

КЛІТИНА

1. Цитологія – наука про будову і функції клітини.

Клітина – основна структурно-функціональна одиниця всього живого.

- клітини всіх живих організмів відрізняються за формою, розміром, особливостями організації та функціями;
- розміри коливаються від 10 до 100 мкм;
- клітини, з яких побудований організм не є ідентичними, але усі вони побудовані за єдиним принципом, що свідчить про спільність походження живих організмів.

Історія вивчення клітини

- **Р. Гук** – вперше застосував мікроскоп для дослідження зрізу корка бузини, побачив комірочки і назвав їх «клітинами»;
- **Антоні ван Левенгук** – відкрив бактерії, найпростіших, описав пластиди (хроматофори), еритроцити, сперматозоїди та інше;
- **Р. Броун** – відкрив ядро рослин;
- **Ян Пуркіне** – відкрив ядро тварин (ядро яйцеклітини);
- **Т. Шванн, М. Шлейден** – сформулювали основи клітинної теорії;
- **Р. Вірхов** – сформулював положення «кожна клітина – з клітини»;
- **І.Ф. Мішер** – відкрив нуклеїнові кислоти;
- **В. Флемінг** – відкрив мітоз у тваринних клітинах;
- **Д.І. Івановський** – відкрив віруси;
- **Дж. Уотсон, Ф. Крик** – створили модель просторової структури ДНК, схему реплікації ДНК.

Основні положення клітинної теорії

У 1839 р. Т. Шванн, спираючись на праці М. Шлейдена, сформулював основні положення клітинної теорії:

- усі живі організми складаються з клітин;
- клітини рослин і тварин подібні за будовою та хімічним складом;

У 1858 р. німецький патолог Р. Вірхов довів:

- кожна клітина походить від клітини;
- поза клітинами немає життя;

У 1827 р. естонський учений К. Бер відкрив яйцеклітину ссавців і довів, що багатоклітинні організми починають свій розвиток з однієї клітини – заплідненої яйцеклітини (зиготи):

- клітина – не тільки одиниця будови, але й одиниця розвитку живих організмів.



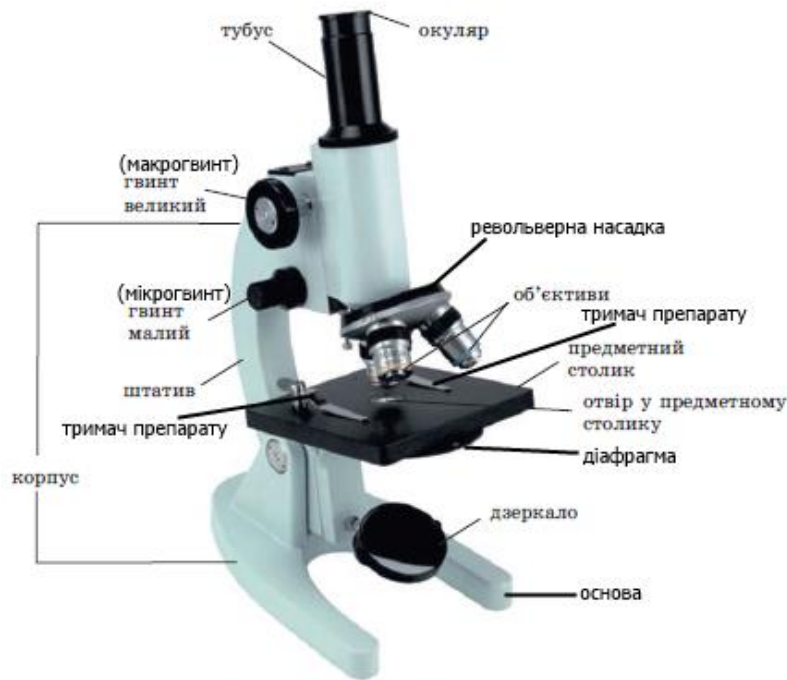
Положення сучасної клітинної теорії:

- клітина – елементарна одиниця будови і розвитку всіх живих організмів;
- клітини всіх одноклітинних і багатоклітинних організмів подібні за походженням (гомологічні), будовою, хімічним складом, основними проявами життєдіяльності;
- кожна нова клітина утворюється виключно внаслідок розмноження материнської шляхом поділу;
- у багатоклітинних організмів, які розвиваються з однієї клітини – зиготи, спори, - різні типи клітин формуються завдяки їхній спеціалізації протягом індивідуального розвитку особини та утворюють тканини;
- із тканин складаються органи, які тісно пов'язані між собою й підпорядковані нервово-гуморальним та імунним системам регуляції.

Методи цитологічних досліджень

1. Світлова мікроскопія:

- проходження променів світла крізь прозорий об'єкт досліджень;
- збільшення до **2-3 тис. разів**;
- вивчення загального плану будови клітини та її органел, розміри яких не менш, ніж 200 нм;
- головне – роздільна здатність мікроскопа – здатність давати відокремлене зображення двох близько розташованих об'єктів;
- застосування барвників, які вибірково забарвлюють окремі органели або їх компоненти;
- метод прижиттєвого вивчення клітин дозволяє під світловим мікроскопом вивчити певні процеси життєдіяльності клітини.



Мал. 26. Будова світлового мікроскопа

2. Електронна мікроскопія:

- проходження потоку електронів крізь об'єкт, який фокусується не лінзами, а магнітами;
- вивчення будови клітини та її органел під збільшенням від **500 тис. разів**;
- метод растрової (скануючої) електронної мікроскопії дозволяє провести вивчення структури поверхні клітин, окремих органел (*потік електронів при цьому не проходить крізь об'єкт дослідження, а відбивається від його поверхні*).

3. Метод мічених атомів:

- введення в клітину речовин з радіоактивними ізотопами;
- дозволяє прослідкувати за міграцією речовин у клітині, їхніми перетвореннями, виявити локалізацію і характер біохімічних процесів.

4. Метод центрифугування:

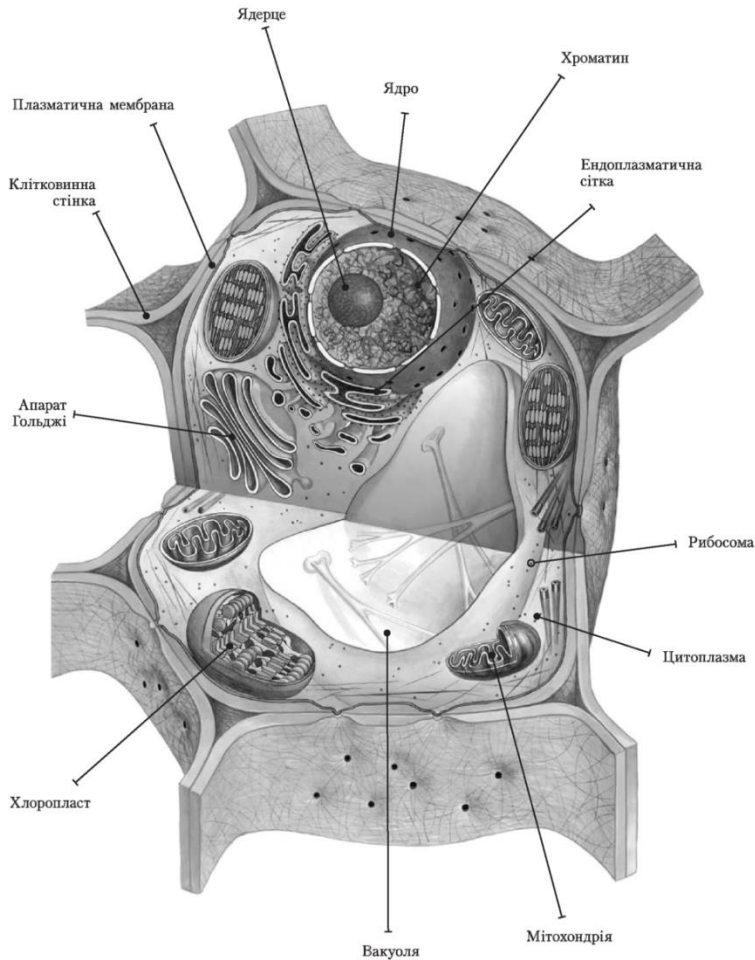
- застосовують для вивчення окремих клітинних структур;
- клітини попередньо подрібнюють і вивчають окремі фракції.

5. Метод культури клітин і тканин:

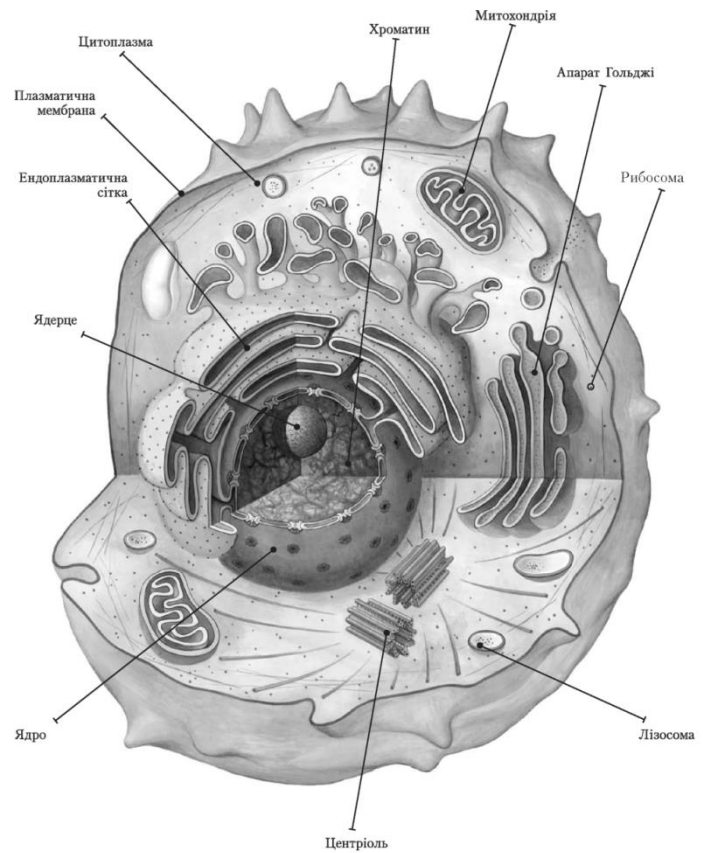
- вирощування з однієї клітини, яку вмощують у живильне середовище (агар-агар → червоні водорості), багатоклітинних організмів або тканин.

2. Загальна будова тваринної та рослинної клітини

! Клітини живих організмів складаються з *поверхневого апарату* (плазматична мембрана, надмембранні та підмембранні структури), *цитоплазми* і *ядра*.



Рослинна клітина



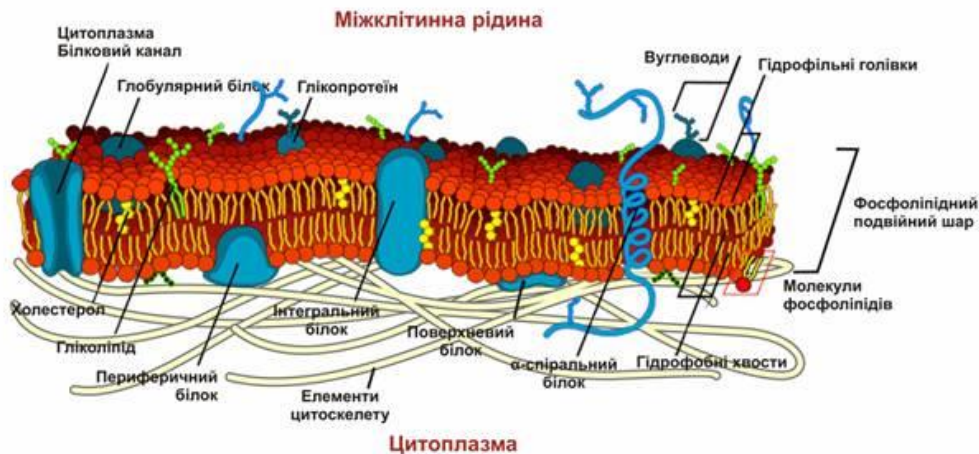
Тваринна клітина

Біологічні мембрани – структури, які відмежовують клітину (плазматична мембрана) і внутрішньоклітинні органели (мембрани мітохондрій, хлоропластів, лізосом, ЕПС тощо).

Функції мембран

1. Забезпечують зв'язок клітин між собою і навколишнім середовищем у еукаріот;
2. Поділяють внутрішнє середовище клітини на відсіки – **компартаменти**;
3. На їх поверхні розміщуються клітинні структури: рибосоми, ферменти, пігменти та ін.

Клітинна мембрана (цитоплазматична, плазматична мембрана, плазмалема)

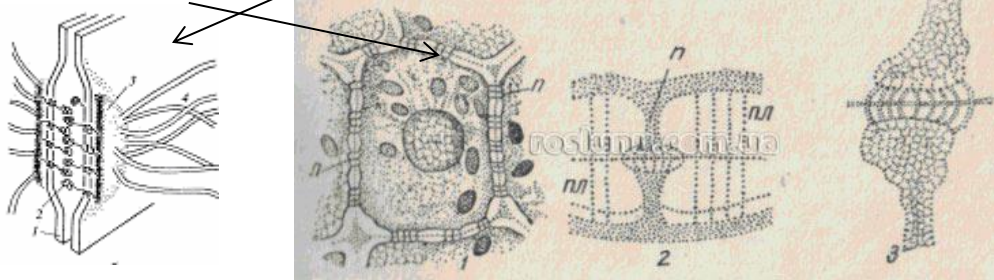


- **Плазматична мембрана** – тонка (2-10 нм), щільна плівка, яка відмежовує цитоплазму від навколишнього середовища або від клітинної стінки (у рослин).
- Формується в ЕПС, модифікується в апараті Гольджі.
- Д. Сінгер та Г. Нікольсон запропонували **рідинно-мозаїчну модель** будови мембрани: головними хімічними сполуками, що утворюють плазматичну мембрану, є впорядковано розташовані молекули фосфоліпідів і білків, які наче «вкраплені» в рідку ліпідну масу, нагадуючи мозаїку.
- Молекули ліпідів (фосфоліпідів) розміщені у вигляді подвійного шару, їхні полярні гідрофільні «голівки» обернені до зовнішнього та внутрішнього боків мембран, а гідрофобні неполярні «хвости» – всередину.
- Ліпідний шар не суцільний. В окремих місцях мембрана пронизується білковими молекулами – **гідрофільні пори (інтегральні білки)** – транспорт водорозчинних речовин. Інші білки знаходяться на зовнішньому або внутрішньому боці поверхні мембрани – **периферичні білки**

Функції плазмалеми

! Забезпечують зв'язок клітин між собою та навколишнім середовищем:

1. Визначає розміри і форму клітини (міцна та еластична).
2. Сприяє пересуванню молекул (здійснює хвилеподібні рухи).
3. Ферментативна функція (розміщені деякі ферменти).
4. Сигнальна функція (білки-рецептори).
5. Забезпечує міжклітинні контакти (**десмосоми** – у тварин – щільний контакт між клітинами, утворений білками; **плазмодесми** – у рослин – цитоплазматичні тяжі, що з'єднують клітини між собою)



6. Транспортна функція:
Основна властивість мембрани – вибіркова проникність.

Транспорт речовин через мембрану

← Пасивний

Активний →

Пасивний транспорт – проникнення речовин у клітину крізь певні ділянки або пори без витрат енергії завдяки різниці концентрацій речовин з обох боків мембрани → **за градієнтом концентрації** (з ділянки, де їх

концентрація висока, у ділянку, де їхня концентрація нижча). Триває доти, доки не вирівняється концентрації речовин по обидва боки мембрани.

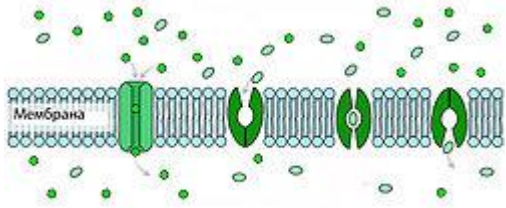
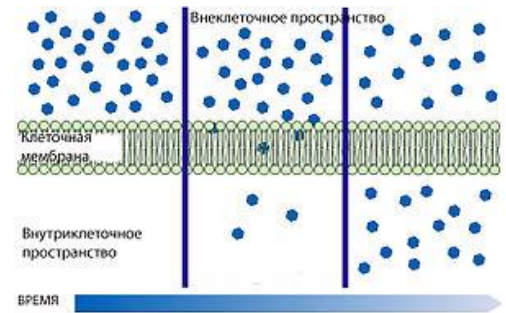
Градiєнт – хiмiчна мiра зростання або зменшення концентрації певної речовини.

Пасивний транспорт забезпечують наступні **механізми**:

➤ **Дифузія** – вільний рух молекул крізь певні ділянки мембрани в напрямку меншої концентрації (*вода та розчинені в ній речовини*)

Осмоз – односпрямована дифузія (мембрана пропускає молекули однієї речовини та затримує частинки іншої) – дифузія води крізь мембрану → **осмотичний тиск** (тиск чистого розчинника на мембрану ззовні). Осмотичному тиску протистоїть **тургорний тиск** (коли клітина набухає від надходження до неї води, створюється внутрішній тиск, спрямований на клітинну оболонку).

➤ **Полегшена дифузія** – проникнення через мембрану певних молекул за допомогою мембранних білків-переносників без затрат енергії (*цукри, амінокислоти, нуклеотиди*).



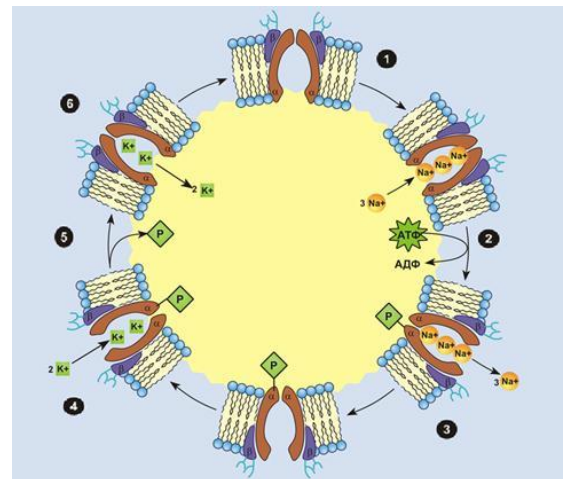
Активний транспорт – здійснюється проти градієнта концентрації із затратами енергії.

Активний транспорт забезпечують наступні **механізми**:

➤ **Калій-натрієвий насос**: пов'язаний з тим, що концентрація йонів Калію всередині клітини вища, ніж ззовні, а йонів Натрію – навпаки. Внаслідок дифузії йони Натрію надходять у клітину, а Калію – виводяться з неї. Але концентрація цих йонів в клітині і поза нею ніколи не вирівнюються, завдяки калій-натрієвому насосу – йони Натрію «відкачуються» з клітини, а Калію – «закачуються».

!

- разом з йонами Натрію до клітини транспортуються низькомолекулярні сполуки (глюкоза, амінокислоти);
- білки-переносники є одночасно і ферментами – **АТФ-зи**.

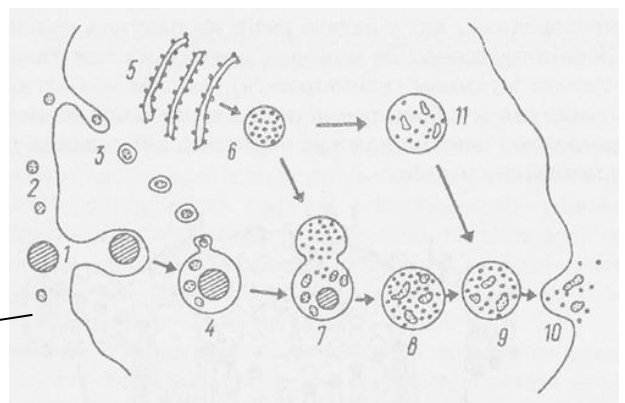


Схематична модель роботи натрій-калієвого насосу:

- 1 – три катіони натрію заходять до насосу;
- 2 – фосфорилювання за участю АТФ змінює конформацію насосу;
- 3 – натрій виводиться з клітини у міжклітинний простір, насос відкритий назовні;
- 4 – два катіони калію входять з міжклітинного простору до насосу;
- 5 – дефосфорилювання насосу спричиняє зворотню зміну його конформації;
- 6 – два катіони калію входять до клітини.

➤ **Цитози:**

- **Ендоцитоз** – процес надходження речовин до клітини.
 - **Фагоцитоз** – процес поглинання клітиною твердих часинок їжі (*амеби, фораменіфери, травні клітини гідри, макрофаги*)
 - **Піноцитоз** – процес поглинання клітиною краплинок рідини.



Участь лізосом у процесах піно- і фагоцитозу:

1,2 – великі і дрібні частинки в середовищі, яке оточує клітину; захоплення частинок шляхом піноцитозу (3, 4) і фагоцитозу (1, 4); 5, 6 – утворення лізосом (5 – гранулярна ендоплазматична сітка); 7 – виливання ферментів лізосом у вакуолі; 8, 9 – розщеплення вмісту вакуолі (лізис); 10 – виділення продуктів розщеплення; 11 – ділянка цитоплазми після впливу ферментів лізосом

- **Екзоцитоз** – процес виведення речовин із клітини (*гормони, нейрогормони, травні ферменти*) → позначено на мал. під №10.

Надмембранні структури

У тварин – **глікокалікс** – вуглеводневий каркас, зв'язаний з ліпідами (гліколіпідний комплекс) або з білками (глікопротеїновий комплекс), виконує рецепторну функцію.

У рослин, грибів, бактерій – **клітинна стінка** – мертве утворення на поверхні плазматичної мембрани: рослини (целюлоза), гриби (хітин), бактерії (муреїн).

У рослин **клітинна стінка** може зазнавати змін:

- **здерев'яніння** – просочення **лігніном** → міцність;
- **коркування** – просочення **суберином** → непроникність для води і газів;
- **кутинізація** – просочення жироподібною речовиною **кутином** → захист від надмірного випаровування води;
- **ослизнення** → захист клітин водних рослин від вимивання;
- **мініралізація** – просочення сполуками сіліціуму (хвощ, осока).

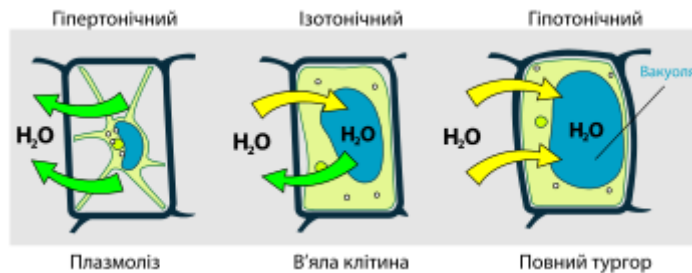
Функції клітинної стінки:

- опорна – підтримує сталу форму клітини;
- захисна;
- транспортна.

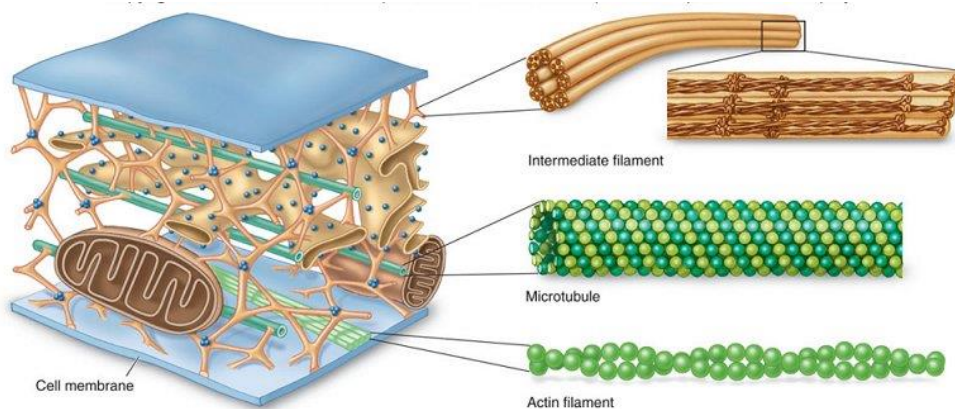
Проникність клітинної стінки рослин проявляється в явищах плазмолізу і деплазмолізу.

Плазмоліз – відшарування пристінного шару цитоплазми від клітинної стінки (*якщо клітину рослин помістити в розчин з концентрацією солей вищою, ніж у цитоплазмі → вода вийде з клітини*).

Деплазмоліз – повернення цитоплазми в попередній стан (*якщо клітину внести в розчин солей з нижчою концентрацією, ніж у цитоплазмі → вода буде надходити до клітини*).



Підмембранні структури



- **Цитоскелет**, складається з мікротрубочок, мікрофіламентів (мікрониток), мікротрабекулярної системи;

Мікротрубочки – циліндричні структури, утворені білком **тубуліном** → утворюють веретено поділу; входять до складу війок, джгутиків; забезпечують переміщення органел і макромолекул по клітині.

Мікрофіламенти – ниткоподібні структури, складаються з білка **актину**, знаходяться під плазматичною мембраною → беруть участь у зміні форми клітини; в амебоїдному русі; в цитозах, в поділі клітини.

Мікротрабекулярна система – сітка з тонких фібрил – **трабекул** (перекладин), в перетині яких знаходяться рибосоми → опора для клітинних органел; забезпечує зв'язок між окремими частинами клітини; спрямовує внутрішньоклітинний транспорт.

- **Пелікула** – ущільнений шар цитоплазми багатьох найпростіших (евглени, інфузорій) → забезпечує сталу форму клітини; надає міцності поверхневому апарату.

Цитоплазма

Цитоплазма – внутрішній вміст клітини (за винятком ядра) – безбарвний розчин органічних та неорганічних речовин.

Цитозоль (рідкий стан) ↔ **цитогель** (драглистий стан)

! різні стани цитоплазми впливають на швидкість перебігу біохімічних процесів.

Цитоплазма складається з:

- матрикс (**гіалоплазма**) – безбарвна колоїдна частина клітини;
- **органели** – постійні компоненти клітини;
- **включення** – непостійні компоненти клітини.

Виділяють **ектоплазму** – зовнішній шар цитоплазми (більш ущільнений) та **ендоплазму** – внутрішній шар цитоплазми. Ці шари можуть переходити один в інший (при амебоїдному русі, ендо- та екзоцитозі).

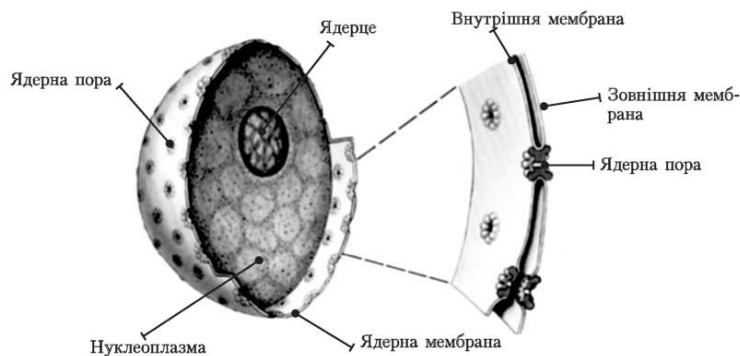
Функції цитоплазми:

- об'єднує всі компоненти клітини в єдине ціле;
- транспорт речовин;
- відбуваються важливі процеси: трансляція та гліколіз.

Включення

- запас поживних речовин (крохмальні (**картопля**) та білкові зерна (**горох**), краплини жиру (**соняшник**));
- продукти обміну (оксалати кальцію, солі сечової кислоти);
- внутрішньоклітинні структури (опорний стрижень у лямблій).

Ядро



Ядро – обов'язкова **складова** !!! (не органела) еукаріотичних організмів.

!

- не всі еукаріотичні клітини мають ядро (ситоподібні трубки, тромбоцити та еритроцити більшості ссавців);
- є декілька або багатоядерні клітини (фораменіфери, інфузорії, лямблії, посмуговані м'язові клітини);

? **Чому деяким клітинам потрібне не одне ядро?**

(**ядерно-цитоплазматичне співвідношення**: ядро певного об'єму може забезпечити процеси біосинтезу білків лише у відповідному об'ємі цитоплазми → в клітинах великих розмірів або з посиленою інтенсивністю обміну речовин часто від двох до кількох тисяч ядер).

Ядро складається з:

- **поверхневого апарату** (**зовнішня та внутрішня мембрани**, що з'єднані білками ядерних **пор**).
! значення ядерних пор: через пори з ядра до цитоплазми надходять всі типи РНК; із цитоплазми до ядра – білки;
- **ядерний матрикс**:
 - **ядерний сік** (**каріоплазма, нуклеоплазма**) - внутрішнє середовище ядра (за складом та властивостями нагадує цитоплазму);
 - **ядерця** - щільні структури, які складаються з РНК та білків → утворюють рибосоми;
 - **хроматин** – ниткоподібні структури ядра, утворені білками-гістонами та молекулами ДНК; виділяють **гетерохроматин** (ущільнений шар хроматину) та **еухроматин** (менш ущільнений шар хроматину); під час поділу клітини із хроматину утворюються **хромосоми** → збереження та передача спадкової інформації.

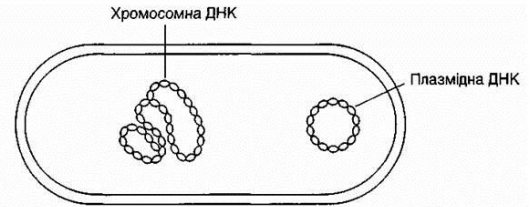
Функції ядра:

- регулює всі процеси життєдіяльності клітини;

- збереження та передача спадкової інформації.

Нуклеоїд – кільцева молекула ДНК у прокаріот

Плазмідни – позакромосомні фактори спадковості – менші кільцеві молекули ДНК, визначають пристосування бактерій до змін навколишнього середовища (наприклад, стійкість до певних антибіотиків).



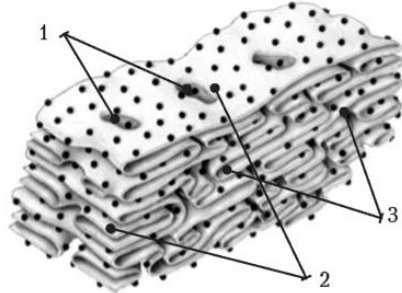
ОРГАНЕЛИ:

- **Одномембранні:** ендоплазматична сітка(або ретикулум), комплекс Гольджі, лізосоми, вакуолі
- **Двомембранні:** мітохондрії, пластиди
- **Немембранні:** рибосоми, клітинний центр

Одномембранні органели

Ендоплазматична сітка (ЕПС) або ретикулум (ЕПР)

Ендоплазматична сітка (ЕПС)



- 1 – мембрана БПС,
- 2 – рибосоми,
- 3 – порожнина ЕПС

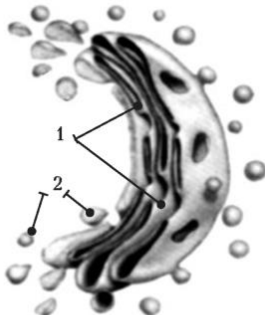
ЕПС – система розгалужених каналців:

- **зерниста (гранулярна, шорстка)** – на мембрані знаходяться рибосоми → транспорт та збереження білків;
- **незерниста (агранулярна, гладенька)** – мембрана без білків → транспорт та збереження вуглеводів та ліпідів

+ функції:

- накопичення та знешкодження отруйних речовин (клітини печінки);
- депо йонів Кальцію (м'язові клітини).

Комплексу Гольджі



- 1 – цистерни,
- 2 – секреторні пухирці

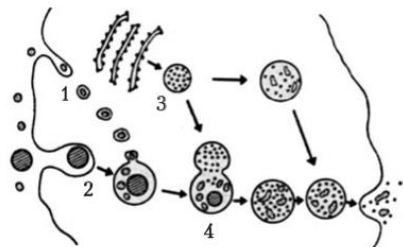
Комплексу Гольджі (КГ) або апарат Гольджі (АГ)

Комплексу Гольджі – система цистерн (**диктіосома**) та міхурців (**везикул**).

Функції:

- накопичення та зміна будови речовин, які синтезувалися в ЕПС;
- утворення **акросоми** сперматозоїдів → розчиняє оболонку яйцеклітини під час запліднення;
- бере участь в побудові плазматичної мембрани;
- утворення лізосом, скоротливих вакуоль найпростіших.

Лізосоми



- 1 – піноцитоз,
- 2 – фагоцитоз,
- 3 – формування лізосом,
- 4 – виливання лізосомальних ферментів у піно- і фагоцитні вакуолі

Лізосоми

Лізосоми – мікроскопічні міхурці, оточені мембраною; містять ферменти.

Функції:

- перетравлюють окремі частини клітини, цілі клітини або їх групи (дефектні органели, ушкоджені або мертві клітини, личинкові органи комах, земноводних (хвіст та зябра пуголовків безхвостих амфібій));
- утворення травних вакуоль – внутрішньоклітинне травлення;
- пероксисоми – розщеплюють гідроген пероксид.



Вакуолі

Вакуолі – порожнини, заповнені рідиною:

Клітини рослин

➤ **вакуолі з клітинним соком** – порожнини, заповнені клітинним соком (розчин органічних та неорганічних речовин).

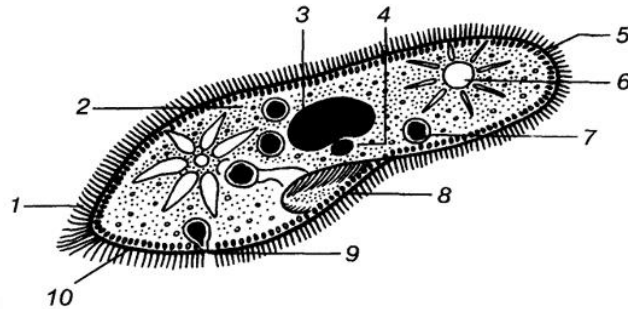
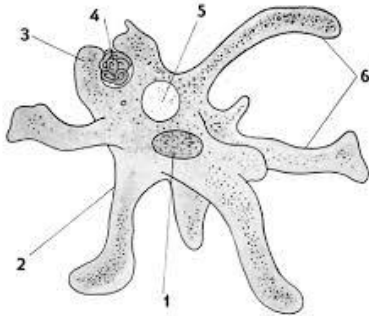
Функції:

- надають сталі форми клітини;
- підтримання внутрішньоклітинного тиску;
- накопичення запасу поживних речовин, продуктів обміну, пігментів;

Клітини тварин

➤ **травні вакуолі** – внутрішньоклітинне травлення (4/7);

➤ **скоротливі вакуолі** – видалення надлишку води з клітини (5/6).



Двомембранні органели

Мітохондрії

Мітохондрії – органели у вигляді паличок, кульок - «енергетичні станції клітини»

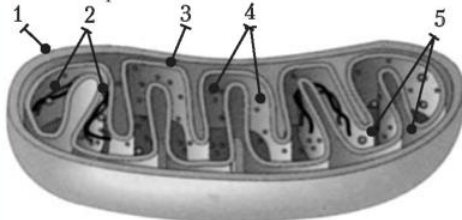
Складаються з двох мембран:

- зовнішньої – гладенької;
- внутрішньої – утворює вирости – **кристи**, на поверхні яких містяться **АТФ-соми** (білкові утворення, що містять ферменти для синтезу АТФ).

Внутрішній простір мітохондрій – **матрикс** (рибосоми, молекули ДНК (плазмід), і-РНК, т-РНК, білки).

Функції: синтез АТФ

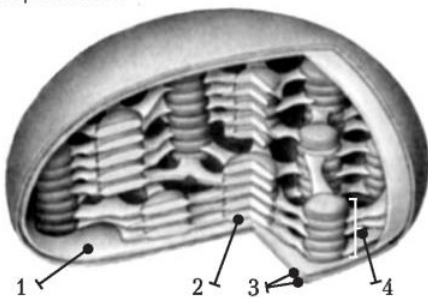
Мітохондрії



- 1 – зовнішня мембрана,
- 2 – ДНК,
- 3 – внутрішня мембрана,
- 4 – рибосоми,
- 5 – кристи

Пластиди (тільки у рослин)

Хлоропласти



- 1 – строма,
- 2 – тилакоїд,
- 3 – подвійна мембрана,
- 4 – грана

Пластиди

Хлоропласти – пластиди зеленого кольору.

Складаються з двох мембран:

- зовнішньої – гладенької;
- внутрішньої – утворює вирости – **тилакоїди** (як монетки), що об'єднуються в грани; містять пігмент хлорофіл та ферменти, необхідні для здійснення фотосинтезу; грани з'єднані **ламелами**.

Внутрішній простір хлоропластів – **строма** (рибосоми, молекули ДНК (плазмід), і-РНК, т-РНК, білки).

Функції: фотосинтез

Хромопласти – пластиди червоного та жовтого кольорів.

- внутрішня система мембран відсутня або представлена окремими тилакоїдами (пігменти каротиноїди).

Функції: надають певного забарвлення органам рослин.

Лейкопласти – безбарвні пластиди.

- внутрішня система мембран утворена окремими тилакоїдами.

Функції: накопичення запасу поживних речовин.

!!! Пластиди одного типу здатні перетворюватися на пластиди іншого:

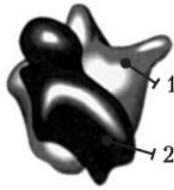
- лейкопласти клітин бульб картоплі → хлоропласти (позеленіння бульб);
- зелені листки → жовті, багряні листки;
- зелені помідори → жовті, червоні плоди.

!!! **Мітохондрії, пластиди** – напівавтономні органели:

- мають власний генетичний матеріал (плазмід);
- мають рибосоми → синтез власних білків;
- розмножуються поділом.

Немембранні органели

Рибосоми



1 – велика субодина,
2 – мала субодина

Рибосоми

Рибосоми – сферичні або грибоподібні органели; складаються з малої та великої субодинаць (білки + р-РНК).

- субодинаць утворюються в ядрі.

Функції: синтез білків.

Клітинний центр (центросома) (відсутній у клітинах вищих рослин)



Клітинний центр (центросома)

Клітинний центр – органела, що складається з двох центріол.

- центріолі складаються з мікротрубочок.

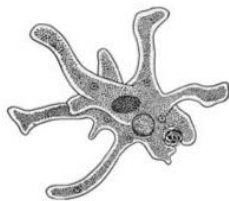
Функції:

- утворюють веретено поділу під час поділу клітини (кожна центріола потрапляє до однієї з дочірніх клітин; подвоюються в період між поділами шляхом самозбирання);

- беруть участь у формуванні мікротрубочок цитоплазми, джгутиків і війок

Органели руху

Псевдоніжки (псевдоподії)



Псевдоніжки (псевдоподії)

Псевдоніжки – непостійні вирости цитоплазми клітин деяких одноклітинних (амеб, фораменіфер, радіолярій) або багатоклітинних тварин (лейкоцити).

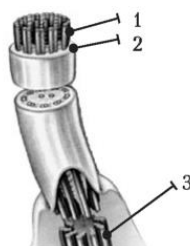
- в їх утворенні беруть участь мікрофіламенти, шари цитоплазми.

Функції:

- активний рух;

- участь у фагоцитозі.

Джгутики та війки



1 – мікротрубочка,
2 – плазматична мембрана,
3 – базальне тільце

Джгутики та війки

Джгутики і війки – вирости цитоплазми, вкриті плазматичною мембраною; є в одноклітинних організмів (хламідомонада, вольвокс, евглена, інфузорії) та багатоклітинних (сперматозоїди тварин, клітини епітелію дихальних шляхів).

Складаються з:

- периферичних 9 комплексів мікротрубочок (в кожному комплексі по 2 мікротрубочки) → забезпечують рух;

- центральних двох мікротрубочок → опорна функція.

Частина джгутиків і війок, розташована в цитоплазмі – *базальне тільце* → з нього утворюються джгутики та війки.

Рух відбувається з використанням енергії АТФ.

Робота війок нагадує веслування, а джгутикам характерний обертовий або хвилеподібний рух.

Функції:

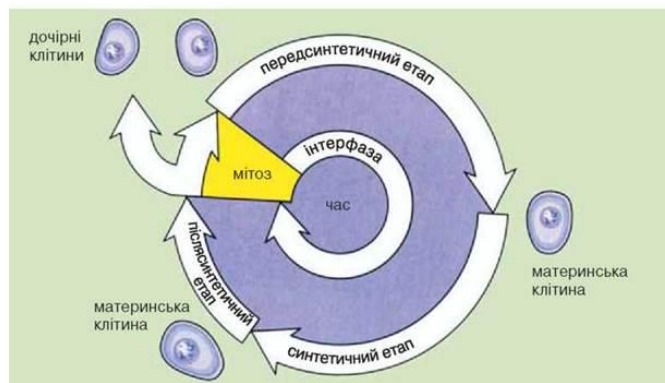
- активний рух;
- надходження частинок їжі до клітини (травні клітини гідри);
- чутлива функція (війчасті черви);
- захисна (війки епітелію носової порожнини).

Клітинний цикл

Клітинний цикл (життєвий цикл) – період життя клітини від її появи до наступного поділу (включаючи поділ) або загибелі.

Клітинний цикл складається з періодів поділу та проміжного періоду між поділами – інтерфази.

Інтерфаза (інтеркінез) - період між поділами, в якому відбуваються процеси росту, подвоєння молекул ДНК, синтезу білків та інших органічних сполук, ділення мітохондрій і пластид, розростання ендоплазматичної сітки тощо. Інтенсивно акумулюється енергія.



Інтерфаза:

- **пресинтетичний етап**
- **синтетичний етап** – інтенсивно відбуваються процеси біосинтезу, подвоєння ДНК, хроматид, центріолей, поділяються мітохондрії, пластиди
- **постсинтетичний етап**

Мітоз — поділ ядра, при якому відбувається рівномірний розподіл спадкового матеріалу материнської клітини між двома дочірніми.

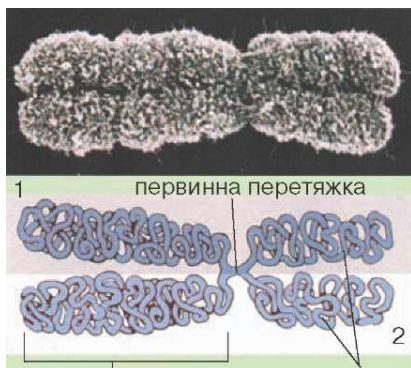
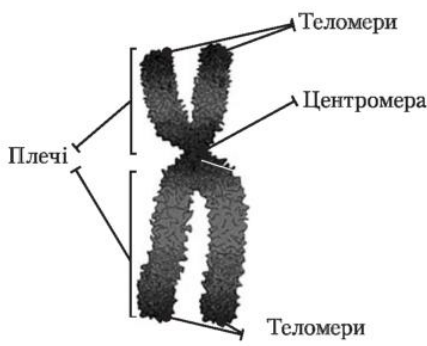
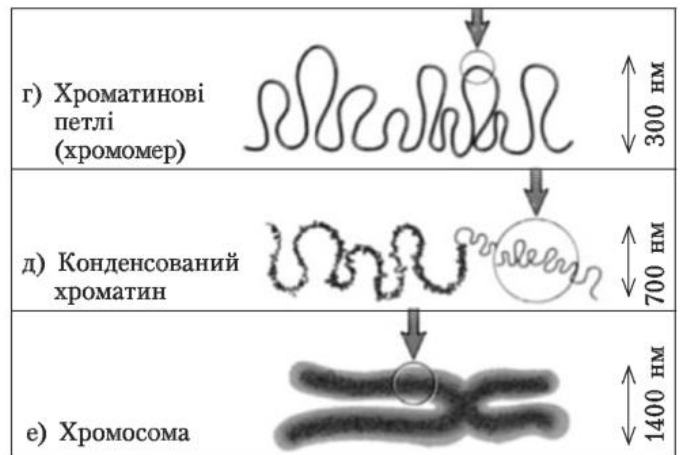
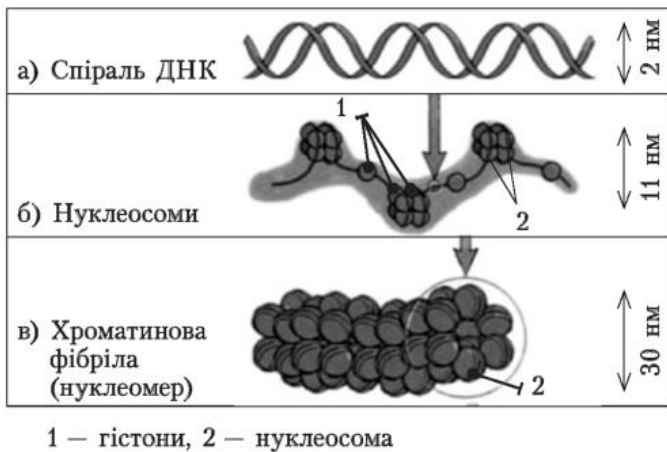
Мейоз — це особливий спосіб поділу клітин, у результаті якого кількість хромосом зменшується вдвічі й утворюються гаплоїдні клітини.

Порівняння процесів мітозу та мейозу

<i>Мітоз</i>	<i>Мейоз</i>
Мають однакові фази поділу	
Перед поділом відбуваються спіралізація і подвоєння молекул ДНК	
Відбувається в соматичних клітинах	При утворенні гамет
Один поділ	Два поділи, що змінюють один одного
У метафазі на екваторі клітини розміщуються подвоєні хромосоми	У метафазі I на екваторі клітини розміщуються пари гомологічних хромосом
Кон'югація хромосом і кросинговер відсутні	У профазі I гомологічні хромосоми кон'югують і можуть обмінюватися ділянками (кросинговер)
Між поділами відбувається подвоєння хромосом	Між першим і другим поділами немає подвоєння хромосом
Утворюються дві дочірні клітини з диплоїдним набором хромосом (2n)	Утворюються чотири клітини з гаплоїдним набором хромосом (n)
Забезпечує генетичну сталість, ріст, безстатеве розмноження, регенерацію, індивідуальний розвиток	Забезпечує статеве розмноження, генетичну мінливість

Хромосоми

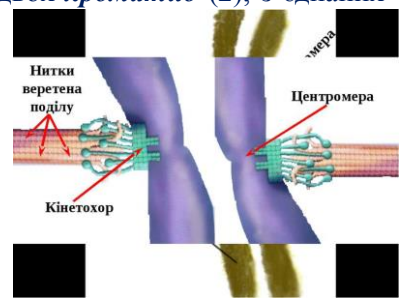
➤ Рівні структурної організації хромосом



! Нуклеосома – структура, що складається з 8 білків-гістонів і накрученої на них нитки ДНК.

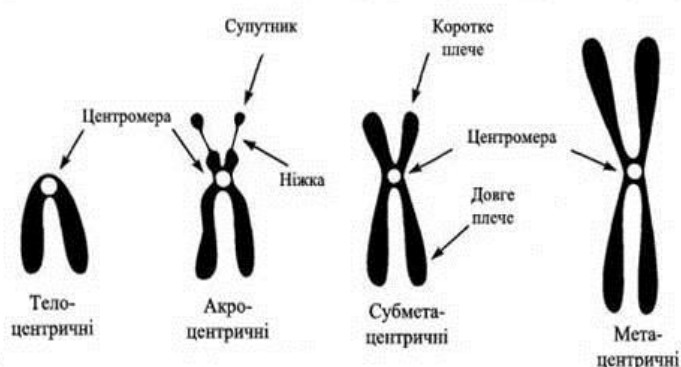
➤ Особливості будови мітотичних хромосом

- кожна хромосома складається з двох **хроматид** (2), з'єднаних між собою **первинною перетяжкою**, що розділяє хромосоми на дві ділянки – **плечі**;
- **центромера** – ділянка хромосоми в первинній перетяжці, що з'єднує сестринські хроматиди між собою;
- **кінетохори** – білкові структури центромери, до яких приєднуються нитки веретена поділу;
- деякі хромосоми мають і **вторинну перетяжку**, де розташовані гени, що відповідають за утворення ядерців;
- **теломера** – ділянка ДНК, що складається із великого числа повторів, розташованих на кінці лінійної хромосоми; основна роль теломер – захист ДНК;
- залежно від розміщення центромери хромосоми бувають: **рівноплечими (метацентричними)**, **нерівноплечими (субметацентричними)**, **різконерівноплечими (ацентричними)** та **телоцентричними** (як результат відриву одного плеча, коли центромера розташована на кінці хромосоми; в нормальному каріотипі такі хромосоми не зустрічаються).



Каріотип - сукупність хромосом еукаріотичної клітини; типова для даного виду.

Хромосомний набір характеризується кількістю, розміром та формою хромосом.



!!!

- у профазі мітозу хромосоми спіралізуються, скорочуються й потовщуються; хроматиди відходять одна від одної, залишаючись з'єднаними тільки центромерами;
- метафазні хромосоми мають Х-подібну форму, складаються з двох хроматид, кінці яких розійшлися;
- в анафазі кожна хромосома розділяється на окремі хроматиди, які називаються «дочірніми хромосомами»; вони мають вигляд паличок, зігнутих у місці первинної перетяжки.

МІТОЗ (каріокінез, непрямий поділ)

Складається з чотирьох послідовних фаз: профазі, метафазі, анафазі і телофазі; триває від кількох хвилин до 2-3 годин.



Профаза: відбувається спіралізація хромосом, зникають ядерна оболонка та ядерце, утворюється веретено поділу; з'являється сітка мікротрубочок (*найдовша стадія*).



Метафаза: завершуються процеси спіралізації хромосом і формування веретена поділу; кожна хромосома прикріплюється центромерою до мікротрубочки веретена й прямує до центральної частини клітини; центромери хромосом розміщуються на рівних відстанях від полюсів клітини; хроматиди відокремлюються одна від одної.

! **Метафазна пластинка** – згруповані на екваторі в одній площині хромосоми (*їх можна порахувати*).



Анафаза: відбувається поділ центромер і розходження хроматид до різних полюсів клітини; біля кожного полюса збирається диплоїдний набір хромосом.



Телофаза: відбувається деспіралізація хромосом, навколо скупчень хроматид утворюється ядерна оболонка, з'являються ядерця; дочірні ядра набувають вигляду інтерфазних; цитоплазма материнської клітини ділиться (**цитокінез**) → утворюються дві дочірні клітини.

Дочірні клітини

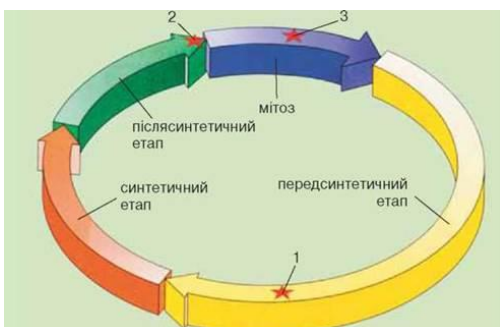


Утворюються дві дочірні клітини з диплоїдним набором хромосом

!!! **Біологічний сенс мітозу** – збереження сталості каріотипу багатоклітинного організму і виду в цілому під час нестатевого розмноження (ділення ядра клітини на два дочірніх ядра, кожне з яких має той же набір генів, що й материнська клітина)

Загибель клітин

- **некроз** (незапланована загибель клітини) – процес, внаслідок якого відбувається ушкодження (порушення проникності) плазматичної мембрани, необоротні зміни насамперед ядра і мітохондрій, що призводить до припинення їхніх функцій (інфаркт міокарда (*відмирання міоцитів серця*))
- **апоптоз** (запланована загибель клітини) – процес, обумовлений спадковою запрограмованістю тривалості життя клітин (внаслідок старіння гинуть клітини, які втрачають здатність до поділу (нейрони, еритроцити, ситоподібні трубки)).



Регуляція клітинного циклу

Всі етапи клітинного циклу підлягають гуморальній регуляції → **«контрольні пункти»** (де у разі помилок, він може бути зупинений):

- наприкінці передсинтетичного етапу;
- наприкінці післясинтетичного етапу;
- у завершальній частині метафазі.

МЕЙОЗ (редукційний поділ)

Профаза I



Профаза I: починається спіралізація хромосом, однак хроматиди кожної з них не розділяються. Гомологічні хромосоми зближуються, відбувається **кон'югація**. Під час кон'югації може спостерігатися процес **кросинговеру**, під час якого гомологічні хромосоми обмінюються певними ділянками. Унаслідок кросинговеру утворюються нові комбінації різних станів певних генів. Через певний час гомологічні хромосоми починають відходити одна від одної. Зникають ядерця, руйнується ядерна оболонка й починається формування веретена поділу

Метафаза I



Метафаза I: нитки веретена поділу прикріплюються до центромер гомологічних хромосом – **метафазна пластинка**

Анафаза I



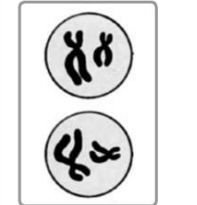
Анафаза I: **гомологічні хромосоми** відділяються одна від одної і рухаються до протилежних полюсів клітини. Центромери окремих хромосом не розділяються, і кожна хромосома складається з двох хроматид. Біля кожного з полюсів клітини збирається половинний (гаплоїдний) набір хромосом

Телофаза I



Телофаза I: формується ядерна оболонка. У тварин і деяких рослин хромосоми деспіралізуються, і здійснюється поділ цитоплазми

Інтерфаза



Інтерфаза: внаслідок першого поділу виникають клітини або лише ядра з диплоїдним набором хромосом. Інтерфаза між першим і другим поділами скорочена, **молекули ДНК у цей час не подвоюються!!!**

Профаза II



Профаза II: спіралізуються хромосоми, кожна з яких складається з двох хроматид, зникають ядерця, руйнується ядерна оболонка, центріолі переміщуються до полюсів клітин, починає формуватися веретено поділу. Хромосоми наближуються до екваторіальної пластинки

Метафаза II



Метафаза II: завершуються спіралізація хромосом і формування веретена поділу. Центромери хромосом розташовуються в один ряд уздовж екваторіальної пластинки, до них приєднуються нитки веретена поділу – **метафазна пластинка**

Анафаза II



Анафаза II: діляться центромери хромосом, і **хроматиди** розходяться до полюсів клітини завдяки вкороченню ниток веретена поділу



Телофаза II: хромосоми деспіралізуються, зникає веретено поділу, формуються ядра та ядерна оболонка. Відбувається поділ цитоплазми

Утворюються чотири клітини з гаплоїдним набором хромосом

!!! **Біологічний сенс мейозу** – забезпечує статеве розмноження, генетичну мінливість

ОБМІН РЕЧОВИН ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ В КЛІТИНІ

Обмін речовин (метаболізм)

Обмін речовин - надходження в організм поживних речовин із навколишнього середовища, їх перетворення та виведення з організму кінцевих продуктів обміну (живлення, дихання, виділення)

Обмін речовин

Пластичний обмін (асиміляція, анаболізм)

- сукупність реакцій біосинтезу

- енергія витрачається



Енергетичний обмін (дисиміляція, катаболізм)

- сукупність реакцій розпаду речовин

- енергія поглинається



Типи організмів за джерелами енергії та речовин



ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ОБМІН

Етапи енергетичного обміну:

I. Підготовчий

- відбувається в шлунково-кишковому тракті, у цитоплазмі клітин, де складні речовини розщеплюються на прості:

білки → амінокислоти

полісахариди → моносахариди (глюкоза)

жири → гліцерин і жирні кислоти

!!! Енергія розсіюється у вигляді тепла

II. Безкисневий (анаеробний, гліколіз, неповне розщеплення):

- відбувається на внутрішньоклітинних мембранах гіалоплазми за участі ферментів

- **гліколіз** – безкисневе

розщеплення глюкози:

- + **200 кДж** (80 кДж акумулюється в АТФ, 120 розсіюється у вигляді тепла)

Гліколіз:



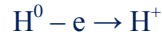
III. Кисневий (аеробний, тканинне дихання)

- відбувається на мембранах мітохондрій

- кінцевий продукт гліколізу – молочна кислота проникає в мітохондрії і там руйнується під впливом ферментів - **цикл Кребса**: суть перетворень полягає у ступінчастому декарбокислюванні й дегідруванні пірвіноградної кислоти, під час яких утворюються АТФ, НАДН і ФАДН₂ :



- CO₂↑ виділяється в навколишнє середовище, а атоми Гідрогену переносяться в мембрану і окислюються під впливом ферментів:



Електрони і протони підхоплюються молекулами-переносниками (НАД⁺ і ФАД⁺) і переправляються:
- електрони на внутрішній бік мембрани, де вони сполучаються з молекулами кисню (електронно-транспортний ланцюг):



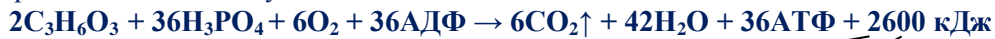
- катіони H⁺ переправляються на зовнішній бік мембрани (міжмембранний простір).

Отже, зовні на мембрані нагромаджуються протони H⁺, а зсередини нагромаджуються аніони O₂⁻, як результат зростає різниця потенціалів.

В деяких місцях мембрани є молекули ферменту (АТФ-синтетаза), який синтезує АТФ. У молекулі ферменту є канал, через який можуть пройти катіони H⁺. Це відбувається коли різниця потенціалів досягне критичного рівня (200 мВ). Протони проштовхуються через канал і взаємодіють з киснем, енергія використовується на синтез АТФ:



Сумарне рівняння цього етапу:

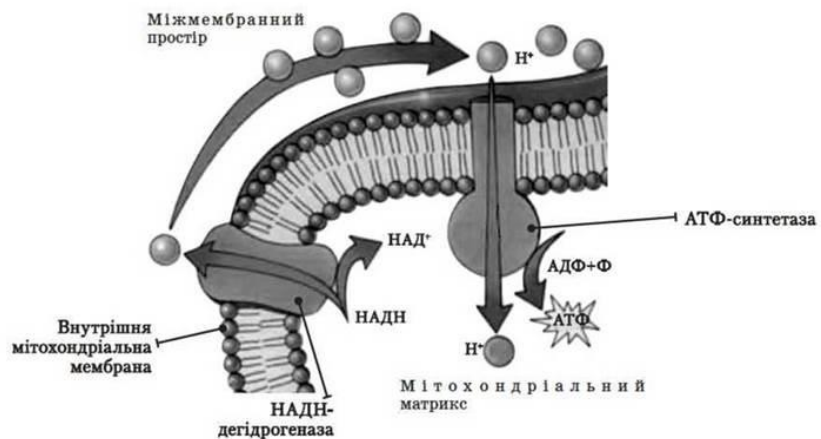
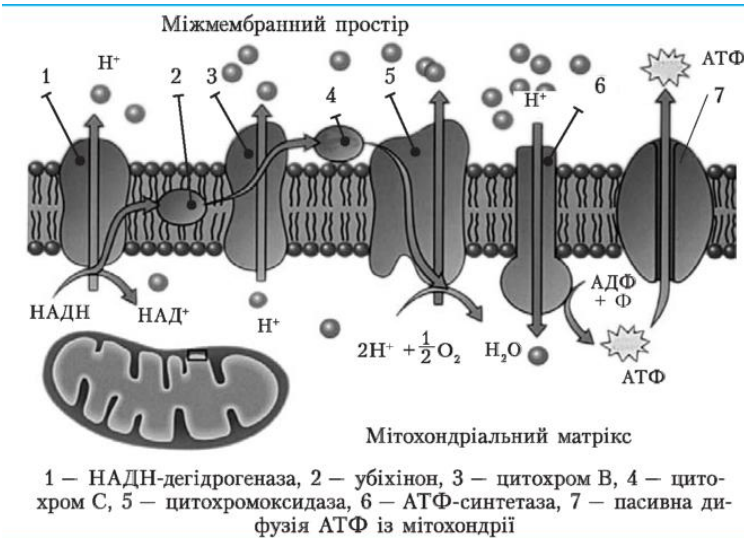
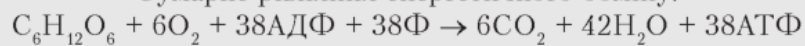


1440 (40x36) – акумулюється в АТФ

1160 кДж виділяється у вигляді тепла



Сумарне рівняння енергетичного обміну:



ПЛАСТИЧНИЙ ОБМІН

Генетичний код – принцип запису інформації на ДНК у вигляді послідовності нуклеотидів

Властивості генетичного коду

- триплетний – кожній амінокислоті відповідає трійка нуклеотидів ДНК (РНК) - *кодон*;
- однозначний – один триплет кодує лише одну амінокислоту;
- вироджений – одну амінокислоту можуть кодувати декілька різних триплетів;
- універсальний – єдиний для всіх організмів, які існують на Землі;
- не перекривається – кодони зчитуються один за одним, з однієї певної точки в одному напрямку (*один нуклеотид не може входити одночасно до складу двох сусідніх триплетів*);
- між генами існують «розділові знаки» – ділянки, які не несуть генетичної інформації, а лише відокремлюють одні гени від інших (спейсери).

!!!

- стоп-кодони - **УАА, УАГ, УГА** - означають припинення синтезу одного поліпептидного ланцюга;
- триплет **АУГ** визначає місце початку синтезу наступного.

Генетичний код										
		Другий нуклеотид								
		У		Ц		А		Г		
Перший нуклеотид	У	УУУ	Фен	УЦУ	Сер	УАУ	Тир	УГУ	Цис	У
		УУЦ		УЦЦ		УАЦ		УГЦ		Ц
		УУА	Лей	УЦА		УАА	Стоп*	УГА	Стоп*	А
		УУГ		УЦГ		УАГ	Стоп*	УГГ	Трп	Г
	Ц	ЦУУ	Лей	ЦЦУ	Про	ЦАУ	Гіс	ЦГУ	Арг	У
		ЦУЦ		ЦЦЦ		ЦАЦ		ЦГЦ		Ц
		ЦУА		ЦЦА		ЦАА	Глі	ЦГА		А
		ЦУГ		ЦЦГ		ЦАГ		ЦГГ		Г
	А	АУУ	Лей	АЦУ	Тре	ААУ	Асн	АГУ	Сер	У
		АУЦ		АЦЦ		ААЦ		АГЦ		Ц
		АУА	Мет	АЦА		ААА	Ліз	АГА	Арг	А
		АУГ		АЦГ		ААГ		АГГ		Г
	Г	ГУУ	Вал	ГЦУ	Ала	ГАУ	Асп	ГГУ	Глі	У
		ГУЦ		ГЦЦ		ГАЦ		ГГЦ		Ц
		ГУА		ГЦА		ГАА	Глу	ГГА		А
		ГУГ		ГЦГ		ГАГ		ГГГ		Г

Етапи біосинтезу білка:

I. Транскрипція – передача інформації (переписування) про структуру білка з молекули ДНК на і-РНК (відбувається в ядрі):

фермент РНК-полімераза розщеплює подвійний ланцюг ДНК і на одному з ланцюгів за принципом комплементарності синтезує молекулу про-і-РНК. За допомогою спеціальних ферментів про-і-РНК перетворюється в активну форму і-РНК, яка надходить з ядра до цитоплазми клітини

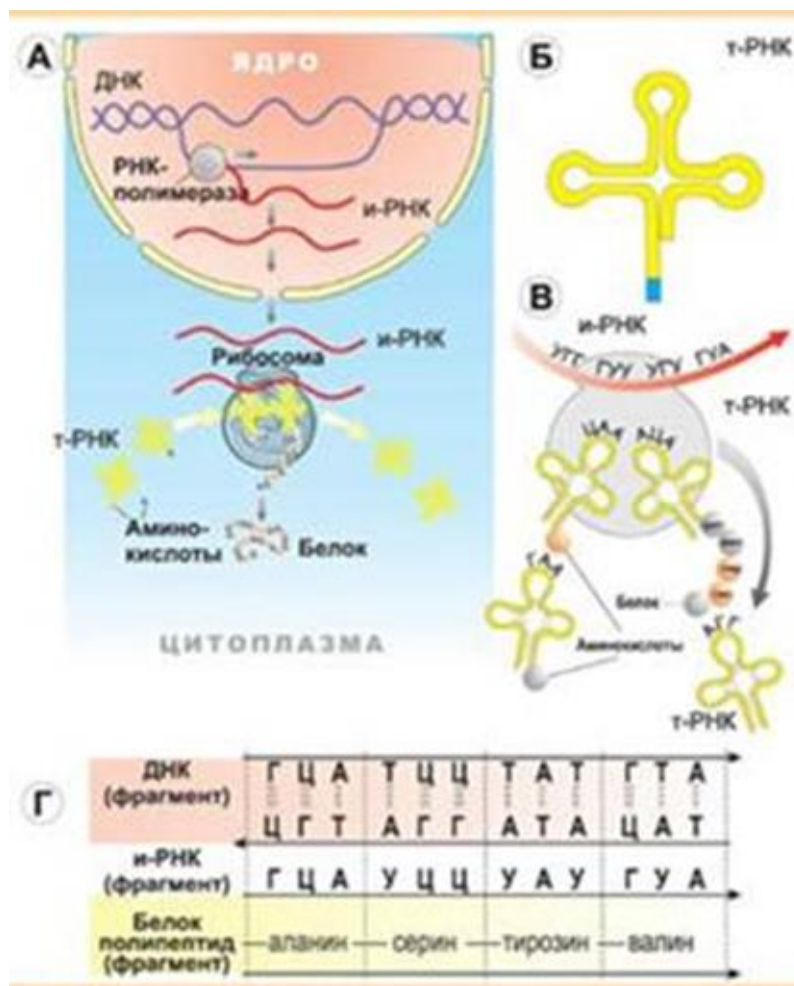
II. Активація амінокислот - приєднання амінокислот за допомогою ковалентного зв'язку до певної т-РНК. Т-РНК транспортує амінокислоти до місця синтезу білка (відбувається в цитоплазмі):

- кожній з 20 амінокислот відповідає певна т-РНК;
- у молекулі т-РНК є дві важливі ділянки: до однієї з них прикріплюється відповідна амінокислота, а інша містить триплет нуклеотидів (*антикодон*), що відповідає коду даної амінокислоти в молекулі і-РНК (*кодону*).



III. Трансляція (відбувається в рибосомах): під час синтезу білка рибосома насувається на ниткоподібну молекулу і-РНК таким чином, що і-РНК опиняється між її двома субодинамиціями. У рибосомі є особлива ділянка — функціональний центр. Його розміри відповідають довжині **двох триплетів**, тому в ньому водночас перебувають два сусідні триплети і-РНК. В одній частині функціонального центру антикодон т-РНК пізнає кодон і-РНК, а в іншій — амінокислота звільнюється від т-РНК. Коли рибосома досягає стоп-кодону, синтез білкової молекули завершується: **ініціація** → **елонгація** → **термінація**.

IV. Утворення вторинної і третинної структури білкової молекули (цитоплазма, ЕПС)



ФОТОСИНТЕЗ

Фотосинтез – процес утворення органічних речовин (глюкози) з неорганічних (води, вуглекислого газу) на світлі в хлорофілових зернах з виділенням кисню.

Фази фотосинтезу:

I. Світлова фаза (відбувається на мембранах тилакоїдів хлоропластів за наявності світла): енергія світла (фотони) збуджують молекули хлорофілу. Суть цього в тому, що електрони атома Магнію в молекулі хлорофілу переходять на більш високий енергетичний рівень, маючи потенціальну енергію. Частина з них зразу повертається на своє місце, випромінюючи енергію хімічним сполукам для фотохімічної роботи.

При цьому відбувається:

- **перетворення енергії** електронів на енергію АТФ – фосфорилування:



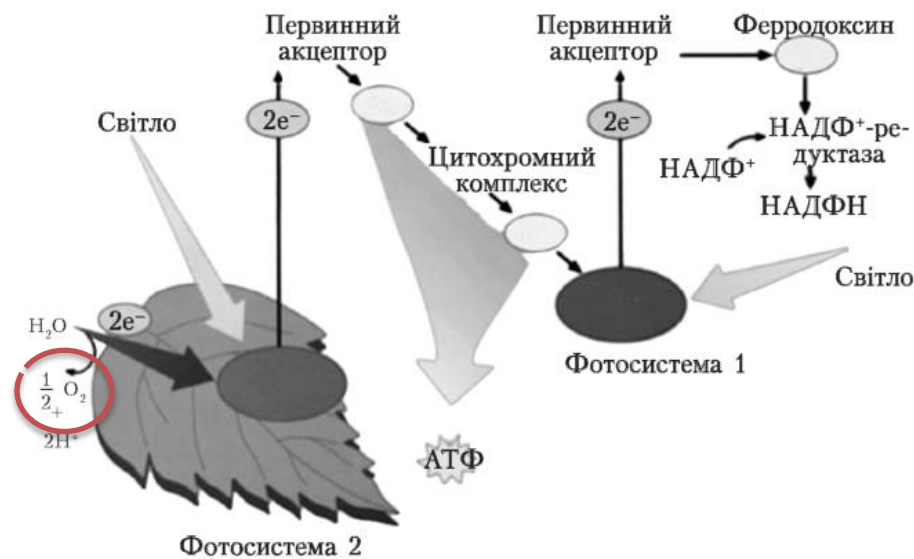
- фотоліз води (руйнування молекул води):



Іони H^+ перетворюються на Гідроген, який використовується у реакціях фотосинтезу: $\text{H}^+ + \bar{e} \rightarrow \text{H}$

Гідроксильні йони, взаємодіючи між собою, утворюють кисень, воду й вільні електрони: $4\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\bar{e}$

- передача енергії електронам для відновлення універсального біологічного переносника (акцептора) Гідрогену НАДФ⁺ (нікотин-амід-аденін-динуклеотид-фосфат). При поглинанні енергії НАДФ⁺ приєднує два атоми водню і перетворюється на **НАДФ•Н** (відновлена сполука).



!!! Під час світлової фази в навколишнє середовище виділяється **O₂**; утворюються **НАДФ•Н** та **АТФ**, необхідні для синтезу глюкози у темновій фазі

II. Темнова фаза (відбувається у стромі хлоропластів; на світлі і в темряві): за наявності **CO₂**, який надходить у хлоропласти із зовнішнього середовища), сполук **НАДФ•Н** та енергії **АТФ** відбувається приєднання Гідрогену до CO₂.

Через ряд реакцій за участю ферментів (цикл Кальвіна) утворюються різноманітні сполуки (відбувається фіксація атома Карбону CO₂ для будови глюкози):



- для синтезу 1 молекули глюкози потрібні 12 молекул НАДФ•Н та 18 молекул АТФ, які утворюються під час фотохімічних реакцій фотосинтезу;
- глюкоза, що утворюється в циклі Кальвіна, потім може розщеплюватися до пірувату і надходити до циклу Кребса.

Хемосинтез

Хемосинтез — процес утворення органічних речовин живими організмами з вуглекислого газу та інших неорганічних речовин без участі світла. Здійснюється за рахунок енергії, яка виділяється при окисненні неорганічних речовин. Властивий певним видам бактерій.

Хемосинтезуючі мікроорганізми мають за енергетичні ресурси сірководень, сірку, амоніак, нітритну кислоту тощо. Хемосинтез відіграє у природі велику роль, завдяки йому відбуваються такі важливі процеси, як нітрифікація, окиснювання сірководню в морях, перетворення сполук заліза тощо.

Корисні посилання до теми «Клітина»:

<http://narodna-osvita.com.ua/580-klinniy-rven-organizacyi-zhittya.html>