

## Додаткові матеріали до розділу 1, тема 1.3 «Структура та функціонування еукаріотичних клітин», словничок до теми

### *Історія вивчення клітини*

Світ клітин, невидимий неозброєним оком, залишався повністю невідомим до середини XVIII століття, поки люди не навчилися шліфувати лінзи і використовувати їх для розширення можливостей зору.

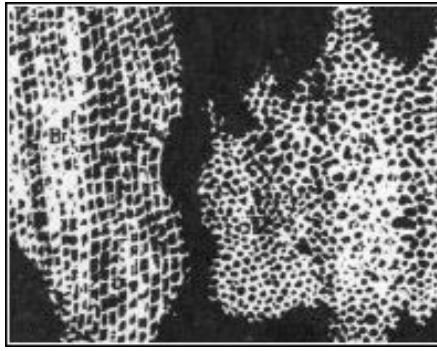
Одним із перших творців мікроскопа був англієць Роберт Гук – фізик, метеоролог, біолог, інженер, архітектор, один зі найчудовіших представників свого часу. У 1665 році він опублікував альбом малюнків під назвою «Мікрографія», у якому були представлені його спостереження під мікроскопом. Серед них був і тонкий зріз пробкової тканини дерева, структура якого нагадувала стільники, чітке і правильне розташування «мікроскопічних пор» або «клітин». Гук використовував слово «клітина» в його справжньому значенні, маючи на увазі маленькі камери на зразок чернечих келій. Це слово закріпилося в науці, набувши зовсім іншого значення.



*Роберт Гук*



*Мікроскоп Гука*



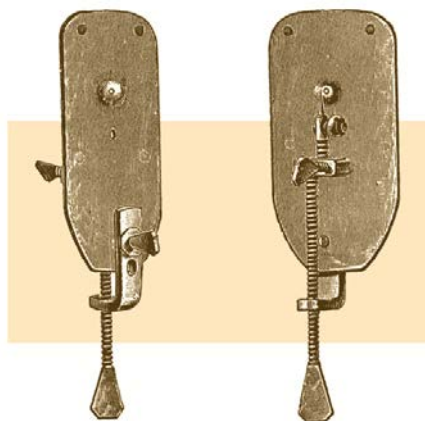
*Клітинні стінки рослин, які Роберт Гук побачив під мікроскопом*

Одним з обдарованих сучасників Роберта Гука був голландець Антоні ван Левенгук, який створив понад двісті мікроскопів за власними особливими конструкціями. Вони склалися з невеликої скляної кульки, вставленої в мідну пластинку. Тримаючи таке пристосування близько до ока і розглядаючи через кульку різні предмети, укріплені на кінчику голки, Левенгук зміг домогтися збільшення об'єктів у 270 разів і зробив чудові відкриття.

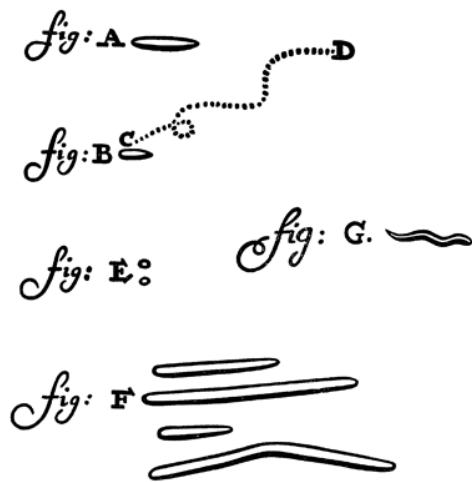
Дивовижно, що Левенгуку вдалося побачити навіть бактерії, які він замалював з такою точністю, що фахівці і зараз можуть їх розпізнати.



*Антоні ван Левенгук*



*Мікроскоп Левенгука*



*Малюнки Левенгука. Такими він побачив бактерії*

У 1827 році італійському фізику Джованні Батісте Амічі вдалося виправити основні оптичні аберації лінз. Р. Броун у 1833 році відкрив у клітині ядро. Після 1825 року Я. Пуркінє розробив ефективні методики приготування і забарвлення препаратів для мікроскопічної техніки.

Збільшення чіткості зображення мало такі важливі наслідки, що вже через кілька років можна було сформулювати загальну теорію, згідно з якою всі рослини і тварини складаються з одного або більше елементів – клітин. Ця клітинна теорія була запропонована для рослин у 1837 році німецьким ботаніком Маттіасом Шлейденом і поширена на тваринний світ його другом, фізіологом Теодором Шванном. Трохи пізніше її доповнив патолог Рудольф Вірхов, який у 1858 році сформулював положення «Кожна клітина походить з попередньої клітини».



*Маттіас Шлейден*



*Теодор Шванн*



*Рудольф Вірхов*

У середині XIX століття **клітинна теорія** стала загальновизнаною і стала основою для науки про клітину – цитології. До кінця XIX століття були відкриті різні компоненти клітини. Науковці описали їх і дали їм назви. З часом, однак, дослідники зіткнулися з перешкодою, яка була обумовлена законами фізики. Навіть за допомогою вельми досконалих мікроскопів не можна було побачити ті деталі клітини, розміри яких були менше половини довжини хвилі світла (тобто менше 0,25 мкм). У світі клітин такі розміри є звичайними. Але уявіть собі, що в навколишньому світі, який нас оточує, ми не можемо розрізняти предмети, менші за 25 см. Як багато раптом зникне, ставши невидимим!

У 1945 році цитологи вперше заглянули в клітину за допомогою електронного мікроскопа і побачили багато невідомих раніше структур.

Вирішальна роль у розвитку цитології належить новим відкриттям в інших науках, зокрема у фізиці. Прогрес у цитології був неможливий до появи нових технічних засобів, наприклад електронного мікроскопа.



*Електронний мікроскоп*



*Цифровий мікроскоп*

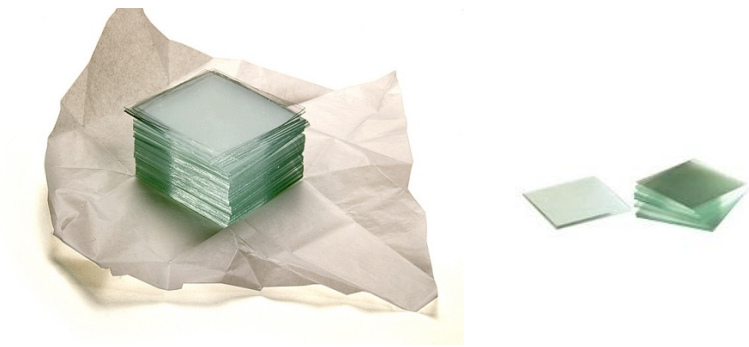


*Скануючий електронний мікроскоп*

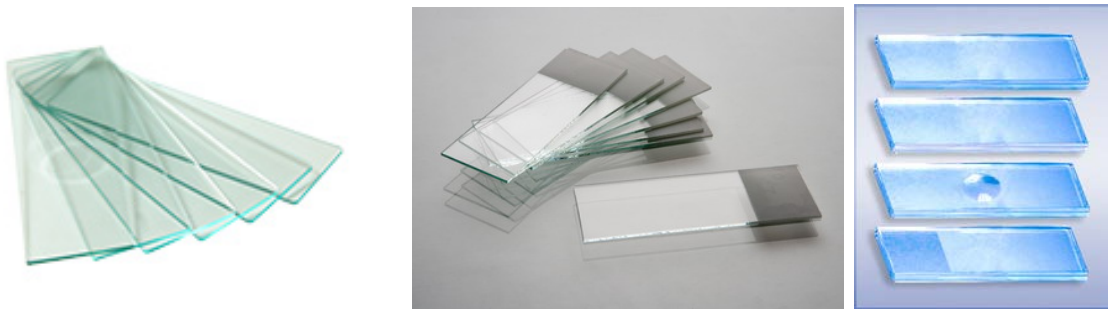
### **Методи цитологічних досліджень**

Основним методом, яким користуються цитологи, є **метод світлової мікроскопії**. Він передбачає використання світлового мікроскопа, але подивитися під світловим мікроскопом можна не все що завгодно, а тільки спеціально приготовлені препарати. Для приготування препаратів цитологи використовують покривні і предметні стекла і спеціально підготовлені об'єкти, які можна розглядати. Головне, що необхідно, – це отримати один шар клітин, так, щоб вони пропускали світло і їх структури можна було б побачити в мікроскоп. Найчастіше ці структури безбарвні, тому їх необхідно ще й фарбувати спеціальними барвниками, щоразу різними, залежно від того, які структури ми хотіли б побачити.

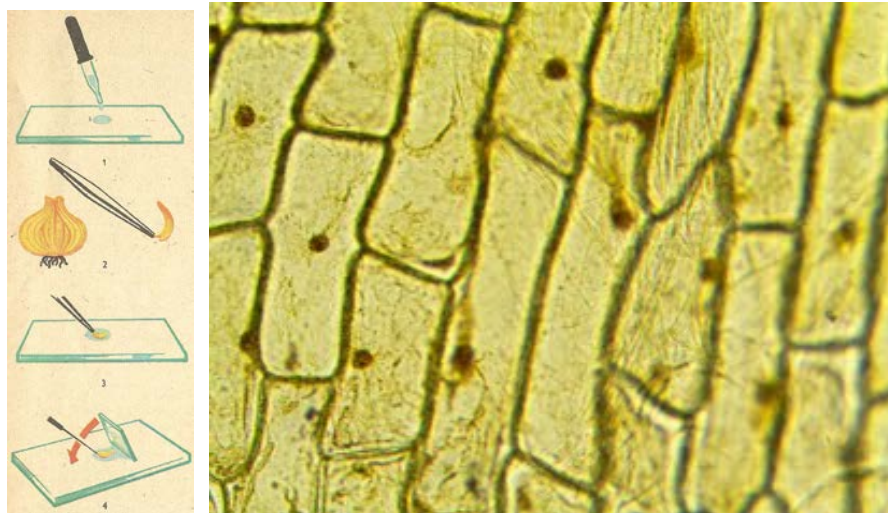




*Покривне скло*



*Предметне скло*



*Приготування препарату клітин шкірки цибулі і те, що можна побачити, розглядаючи його під мікроскопом*

Є два методи приготування препаратів. Перший метод передбачає, що досліджуваний об'єкт просто розчавлюється в один шар клітин між

предметним і покривним склом, а другий метод – приготування тонких зрізів таким чином, щоб зріз складався з одного шару клітин. Для приготування таких тонких зрізів є спеціальні прилади – ультрамікротоми.



*Ультрамікротом*

Обидва методи припускають, що ми вивчаємо вже неживі клітини. Обидва методи дозволяють зробити як тимчасові препарати, які можна розглядати протягом декількох днів, так і постійні препарати, що можуть зберігатися довгі роки (їх заливають спеціальним бальзамом).

Для вивчення живих клітин використовують **метод фазово-контрастної мікроскопії**. Він заснований на тому, що окремі ділянки клітини хоч і мало, але все ж відрізняються одна від одної за щільністю і світлозаломленням. Є прилади, які допомагають цю різницю вловити і представити нашому оку світло-темне контрастне зображення незабарвленого живого об'єкта.

**Диференційне центрифугування** є методом отримання окремих клітинних компонентів для наступного біохімічного аналізу, який враховує їх *різну щільність*. Оскільки *різні клітинні компоненти мають різну щільність*, то під час дуже швидкого обертання в спеціальному приладі – ультрацентрифугі – вони випадають в осад, розташовуючись шарами відповідно до своєї щільності. Щільніші компоненти осідають за більш низьких швидкостей центрифугування, а менш щільні – за більш високих

швидкостей. Ці шари можна відокремлювати і вивчати за допомогою інших біохімічних методів.

Вивчаючи живі клітини, застосовують також **метод флуоресцентної мікроскопії**. Зміст його полягає в тому, що багато речовин мають здатність світитися в процесі поглинання ними світлової енергії. Наприклад, якщо у флуоресцентний мікроскоп розглядати клітини рослин, то на темно-синьому тлі буде видно червоні зерна, що яскраво світяться, – це хлоропласти.

**Авторадіографія (метод мічених атомів)** – це метод вивчення розподілу радіоактивних речовин в досліджуваному об'єкті, заснований на фотографічній реєстрації випромінювання, що ними випускається.

В цьому методі використовуються *мічені атоми* – атоми, які відрізняються від інших атомів того ж хімічного елемента радіоактивністю або вагою. Молекули з міченими атомами додають у клітини, що дає можливість прослідкувати шлях або швидкість перетворення таких молекул у хімічних процесах.

**Метод електронної мікроскопії** відкрив для цитологів ті структури клітини, які мають розміри, менші за довжини світлової хвилі. Завдяки цьому методу з'явилася можливість розглянути віруси і рибосоми – органели, які слугують для біосинтезу білка.

Цитологи можуть також отримувати і вивчати різні компоненти клітини за допомогою фракціонування клітин. Клітину спочатку руйнують, а потім виділяють клітинні структури, використовуючи спеціальний прилад – центрифугу. Виділені органели клітин можна вивчати за допомогою інших біохімічних методів.





## *Різні центрифуги*

Сучасна клітинна інженерія може створювати клітини нового типу на основі їх гібридизації, реконструкції і культивування. Клітинна інженерія є одним з основних методів біотехнології.

**Метод використання культури клітин** – це метод тривалого збереження і вирощування в спеціальних поживних середовищах клітин, тканин, невеликих органів або їх частин, виділених з організму людини, тварин або рослин. Важливою перевагою цього методу є можливість спостереження за життєдіяльністю клітин за допомогою мікроскопа. Методи культури клітин знайшли широке застосування для реконструкції різних тканин і органів.



*Пробірки для вирощування клітинних культур*

## ***Значення цитологічних методів в діагностиці захворювань людини***

Цитологічні методи використовуються в медицині для дослідження фізіологічного стану організму людини на підставі вивчення морфології клітин. Вони застосовуються для виявлення хвороб крові, розпізнавання злоякісних і доброякісних пухлин, розпізнавання багатьох захворювань органів дихання, травлення, сечовиділення, нервової системи та оцінки результатів їх лікування.

Один із розділів клітинної медицини присвячений вивченню стовбурових клітин. Стовбурові клітини здатні до самооновлення і розвитку в спеціалізовані клітини організму. У дорослому організмі стовбурові

клітини знаходяться, в основному, у кістковому мозку і в дуже невеликих кількостях у всіх органах і тканинах.

Оскільки стовбурові клітини можуть перетворюватися на будь-які клітини організму залежно від того, де вони осідають, то їх можна використовувати для лікування багатьох захворювань і розладів. Наприклад, ембріональні стовбурові клітини можна використовувати як джерело імунних клітин, здатних атакувати і знищувати ракові клітини, а також, можливо, боротися з різними інфекціями.

### **Будова клітин прокаріотів і еукаріотів**

Відомо, що клітини є дуже різноманітними. Їх різноманітність настільки велика, що спочатку, розглядаючи клітини в мікроскоп, науковці не помічали в них схожих рис і властивостей. Але потім виявили, що за всім різноманіттям клітин криється їх принципова єдність, загальні, характерні для них прояви життя. У чому ж клітини однакові?

Вміст будь-якої клітини відокремлений від зовнішнього середовища особливою структурою – плазматичною мембраною (плазмалемою). Ця відокремленість дозволяє створювати всередині клітини абсолютно особливе середовище, не схоже на те, яке її оточує. Тому у клітині можуть здійснюватися процеси, не притаманні неживій природі. Їх називають **процесами життєдіяльності**.

Внутрішнє середовище живої клітини, обмежене зовнішньою мембраною, називається цитоплазмою (від грецьк. *Κύτος* – «клітина» і *πλάσμα* – «вміст»). **Цитоплазма** містить гіалоплазму – основну прозору речовину, клітинні органели, а також різні непостійні структури – включення.

**Органелами** називаються постійно присутні структури клітини, які мають певну будову, місце розташування і виконують певні функції. Органели, які постійно присутні у всіх клітинах, отримали назву органел загального значення. Інші органели присутні тільки в деяких клітинах у

зв'язку з виконанням певних специфічних для даних клітин функцій. Такі органели називаються органелами спеціального значення. Органели цитоплазми за принципом своєї будови поділяються на дві групи: мембранні та немембранні.

**Включення** цитоплазми – це необов'язкові компоненти клітини, які виникають і зникають залежно від стану клітин. Розрізняють включення трофічні, секреторні, екскреторні і пігментні.

До **трофічних включень** відносяться крапельки нейтральних жирів, які можуть накопичуватися і використовуватися за необхідності. Іншим видом включень резервного характеру є глікоген – полісахарид, який теж може відкладатися в гіалоплазмі.

**Секреторні включення** – утворення різних розмірів, що містять біологічно активні речовини.

**Екскреторні включення** – це зазвичай продукти обміну речовин, що підлягають видаленню з клітини.

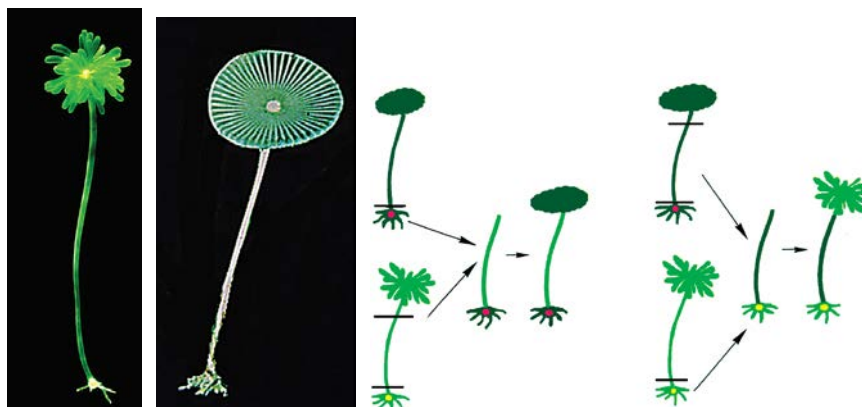
**Пігментні включення** можуть бути екзогенні (каротин, пилові частинки, барвники) і ендogenousні (гемоглобін, білірубін, меланін). Їх наявність у цитоплазмі може змінювати колір тканини, органу тимчасово або постійно.

В еукаріотичних клітинах є двомембранна органела – ядро.

**Ядро** – це найбільша органела еукаріотичної клітини, у якій зберігається спадкова інформація, записана в хромосомах.

Значення ядра як органели, яка містить спадкову інформацію, було встановлене експериментально. Німецький біолог Хаммерлінг продемонстрував найважливішу роль ядра в експериментах на одноклітинній морській водорості ацетабулярії. Різні види ацетабулярії відрізняються передусім будовою «шапочки». У середземноморської ацетабулярії, наприклад, «шапочка» кругла й увігнута, а в ацетабулярії Веттштейна вона розсічена на лопаті і схожа на квітку. Було проведено такий експеримент: ніжку без «шапочки» від середземноморської ацетабулярії пересадили на ризоїди ацетабулярії Веттштейна. Отримали «вегетативний гібрид». Він

швидко надбудував собі «шапочку», і вона виявилася розсіченою на лопаті. Це означало, що саме ядро визначає особливості будови «шапочки».



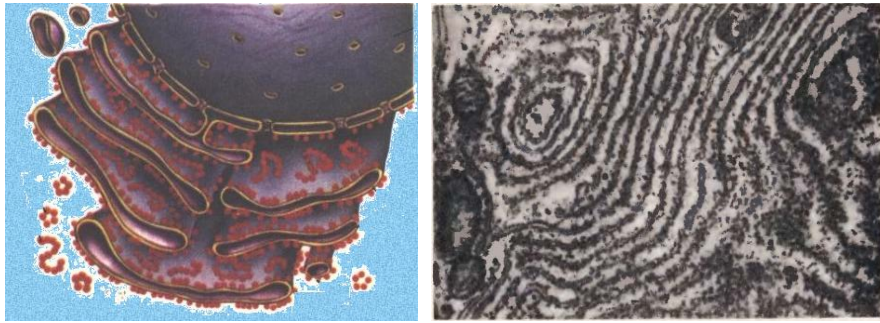
*Схема експерименту на одноклітинній морській водорості ацетабулярії*

Ядро бере участь у збереженні, передачі та реалізації спадкової інформації, а також у регулюванні процесів обміну речовин, що відбуваються у клітині. Саме в ядрі містяться хромосоми. Без'ядерна клітина не може довго існувати, і ядро також не здатне до самостійного існування, тому цитоплазма та ядро утворюють взаємопов'язану й взаємозалежну систему.

**Хромосома** – це гігантська молекула ДНК, інтегрована з білками. У ядрі є ядерце – місце, де утворюються рибосоми – органели, які беруть участь у синтезі білка. Рибосоми синтезуються у ядрі, а працюють, тобто синтезують білок, у цитоплазмі. Частина рибосом знаходиться в цитоплазмі, а частина прикріплюється до мембран, які утворюють мережу, що отримала назву ендоплазматичної сітки.

**Ендоплазматична сітка** – це мережа каналців, обмежених мембранами. Існує два типи ендоплазматичної сітки: зерниста, або гранулярна, на якій здійснюється синтез і транспорт білків, та незерниста, або агранулярна, на якій здійснюється синтез і транспорт вуглеводів та ліпідів. На гранулярній ендоплазматичній сітці розташовані рибосоми, саме тому на ній синтезуються білки.

Синтезовані білки спочатку накопичуються в каналах і порожнинах ендоплазматичної мережі, а потім транспортуються до органел і ділянок клітини, де вони споживаються.



*Рибосоми на мембранах гранулярної ендоплазматичної сітки*

Для синтезу білків, вуглеводів і жирів необхідна енергія, яку в еукаріотичній клітці виробляють енергетичні станції клітини – мітохондрії. **Мітохондрії** – двомембранні органели, у яких здійснюється процес клітинного дихання. На мембранах мітохондрій окислюються органічні сполуки і синтезується молекули АТФ – акумулятори і переносники енергії.

У клітині є органела, яка може накопичувати і транспортувати органічні сполуки – це **апарат Гольджі**. Він бере участь у транспорті білків, ліпідів, вуглеводів і оновленні плазматичної мембрани.

Апарат Гольджі був відкритий у 1898 році італійським дослідником К. Гольджі. Детальну будову апарату Гольджі було описано нобелівським лауреатом Дж. Паладе на початку 50-х років XX ст.



*Різні зображення апарату Гольджі*

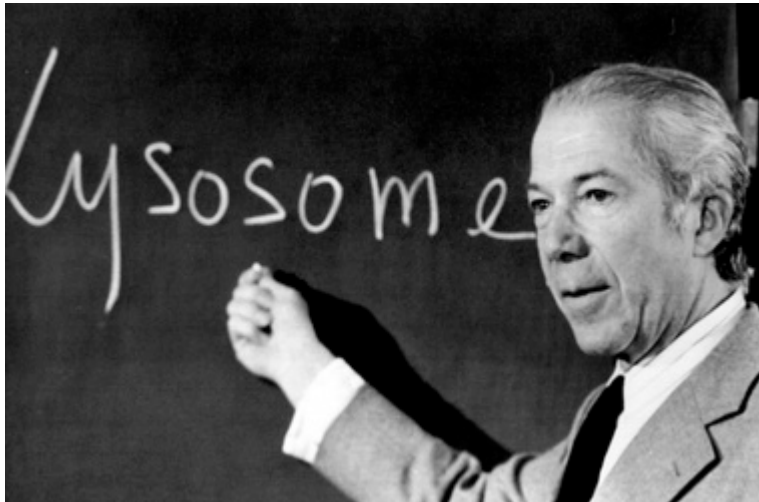
По каналах ендоплазматичної сітки до апарату Гольджі транспортуються білки, вуглеводи і жири. Усі ці речовини спочатку



накопичуються в апараті Гольджі, а потім у пухирцях надходять до цитоплазми, або використовуються самою клітиною, або виводяться з неї і використовуються в організмі.

В апараті Гольджі утворюються органели внутрішньоклітинного травлення – лізосоми. Це одномембранні органели, характерні для клітин тварин, що містять ферменти, які можуть руйнувати білки, вуглеводи, ліпіди.

Лізосоми (від грецьк. *лізис* – розкладання, і *сома* – тіло) були відкриті в 1955 році бельгійським біохіміком Крістіаном Де Дювом, який за дослідження структури і функцій лізосом був удостоєний Нобелівської премії 1974 року. Крістіан Де Дюв відкрив також пероксисоми.



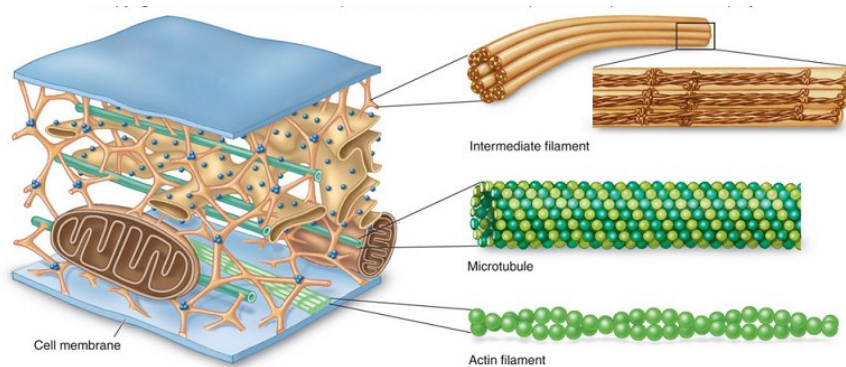
*Крістіан Де Дюв*

Пероксисоми – це універсальні органели еукаріотичних клітин, які є мембранними пухирцями діаметром 0,15–0,25 мкм. Функція пероксисом – розщеплення довголанцюгових жирних кислот, які надходять до клітини. На відміну від лізосом, нові пероксисоми утворюються лише шляхом поділу вже існуючих, тому клітина, яка втратила всі пероксисоми, не здатна відновити їх.

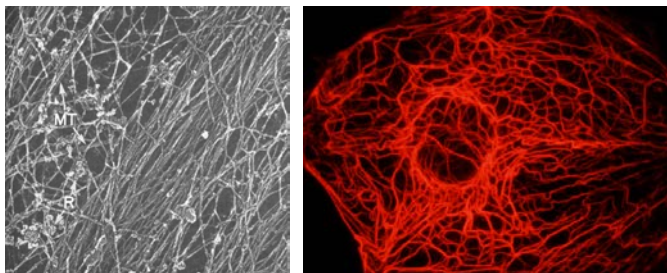
Є органели, характерні тільки для рослинних клітин – пластиди. Пластиди бувають трьох типів: **хлоропласти, хромопласти і лейкопласти.**

У рослинах є також **вакуолі з клітинним соком** – це продукти життєдіяльності клітини, резервуари води і розчинених у ній сполук.

**Цитоскелет** – це клітинний каркас, що знаходиться в цитоплазмі живої клітини. Функціями цитоскелета є підтримання та адаптація форми клітини до зовнішніх впливів, участь у процесах екзоцитозу і ендоцитозу, забезпечення руху клітини як цілого, активний внутрішньоклітинний транспорт. Цитоскелет утворений білками. У ньому виділяють кілька основних структурних елементів: мікрофіламенти, проміжні філаменти, мікротрубочки.



*Цитоскелет еукаріотичної клітини*



*Так виглядає цитоскелет під мікроскопом*

**Клітинний центр** є немембранним органом еукаріотичних клітин. До складу клітинного центру входять дві центріолі. Кожна центріоль – це циліндр розміром близько 1 мкм, по колу якого містяться дев'ять триплетів мікротрубочок. Центріолі розташовуються під прямим кутом одна до одної.

Клітинний центр відіграє важливу роль в організації цитоскелета, з цієї ділянки розходяться в усі сторони цитоплазматичні мікротрубочки.

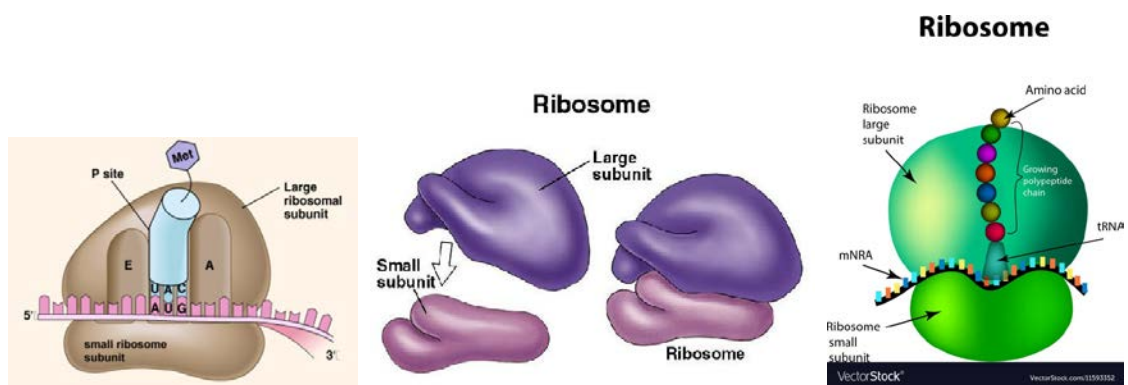
Під час підготовки клітин до поділу відбувається подвоєння центріолей. Від центріолей простягаються мікротрубочки, які утворюють веретено поділу.

Важлива функція центріолей полягає в тому, що вони необхідні для формування джгутиків і війок. Після руйнування центріолей клітина втрачає здатність утворювати такі органели руху. У вищих рослин центріолі відсутні, тому в них немає клітин із джгутиками або війками.

### **Характеристика еукаріотичних рибосом**

Для яких організмів характерні	Містяться в клітинах усіх живих організмів
Форма	Сферична або злегка еліпсоїдна
Діаметр	25–30 нм для рибосом у цитоплазмі 15–20 нм для рибосом у мітохондріях і хлоропластах
Будова	Кожна рибосома складається з двох неоднакових за розмірами частинок: малої та великої субодиниць
Кількість в одній клітині	Багато тисяч. Залежить від потреб клітини в білках
Розташування в клітині	На мембранах гранулярної ендоплазматичної сітки, вільно в цитоплазмі, усередині мітохондрій та пластид
Хімічний склад	Рибосомальні білки та рибосомальні РНК
Функції	Синтез білка
Місце, де синтезується рРНК	Ядерце
Місце, де утворюються	Ядерце

субодиниці рибосом	
Швидкість осідання при ультрацентрифугуванні	<p>У рибосом прокаріотів тих, що є в мітохондріях і хлоропластах, велика субодиниця має 50S, а маленька – 30S. Працююча рибосома, яка містить обидві субодиниці, має характеристику 70S.</p> <p>У рибосом еукаріотів велика субодиниця має 60S, а маленька – 40S. Працююча рибосома, яка містить обидві субодиниці, має характеристику 80S</p>

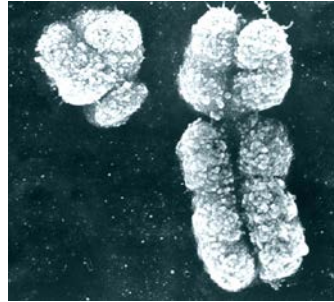


*Різні зображення рибосом*

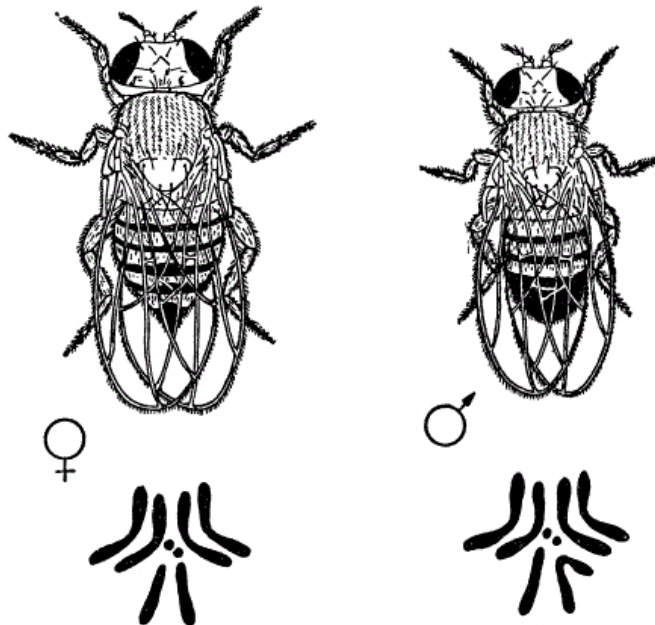
**Каріотип** – це характеристика хромосомного комплексу – їх число, розміри, будова. Число хромосом у клітинах більшості видів організмів парне. Це пояснюється тим, що в соматичних клітинах знаходяться дві однакові за формою і розміром хромосоми: одна з батьківського організму, а друга – з материнського. Хромосоми, однакові за формою і розміром, які несуть однакові гени, називають **гомологічними хромосомами**, або **хроматидами**.

Хромосомному комплексу, або каріотипу, властиві статеві відмінності. Набори хромосом самця і самиці відрізняються по одній парі статевих хромосом. Наприклад, у всіх ссавців статеві хромосоми в самиці гомологічні і називаються X-хромосомами. А в самця статеві хромосоми негомологічні, тобто різні. Одна – це X-хромосома, а інша Y-хромосома. В X і Y хромосомах різні гени, і ці хромосоми відрізняються морфологічно.

У відомого модельного генетичного об'єкта плодової мушки дрозофіли вісім хромосом (чотири пари). У самиці дрозофіли кожна пара – це дві гомологічні хромосоми. Під час формуванні гамет кількість хромосом зменшується вдвічі, залишається тільки по одному гомологу з кожної пари гомологічних хромосом. Тобто чотири хромосоми, які всі є різними, не гомологічними.

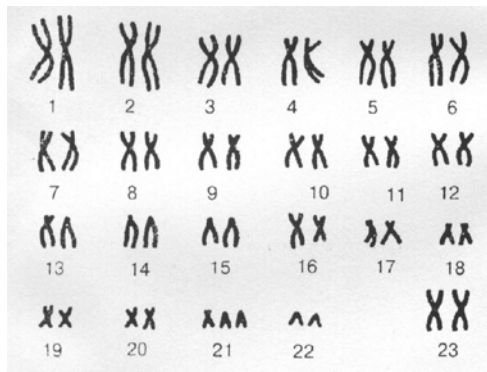


*Статеві хромосоми чоловічого організму*

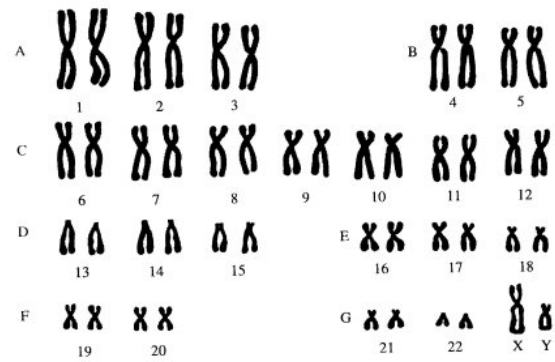


*Каріотип самиці та каріотип самця*





*Каріотип жінки*

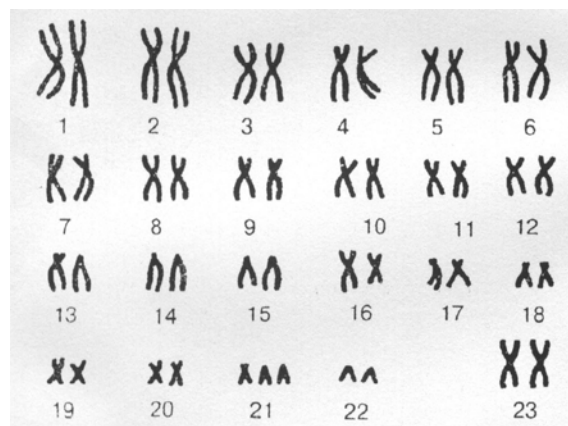


*Каріотип чоловіка*

Аналізом каріотипів організмів займається наука каріосистематика. Це розділ систематики, який вивчає структури клітинного ядра в різних груп організмів. Уперше визначення числа хромосом у рослин провели у 1882 році Е. Страсбургер і Л. Гіньяр. У 1915 році німецький цитолог Г. Тішлер описав хромосомні набори у 400 видів рослин. У 1967-му вже були описані каріотипи понад 35 000 видів квіткових рослин.

Каріосистематики довели, що всі породи домашніх овець походять від муфлонів, а домашніх коней – від тарпанів, але не від коня Пржевальського, як уважали раніше.

Каріосистематика має практичне значення в селекції: вивчення каріотипів має передувати дослідом щодо віддаленої гібридизації. Вивчення каріотипів організмів різних видів є важливим для вирішення проблем систематики, еволюційного вчення, селекційної практики. Вивчення каріотипу людини є важливим для діагностики та профілактики спадкових захворювань людини.



### **Цитотехнології**

Цитотехнології – це сукупність методів, які використовуються для конструювання нових клітин. Розроблені методи культивування та клонування клітин на спеціально підібраних середовищах, гібридизації клітин, пересадки клітинних ядер та інші методи. Клітинні технології – основа клітинної інженерії, яка є перспективним напрямком розвитку сучасної біотехнології.

Початок **клітинної інженерії** відносять до 1960-х років, коли виник метод гібридизації соматичних клітин. За певних умов відбувається злиття двох різних клітин в одну гібридну, що містить обидва геноми клітини, які об'єдналися. Особливо успішно розвивається клітинна інженерія рослин. З окремої клітини або шматочка тканини в певних умовах може вирости ціла рослина, здатна до нормального росту і розмноження. Методи клітинної інженерії дозволяють значно прискорити селекційний процес під час виведення нових сортів рослин. Методом злиття клітин отримані, наприклад, гібриди різних видів картоплі, томатів, рапсу і турнепсу.

Великі успіхи досягнуті клітинною інженерією в галузі імунології: розроблені методи отримання особливих гібридних клітин, що виробляють індивідуальні, або моноклональні, антитіла. Це дозволило створити високочутливі засоби діагностики низки важких захворювань людини, тварин і рослин.

Цитотехнології використовують для лікування і профілактики хвороб людини. Наприклад, на культурах клітин отримують вакцини проти кору та поліомієліту.

**Порівняння організації клітин рослин, грибів, тварин. Причини відмінностей у будові клітин рослин, тварин, грибів**

Тварини, рослини та гриби є еукаріотами і обов'язково мають плазматичну мембрану, цитоплазму, ядро, хромосоми, рибосоми, мітохондрії, цитоскелет, тобто в їхніх клітинах багато спільних органел. Але їх будова все ж таки різна саме тому, що вони по-різному отримують енергію для своєї життєдіяльності, та й обмін речовин у них теж має суттєві відмінності.

На відміну клітин рослин і тварин, *клітина грибів* має певні особливості. У клітин грибів є клітинна стінка, але вона не схожа на ту, що мають рослини, бо її головним структурним полісахаридом є  $\beta$ -1,3-глюкан, а аморфним «наповнювачем» – хітин. Слід підкреслити, що хітин не є обов'язковим компонентом клітинної стінки грибів і виконує в них функцію, аналогічну ролі лігніну, а зовсім не целюлози. Клітинної стінки немає у зооспор і вегетативного тіла деяких найпростіших грибів.

Склад клітинної оболонки в різних видів грибів відрізняється. Клітинна оболонка у грибів може змінювати свій склад, коли за однією фазою зростання настане інша або залежно від типу росту.

Клітини грибів використовують в якості запасного полісахариду глікоген, що властиво також тваринам. У більшості грибів основним структурним полісахаридом є хітин, а в ооміцетів – целюлоза.

У грибній клітині – від одного до декількох ядер, ендоплазматична сітка не так сильно розвинена, як у рослин і тварин, апарат Гольджі є далеко не у всіх видів грибів. Клітини грибів мають специфічні органели, які відсутні в інших еукаріотів (апикальні комплекси, ядерні полярні тільця та багато інших).

У грибній клітині є ломасоми – мембранні структури, виявлені між клітинною стінкою і клітинною мембраною гіф грибів і низки водоростей. Науковці вважають, що ломасоми беруть участь у синтезі клітинної стінки.

У грибній клітині є мітохондрії, які в основному схожі в будові на такі ж у вищих рослин лізосоми з протеолітичними ферментами, що здійснюють

розщеплення білків. Є вакуолі, що містять запасні поживні речовини: волютин, ліпіди, глікоген, а також жири.

### Порівняння організації клітин рослин, грибів, тварин.

Характеристики клітини	Рослини	Тварини	Гриби
Спосіб отримання енергії клітиною	Є фототрофами	Є гетеротрофами	Є гетеротрофами
Наявність клітинної стінки	Є клітинна стінка, побудована з целюлози	Немає клітинної стінки, зовні клітини є глікокалікс, побудований із вуглеводів	Є клітинна стінка, побудована в більшості грибів із хітину
Наявність пластид	Є пластиди (хлоропласти, лейкопласти, хромопласти)	Пластид немає	Пластид немає
Наявність вакуолей	Є вакуолі, заповнені клітинним соком	Є дрібні вакуолі, які не мають клітинного соку (травні вакуолі, видільні вакуолі або скоротливі вакуолі)	Є вакуолі, заповнені клітинним соком (але вони за розміром менші, ніж у рослин)
Наявність органел руху			Рухливі клітини – зооспори і гамети мають джгутики
Клітинний центр	Є виключно в	Є	Немає

(центросома, центріолі)	нижчих рослин		
Наявність включень	У вигляді включень – зазвичай крохмаль, а також білки, краплі олії, кристали солей	У вигляді включень – зазвичай глікоген, а також білки, жири, кінцеві продукти обміну, кристали солей, пігменти	У вигляді включень – зазвичай глікоген, а також краплі ліпідів, гранули білків

### Словничок до теми

**Активний транспорт речовин** через мембрану – транспорт речовин із зони з меншою їх концентрацією в зону з більшою концентрацією із затратою енергії у вигляді АТФ.

**Включення** – необов’язкові компоненти клітини.

**Гаплоїдний набір хромосом** – хромосомний набір клітини, у якому кожна хромосома не має пари, позначається  $n$ .

**Гомологічні хромосоми** – це хромосоми, однакові за розміром, формою, диференційним забарвленням і складом генів.

**Деплазмоліз** – повернення цитоплазми клітин рослин зі стану плазмолізу у вихідний стан.

**Диплоїдний набір хромосом** – хромосомний набір, у якому кожна хромосома має пару, позначається  $2n$ .

**Екзоцитоз** – активний процес транспорту різних речовин через мембрану з клітин.

**Ендоцитоз** – активний процес транспорту різних речовин через мембрану до клітини.



**Еукаріоти** – клітини, у яких хоча б на одній зі стадій їх розвитку наявне ядро.

**Каріоплазма** – це вміст клітинного ядра, у якому знаходяться хроматин, ядерця, а також різні внутрішньоядерні компоненти.

**Каріотип** – сукупність характеристик хромосомного комплексу: кількість хромосом, їх розміри, форма, диференційне забарвлення.

**Кристи** – складки внутрішньої мембрани мітохондрій.

**Ламели** – мембранні структури, які поєднують грани (стопки тилакоїдів).

**Матрикс** – однорідна або дрібнозерниста речовина, що заповнює різні органели і простір між ними.

**Нуклеосома** – це структурна частинка хромосоми, що утворена завдяки поєднанню певної ділянки молекули ДНК з гістоновими білками.

**Органели** – постійні компоненти клітини, життєво необхідні для її існування.

**Пасивний транспорт речовин** через мембрану – транспорт речовин із зони з більшою їх концентрацією в зону з меншою концентрацією без затрати енергії у вигляді АТФ.

**Піноцитоз** – поглинання клітиною рідини.

**Плазмодесми** – цитоплазматичні містки, що з'єднують сусідні рослинні клітини.

**Плазмоліз** – відокремлення цитоплазми від клітинної стінки при зануренні клітини в гіпертонічний розчин.

**Плечі хромосоми** – це дві частини, на які центромера ділить хромосому.

**Строма** – простір між внутрішньою мембраною хлоропласту і мембраною тилакоїду.

**Тилакоїди** – дископодібні мембранні мішечки, які розташовані всередині хлоропласту і в яких проходить світлова фаза фотосинтезу.

**Фагоцитоз** – поглинання клітиною твердих часток.

**Хроматин** – надмолекулярний комплекс, що становить основу хромосом, складається з ДНК, білків-гістонів та інших компонентів.

**Хромосома** – комплекс молекул, який містить ДНК, білки-гістони і інші компоненти, надмолекулярний рівень організації генетичного матеріалу.

**Центромера** – ділянка хромосоми, до якої кріпляться волокна веретена поділу і яка поєднує сестринські хроматиди.

**Цитоплазма** – напіврідкий вміст клітини, її внутрішнє середовище.