

Лекція 4 Обмін речовин , енергії й інформації у багатоклітинних організмів

4.1 Обмін речовин та енергії

Для хімічних реакцій, що протікають в клітинах, характерні організованість і упорядкованість: кожна реакція відбувається у конкретно визначеному місті.

Хімічні реакції, що проходять у клітині, здійснюються за участю ферментів-каталізаторів. Синтез речовин, що проходить в клітині, називається **біосинтезом (асиміляція)**.

Сукупність реакцій біосинтезу називається **пластичним обміном**.

Сукупність реакцій розщеплення – **дисиміляція**, що забезпечують клітину енергією – **енергетичним обміном**.

Сукупність процесів асиміляції та дисиміляції називають **обміном речовин (метаболізмом)**.

4.2 Пластичний і енергетичний обмін

Хімічні реакції у клітині здійснюються за участю каталізаторів. До реакції синтезу відносять такі реакції, у яких з простих сполук утворюються складні. На-приклад, з вуглекислого газу та води – вуглеводи, з амінокислот – білки, з Глібе-рину та жирних кислот – жири і т.д. В клітині синтезуються білки, жири, вуглево-ди, нуклеїнові кислоти, АТФ і т.д. Синтез сполук, який йде у клітині називається біосинтезом. Сукупність реакцій біосинтезу називається пластичним обміном.

До реакцій розщеплення відносяться реакції розпаду складних сполук на прос-ті. Біологічне значення цих реакцій – це забезпечення клітини енергією.

Сукупність реакцій, які забезпечують клітину енергією, називається енерге-тичним обміном. Сукупність реакцій пластичного та енергетичного обміну, у про-цесі яких здійснюється зв'язок клітини з навколишнім середовищем, називається обміном сполук і енергії.

Етапи енергетичного обміну

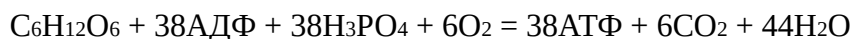
Підготовчий етап енергетичного обміну. На цьому етапі великі молекули вуглеводів, жирів, білків, нуклеїнових кислот за участю ферментів розпадаються на дрібні молекули. З крохмалю утворюється глюкоза, з жирів – гліцерин та жирні кислоти, з білків – амінокислоти, з нуклеїнових кислот – нуклеотиди. Розпад на цьому етапі супроводжується звільненням незначної кількості енергії.

Другий етап – безкисневий. Речовини, які виникли на першому етапі, розпа-даються далі, це складний багатоступеневий процес. Наприклад, розщеплення глюкози – **гліколіз**. Гліколіз являє собою низку послідовних реакцій. Процес глі-колізу проходить у всіх тваринних клітинах та клітинах деяких мікроорганізмів. У рослинних клітинах та у клітинах дріжджових грибів розпад проходить шляхом спиртового бродіння. Звільнена в ході гліколізу та спиртового бродіння енергія використовується на синтез АТФ.

Кисневий етап (стадія кисневого розщеплення. Продукти, які виникли в другій стадії, розщеплюються до кінця (тобто, до оксиду вуглецю (IV) та води). Головна умова розщеплення – наявність у клітині комплексу окислювальних фер-ментів та кисню в навколишньому середовищі. Цей процес проходить в мітохонд-ріях. Кисневе розщеплення – це ряд послідовних реакцій, які протікають за учас-тю ферментів. Суттєвість кожної реакції перебуває в окислюванні органічних ре-човин, які поступово руйнуються та перетворюються в кінцеві продукти окислю-вання – вуглекислий газ та воду. У реакціях кисневого розщеплення приймають участь фосфатна кислота та АДФ. При кисневому розщепленні проходить утво-рення 36 молекул ЛТФ – 36 багатих енергією фосфатних зв'язків. Таким чином кисневий процес більш ефективний, ніж безкисневий. Тому у нормальних умовах для

мобілізації енергії у клітині використовується як безкисневий, та і кисневий шляхи розщеплення.

Сумарне рівняння повного розщеплення глюкози на двох етапах:



Кисневий етап енергетичного обміну можливий лише за наявності кисню. Тому його ще називають **аеробним** (від грец. аеро – повітря). Під час цього етапу органічні сполуки, які утворилися на попередньому, безкисневому етапі, окислюються до кінцевих продуктів – CO₂ та H₂O. Окиснення сполук пов'язане з відщепленням від них водню, який передається за допомогою особливих біологічно активних речовин-переносників до молекулярного кисню, утворюючи молекулу во-ди. Цей процес називають **тканинним диханням**. Ці процеси відбуваються у клітинах. Сукупність реакцій окиснення, які відбуваються в живих клітинах, називають **біологічним окисненням**. Завдяки йому організм дістає значну кількість енергії, необхідної для забезпечення процесів життєдіяльності.

Реакції біологічного окиснення каталізують певні ферменти. Під час окислювально-відновних реакцій електрони або протони переносяться від донора, тобто сполуки, яка їх постачає (**відновника**) до акцептора (**окисника**), тобто сполуки, яка їх сприймає.

Аеробне дихання відбувається в мітохондріях і супроводжується виділенням великої кількості енергії та акумуляцією її в макроергічних зв'язках молекул АТФ. У внутрішній мембрані мітохондрій розміщений так званий **дихальний ланцюг**. Його основу утворюють переносники електронів, які входять до складу ферментних комплексів, що каналізують окислювально-відновні реакції. У прокаріот реакції аеробного дихання перебігають на внутрішній поверхні плазмаічної мембрани та її вгинах у цитоплазму.

Біологічне значення циклу Кребса

Цикл Кребса – це послідовне перетворення певних органічних кислот, що відбувається в матриксу мітохондрій. Цей процес названо на честь англійського біо-хіміка, який його відкрив у 1937 році.

На початку циклу піровиноградна кислота (яка є продуктом гліколізу) реагує з щавелевооцтовою, утворюючи лимонну кислоту. Остання через низку послідовних реакцій перетворюється на інші кислоти. Внаслідок таких перетворень відтворюється щавелевооцтова кислота, яка знову реагує з піровиноградною кислотою, і цикл повторюється.

В результаті циклу Кребса може утворюватися одна молекула АТФ. Крім того, в ході біохімічних реакцій циклу від органічних кислот відщеплюються атоми гідрогену, згодом частково використовуються для синтезу молекул АТФ. А молекули вуглекислого газу, які утворюються під час цих перетворень, залишають мітохондрії та з часом виводяться з клітин.

Наступні перетворення пов'язані з перенесенням електронів від атомів гідрогену (які відщеплюються від органічних кислот) на кисень. Ці процеси відбуваються за участю **ланцюга дихальних ферментів**, вбудованих у внутрішню мембрану мітохондрій. Електрони послідовно передаються від одних сполук до інших доти, доки не відбудеться процес відновлення кисню.

Отже, процес окиснення органічних сполук киснем супроводжується низкою окислювально-відновних реакцій. У ході цих реакцій енергія, яка міститься у вигляді хімічних зв'язків, звільняється поступово. Це дає можливість клітині використовувати повніше енергію, яка звільняється в ході безкисневого етапу.

За допомогою послідовного ряду різних речовин-переносників, розташованих у внутрішній мембрані мітохондрій, електрони транспортуються до її внутрішньої поверхні, тоді як іони гідрогену (H⁺) накопичуються на її зовнішній поверхні. Одночасно на внутрішній поверхні мембрани мітохондрій концентрація H⁺ зменшується (одна з причин – утворення H₂O при сполученні кисню з H⁺ та електронами). Так виникає різниця концентрації іонів

гідрогену (рН) та електрик-них потенціалів, внаслідок чого зовнішня поверхня мембрани стає електровози-тивною, а внутрішня – електронегативною.

У внутрішній мембрані мітохондрій розташована особлива ферментна система (H^+ –АТФ фаза), завдяки якій з АДФ та фосфатної кислоти синтезуються молеку-ли АТФ. Для цього використовується енергія, яка звільняється при перенесенні іонів H^+ із зовнішньої поверхні мембрани на внутрішню. Цей процес відбувається тоді, коли різниця потенціалів на мембрані досягає певного рівня, іони H^+ через канал у молекулі ферменту, який забезпечує синтез АТФ, повернуться на внут-рішній бік мембрани. В цей час відбувається синтез молекул АТФ з АДФ та фос-фатної кислоти.