

# Біохімія

Об'єм курсу: (15 лекційних занять, 6 семінарських занять)

Лекції: Галина Семчишин, Галина Ушакова, Олег Луцзяк

Семінари: Галина Ушакова, Олександра Абрам

## Теми лекційних занять:

1. **Енергія та метаболізм.** Термодинамічні основи метаболізму. Перший і другий закон термодинаміки. Ендергонічні та екзергонічні реакції. Метаболічні шляхи. Процеси окислення та відновлення. Редокс потенціал. Рівняння Нернста. Біологічне окислення. Високоенергетичні фосфати. – **Галина СЕМЧИШИН**
2. **Енергія та метаболізм вуглеводів.** Перетворення глікогену, його регуляція за участі циклічного АМФ. Гліколіз. Шляхи перетворення пірувату за аеробних умов. – **Галина СЕМЧИШИН**
3. **Аеробне клітинне дихання.** Загальна характеристика. Хімізм, біологічне значення та регуляція окисного декарбоксілювання пірувату і циклу трикарбонних кислот. Субстратне фосфорилування. Енергетичний баланс повного окислення глюкози. – **Галина СЕМЧИШИН**
4. **Електронно-транспортний ланцюг.** Біологічне окислення і мітохондріальний електронно-транспортний ланцюг. Хеміосмотична теорія. АТФ-синтаза. Регуляція окисного фосфорилування. Загальні принципи та біологічне значення немітохондріальних електронно-транспортних ланцюгів у різних видів. – **Галина СЕМЧИШИН**
5. **Метаболізм вуглеводів: глюкоза та її “родичі”.** Глюконеогенез. Взаємозв'язок гліколізу та глюконеогенезу. Метаболізм фруктози і галактози. Метаболізм етанолу. – **Галина СЕМЧИШИН**
6. **Метаболізм вуглеводів: пентозофосфатний шлях.** Загальна характеристика, хімізм та біологічне значення гексозомонофосфатного шляху. Взаємозв'язок між пентозофосфатним шляхом та гліколізом. – **Галина СЕМЧИШИН**
7. **Основи регуляції метаболізму: перетворення вуглеводів.** Координувана регуляція розпаду/біосинтезу глікогену, гліколізу, глюконеогенезу та пентозофосфатного шляху. – **Олег ЛУЦЯК**
8. **Метаболізм ліпідів: катаболізм.** Загальна характеристика, хімізм та біологічне значення розпаду ліпідів. Катаболізм триацилгліцеридів. Роль гормонів. Окислення жирних кислот. – **Галина СЕМЧИШИН**
9. **Метаболізм ліпідів: анаболізм.** Загальна характеристика, хімізм, біологічне значення та регуляція біосинтезу жирних кислот і триацилгліцеридів. – **Галина СЕМЧИШИН**  
**Метаболізм ліпідів: біосинтез холестеролу.** Загальна характеристика, хімізм, біологічне значення та регуляція біосинтезу холестеролу. Метаболізм кетонів тіл. – **Галина СЕМЧИШИН**

10. **Метаболізм білків: катаболізм амінокислот.** Загальна характеристика, біологічне значення та регуляція. Шляхи деградації амінокислот. Транспортування, детоксикація та екскреція аміаку. Цикл сечової кислоти. – **Галина СЕМЧИШИН**
11. **Метаболізм білків: анаболізм амінокислот.** Шляхи біосинтезу амінокислот. Загальна характеристика, біологічне значення та регуляція. – **Галина СЕМЧИШИН**
12. **Метаболізм нуклеотидів: катаболізм.** Розпад пуринів і піримідинів. Загальна характеристика, хімізм, біологічне значення та регуляція. – **Галина СЕМЧИШИН**
13. **Метаболізм нуклеотидів: анаболізм.** Біосинтез пуринів і піримідинів. Загальна характеристика, хімізм, біологічне значення та регуляція. – **Галина СЕМЧИШИН**
14. **Інтеграція метаболізму.** Координація метаболізму вуглеводів, ліпідів та білків. Роль вітамінів. – **Галина УШАКОВА**

# Фізіологія

Об'єм курсу: (13 лекційних занять, 5 семінарських занять)

Лекції: Ольга Гаращук, Володимир Манько

Семінари: Володимир Манько, Володимир Мерлавський

## Теми лекційних занять:

- 1. Структура, властивості і функції плазматичної мембрани. Транспортування речовин крізь біологічні мембрани. Прямий і опосередкований механізм дії первинних посередників.** Іонотропні і метаботропні рецептори. Роль G-білків у трансдукції фізіологічного сигналу. Система цАМФ. Аденілатциклазний шлях передачі інформації. Роль  $G_s$ - і  $G_i$ -білків. Система цГМФ. Гуанілатциклазний шлях передачі інформації. Фосфоінозитидний шлях передачі інформації. Роль  $G_{q/11}$ -білків.  $Ca^{2+}$  як внутрішньоклітинний посередник.  $Ca^{2+}$ -транспортувальні системи плазматичної і внутрішньоклітинних мембран.  $Ca^{2+}$ -кальмодулінова система. – **Володимир Манько**
- 2. Біоелектричні потенціали.** Мембранний потенціал спокою. Потенціал дії, його фізіологічна роль та механізми генерації. Фази потенціалу дії за внутрішньоклітинного відведення. Механізми поширення потенціалів дії. Класифікація нервових волокон за швидкістю поширення потенціалу дії. Закони проведення потенціалів дії нервовими волокнами. – **Володимир Манько**
- 3. Передача збудження через синапс.** Класифікація синапсів. Електричні і хімічні синапси. Механізм передавання збудження через хімічний синапс. Екзоцитоз. Загальна схема та роль мембранних білків. Синаптичні медіатори. Властивості, механізм дії та інактивація. Швидкі та повільні постсинаптичні процеси. Роль монотропних та метаботропних рецепторів. Властивості збудливих і гальмівних постсинаптичних потенціалів. Часова і просторова сумація постсинаптичних потенціалів. Пресинаптичне і постсинаптичне гальмування. – **Володимир Манько**
- 4. Фізіологія м'язів.** Скелетні м'язи. М'язове волокно. Саркомер. Фізіологічні властивості та механізм скорочення скелетних м'язів. Повільні і швидкі нейромоторні одиниці. Енергетика м'язового скорочення. Робота, сила і втома м'язів. Особливості будови і електрофізіологічні властивості гладеньком'язових клітин. Класифікація гладеньких м'язів. Механізм скорочення і розслаблення гладенького м'яза. Механізм регуляції скорочення гладеньких м'язів із залученням  $G_q$ - і  $G_s$ -білків. – **Ольга Гаращук**
- 5. Сенсорні системи.** Загальна характеристика, значення і механізмів трансдукції, трансформації і передачі сенсорної інформації у сенсорних системах. Сенсорна мережа. Класифікація сенсорних систем і рецепторів. Зорова сенсорна система. Оптична система ока та її значення. Організація рецепторного апарату ока. Структура фоторецепторів сітківки ока та механізм трансдукції. Організація рецепторних полів гангліозних клітин сітківки ока. Трансформація рецепторного потенціалу у послідовність потенціалів дії. Слухова сенсорна система, складові частини і функціонування. Смакова та нюхова сенсорні системи, складові частини і функціонування. Соматосенсорна система і відчуття болю. – **Володимир Манько**
- 6. Рухові функції нервової системи.** Спинно-мозкові рефлексії. Спинальний шок і гіперрефлексія. Децеребральна ригідність. Низхідні і висхідні шляхи спинного мозку.

Рухові функції довгастого мозку і моста. Роль чорної субстанції і червоних ядер ніжок середнього мозку у регуляції тонусу 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. Рухові функції базальних гангліїв кори великих півкуль. Рухові зони кори великих півкуль. Кіркове представництво м'язів у первинній моторній зоні. Премоторна і вторинна моторна зони кори великих півкуль. – **Ольга Гаращук**

7. **Функції автономної нервової системи. Загальна характеристика гуморальної регуляції. Стрес.** Особливості організації автономної нервової системи. Особливості вегетативної рефлекторної дуги. Медіатори автономної нервової системи та їхній механізм трансдукції. Порівняльна характеристика симпатичної та парасимпатичної нервової системи. Роль симпато-адреналової системи, кортизолу і ендогенних опіатів. Загальна характеристика залоз внутрішньої секреції. Властивості гормонів. Їхня класифікація. Гіпоталамо-гіпофізарний зв'язок. – **Володимир Манько**
8. **Система крові.** Склад, функції і фізико-хімічні властивості крові. Будова і функції еритроцитів. Кровотворення. Дихальна функція крові. Групи крові. Система АВ0 і Rh. Загальна характеристика, класифікація та функції лейкоцитів. Імунітет. Неспецифічні і специфічні механізми. Природжений і набутий. Алергія. Тромбоцити. Судинно-тромбоцитарний і коагуляційний гемостаз. Роль плазмових факторів зсідання крові. Ретракція фібринового тромбу. – **Володимир Манько**
9. **Фізіологічні властивості серця.** Властивості серцевих м'язів. Автоматія серця. Регулювання діяльності серця. Закон Франка-Старлінга. Аналіз провідної системи. Поширення збудження у серці. Серцевий цикл. Електрокардіограма. Артеріальний пульс. 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 тонусу кровеносних судин. – **Володимир Манько**
10. **Фізіологія дихання і виділення.** Основні етапи дихання. 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. Дихальний центр довгастого мозку. **Нирки:** будова і кровопостачання нефрону. Склад і властивості первинної і вторинної сечі. Механізм утворення первинної і вторинної сечі. Регуляція діяльності нирок. – **Володимир Манько**
11. **Фізіологія травлення і всмоктування.** Секреція і секреторні клітини. Класифікації екзокринних залоз. Базальна і стимульована секреція. Механізм секреції рідини. Травлення у ротовій порожнині. Регулювання секреції слини. Ковтання. Травлення у шлунку та тонкій кишці. Кишковий сік. 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. Роль симбіотичних мікроорганізмів. Механізми всмоктування поживних речовин, води і мінеральних солей у різних відділах шлунково-кишкового тракту. – **Володимир Манько**
12. **Вища нервова діяльність.** Природжені і набуті форми поведінки. Формування пам'яті. Форми навчання. Циркадіанний ритм і сон. Фізіологічні основи мотивації та емоцій. Нейрональні основи мовлення. – **Володимир Манько**

### 13. Репродуктивна фаза. Старіння. – Володимир Манько

#### Теми семінарських занять:

1. **Мають різну спеціалізацію, але працюють однаково.** Основні засади клітинної фізіології. Клітинні механізми трансдукції сигналу. Генерація біоелектричних потенціалів. Скорочення. Секреція.
2. **Як ми бачимо і чуємо?** Фізіологічні властивості та механізми зорової і слухової сенсорних систем.
3. **Для чого у київському метрополітені розміщують дефібрилятори?** Основні засади серцево-судинної фізіології.
4. **Чому під час Covid-19 ми задихаємося?** Газообмін у легенях і транспортування газів кров'ю.
5. **Нам страшно! Чи ні?** Основні засади фізіології стресу, його переваги у формуванні адаптаційного потенціалу організму та небезпеки.

# Біофізика

Об'єм курсу: (7 лекційних занять, 4 семінарських заняття)

Лекції: Володимир Швадчак

Семінари: Володимир Швадчак, Іван Музальов

## Теми лекційних занять:

1. **Структура протеїнів.** Ковалентні, водневі, іонні зв'язки. Біополімери та індивідуальні молекули. Дифузія та розмір молекул. Первинна, вторинна, третинна структура протеїнів. Дисульфідні зв'язки. Взаємозв'язок між амінокислотою послідовністю та вторинною структурою. Передбачення структури, MD симуляції.
2. **ДНК та РНК.** Комплементарність. Спіраль. Шпильки. т-РНК. Моніторинг переходу між одно- двонитковим станом за допомогою УФ поглинання. Нетипові конформації. Вірусні та некодуючі РНК. РНК-ензими.
3. **Мембрана.** Ліпідний бішар. Модельні мембрани. Фаза. Структура й склад клітинних мембран. Протеїни й мембрани. Мембранна проникність. Асиметрія мембран. Трансмембранний потенціал. Канали.
4. **Молекулярні машини й біоенергетика.** АТФ-синтаза. Джгутик бактерій.
5. **Клітинний транспорт.** Тубулін. Кінезін і динеїн. Актинові мікрофіламенти й міозин.
6. **Термодинаміка.** Оборотні й необоротні процеси. Закони термодинаміки. Теплота й ентальпія реакції. Ентропія.  $\Delta G$ . Рівняння Нернста. Закон Гесса. Константи рівноваги. Визначення  $K_d$  і стехіометрії при взаємодіях протеїнів.
7. **Кінетика.** Реакції першого порядку. Двостадійні реакції. Оборотні реакції й константи рівноваги. Реакції другого порядку. Кінетика в складних системах. Основи моделювання кінетики. Моделювання розвитку епідемій. Каталіз. Кінетика ферментативних процесів. Інгібування. Кінетика у вивченні механізмів реакцій.

# Молекулярна біологія

Об'єм курсу: (9 лекційних занять, 4 семінарських заняття)

Лекції: Володимир Лушак, Андрій Лужецький

Семінари: Марія Байляк, Володимир Лушак

## Теми лекційних занять:

1. **Потік генетичної інформації та принципи його регуляції.** Основна догма молекулярної біології. Потік генетичної інформації у про- та еукаріотів та основні принципи його регуляції.
2. **Біосинтез ДНК – реплікація.** Реплікація ДНК — ініціація, елонгація, термінація. Утворення фосфодієфірних зв'язків. Реплікація ДНК у *E. coli*. Реплікація ДНК у еукаріотів. Реплікація на кінцях лінійних хромосом.
3. **Репарація ДНК.** Термінологія. Репарація у *E. coli* шляхом вирізання. Репарація під час реплікації. Обернення пошкоджень. SOS-репарація.
4. **Транскрипція.** Ініціація та елонгація. Термінація. РНК-полімерази про-, еукаріотів та архебактерій. Процесинг РНК. Рибозими.
5. **Трансляція.** Активація амінокислот. Елонгація поліпептидного ланцюгу. Термінація. Регуляція трансляції.
6. **Молекулярні основи мутагенезу.** Типи мутацій. Хімічна модифікація. Радіаційне пошкодження. Помилки ДНК-полімерази та систем репарації. Розтягування подвійної спіралі. Біологічний мутагенез. Спрямований мутагенез.
7. **Регуляція експресії генів.** Загальні принципи. Репресія та індукція. Оперони та регулони. Особливості експресії генів у про- та еукаріотів. Позитивний та негативний контроль. Лактозний і триптофанів оперони. Катаболітна репресія. Захист ДНК.
8. **Регуляція експресії генів активними формами у прокаріотів та еукаріотів.** Введення в поняття про активні форми. Окислювальний/відновлювальний стрес. Регулони бактерій - OxyR та SoxRS. Стимулон дріжджів Yap1. Система Keap1/Nrf2 у тварин.
9. **Регуляція експресії генів у прокаріотів.** Загальні принципи. Позитивний контроль. Негативний контроль. Глобальна регуляція.

# Інструментальні методи

Об'єм курсу: (4 лекційних заняття, 4 семінарських заняття)

Лекції: Володимир Швадчак

Семінари: Володимир Швадчак

## Теми лекційних занять:

1. **Методи засновані на флуоресценції.** Основи флуоресценції. Флуорофори. Яскравість. Сольватохромізм. Мічення протеїнів органічними барвниками. Флуоресценція триптофану та інші природні флуорофори. FRET і його застосування для вивчення взаємодій протеїнів. Анізотропія флуоресценції.
2. **Методи встановлення розміру молекул та структурні методи низької роздільної здатності.** Електрофорез протеїнів та олігонуклеотидів. DLS. FCS. CD спектроскопія у вивченні структури протеїнів. Інфрачервона спектроскопія.
3. **Структурні методи високої роздільної здатності.** ЯМР. Спін. Мічення протенів  $^{13}\text{C}$  і  $^{15}\text{N}$ . ЯМР для структурного аналізу протеїнів. Твердотільний ЯМР. ЕПР і вільні радикали. Ренгеноструктурний аналіз протеїнів. Кристалізація протеїнів.
4. **Хроматографія та мас-спектроскопія.** Принципи HPLC (ВЕРХ), препаративна та аналітична хроматографія. Типи колонок. Іонообмінна хроматографія. Витісна хроматографія (SEC). Мас-спектроскопія. LC-MS. ESI, MALDI та інші методи іонізації. Типи детекції маси іонів. Фрагментація. LC-MS в протеоміці.



# Основи мікроскопії

Об'єм курсу: (4 лекційні заняття)

Лекції: Володимир Швадчак, Юрій Ковальчук, Ніна Бондаренко

## Теми лекційних занять:

1. **Флуоресцентна і трансмісійна мікроскопія.** Трансмісійна мікроскопія, фазовий контраст. Флуоресцентна мікроскопія. Принципова схема мікроскопів. Лазери. Фільтри. Дихроїчні дзеркала. Канали. Цифровий збір зображення. Роздільна здатність, мікрони й пікселі. Конфокальна мікроскопія, Z-зрізи. TIRF. Програма ImageJ (Fiji) для роботи з мікроскопічними зображеннями. Колокалізація.
2. **Розвинуті методи флуоресцентної мікроскопії.** Детектування взаємодій в мікроскопії за рахунок FRET. Час життя збудженого стану і FLIM. Дифракційний ліміт. Методи отримання роздільної здатності кращої за 200нм, STORM. PALM. Застосування для мікроскопії актинових фібрил.
3. **Флуорофори.** Флуоресцентні протеїни. Малі органічні барвники. Вибір флуорофорів для уникнення перекривання каналів. Мембранні трекери, профарбовування ядра. Фотодеградація. FRAP. Інтенсивність світла й ушкодження клітини. Контрольоване вивільнення молекул за допомогою опромінення світлом. Фотоперемикання.
4. **Атомна силова мікроскопія. Електронна мікроскопія.** Принцип AFM і схема мікроскопів. Роздільна здатність по XY та Z осям. Приготування зразків. Швидкість сканування й ушкодження зразка. Застосування для розгортання протеїнів. Принцип електронної мікроскопії. Роздільна здатність. Типи. Приготування зразків. Приклади застосування.