

# БІОЛОГІЯ І ЕКОЛОГІЯ



# Тема 2: Обмін речовин і перетворення енергії

## План

1. Особливості обміну речовин в автотрофних та гетеротрофних організмів.
2. Енергетичне забезпечення процесів метаболізму.
3. Способи отримання енергії в різних груп автотрофних та гетеротрофних організмів.
4. Роль процесів дихання в забезпеченні організмів енергією.
5. Структури клітин, які забезпечують процеси метаболізму.

# I. Перевірка домашнього завдання (Контроль знань):

## 1. АТФ означає :

А - аденозинтрифосфорна кислота; Б - аденозиндифосфорна кислота ;  
В - аденозинмонофосфорна кислота .

## 2. До складу РНК входять вуглеводи :

А - галактоза; Б - глюкоза; В - дезоксирибоза; Г – рибоза.

## 3. До складу одного нуклеотида входять такі речовини :

А - аміногрупа, пентоза, фосфорна кислота ; Б - азотиста сполука, гексоза і фосфорна кислота ; В - азотиста сполука, пентоза, фосфорна кислота ;

## 4. Який нуклеотид є у ДНК але відсутній у РНК :

А - аденін; Б - гуанін ; В - тимін; Г - урацил; Д – цитозин.

## 5. Процес подвоєння молекули ДНК :

А - дисоціація ;Б - денатурація; В - реплікація ; Г - коагуляція .

## 6. Дати визначення:

Білки це-.....

Вуглеводи - .....

Ліпіди це- .....

Нуклеїнові кислоти це -.....

## 7. Що таке обмін речовин (метаболізм) і з яких двох протилежних процесів він складається?

# Особливості обміну речовин в автотрофних та гетеротрофних організмів.

Для забезпечення власних енергетичних потреб організми використовують енергію, що надходить з навколишнього середовища, акумулюючи її у формі хімічних зв'язків органічних молекул.

## Організми за способом живлення



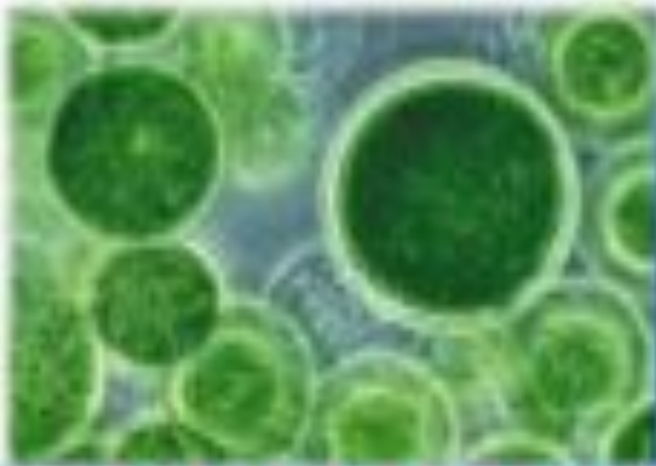
Автотрофи



Гетеротрофи



Міксотрофи



Організми, здатні синтезувати органічні речовини з неорганічних, називають автотрофами (від грец. *autos* - сам і *trophe* - їжа, живлення).



**Автотрофні організми** не отримують органічних речовин із зовнішнього середовища і повинні виробляти їх самостійно. Тому немає сенсу говорити про незамінні амінокислоти і вітаміни для рослин.

Автотрофи отримують необхідні їм органічні речовини з неорганічних, використовуючи енергію, яка може надходити з фізичних або хімічних джерел. **Фізичним джерелом енергії є випромінення Сонця.** Ті організми, які використовують Сонце для синтезу органічних речовин, називають **фотоавтотрофами (фототрофами)**. А процес утворення органічних речовин з використанням **енергії Сонця** називають **фотосинтезом**.

**Хімічні джерела енергії** — це окисно-відновні хімічні реакції, які відбуваються у клітинах організму. Організми, які використовують хімічні джерела енергії, називають **хемоавтотрофами (хемотрофами)**, а сам процес — **хемосинтезом**.

## Гетеротрофи(тварини)

Живляться готовими органічними речовинами, не можуть самостійно їх синтезувати.

Джерелом енергії є автотрофні організми.



# Способи живлення тварин:

1. Фітофагія (живлення рослинами) - Тварини, що живляться лише рослинною їжею,





2. Зоофагія (живлення тваринами) –  
це живлення під час якого одні  
тварини поїдають інших.



3. Мікофагія ( живлення грибами)  
Личинки ґрунтових кліщів  
Деякі види комарів



#### 4. Бактеріофагія - живлення бактеріями.

Грунтові нематоди

Глибоководні черви



5. Сапротрофне - це живлення відмерлими рештками тварин і рослин.

Жуки-гнойовики      Дощові черви

Личинки мух

Морські огірки



6. Симбіотрофне - притаманне тваринам, що у своєму живленні співіснують з іншими організмами та залежать один від одного.

Наприклад:

- актинія, яка живе на черепашці рака-самітника, живиться рештками його їжі;
- терміти співіснують із джгутиковими одноклітинними, що живуть в їх кишечнику і допомагають перетравлювати деревину.

**Гетеротрофні організми** не можуть утворювати органічні речовини з неорганічних. Вони отримують їх від інших живих організмів у формі їжі, яку споживають.

**Малі органічні молекули (амінокислоти, моносахариди, жирні кислоти, нуклеотиди)** гетеротрофні організми просто доправляють у свої клітини і там використовують, а великі молекули (білки, полісахариди, нуклеїнові кислоти) спочатку **розщеплюють на малі**, а потім «збирають» з них ті великі молекули, які потрібні саме їм.

Наприклад, **тварини й гриби** розщеплюють білки (які є біополімерами) до амінокислот (їхніх мономерів). Потім вони з цих амінокислот збирають уже свої власні білки.

Деякі з амінокислот гетеротрофні організми можуть синтезувати й самостійно, використовуючи енергію, отриману під час окиснення спожитих органічних сполук. Але деякі амінокислоти надходять у їхні організми тільки з їжею. Такі амінокислоти називають **незамінними**. Крім амінокислот, для гетеротрофних організмів **незамінними є і вітаміни** - сполуки, які в дуже невеликих кількостях потрібні для здійснення процесів обміну речовин.

**Хемосинтезуючі організми (хемотрофи) для синтезу органічних сполук використовують енергію, яка вивільнюється під час перетворення неорганічних сполук. До цих організмів належать деякі групи бактерій: нітрифікуючі, безбарвні сіркобактерії, залізобактерії тощо.**

**Нітрифікуючі бактерії** послідовно окиснюють аміак ( $\text{NH}_3$ ) до нітритів (солі  $\text{HNO}_2$ ), а потім — до нітратів (солі  $\text{HNO}_3$ ). **Залізобактерії** одержують енергію за рахунок окиснення сполук двовалентного заліза до тривалентного. Вони беруть участь в утворенні покладів залізних руд. **Безбарвні сіркобактерії** окиснюють сірководень та інші сполуки сірки до сірчаної кислоти ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

# Енергетичне забезпечення процесів метаболізму

**Обмін енергії** - це сукупність процесів, що забезпечують надходження, перетворення та видалення енергії у біосистемах.

Як зазначають науковці, «хоча енергія існує у багатьох формах, для **анаболізму живих істот** придатними є лише дві із них - світлова й хімічна енергія».

Основним джерелом **світлової енергії** є Сонце, а **хімічної енергії** - хімічні зв'язки готових органічних речовин.

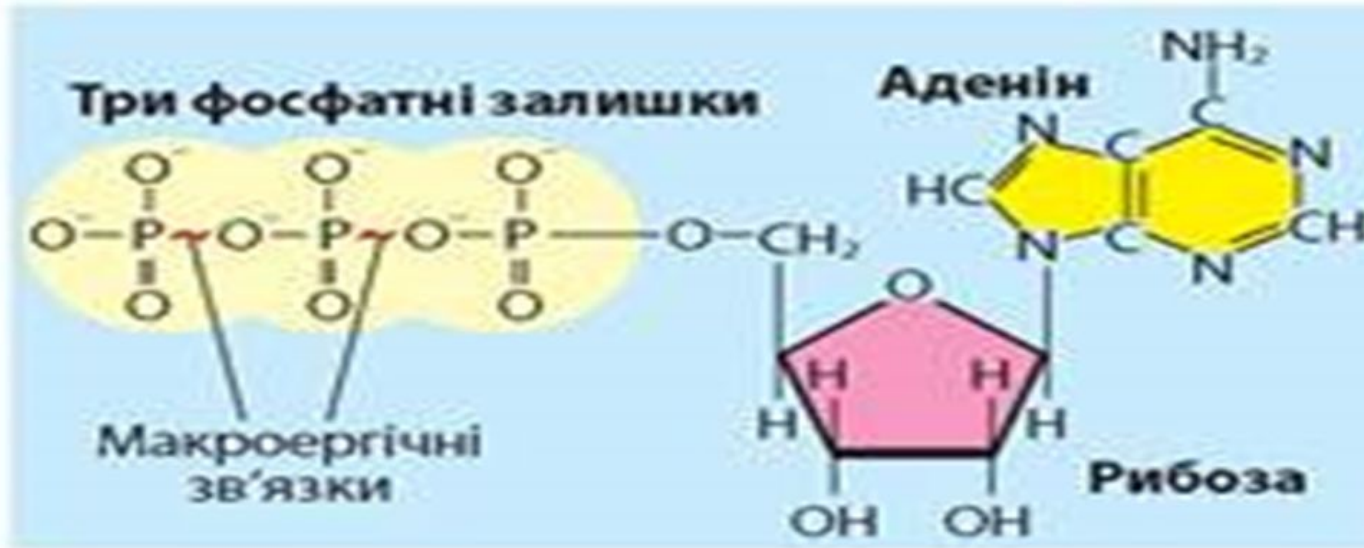


**Енергетичні перетворення світлової чи хімічної енергії у клітинах відрізняються від енергетичних процесів неживої природи тим, що:**

- а) основою є окисно-відновні реакції, що відбуваються за участі ферментів;**
- б) мають поступовий (поетапний) характер;**
- в) здійснюються за участі високоспеціалізованих структур — фотомембран, мезосом, мітохондрій та хлоропластів;**
- г) для акумулювання, збереження й внутрішнього перенесення енергії слугує АТФ.**

Енергія макроергічних зв'язків АТФ вивільняється в реакціях гідролізу і використовується для виконання будь-якої роботи клітини. Синтез АТФ відбувається завдяки реакціям фосфорилування, що можуть здійснюватися в цитоплазмі (субстратне фосфорилування), в мітохондріях (окиснювальне фосфорилування) або в хлоропластах (фотофосфорилування). Основна функція АТФ — це енергетична, оскільки сполука бере участь в енергетичному обміні, запасуючи в своїх макроергічних зв'язках значну кількість енергії.

### Схема будови молекули АТФ



# Способи отримання енергії в різних груп автотрофних та гетеротрофних організмів.

Джерелом енергії на планеті Земля є **сонячне світло**.

**Енергія сонячного світла**, досягаючи поверхні Землі, **вловлюється зеленими рослинами**, які запасують її у формі хімічних зв'язків між атомами певних сполук, що синтезуються рослинами (наприклад, глюкози).

**Це перший етап перетворення енергії - фотосинтез**. Зелені рослини здійснюють його за допомогою **фотосинтетичних ферментів** (зокрема, хлорофілу).

**Фотосинтетичні системи рослин** ступінчасто (порціями) поглинають **кінетичну енергію електронів**.

Ця хімічна енергія використовується потім для **синтезу вуглеводів** та інших речовин з **карбон оксиду та води**.

**Передача енергії на наступний рівень** відбувається під час поїдання рослин тваринами або розкладання їх бактеріями.

При цьому **енергія**, що містилась у **хімічних зв'язках вуглеводів та інших молекул**, під час окиснення цих молекул **перетворюється на енергію**, що можуть використовувати живі організми.

Кількість вивільненої енергії дорівнює кількості енергії, що витратилася на синтез цих речовин (перший закон термодинаміки). Однак частина цієї енергії перетворюється на тепло, що розсіюється, і таким чином не може бути використана у подальшому (другий закон термодинаміки). Інша частина енергії запасається у формі макроергічних зв'язків аденозинтрифосфатної кислоти (АТФ).

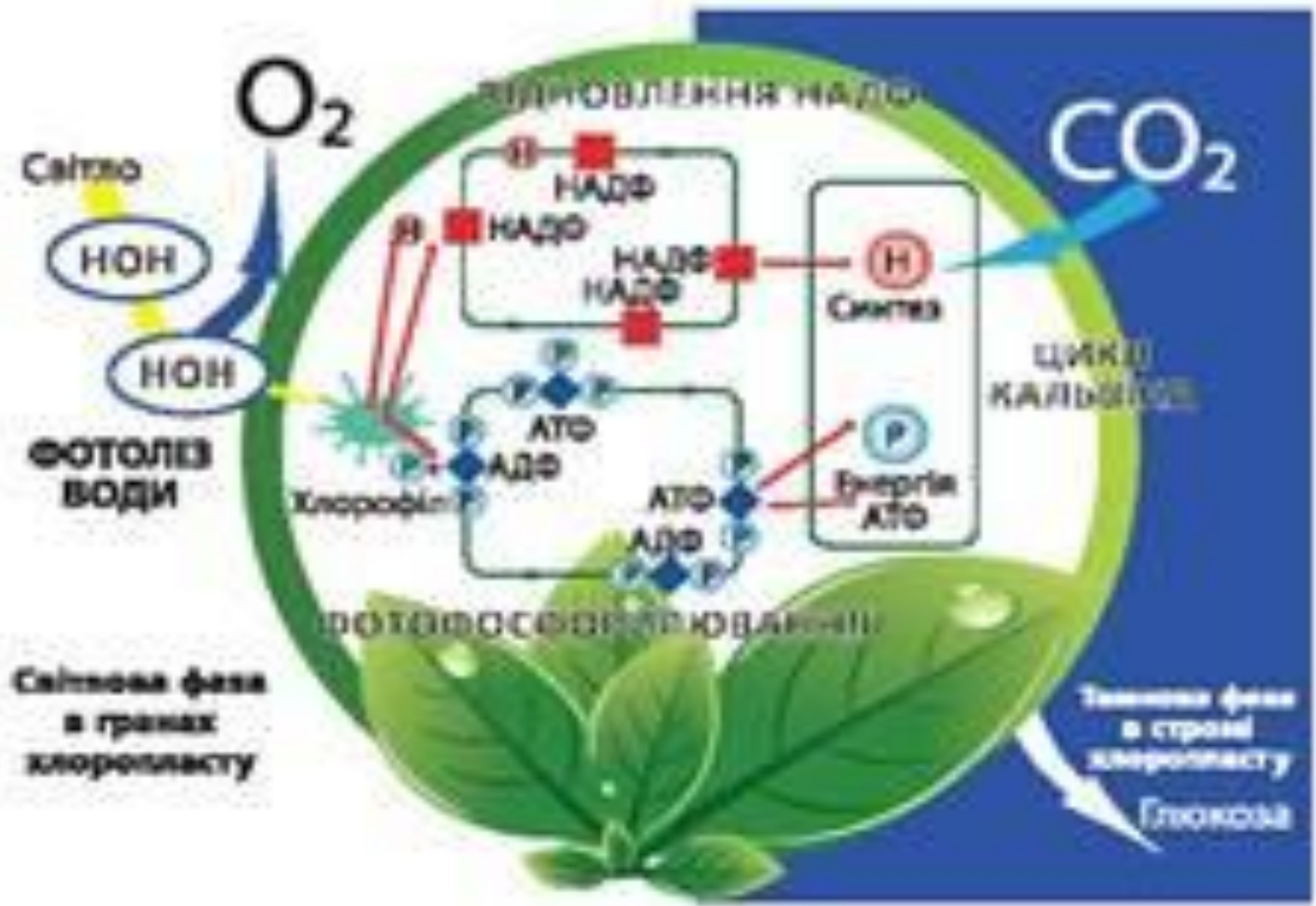
Тварини отримують енергію з їжі. Частина їжі є рослинною (горох, картопля, яблука, груші та ін.). М'ясо (свинина, яловичина, риба та ін.) є їжею тваринного походження. Однак тварини, що є джерелом м'яса, у свою чергу, отримали енергію, поїдаючи рослини.

Таким чином, **рослини отримують енергію** у вигляді електромагнітного випромінювання Сонця, а **тварини використовують енергію**, що міститься у хімічних зв'язках органічних молекул, що надходять з їжею.

**У живій природі розрізняють три основні способи отримання енергії.**

**Перший спосіб властивий автотрофним організмам.**

У автотрофних організмів зовнішня енергія поглинається хлорофілом (бактеріохлорофілом) й перетворюється в хімічну енергію АТФ. Далі з вуглекислого газу й води в темновій фазі синтезується глюкоза. Як ви вже знаєте, в живій природі цей спосіб властивий фотоавтотрофам, у яких спостерігається **кисневий фотосинтез (ціанобактерії, рослини) й бактеріальний фотосинтез**, що на відміну від кисневого фотосинтезу відбувається в анаеробних умовах без виділення кисню (пурпурні й зелені сіркобактерії). Поряд з фотосинтезом зв'язування вуглекислого газу в природі здійснюється в процесі хемосинтезу з використанням **хімічної енергії окиснення неорганічних сполук (сіркобактерії, залізобактерії та нітрифікуючі бактерії).**

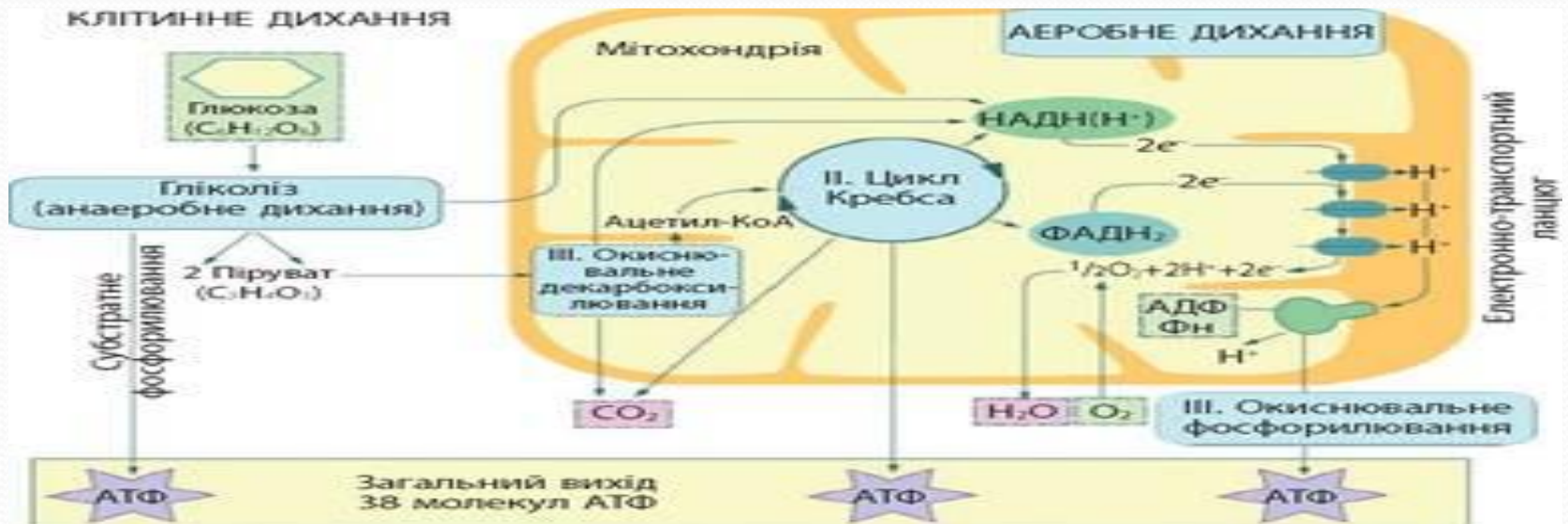


Світлова фаза  
в гранях  
хлоропласту

Темнова фаза  
в стромі  
хлоропласту  
Глюкоза

## Другий спосіб властивий гетеротрофним організмам.

- У гетеротрофних організмів хімічна енергія поживних речовин перетворюється в процесах клітинного дихання в енергію макроергічних зв'язків АТФ. Ці енергетичні перетворення відбуваються в мітохондріях як процеси гліколізу, бродіння, субстратного та окиснювального фосфорилування.



**Третій спосіб властивий автотрофам і гетеротрофам.**

У автотрофних й гетеротрофних організмів внутрішньоклітинні перетворення енергії АТФ в різні форми енергії (електричну, світлову, теплову, механічну) сприяють виконанню клітиною процесів життєдіяльності.

Частина цієї енергії втрачається у вигляді теплоти.



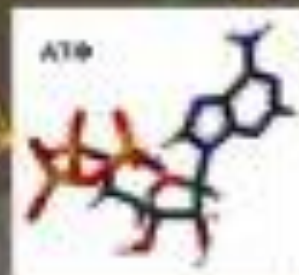
## Способи отримання енергії живими організмами

1. У автотрофних організмів зовнішня енергія поглинається хлорофілом (бактеріохлорофілом) й перетворюється в хімічну енергію АТФ.
2. У гетеротрофних організмів хімічна енергія поживних речовин перетворюється в процесах клітинного дихання в енергію макроергтчних зв'язків АТФ.
3. У завотрофних й гетеротрофних організмів внутрішньоклітинні перетворення енергії АТФ в різні форми енергії (електричну, світлову, теплову, механічну).



Сонячна енергія

Хімічна енергія



Електрична енергія

Світлова енергія

Теплова енергія

Механічна енергія

# Роль процесів дихання в забезпеченні організмів енергією.

**Клітинне дихання** - це сукупність процесів біологічного окиснення поживних речовин з вивільненням хімічної енергії, що акумулюється в АТФ.

Процеси дихання в клітинах організмів різних царств живої природи подібні за багатьма ознаками.

**Ознаками подібності** є утворення таких універсальних речовин, як піровиноградна кислота й АТФ, використання кисню як акцептора електронів й Гідрогену, розщеплення до кінцевих продуктів  $H_2O$  і  $CO_2$ , використання подібних ферментів тощо.

Виокремлюють два основні типи клітинного дихання: **анаеробний та аеробний.**

Клітинне дихання є частиною енергетичних перетворень, завдяки яким поетапно вивільняється енергія власних органічних речовин.

# ЕТАПИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБМІНУ

Назва етапу

Характеристика

I. Підготовчий (у травних вакуолях, лізосомах чи травному каналі; вивільняється всього 0,2—0,8 % енергії)

Під дією травних ферментів складні органічні сполуки розщеплюються до сполук, що їх може засвоювати організм. Енергетичний ефект цього етапу незначний, і вся енергія розсіюється у вигляді теплоти

II. Безкисневий (анаеробний) (у гіалоплазмі клітин; вивільняється лише 5—7 % енергії)

Прості органічні сполуки розщеплюються без участі кисню: розщеплення глюкози — гліколіз, жирних кислот — ліполіз, амінокислот — протеоліз. Енергетичний ефект гліколізу — 200 кДж (116 кДж — на теплоту, 84 кДж — на АТФ):  

$$C_6H_{12}O_6 + 2ADP + 2H_3PO_4 \rightarrow 2C_3H_4O_3 + 2H_2O + 2ATP$$

III. Кисневий (аеробний) (у матриксі й на кристах мітохондрій за участі кисню; вивільняється основна кількість енергії (понад 90 %))

Аеробне перетворення вуглеводів продовжується завдяки розщепленню піровиноградної кислоти до води і вуглекислого газу. Енергетичний ефект: 2600 кДж (1088 кДж — на теплоту, 1512 кДж — на АТФ):  

$$2C_3H_4O_3 + 6O_2 + 36H_3PO_4 + 36ADP \rightarrow 6CO_2 + 42H_2O + 36ATP$$

Сумарним енергетичним результатом розщеплення 1 моль глюкози є 2800 кДж енергії (200 кДж + 2600 кДж), з якої в 38 молекулах АТФ акумулюється 55 % (42 кДж x 38 = 1596 кДж), а 45 % (1204 кДж) — розсіюється у вигляді теплоти. Рівняння повного розщеплення глюкози:

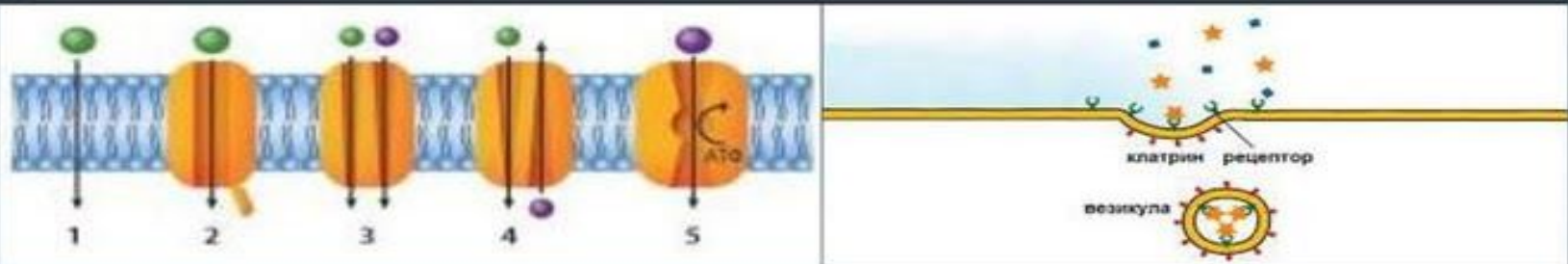


# Структури клітин, які забезпечують процеси метаболізму.

**Обмін речовини, енергії та інформації** - сукупність хімічних процесів, що забезпечують перетворення речовин, енергії та інформації в клітині.

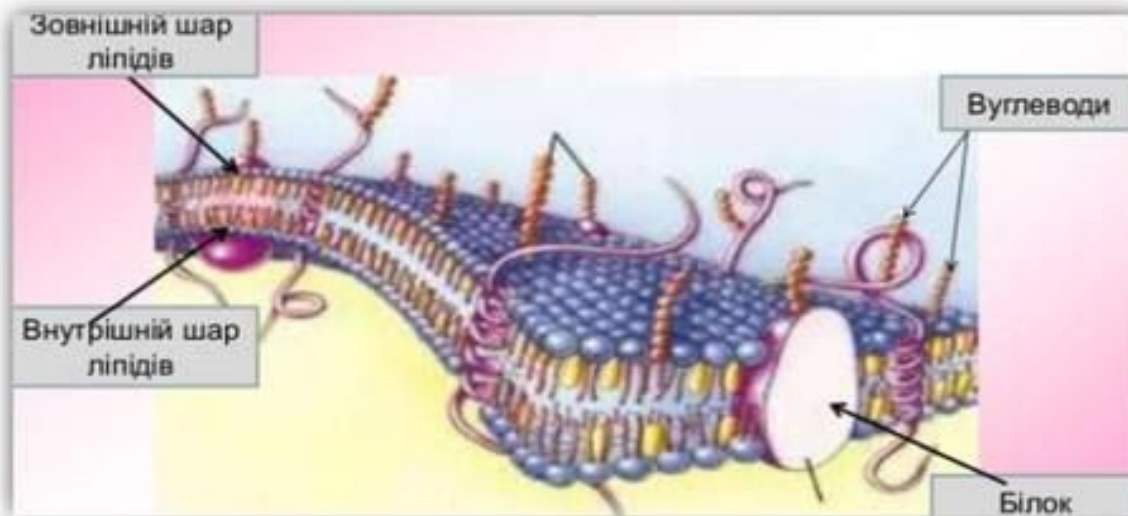
## Основні етапи обміну речовин, енергії та інформації

Етап обміну	Структура клітини	Процеси
Надходження речовин й енергії у клітину	Клітинні мембрани	Активний і пасивний мембранний транспорт
Метаболізм	Органели, ядро	Синтез речовин, утворення енергії
Видалення речовин з клітини	Цитоплазма, лізосоми, екзосоми	1. Розчинення продуктів обміну речовин й видалення їх з клітин. 2. Ізолювання продуктів обміну.



## Плазматична мембрана:

забезпечує розподіл речовин між внутрішньоклітинним та позаклітинним середовищем



## Плазматична мембрана:

здійснює вибіркоче надходження молекул до клітини та з клітини (глюкози, амінокислот, жирних кислот йонів та ін.) за допомогою дифузії, в напрямку меншої концентрації



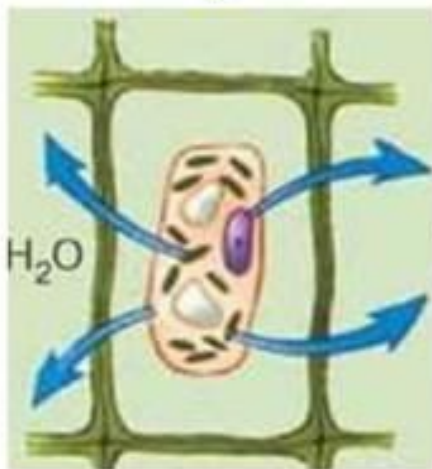
## Плазматична мембрана:

здійснює вибіркоче надходження молекул до клітини за допомогою активного транспорту, прикладом якого є натрій-калієвий насос



## Клітинна стінка:

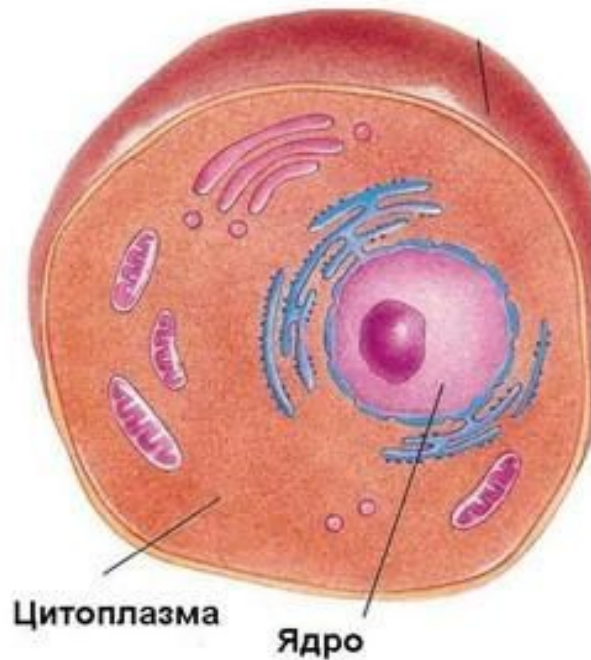
рух води та мінеральних солей, проникність клітинних стінок рослин проявляється в явищах плазмолізу і деплазмолізу





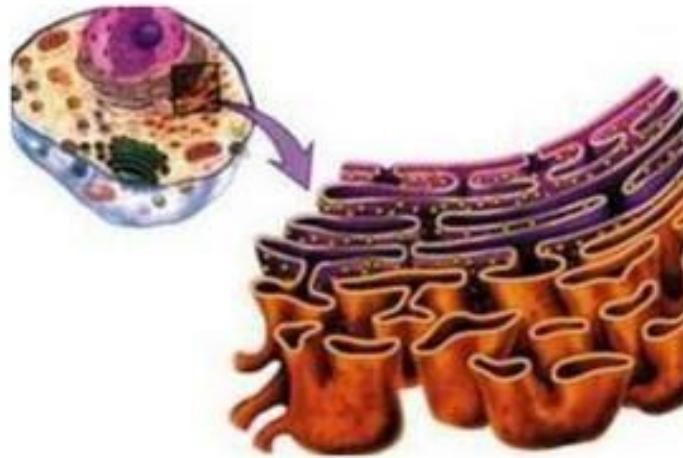
## Цитоплазма:

забезпечує взаємодію ядра й органел, є середовищем для хімічних реакцій, регулює швидкість біохімічних процесів, виконує транспортну функцію.



## Ендоплазматична сітка:

здійснює реакції, які пов'язані із синтезом білків, вуглеводів, жирів



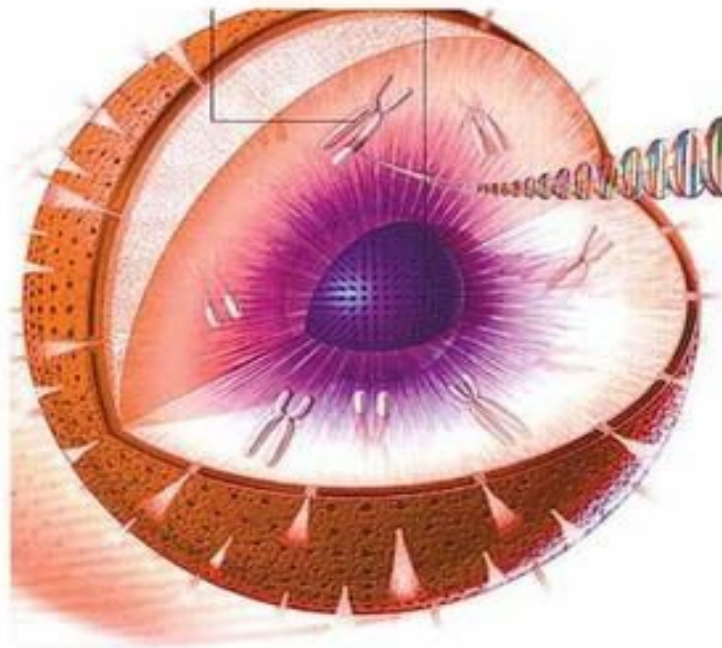
## Ендоплазматична сітка:



## Ядро:

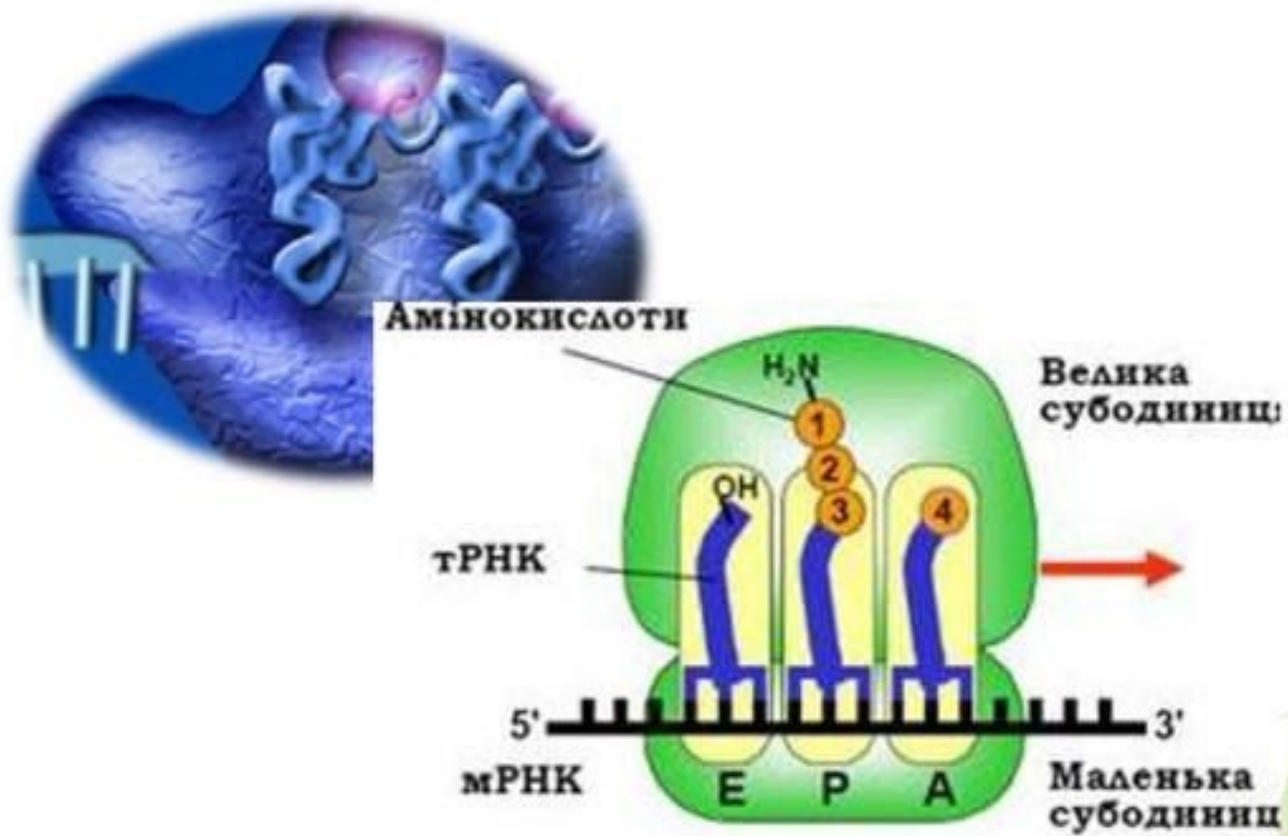
керує процесами у клітині,  
зберігає спадкову інформацію і передає її під час поділу  
клітини;

в ядерці утворюються рибосоми



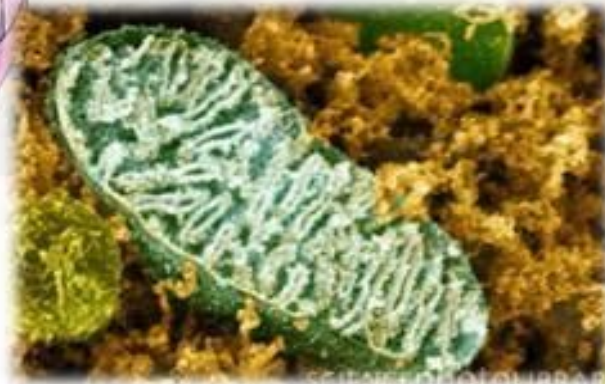
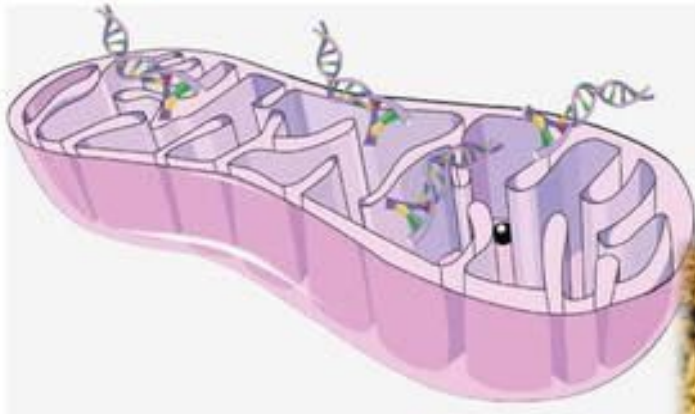
## Рибосоми:

здійснюють синтез білкових молекул (збирання з амінокислот)



## Мітохондрії:

окиснюють органічні речовини (у матриксі працюють ферменти, що беруть участь у циклі Кребса й окисненні жирних кислот);  
забезпечують клітину енергією;  
синтезують білки мітохондрій



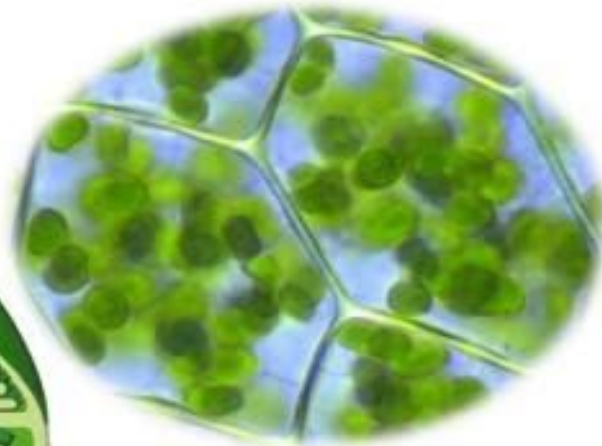
### *Хлоропласти:*

здійснюють фотосинтез – синтезують органічні речовини з неорганічних, використовуючи світлову енергію Сонця;

синтезують білки хлоропластів;

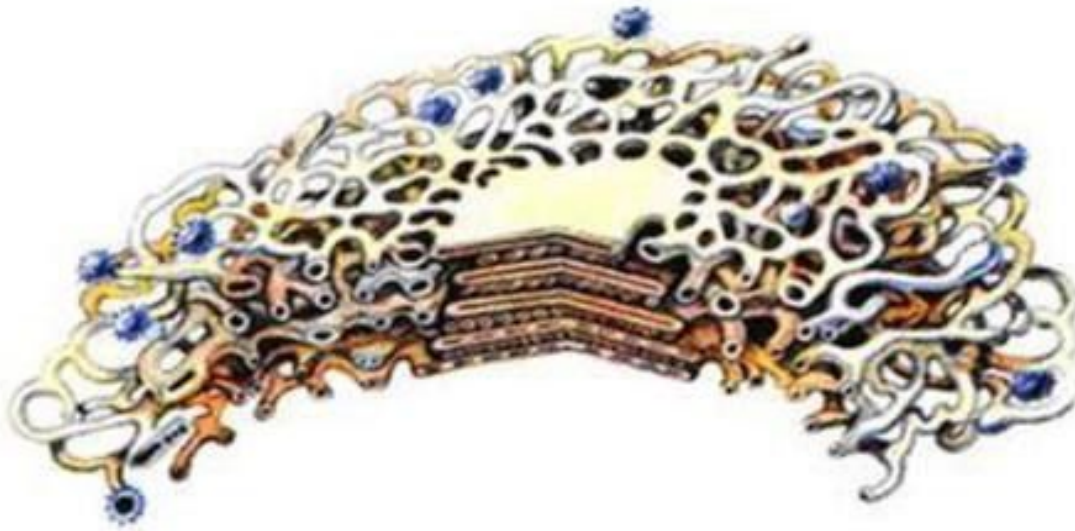
хромопласти: накопичують пігменти;

лейкопласти запасують поживні речовини – крохмаль, білки, жири



### *Комплекс Гольджі:*

здійснює транспорт і хімічне перетворення клітинних полімерів;  
з ЕПС до комплексу Гольджі транспортуються речовини, призначені для секреції;  
бере участь у транспорті ліпідів;  
формує лізосоми, в яких неактивні ферменти перетворюються на активні



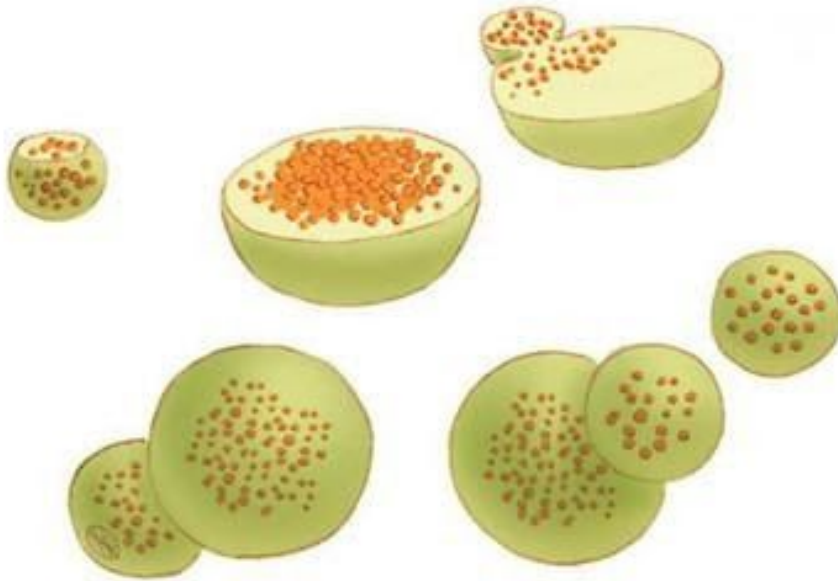


### *Лізосоми:*

здійснюють розщеплення білків, вуглеводів, нуклеїнових кислот, ліпідів на амінокислоти, моносахариди, нуклеотиди, гліцерин і жирні кислоти;

перетравлюють уміст вакуолі, а неперетравлені залишки виводять шляхом екзоцитозу;

видаляють відмерлі органели



# Контроль знань

Оцінка

Завдання для самоконтролю

1—6

1. Що таке обмін енергії? 2. Що таке АТФ? 3. Хто такі автотрофи? 4. Хто такі гетеротрофи? 5. Що таке клітинне дихання? 6. Назвіть етапи енергетичного обміну.

7—9

7. Яка роль АТФ у забезпеченні процесів метаболізму? 8. Які є способи отримання енергії живими організмами? 9. Яка роль процесів дихання в забезпеченні організмів енергією?

10—12

10. На конкретному прикладі живих організмів поясніть, як відбувається його енергетичне забезпечення.

## Домашнє завдання

- Біологія і екологія (рівень стандарту): підруч. для 10 кл. закл. загал. серед. освіти/ К.М. Задорожний. – Харків: Вид-во «Ранок», 2018.- 208 с.: іл.
- Тема 2хжд . Ст. 66-79 вивчити терміни.
- Використовуючи підручник скласти короткий конспект.