

ТЕМА 4 ОБМІН РЕЧОВИН ТА ЕНЕРГІЇ В КЛІТИНІ

План

- 4.1 Загальні уявлення про обмін речовин та перетворення енергії в організмі.
- 4.2 Енергетичний обмін. Етапи перетворення енергії.
- 4.3 АТФ, її структура та функції в організмі.
- 4.4 III етап – кисневий етап перетворення енергії.
- 4.5 Пластичний обмін. Біосинтез білка.
- 4.6 Етапи біосинтезу.
- 4.7 Обмін вуглеводів.
- 4.8 Фотосинтез.
- 4.9 Завдання до практичної роботи.

Обмін речовин у клітині

Обмін речовин (метаболізм) — сукупність хімічних перетворень, які відбуваються у клітині та забезпечують її ріст, життєдіяльність і відтворення. Обмін речовин живої клітини складається з двох протилежно направлених видів реакцій — катаболічних і анаболічних. Сукупність реакцій розпаду органічних сполук називається катаболізмом, або енергетичним обміном. Сукупність реакцій синтезу органічних сполук називається анаболізмом, або пластичним обміном. Під час розщеплення (катаболізму) органічних сполук (білків, жирів, вуглеводів) виділяється енергія, яка акумулюється в хімічних зв'язках молекул АТФ. Ця енергія використовується клітиною в анаболічних процесах — синтезі власних, необхідних на даний момент часу білків, жирів і вуглеводів. Таким чином, енергетичний і пластичний обмін тісно пов'язані між собою потоками речовини й енергії. За способом добування енергії живі організми поділяються на автотрофів і гетеротрофів. Клітини гетеротрофів (тварини, гриби, більшість бактерій, паразитичні рослини) для побудови власних біополімерів використовують мономери поглинутих і розщеплених ними органічних сполук і енергію, що виділяється при цьому. Автотрофи здатні синтезувати власні біополімери з води, вуглекислого газу і мінеральних солей. Залежно від джерела використовуваної енергії автотрофів поділяють на фототрофів (акумулюють сонячну енергію — зелені рослини, деякі бактерії) і хемотрофів (акумулюють енергію, що виділяється унаслідок окисно-відновних процесів — сіркобактерії, нітрифікуючі бактерії). За чутливістю до концентрації кисню в навколишньому середовищі всі організми поділяють на аеробів і анаеробів. Аероби можуть існувати тільки при достатньому вмісті кисню. Анаероби можуть бути облигатними (можуть існувати тільки в безкисневих умовах) або факультативними (здатні до життя

в широкому діапазоні концентрацій кисню).

Обмін вуглеводів

У живих клітинах глюкоза або полімеризується в глікоген (крохмаль), який служить запасним поживним матеріалом, або, розщеплюється з виділенням енергії.

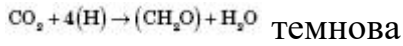
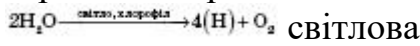
Енергетичний обмін вуглеводів в організмі гетеротрофів піддаються ферментативному розщепленню вуглеводи, поглинені з навколишнього середовища. В організмі автотрофів розщепленню піддаються вуглеводи (крохмаль), синтезовані з неорганічних речовин.

Дихальний ланцюг мітохондрій складається з декількох білкових комплексів, розташованих у внутрішній мембрані мітохондрій і здатних уловлювати і транспортувати електрони. Згідно з хеміосмотичною гіпотезою Мітчелла транспорт електронів по дихальному ланцюгу поєднаний з перенесенням протонів (H^+) з матрикса мітохондрій у міжмембранний простір. У результаті цього з обох боків внутрішньої мембрани виникає різниця концентрацій H^+ , так що протони намагаються повернутися в матрикс. Цей процес здійснюється за допомогою специфічних білків, які проймають внутрішню мембрану і формують канал. Транспорт протонів крізь цей канал пов'язаний із синтезом АТФ.

Білки дихального ланцюга виявлені у всіх клітинах еукаріотичних організмів (тварин, рослин, грибів) і в клітинах аеробних прокариот. Завдяки процесу окисного фосфорування аеробний катаболізм вуглеводів, виявляється набагато ефективнішим за анаеробний, дозволяючи засвоїти до 40 % енергії згорання глюкози. Частина енергії, яка не запасається у формі АТФ, звільняється у вигляді теплоти й використовується у теплокровних тварин для підтримки постійної температури тіла. Пластичний обмін вуглеводів у гетеротрофних організмів Моносахариди, що надійшли в цитоплазму, можуть не тільки піддаватися розщеплюванню з виділенням енергії, але й служать матеріалом для синтезу власних біополімерів клітини. Глюкоза за допомогою специфічних ферментів полімеризується з утворенням глікогену (цей процес називається глікогенез). При цьому витрачається енергія АТФ. Синтезований глікоген накопичується в цитозолі у вигляді гранул і є запасною поживною речовиною. За необхідності він окиснюється до глюкози, яка включається в гліколіз. Глюкоза, що утворилася внаслідок розпаду глікогену в клітинах печінки ссавців виходить у кров і є джерелом енергії для нейронів і м'язів. Оскільки більшість реакцій гліколізу є оборотними, клітина здатна синтезувати глюкозу з інших сполук — наприклад, ацетил-КоА (цей процес називається глюконеогенезом).

Пластичний обмін вуглеводів у фототрофних організмів — фотосинтез **Фотосинтез** — це процес перетворення енергії сонячного світла на енергію

хімічних зв'язків і синтезу органічних сполук (вуглеводів) з неорганічних (вода та вуглекислий газ). Основним фотосинтетичним пігментом вищих рослин є хлорофіл. Процес фотосинтезу складається з двох взаємопов'язаних етапів — світлової і темної фаз. Світлова фаза проходить тільки за наявності світла, за допомогою фотосинтетичних пігментів у тилакоїдах хлоропластів. Реакції темної фази не вимагають для свого здійснення світла й відбуваються у стромі хлоропластів. Сумарні рівняння світлової і темної фаз:



У світловій фазі фотосинтезу відбувається поглинання світла молекулами хлорофілу і трансформація енергії світла в хімічну енергію АТФ і відновленого НАДФН (нікотинамідаденіндинуклеотидфосфат відновлений). Ці процеси здійснюються білковими комплексами, що входять до складу тилакоїдів хлоропластів.

Утворені в результаті фотохімічних реакцій АТФ і НАДФН використовуються для здійснення реакцій темної фази, в якій відбувається відновлення молекул CO_2 до молекули вуглеводів (глюкози). Існують різні способи відновлення CO_2 , найпоширеніший з них — цикл Кальвіна. Глюкоза, що утворилася під час циклу Кальвіна, може потім розщеплюватися до пірувата, надходити в цикл Кребса. Рослини використовують глюкозу як джерело енергії в нічний час і для інших процесів, у яких необхідне швидке її отримання (поруки листя у бальзаміну, росянки). При цьому кисень не виділяється, а поглинається, а вуглекислий газ, що утворився, виділяється в навколишнє середовище.

Біосинтез білків

У клітинному ядрі відбувається транскрипція — синтез молекули іРНК на матриці ДНК за принципом комплементарності. Тому молекула (первинний транскрипт), що утворюється при цьому, містить не тільки кодуєчі (екзони), але й некодуєчі (інтрони) послідовності. Особливі ферменти ядра здатні пізнавати інтрони й вирізати їх. Окрім вирізання інтронів, іРНК піддається в ядрі й іншим модифікаціям: до її кінців прикріплюються сигнальні послідовності нуклеотидів, які відповідають за подальше з'єднання іРНК з рибосоною і за її транспорт з ядра. Зрілі молекули іРНК розпізнаються особливими білками ядерних пор, які сприяють їх просуванню в цитоплазму за допомогою активного транспорту. Потрапивши в цитоплазму, іРНК зв'язується з рибосомальними субодиницями, будучи сигналом для їх збору у функціонально активну рибосому. Трансляція. У процесі трансляції нуклеотидна послідовність іРНК зчитується групами по три нуклеотиди (такі триплети називають кодонами), у міру того

як рибосома переміщається уздовж молекули іРНК. Кожна амінокислота відповідає певному кодону. Транспорт амінокислот до рибосом забезпечують тРНК. Для кожної амінокислоти є специфічна тРНК.



Транспортні РНК виконують роль ланок, які зв'язують триплетний код, що міститься в іРНК, і амінокислотну послідовність поліпептидного ланцюга. Порівняно невеликі молекули тРНК містять близько 80 нуклеотидів. Усі молекули мають схожу структуру: у кожній є акцепторна ділянка, до якої приєднується відповідна амінокислота, ділянка, що містить антикодон, — послідовність із трьох нуклеотидів, комплементарну кодону іРНК, який відповідає певній амінокислоті. Транспортна РНК з приєднаною до неї амінокислотою підходить до рибосоми і зв'язується антикодоном з комплементарним триплетом (кодоном) молекули іРНК. Зв'язування відбувається в строго визначеному місці — на так званій А-ділянці рибосоми. У цей момент на Р-ділянці (вона перебуває поряд з А-ділянкою) вже є тРНК, яка утримує кінець зростаючого поліпептидного ланцюга. Амінокислота, закріплена на новоприбулій тРНК, утворює пептидний зв'язок з СООН-кінцевою амінокислотою поліпептидного ланцюга, і тРНК, що знаходилась до цього на Р-ділянці, відділяється від рибосоми й здатна транспортувати іншу таку ж амінокислоту. Це призводить до переміщення тРНК (з якою тепер зв'язані амінокислоти білка, що синтезується), яка залишилася, на звільнену Р-ділянку. Тепер А-ділянка доступна для прикріплення наступної молекули тРНК, антикодон якої комплементарний кодону іРНК (остання також перемістилася відносно А-ділянки на один триплет). Так триває доти, доки в А-ділянці рибосоми не опиниться кодон іРНК, який не кодує жодної амінокислоти — стоп-кодон. В еукаріот стоп-кодонами є триплети УАА, УАГ і УГА. До них немає комплементарного антикодону тРНК, відсутність тРНК в А-ділянці викликає відщеплення поліпептидного ланцюга від тРНК, що розташована в Р-ділянці. Трансляція припиняється. Швидкість збирання білка може бути збільшена, якщо синтез поліпептидного ланцюга відбувається на полірибосомальному комплексі (полісомі).