

Лекція 12

Тема: **Загальні закономірності обміну речовин. Біологічне окиснення**

План

1. Дві сторони обміну речовин – асиміляція (анаболізм) та дисиміляція (катаболізм).
2. Окиснення – основний шлях вивільнення енергії в живих організмах.
3. Сучасна теорія біологічного окиснення. Аеробне та анаеробне окиснення.
4. Макроергічні сполуки.
5. Окислювальне фосфорилування.
6. Шляхи утворення АТФ в організмі.

1. Дві сторони обміну речовин – асиміляція (анаболізм) та дисиміляція (катаболізм)

Всі живі організми використовують енергію для здійснення роботи і фізіологічних функцій.

Для утворення енергії, проходить ланцюг хімічних реакцій з розщепленням одних речовин та утворенням інших (вуглекислий газ, амоніак). Ці процеси називаються **дисиміляцією (катаболізмом)**.

Наряду з реакціями руйнування, в організмі йдуть реакції для відновлення зруйнованого – за рахунок переробки та засвоєння органічної та неорганічної речовини з навколишнього середовища. Ці процеси називаються **асиміляцією (анаболізмом)**.

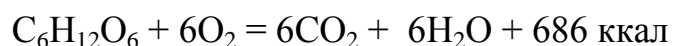
Ці процеси повинні знаходитися в рівновазі, оскільки порушення цього балансу призведе до патології та захворювань.

2. Окиснення – основний шлях вивільнення енергії в живих організмах

Ломоносов М.В. показав, що окиснення металів є поєднання його з киснем повітря.

Потім **Лавуазьє А.Л.** довів, що горіння органічних речовин супроводжується окисненням. Карбон та водень сполучаються з киснем, в результаті чого утворюється вуглекислий газ та вода – продукти горіння. Це дослідження дозволило зрозуміти процеси дихання. Було встановлено, що тканини і органи поза організмом можуть поглинати кисень та виділяти вуглекислий газ. З цього почалося розвиватися вчення про **тканьове дихання**.

Хімічні реакції горіння та окиснення органічних речовин є однаковими в живих організмах.



Відмінність горіння та окиснення полягає в різній температурі та наявності води при окисненні (оскільки при горінні саме вода тушить полум'я).

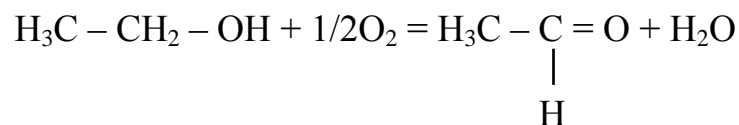
Процеси окиснення відбуваються в усіх живих клітинах, забезпечуючи її енергією, яка так необхідна їм для життя.

3. Сучасна теорія біологічного окиснення. Аеробне та анаеробне окиснення

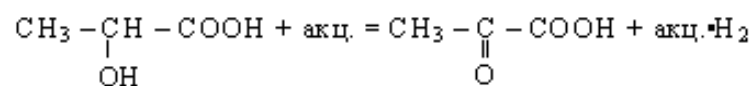
Всі процеси окиснення є окисно-відновними реакціями і відображають собою систему, які складаються із речовин, що віддають електрони – **донори** та речовин, які приймають ці електрони – **акцептори**.

При відсутності акцептора електронів окисно-відновна реакція не можлива.

Основну сучасної теорії біологічного окиснення заклав **Палладін**. Він довів, що сполуки та їх окиснення заключається не в сполученні їх з киснем, а у віднятті водню. Кисень є акцептором останнього.



При наявності будь-якого акцептору водню, окиснення органічних речовин може відбуватися і без участі кисню.



синє

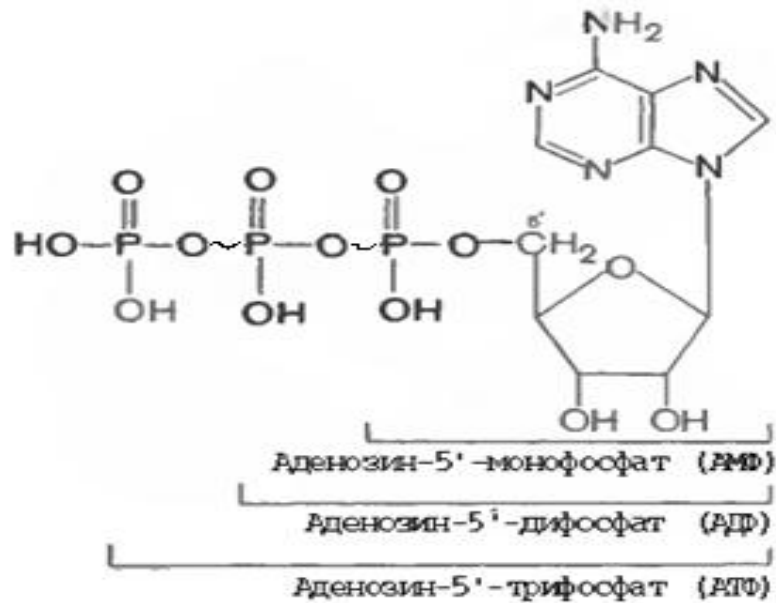
змінює забарвлення
лейкоформа

Процеси окиснення можуть відбуватися як за участю кисню – **аеробний процес**, так і без його участі – **анаеробний процес**.

4. Макроергічні сполуки

Макроергічні сполуки – речовини, молекули яких мають зв'язки, котрі при гідролізі віддають значну кількість вільної енергії.

До макроергічних сполук відносять: аденозинтрифосфати (АТФ), аденозиндифосфати (АДФ) (рис.).



АТФ має 2 макроергічні зв'язки, АДФ – 1 макроергічний зв'язок.

АМФ не має жодного макроергічного зв'язку, то не є макроергічною сполукою.

АТФ – приймає участь в більшості синтетичних процесів в живих організмах, починаючи від побудови білків і до синтезу кінцевого продукту азотного обміну – сечовини.

АДФ – утворюється при розщепленні АТФ. Відіграє важливу роль в обміні речовин. З АДФ під дією ферменту міокінази утворюється АТФ та АМФ.



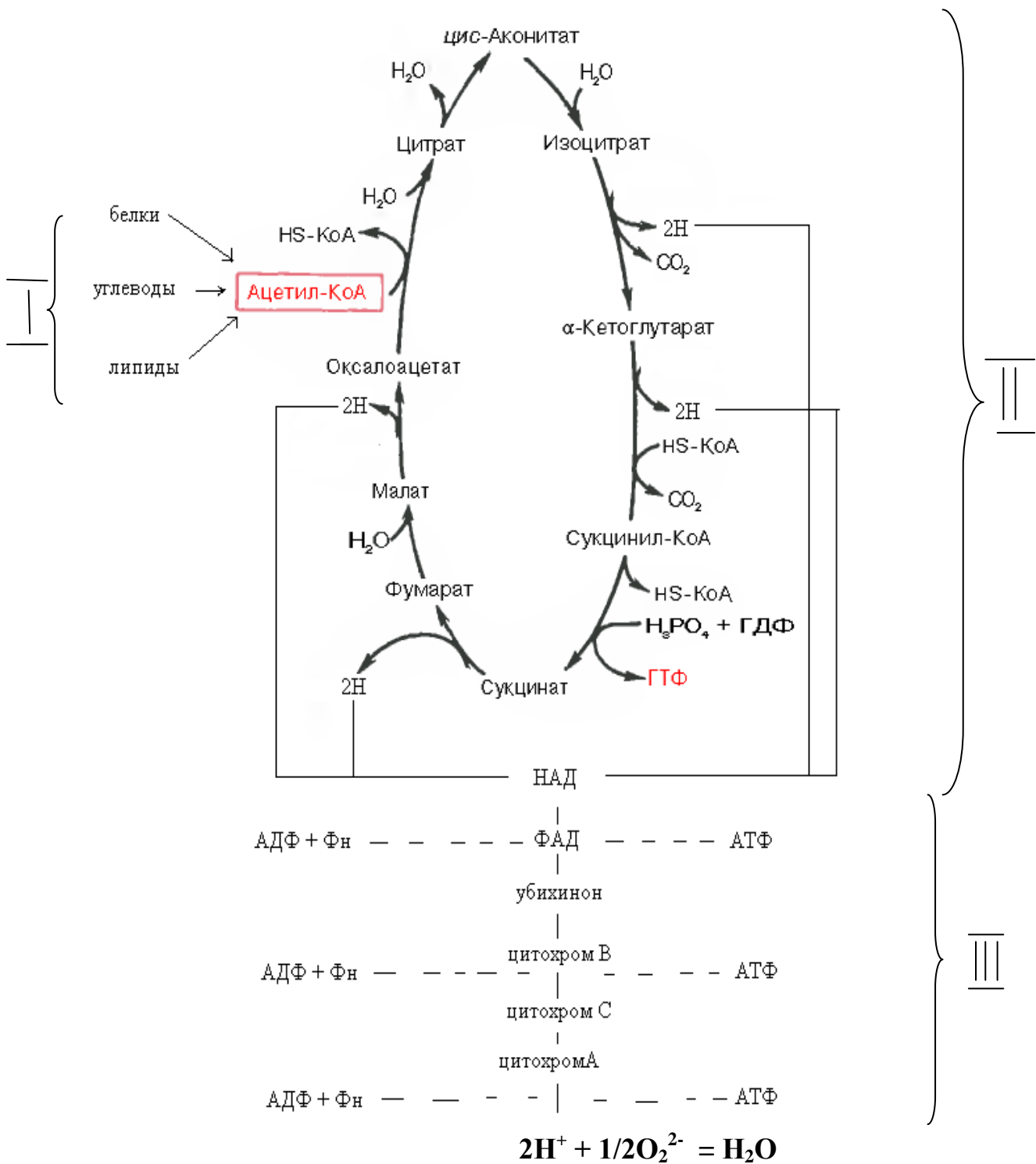
АМФ – приймає участь в регуляції процесу обміну речовин, є акцептором макроергічних фосфатів.

5. Окислювальне фосфорилування

Цей процес був відкритий радянськими вченими Енгельгардом та Баліцером та американським біохіміком Очоа.

Суть дихального фосфорилування в тому, що реакції переносу електронів спряжені з фосфорилуванням АДФ за рахунок неорганічного фосфату. В результаті утворюється **АТФ**, яка є джерелом енергії.

Цикл Кребса



I стадія – розщеплення білків, жирів та вуглеводів до ацетил-КоА.

II стадія – цикл Кребса. Перетворення ацетил-КоА в циклі Кребса, продуктами якого є CO₂ та протони H⁺, які акцептуються НАД⁺, ФАД⁺, НАДФ⁺.

III стадія – ланцюг окислювального (дихального) фосфорилування. Окиснення НАД·Н₂, ФАД·Н₂, НАДФ·Н₂. В ланцюгу утворюється вода та 3 АТФ.

Цикл Кребса загальний кінцевий шлях окислювального катаболізму всіх видів клітинного обміну (вуглеводів, білків, жирів) в аеробних умовах.

Активна форма оцтової кислоти – ацетил-КоА – вступає в цикл Кребса і розкладається з виділенням **2 молекул CO₂** та **8 протонів H⁺**. Це є основна роль цього циклу.

Далі транспорт електронів та протонів від окислювальних речовин до кисню проходить по ланцюгу окислювального фосфорилування.

Першим акцептором електронів та протонів є НАД⁺, який при цьому переходить в відновлену форму НАД·Н₂. Але він не може взаємодіяти з киснем і далі передає свій водень на ФАД⁺. Останній відновлюється до ФАД·Н₂; НАД⁺ при цьому окислюється та знову приймає пару протонів водню.

При окисненні деяких речовин (бурштинової кислоти) електрон та протон можуть одразу передаватися на флавопротеїди, минуючи НАД⁺.

Електрон та протон з ФАД⁺ передається на убіхінон. На цьому пункті шлях електронів та протонів розходиться. Електрони передаються системі цитохромів і далі на кисень, а протони передаються безпосередньо на кисень.

В результаті утворюється вода.

При нестачі кисню:

Перші дві стадії повторюються. Але в результаті відсутності кисню (кінцевого акцептора електронів та протонів) система цитохромів заповнена електронами, а флавопротеїди та убіхінон повністю заповнені електронами та протонами.

Транспорт електронів і протонів зупиняється, що призводить до накопичення НАД·Н₂ (це може призвести до катастрофи, оскільки відсутній акцептор протонів та електронів).

НАД·Н₂ вступає в реакцію з будь-яким проміжним продуктом окисно-відновного ланцюга, який при цьому відновлюється, забезпечуючи окиснення НАД·Н₂.

В живих організмах при нестачі кисню завжди йде процес взаємодії пірвіноградної кислоти з НАД·Н₂.

