



## Лекція № 1.

### Тема: Вступ. Цитологія

#### План:

1. Вступ
2. Рослинна клітина та її будова
3. Клітинна стінка
4. Включення

#### 1. Вступ.

**Ботаніка** – це один з розділів біології який вивчає рослини. Ботаніка виникла однієї з перших біологічних наук та стрімко розвивається протягом всього свого існування. Починаючи з однієї науки яка описувала рослини, вона зараз розділяється на багато різновидів: морфологію рослин, яка вивчає зовнішню будову рослин; анатомію рослин, що вивчає внутрішню будову; систематику рослин, яка вивчає впорядкування системи рослинного світу та родинні відносини між рослинами; фізіологію рослин, що вивчає основи функціонування та існування рослинних організмів та багато більш дрібних наук, які спеціалізуються з вивчення того чи іншого аспекту життєдіяльності рослин.

**Анатомія рослин** вивчає внутрішню будову рослинних організмів. Об'єктом її дослідження є тканини, закономірності їх походження і розвитку. Залежно від різних завдань в анатомії існують різні напрями досліджень – описовий, фізіологічний, експериментально-екологічний, філогенетичний і т. ін.

Структура і функції складають в організмі нерозривну єдність. Вивчення внутрішньої будови рослин не може відбуватися без урахування умов їх розвитку та існування. Саме тому в сучасній біології виникає потреба у вивченні найтонших деталей будови клітин і організмів рослин, виявленні внутрішніх взаємодій між окремими частинами живого організму та особливостями їх будови, пов'язаними з факторами зовнішнього середовища.

Анатомія рослин тісно пов'язана з іншими біологічними дисциплінами: морфологією та систематикою рослин, генетикою, фітоценологією, фізіологією та біохімією рослин, екологією та географією рослин. Анатомія рослин, в свою чергу, об'єднує:

- цитологію рослин – науку про будову рослинної клітини;
- гістологію рослин, яка вивчає клітинну будову рослинних тканин.

**Морфологія рослин** – це наука яка вивчає зовнішню будову рослин. Особливості будови та розташування органів рослин, їх спеціалізації та



## ОРГАНОГРАФІЯ РОСЛИН

видозміни, відмінності. Морфологія рослин описує зовнішній вигляд рослин, їх особливості та виділяє закономірності в їх будові.

### 2. Рослинна клітина та її будова.

**Клітина** – це основна біологічна і функціональна структурна одиниця живих організмів. Вона складна за структурою та хімічним складом. Клітини різні за формою, будовою і функцією, їх будова пов'язана з розподілом функцій між різними тканинами складного багатоклітинного організму.

Повністю сформована рослинна клітина складається з протопласта і продуктів його життєдіяльності. До складу протопласта входять органоїди, або органели: цитоплазма, ендоплазматична сітка (ендоплазматичний ретикулум), ядро, пластиди, мітохондрії, рибосоми, комплекс Гольджі (апарат Гольджі), сферосоми, лізосоми, мікротрубочки, мікрофіламенти, мікротельця тощо. Продуктами життєдіяльності клітини є клітинна стінка, вакуолі з клітинним соком, запасні вуглеводи, білки, жири, вітаміни, фітонциди, антибіотики, фітогормони, органічні кислоти, різноманітні аморфні та кристалічні включення.

**Цитоплазма** – це колоїдна система. У ній виділяються плазмалема, мезоплазма (гіалоплазма) і тонопласт. Плазмалема – дуже лабільна цитоплазматична мембрана, складається з білків і ліпідів. Мембрана розмежовує основну масу цитоплазми та клітинну стінку. Вона відзначається напівпроникністю та вибірковою здатністю пропускання речовин, що надходять до клітин. Вода і речовини в іонному стані, а також у дрібно молекулярному вигляді легко проникають крізь ці біологічні мембрани, а високомолекулярні частки затримуються на її поверхні або проникають у цитоплазму клітини шляхом ендоцитозу, чи піноцитозу.

Основну частину цитоплазми становить **мезоплазма**, або **гіалоплазма** чи **матрикс**. У ній розміщуються і взаємодіють органели клітини. Вона є колоїдною системою, що забезпечує життєдіяльність органел, ріст, дихання, метаболізм, спадковість та інші властивості клітини. Мезоплазма пронизана системою структурних елементів у вигляді каналців, трубочок, цистерн, обмежених мембранами, які разом утворюють тримірну ендоплазматичну сітку.

У цитоплазмі містяться різні органічні сполуки, мінеральні речовини і до 80% води. З органічних сполук важливу роль відіграють конституційні білки, нуклеїнові кислоти, ліпіди і вуглеводи.



## ОРГАНОГРАФІЯ РОСЛИН

**Ендоплазматична сітка** виконує функцію взаємозв'язку цитоплазми з ядром, іншими клітинами, бере участь у транспортуванні та синтезі різних речовин.

**Тонoplast** – тонка біологічна мембрана (8-10 нм), яка є розмежувальним шаром між цитоплазмою та вакуолею. Через нього легко проникають до вакуолі продукти метаболізму (баластні для цитоплазми), але не проходять у зворотному напрямі, тобто з вакуолі до цитоплазми.

**Плазмалема** і **тонoplast** виконують регулюючу роль між цитоплазмою та іншими клітинами й вакуолями, що межують із нею.

**Ядро** є обов'язковою частиною протопласту. Як і плазма, воно має колоїдні властивості й більш в'язку консистенцію. До його складу входять нуклеопротейди, ліпопротейди, нуклеїнові кислоти, ферменти і мінеральні речовини. На відміну від цитоплазми, ядро містить ДНК, яка складається з двох антипаралельних, спірально закручених ланцюгів. Останні ж складаються з нуклеотидів. ДНК здатна до самовідтворення за наявності ферменту полімерази. Це відбувається під час поділу ядра або перед ним. У молекулах ДНК кодується генетична інформація, яка успадковується клітиною. На ДНК синтезується і РНК, яка потрапляє до рибосом, де з її участю синтезується білок.

В ядрі вирізняють такі морфологічні елементи: двомембранну оболонку, каріоплазму, хромосоми, ядерце. Оболонка складається з двох мембран, між якими знаходиться перинуклеарний простір. У ній є пори, які займають до 10% загальної поверхні ядра. Каріоплазма складається з розчинних складних білків – нуклеопротейдів і ферментів білкового та нуклеїнового обміну. Хромосоми різні за формою. Вони мають рівновеликі або рівні за величиною і формою плечі, первинну перетяжку з центром ерою, вторинну перетяжку й супутник. Хромосома розщеплюється на дві хроматини, кожна з яких складається з двох хромосом (основою в них є молекули ДНК), розміщених спіралью. Перед діленням ядра відбувається подвоєння хромосом. На них містяться згустки хроматину, які одержали назву хромом ер. Завдяки останнім відбувається обмін спадкових ознак батьківських особин. Кожна пара хромосом утворює хроматину. Таким чином, хромосома складається з двох хроматид, чотирьох хромосом.

**Ядерце** складається зі щільнішої кристалічної речовини, ніж каріоплазма. Воно містить РНК і білки (як прості, так і складні).

У поверхневих шарах ядерця зосереджені ліпоїди високої концентрації. Воно є місцем синтезу в ядрі білків та РНК. Ядро разом з цитоплазмою бере



## ОРГАНОГРАФІЯ РОСЛИН

участь у передачі спадковості, утворенні ферментів, у процесах регулювання розвитку клітини.

**Пластиди** є характерними органоїдами рослинної клітини. Вирізняють три типи пластид: хлоропласти, хромопласти і лейкопласти.

Пластиди утворюються з про пластид. Найпоширеніші в рослинах хлоропласти, які складаються з таких структур: двомембраної оболонки, розділеної перипластидною порожниною, строми, гран, ламел і рибосом. Основною структурною субодиницею хлоропластів є ліпопротеїдні ламели (двошарові пластинки або трубочки) – носії фотосинтетичних пігментів – хлорофілів. Ламели місцями утворюють сплющені пухирцеві диски – тилакоїди, які групуються у грани. Тилакоїди гран взаємопов'язані в єдину систему за допомогою міжгранальних тилакоїдів. У хлоропластах містяться рибосоми, за участю яких відбувається біосинтез білків. В оболонці хлоропластів є пори, завдяки яким здійснюється обмін речовин строми з цитоплазмою та іншими органоїдами.

**Хлоропласти** являють собою білково-нуклеїново-ліпоїдні тільця, що містять пігменти хлорофіл (а I b), каротин і ксантофіл; останні слугують захистом хлорофілу від руйнування його ультрафіолетовими променями. За їх участі проходить процес фотосинтезу, що є найхарактернішою ознакою рослин. У хлоропластах відбувається фотосинтетичне фосфорилування, синтез амінокислот та жирних кислот.

**Хромопласти** – це різноколірні червоно-жовті пластиди, властиві для квіток, плодів та насіння, їх можна кваліфікувати як деградуючі хлоропласти, що втрачають внутрішню гранильну структуру, але зберігають властивості синтезувати каротиноїди.

**Лейкопласти** – безбарвні, без пігментні пластиди, які містяться в бульбах, плодах і кореневищах. Вони є місцем синтезу запасного крохмалю.

**Мітохондрії** – це білково-ліпідні субклітинні відособлені тільця кулястої форми, вкриті двома мембранами – зовнішньою та внутрішньою, товщиною 75-100 А. Внутрішня мембрана утворює неповні внутрішні поперечні випинання – гребені, кристи завдяки яким збільшується активна поверхня. На кристах розміщуються полі ферментні системи, рибосоми тощо. Міжмембранні порожнини заповнює матрикс. Основною функцією мітохондрій є дихання, внаслідок якого відбувається кисневе розщеплення (окиснення) органічних речовин, у результаті чого вивільняється велика кількість енергії (порівняно з без кисневим). Частина вивільненої енергії випромінюється у вигляді тепла, решта витрачається на синтез



## ОРГАНОГРАФІЯ РОСЛИН

аденозинтрифосфорної кислоти (АТФ) – універсального джерела енергії живої клітини. Тому мітохондрії називають центрами дихання клітин, або енергетичними центрами.

**Ендоплазматична сітка** – система каналців, цистерн, трубочок і пухирців, яка виконує функцію взаємозв'язку цитоплазми з ядром, іншими клітинами, бере участь у транспортуванні та синтезі речовин.

**Рибосоми** – це субмікроскопічні кулясті або грибоподібні тільця, розміром 150-200 А, розміщені на ендоплазматичній сітці, а також у ядрі, мітохондріях, хлоропластах, де створюються локальні біосинтезуючі системи. Рибосоми також перебувають у вільному стані, утворюючи ланцюжки (полі рибосоми). Складається рибосома з двох рівновеликих субодиниць – димерів, кожна з яких має сталий хімічний склад. Основу субодиниць становлять рибосомальні РНК і структурні білки. Між димерами пролягає інформаційна РНК, що несе код синтезу певного виду білків. Процес біосинтезу білків відбувається в три етапи: активація амінокислот; синтез поліпептидних ланцюгів на більшому димері; звільнення димера від синтезованої порції білка. Утворений білок частково використовується для побудови різних структур органел і частково включається в обмін речовин клітини.

**Комплекс Гольджі** у морфологічному відношенні складається із секреторних мікропухирців і 4-8 сплюснених плоских цистерн, розміщених одна над одною, створюючи багаторядну систему із трубочок. Комплекс Гольджі відіграє істотну роль у процесах секреції олії, слизу, в синтезі глюкопротеїдів та полісахаридів, формуванні первинної клітинної оболонки, ендоплазматичної сітки та в нагромадженні секреторних речовин.

**Секреторні пухирці** мігрують до периферії і зливаються з цитоплазматичною мембраною, забезпечуючи її необхідним матеріалом та вбудовуючи мембрани мікропухирців у плазма лему клітин або до вакуолей.

**Сферосоми** – це дрібні білково-ліпідні тільця діаметром 0,8-1,5 мкм. Вони мають одинарну мембрану й зернисту строму, більшу електронну щільність і ступінь світлозаломлення, ніж у води.

Сферосоми на  $\frac{3}{4}$  складаються з білків та ліпідів. До їхнього складу входять ферменти ліпідного синтезу (ліпаза) та жири, тому сферосоми називають жиром утворювачами.

**Лізосоми** – це пухирці кулястої форми діаметром 0,2-0,8 мкм. Вони мають одну мембрану оболонку і зернисту строму. За хімічним складом подібні до сферосом: у їх стромі  $\frac{3}{4}$  білків і ліпідів, гідролітичні ферменти



## ОРГАНОГРАФІЯ РОСЛИН

тощо. Характерними ферментами є кисла фосфатаза, дезоксирибонуклеаза, рибонуклеаза, кате псин. За допомогою ліричних ферментів перетравлюються сторонні тільця, що потрапляють в клітину. За руйнування мембрани ферменти розчиняють білки, нуклеїнові кислоти, фосфоровмісні сполуки, що призводить до некрозу клітини, тому їх називають знаряддями самогубства клітини. Лізосоми здійснюють локальний автоліз, який до деякої міри зумовлює виживання клітини в період нестачі поживних речовин.

**Мікротрубочки** – це тонкі цитоплазматичні структури циліндричної форми, діаметром 25 нм, довжиною 0,5-3,5 мкм, що складаються із сферичних субодиниць білка, який називається туболіном. Кожна субодиниця утворена 13 повздовжніми нитками, які оточують центральну порожнину. Мікротрубочки в клітині утворюють динамічну систему: генетично давні зникають, замість них з'являються нові, відновлюючи їхню систему і функціональну активність. Синтез речовин клітини також пов'язаний з певними центрами організації цих структур.

У рослинній клітині мікротрубочки виконують важливі функції. У молодих клітин, що ростуть, вони розміщуються в пристінній цитоплазмі й забезпечують ріст, величину і форму клітин та їх оболонки, з їхньої участі відбувається формування й групування целюлозних мікрофібрил, а також включення в наростаючу клітинну оболонку. Спрямування розтягу клітин зумовлюється орієнтацією целюлозних мікрофібрил у клітинній оболонці. З їхньою допомогою мікропухирці комплексу Гольджі переміщуються до клітинної оболонки. Окрім того, вони забезпечують просторове розміщення і пересування органел до місць фізіологічної активності, розходження хромосом до протилежних полюсів під час ділення ядра. Ці структури формують первинні клітинні пластинки між дочірніми клітинами в процесі цитокінезу, а також є компонентами джгутиків, війок, центріолей, ахромати нових ниток.

**Мікрофіламенти** – органели клітини діаметром 5-7 нм, які за бідовою подібні до мікротрубочок, але значно довші і тонші. Ці структури складаються з окремих білкових субодиниць, які групуються в спаралізовані стрічкоподібні утворення. Мікрофіламенти – це обов'язкові компоненти цитоплазми, що утворюють систему цитоплазматичних волокон. Завдяки скороченню мікрофіламентів та зміщенню чи переміщенню їх в протилежні боки, в клітині починається рух цитоплазми. З їх участю в клітині виникають різні види руху цитоплазми та органел. Напрямок їх руху спрямовується



## ОРГАНОГРАФІЯ РОСЛИН

системою мікрофіламентів. Разом з мікротрубочками остання утворюють лабільну сітчасту систему, яку називають цитоскелетом клітини.

**Мікротільця** – це органели клітин рослин і тварин. Часто трапляються на внутрішніх мембранах – кристах мітохондрій, ендоплазматичній сітці та інших структурах. Virізняють пероксисоми і гліоксисоми. Це кулясті тільця розміром 0,15-1,5 мкм. Вони складаються із дрібнозернистої строми, або матрикса, диференційованої на аморфну центральну частину чи упорядковану субструктурну та крайову оточуючу мембрану. Інколи в них трапляються кристалічні білкові включення. За походженням – це похідні цистерн ендоплазматичної сітки, від якої відособлюються або ж залишаються з'єднаними. У стромі містяться каталаза і ряд інших ферментів з участю яких відбувається окислення вуглеводів. Мікротільця беруть участь у продукуванні енергії та енергетичному обміні, підтриманні анаеробного метаболізму, новоутворенні глюкози тощо.

### 3. Клітинна стінка.

Рослинні клітини мають відносно тверду оболонку, яка надає їм певної форми і міцності. Клітинна стінка виникає в процесі життєдіяльності протопласту. Вона складається з целюлози, геміцелюлози та пектинових речовин. Целюлоза формує міцели, які містять 40-60 залишків глюкози. Міцели об'єднуються у мікрофібрили, а останні – у макрофібрили, які утворюють нещільне плетиво у формі тримірної сітки. Простір між фібрилами заповнений пектиновими речовинами.

Virізняють первинну, вторинну і третинну клітинні стінки. Потовщення оболонки може бути зовнішнім та внутрішнім. Між клітинними стінками сусідніх клітин знаходиться серединна пластинка, що складається із пектинових речовин. У клітинних стінках є пори, а в порах – цитоплазматичні тяжі, або плазмодесми, завдяки яким уміст сусідніх клітин взаємозв'язаний. З віком рослини клітинна оболонка зазнає хімічних змін: здерев'яніння, скорковіння, кутинізації, ослизнення, мінералізації. Надходження поживних речовин у клітину ґрунтується здебільшого на явищах обмінної адсорбції (в зоні корневих волосків) та вільної дифузії (в зоні бічних коренів). Вбирання ж води відбувається завдяки осмотичному тиску, який створюється внаслідок різниці концентрацій у сусідніх клітинах.



### 4. Включення.

У процесі життєдіяльності клітин протопласт виробляє різні речовини, частина яких витрачається на побудову структур органоїдів, а інша – відкладається про запас або є відходами. Запасні поживні речовини нагромаджуються у вигляді сформованих і несформованих включень. Запасними поживними речовинами клітин є вуглеводи, білки і жири. Вуглеводи відкладаються у вигляді моноцукрів – глюкози і фруктози, дицукрів – сахарози (буряковий чи тростиновий цукор) і поліцукрів – крохмаль, інουλін тощо. Virізняють первинний, або асиміляційний, транзиторний і вторинний, або запасний крохмаль. Останній формується у вигляді крохмальних зерен (прості, складні, напівскладені).

Запасні білки відкладаються в плодах і насінні у вигляді алейронових зерен. Вони бувають прості й складні: прості – утворені лише одним протеїном, а складні – протеїном, глобоїдом і кристалоїдом.

У процесі життєдіяльності протопласту виникають вакуолі, що заповнюються клітинним соком, який включає різноманітні речовини (моно- і дисахариди, алкалоїди, глюкозиди, дубильні речовини, пігменти, органічні кислоти, мінеральні солі). Разом з тим синтезуються фізіологічно активні речовини – ферменти, вітаміни, фітогормони, фітонциди, антибіотики.