

**Вступ.** Предмет і задачі біоенергетики, її місце в біології. Закон збереження енергії та його прояви в біологічних системах. Кругообіг обміну речовин і енергії в біосфері.

**Основні термодинамічні поняття біоенергетики.** Досліджувана система і оточуюче середовище. Перший і другий закон термодинаміки, та їх прояв в біологічних системах, Вільна енергія, Рівноважні і нерівноважні хімічні реакції, зв'язок вільної енергії з константою рівноваги хімічних реакцій. Окислювально-відновні реакції. Зміни вільної енергії в реакції речовин з відомим окислювально-відновним потенціалом, Принципи розрахунку змін вільної енергії при хімічній, осмотичній та електричній роботах, які виконуються біологічними системами.

Високо- і низькоенергетичні біологічні активні речовини. Роль і значення АТФ в біоенергетичних процесах. Реакції гідролізу АТФ, АДФ і неорганічного пірофосфату. АТФ - джерело універсальної конвертованої хімічної форми енергії в біологічних системах. Основні шляхи перетворення енергії хімічних зв'язків АТФ для виконання хімічної, осмотичної, механічної, електричної роботи, а також перетворення в світлове випромінювання.

**Хімізм і баланс енергії при субстрактному фосфорилуванні.** Шляхи розщеплення вуглеводів, які приводять до накопичення енергії в хімічній формі. Реакції гліколізу та спиртового бродіння, шляхи утягування деяких простих вуглеводів і полісахаридів у гліколіз. Енергетичний баланс гліколізу. Пентозофосфорний шлях розщеплення глюкози. Реакції пентозофосфатного циклу, його енергетичний баланс. Цикл трикарбонових кислот (цикл Кребса). Реакції циклу Кребса, його енергетичний баланс і функціональне значення. Шляхи окиснення жирних кислот і роль цього процесу в енергозабезпеченні організмів. Окисне дезамінування і переамінування амінокислот, роль цих процесів в енергозабезпеченні організмів.

Різниця електрохімічних потенціалів іонів - мембранна форма енергії. Універсальна роль біомембран в енергозабезпеченні усіх живих організмів. Поняття "спряжені" мембрани, їх перелік і відмінні риси.

**Загальна уява про процес аеробного окислення - дихання.** Електротранспортний (дихальний) ланцюг мітохондрій тварин, його зв'язок з процесами субстрактного фосфорилування. Сполучники, які приймають участь в перенесенні електронів та протонів і дихальному ланцюгу (нікотинамідаденинові та флавінові нуклеотиди, негемінові залізосіркопротеїди, убіхінон, цитохроми). Особливості будови дихальних ланцюгів прокариотів і мітохондрій рослин, електротранспортних фотосинтетичних ланцюгів рослин і прокариотів.

Окисне фосфорилування. Гіпотези енергетичного спряження окислення і фосфорилування - хімічні, конформаційні та хеміосматичні - їх роль у розвитку уяви про механізми спряження окислення і фосфорилування, позитивна якість і недоліки.

Комплекси дихального ланцюга мітохондрій тварин, і реакції, що вони каталізують: НАД Н-КоQ - оксидоредуктаза, сукцинат КоQ-оксидоредуктаза, КоQ-цитохром с-оксидоредуктаза, цитохромоксидаза. Ланки спряження окислення і фосфорилування.

Інгібітори процесу транспорту електронів по дихальному ланцюгу і процесу фосфорилювання. Роз'єднувачі окисного фосфорилювання і механізм їх дії.

Експериментальне підтвердження хеміосмотичної теорії енергетичного спряження окиснення і фосфорилювання. Докази існування на "спряженій" мембрані градієнта електрохімічних потенціалів іонів водню ( $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$ ). Докази існування ( $\Delta\psi$ ) за допомогою штучно створених струмів природних та штучних іонів, потенціал-чутливими флуоресцентними зондами, при дослідженні спектральних змін сполук, які локалізовані в мембранах. Докази існування  $\Delta p h$  на "спряжених" мембранах. Поняття "енергізації" мембран. Енергізація "спряжених" мембран штучно створеними іонними струмами, іонне фосфорилювання. Використання протеоліпосом для доказу існування  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$  на "спряжених" мембранах.

Функції  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$ . Хімічна робота, яка забезпечується  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$ . Градієнт електрохімічних потенціалів іонів водню як можливий поліфункціональний регулятор активності та структури мембранних білків. Осмотична робота, яка забезпечується  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$ , роль  $\Delta\psi$  і  $\Delta p h$  в цьому процесі. Генерація тепла і забезпечення цього процесу  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$ .

Терморегуляторне роз'єднання. Рух бактерій, обумовлений використанням  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$ . Мітохондріальний ретикулум: будова і біологічна роль. Докази того, що  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$  є транспортабельною формою енергії. Гіпотеза про біологічну роль  $Na^+/K^+$ - градієнта на мембранах як буферу  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$ , експериментальні факти на її користь.

Механізми функціонування генераторів  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$ . Генерація та утилізація  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$  мітохондріями. Докази того, що I-а, II-а та III-я ланки спряження дихального ланцюга є генераторами, вірогідні механізми їх функціонування. Мітохондріальна трансгідрогеназа - зворотній генератор  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$ , можливі механізми її роботи. Трансгідрогеназа прокариот, подібність і розбіжність її будови порівняно з трансгідрогеназою мітохондрій тварин. Протона аденозинтрифосфатаза мітохондрій ( $H^+$  - АТФаза) - зворотній генератор  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$ . Докази генерації і утилізації  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$   $H^+$  - АТФазою. Будова  $H^+$  - АТФази, функціональна роль окремих її факторів спряження. Локалізація фактора  $H_1$  в мембрані. Вірогідні механізми перетворення енергії  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$  в енергію хімічних зв'язків АТФ  $H^+$  - АТФазою. Протонні аденозинтрифосфатази прокариот і мітохондрій рослин. Неорганічна пірофосфатаза мітохондрій, вірогідний механізм її функціонування. Спряження усіх генераторів  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$  в мітохондріях.

**Фотосинтез.** Основні уяви про структуру і біологічну роль фотосинтетичної одиниці, комплексу антени, реакційного центру, електрон транспортних ланцюгів. Фотосинтез в еукаріотичних фотосинтетичних клітинах. Склад і біологічна роль I-ї, II-ї фотосинтетичних систем. Цикл Кальвіна і його зв'язок з фотосистемами I і II. Докази того, що фотосистеми I і II є генераторами  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$  і механізми утворення ними  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$ . Спряження генераторів  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$  в мембрані тілакоїдів хлоропластів. Фотосинтез у фотосинтезуючих прокариот - прохлорофітів, синє-зелених водоростей, пурпурних і зелених бактерій. Особливості будови фотосинтетичного апарату, місця і механізми генерації  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$ , зв'язок з дихальними ланцюгами. Специфічний безхлорофільний

фотосинтез у галобактерій. Бактеріородопсин - структура і біологічна роль. Докази того, що бактеріородопсин є генератором  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$ . Зв'язок фотохімічного циклу бактеріородопсину з його протонтранспортною функцією. Вірогідний механізм функціонування бактеріородопсину як генератора  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$ . Зоровий родопсин - генератор  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$ . Натрієвий цикл. Генерація та утилізація  $\Delta\tilde{\mu}_{H^+}$ . Співвідношення протонного і натрієвого циклів.

**Заключення.** Взаємозв'язок хімічної та мембранної форм енергії. Перспективи розвитку біоенергетики.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Ленинджер А. Биохимия,-М., 1985, т.2 -731с.
2. Кучеренко Н.Е.,Войцицкий В.М. Биоэнергетика,-К.,1982,-272с.
3. Скулачев В.П. Энергетика биологических мембран,-М.,1989,-564с.
4. Скулачев В.П. Биоэнергетика. Мембранные преобразователи энергии,- М.,1989,-271с.
5. Кучеренко Н.Е.и др. Биохимия,-К.,1988,-с.341-392.