

Обмін речовин та енергії в клітині

Мета: Сформувати поняття про обмін речовин та перетворення енергії в клітині; показати асиміляцію і дисиміляцію як дві сторони єдиного процесу обміну речовин; сформувати уявлення про основні етапи енергетичного обміну, особливості їх проходження взаємозв'язки і результати; розвивати вміння робити логічні висновки та виділяти головне при вивченні нового матеріалу.

Основні поняття: Метаболізм, Асиміляція, Дисиміляція, Енергетичний обмін, Пластичний обмін, Автотрофи, Гетеротрофи, Хемотрофи, Ферменти.

Тип уроку: вивчення нового матеріалу

Професор А. П. Мясніков визначив зміни, які відбуваються за добу в організмі людини масою 70 кг.

Розщеплюється 125 г білка, 70 г жиру, 450 г вуглеводів з виділенням 12 600 Дж енергії; поглинається 460 л кисню й виділяється 403 л вуглекислого газу; гине й замінюється 450 млрд еритроцитів, від 22 до 30 млрд лейкоцитів і від 270 до 430 млрд тромбоцитів; гине й відновлюється 50 % від загальної кількості епітеліальних клітин шлунка й кишечника; відновлюється й гине 1/75 частина кісткових клітин скелета; гине й відновлюється 1/20 частина покривного епітелію тіла.

Чому відбуваються такі колосальні зміни в людському організмі і навіщо вони ?

Форми існування енергії в біологічних системах

Біологічна енергія

Механічна

рух мікроорганізмів,
скорочення м'язів



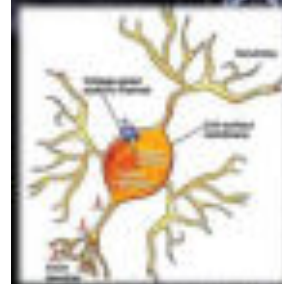
Світлова

перетворення енергії хімічних
заток в енергію світла у
деяких мікроорганізмах, рослин,
глибоководні - риби та ін.



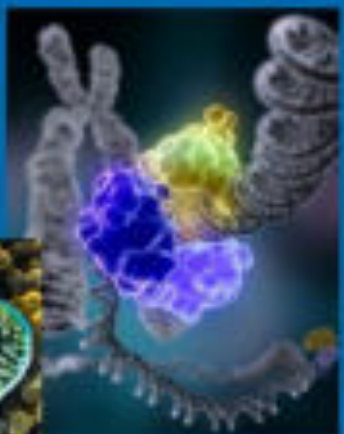
Електрична

нервовий імпульс, що йде по
нервовому волокну

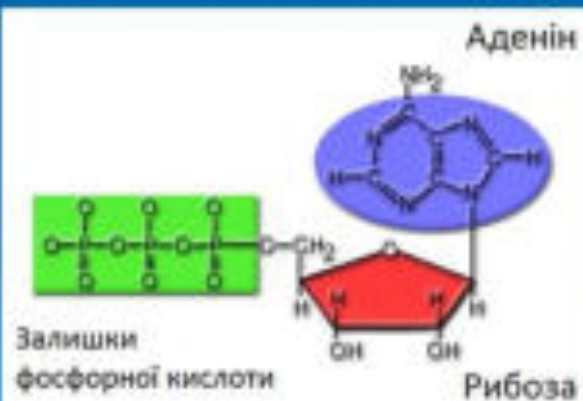


Хімічна

енергія зв'язків зв'язків

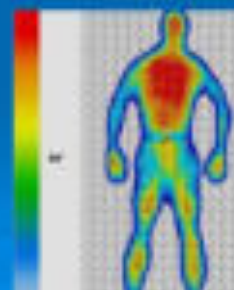
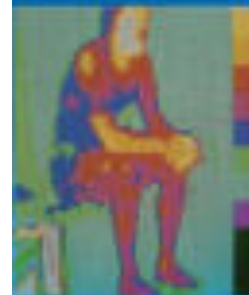


АТФ - універсальний хімічний акумулятор енергії в клітинах



Теплова

підтримка постійної
температури тіла



Метаболізм – це сукупність процесів, які забезпечують перетворення речовин, енергії та інформації в клітині, що є основою її життєдіяльності.



Обмін речовин та енергії = МЕТАБОЛІЗМ

Зовнішній обмін

Поглинання
речовин ззовні й
виділення речовин

Пластичний обмін = анаболізм
Асиміляція

Сукупність процесів синтезу складних
речовин із простих (супроводжується
поглинанням енергії)

Внутрішній обмін

Енергетичний обмін = катаболізм
Дисиміляція
Сукупність процесів розщеплення
складних речовин до простих
(супроводжується виділенням енергії)

Пластичний обмін (анаболізм, асиміляція) – сукупність реакцій синтезу, які забезпечують ріст клітин, поновлення їхнього хімічного складу



В основі реакції біосинтезу – утворення складних органічних речовин із простих



На здійснення цих процесів витрачається енергія, тому вони будуть **ендотермічними**



Основні процеси в клітині: фотосинтез, хемосинтез, біосинтез білків

Енергетичний обмін (катаболізм, дисиміляція) – сукупність реакцій розщеплення, які забезпечують клітину енергією



В основі реакції розщеплення – розклад складних органічних речовин на простіші



Ці процеси супроводжуються виділенням енергії і називаються **екзотермічними**



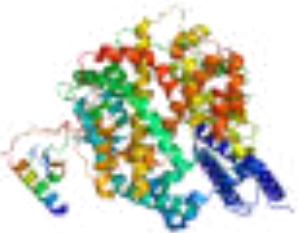
Основні процеси в клітині: гліколіз, бродіння, кисневе розщеплення.

Процеси енергетичного і пластичного обміну – це різні сторони єдиного процесу обміну речовин і перетворення енергії у живих клітинах.

Особливості процесів обміну:



висока швидкість перебігу завдяки участі ферментів



Гідролази – ферменти, що каталізують реакції розпаду

Синтетази – ферменти, що каталізують реакції синтезу



надзвичайна впорядкованість, організованість, точність, що обумовлено певним упорядкованим розташуванням ферментів на мембранах

Живлення – це спосіб отримання живими істотами енергії й речовин для здійснення процесів життєдіяльності

Джерела енергії, які є доступними для живих організмів, - це енергія сонячного світла й енергія хімічних реакцій, що відбуваються з органічними і неорганічними сполуками.



Автотрофи

Організми які можуть самі синтезувати органічні сполуки з неорганічних

Хемотрофи

Джерелом енергії є хімічні реакції неорганічних речовин, що їх поглинають організми

Гетеротрофи

Організми, які не можуть самостійно синтезувати органічні речовини, тому поглинають їх із навколишнього середовища.

Фототрофи

Використовують у якості джерела енергії для життєдіяльності світлову енергію



Типи живлення

Характеристики	Автотрофи		Гетеротрофи
	Фототрофи	Хемотрофи	
<u>Джерела енергії</u>	Світло	Неорганічні сполуки	Органічні сполуки
<u>Джерела Карбону</u>	Вуглекислий газ	Вуглекислий газ	Органічні сполуки
<u>Джерела органічних речовин</u>	Непотрібні	Непотрібні	Органічні сполуки, синтезовані іншими організмами
<u>Приклади організмів із таким типом живлення</u>	Ціанобактерії, більшість рослин і водоростей	Нітрифікувальні бактерії, залізобактерії, сіркобактерії, археї	Тварини, гриби, більшість бактерій

Енергетичний обмін

Перший етап

підготовчий

Другий етап

безкисневий

Третій етап

кисневий

Енергетичний обмін
(катаболізм, дисиміляція)

Енергетичний обмін

Перший етап
підготовчий

Другий етап
безкисневий

Третій етап
кисневий

Підготовчий етап відбувається у цитоплазмі; у тварин - у травних вакуолях і травній системі.

Білки розщеплюються до амінокислот.
Жири - до гліцерину та жирних кислот.
Полісахариди - до моносахаридів.
Нуклеїнові кислоти - до нуклеотидів.

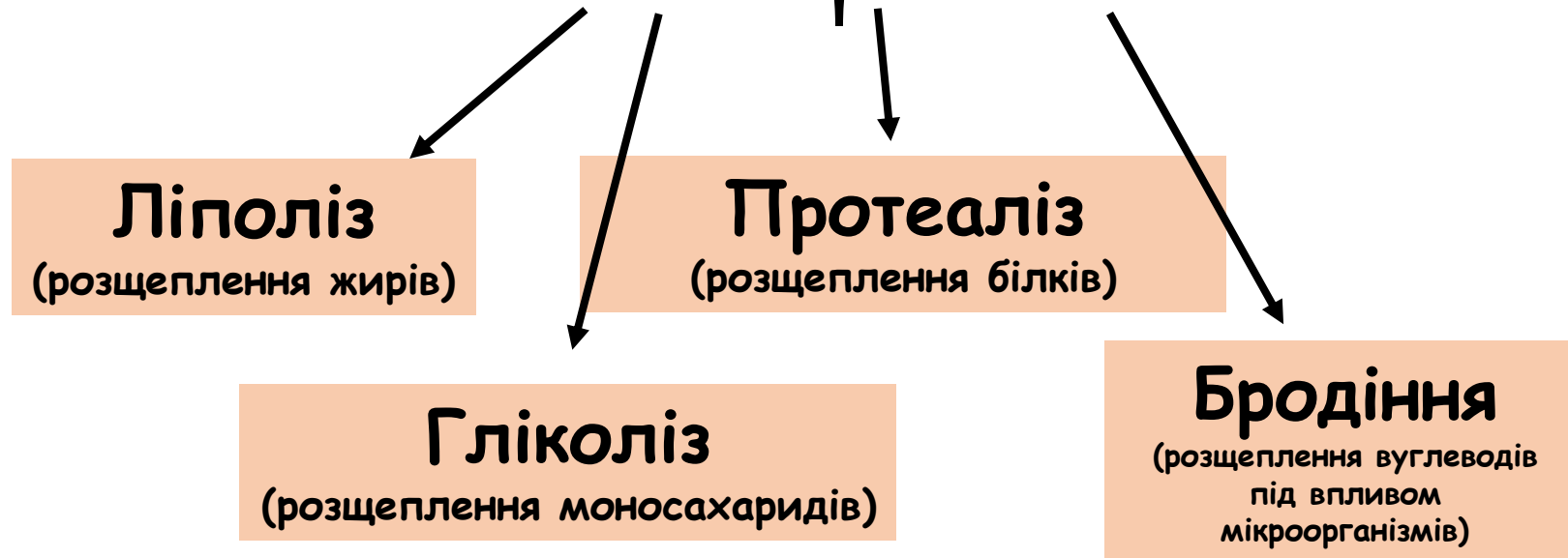
Виділяється всього 0,2 - 0,8 % енергії.
Вся енергія, що вивільняється, розсіюється у вигляді теплоти.

Енергетичний обмін

Перший етап
підготовчий

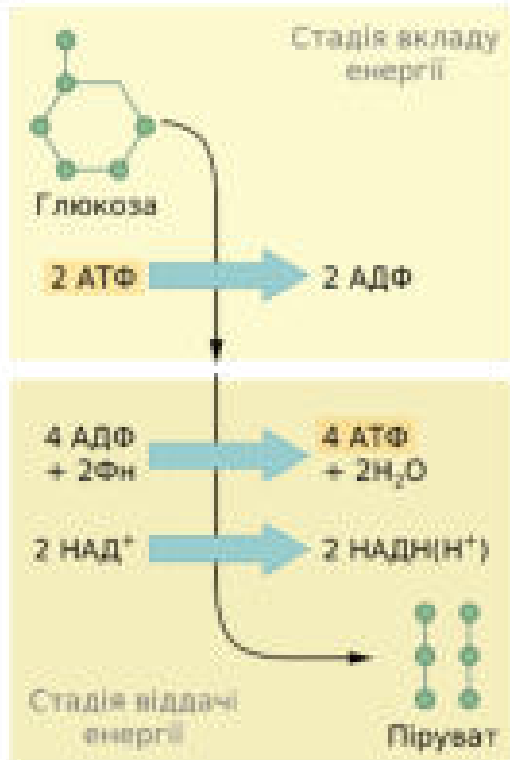
Другий етап
безкисневий

Третій етап
кисневий



Безкисневий (анаеробний) етап відбувається і гліоплазмі.

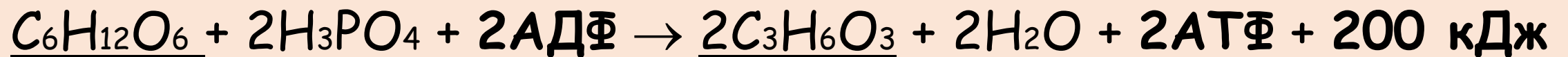
Гліколіз – сукупність ферментативних реакцій, які забезпечують безкисневе розщеплення молекул глюкози з утворенням молочної кислоти та АТФ



Безкисневий (анаеробний) етап відбувається і гліоплазмі (в рідкому середовищі клітини)

Енергетичний ефект гліколізу – 200 кДж (116 кДж – на тепло, 84 кДж – на АТФ)

При анаеробних умовах існування, при недостатньому вмісті кисню, як це буває в м'язах, які активно скорочуються, кінцевим продуктом гліколізу є молочна кислота (C₃H₆O₃), яка утворилася з піровиноградної кислоти (C₃H₄O₃).



Бродіння – процес розкладу органічних речовин (здебільшого вуглеводів) мікроорганізмів в анаеробних умовах

До бродіння здатні дріжджі, бактерії, мукові гриби і окремі найпростіші.

Вихідними продуктами для бродіння є вуглеводи, а також органічні кислоти, амінокислоти та ін.

Кінцеві продукти реакції: органічні кислоти (молочна, масляна тощо), спирти (етиловий, бутиловий тощо), ацетон, а також CO_2 і H_2O .

Окисно-відновні реакції бродіння здійснюються за участю специфічного переносника водню, який позначають як НАД (нікотинамідаденіндинуклеотид)



Енергетичний обмін

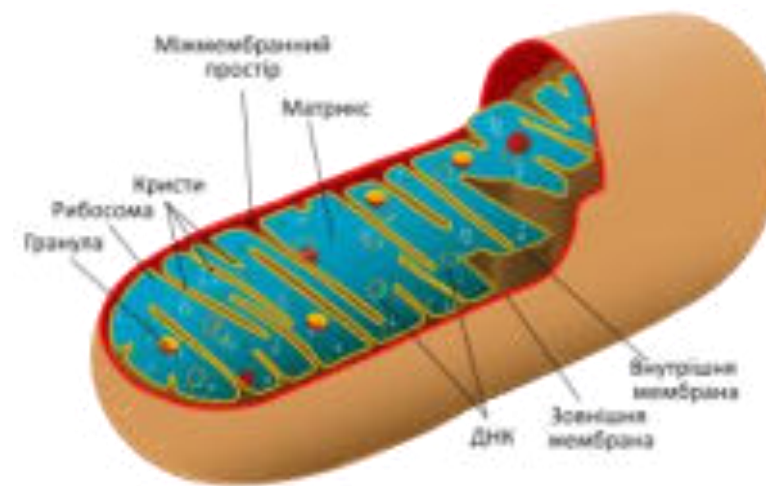
Перший етап
підготовчий

Другий етап
безкисневий

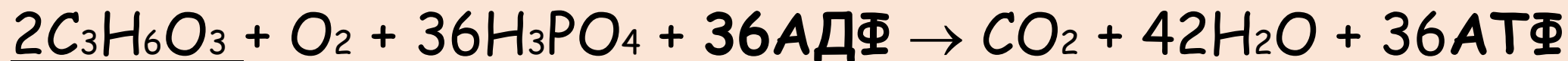
Третій етап
кисневий

Кисневий етап відбувається у матриксі і на кристах мітохондрій за участі кисню.

На цьому етапі аеробне перетворення вуглеводів продовжується за рахунок **розщеплення молочної кислоти до води і вуглекислого газу.**



Енергетичний ефект: 2600 кДж
1088 кДж - на тепло,
1512 кДж - на АТФ



Кисневий (аеробний етап)

Аеробне дихання відбувається в мітохондріях і здійснюється поетапно:

1. **Окиснювальне декарбоксилювання** - перетворення піровиноградної кислоти у матриксі мітохондрій на ацетилкоензим А (ацетил-КоА), який доставляє атоми Карбону з ацетил-групою до циклу Кребса.

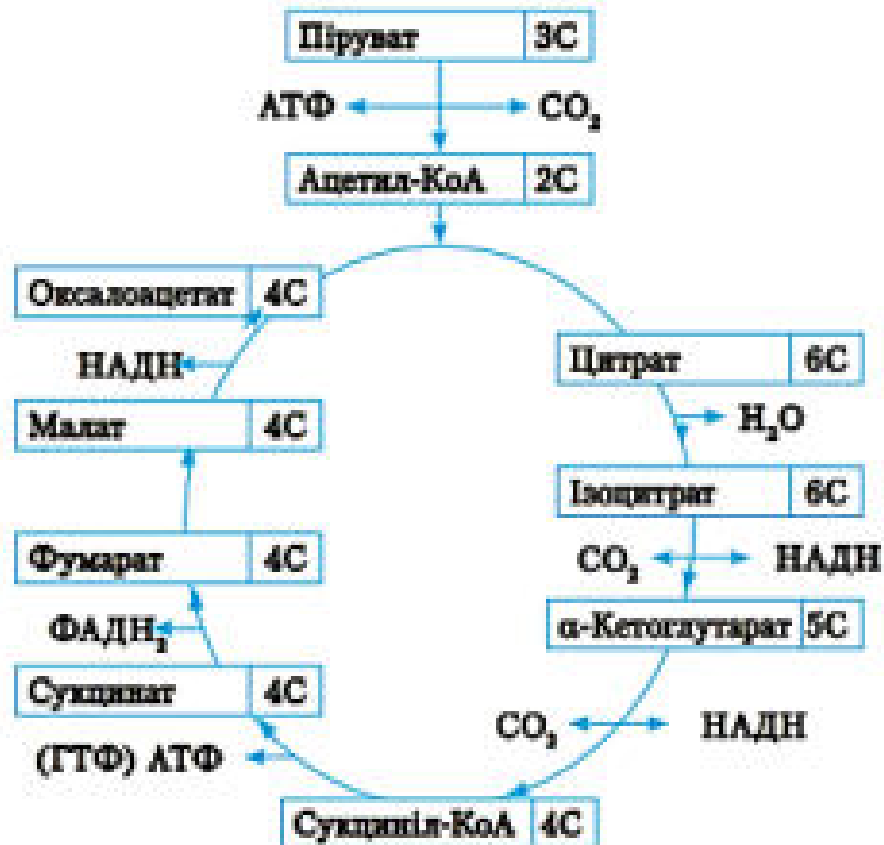
2. **Цикл Кребса** (цикл трикарбонових кислот) відбувається у матриксі мітохондрій:

- ацетил-КоА окиснюється до CO_2 з виділенням енергії та утворенням АТФ та атомів Гідрогену
- CO_2 виходить за межі мітохондрії і виділяється з клітини

За один оберт циклу (8 ферментативних реакцій) відбувається повне окиснення 1 молекули ацетил-КоА.

Кисневий (аеробний етап)

2. Цикл Кребса (цикл трикарбонових кислот) відбувається у матриксі мітохондрій:

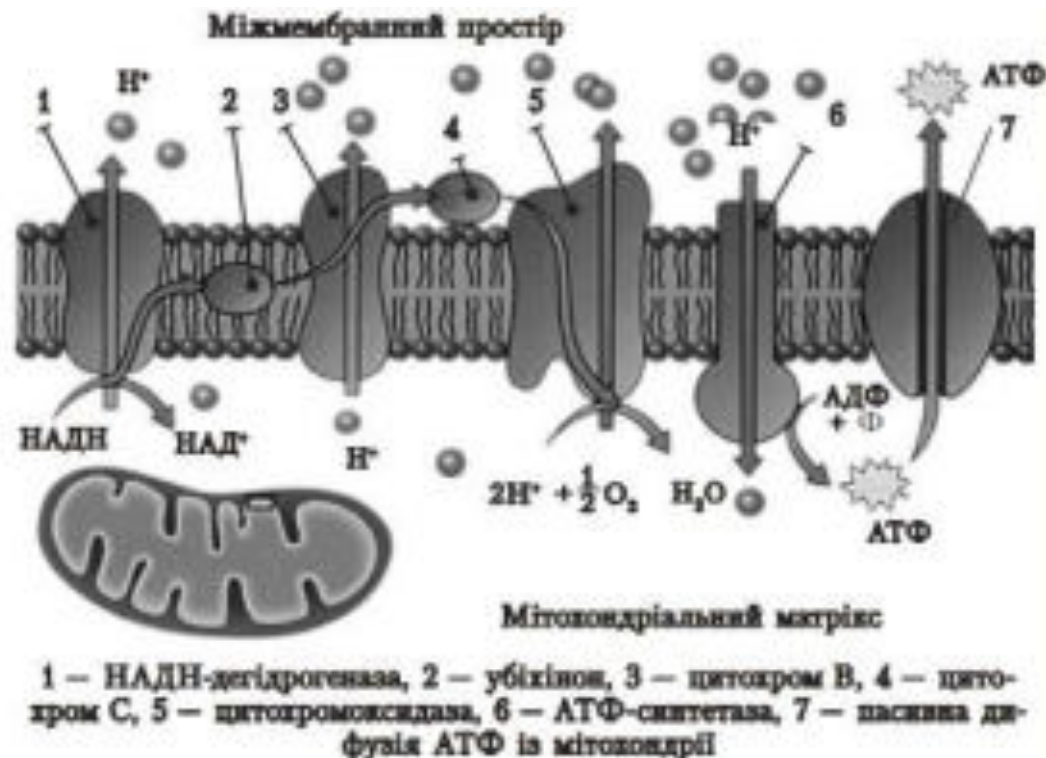


Піровиноградна (молочна) кислота реагує із щавлевооцтовою (оксалоацетатом), утворюючи лимонну кислоту (цитрат), яка проходить ряд послідовних реакцій, перетворюючись на інші кислоти. У результаті цих перетворень виникає щавлевооцтова кислота (оксалоацетат), яка знову реагує з піровиноградною. Вільний водень з'єднується з НАД (нікотинамідаденідинуклеотид), утворюючи сполуку НАДН

Кисневий (аеробний етап) енергетичного обміну

Аеробне дихання відбувається в мітохондріях і здійснюється поетапно:

3. Окиснювальне фосфорилування - це послідовне перетворення атомів Гідрогену на дихальному ланцюзі ферментів з утворенням H_2O й АТФ, що відбувається на кристах мітохондрій.



НАДН окиснюється до НАД⁺, Н⁺ та електрона. За допомогою переносників електрони транспортуються на внутрішню поверхню мембрани мітохондрій, іони Н⁺ накопичуються на зовнішній поверхні. У внутрішній мембрані мітохондрій локалізована ферментна система АТФ-синтетаза, завдяки якій з АДФ і фосфорної кислоти синтезується АТФ

Кисневий (аеробний етап) енергетичного обміну

Аеробне дихання відбувається в мітохондріях і здійснюється поетапно:

3. **Окиснювальне фосфорилування** - це послідовне перетворення атомів Гідрогену на дихальному ланцюзі ферментів з утворенням H_2O й АТФ, що відбувається на кристах мітохондрій.

Сумарним енергетичним результатом повного розщеплення глюкози є 2800 кДж енергії

Повне рівняння розщеплення глюкози має вигляд:

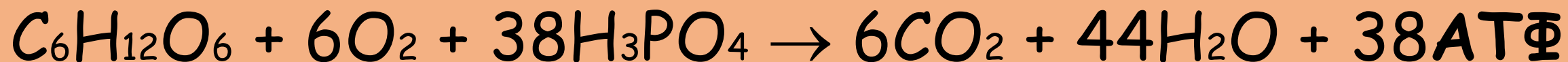
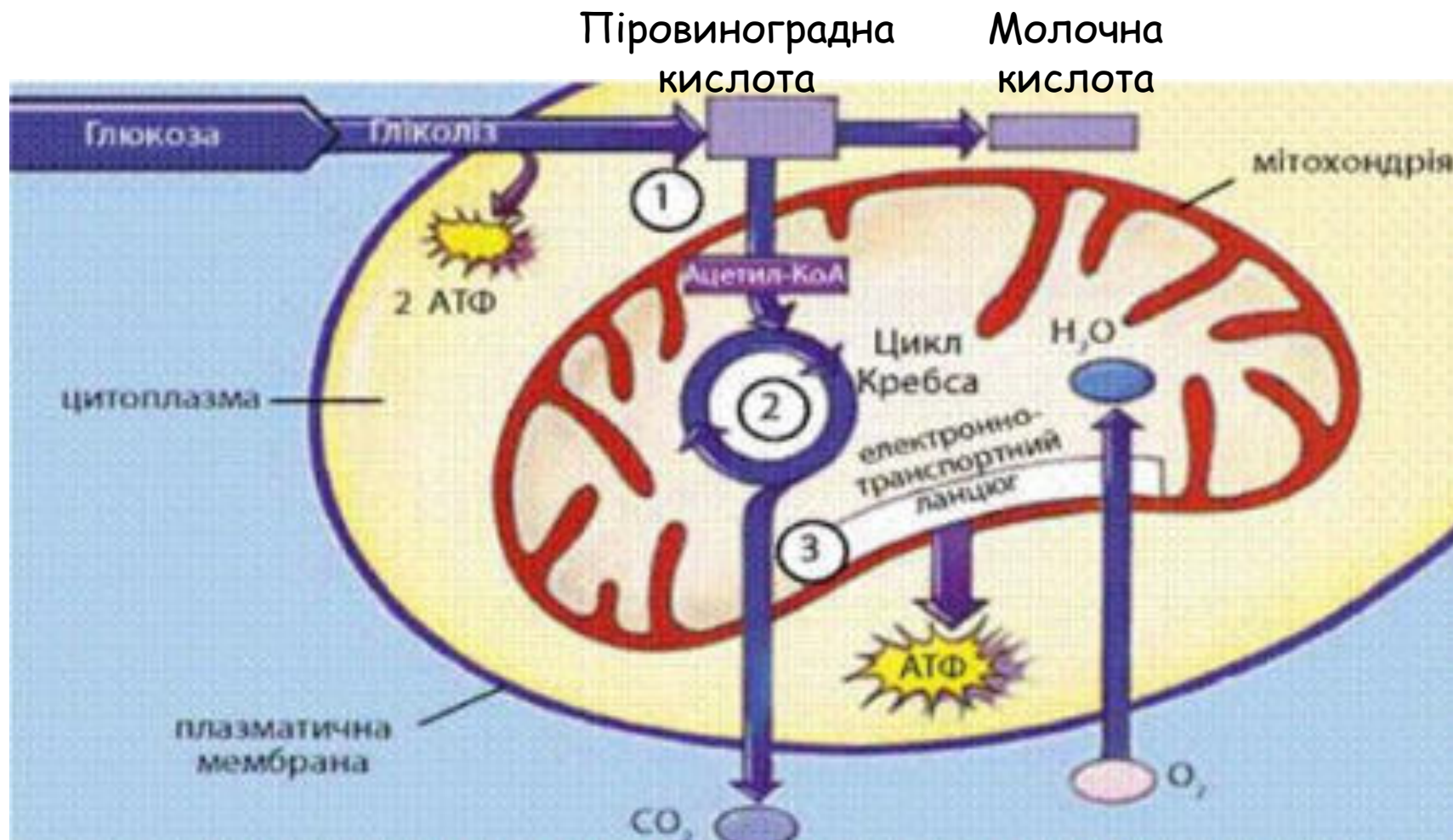


Схема повного кисневого розщеплення речовин

1. Підготовчий етап
2. Безкисневий етап
3. Кисневий етап



Назва етапу	Де відбувається	Що відбувається	Енергія, що виділяється
Перший етап – підготовчий	У тварин у травних вакуолях або травній системі, у рослин - у цитоплазмі	Під впливом травних ферментів складні органічні сполуки розщеплюються до сполук, які може засвоювати організм. Білки розщеплюються до амінокислот, полісахариди - до моносахаридів, жири - до гліцерину і жирних кислот, нуклеїнові кислоти - до нуклеотидів	Енергетичний ефект цього етапу незначний, і вся енергія розсіюється у вигляді тепла
Другий етап – безкисневий (анаеробний)	У цитоплазмі клітини	Гліколіз - ферментативне розщеплення глюкози, за якого з однієї молекули глюкози утворюються дві молекули піровиноградної кислоти або молочної кислоти	З однієї молекули глюкози 40% енергії акумулюється у 2 молекулах АТФ
Третій етап – кисневий (аеробний)	У мітохондріях	Подальше розщеплення органічних сполук, що утворилися на безкисневому етапі до кінцевих продуктів CO ₂ та H ₂ O. Відбувається цикл кребса працює дихальний ланцюг	У результаті розщеплення у процесі аеробного дихання двох молекул піровиноградної кислоти синтезується в цілому 36 молекул АТФ
Загальний енергетичний результат			38 молекул АТФ на одну молекулу глюкози

ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ЗНАНЬ ПРО МЕТАБОЛІЧНІ ПРОЦЕСИ





Домашнє завдання:

Опрацювати параграф 15
термінологія
Конспект теми