



## РОЗДІЛ 2. МІКРОБІОЛОГІЯ

### ВСТУП

Предмет та завдання курсу мікробіології, її місце та значення в сучасній біології, зв'язок з іншими науками. Місце мікроорганізмів в природі. Прокаріотичні та еукаріотичні мікроорганізми. Роль мікроорганізмів в кругообігу основних елементів в природі. Мікроорганізми на службі людини. Захворювання, що викликаються мікроорганізмами. Історія розвитку мікробіології. Дослідження А. ван Левенгука, Л. Пастера, Р. Коха, С. Виноградського та І. Мечнікова. Сучасний стан розвитку мікробіології в Україні.

### БУДОВА МІКРОБНОЇ КЛІТИНИ

Будова прокаріотичної клітини. Локалізація хромосоми бактерій, нуклеоїд. Цитоплазматичні та внутрішньоклітинні мембрани (мезосоми, тилакоїди), ламели. Структура клітинної стінки бактерій, забарвлення методом Грама. Запасні матеріали та інші включення бактерійної клітини. Джгутики та їх будова. Рух бактерій, таксії. Ендоспори та інші типи спор. Будова еукаріотичної клітини на прикладах клітин дріжджів та одноклітинних водоростей. Органели (ядро, мітохондрії, хлоропласти, вакуолі, пероксисоми, апарат Гольджі); їх структура та функції.

### СИСТЕМАТИКА МІКРООРГАНІЗМІВ

Номенклатура та класифікація бактерій. Нумеричний та філогенетичний принципи таксономії. Геносистематика та її методи. Основні групи бактерій згідно визначника "Bergey's Manual". Головні представники грам-позитивних та грам-негативних бактерій. Головні представники *Enterobacteriaceae*. Найважливіші патогенні бактерії.

Віруси та їх класифікація. Будова віруса мозаїки тютюну і віруса грипу. Багатостінні віруси з оболонкою та без оболонки. Структура бактеріофагів. Розмноження бактеріофагів. Вірулентні та помірні (лізогенні) фаги. Головні вірусні патогени людини.

Гриби: характеристики їх будови, росту та розмноження. Статеві та нестатеві спори. Класифікація грибів. Дріжджі та їх клітинний цикл. Одноклітинні водорості.

### КУЛЬТИВУВАННЯ ТА РІСТ МІКРООРГАНІЗМІВ

Основні поживні потреби мікроорганізмів. Мікробіологічні середовища та умови росту мікроорганізмів. Методи виділення мікроорганізмів з природи. Чисті та нагромаджувальні (елективні) культури. Відношення мікроорганізмів до кисню: облігатні та факультативні аероби та анаероби, мікроаерофіли. Методи визначення кількості та маси мікроорганізмів. Фази (етапи) росту в нагромаджувальній культурі. Рівняння, що описують ріст в експоненційній (логарифмічній) фазі. Питома швидкість росту та час генерації. Безперервне культивування мікроорганізмів. Хемостат і турбідостат. Будова ферментера. Стерилізація, пастеризація, їх методи.

### ОСНОВНІ МЕТАБОЛІЧНІ ПРОЦЕСИ

Метаболізм: катаболізм, анаболізм. Ферменти, їх функції. Коферменти, простетичні групи та вітаміни. Високоенергетичні сполуки. Гліколіз, пентозофосфатний шлях, шлях



Ентнера-Дудорова. Окиснення пірувату. Цикл трикарбонних кислот, його функції. Дихальний ланцюг та окисне фосфорилування. Транспорт електронів у анаеробних бактерій. Головні анаплеротичні реакції. Основні процеси анаболізму: глюконеогенез, біосинтез амінокислот, нуклеотидів та ліпідів.

Спиртове бродіння у дріжджів та бактерій. Молочнокислі бактерії. Молочнокисла гомо- і гетеро ферментація. Пропіоновокисле бродіння; ацетоно-бутанольна та маслянокисло-бутанольна ферментація у кластридій. Основні групи аеробних хемолітотрофних бактерій. Нітрифікація. Основні групи фотосинтезуючих бактерій. Аноксигенний та оксигенний фотосинтез. Пурпурні сірчані та несірчані бактерії, зелені сіркові бактерії. Цикл Кальвіна.

Фіксація азоту.

Часткове окиснення. Утворення вітамінів, амінокислот, органічних кислот та ферментів бактеріями та грибами. Антибіотики, їх біотехнологічне значення. Основні групи антибіотиків та продуценти.

## ГЕНЕТИКА МІКРООРГАНІЗМІВ

Мутації спонтанні та індуковані. Типи мутацій. Мутагени та їх дія. Методи позитивної та негативної селекції; збагачення при негативній селекції. Репарація ДНК. Генетична рекомбінація. Кон'югація та трансдукція. Трансформація у бактерій і дріжджів та її методи. Генетичне картування у *Escherichia coli*. Плазмиди та їх властивості. Рестрикція та модифікація ДНК. Методи молекулярного клонування. Основні ферменти, що використовуються в генетичній інженерії. Вектори на основі плазмід та фагів. Типи векторів для дріжджів. Метод ПЛР.

## РЕГУЛЯЦІЯ МЕТАБОЛІЗМУ

Регуляція метаболізму на рівнях активності, синтезу та стабільності ферментів. Основні способи регуляції анаболічних та катаболічних шляхів. Алостеричні ферменти. Регуляція активності ферментів за допомогою ковалентної модифікації, обмеженого протеолізу та білок-білкової взаємодії. Індукція, репресія кінцевим продуктом, катаболічна репресія. Регуляторні мутанти. Регуляція експресії генів на прикладах лактозного та триптофанового оперонів у *Escherichia coli* та галактозного регулону у пекарських дріжджів. Механізми катаболічної репресії у бактерій та дріжджів.

## МІКРООРГАНІЗМИ В БІОТЕХНОЛОГІЇ

Найважливіші мікробні біотехнологічні продукти та промислові мікроорганізми. Алкогольна ферментація, отримання біопаливного етанолу з сахарози, крохмалю та лігноцелюлози. Мікробний синтез органічних кислот та розчинників, амінокислот, полісахаридів, вітамінів та коферментів. Основні промислові ферменти, їх продуценти. Промислові антибіотики грибного та бактерійного походження та їх продуценти. Головні генно-інженерні продукти та бактерійні і дріжджові продуценти. Методи конструювання генно-інженерних продуцентів білків та низькомолекулярних речовин.



## Список літератури

1. Шлегель Г.Г. Общая микробиология. Изд. «Мир», М., 1972.
2. Флошибер М. Основы микробиологии. Изд. «Мир». М., 1965.
3. Prescott L.M., Harley J.P., Klein D.A. Microbiology. 2<sup>nd</sup> ed. WCB Publishers, 1993.
4. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология. Изд. Моск. ун-та, 1985.
5. Мишустин Е.Н., Емцев Е.Т. Микробиология. Изд. Агропромиздат, 1987.
6. Егорова Н.С. Промышленная микробиология, Изд. «Высшая школа», М., 1989.
7. Гудзь С.П., Гнатуш С.О., Білінська І.С. Мікробіологія Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2009. — 360 с.
8. Федоренко В.О., Осташ Б.О., Гончар М.В., Ребець Ю.В. Великий практикум з генетики, генетичної інженерії та аналітичної біотехнології мікроорганізмів. Навчальний посібник для студентів біологічних факультетів університетів, Львівський національний університет імені Івана Франка, Біологічний факультет. Кафедра генетики та біотехнології 2005. -282 с.
9. Молекулярно-біологічні методи дослідження мікроорганізмів. Навчальний посібник / Н.В. Ліманська, Ф.І. Товкач, В.М. Тоцький, Ж.Ю. Сергеева, Т.В. Іваниця, Н.Ю. Васильєва / Під редакцією В.О. Іваниці. – Одеса.: Видавництво ОНУ, 2014. - 180 с.

Схвалено Вченою радою Інституту біології клітини НАН України,  
протокол № 13 від 20 грудня 2023 р.