

Міністерство освіти та науки України  
Львівський національний університет імені Івана Франка  
Біологічний факультет



Затверджено  
Вченою радою біологічного факультету  
протокол № 6  
від 22. 02. 2020 р.

Голова Вченої ради  
Хамар І.С.

**ПРОГРАМА**  
**ВСТУПНИХ ВИПРОБУВАНЬ**  
**ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 091 БІОЛОГІЯ ДЛЯ ЗДОБУВАЧІВ ТРЕТЬОГО**  
**(ОСВІТНЬОГО – НАУКОВОГО) РІВНЯ**  
(спеціалізації біофізика, біохімія, ботаніка, генетика, зоологія, мікробіологія, фізіологія  
людини і тварин, фізіологія рослин)

Львів

РОЗРОБЛЕНО: Львівським національним університетом імені Івана Франка

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

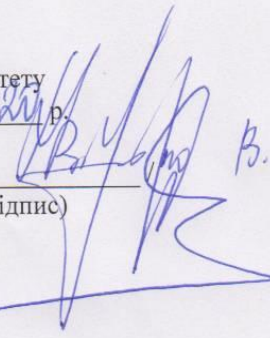
проф. Бабський А. М., проф. Сибірна Н. О., доц. Гончаренко В. І., проф. Федоренко В. О.,  
проф. Царик Й. В., проф. Гнатуш С. О., проф. Манько В.В., проф. Терек О. І., доц. Хамар  
І. С.

Схвалено методичною радою біологічного факультету  
Протокол № 2 від "17" лютого 2020 р.

"17" 02 2020 р.

Голова

(підпис)

  
В.І. Гончаренко

## Передмова

Вступний іспит до аспірантури є невід'ємною складовою підготовки наукових і науково-педагогічних кадрів вищої кваліфікації. Програма вступного іспиту до аспірантури зі спеціальності 091 Біологія відображає сучасний стан розвитку цієї галузі науки і включає всі її найважливіші розділи, які необхідні для здійснення прикладної та наукової діяльності фахівця вищої кваліфікації.

Вступник до аспірантури зі спеціальності 091 Біологія має продемонструвати високий рівень теоретичної та практичної підготовки, знання загальних питань біології, глибоке розуміння її теоретичних засад, а також уміння застосовувати свої знання для вирішення науково-дослідницьких та прикладних завдань. Питання вступного іспиту в аспірантуру переважно ґрунтуються на матеріалах загальних курсів, які викладають на біологічному факультеті Львівського національного університету імені Івана Франка, і вимагають знань у таких дисциплінах як біофізика, біохімія, ботаніка, генетика, біотехнологія, екологія, зоологія, мікробіологія, фізіологія рослин і фізіологія людини і тварин.

Вступний іспит до аспірантури зі спеціальності 091 Біологія проводиться в усній формі.

## 1. БІОФІЗИКА

### Термодинаміка біологічних процесів.

*Термодинаміка рівноважних станів.* Закриті та відкриті термодинамічні системи. Перший закон термодинаміки. Його застосування до біологічних об'єктів. Ентальпія. Колориметрія і використання її для вимірювання термодинамічних параметрів біосистем. Другий закон термодинаміки. Ентропія. Інформація і зв'язок її з ентропією. Термодинамічні потенціали. Хімічний і електрохімічний потенціали.

*Термодинаміка необоротних процесів.* Зміна ентропії в відкритих системах. Швидкість продукції ентропії і дисипативна функція. Основні положення лінійної нерівноважної термодинаміки. Співвідношення взаємності Онзагера. Теорема Пригожина. Критерії стійкості системи при термодинамічній рівновазі і в стаціонарному стані. Нелінійна термодинаміка необоротних процесів. Сталі і несталі стани. Різні класи біфуркацій і дисипативні структури (реакція Білоусова-Жаботинського, біфуркації Хопфа, модель Вольтера-Лотка). Автохвильові процеси в біологічних системах.

### Молекулярна біофізика.

*Фізико-хімічні властивості та методи досліджень біомакромолекул.* Стабілізація просторової структури біомакромолекул за допомогою внутрімолекулярних взаємодій (електростатичні, Ван-дер-Ваальсові, гідрофобні взаємодії, водневі зв'язки). Взаємодія макромолекул в сольовому розчині (теорія Дебая-Хюккеля). Іонна сила розчину. Оптичні методи дослідження біомакромолекул (абсорбційна і флуоресцентна спектроскопія, дисперсія оптичного поглинання, круговий дихроїзм). Спектроскопія магнітного резонансу (електронного парамагнітного резонансу, ядерного магнітного резонансу). Поступальна і обертальна дифузія біомакромолекул. Метод квазіпружного розсіювання світла макромолекулами. Седиментація біомакромолекул (методи швидкості седиментації і седиментаційної рівноваги). Електрофорез біомакромолекул.

*Біофізика білків.* Первинна та вторинна структура білків. Конформації поліпептидів ( $\alpha$ -спіраль,  $\beta$ -структура, неупорядкована форма). Надвторинна структура білків. Диференціальна скануюча мікрокolorиметрія як метод вивчення доменної будови білків. Динаміка білкової структури. Абсорбційна і флуоресцентна спектроскопія білків. Використання методів ядерного магнітного резонансу і електронного парамагнітного резонансу в дослідженнях структури білків.

Особливості структурної організації білків ферментів. Швидкість і константа швидкості реакції. Реакції нульового і першого порядку. Вплив температури на швидкість

хімічної реакції. Рівняння Арреніуса. Енергія активації та її визначення. Теорія абсолютних швидкостей реакції (теорія перехідного стану). Рівняння Ейрінга. Кінетика взаємодії ферменту і субстрату. Рівняння Міхаеліса-Ментен. Графічний метод Лайнуверера-Берка для визначення кінетичних параметрів ферментативних реакцій. Конкурентне і неконкурентне інгібування ферментативних реакцій. Молекулярний механізм взаємодії ферменту з субстратом. Конформаційні перебудови ферментів при взаємодії з субстратами. Методи вимірювання швидких ферментативних реакцій (метод зупиненого потоку, метод температурного стрибка). Структура алостеричних ферментів. Кооперативна кінетика реакцій з участю алостеричних ферментів. Рівняння Хілла. Моделі (симетрична і послідовна) функціонування алостеричних систем.

*Біофізика нуклеїнових кислот.* Просторова будова ДНК. Характер сил, які стабілізують структуру ДНК (водневі зв'язки між комплементарними парами, стекінг-взаємодії). Оптичні характеристики нуклеїнових кислот. Гіперхромний ефект і криві плавлення ДНК. Визначення ГЦ-складу в ДНК. Круговий дихроїзм ДНК. Експериментальні докази різних конформацій ДНК (В-, С-, Т-, А-форми ДНК). Білково-нуклеїнове пізнання. Третинна структура РНК. Сін- і анти-конформації нуклеотидів. Ендо- та екзо-конформації рибози. Механізм редуплікації ДНК (дослідження за допомогою ізотопів). Кінетика денатурації і ренатурації ДНК. Гібридизація ДНК-РНК.

#### **Біофізика клітинних процесів.**

*Структурно-функціональна організація біомембран.* Склад біологічних мембран. Вивчення структурної організації мембран (досліди з моношарами ліпідів). Критична концентрація міцелоутворення. Рідинно-кристалічний стан мембрани. Мікров'язкість мембрани. Динаміка ліпідів і білків в мембрані. Використання методу спінових міток для вивчення динамічних характеристик мембран. Гіпотеза кінків. Моделі структурної організації мембран (мозаїчна модель, асиметрична модель, асиметрична трьохшарова мембрана).

*Транспорт речовин через мембрани.* Пасивний транспорт речовин через біомембрани. Транспорт води. Осмотичний тиск і його вимірювання. Константа Ставерманна. Проста дифузія. Рівняння Теорелла. Рівняння Фіка. Коефіцієнт проникності біомембран. Транспорт неелектролітів через біомембрани. Полегшена дифузія. Білки-переносники. Механізм пасивного транспорту іонів через біомембрани. Селективна іонна проникність клітинних мембран. Поверхневий заряд мембрани. Дебаєвська довжина (довжина екранування). Моделювання іонної проникності штучних мембран. Транспортні антибіотики. Активний транспорт іонів.  $\text{Na}^+$ -,  $\text{K}^+$ -помпи.  $\text{Na}^+$ - $\text{Ca}^{2+}$  обмін та  $\text{Ca}^{2+}$ -помпа. Структура і функції іонних каналів. Patch-clamp – метод локальної фіксації потенціалу клітинної мембрани.

*Мембранний потенціал.* Природа мембранного потенціалу. Рівняння Нернста. Мікроелектродна техніка для вимірювання мембранного потенціалу. Мембранний потенціал у випадку іонної рівноваги. Рівновага Гібса-Доннана. Електрохімічний потенціал і рівняння електродифузії Нернста-Планка. Теорія постійного поля. Рівняння Усінга. Вольтамперні характеристики мембрани; затримане випрямлення.

*Електрична збудливість клітин.* Потенціал дії. Роль іонів натрію і калію в генерації потенціалів дії. Вимірювання іонних струмів за допомогою метода фіксації потенціалу. Вольтамперні характеристики для натрієвого і калієвого струмів при збудженні аксону кальмара. Перфузія ізольованих нейронів та роздільне дослідження іонних струмів. Реєстрація струмів поодиноких каналів. Типи іонних каналів. Селективність каналів. Блокатори іонних каналів. Математична модель Ходжкіна-Хакслі процесу електричного збудження. Розповсюдження збудження. Локальні струми і сальтаторне проведення збудження. Електротонічний потенціал. Кабельна теорія. Константа довжини кабелю. Опір і ємність мембрани.

Механізми міжклітинних взаємодій. Щільні з'єднання. Синаптична передача (хімічні і електричні синапси). Структура хімічного синаптичного контакту.

Постсинаптичні потенціали. Передача сигналів від рецепторів мембрани всередину клітини. Вторинні посередники (цАМФ, іони  $\text{Ca}^{2+}$ , інозитолтрифосфат, діацилгліцерол). Потенціалкеровані та рецепторкеровані іонні канали.

*Біофізика м'язового скорочення.* Структура скелетного м'язу. Скоротливі білки, молекулярна організація м'язових волокон. Спряження між збудженням і скороченням в скелетному м'язі. Механізм вивільнення іонів кальцію із саркоплазматичного ретикулу. Механокінетика скорочення скелетного м'язу. Ізометричне і ізотонічне скорочення. Енергетика процесу скорочення. Рівняння Хілла. Молекулярний механізм скорочення скелетного м'язу. Молекулярні механізми регуляції скорочення.

Серцевий м'яз. Структурно-функціональна організація міокарду. Особливості структури міоцитів. Електричні властивості і автоматія серця. Особливості регуляції скорочення серцевого м'язу. Гладенькі м'язи, особливості їх структурної організації та регуляції їх скорочення.

*Нем'язова форма рухливості.* Структура апарату руху прокариотичних організмів. Молекулярний механізм обертання джгутика. Рух еукариотичних клітин. Структурно-функціональна організація війок і джгутиків еукариот на молекулярному рівні. Динеїн і кінезин – білкові мотори. Амебоїдний рух. Мікрофіламенти нем'язових клітин як елемент цитоскелету. Роль цитоскелету в клітинній рухливості і транспорті речовин.

*Трансформація енергії в мембранах.* Структура внутрішніх мембран мітохондрій. Склад і організація електрон-транспортного ланцюга мітохондрій. Окисно-відновний потенціал та методи його вимірювання. Окисно-відновні потенціали основних компонентів електрон-транспортного ланцюга мітохондрій. Електрон-транспортний ланцюг мітохондрій як електрохімічний генератор. Теорія Мітчела. Спряження процесів окиснення і фосфорилування. Структурна організація АТФ-синтетази, її локалізація в мембрані. АТФ-синтетаза як роторний молекулярний мотор.

*Фотобіологічні процеси.* Головні етапи фотобіологічних процесів. Основні закони поглинання світла. Взаємодія світла з речовиною. Електронні переходи, збуджені стани молекул. Механізми міграції енергії (індуктивно-резонансний і екситонний). Основні закони фотохімії. Спектри дії фотохімічних реакцій. Біологічна активність ультрафіолетового світла. Фотодеструкція білків і нуклеїнових кислот. Фотоактивація кисню.

*Біофізика фотосинтезу.* Структурна організація хлоропластів. Основні пігменти фотосинтезу, їх оптичні властивості. Фотосинтетична одиниця. Світлозбираючі комплекси. Поглинання світла і міграція енергії в світлозбираючих комплексах. Реакційні центри двох фотосистем. Електрон-транспортні ланцюги в мембранах тилакоїдів. Z-схема фотосинтезу. Генерація електрохімічного потенціалу на мембранах тилакоїдів. Фотоокиснення води. Фотофосфорилування, АТФ-синтетаза хлоропластів. Бактеріальний фотосинтез. Фотосинтетичний апарат галобактерій. Бактеріородопсин як фотоелектрохімічний генератор.

*Біолюмінесценція і хемілюмінесценція.* Види біолюмінесценції та її роль в життєдіяльності організмів. Біолюмінесценція у бактерій, комах, медуз та інших організмах. Надслабка хемілюмінесценція біологічних тканин і середовищ. Методи реєстрації хемілюмінесценції. Генерація світла при вільнорадикальному окисненні біологічних молекул.

*Радіаційна біофізика.* Природа і види іонізуючої радіації (альфа-, бета- і гамма-радіація, нейтрони та інші частинки). Джерела іонізуючого випромінювання земного і космічного походження. Механізми поглинання енергії іонізуючих випромінювань. Пряма дія іонізуючого випромінювання. Теорія мішеней. Дія іонізуючого випромінювання на біологічні молекули. Залежності «доза-ефект». Радіаційні хімічні реакції. Непряма дія іонізуючої радіації. Радіоліз води. Кисневий ефект. Вільнорадикальне пошкодження ліпідів, білків і нуклеїнових кислот. Дія іонізуючої радіації на клітини. Шляхи радіаційної загибелі клітин. Залежності «доза-ефект» на клітинному рівні. Модифікація променевого



пошкодження. Радіопротектори і радіосенсибілізація. Репараційні системи клітини. Антиоксидантна система клітини.

### **Біофізика складних систем.**

*Передача інформації в сенсорних системах.* Загальні принципи передачі інформації. Кількість інформації. Шенонівський канал передачі інформації. Потужність і пропускання каналу інформації. Кодування, передача і переробка інформації в нервовій системі.

*Регуляція біологічних процесів.* Основні принципи регуляції біологічних процесів на молекулярному, клітинному та організменному рівнях. Прямі та зворотні зв'язки. Гомеостаз. Регуляція кругообігу крові. Регуляція газового складу. Регуляція температури і осмотичного тиску крові.

## **Рекомендована література**

### **Базова**

1. Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошніченко М.С., Шуба М.Ф. БІОФІЗИКА - К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. - 567 с.
2. Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура І.С., Мірошніченко М.С., Шуба М.Ф. БІОФІЗИКА / Під редакцією П.Г.Костюка. – К.: Оберіг, 2001. – 544 с.
3. Рубин А.Б. Биофизика 1,2 том. – М.: «Высшая школа», 1987.
4. Волькенштейн Н.В. Биофизика. – М.: «Наука», 1988. – 459 с.
5. Губанов Н.И., Утенберген Н.А. Медицинская биофизика. – М.: «Наука», 1978. – 344 с.
6. Владимиров Ю.А. и др. Биофизика. – М.: «Медицина», 1983. – 325 с.
7. Деркач М.П. Основы биофизики. Вид-во Львівського ун-ту, 1967. – 159 с.
8. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М.: «Высшая школа», 1987. – 325 с.

### **Допоміжна**

1. Санагурський Д.І. Об'єкти біофізики: Монографія. – Львів. Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 522 с.
2. Болдырев А.А. Биологические мембраны и транспорт ионов. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 208 с.
3. Верененов А.А., Марахова И.И. Транспорт ионов у клетках в культуре.– Л.: Наука, 1986.– 292с.
4. Введение в биохимическую экологию : учеб. пособие / В. П. Саловарова, А. А. Приставка, О. А. Берсенева. – Иркутск : Издво Иркут. гос. унта, 2007. – 159 с.
5. Владимиров Ю.А., Потапенко А.Я. Физико-химические основы фотобиологических процессов. – М.:Высшая школа.– 1989.– 252 с.
6. Владимиров Ю.И., Аргаков А.И. Переокисное окисление липидов в биологических мембранах. – М.: Наука. – 1972. – 252 с.
7. Гамалея Н.Ф. Лазеры в медицине. – Киев, Здоров'я. – 1988. – 43 с.
8. Гойда Е.А. Биофизические аспекты раннего онтогенеза животных. – К.: Наукова думка. – 1993. – 224 с.
9. Клевець М.Ю. Фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем. – В кн.: Фізіологія людини і тварин: Навч. пос. – Львів: Вид-во Львів. ун-ту, 2000. – С.168-188.

## **15. Інформаційні ресурси**

1. *Волькенштейн М.В.* Биофизика. М.: Наука 1988.djv.  
[http://ihtik.lib.ru/dreamhost\\_chem\\_8janv2007.html](http://ihtik.lib.ru/dreamhost_chem_8janv2007.html)
2. *Ревин В.В., Максимов Г.В., Кольс О.Р.* Биофизика.djvu.  
[http://ihtik.lib.ru/servage\\_med\\_29oct2006n.html](http://ihtik.lib.ru/servage_med_29oct2006n.html)

3. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознесенский С.А., Козлова Е.К. Биофизика.djvu. [http://ihtik.lib.ru/servage\\_med\\_29oct2006n.html](http://ihtik.lib.ru/servage_med_29oct2006n.html)
4. Романовский Ю.М. и др. Математическая биофизика. М.: Наука, 1984.djvu. [http://ihtik.lib.ru/dreamhost\\_biology\\_4janv2007.html](http://ihtik.lib.ru/dreamhost_biology_4janv2007.html)
5. Рубин А.Б. Биофизика: в 2-х т.rar. [http://ihtik.lib.ru/dreamhost\\_biology\\_4janv2007.html](http://ihtik.lib.ru/dreamhost_biology_4janv2007.html)
6. Базыкин А.Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. [http://ihtik.lib.ru/teor-estestv\\_21dec2006/](http://ihtik.lib.ru/teor-estestv_21dec2006/)

## 2. БІОХІМІЯ

### МОЛЕКУЛЯРНІ КОМПОНЕНТИ КЛІТИНИ

#### 1.1 Білки та їх біологічні функції

Проблема білка. Історія відкриття білкових сполук. Розвиток і утвердження пептидної теорії будови білків. Роль вітчизняних вчених в розвитку білкової хімії. Білки як об'єкт дослідження хімії, біохімії, біоорганічної хімії і молекулярної біології. Значення дослідження білків для практики народного господарства. Перспективи використання білків у біотехнології. Амінокислоти - структурні елементи білків. Кислотно-основні, стереохімічні, оптичні властивості амінокислот. Хімічні властивості амінокислот. Хімічні реакції амінокислот по - COOH, -NH<sub>2</sub>- групах і бічних радикалах. Використання хімічних реакцій амінокислот в структурних дослідженнях і аналітичній практиці. Хімічні властивості пептидів. Хімічний синтез пептидів. Ферментативний синтез пептидів. Природні пептиди (граміцидин, вазопресин, меланоцитостимулюючий гормон, енкефаліни). Стратегія і практика визначення первинної структури білків. Хімічний гідроліз білків. Кількісний амінокислотний аналіз. Автоматичний амінокислотний аналіз: принцип методу і використання. Спеціальний аналіз окремих амінокислот. Аналіз амінокислотної послідовності. Визначення N-кінцевих амінокислотних залишків. Методи Сенджера, Грея і Харлі, Едмана. Метод з використанням амінопептидаз. Аналіз C-кінцевих амінокислотних залишків гілразином і карбоксипептидазним методами. Селективна хімічна і ферментативна деградація. Розподіл пептидів і методи їх секвенування. Реконструкція повної амінокислотної послідовності білків. Особливості аналізу первинної структури білків з дисульфідними мостиками. Конформаційний стан амінокислотних залишків в білках і у вільному стані. Конформаційні можливості метиламідів, N-ацетилди- і трипептидів. Вклад бічних функціональних груп амінокислотних залишків у формування рівня структурної організації білків. Рентгеноструктурний аналіз як метод дослідження просторової структури білків. Характеристика сил, які стабілізують третинну структуру білків. Денатурація як процес дестабілізації нативної структури. Типи денатуруючих агентів. Конформаційні переходи в білках. Поняття протомера, олігомера, субодиноці. Характеристика сил, які стабілізують четвертинну структуру. Біологічний зміст четвертинної структури. Домени. Полідоменна організація як альтернатива четвертинної структури білків. 4 Кислотно-основні властивості білків і їх використання в методах розділення білків (іонообмінна хроматографія, електрофорез). Розчинність, осмотичні властивості, спектральна характеристика, використання у препаративній і аналітичній біохімії. Молекулярні шаперони. Нуклеоплазміни - ядерні білки, їхня участь у зборці нуклеосом. Шапероніни - шаперони прокариот, мітохондрій і протопластів. Сім'я білків hsp-70. Білки теплового шоку та їхні конститутивні та глюкозорегульовані гомологи. Білки плазми крові. Біологічна роль, класифікація, методи розділення. Характеристика альбумінів і глобулінів. Білковий спектр сироватки крові у нормі та при патології. Диспротеїнемії. Діагностичне значення протеїнограми. Гемоглобін і міоглобін. Хімічна будова і рівні структурної організації. Механізм оксигенації і його математичні моделі. Кооперативний ефект зв'язування кисню гемоглобіном і його фізіологічна роль. Регуляція процесу оксигенації гемоглобіну метаболітами: ефект Бора, вплив 2,3-дифосфогліцерату і АТФ. Поліморфізм гемоглобіну. Фізіологічна роль HbO<sub>2</sub> і Mb. Білки хроматину. Гістони, класифікація, будова і властивості. Характеристика протамінів і негістонових хромосомних білків. Рівні структурної організації хроматину: нуклеосомний, соленоїдний і петельний, роль гістонів в їхній стабілізації. Функціональна роль гістонів і негістонових білків. Розплітаючі білки. Функції розплітаючих білків. Білки, які змінюють конформацію ДНК. ДНК-залежні АТФ-ази, ДНК-хелікази, механізм дії. Топоізомерази. Хімічна модифікація білків. Реакції окремих функціональних груп білків. Афінна модифікація. Специфічність реакції модифікації. Застосування хімічної модифікації в біохімії, молекулярній біології, медицині, техніці, народному господарстві. Імобілізовані ферменти, їх значення для



сучасної біотехнології. Модифікаційні процеси.

## 1.2. Ферменти.

Механізм дії, структура і регуляція Основні властивості ферментів та шляхи їх дослідження. Зв'язок науки про ферменти з іншими науками. Історія відкриття ферментів. Роль вітчизняних вчених у розвитку науки про ферменти. Значення дослідження будови та функцій ферментів, їх утворення, генетики ферментів для розвитку медицини, мікробіологічної промисловості, сільського господарства, харчової промисловості, екологічних досліджень, генної інженерії. Методи виділення та очищення ферментів. Основні методи виділення ферментів, їх позитивні сторони і недоліки, умови виділення. Очищення ферментів та його значення. Методи очищення. Методи визначення активності ферментів. Класифікація ферментів, основні правила класифікації ферментів. Систематична і робоча номенклатура, основні положення. Специфічність дії ферментів. Види специфічності ферментів. Методи дослідження специфічності. Подвоєна специфічність ферментів. Специфічність до цис-транс ізомерів. Стереоспецифічність. Абсолютна специфічність. Особливості будови ферментів та їх активних центрів. Молекулярна маса ферментів, амінокислотний склад, рівні структурної організації ферментів. Активний центр ферментів, роль окремих груп в активних центрах ферментів, методи їх ідентифікації. Кофактори ферментів. Класифікація кофакторів, їх роль в активних центрах ферментів. Спеціалізовані субстрати. Основні кофактори різних класів ферментів. Основні положення ферментативної кінетики. Фактори, що впливають на швидкість ферментативних реакцій. Вплив концентрації ферменту. Причини, що обумовлюють відхилення від прямопропорційної залежності між концентрацією ферменту та швидкістю ензиматичного процесу. Вплив концентрації субстрату на швидкість ферментативних реакцій. Двосубстратні реакції, їх класифікація, аналіз залежності швидкості реакції від концентрації кожного з субстратів. Графічні методи визначення константи Міхаеліса-Ментен ( $K_m$ ), швидкості реакції інших кінетичних параметрів. Вплив рН, температури і тиску на швидкість ферментативних реакцій. Оптимум рН, рНфункції Міхаеліса, визначення  $pK$  груп в активних центрах ферментів. Температурний оптимум. 5 Визначення термодинамічних характеристик певних етапів ензиматичних реакцій. Швидкість ферментативних реакцій у тварин, які перебувають на значних глибинах. Кінетика інгібування й активації ферментативних реакцій. Основні типи інгібування та активації: неконкурентне інгібування та асоціативна активація, конкурентне інгібування та каталітична активація, безконкурентне інгібування та двопараметрично узгоджена активація, змішане інгібування та двопараметрично узгоджена активація, псевдоінгібування та псевдоактивація. Визначення кінетичних констант інгібованих та активованих процесів. Механізми ферментативних реакцій. Класифікація механізмів реакцій, каталізованих ферментами: характеристика реакцій заміщення, приєднання, елімінування, конденсації та інших. Роль імідазолу гістидину в активних центрах ферментів: гістидин-серинові (серинові протеїнази, ацетилхолінестераза), гістидин-цистеїнові (креатинкіназа, гексокіназа), дигістидинові (рибонуклеаза, фумаратгідратаза), карбоксил-гістидинові (глікозидази) та інші каталітичні центри за участю гістидину. Роль залишків аспарагінової, глутамінової кислот у перебігу різних ензиматичних процесів: будова активних центрів і механізми реакцій за участю лізоциму, пепсину й інших ферментів. Механізми реакцій ферментів, які мають в активних центрах кофактори. Роль нікотинаміду в активних центрах оксидоредуктаз. Стереоспецифічність та антикооперативність окремих НАД(Ф) - залежних ферментів. Піридоксальовий каталіз. Механізми каталітичної дії амінотрансфераз, декарбоксилаз, ізомераз, рацемаз та інших ферментів, які пов'язані з обміном амінокислот, вуглеводів і мають в активному центрі піридоксаль або піридоксамінфосфат. Роль тіаміну (тіамінпірофосфату), тетрагідрофолієвої кислоти, біотину, ліпоєвої кислоти, коензиму А, глутатіону, убіхінонів, вітаміну С, вітамінів групи К і Е в активних центрах ферментів. Низькомолекулярні пептиди та білки як кофактори певних ферментних систем: тіоредоксин,

ацетилтранспортні білки, фосфопантотеїнпротеїни бактеріальних систем синтезу тіроцидину, граміцидину. Флавопротеїни. Металофлавопротеїни. Механізм реакцій за участю ФАД та ФМН. Утворення синіх і червоних семіхінонів. Роль іонів металів в активних центрах ферментів. Гемпротеїни. Особливості будови і функціонування цитохрому с. Особливості будови, кінетичних характеристик та функціонування алостеричних ферментів. Кооперативність та антикооперативність. Коефіцієнт Хілла. Моделі функціонування регуляторних ферментів. Мультиферментні комплекси. Локалізація ферментів у клітині. Ферменти, що зв'язані з плазматичною мембраною, лізосомами, мітохондріями, ядром та ін. Метаболони. Каскадний механізм дії ферментів. Біосинтез ферментів. Регуляція біосинтезу ферментів. Репресія, індукція ферментів. Аденілат- та гуанілатциклазні системи. Роль іонів металів, кальмодуліну, оліго-2',5'-аденілату, фосфоламбану в регуляції активності ензимів. Особливості біологічної дії протеїнкінази С та фосфоліпази С. Посттрансляційна модифікація ферментів. Ізоферменти. Утворення множинних молекулярних форм ферментів, ізоферментів, алоферментів; їхнє значення для організму. Практичне використання ферментів, інженерна ензимологія.

### 1.3. Вуглеводи

Хімічна будова, загальні властивості вуглеводів та їх роль у живій природі, класифікація. Моносахариди: структура, властивості, стереохімія (D-, L-,  $\alpha$ -,  $\beta$ -форми, стереоізомери, епімери, аномери, енантіомери, явище мутаротації, рацемати). Моносахариди. D-ряди альдоз і кетоз. Похідні моносахаридів (альдонові, альдарові та уронові кислоти, амінопохідні, глікозиди). Олігосахариди: структура, властивості, характеристика окремих представників. 6 Полісахариди: прості і складні полісахариди. Гомополісахариди (глікоген, крохмаль, клітковина, пектинові речовини). Гетерополісахариди рослин, полісахариди клітинних стінок. Гетерополісахариди тварин (гіалуронова кислота, хондроїтинсульфати, гепарин).

1.4. Ліпіди. Структурна організація і функції мембран Загальні властивості, поширення і класифікація ліпідів. Будова і властивості жирних кислот. Жирні кислоти з непарним числом C-атомів та з розгалуженим C-ланцюгом. Нейтральні жири, триацилгліцероли, воски. Складні ліпіди: фосфоацилгліцероли, сфінголіпіди, гліколіпіди. Стерини і стероїди. Біологічні мембрани та їхній хімічний склад. Структура і фізико-хімічні властивості мембран. Роль ліпідів у побудові біологічних мембран. Ліпідні моделі біологічних мембран. Структурна організація біологічних мембран. Основні принципи будови біологічних мембран.

### 1.5. Вітаміни

Історія відкриття вітамінів. Хімічна будова. Прояви недостатності вітамінів - гіповітамінози та авітамінози, потреба у вітамінах. Водорозчинні, коферментні вітаміни. Хімічна будова, біологічно активні форми та каталітичні функції коферментних вітамінів: тіамін - вітамін В1, рибофлавін - вітамін В2 та його коферментні форми - ФАД, ФМН; нікотинова кислота, нікотинамід - вітамін РР та його коферментні форми - НАД<sup>+</sup>, НАДФ<sup>+</sup>; піридоксин - вітамін В6 та його коферментні форми - піридоксальфосфат та піридоксамінфосфат; біотин - вітамін Н, пантотенова кислота - вітамін В3 і його коферментна форма - коензим А; фолієва кислота - вітамін Вс, коферментна форма - тетрагідрофолієва кислота як переносник одновуглецевих фрагментів у реакціях біосинтезу; аскорбінова кислота - вітамін С, антискорбутний фактор, участь в окисно-відновних процесах. Жиророзчинні вітаміни, хімічна будова, біологічні функції. Ретинол - вітамін А, антиксерофтальмічний фактор, каротиноїди. Біологічно активні форми: ретиналь, ретиноєва кислота, роль цис-транс ізомерії в процесах світлосприймання. Холекальцифероли - вітаміни групи Д, біологічно активні гідроксильовані похідні та їх роль в обміні кальцію і фосфатів.  $\alpha$ -токоферол - вітамін Е. Біологічно активні хінони - вітамін К, його участь в системі зсідання крові. Вітаміноподібні сполуки: холін, ліпоєва, пангамова (вітамін В15), оротова, параамінобензойна, лінолева, ліноленова кислоти,

інозит, убіхінон, вітамін U - противиразковий фактор. Антивітаміни - інгібітори ферментів. Значення вітамінів у гігієні харчування.

## 1.6. Гормони

Характеристика ендокринної системи. Загальні принципи клітинної комунікації. Взаємодія нервової, імунної та ендокринної систем. Концепція регуляторного механізму зворотного зв'язку. Класифікація та загальна характеристика гормонів. Молекулярні механізми трансдукції гормонального сигналу. Рецептори клітинної поверхні: рецептори, асоційовані з іонними каналами, рецептори, асоційовані з G-білками, рецептори з ензиматичною активністю. Вторинні месенджери. Надродина цитоплазматичних рецепторів. Механізми дії гормонів. Гіпоталамічна регуляція. Родина нейропептидів - ліберинів і статинів гіпоталамуса. Гормон епіфізу - мелатонін. Родина вазопресину і окситоцину. Регуляція функцій гормонами гіпофізу. Родина гормону росту. Глікопротеїдні гормони гіпофізу. Родина гормонів - похідних ПОМК. Молекулярні механізми секреції і транспорту гормонів. Специфічне та неспецифічне зв'язування гормонів білками плазми крові. Екскреція гормонів та їх метаболітів. Гормони мозкового шару наднирникових залоз. Біосинтез, секреція, метаболізм катехоламінів. Характеристика адренергічних рецепторів. Гормони і стрес - стратегія резистентності й толерантності. Гормональна регуляція функції шлунково-кишкового тракту. Загальні властивості гормонів шлунково-кишкового тракту та їх класифікація. Гормональна регуляція споживання їжі та насичення. Гормональна функція жирової тканини, патогенез ожиріння. 7 Гормональна регуляція водно-сольового гомеостазу та серцево-судинної системи. Значення водно-сольового гомеостазу. Гормони - регулятори осмотичного тиску та концентрації іонів калію і натрію: структура та функції антидіуретичного гормону, значення системи ренінаангіотензин-альдостерон. Гормональна регуляція серцево-судинної системи: вазоактивні речовини ендотеліальних клітин (простагландини, тромбосани, оксид азоту, ендотеліни). Родина натрійуретичних гормонів: передсердний натрійуретичний пептид, мозковий натрійуретичний пептид та С-тип натрійуретичного пептиду. Гормональна регуляція фосфорно-кальцієвого обміну. Розподіл кальцію і фосфору в організмі та їх біологічне значення. Паратгормон: секреція паратироїдного гормону, ефекти паратгормону, рецептори паратироїдного гормону. Кальцитріол: активація вітаміну Д, ефекти вітаміну Д, рецептори кальцитріолу, регуляція утворення кальцитріолу. Будова, біосинтез та механізм дії кальцитоніну. Роль інших гормонів у підтримці фосфорно-кальцієвого гомеостазу. Гормональна функція підшлункової залози. Біосинтез та секреція інсуліну. Особливості функціонування рецепторів до інсуліну. Механізм дії інсуліну. Біосинтез та механізм дії глюкагону та інших гормонів підшлункової залози. Регуляція обміну та функцій йодовмісними гормонами. Біосинтез тироїдних гормонів та їх периферичний метаболізм. Механізм дії тироїдних гормонів. Регуляція функції щитоподібної залози. Стероїдні гормони. Класифікація стероїдних гормонів. Зв'язок структури молекули гормону з функціональними особливостями. Шляхи біосинтезу стероїдних гормонів. Прегнанові стероїдні гормони. Глюко- та мінералокортикоїди, їх утворення, біологічна роль. Прогестини (гестагени), особливості структурної організації, біологічне значення. Андрогени та естрогени, особливості будови та функції. Холестанові стероїдні гормони.

## 2. ОБМІН РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ

2.1. Метаболізм вуглеводів Перетравлення вуглеводів у шлунково-кишковому тракті. Анаеробне та аеробне розщеплення вуглеводів. Гліколіз, молочнокисле та спиртове бродіння. Механізм та значення реакції оксидоредукції, спряженої з фосфорилуванням. 2,3-бісфосфогліцерат: метаболізм, біологічні функції. Біосинтез та розпад глікогену і його регуляція в клітині. Окисне декарбоксілювання пірвіноградної кислоти. Утворення ацетил-СоА. Цикл трикарбонових кислот. Регуляція піруватдегідрогеназного комплексу і циклу трикарбонових кислот. Амфіболічна природа циклу трикарбонових кислот та анаплеротичні реакції ЦТК. Гліюксилатний цикл - модифікація циклу трикарбонових

кислот. Окисне перетворення глюкозо-6-фосфату (пентозофосфатний шлях окислення вуглеводів). Шлях Ентнера-Дудорова в окисленні вуглеводів. Біосинтез вуглеводів - глюконеогенез. Реципрочна регуляція гліколізу та глюконеогенезу, регуляторні ферменти.

2.2. Метаболізм ліпідів Розщеплення і всмоктування ліпідів у шлунково-кишковому тракті, роль жовчних кислот. Катаболізм ліпідів у клітині. Активація та транспорт жирних кислот через мембрану мітохондрій за участю карнітину. Сучасна теорія  $\beta$ -окислення жирних кислот. Енергетична вартість процесу окислення жирних кислот. Окислення жирних кислот з непарним числом атомів вуглецю, перетворення малоніл-СоА в сукциніл-СоА. Кетоніві тіла. Патології, що супроводжуються значним утворенням кетонівих тіл. Біосинтез жирних кислот, синтетаза жирних кислот. Катаболізм і біосинтез триацилгліцеролів, фосфоацилгліцеролів. Біосинтез холестеролу. Ліпопротеїни - транспортна форма ліпідів.

### 2.3. Механізми енергозабезпечення клітини

Загальне обговорення проблеми утворення енергії. Закони термодинаміки і особливості термодинаміки живих клітин. Діалектична логіка живих систем. Критика ідеалістичних поглядів. Загальний план енергетики клітини: Центральна роль аденілової системи. Система АТФ-АДФ - переносчик хімічної енергії в клітині. Локалізація і властивості АТФ і АДФ. Принцип дії аденілового "акумулятора". 8 Термодинамічні принципи функціонування системи АТФ-АДФ. Стандартна вільна енергія гідролізу АТФ. Структурні аспекти зміни вільної енергії при гідролізі АТФ. Фактори, які впливають на стандартну вільну енергію гідролізу АТФ у клітині. Високоенергетичні і низькоенергетичні фосфати. Фосфагени і їх біологічна роль. Енергетичні ресурси. Фототрофний, органотрофний і неорганотрофний (хемосинтетичний) типи енергетики. Аеробний (дихальний) і анаеробний типи енергетичного обміну. Типи механізмів акумуляції енергії. Фосфорилуюче окислення. Субстратне фосфорилування і фосфорилування в ланцюгу окислювально-відновних ферментів. Місце процесів фосфорилуючого окислення в системі енергозабезпечення клітини. Поняття первинного акцептора енергії при окислювальних процесах. Шляхи використання енергії. Основні функції АТФ. Використання енергії АТФ для здійснення хімічної, механічної, осмотичної роботи, трансформація в електричну або світлову енергію, розсіювання у вигляді тепла. Внутріклітинна локалізація механізмів енергетичного обміну. Субстратне фосфорилування і фосфорилування в редокс-ланцюгу, їх внутрішньоклітинна "прописка". Процеси використання енергії і їх зв'язок з внутрішньоклітинними структурами. Етапи акумуляції енергії в тваринному організмі. Три фази енергетичного обміну: підготовча, гліколітична, дихальна. Основні біохімічні системи гліколітичної фази енергетичного обміну. Термодинамічна характеристика гліколітичного розщеплення вуглеводів. Гліколітичне фосфорилування. Енергетичний баланс гліколізу. Дихання і дихальне фосфорилування. Загальна характеристика дихання. Цикл трикарбонівих кислот, його термодинамічна характеристика. Дихальний ланцюг. Класи окислювально-відновних ферментів. Піридинзалежні дегідрогенази. Властивості піридинзалежних дегідрогеназ. Будова коферментів нікотинамідаденіндинуклеотииду (НАД) і нікотинамідаденіндинуклеотидфосфату (НАДФ), участь в окислювально-відновних процесах. Флавінзалежні дегідрогенази. Властивості флавопротеїнів. Структура флавінаденіндинуклеотииду (ФАД) і флавінаденінмононуклеотииду (ФМН), окислені і відновлені форми. Білки, до складу яких входить негемове залізо, їх роль в окислювально-відновних процесах. Цитохроми. Будова, властивості, структура, простетичні групи цитохромів b, c1, c, a1, a3. Убіхінон і його роль у тканинному диханні. Шлях перенесення електронів у дихальному ланцюгу. Редокспотенціали окремих компонентів дихального ланцюга. Повні і вкорочені дихальні ланцюги. Енергетика перенесення електронів у дихальному ланцюгу фосфорилування. Спряження окисного фосфорилування з процесом переносу електронів. Локалізація місць спряження. Баланс енергії. Співвідношення різних енергетичних механізмів органотрофного типу. Мембранні аспекти проблеми біологічної

трансформації енергії. Мітохондрії і молекулярна організація дихального ланцюга. Розмір, форма і ультраструктура мітохондрій. Особливості внутрішніх і зовнішніх мітохондріальних мембран. Локалізація основних мітохондріальних ферментів. Молекулярна організація системи перенесення електронів. Дихальні ансамблі і фактори спряження внутрішньої мембрани. Поліфункціональність мембрани мітохондрій. Механізм окислювального фосфорилування: гіпотези і фактори. Роль вітчизняних вчених у постановці і вирішенні проблем. Хімічна концепція енергетичного спряження. Механохімічна (конформаційна) схема енергетичного спряження. Хеміосмотичний принцип енергетичного спряження. (П. Мітчел, 1961, 1966). Експериментальні докази хеміостатичної теорії. Редокс-ланцюг і АТФ-аза як два типи генераторів мембранного потенціалу. Механізм дії АТФ-хромоксидазного генератора. Принцип дії АТФ-азних генераторів. Н<sup>+</sup> + АТФ-аза спряжуючих мембран. Трансгідрогеназний генератор. Перша і друга ланка енергетичного спряження. Мембранний потенціал як уніфікована форма в клітині. Регуляція механізмів нагромадження енергії в клітині. Загальні принципи регуляції внутрішньоклітинного метаболізму. Приклади механізмів, які контролюють акумуляцію енергії: концентрація реагуючих компонентів. Просторове розділення ферменту і субстрату. Зміна каталітичних властивостей ферменту (активація і гальмування ферменту). Регуляція енергетичного обміну компонентами, які визначають величину фосфатного потенціалу. Акцепторний контроль дихання. Енергетичний заряд системи АТФ-АДФ-АМФ і регуляція процесів акумуляції і утилізації енергії. Регуляція енергетичного обміну проміжними продуктами метаболізму. Ефект Пастера. Об'єднання процесів гліколізу і дихання. Прикладні аспекти проблеми.

#### 2.4. Метаболізм білків

Ферментативний гідроліз білків у шлунково-кишковому тракті. Протеолітичні ферменти, їх специфічність та механізми активації. Катаболізм білків та амінокислот в клітинах, катепсина. Основні шляхи метаболізму амінокислот: за аміногрупою, за карбоксильною групою, деструкція вуглецевих радикалів. Перетворення амінокислот за аміногрупою: трансамінування, дезамінування (НАД-дегідрогенази, ФАД/ФМН-оксидази), дегідратази. Роль піридоксальфосфату в цих процесах. Детоксикація аміаку в організмі. Амоніотелічні, уреотелічні, урикоделічні види. Цикл сечовини, спадкові порушення ферментів циклу сечовини. Шляхи катаболізму вуглецевих скелетів амінокислот. Пропіоніл-КоА та сукциніл-КоА - інтермедіати в катаболізмі валіну, метіоніну та ізолейцину. Спадкові дефекти обміну фенілаланіну, катаболізм фенілаланіну. Спадкові порушення обміну метилмалоніл-КоА. Проміжні продукти катаболізму триптофану. Замінні та незамінні амінокислоти. Біосинтез фенілаланіну, тирозину, триптофану (загальна схема). Азотисті небілкові сполуки, їх синтез, розпад та біологічні функції. Біосинтез порфіринів, спадкові порушення біосинтезу порфіринів. Катаболізм гему.

### 3. ШЛЯХИ ПЕРЕДАЧІ ГЕНЕТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ. МАТРИЧНІ СИНТЕЗИ

3.1. Нуклеїнові кислоти. Молекулярні механізми передачі генетичної інформації Історія дослідження нуклеїнових кислот. Біологічні функції нуклеїнових кислот - передача генетичної інформації. Досліди Гріффітса, Евері, Мак-Карті, Хочкінса. Сучасні уявлення про механізм передачі генетичної інформації. Роботи Кріка і Бреннера. Генетичний код. Вклад вітчизняних вчених у вивчення нуклеїнових кислот. Хімічна будова нуклеїнових кислот. Пуринові і піримідинові основи. Вуглеводні компоненти. Нуклеозиди, нуклеотиди, їх хімічна будова, номенклатура, фізико-хімічні властивості. Мононуклеотиди. Нуклеозидмоно-, ди-, трифосфати. Циклічні нуклеотиди (цАМФ, цГМФ), їх біологічне значення. Нуклеотидний склад нуклеїнових кислот, правило Чаргаффа. Внутрішньоклітинна локалізація нуклеїнових кислот. ДНК - носій генетичної інформації. Основні принципи організації та рівні структури ДНК. Упаковка ДНК в структурі хроматину. Поліморфізм ДНК. Характеристика А-, В-, С-, Т-, Z-, SBS-форм ДНК. Типи РНК, їх будова, біологічні функції та локалізація в клітині (мРНК, тРНК, рРНК). Катаболізм і біосинтез пуринових нуклеотидів. Катаболізм і біосинтез

піримідинових нуклеотидів. Утворення алантоїна і сечової кислоти. Порушення обміну нуклеотидів (подагра). Генетичний матеріал вірусів, бактеріофагів, прокариот, еукаріот. Основні етапи реплікації (біосинтезу) ДНК. Компоненти ДНК-репліказної системи (реплісоми). Характеристика ДНК-полімераз прокариот: ДНК-полімераза Корнберга, полімерази II та III, ДНК-полімерази еукаріот ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -полімерази). Топологія ДНК при реплікації. Синтез фрагментів Оказаки. Праймосома - будова, функції. Реплікативний апарат бактерій, фагів. Ініціація реплікації дволанцюгової ДНК, одноланцюгової ДНК. Системи захисту ДНК. Рестрикція та модифікація. Механізм фотореактивної, ексцизійної репарації. Індукована SOS-репарація. Рекомбінації: гомологічна, сайт-специфічна. Рекомбінація та постреплікаційна репарація. Ензимологія рекомбінацій. Транскрипція (біосинтез РНК). Ферментативний апарат транскрипції у прокариот та еукаріот (РНК-полімераза I, II, III). Характеристика структури транскрипта. Промотори - сайти ініціації транскрипції у прокариот. Особливості структури промоторів для РНК-полімерази II та III. Енхансери - локалізація та функції. Білкові фактори транскрипції генів 5S РНК, тРНК (ТФІІІА). Термінація транскрипції та антитермінація. Білок- залежна та білок-незалежна термінація. Регуляція транскрипції на прикладі лактозного та триптофанового оперону. Взаємодія регуляторних генів і оператора в реалізації механізму репресії (негативна регуляція). Корепресори і індуктори, катаболітна репресія. Позитивна регуляція, роль цАМФ та БАК-білка. Атен'юація. Процесінг первинних транскриптів. Утворення стабільної РНК у прокариот. Процесінг еукаріотичної РНК. Сплайсінг дріжджевої тРНК. Синтез гігантської ядерної РНК і механізм утворення мРНК. Інформосоми, інформомери. Регуляція експресії генів шляхом альтернативного сплайсінгу. Реплікація, транскрипція вірусних геномів. Обернена транскрипція. Реплікація генома ДНК-вмісних вірусів (ДНК  $\rightarrow$  ДНК). Транскрипція генома ДНК-вмісних вірусів (ДНК  $\rightarrow$  РНК). Реплікація і транскрипція геномів РНК-вмісних вірусів. Структурна організація генома еукаріот. Сателітна ДНК. Помірні повтори, унікальні повтори. Мобільність генома прокариот та еукаріот. Транспозони у бактерій. Мобільні дисперговані гени.

### 3.2. Біосинтез білка і його регуляція

Центральна догма молекулярної біології. Три етапи послідовності передачі генетичної інформації (реплікація - транскрипція - трансляція). Основні етапи біосинтезу білка: активація амінокислот, ініціація синтезу поліпептидного ланцюга, елонгація, термінація, процесінг. Транспортні РНК і аміноацил-тРНК-синтетази. Специфічність аміноацилювання тРНК. Кодонантикодонова взаємодія. Рибосоми. Участь рибосом в утворенні ініціюючого комплексу. Фактори ініціації трансляції у прокариот та еукаріот. Ініціюючий кодон, ініціаторна тРНК. Елонгація поліпептидного ланцюга. Характеристика факторів елонгації трансляції у прокариот та еукаріот. Молекулярні механізми транслокації, роль фактора EF- G. Термінація транслокації. Кодони термінації, білкові фактори термінації. Гідроліз пептидил-тРНК. Посттрансляційні модифікації поліпептидного ланцюга: модифікації N- і C-кінцевих амінокислотних залишків; видалення сигнальних послідовностей; метилювання, фосфорилування, N-глікозилювання, приєднання простетичних груп. Вклад рибосом у згортання поліпептидного ланцюга. Загальний енергетичний баланс біосинтезу білка. Інгібітори біосинтезу білка. Актиноміцин D та рафіміцин - антибіотики, що блокують біосинтез білка на рівні транскрипції. Антибіотики - інгібітори трансляції: пуроміцин, стрептоміцин, хлорамфенікол, циклогексимід, еритроміцин. Механізм дії дифтерійного токсину та аманітину. Регуляція біосинтезу білка на рівні транскрипції в еукаріот. Особливості еукаріотичної мРНК. Роль цис-елементів і транс-факторів у регуляції ініціації транскрипції за участю РНК-полімерази II. Промоторспецифічні трансфактори (Sp1, STF, NF1 та ін.). Механізм дії циселементів на ініціацію транскрипції. Структурно-функціональна характеристика енхансерів. Регуляція біосинтезу білків на етапі трансляції в еукаріот. Компарменталізація апарату трансляції в еукаріот. Гетерогенність тРНК та аміноацил-тРНК-синтетаз у регуляції біосинтезу білка. Структура мРНК і точність

синтезу білка на стадіях елонгації і термінації.

### 3.3. Інтеграція метаболізму

Взаємодія метаболічних шляхів на рівні ключових проміжних сполук: глюкозо-6-фосфату, пірувату та ацетил-КоА. Метаболічні особливості тканин мозку, м'язів, жирової тканини, печінки та еритроцитів. Адаптація метаболізму тканин до голодування. Взаємозв'язок обміну вуглеводів, ліпідів та білків. Обмін речовин як єдина система процесів метаболізму біомолекул і енергії в клітині.

### 3.4. Методи біохімічних досліджень

Стратегія і тактика біохімічних досліджень. Способи гомогенізації. Типи гомогенізаторів. Отримання органел. Основні принципи екстракції. 11 Характеристика спектральних методів дослідження. Спектрофотометрія у видимій та ультрафіолетовій області. Будова спектрофотометрів та фотоелектроколориметрів. Побудова калібрувальних графіків. Види флуоресценції. Переваги та недоліки флуоресцентних методів аналізу. Вивчення структури біомакромолекул за допомогою флуоресцентних методів аналізу. Спектрофотометрія в інфрачервоній області спектру, її застосування у біохімічних дослідженнях. Загальна характеристика хроматографічних методів аналізу. Адсорбційна хроматографія, вимоги до адсорбентів, розчинників. Умови роботи колонок. Розподільча хроматографія та її типи. Високоєфективна рідинна хроматографія. Хроматографія на папері. Характеристика носіїв та розчинників. Двомірні хроматографія. Тонкошарова хроматографія. Іонообмінна хроматографія. Умови елюції білків з колонок. Принципи будови амінокислотних аналізаторів. Гель-проникаюча хроматографія. Визначення молекулярної маси методом гел'єхроматографії. Афінна хроматографія та її застосування для розділення біополімерів. Електрофоретичні методи аналізу. Основні типи електрофорезу, характеристика носіїв, які використовують в електрофоретичних дослідженнях. Особливості диск-електрофорезу. Основні теоретичні положення гравіметричних методів аналізу. Центрифугування, типи центрифугування, типи роторів, їх використання у практиці біохімічних досліджень.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Cooper G. M. *The Cell. A Molecular Approach*. 2 nd Edition. – ASM Press, Sinauer Associates, Inc., 2000. – 689 p.
2. Felig P., Baxter J. D., Frohman L. A. *Endocrinology and Metabolism*. 3 rd Edition. – McGraw Hill, Inc. Health Professions Division, 1995. – 1940 p.
3. Freshney R. J. *Culture of Animal Cells. A Manual of Basic Technique*. 3 rd Edition. – A. John Wiley and Sons, Inc., 1994. New York et al. – 486 p.
4. Goldberg A. L. Protein degradation and protection against misfolded or damaged proteins // *Nature*. – 2003. – 426, N 6968. – P. 895–899.
5. Hunter T. The age of crosstalk: phosphorylation, ubiquitination, and beyond // *Mol. Cell*. – 2007. – 28(5). – P. 730–8.
6. Ionnides C. The Cytochrome P450I Gene Family of Microsomal Hemoproteins and their Role in the Metabolic Activation of Chemicals / C. Ionnides, D.V. Parke. – *Drug Metab. Rev.* – 1990. – V. 22. – P. 1– 86.
7. Karp G. *Cell and Molecular Biology. Concepts and Experiment*. 2nd Edition. – John Wiley and Sons, Inc., 1999. New York et al. – 816 p.
8. Lewin B. *Genes VII*. – Oxford University Press. 2000. Oxford. – 990 p.
9. Lodish H., Berk A., Zipursky S.L., Matsudaira P., Baltimore D., Darnell J. *Molecular Cell Biology*. 4 th Edition. – W. H. Freeman and Company. 2000. New York. – 1084 p.
10. Mendelsohn J., Howley P.M., Israel M.A., Liotta L.A. *The Molecular Basis of Cancer*. 2 nd Edition. – W. B. Saunders Company. 2001. Philadelphia et al. – 691 p.
11. Orłowski R. Z., Kuhn D. J. Proteasome inhibitors in cancer therapy: lessons from the first decade // *Clin. Cancer Res.* – 2008. – 14 (6). – P. 1649–1657.
12. Paul W. E. *Fundamental Immunology*. 2 nd Edition. – Raven Press, 1989. New York. – 1123 p.
13. Pickart C. M. Back to the future with ubiquitin // *Cell*. – 2004. – 116 (2). – P. 181–190.
14. Strachan T., Read A. P. *Human Molecular Genetics*. – Bio Scientific Publishers. Wiley-Liss, 1996. New York et al. – 596 p.
15. Stryer L. *Biochemistry*. 3 rd Edition. – W. H. Freeman and Company, 1988. – 1089 p.
16. Verma R., Oania R., Graumann J., Deshaies R. J. Multiubiquitin chain receptors define a layer of substrate selectivity in the



ubiquitin-proteasome system // Cell. – 2004. – 118 (1). – P. 99–110. 17. Weaver R. F. Molecular Biology. 3rd Edition. – McGraw Hill Higher Education, 2005. – 894 p. 18. Young Jason C., Agashe Vishwas R., Siegers Katja and Hartl F. Ulrich. Pathways of chaperone-mediated protein folding in the cytosol // Nature Reviews Molecular Cell Biology. – 2004. – 5. – P. 781–791. 19. Альбертс В. Молекулярная биология клетки. – М.: Мир, 2000. – 512 с. 20. Ашмарин И. П. Алкогольдегидрогеназа млекопитающих – объект молекулярной медицины. // Успехи биологической химии. – 2003. – Т. 43. – С. 3–18 21. Березов Т. Т., Коровкин Б. Ф. Биологическая химия. – М.: Медицина, 1986. – 543 с. 22. Биохимические основы патологических процессов / под ред. Е. С. Северина. – М.: Медицина. – 2000. – 300 с. 23. Біохімія: підручник для вузів / М. Є. Кучеренко та ін. – К.: Либідь, 1995. – 464 с. 24. Вебер В. Р., Швецова Т. П. Лабораторные методы исследования. Диагностическое значение: Учебное пособие. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство». – 2008. – 496 с. 25. Вороніна Л. М., Десенко В. Ф., Мадієвська Н. М. та ін. Біологічна хімія. – Харків: Основа; Видавництво НФАУ, 2000. – 608 с. 26. Гонський Я. І., Максимчук Т. П. Біохімія людини. Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. – 736 с. 27. Губський Ю. Г. Біологічна хімія: підручник. – Київ; Тернопіль: Укрмедкнига, 2000. – 508 с. 28. Дильман В. М. Большие биологические часы. – М.: Знание, 1986. – 256 с. 29. Дранник Г. Н. Клиническая иммунология и аллергология. – М.: Медицинское информационное агентство, 2003. – 603 с. 30. Евстигнеева З. Г., Соловьева Н. А., Сидельникова Л.И. Структура и функции шаперонов и шаперонинов // Прикладная биохимия и микробиология. – 2001. – 37 (1). – С. 5–18. 31. Зенгбуш П. Молекулярная и клеточная биология. – М.: Мир, 1982. – Т. 1–3. – 360 с. 32. Иманиси Ю. Биополимеры. – М.: Мир, 1988. – 544 с. 33. Иммунологические методы / под ред. Г. Фримеля. – М.: Медицина, 1987. – 472 с. 34. Імунологія: підручник / А. Ю.Вершигора, Є. У.Пастер, Д. В. Колібо та ін.. – К.: Вища школа, 2005. – 599 с. 35. Козинец Г. И., Макаров В. А. Исследование системы крови в клинической практике. – М.: Триада-Х, 1997. – 480 с. 36. Комфорт А. Биология старения. – М.: Мир, 1967. – 397 с. 37. Коржов В. И., Жадан В. Н., Коржов М. В. Роль системы глутатиона в процессах детоксикации и антиоксидантной защиты (обзор литературы) // Журн. АМН України. – 2007. – Т. 13, № 1. – С. 3–19. 38. Ксенобіотики: накопичення, детоксикація та виведення з живих організмів / Б. О. Цудзевич, О. Б. Столяр, І. В. Калінін, В. Г. Юкало. – Тернопіль, видавництво ТНТУ ім. І. Пулюя, 2012. – 384 с. 39. Кузнецова Э. Э., Горохова В. Г., Горохов А. Г. та ін. Микросомальное окисление в физиологических и патологических процессах // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2007. – №4 (56). – С. 170–180. 40. Ленинджер А. Основы биохимии: в 3-х т. – М.: Мир., 1985. – Т. 1–3. – 1056 с. 41. Ляхович В. В., Вавилин В. А., Зенков Н. К., Меньщикова Е. Б. Активированные кислородные метаболиты в монооксигеназных реакциях // Бюллетень СО РАМН. – 2005. – 118, № 4. – С. 7–12. 42. Марри Р. Биохимия человека: в 2-х т. / пер. с англ.; Р. Марри, Д. Греннер и др. – М.: Мир, 1993. – Т. 1. – 384 с. 43. Марченков В. В., Марченков Н. Ю., Марченкова С. Ю., Семисотнов Г. В. Молекулярные шапероны эукариотических и прокариотических клеток // Успехи биол. химии. – 2006. – Т. 46. – С. 279–302. 44. Метаболизм антропогенных токсикантов в высших растениях / Г. И. Квеситадзе. – М.: Наука, 2005. – 199 с. 45. Механізми біохімічних реакцій: навч. посібник / [Н. О. Сибірна, Я. П. Чайка, Н. І. Климишин, Л. С. Старикович, Г. Я. Клевета, К. П. Дудок]; за ред. проф. Н.О. Сибірної. – Вид. 2-ге, доп. – Львів: Видавн. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 320 с. 46. Мецлер Д. Биохимия: в 3-х т. / пер с англ. – М.: Мир, 1980. – Т. 1. – 408 с. 47. Мецлер Д. Биохимия: в 3-х т. / пер с англ. – М.: Мир, 1980. – Т. 2. – 408 с. 48. Мецлер Д. Биохимия: в 3-х т. / пер с англ. – М.: Мир, 1980. – Т. 3. – 408 с. 49. Молекулярна патологія белка / под ред. Д. И. Заболотного – К.: Логос, 2008. – 236 с. 50. Николаев А. Я. Биологическая химия. – М.: Высшая школа, 2004. – 875 с. 51. Овчинников Ю. А. Биоорганическая химия. – М.: Просвещение, 1987 – 817 с. 52. Основы биохимии: в 3-х т. / пер. с англ.; А.Уайт, Ф. Хендлер, Э. Смит и др. – М.: Мир, 1981. – Т. 1-3. – 534 с., 534 с., 534 с. 53. Пальцев М. А., Иванов А. А. Межклеточные взаимодействия. – М.: Медицина, 1995. – 490 с. 54.

Панасанко О. О., Ким М. В., Гусев Н. Б. Структура и свойства малых белков теплового шока // Успехи биол. химии. – 2003. – 43 (1). – С. 59–98. 55. Пастер С. У., Овод В. В., Позур В. К., Віхоть М. Є. Імунологія: Практикум. – Київ: Вища школа, 1989. – 304 с. 56. Пентюк О. О., Качула С. О., Герич О. Х. Цитохром P4502E1: поліморфізм, фізіологічні функції, регуляція, роль у патології // Укр. біохім. журн. – 2004 – Т. 76, № 5. – С. 16–28. 57. Регуляція біосинтеза белка эукариот / под ред. А. В. Ельской. – К.: Наук. думка, 1990. – 280 с. 58. Розанов А. Я. Механизмы регуляции биокатализа. – К.: Вища школа, 1989. – 240 с. 59. Ройт А., Бростофф Дж., Мейл Д. Імунологія. – М.: Мир, 2000. – 581 с. 60. Саловарова В. П. Введение в биохимическую экологию : учеб. пособие / В. П. Саловарова, А. А. Приставка, О. А. Берсенева. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. Ун-та, 2007. – 159 с. 61. Сиволоб А. В. Молекулярна біологія: підручник. – К. : Видавничо-поліграфічний центр. Київський університет, 2008. – 384 с. 62. Скок М. В. Основи імунології. – Київ: Фітосоціоцентр, 2002. – 152 с. 63. Современная микробиология. Прокариоты: в 2-х т. Пер. с англ. / под ред. Й. Ленгелера, Г. Древса, Г. Шлегеля. – М.: Мир, 2005. – 656 с. (Т. 1), 496 с. (Т. 2). 64. Сологуб Л. І., Великий М. М. Екологічна біохімія. Метаболізм ксенобіотиків у людини і тварин: навч. посібник. – К.: ІСДО, 1994. – 188 с. 65. Спирин А. С. Молекулярная биология. Структура рибосом и биосинтез белка. – М.: Высшая школа, 1986. – 303 с. 66. Степанов В. М. Молекулярная биология. Структура и функции белков. – М.: Высшая школа, 1996. – 335 с. 67. Стойка Р. С. Методичні вказівки до навчального курсу «Методи клітинної біології». – Львівський державний університет, Львів, 1996. – 79 с. 68. Сухомлинов Б. Ф., Чайка Я. П., Старикович Л. С., Коробов В. Н. Физико-химические свойства и структура химических компонентов клетки. – К.: УМК ВО, 1992. – 180 с. 69. Уайт А., Хендлер Ф. и др. Основы биохимии: в 3-х т. – М.: Мир, 1987. 70. Фалер Дж. М., Шилдс Д. Молекулярная биология клетки. Руководство для врачей. Пер. с англ.– М.: БИНОМ-Пресс, 2003. – 272 с. 71. Филлипович Ю. Б. Основы биохимии: учебник для хим. и биол. специальностей пед. ун-тов и ин-тов. – М.: Агар, 1999. – 512 с. 72. Фильченков А. А., Стойка Р. С., Быкорез А. И. Трансформирующие факторы роста. – К.: Наукова думка, 1994. – 290 с. 73. Фильченков О. О., Стойка Р. С. Апоптоз і рак: від теорії до практики. – Тернопіль: УкрМедКнига. 2006. – 524 с. 74. Хагборн Г. Экологическая биохимия. – М.: Мир, 1986. – 389 с. 75. Хімія білка : підручник : [для студ. вищ. навч. закл.] / [Н. О. Сибірна, М. В. Гончар, І. В. Бродяк, О. Г. Стасик, М. Л. Барська]; за ред. проф. Н. О. Сибірної. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 393 с. 76. Шиффман Ф. Дж. Патолофизиология крови: пер. с англ. – М.-С-Пб.: Издательство Бином, 1995. – С. 123–148. 77. Шульц Г., Ширмер Р. Принципы структурной организации белков. – М.: Мир, 1982. – 354 с. 78. Юрин В. М. Основы ксенобиологии: учеб. пособие / В. М. Юрин. – Мн.: БГУ, 2001. – 234 с

### 3. БОТАНІКА

#### **Анатомія і морфологія вищих рослин. Ботаніка (систематика вищих рослин).**

Морфологія як наука про закономірності організації тіла рослин на різних структурних рівнях. Клітина рослин. Загальний план будови. Сучасні уявлення про будову клітини рослин. Поняття про протопласт і цитоплазму. Особливості будови та функцій одно-, дво- і немембранних органоїдів. Запасні речовини і мінеральні сполуки та форми їх відкладень. Клітинна оболонка, її хімічний склад, ультраструктура, властивості і функції.

Тканини рослини. Поняття про тканину, систему тканин, ідіобласти. Принципи класифікації тканин. Меристеми та їх типи. Структурно-функціональна класифікація постійних тканин, їх типи та особливості будови. Пагін. Загальна морфологія пагона. Поняття про бруньку, класифікації бруньок. Ініціальні клітини. Розвиток листка та його основні частини. Філотаксис. Жилкування листка. Гетерофілія і анізофілія. Анатомічна будова листка. Первинна і вторинна анатомічна будова стебла.

Системи пагонів. Верхівкове і бокове галуження. Моноподіальне та симподіальне наростання. Спеціалізації та метаморфози пагонів та їх частин. Корінь, його основні функції. Первинна і вторинна анатомічна будова кореня. Кореневі системи та їх типи. Метаморфози та спеціалізації коренів.

Розмноження і відтворення в житті рослин. Вегетативне, нестатеве і статеве розмноження рослин, їх особливості. Морфологічна природа квітки, її основні частини і закономірності їх розміщення. Принципи побудови діаграм і формул квітки. Загальна морфологічна будова квітки. Оцвітина, її біологічне значення. Андроцей як сукупність мікроспорофілів квітки покритонасінних. Гінецей, класифікація гінецеїв: апокарпія і ценокарпія, та відповідні типи плацентації. Будова і основні типи насінєвих зачатків покритонасінних. Розвиток, будова і морфологічна природа зародкового мішка. Поняття про суцвіття; суцвіття ботричні і цимозні. Основні типи простих і складних ботричних і цимозних суцвіть. Значення суцвіть. Типи і способи запилення. Плід та його розвиток. Оплідень, його шари і типи будови. Принципи класифікацій плодів. Розповсюдження плодів і насіння.

Систематика рослин як наука. Історія систематики рослин. Джерела інформації у сучасній систематиці рослин. Принципи філогенетичної систематики вищих рослин. Основи номенклатури вищих рослин. Вищі рослини як монофілетична група. Походження та основні еволюційні гілки вищих рослин. Способи представлення родинних зв'язків у системі рослин. Особливості будови вегетативного тіла вищих рослин, пов'язані із сухопутним способом існування.

Відділ Bryophyta. Гаметофітна гілка еволюції вищих рослин. Особливості циклу відтворення Бріофітів. Будова спорофіту і гаметофіту Бріофітів. Клас Marchantiopsida. Листостеблова і таломна будова вегетативного тіла у представників класу. Будова гаметангіїв і гаметангіофорів. Особливості циклу відтворення. Будова спорогонію. Будова спор та елатер. Клас Bryopsida. Клас Anthocerotopsida. Характеристика екоотопів та поширення на Земній кулі Бріофітів. Принципи поділу на класи.

Теломні вищі рослини. Відділ Lycopodiophyta. Перші Судинні рослини – псилофіти. Значення теломної теорії для розуміння еволюції вищих рослин. Будова спорофітів і гаметофітів теломних рослин – відділів Rhyniophyta, Trimerophyta, Zosterophyllophyta. Стелярна теорія.

Відділ Lycopodiophyta. Принципи поділу на класи. Відділи Equisetophyta і Psilotophyta. Викопні плауноподібні і хвощеподібні. Відділ Equisetophyta. Будова вегетативного тіла та особливості циклу відтворення. Будова спор, спорангіїв та стробілів. Будова гаметофітів. Відділ Psilotophyta. Будова вегетативного тіла та особливості циклу відтворення. Будова спор і спорангіїв. Особливості циклу відтворення псилофа. Клас Psilotopsida, Клас Ophioglossopsida.

Відділ Polypodiophyta. Будова тіла Поліподіофітів. Особливості будови і розвитку листків: трофофілів, спорофілів, споротрофофілів. Особливості розміщення і будови

сорусів. Будова лептоспорангіїв. Будова спор папоротеподібних. Основні закономірності циклу відтворення рівноспорових папоротей. Особливості будови гаметофітів рівноспорових папоротей. Основні закономірності циклу відтворення різноспорових папоротей на прикладі *Salvinia natans*. Сучасні уявлення про філогенію Судинних рослин. Клас *Polypodiopsida*. Різноманіття папоротеподібних флори України. Викопні папоротеподібні.

Загальна характеристика відділу *Pinophyta*. Особливості циклу відтворення голонасінних рослин. Будова гаметофітів, процеси запилення та запліднення. Будова насінини та її значення для біологічного прогресу насінних рослин. Різноманітність голонасінних. Особливості розвитку пагонових систем, морфологічної та анатомічної будови листків. Насінні папороті та їхнє значення для філогенії голонасінних рослин. Клас *Bennettitopsida*. Особливості будови. Значення для філогенії насінних рослин. Клас *Sucadopsida*. Особливості морфологічної організації тіла. Особливості циклу відтворення. Будова репродуктивних структур: стробілів, спорангіїв, насінних зачатків і пилкових зерен та насінин. Клас *Ginkgoopsida*. Особливості морфологічної організації та циклу відтворення *Ginkgo biloba*. Клас *Pinopsida*. Особливості морфологічної організації тіла. Особливості циклу відтворення представників класу на прикладі *Pinus sylvestris*. Будова репродуктивних структур: стробілів, спорангіїв, насінних зачатків і пилкових зерен та насінин. Особливості будови репродуктивних структур і циклу відтворення оболонконасінних рослин (Клас *Gnetopsida*). Голонасінні флори України.

Покритонасінні рослини. Дводольні покритонасінні. Загальна характеристика покритонасінних, поділ відділу на класи і підкласи. Сучасні погляди на походження Покритонасінних рослин та їхнього предка. Анатоомо-морфологічна характеристика вегетативних органів та життєві форми представників відділу *Magnoliophyta*. Сучасні погляди на систему покритонасінних рослин в роботах закордонних та вітчизняних систематиків (праці А.Л.Тахтаджяна, APG, С.Л.Мосякіна).

Клас *Magnoliopsida*, Базальні покритонасінні. Філогенія Покритонасінних за даними молекулярної систематики. Базальні Покритонасінні і Справжні (трикольпатні) Дводольні. Порівняльна характеристика Дводольних і Однодольних Покритонасінних. Підклас *Nymphaeidae* родина *Nymphaeaceae*. Підклас *Magnoliidae*, родина *Magnoliaceae*. Примітивні безсудинні покритонасінні та їхнє значення для розуміння еволюції відділу. Магноліїди флори України.

Клас *Rosopsida*, підкласи *Ranunculidae*, *Caryophyllidae*. Загальна характеристика підкласу *Ranunculidae*. Родини *Ranunculaceae*, *Paraveraceae*. Еволюційні шляхи утворення подвійної оцвітини. Ранункуліди флори України. Загальна характеристика підкласу *Caryophyllidae*. Родини *Phytolaccaceae*, *Cactaceae*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Polygonaceae*. Каріофіліди флори України. Родини *Nepenthaceae*, *Droseraceae*. Клас *Rosopsida*, підклас *Rosidae*. Загальна характеристика підкласу *Rosidae*. Обсяг підкласу в системі А.Л.Тахтаджяна та співвідношення з підкласами *Hamamelidae* і *Dilleniidae*. Група порядків Фабіди. Представники Розид з азотфіксацією. Родини *Betulaceae* і *Fagaceae*. Родини *Salicaceae*, *Euphorbiaceae*. Родина *Rosaceae* та її поділ на підродини *Spiraeoideae*, *Rosoideae*, *Prunoideae*, *Maloideae*. Родина *Fabaceae* та її поділ на підродини *Caesalpinioideae*, *Mimosoideae*, *Faboideae*. Клас *Rosopsida*, підклас *Rosidae*. Група порядків Мальвіди. Родини *Geraniaceae*, *Rutaceae*, *Brassicaceae*. Напрямки еволюції квітки в підкласі Розиди. Розиди флори України. Клас *Rosopsida*, підклас *Asteridae*. Група порядків Ляміїди. Загальна характеристика підкласу *Asteridae*, його поділ на групи порядків Ляміїди та Кампануліди. Родини *Boraginaceae*, *Lamiaceae*, *Solanaceae*, *Scrophulariaceae*. Ляміїди флори України. Клас *Rosopsida*, підклас *Asteridae*. Група порядків Кампануліди. Родини *Ariaceae*, *Asteraceae*, *Dipsacaceae*. Напрямки еволюції квітки в підкласі Астериди. Кампануліди флори України.

Однодольні покритонасінні. Клас *Liliopsida*, підкласи *Alismatidae*, *Liliidae*. Загальна характеристика підкласу *Alismatidae*. Родини *Alismataceae*, *Araceae*. Загальна

характеристика підкласу Liliidae. Родини Liliaceae. Amaryllidaceae. Asparagaceae, Orchidaceae. Напрямки еволюції квітки в підкласі Ліліїди. Алісматиди флори України. Ліліїди флори України. Клас Liliopsida, підклас Commelinidae. Загальна характеристика підкласу Commelinidae. Загальна характеристика родини Arecaceae. Родини Juncaceae, Cyperaceae, Poaceae. Напрямки еволюції квітки в підкласі Коммелініди. Коммелініди флори України. Осокові флори України. Злакові флори України.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Брайон О.В., Чикаленко В.Г. Анатомія рослин. – Київ: Вища школа, 1992. – 271 с.
2. Васильев А.Е., Воронин Н.С., Еленевский А.Г., Серебрякова Т.И. Ботаника. Анатомия и морфология растений. – Москва: Просвещение, 1978. – 480 с.
3. Войтюк Ю.О., Кучерява Л.Ф., Баданіна В.А., Брайон О.В. Морфологія рослин з основами анатомії та цитоембріології. – Київ: Фітосоціоцентр, 1998. – 216 с.
4. Волгін С.О., Прокопів А.І. Морфологія і анатомія вищих рослин. Частина 1. Клітина рослин. Навчальний посібник. – Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2001. – 110 с.
5. Нечитайло В.А., Кучерява Л.Ф. Ботаніка. Вищі рослини. – Київ: Фітосоціоцентр, 2000. – 432 с.
6. Нечитайло В.А., Кучерява Л.Ф. Погребенник В.П. Систематика вищих рослин. Лабораторний практикум. – Київ: Фітосоціоцентр, 2001. – 456 с.
7. Григора І.М., Алейніков І.М., Лушпа В.І. Курс загальної ботаніки: Підручник – Київ: Фітосоціоцентр, 2003. – 500 с.

## 4. ГЕНЕТИКА

Предмет генетики. Поняття про спадковість та мінливість. Місце генетики серед природничих наук. Основні етапи розвитку генетики. Пізнавальне значення генетики. Модельні об'єкти генетики. Значення генетики для вирішення завдань медицини, сільського господарства, біотехнології та охорони природи.

Гібридологічний метод вивчення спадковості. Закономірності успадкування в моногібридному схрещуванні. Закон розщеплення (сегрегації). Поворотні та аналітичне схрещування. Алелі, їх взаємодія. Множинний алелізм. Менделівське успадкування у людини. Генеалогічний метод вивчення спадковості людини. Закономірності успадкування в дигібридному і полігібридному схрещуванні. Закон незалежного успадкування генів. Цитологічний механізм моногенного, дигенного та полігенного успадкування. Аналітичне схрещування дигетерозигот та полігетерозигот. Гаметичне розщеплення. Тетрадний аналіз. Умови прояву законів розщеплення і незалежного успадкування генів. Розщеплення при нерегулярних типах статевого розмноження.

Відхилення від типових чисельних співвідношень при розщепленнях, зумовлені статистичними причинами. Вплив умов довкілля на фенотиповий прояв генів. Пенетрантність і експресивність генів. Плейотропний вплив генів. Дія летальних і сублетальних генів. Комплементарна взаємодія генів. Біохімічний механізм комплементарності неалельних генів. Епістатична дія генів. Кумулятивна і некумулятивна полімерія.

Негенетичне визначення статі. Системи хромосомного визначення статі. Генетичний механізм визначення статі у дрозоді. Гаплодиплоїдний механізм визначення статі. Балансове визначення статі. Механізм визначення статі у ссавців. Компенсація дози генів Х-хромосоми. Зчеплене із статтю успадкування при гетерогаметності чоловічої статі і жіночої статі. Первинне і вторинне нерозходження статевих хромосом та його наслідки. Зчеплене зі статтю успадкування у людини. Хвороби людини, зумовлені мутаціями генів Х-хромосоми. Нерозходження статевих хромосом у людини та його наслідки.

Групи зчеплення генів. Використання аналітичного схрещування для вивчення зчеплення генів. Кросинговер. Принципи побудови генетичних карт. Локалізація гена в групі зчеплення. Подвійні і множинні кросинговери, інтерференція, їхній вплив на визначення віддалі між генами. Оцінювання ступеня зчепленості генів аутосом і Х-хромосоми за результатами F<sub>2</sub>. Цитологічні докази кросинговеру. Вивчення кросинговеру і картування генів при тетрадном аналізі. Мітотичний кросинговер.

Основні характеристики організації генома. Геноміка, її теоретичне і практичне значення. Будова ДНК і РНК. Докази генетичної ролі нуклеїнових кислот. Основні молекулярні методи вивчення структури генома: клонування і секвенування ДНК, полімеразна ланцюгова реакція. Задання, які вирішує генетична інженерія. Ферменти генетичної інженерії. Векторні молекули для прокариотів і еукаріотів. Способи отримання і селекції рекомбінантних молекул ДНК. Створення та аналіз бібліотек геномів. Способи створення трансгенних організмів: підходи генної і геномної інженерії. Синтетичні гени і геноми.

Розміри геномів вірусів, прокариотичних та еукаріотичних організмів. Структурні компоненти генома прокариотичних організмів. Нуклеоїд бактерій. Кількість, форма і розміри хромосом прокариотів. Організація генів в хромосомах прокариотів. Оперони бактерій. Особливості організації геномів архебактерій. Послідовності генома прокариотів, що повторюються: гени рНК, CRISPR-Cas модулі. Плазмідні бактерій. Ознаки, які

контролюються плазмідами бактерій. Будова і функціонування плазмиди F Escherichia coli, R- та Ті-плазмід. Транспозони бактерій. Генні касети та інтегриони. Інтегративні і кон'югативні елементи (ICE). Основні особливості організації геномів бактеріофагів. РНК-геноми бактеріофагів. Життєвий цикл і будова генома бактеріофага лямбда ( $\lambda$ ). Функціонування генів бактеріофага  $\lambda$  при різних шляхах його розвитку в клітині.

Статева полярність у E.coli. Характеристика різних типів кон'югаційних схрещувань у E.coli. Взаємодія F-фактора та хромосоми E.coli. Побудова кільцевої генетичної карти E.coli. Абортивна, неспецифічна (загальна) і специфічна трансдукція. Компетентність клітин бактерій. Перетворення ДНК, яка зумовлює генетичну трансформацію, в клітині-реципієнті. Використання кон'югації, трансдукції, трансформації в генетичному аналізі та конструюванні штамів бактерій.

Компоненти генома еукаріотичних організмів. Характеристика генома людини. Хімічний склад і структура хроматину. Рівні просторової організації хроматину. Полігенні хромосоми. Цитологічні карти хромосом. Повторення нуклеотидних послідовностей в геномах еукаріотів. Сателітна ДНК. Гени рРНК, тРНК, малих РНК, довгих некодувальних РНК. Гени еукаріотів, які кодують білки. Родини генів. Геноми мітохондрій і хлоропластів. Транспозони еукаріотів. Ретротранспозони. Ретрогени. Види молекул нуклеїнових кислот, які виконують роль носіїв генетичної інформації вірусів еукаріотів. Будова РНК- і ДНК-геномів на прикладі коронавірусів, вірусу сказу, вірусу грипу А, ретровірусів, аденовірусів.

Еволюція уявлень про ген. Ідентифікація гена. “Пряма” і “зворотна” генетика. Комплементарний аналіз мутантів. Критерії алелізму. Вивчення тонкої структури гена на прикладі локусу rII бактеріофага T4. Концепція “Один ген – один фермент”. Колінеарність гена і його білкового продукту. Докази триплетності генетичного коду. Розшифрування генетичного коду. Властивості генетичного коду. Правила неоднозначного зчитування генетичного коду. Варіанти ядерного (нуклеїдного) генетичного коду і генетичного коду мітохондрій і пластид. Структура транскрипційних одиниць прокаріотичних і еукаріотичних організмів. РНК-полімерази і регуляторні елементи геномів прокаріотів і еукаріотів. Рівні регулювання експресії генів прокаріотів і еукаріотів. Постранскрипційний процесинг мРНК. Експресія генів при їх введенні в клітину методами генетичної інженерії.

Категорії процесів генетичної рекомбінації за молекулярними механізмами: гомологічна (загальна), сайт-специфічна, незаконна. Механізми гомологічної рекомбінації у прокаріотів та еукаріотів. Модель гомологічної рекомбінації Р. Холідея.

Типи мінливості живих організмів. Неспадкова (модифікаційна) мінливість. Основні особливості модифікацій. Близнюковий метод вивчення спадковості людини. Норма реакції генотипу. Успадковуваність ознак. Класифікація мутацій. Хромосомні аберації. Перебудови хромосом, анеуплоїдія, поліплоїдія. Методи виявлення мутацій. Кількісна оцінка виникнення мутацій. Класифікація генних мутацій за молекулярним механізмом. Основні механізми виникнення спонтанних мутацій. Пошкодження ДНК і мутації, які викликані іонізуючими випромінюваннями. Генетичні наслідки радіаційного забруднення довкілля. Пошкодження ДНК і мутації, які викликані ультрафіолетовим випромінюванням. Механізми мутагенної дії агентів, які алкілюють ДНК, азотистої кислоти, аналогів азотистих основ, хімічних мутагенів довкілля. Фотореактивація. Репарація алкілованих ДНК. Ексцизійна репарація азотистих основ і нуклеотидів.



Репарація помилково спарених нуклеотидів. Постреплікативна рекомбінаційна репарація. Репарація одониткових і двониткових розривів у ДНК. SOS-репарація.

Предмет і значення генетики популяцій. Популяція – елементарна одиниця еволюційного процесу. Методи вивчення генетичного поліморфізму популяцій. Частоти генів і генотипів у популяції. Закон Харді-Вайнберга та його застосування. Вплив мутацій на генетичну структуру популяцій. Генетичні наслідки міжпопуляційних міграцій та ізоляції популяцій. Роль дрейфу генів у зміні генетичної структури популяції. Вплив добору на генетичну структуру популяцій. Молекулярні механізми еволюції структурних і регуляторних генів. Збереження генофонду культурних та диких форм рослин і тварин.

## 5. ЗООЛОГІЯ

### Загальні питання

1. Предмет і завдання зоології в системі біологічних наук.
2. Основні етапи розвитку зоології. Система Аристотеля. Розвиток зоології після Аристотеля та у Середні Віки.
3. Карл фон Лінне і його "Система природи". Розвиток зоології у 17-18 ст. Поділ тваринного світу Ж.Б.Ламарка.
4. Еволюція, та роль Жана Батіста Ламарка, Альфреда Уоллеса та Чарльза Дарвіна у формуванні сучасних поглядів на розвиток живого. Зоологія у 19-21 сторіччях. Теорема Харді-Вайнберга та її наслідки.
5. Рівні організації тварин та протист: клітинний, тканинний, рівень органів та груп органів.
6. Сучасна таксономія, основні вживані таксономічні категорії. Концепція виду. Кількість видів тварин та протист. Особливості їхнього поширення на Земній кулі.
7. Розвиток зоології в Україні. Сучасні напрямки зоології та вчені, що їх очолюють.
8. Сучасні методи зоологічних досліджень.
9. Тварини, як необхідний компонент екосистем та їх роль в екосистемах різного рівня.
10. Географічне поширення тварин. Екологія та поведінка тварин. Живлення і способи добування їжі. Пристосування до несприятливих періодів року. Розмноження і піклування про потомство. Свійські тварини та їх походження.
11. Специфічні риси тварин. Сучасна система тваринного світу. Історичний розвиток тваринного світу. Поняття про систематику тварин.
12. Сучасне уявлення про протистів. Особливості будови, процесів життєдіяльності, екологічні особливості тваринно-подібних протистів. Основні напрямки еволюції протистів.
13. Гіпотези походження багатоклітинних тварин. Основні етапи ускладнення організації багатоклітинних тварин. Багатоклітинні тварини, що знаходяться на дотканинному рівні організації (Prometazoa). Поняття про справжніх багатоклітинних тварин (Eumetazoa). Дво- та тришарові тварини. Типи симетрії тіла тварин та їхнє адаптивне значення. Явище метамерії серед багатоклітинних тварин, поняття про гомо- та гетерономну метамерію. Первиннороті та вториннороті тварини. Типи порожнин тіла у тварин. Опорні утвори та типи скелету у безхребетних та хордових тварин. Типи транспортних систем у безхребетних та хордових тварин. Основні типи нервової системи у тварин. Способи розмноження у багатоклітинних тварин. Поняття про неотенію. Поліембріонія та партеногенез, його різновиди у тварин. Поняття про прямий та непрямий типи постембріонального розвитку. К- і г-стратегія розмноження у тварин. Складні та прості життєві цикли тварин. Поняття про метагенез та гетерогонію. Сезонні явища у житті тварин.
14. Різноманітність багатоклітинних тварин: типи Пластинчасті, Губки, Жалкі, Реброплавці, Плоскі черви, Коловертки, Скреблянки, Нематоди, Волосові, Кільчасті черви, Членистоногі, Молюски, Моховатки, Напівхордові, Голкошкірі, Хордові. Порівняльна характеристика представників сучасних підтипів та класів цих типів.
15. Середовища мешкання тварин та адаптації до них. Екологічні зв'язки, що виникають між популяціями тварин та між тваринами та іншими організмами в екосистемах різних типів. Роль тварин в природних угрупованнях і господарстві людини.

### Питання за розділами зоології

#### ПРОТОЗООЛОГІЯ

1. Характеристика протист (найпростіших), як збірної групи з декількох царств та багатьох типів, котрі за сучасними уявленнями не відносяться до тварин і є об'єктом

протистології. Основні риси будови і життєдіяльності протист. Форми і способи розмноження. Екологія і поширення найпростіших. Перелік основних царств куди входять протисти.

2. Сучасна система царства Protista (за Карповим, 1990 та Кавальєр-Смітом, 1978). Основні типи найпростіших.
3. Тип Euglenozoa та два основні класи еугленозой. Будова та основні характеристики цієї групи.
4. Тип Ciliophora. Систематика інфузорій та основні риси їхньої будови та життєдіяльності.
5. Тип Apicomplexa (Споровики). Три основні класи споровиків. Особливості будови та біології споровиків. Особливості розмноження споровиків.
6. Тип Rhizopoda (Ризоподи, Саркодові). Класи корененіжок та тестацей. Особливості будови та біології. Паразитичні амеби.
7. Типи Foraminifera, Heliozoa, Radiolaria. Особливості будови та біології цих протист.
8. Тип Microspora (Мікроспоридії). Будова мікроспоридій та біологія їх, як інтрацелюлярних паразитів. Роль проф. Луї Пастера у в'ясненні особливостей розмноження мікроспоридій та боротьбі з мікроспоридіазами корисних комах.
9. Тип Mixozoa (Міксоспоридії). Особливості будови та біології міксоспоридій. Хвороби риб, що спричиняються міксоспоридіями.
10. Тип Opalinata (Опаліни). Особливості будови та біології опалін. Розмноження опалін.

#### ЗООЛОГІЯ БЕЗХРЕБЕТНИХ.

1. Тип Губки. Систематика губок. Зовнішня та внутрішня будова, біологія та розвиток.
2. Тип Cnidaria або Coelenterata (Щупальцеві або ж кишковопорожнинні). Симетрія щупальцевих. Систематика. будова та біологія щупальцевих (нематоцисти, зміна поколінь, розмноження).  
Клас Hydrozoa (Гідроїдні). Характерні особливості будови. Зміна поколінь у гідроїдних. Поліморфізм колоній сифонофор.  
Клас Scyphozoa (Сцифоїдні). Риси що відрізняють їх від гідроїдних. Життєвий цикл.  
Клас Cubozoa (Кубоїдні). Відмінності між Кубоїдними та Сцифоїдними.  
Клас Anthozoa (Коралові). Особливості будови коралів. Поширення коралів, їх значення в геологічних процесах. Коралові рифи, острови, їхнє поширення та сучасні загрози для існування.
3. Тип Stenophora (Рebroплави). Систематика. Особливості будови і симетрії. Походження царства тварин в контексті положення реброплавів: гіпотези моно-, ди- чи поліфілетичності. царства.
4. Тип Platyhelminthes (Плоскі черви). систематика та особливості будови плоских червів. Біологія (біономія та основні типи розвитку плоских червів).
5. Клас Війчасті черви або ж Турбеллярії. Особливості будови та біології війчастих червів.
6. Клас Trematoda (Трематоди). Систематика, особливості будови та загальна схема життєвого циклу трематод.
7. Клас Monogenea (Моногенетичні сисуні). особливості розвитку та біології.
8. Клас (Cestoda) Стъожкові черви. Особливості будови та загальна схема життєвого циклу цестод. Небезпечні паразити тварин та людини серед плоских червів.
9. Тип Gastrotricha (Гастротріхи чи Черевовійчасті). Особливості будови та біології.
10. Тип Rotifera (Коловертки). Систематика, будова та біологія коловерток. особливості розмноження коловерток. Значення коловерток в природних екосистемах.

11. Тип (Нематоди або ж Круглі черви). Зовнішня та внутрішня будова нематод, особливості біології та життєві цикли. Нематоди-паразити людини і домашніх тварин та заходи боротьби з ними.
12. Тип Annelida (Кільчасті черви). Характеристика типу. Походження сегментації. Первинна порожнина та її походження. Олігомерні і полімерні кільчасті черви. Таксономія типу кільчастих червів та коротка характеристика окремих класів. Роль кільчастих червів в природних екосистемах різного типу.
13. Тип Acanthocephala (Скребні). Коротка характеристика будови та розмноження, а також біології.
14. Тип Loricifera (Лорасіфери). Нововідкритий тип тварин. Коротка характеристика будови та способу життя.
15. Тип Mollusca (Молюски). Характеристика типу. Основні риси будови молюсків. Поділ типу на класи. Спільні риси молюсків з аннелідами.
16. Клас Gastropoda (Гастроподи або ж Черевоногі). Зовнішня та внутрішня будова. Походження целома. Торзійність (закрученість) та можливе значення торзійності для виживання. Особливості біології. Роль в природних екосистемах. Гастроподи, як проміжний хазяїн паразитів.
17. Клас Bivalvia (Двостулкові). Зовнішня та внутрішня будова. Особливості біології. роль двостулкових у формуванні якості природних вод.
18. Клас Cephalopoda (Головоногі). Особливості зовнішньої та внутрішньої будови. Локомоція цефалопод.
19. Інші класи Молюсків (Polyplacophora, Scaphopoda, Monoplacophora, Caudofoveata, Aplousophora), їх коротка характеристика та особливості біології. Сегментація молюсків деяких таксономічних груп.
20. Тип Arthropoda (Членистоногі). Метамеризм та тагматизація як характерні риси будови артропод. Екзоскелет. Порожнина тіла і кровоносна система. Органи дихання. Метаморфоз. Поширення членистоногих у природі. Значення їх у кругообігу речовин у природі. Таксономія типу (підтип Trilobitomorpha, підтип Chelicerata, підтип Crustacea).
21. Класи Diplopoda, Chilopoda, Paupoda, Symphyla.
22. Клас Insecta (Комахи). Загальна характеристика, внутрішня та зовнішня будова. Особливості розмноження. Систематика комах. Характеристика основних рядів. Господарське значення комах. Охорона рідкісних та зникаючих видів. Проблема колекціонування. Соціальні комахи. Поведінка комах. Комахи трансмітери (переносники) паразитів свійських тварин та людини.
23. Тип Bryozoa (Моховатки). Особливості будови та біологія. Загальна характеристика в зв'язку з сидячим способом життя. Колоніальність і поліморфізм. Біологія і поширення. Прісноводні моховатки.
24. Тип Brachioroda (Плечоногі). Особливості будови та біологія. Ознаки подібності і відмінності в будові з молюсками.
25. Тип Echinodermata (Голкошкірі). Основні 5 класів голкошкірих (Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea, Holothuroidea, Crinoidea). Особливості будови представників окремих класів та їх біологія. Значення голкошкірих у природних екосистемах.
26. Тип Pogonophora (Погонофори). Загальна характеристика. Поширення. Адаптації до середовища, живлення. Загальний огляд систем і органів. Розмноження і розвиток.
27. Тип Tardigrada (Тихохідки або ж Тардигради). Особливості таксономії, будови та біології тихоходок. значення тихоходок в природних екосистемах.
28. Структура органічного світу та загальні особливості філогенії тварин.
29. Пристосування загального характеру (поява мезодерми, сегментація тіла, формування вторинної порожнини тіла) та їхній вплив на еволюцію безхребетних. Редукція органів чи груп органів

## ЗООЛОГІЯ ХРЕБЕТНИХ

1. Тип Chordata (Хордові). Теоретичне і практичне значення хордових. Основні етапи і напрямки розвитку зоології хордових.

3. Будова хордових та їхня біологія. Морфологічні особливості хордових як вищого типу тваринного світу. Система хордових: підтипи личинкохордові, безчерепні, хребетні, їх морфологічні та біологічні особливості. Практичне значення хордових. Аналогічні і гомологічні органи.

4. Підтип Urochordata (Личинкохордові або покривники). Загальна характеристика підтипу. Основні риси організації класу апендикулярій, як найбільш типових личинкохордових. Асцидії. Одинокі, колоніальні, сидячі і плаваючі форми.

5. Підтип Cephalochordata (Цефалохордові або ж Безчерепні). Коротка характеристика підтипу. Організація та розвиток і біології ланцетника як представника безчерепних. Значення праць О.О.Ковалевського. Положення хордових в системі тваринного світу.

6. Підтип Vertebrata (Хребетні). Характеристика підтипу як найвищої форми організації тварин. Покриви. Осьовий скелет, череп, скелет кінцівок. Травна і нервова система, органи чуття. Видільна система і статева. Органи внутрішньої секреції. Поділ підтипу хребетних на класи. Об'єднання класів в групи безщелепні і щелепнороті, анамнії і амніоти. Гемойотерні, пойкилотерні тварини. Геологічна історія хребетних.

8. Анамнії. Головні риси, анамній, як первинноводних хребетних. Клас круглороті. Характеристика круглоротих як безщелепних, що відрізняються особливими формами дихання і живлення. Сучасні ряди круглоротих. Морфологічні і біологічні особливості сучасних круглоротих. Розвиток. Географічне поширення. Промислове значення. Вископні безщелепні. Місце круглоротих в системі хребетних.

10. Клас Хрящові риби. Пластинозяброві та химерові. Огляд організації за системами органів. Високий розвиток центральної нервової системи та органів чуття, внутрішнє запліднення при збереженні примітивності організації. Походження і еволюція хрящових риб.

11. Клас Променепері риби. Морфологічні та біологічні особливості променеперих риб, огляд їх організації за системами органів на прикладі кісткових риб. Походження кісткової тканини і її роль в еволюції риб. Розмноження і турбота про нащадків.

12. Надряди ганоїдні. Систематика. Морфологічна характеристика надрядів. Їх роль в еволюції і в системі риб. Практичне значення ганоїдів і кісткових риб: промислові риби, ставкове господарство, рибовідтворення та охорона риб в Україні. Екологія риб. Акліматизація.

14. Лопатепері риби та їх місце в еволюції риб. Еволюційний розвиток риб і їхнє місце в системі хребетних.

15. Надклас Четвероногі. Клас Земноводні або амфібії. Походження наземних хребетних. Екологічні і морфофізіологічні передумови виходу хребетних на сушу. Палеозойські земноводні стегоцефали, як перші представники класу земноводних. Загальна морфо-біологічна характеристика амфібій. Особливості будови в зв'язку з пристосуванням до водного і наземного способу життя. Порівняльно-анатомічний огляд організації амфібій. Розвиток і метаморфоз.

16. Система земноводних, підкласи, надряди і ряди, їх характеристика та найголовніші представники. Захисні пристосування. Живлення. Розмноження. Географічне поширення. Господарське значення і охорона.

17. Амніоти. Морфологічні і фізіологічні особливості анамній і амніот. Розвиток будова яйця, Утворення зародкових оболонок. Будова шкірних покривів і їх походження. Перебудова видільної системи. Значення цих перетворень, як пристосувань до наземного способу життя.

18. Клас Плазуни. Морфологічна і біологічна характеристика. Система плазунів.
19. Підклас Лепідозаври. Ряд Хоботноголові. Гатерія. Примітивні риси її організації. Біологія. Реліктовий характер поширення. Охорона Гатерії. Ряд Лускаті. Морфологічна і біологічна характеристика лускатих як найбільш прогресивної групи сучасних рептилій. Підряди: ящірки, змії, їх найголовніші представники і біологія.
20. Підклас Анапсіда. Ряд черепахи. Морфологічна та анатомічна характеристика черепах. Характеристика рядів і їх найголовніші представники. Біологія.
21. Підклас Архозаври. Морфологічна, біологічна характеристика крокодилів. Географічне поширення та біологія.
22. Екологія та поведінка плазунів. Пристосування до різних умов існування. Пристосування до захисту і нападу. Живлення. Отруйний апарат. Розмноження. Географічне поширення плазунів.
23. Походження та еволюція плазунів. Характеристика найголовніших груп викопних плазунів. Шляхи пристосування до наземного і водного способу життя в різних еволюційних гілках рептилій. Пристосування до польоту. Вимирання плазунів у мезозої і причини цього явища. Становлення гомойотермії.
24. Клас Птахи. Огляд організації за системами органів як вищих амніот, що пристосувалися до польоту. Ембріональних і постембріональний розвиток птахів. Таксономія птахів. Відмінні риси будови і поширення. Короткий огляд найголовніших рядів.
25. Походження птахів. Археоптерикс та інші викопні птахи. Екологія птахів. Адаптивні особливості різних груп. Політ птахів. Міграції. Розмноження. Географічне поширення. Економічне значення. Свійські птахи і їх походження.
26. Клас Ссавці. Загальна характеристика класу ссавців. Його різноманітність у зв'язку з пристосуванням до різних умов життя. Порівняльно-анатомічний огляд організації ссавців, як вищого класу хребетних. Особливості ембріонального розвитку.
27. Систематика ссавців. Підклас Першозвірі або клоачні. Риси організації. Особливості пристосувань. Живлення. Розмноження. Поширення.
28. Підклас Звірі. Інфраклас сумчасті. Розвиток. Паралелізм з плацентарними ссавцями.
29. Інфраклас вищі або плацентарні ссавці. Загальна характеристика. Вимерлі ссавці та їх найстародавніші представники. Найбільш яскраві приклади еволюційного розвитку: еволюція коней, слонів, приматів. Походження людини.

## 6. МІКРОБІОЛОГІЯ

### 1. Історія і цитологія мікроорганізмів

**Історія мікробіології.** Предмет, методи і завдання мікробіології, її місце і роль у сучасній науці, господарстві та медицині. Історія мікробіології. Відкриття мікроорганізмів А. Левенгуком. Роль Л. Пастера у формуванні сучасної мікробіології. Значення робіт Р. Коха, М. Бейерінка, А. Клейвера, А. Флемінга. Розвиток мікробіології в Україні. Роботи Д. Самойловича, С. Виноградського, І. Мечнікова, М. Гамалії, В. Омелянського, Д. Заболотного. Роботи львівських вчених з мікробіології (дослідження Я. Каменського, подружжя Кшемінєвських, Р. Вайгля, Я. Бадьяна, Г. Шавловського).

Основні напрямки розвитку сучасної мікробіології: загальна, промислова, ґрунтова, водна, геологічна, медична, санітарна, сільськогосподарська мікробіологія.

**Дріжджі.** Морфологія, будова, хімічний склад клітини. Функції її окремих компонентів. Клітинна стінка, мембранні структури, ядро, рибосоми, ендоплазматичний ретикулум, апарат Гольджі, лізосоми, пероксисоми, гліюксисоми, мітохондрії. Запасні речовини. Способи розмноження. Цикли розвитку гаплоїдних та диплоїдних дріжджів.. Використання у господарській діяльності людини.

**Плісняві гриби.** Морфологія, будова, хімічний склад клітин. Способи розмноження. Цикли розвитку. Використання у господарській діяльності людини.

**Будова прокаріотичної клітини.** Морфологія, розміри, хімічний склад клітин бактерій. Клітинна стінка. Фарбування бактерій за Грамом. Особливості будови грамозитивних та грамнегативних бактерій. Сферопласти, протопласти, L-форми, мікоплазми.

Позаклітинні структури прокаріот: слизисті шари, капсули, чохла. Органоїди руху: пілі, джгутики. Будова, кількість, розміщення, механізм руху, види руху. Реакції таксису у мікроорганізмів. Газові вакуолі (аеросоми), фікобілісоми, хлоросоми. Запасні поживні речовини. Біоплівки. Будова. Формування. Вплив чинників середовища на формування біоплівки.

**Розмноження і способи диференціації прокаріот.** Розмноження бактерій. Цикли розвитку. Зачатки диференціації у прокаріот. Спочиваючі форми і спеціалізовані клітини. Спороутворення у бактерій.

### Фізіологія та систематика мікроорганізмів

**Вплив чинників середовища.** Вплив температури на мікроорганізми. Психрофіли, мезофіли, термофіли. Термостійкість. Відношення мікроорганізмів до молекулярного кисню: аероби і анаероби. (облігатні, факультативні), аеротолерантні мікроорганізми. Вплив гідростатичного тиску. Ріст мікроорганізмів залежно від вмісту води. Стійкість культур до висушування. Ліофілізація. Осмотичний тиск. Особливості галофілів та осмофілів. Слабі, помірні та екстремальні галофіли. Галотолерантні мікроорганізми. Значення рН середовища та його вплив на культури. Алкалофільні, ацидофільні, кислотостійкі мікроорганізми. Вплив різних видів випромінювань на мікроорганізми. Стійкість культур до УФ-променів та іонізуючого випромінювання. Фотореактивація. Мікробіцидний та мікробостатичний ефекти. Важливі хіміотерапевтичні препарати.

**Культивування мікроорганізмів.** Нагромаджувальні культури та принцип селективності. Чисті культури мікроорганізмів, методи їх одержання. Клон, штам. Потреби мікроорганізмів у поживних речовинах. Середовища для їх культивування. Культивування аеробних та анаеробних мікроорганізмів. Поверхневе та глибинне культивування. Періодичне і безперервне культивування.



Основні параметри росту культур: час генерації, питома швидкість росту, урожай, економічний коефіцієнт. Способи визначення росту мікроорганізмів. Визначення кількості живих і мертвих клітин. Збалансований та незбалансований ріст. Обмеження росту і відмирання мікроорганізмів. Крива росту, особливості окремих фаз. Ріст культур при безперервному культивуванні. Системи хемостату та турбідостату. Значення безперервного культивування для вивчення властивостей мікроорганізмів, практичне використання. Синхронні культури: способи одержання, значення. Змішані культури.

**Живлення і транспорт.** Типи живлення мікроорганізмів. Фототрофія, хемотрофія. Автотрофія, гетеротрофія, органотрофія, літотрофія. Транспорт поживних речовин у мікробну клітину.

**Систематика бактерій.** Принципи класифікації бактерій. Основи систематики і номенклатури. Сучасна систематика бактерій. Характеристика основних груп. Характерні представники.

Збудники захворювань людини, тварин та рослин. Патогенність, вірулентність як міра патогенності. Фактори патогенності. Утворення токсинів мікроорганізмами. Екзо- та ендотоксини.

### **Генетика і біохімія мікроорганізмів**

**Організація, функціонування генетичного апарату у мікроорганізмів.** Розміри геному. Фенотипічна та генотипічна мінливість. Мутагенез (спонтанний, індукований). Природа мутацій. Селекція мутантів.

Трансформація, трансдукція, кон'югація. Рекомбінація у прокариот та еукаріотичних мікроорганізмів. Принципи генно-інженерного конструювання мікроорганізмів.

**Розклад природних полімерів** мікроорганізмами: білків, нуклеїнових кислот, ліпідів, целюлози, крохмалю, пектину, хітину.

**Енергетичний обмін.** Загальна характеристика. Одержання енергії мікроорганізмами залежно від типів живлення. Початкові реакції перетворення вуглеводів. Шляхи Ембдена–Мейєргофа-Парнаса, Ентнера-Дудорова, Хорекера-Діккенса.

Бродіння. Шляхи зброджування вуглеводів. Спиртове бродіння. Гомоферментативне, гетероферментативне молочнокисле бродіння, пропіоновокисле, маслянокисле, мурашинокисле, ацетонобутилове бродіння. Вплив факторів середовища на процес бродіння. Характеристика мікроорганізмів – збудників бродіння різних видів.

Одержання енергії аеробами. Окиснення вуглеводів мікроорганізмами. Повне та неповне окиснення. Функціонування ЦТК у мікроорганізмів. Дихальний ланцюг. Синтез АТФ. Одержання енергії хемолітотрофами: сіркобактерії, нітрифікувальні, тіонові, водневі бактерії, залізобактерії.

**Анаеробне дихання.** Донори та акцептори електронів при анаеробному диханні мікроорганізмів. Мікроорганізми, які відновлюють нітрати та інші сполуки нітрогену. Дисиміляційна нітратредукція і денітрифікація. Сульфат і сірковідновлюючі бактерії. Дисиміляційна сульфатредукція. Субстрати окислення. Метаноутворюючі бактерії, їх особливості. Утворення метану мікроорганізмами. Карбонатне дихання.

**Бактеріальний фотосинтез.** Характеристика фотосинтезувальних бактерій. Механізм бактеріального фотосинтезу.

**Фіксація молекулярного азоту.** Механізм процесу, мікроорганізми – азотофіксатори (вільноживучі, симбіотичні).

**Конструктивний обмін.** Джерела карбону і нітрогену для конструктивного метаболізму. Асиміляція вуглекислоти гетеротрофами і автотрофами. Рибулозодифосфатний цикл. Функціонування рибулозофосфатного та серинового циклів. Засвоєння сполук нітрогену. Асиміляційна нітратредукція. Шляхи асиміляції амонію і утворення амінокислот. Синтез основних біополімерів мікроорганізмами (нуклеїнових кислот, білків, ліпідів, вуглеводів, порфіринів). Вторинні метаболіти.

**Регулювання метаболізму.** Конститутивні та індукційні ферменти. Регуляція синтезу ферментів (індукція, репресія). Принцип оперонної організації геному. Катаболітна регуляція. Роль цАМФ. Діауксія. Регуляція розгалужених біосинтетичних процесів. Регуляція активності ферментів. Властивості алостеричних ферментів. Хімічна модифікація ферментів.

### **Екологія мікроорганізмів та їхнє практичне застосування**

**Екологія мікроорганізмів.** Мікроорганізми ґрунту, повітря, водойм. Мікробіота людини. Участь мікроорганізмів у кругообігу карбону, нітрогену, сульфуру та інших елементів. Роль мікроорганізмів у ґрунтоутворювальних процесах та забезпеченні родючості ґрунту. Значення мікроорганізмів у первинній продукції водойм та мінералізації речовин. Роль мікроорганізмів у формуванні корисних копалин. Участь мікроорганізмів у переробці відходів і детоксикації отруйних речовин.

**Типи взаємовідносин.** Симбіоз. Типи симбіозу. Коменсалізм, метабіоз. Факультативні та облігатні симбіонти. Симбіотичні асоціації мікроорганізмів, їх різноманітність і значення. Ризосфера. Епіфітна мікробіота. Мікориза. Фітопатогенні мікроорганізми. Мікроорганізми рубця жуйних, їх діяльність. Симбіонти комах та інших безхребетних тварин. Патогенні для тварин і рослин мікроорганізми. Антагонізм. Антибіотики.

### **Санітарно-показові мікроорганізми. Фактори патогенності мікроорганізмів. Інфекційний процес**

Індикатори забруднення довкілля мікроорганізмами ротової порожнини та верхніх дихальних шляхів. Мікроорганізми – індикатори фекального забруднення. Індикатори процесу самоочищення. Мікроорганізми харчових продуктів, що мають санітарно-показове значення.

Типи взаємовідносин між мікро- та макроорганізмом. Класифікація мікроорганізмів за групами патогенності.

Фактори патогенності бактерій з адгезивною функцією. Роль поверхневих структур (фімбрій, капсули) мікроорганізмів у прикріпленні та колонізації. Ферменти інвазії (гіалуронідаза, нейрамінідаза, протеази, колагеназа, муциназа).

Фактори патогенності бактерій з функцією захисту від фагоцитозу. Поняття опсонізації, фагоцитозу завершеного і незавершеного. Сучасні уявлення про роль капсули у захисті мікроорганізмів від фагоцитозу. Роль поверхневих білків бактерій в антифагоцитарному захисті. Фактори патогенності бактерій з токсичною функцією. Класифікація токсинів: екзо- та ендотоксини, білкові та небілкові, прості і складні. Класифікація екзотоксинів за механізмом дії. Анатоксини.

Поняття інфекції та інфекційного процесу. Динаміка інфекційного процесу. Роль макроорганізму та навколишнього середовища у розвитку інфекційного процесу. Роль соціальних факторів у поширенні інфекції. Джерела, резервуари та механізми поширення інфекцій. Характер поширення інфекцій: спорадичні захворювання, епідемії, пандемії, ендемії.

Основні відмінності інфекційного захворювання від неінфекційного. Класифікація інфекційних захворювань. Кишкові інфекції з фекально-оральним механізмом передачі збудника. Інфекції дихальних шляхів з краплинним механізмом передачі збудника. Кров'яні інфекції з трансмісивним механізмом передачі збудника. Інфекції зовнішніх

покривів, при яких збудник зазвичай передається за допомогою контакту. TORCH-інфекції. Внутрішньолікарняні інфекції. Мікози та мікотоксикози. Профілактика інфекційних захворювань.

**Практичне використання мікроорганізмів.** Використання мікроорганізмів для одержання харчових та кормових продуктів, хімічних та лікарських препаратів. Використання мікроорганізмів в сільському господарстві, при вилугованні металів із руди, очищення стоків. Одержання палива.

#### **Рекомендована література**

1. *Возіанова Ж. І.* Інфекційні і паразитарні хвороби: в 3 т. – К.: Здоров'я, 2008.
2. *Гудзь С. П., Гнатуш С. О., Білінська І. С.* Мікробіологія. – Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. – 359 с.
3. *Гудзь С. П., Гнатуш С. О., Звір Г. І.* Санітарна мікробіологія [для студ. вищ. навч. закл.] – Львів: Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2016. – 348 с.
4. Инфекции, регулируемые Международными медико-санитарными правилами: Учеб.-метод. пособие для студентов мед. вузов и врачей-интернов, врачей-инфекционистов, семейных врачей и врачей общей практики / В.Н. Козько, А.В. Бондаренко, Н.Ф. Меркулова и др. – Харьков: ХНМУ, 2013. – 136 с.
5. Інфекційні хвороби. Курс лекцій : навч. посібник / Є. В. Нікітін, К. Л. Сервецький, Т.В. Чабан [та ін.]. – Одеса: ОНМедУ, 2012. – 252 с.
6. Інфекційні хвороби: підручник / За ред. О. А. Голубовської. – К.: ВСВ “Медицина”, 2012. – 728 с.
7. Определитель бактерий Берджи / Под ред. Дж. Хоулта, Р. Крига, П. Снита и др. – М.: Мир, 1997. – Т. 1–2.
8. *Пирог Т. П.* Загальна мікробіологія: Підручник – К.: НУХТ, 2004. – 471 с.
9. *Пількевич Н. Б., Боярчук О. Д.* Мікробіологія харчових продуктів: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Луганськ: Альма-матер, 2008. – 152 с.
10. *Романовская В. А., Рокитко И.В., Шилин С. О., Малащенко Ю. Р.* Актуальные проблемы классификации бактерий // Мікробіологічний ж-л. 2005. Т. 65. № 5. – С. 46– 65.
11. *Рябокоть О. В.* Інфекційні хвороби : навч. посіб. для студентів мед. ф-ту за спеціальністю 7.110.10 – “Стоматологія” / О. В. Рябокоть, Т. Є. Оніщенко, Ю. Ю. Рябокоть. – Запоріжжя : [ЗДМУ], 2011. – 205 с.
12. *Сергійчук М. Г.* Будова бактеріальної клітини та методи її дослідження. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 232 с.
13. *Сергійчук М. Г., Позур В. К., Вінніков А. І., Фурзікова Т. М., Жданова Н. М., Домбровська І. В., Швець Ю. В.* Мікробіологія. – Київський ВПЦ університет, 2005. – 375 с.
14. Современная микробиология: Прокариоты: В 2-х томах / Под ред. Й. Ленгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля. – М.: Мир, 2005. Т. 1 – 656 с., Т. 2. – 496 с.
15. *Яворська Г. В., Гудзь С. П., Гнатуш С. О.* Промислова мікробіологія. – Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. – 253 с.

#### **Інформаційні ресурси**

Microbiology Research Society – <https://www.facebook.com/mrs.org.np/>  
<http://asm.org> – журнал Американського мікробіологічного товариства.  
<http://aem.asm.org> – журнал Applied and Environmental Microbiology.  
<http://intl-jb.asm.org> – журнал Journal of Bacteriology.

## 7. ФІЗІОЛОГІЯ ЛЮДИНИ І ТВАРИН

1. Структура, властивості і функції плазматичної мембрани. Порівняльна характеристика різних типів транспортування речовин через плазматичну мембрану. Прямий і опосередкований механізм дії первинних посередників. Іонотропні і metabotropні рецептори. Роль G-білків у трансдукції фізіологічного сигналу.
2. Мембранний потенціал спокою. Методи вимірювання, величина, механізм генерування і фізіологічне значення. Потенціал дії, його фізіологічна роль та механізми генерації. Фази потенціалу дії за внутрішньоклітинного відведення. Механізми поширення потенціалів дії.
3. Механізм передавання збудження через хімічний синапс. Синаптичні медіатори. Властивості, механізм дії та інактивація. Швидкі (короткочасні) постсинаптичні процеси. Роль іонотропних рецепторів. Повільні (тривалі) постсинаптичні процеси. Роль metabotropних рецепторів.
4. Будова скелетних м'язів. М'язове волокно. Саркомер. Фізіологічні властивості скелетних м'язів. Механізм скорочення скелетних м'язів. Види скорочення скелетних м'язів. Нейромоторна одиниця. Повільні і швидкі нейромоторні одиниці. Енергетика м'язового скорочення. Робота, сила і втома м'язів.
5. Секреція і секреторні клітини. Класифікації екзокринних залоз. Базальна і стимульована секреція. Екзоцитоз. Загальна схема та роль мембранних білків. Механізм секреції рідини. Роль  $Ca^{2+}$ -керованих  $Cl^{-}$ -каналів.
6. Сенсорна система. Загальна характеристика, значення і механізмів трансдукції, трансформації і передачі сенсорної інформації у сенсорних системах. Сенсорна мережа. Класифікація сенсорних систем і рецепторів.
7. Рухові функції спинного мозку. Спинно-мозкові рефлекси. Спінальний шок і гіперрефлексія. Децеребральна ригідність. Провідні функції спинного мозку. Низхідні і висхідні шляхи.
8. Рухові функції довгастого мозку і моста. Роль вестибулярних ядер довгастого мозку і моста у статичних у статокінетичних рефлексах. Роль чорної субстанції і червоних ядер ніжок середнього мозку у регуляції тонуусу і фазних скорочень скелетних м'язів. Рефлекторна дуга і фізіологічне значення чотиригорбикових рефлексів середнього мозку. Рухові функції мозочка. Порушення, які виникають внаслідок видалення або ураження мозочка. Порушення, які виникають внаслідок ураження смугастого тіла і блідної кулі. Рухові зони кори великих півкуль.
9. Особливості організації автономної нервової системи. Функції автономної нервової системи. Особливості вегетативної рефлекторної дуги. Медіатори автономної нервової системи та їхній механізм трансдукції. Порівняльна характеристика симпатичної та парасимпатичної нервової системи.
10. Загальна характеристика гуморальної регуляції. Її відмінність від нервової регуляції. Загальна характеристика залоз внутрішньої секреції. Властивості гормонів. Їхня класифікація. Гіпоталамо-гіпофізарна система.
11. Система крові і внутрішнього середовища. Функції крові. Склад і фізико-хімічні властивості крові. Буферні системи крові. Будова і функції еритроцитів. Гемоліз та осідання еритроцитів. Еритропоез. Дихальна функція крові. Гемоглобін. Крива оксигенації гемоглобіну. Групи крові. Система АВ0 і Rh.
12. Загальна характеристика, класифікація та функції лейкоцитів. Лейкопоез. Імунітет. Неспецифічні і специфічні механізми. Природжений і набутий. Алергія. Тромбоцити. Тромбопоез. Гемостаз. Судинно-тромбоцитарний гемостаз. Фази когуляційного гемостазу. Роль плазмових факторів зсідання крові.
13. Фізіологічні властивості серця. Автоматія серця. Аналіз провідної системи. Регулювання діяльності серця. Закон Франка-Старлінга. Поширення збудження у серці. Серцевий цикл. Електрокардіограма. Артеріальний пульс.

14. Структура і типи судин. Основні принципи гемодинаміки. Тиск у різних відділах великого кола кровообігу. Артеріальний тиск. Ламінарна і турбулентна течія крові. Об'ємна і лінійна швидкість течії крові. Швидкість руху крові у різних відділах великого кола кровообігу. Нервове і гуморальне регулювання тонуусу кровоносних судин.
15. Значення дихання. Основні етапи дихання у ссавців. Механізм вдиху і видиху. Роль дихальних м'язів. Внутрішньоплевральний тиск і еластичність легень та їхнє значення для дихання. Сурфактант. Легеневі об'єми. Склад вдихуваного, видихуваного і альвеолярного повітря. Газообмін у легенях і тканинах. Парціальний тиск і напруження газів. Транспорт газів кров'ю. Нервове і гуморальне регулювання дихання.
16. Значення і класифікація травлення. Методи дослідження травної системи. Травлення у ротовій порожнині. Слинні залози. Слина. Регулювання секреції слини. Ковтання. Травлення у шлунку. Функції шлунка. Шлункові залози. Шлунковий сік. Функції НСІ. Фази шлункової секреції. Рухова функція шлунка.
17. Травлення у тонкій кишці. Слизова оболонка тонкої кишки. Кишковий сік. Рухова функція тонкої кишки. Секреція і склад соку підшлункової залози. Регуляція діяльності підшлункової залози. Печінка. Жовчний міхур. Жовч. Склад і функції жовчі. Ентерогепатична циркуляція жовчних кислот. Травлення в товстій кишці.
18. Всмоктування поживних речовин, води і мінеральних солей у різних відділах шлунково-кишкового тракту. Механізми всмоктування. Всмоктування  $\text{Na}^+$ , води. Всмоктування продуктів гідролізу цукрів. Всмоктування продуктів гідролізу білків. Всмоктування продуктів гідролізу жирів.
19. Значення виділення. Нирка. Будова і кровопостачання нефрону. Склад і властивості первинної і вторинної сечі. Механізм утворення первинної сечі. Клубочкова фільтрація. Механізм утворення вторинної сечі. Роль поворотно-протитечійної системи петлі Генле. Регуляція діяльності нирок. Ренін-ангіотензин-альдостеронова система. Вазопресин.
20. Основний і загальний обмін енергії. Методи дослідження енергетичного обміну. Умови визначення основного енергетичного обміну. Стандартна інтенсивність. Закон поверхні тіла Рубнера. Енергетична вартість поживних речовин. Рациональне харчування. Роль харчового центру у виникненні відчуття голоду. Короткотермінова і довготермінова регуляція споживання їжі.
21. Температура тіла гомойотермних тварин. Роль механізмів теплоутворення у підтриманні температури тіла. Механізми тепловіддачі у підтриманні температури тіла. Теплопровідність тканин тіла. Холодові і теплові терморцептори. Нервова регуляція температури тіла. Гіпотермія і гіпертермія.
22. Стрес. Фази загального адаптаційного синдрому за Сельє. Сучасна схема розвитку загального адаптаційного синдрому. Роль симпато-адреналової системи, кортизолу і ендогенних опіатів.

### Література

1. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) / М. Ю. Клевець, В. В. Манько, М. О. Гальків, О. В. Іккерт, С. В. Бичкова. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 264 с. – 2012. – 284.
2. Клевець М.Ю. Фізіологія людини і тварин. Книга 1. Фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2000. – 199 с.
3. Клевець М.Ю., Манько В.В. Фізіологія людини і тварин. Книга 2. Фізіологія вісцеральних систем. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2002. – 233 с.
4. Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. Фізіологія людини і тварин. – Київ : Вища школа, 2003. – 463 с.
5. Ганонг В.Ф. Фізіологія людини. – Львів: БаК, 2002. – 784 с.

## 8. ФІЗІОЛОГІЯ РОСЛИН

### *Фізіологія рослинної клітини*

Основні відмінності рослинних клітин від клітин інших еукаріотичних організмів. Методи дослідження, що використовуються при вивченні рослинних клітин.

Клітинна оболонка. Хімічний склад та структурна організація клітинної оболонки. Вторинна клітинна оболонка. Ультраструктура та фізичні властивості. Плазмодесми. Особливості міжклітинних контактів у рослин.

Біологічні мембрани. Структура, функції біологічних мембран. Функції плазмалеми. Рецептори в структурі плазмалеми. Контакти клітинної оболонки і плазмалеми. Компарменталізація клітинного вмісту.

Ендоплазматичний ретикулум. Ультраструктура, функції в клітині, походження. Концепція ендомембрани. Апарат Гольджі. Структурні елементи, походження, функції в клітині. Транс-мережа апарату Гольджі. Вакуолярна система рослинних клітин. Механізми утворення, ферментний склад вакуолярного соку. Типи вакуоль. Тонoplast, ультраструктура, хімічний склад, транспортні системи. Пероксисоми (мікротіла). Спеціалізовані пероксисоми - гліоксисоми, пероксисоми, сферосоми. Ядро. Структурна організація. Ядерна оболонка. Ядерце, організація, участь в утворенні рибосом. Ядерцеві організатори. Пластидна система. Ендосимбіотична теорія походження пластид. Особливості ультраструктури пропластид, етіо-, хлоро- хромо- та лейкопластів, їх основні функції. Мітохондрії. Ультраструктура, хімічний склад, функціональна активність. Геном мітохондрій. Транспорт через мітохондріальні мембрани. Теорії походження мітохондрій. Цитоскелет. Структурна організація. Проміжні філаменти. Мікротрубочки, волокна. Цитоплазматичні потоки. Значення у секреторних процесах.

Поділ клітин. Характеристика клітин на ранніх фазах мітозу, ультраструктурна організація, хімічний склад. Мітотичний цикл. Історія вивчення та сучасні уявлення про молекулярний механізм запуску поділу клітин. Характеристика фаз мітотичного циклу рослин. Контроль реплікації ДНК. Контроль клітинного циклу в багатоклітинних організмах. Роль фітогормонів. Загальна характеристика меристем рослин. Апікальні меристеми стебла та кореня. Ініціальні клітини. Особливості метаболізму меристематичних клітин. Ріст клітин розтягом. Збільшення об'єму клітини. Зміна властивостей і складу клітинних оболонок. Кислий ріст. Типи росту клітинних оболонок: ріст всією поверхнею, верхівковий ріст. Диференціація клітин. Поняття про структурну, біохімічну, фізіологічну диференціацію. Типи диференційованих тканин у рослині. Формування вторинної клітинної оболонки. Диференційна активність генів. Старіння клітин. Загальна характеристика, структурні зміни. Смерть клітини. Типи смерті рослинних і тваринних клітин.

Подразливість. Визначення поняття. Характеристика подразників. Закони подразнення. Генетична та епігенетична інформаційні системи рослин. Фоторецепція рослин. Фототропізм, фототаксис. Хеморецепція. Хемотропізм. Геотропізм. Статолітна гіпотеза геотропізму. Геотропічна реакція і ріст рослин в умовах невагомості. Тигмотропізм, сейсмонастії. Мембранний транспорт.  $H^+$ -спряжений транспорт, симпорт, антипорт. Полегшена дифузія. Спряжений транспорт. Йонні канали. Аніонні канали. Транспорт води за участю аквапоринів.

### **Система регуляції та інтеграції у рослин**

Внутрішньоклітинна регуляція: генетична, мембранна та регуляція активності ферментів. Міжклітинна регуляція: трофічна, гормональна та електрофізіологічна. Організмий рівень регуляції. Подразнення як приклад кооперативної дії різних регуляторних систем. Механізми інтеграції у рослин. Координація системи регуляції та інтеграції різноманітних процесів в складній системі - інтактній рослині залежно від етапів онтогенезу і умов вирощування.

## ***Водний режим рослин***

Значення води для життєдіяльності рослин. Вода як складова частина рослинного організму, її багатогранна роль. Основні етапи вивчення водного режиму рослин.

Стан води в клітині. Водоутримуюча здатність клітин, її залежність від біологічних властивостей рослин і екологічних факторів. Водобмін клітини. Надходження води у рослинну клітину. Рослинна клітина як осмотична система. Дифузія і осмос, осмотичний тиск. Методи визначення осмотичного тиску. Явища плазмолізу та деплазмолізу. Тургор і тургорний тиск. Всисна сила клітин, її зв'язок з хімічним потенціалом внутрішньоклітинної води. Водний потенціал клітини. Залежність між тургором, осмотичним тиском і всисною силою від насичення клітин водою.

Поглинання води коренем. Кореневий тиск як нижній кінцевий двигун водної течії у рослин. Гутація та "плач" у рослин. Шляхи близького та дальнього транспортування води, його механізми. Втрата води рослиною. Транспірація, її фізіологічне значення. Основні закономірності транспірації, залежність від різних факторів. Екологічні групи рослин, особливості їх водобміну залежно від різного рівня водозабезпечення. Регуляція водобміну у рослин. Фізіологічні основи зрошення.

## ***Фотосинтез***

Історія відкриття та вивчення фотосинтезу. Фотосинтез як загально біологічна функція рослинного організму, його значення та масштабність. Структура фотосинтетичного апарату його хімічний склад та онтогенез. Пластидні пігменти: хлорофіли, каротиноїди, фікобіліни, їх фізичні та хімічні властивості.

Енергетика та хімізм фотосинтезу. Фотосинтез як процес поєднання світлових та темнових реакцій. Дослідження Блекмана, Тімірязєва, Любіменка, Арнона, Кальвіна.

Світлова фаза фотосинтезу. Утворення збудженого стану пігментів. Поняття про фотосистеми I і II, реакційні центри і фотосинтетичні одиниці. Фотоіндуковані окисно-відновні перетворення компонентів електронно-транспортного ланцюга. Циклічний транспорт електронів. Фотосинтетичне фосфорилування, його значення в біоенергетиці. Нециклічний транспорт електронів. Фотоліз води. Утворення відновника НАДФ Н<sub>2</sub> і виділення кисню. Z-схема фотосинтезу.

Темнова фаза фотосинтезу. Шляхи фіксації СО<sub>2</sub> в рослинних організмах. С<sub>3</sub>-шлях фотосинтезу (цикл Кальвіна). Фази карбоксилювання, відновлення, регенерації акцептора СО<sub>2</sub>. С<sub>4</sub>-шлях фотосинтезу (праці Хетча, Слека, Карпілова) . Інші шляхи фотосинтезу (фотодыхання, САМ) та їх фізіологічне значення.

Екологія фотосинтезу. Залежність від різних факторів (ендо і екзогенних). Добовий і сезонний хід фотосинтезу. Регуляція фотосинтезу на різних рівнях організації.

Продукти фотосинтезу: первинні, проміжні, кінцеві. Фотосинтетичне утворення вуглеводів, білків, жирів та органічних кислот. Транспорт та розподіл асимілятів в рослині. Поняття про співвідношення "донор-акцептор" асимілятів в рослині. Симпластичний та апопластичний шляхи паренхімного (близького) пересування асимілятів в листку. Флоемний (далекий) транспорт асимілятів. Відкладання асимілятів про запас.

Фотосинтез і врожай. Характеристика основних показників, від яких залежить розмір і якість врожаю. Врожай біологічний та господарський. Роль різних органів у формуванні врожаю. Шляхи підвищення інтенсивності фотосинтезу та продуктивності рослин. Світлокультура. Рослинництво закритого типу.

## ***Дихання рослин***

Дихання і бродіння – центральні ланки метаболізму в клітинах. Універсальність цих процесів. Історія розвитку вчення про дихання. Локалізація процесів дихання в клітині. Роль мітохондрій в процесі дихання. Ферментні системи дихання. Дихання як окисно-відновний процес. Субстрати дихання. Дихальний коефіцієнт. Шляхи окиснення дихальних субстратів. Гліколіз. Цикл Кребса, хімізм та значення. Електро-транспортний



ланцюг при диханні та особливості його функціонування. Окисне фосфорилування. Пентозофосфатне окиснення речовин.

Альтернативні шляхи дихання у рослин. Енергетика дихання. Залежність дихання від внутрішніх та зовнішніх факторів. Зміна інтенсивності та шляхів дихання як адаптаційне пристосування до умов існування в онтогенезі рослин. Механізми регуляції дихання на різних рівнях організації рослинного організму. Зв'язок дихання із поглинаючою діяльністю коренів, фотосинтезом, процесами росту і розвитку рослин. Роль дихання у формуванні врожаю та його якості.

### ***Мінеральне живлення рослин***

Кореневе живлення як важливий фактор регулювання фізіологічних процесів, продуктивності та якості врожаю. Основні етапи розвитку вчення про мінеральне живлення рослин. Методи вивчення мінерального живлення. Вміст мінеральних елементів в різних рослинах та їх органах. Макро-, мікро- та ультрамікроелементи, їх фізіологічна роль. Явище антагонізму іонів.

Закономірності транспорту мінеральних елементів в клітину і кореневу систему. Активне і пасивне поглинання елементів. Роль адсорбції і дифузії в транспорті іонів. Переносники іонів. Активний транспорт іонів. Поняття про іонні насоси. Близькій і дальній транспорт іонів. Фактори, які впливають на рух і характер розподілу мінеральних елементів по рослині. Вторинне використання (реутилізація) елементів.

Фізіологія азотного живлення рослин. Кругообіг азоту в біосфері. Особливості азотного живлення у бобових рослин. Нітратна проблема. Причини нагромадження та методи визначення нітратів в рослинах. Праці академіка Д.Прянішнікова в галузі дослідження азотного обміну в рослинах.

Грунт - джерело поживних речовин для рослин. Доступні форми поживних речовин для рослин у різних ґрунтах. Роль рН та корневих виділень для засвоєння елементів живлення. Мікориза, мікрофлора ґрунту та їх роль у живленні рослин. Ґрунтовода.

Фізіологічні основи застосування добрив. Органічні та мінеральні добрива. Фізіологічно кислі та фізіологічно лужні добрива. Мікродобрива. Бактеріальні добрива. Строки, норми та способи внесення добрив.

### ***Гетеротрофне живлення рослин***

Сапрофіти. Паразити. Комахоїдні рослини. Гетеротрофне живлення за рахунок власних запасних речовин.

### ***Фізіологія виділення речовин рослинами***

Механізми виділення речовин. Функціонування спеціалізованих секреторних структур у рослин. Видільна функція кореневої системи. Алелопатія.

### ***Ріст і розвиток рослин***

Загальні поняття про ріст і розвиток рослин. Взаємозв'язок між цими процесами. Інтегральність процесів росту та розвитку, рівні вивчення, моделі. Перспективні напрямки досліджень. Методи вивчення ростових процесів.

Фази росту клітин: ембріональна, розтягу та диференціація. Особливості структурної організації і обміну речовин на різних фазах росту клітин. Клітинний цикл. Мітотичний індекс. Процес диференціації клітин. Поняття про тотипотентність. Локалізація зон росту у рослин. Особливості росту окремих органів рослин: стебла, коренів, листків. Характеристика апікальних меристем. Інтеркалярний і латеральний ріст осьових органів.

Основні закономірності ростових процесів. S-подібна крива росту. Ритмічність росту. Явище спокою рослин як адаптація до несприятливих умов середовища. Вплив зовнішніх факторів на ритмічність росту. Фізіологічний годинник. Ендогенні ритми. Типи спокою у рослин. Керування спокоєм.

Полярність і ростові кореляції. Явище апікального домінування. Ростові рухи у рослин. Види тропізмів, їх відміна від тургорних рухів. Фізіологічна природа ростових рухів. Значення фітогормонів у ростових рухах. Гіпотеза Холодного-Вента.

Регуляція ростових процесів на різних рівнях організації рослинного організму. Фітогормонально-інгібіторна система - основа регуляції росту і розвитку рослин. Стимулятори росту і розвитку рослин: ауксини, гібереліни, цитокиніни, їх фізіологічна роль та механізм дії. Інгібітори росту - абсцизова кислота, етилен та різні фенольні сполуки. Багатогранність ефектів ендогенних регуляторів росту. Синтетичні регулятори: активатори, ретарданти, дефоліанти, десиканти. Гербіциди. Використання їх в рослинництві.

Регенерація рослинних клітин. Дезорганізація цілісності організму і регенерація та диференціація клітин.

Фотоморфогенез. Прояви фотоморфогенезу у рослинному організмі, фоторецептори. Рецептори синього світла. Фітохром.

Розвиток рослин. Етапи онтогенезу: ембріональний, ювенільний, зрілості, розмноження, старості і відмирання. Генетична детермінованість тривалості життя виду. Життєвий цикл різних форм рослин. Фенофази, етапи морфогенезу і органогенезу. Механізм морфогенезу: включення генетичних програм і індукція поляризації у рослин. Перехід рослин від вегетативного до генеративного розвитку. Цвітіння як результат диференціальної активності генів. Теорія циклічного старіння і омолодження М.Кренке. Вплив зовнішніх умов на розвиток рослин. Фотоперіодизм. Роль фітохрому в сприйнятті фотоперіодичної реакції. Гормональна теорія цвітіння рослин М.Чайлахяна.

Фізіологія розмноження рослин. Способи розмноження. Фізіологія запилення і запліднення. Статеве розмноження рослин. Індукція цвітіння, природа флорального стимулу. Формування насіння і плодів, гормональна регуляція.

Детермінація статі у рослин. Розвиток плодів і насіння. Регуляція плодоношення. Старіння рослин, клітин і органів. Гіпотези причин старіння.

Шляхи регуляції росту, розвитку і продуктивності рослин. Роль факторів зовнішнього середовища і регуляторів росту в цих процесах. Перспективи генної інженерії в зміні природи рослин. Використання культури ізольованих протопластів клітин і органів рослин для керування життєдіяльністю рослинних організмів.

### ***Фізіологія стійкості рослин до несприятливих факторів довкілля***

Фізіологічні основи стійкості рослин. Фізіологічна адаптація рослин до стресу на різних рівнях організації. Фізіологія стресу. Значення спадковості в адаптації до стресів. Види та форми стійкості рослин.

Зимостійкість рослин. Морозостійкість як важливий вид зимостійкості. Причини вимерзання рослин, їх загартування. Використання біокріопротекторів для підвищення морозостійкості. Холодостійкість рослин. Причини загибелі теплолюбних рослин в умовах низьких позитивних температур.

Посуhostійкість рослин. Вплив зневоднення та перегріву рослин на фізіологічні процеси. Шляхи підвищення посухо- та жаростійкості рослин. Затоплення рослин. Гіпоксія та її вплив на рослину. Пристосування рослин до затоплення.

Солестійкість рослин. Типи засоленості ґрунтів. Стійкість окремих груп рослин до надмірного вмісту солей в ґрунтах. Стійкість рослин до полягання. Структурно-функціональні властивості стійких до полягання культур. Методи і хімічні засоби підвищення механічних властивостей органів рослин. Фізіологічні основи дії ретардантів, зокрема ССС.

Газостійкість рослин. Забруднення повітря - як результат антропогенного тиску на довкілля. Основні види шкідливих інгредієнтів, характер забруднення повітря та їх вплив на рослину. Біологічні основи газостійкості рослин. Адаптаційні фізіолого-біохімічні пристосування для підвищення газостійкості у рослин. Методи підвищення газостійкості рослин. Практичні рекомендації щодо озеленення промислових підприємств.

Радіаційний стрес. Причини загибелі клітин за дії радіації. Механізми підвищення радіостійкості. Радіаційна фізіологія та екологія рослин. Роботи Д. Гродзинського.

Стійкість рослин до біотичних факторів середовища. Основні положення імунітету рослин до патогенних мікроорганізмів. Мікроструктурні бар'єри в рослинах на шляху проникнення інфекції. Фітоалексини. Стійкість рослин до техногенних хімічних забруднень атмосфери і ґрунту. Пошкодження рослин речовинами, які застосовуються для боротьби з хворобами, шкідниками і бур'янами. Катаболізм фітотоксикантів у рослинних тканинах. Фізіологічні основи охорони рослинного світу і підвищення його стійкості до несприятливих факторів довкілля. Фітоіндикація.

### ***Біотехнологія рослин***

Методи культивування ізольованих клітин, тканин та органів і біотехнологія рослин. Кріобанк клітин та меристем як шлях до збереження біологічного різноманіття видів. Біологічна фіксація азоту та генетична інженерія. Трансгенні культурні рослини. Біологічно активні речовини лікарських рослин і фармакогнозія. Культура ізольованих тканин і органів рослин як можливе джерело отримання цінних біологічно активних речовин. Космічна фітофізіологія.

### ***ЛІТЕРАТУРА***

1. Власенко М.Ю., Вельямінова-Зернова Л.Д., Мацкевич В.В. Фізіологія рослин з основами біотехнології. – Біла Церква. – 2006. – 504с.
2. Злобін Ю.А. Курс фізіології і біохімії рослин: Підручник.- Суми: ВТД "Універсальна книга".- 2004.- 464с.
3. Зубков О.І. Аптека на вашому столі. - К. 1989. – 63с.
4. Кузнецов Вл.В., Дмитриєва Г.А. Физиология растений. – М.: Высш.шк. 2006. - 504с.
5. Медведев С.С. Физиология растений: Учебник.- СПб: Изд-во: С.-Петербур. ун-та.- 2004.- 336с.
6. Микроскопическая техника. Учебное пособие.- М., 1991.
7. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин: підручник. – Київ, «Либідь», 2005.- 808 с.
8. Мусієнко М.М. Фотосинтез.- К.: 1995.
9. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений.-М., 1988.
10. Полевой В.В. Физиология растений. Учебник.- М.: Высшая школа.- 1989.- 464с.
11. Полевой В.В., Саламатова Т.С. Физиология роста и развития растений.- Л.:изд-во Ленинградского ун-та.- 1991.- 238с.
12. Терек О.І. Ріст рослин: навчальний посібник. – Львів, Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка. 2007. – 248с.
13. Товстуха Є.С. Фітотерапія. К. 1995.
14. Федоров Л.Ю. Рассказы о ядах, противоядиях, лекарствах и ученых. М.: "Знание". - 1983.- 125с.
15. Физиология растений: Учебник для студ. вузов. Под ред. Ермакова И.П. 2 изд. - М.: Издательский центр "Академия", 2007. – 640с.
16. Чекман І.С. Клінічна фітотерапія. К.: Вид-во А.С.К. - 2003. - 550с.

## КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Оцінка	Критерій
Відмінно	Вступник володіє глибокими та міцними знаннями, дає ґрунтовну відповідь на поставлене питання, висловлює власну позицію і переконливо її аргументує, самостійно оцінює джерела інформації, що стосуються питання, вміє узагальнити поданий матеріал: розкриті та точно вжиті основні поняття; сутність питань розкрито повно, розгорнуто, логічно; використано приклади, що ілюструють теоретичні положення; представлено різні точки зору на проблему; відповіді обґрунтовані та послідовні; повно й оперативно надано відповіді на додаткові запитання.
Добре	Вступник вільно викладає зміст питання, згідно білету, застосовуючи необхідну термінологію та нормативно-правову базу, робить аргументовані висновки: розкрито основні поняття; сутність питань розкрита повно, логічно; використано приклади, що ілюструють теоретичні положення; представлено різні точки зору на проблему; відповіді обґрунтовані та послідовні; повно й оперативно надано відповіді на додаткові запитання.
Задовільно	Вступник частково володіє змістом питання і використовує знання за аналогією, може порівнювати, узагальнювати, систематизувати: інформацію: розкрита менша частина основних понять; не точно використано основні категорії і поняття; не повно надано відповіді за змістом питань; не наведено приклади, які б ілюстрували теоретичні положення; діалог з екзаменатором не склався; виникли проблеми в обґрунтуванні висновків, аргументацій; немає відповідей на більшість додаткових питань.
Незадовільно	Вступник може на рівні "так-ні" відтворити кілька термінів із обсягу питання, обрати правильний варіант

	відповіді з двох запропонованих: не розкрито жодне з основних понять; не надано основні визначення категорій і понять дисципліни; допущено суттєві неточності та помилки при викладі матеріалу.
--	---

Вступне випробування зі спеціальності проводиться в усній формі. На іспиті вступник повинен продемонструвати знання з основних дисциплін за спеціальністю. Кожен екзаменаційний білет містить 3 (три) питання.

Підсумкова оцінка визначається як середнє значення оцінок усіх членів комісії.