

Лекція № 1.

Тема: Вступ. Ботаніка як наука закономірності розвитку, будови і життя рослин.

Протопласт клітини. Поділ ядра та клітини.

План

1. Ботаніка як наука про закономірності розвитку, будови і життя рослин. Розділи ботаніки.
2. Завдання цитології. Клітинна теорія будови організмів. Методи дослідження клітини. Форма та розміри клітин.
3. Протопласт і його компоненти. Цитоплазма, її фізичні властивості, хімічний склад і функції.
4. Пластиди: хлоропласти, лейкопласти, плазмолема. Особливості будови і функції. Пігменти пластид.

Література:

1. Григора І.М. Курс загальної ботаніки / І.М. Григора, І.М. Алейніков, В.І. Лушпа, С.І. Шабарова Б.Є. Якубенко. – Київ.: Фітосоціоцентр, 2019. – 535 с.
2. Якубенко Б.Є., Царенко П.М., Алейніков І.М., Шабарова С.І., Машиковська С.П. Ботаніка з основами гідроботаніки. Київ. вид.-во Ліра-К, 2021.с .541.

1. Ботаніка - це наука про рослини, їх будову, життєдіяльність, поширення і походження. Цей термін походить від грецького слова "botane", що означає "трава", "рослина", "овоч", "зелень".

Ботаніка досліджує біологічну різноманітність світу рослин, систематизує і класифікує рослини, досліджує їх будову, географічне поширення, еволюцію, історичний розвиток, біосферну роль, корисні властивості, вишукує раціональні шляхи збереження та охорони флори. Та основна мета ботаніки як науки - одержання та узагальнення нових знань про світ рослин у всіх проявах його існування.

Ботаніка як наука сформувалася близько 2300 років тому. Перше письмове узагальнення знань про рослини, яке дійшло до нас, відоме лише з античної Греції (ІУ-ІІІ ст. до н.е.), а отже і виникнення ботаніки як науки датується саме цим часом. Теофраст (372-287 до н.е.), учень великого Арістотеля, вважається батьком ботаніки завдяки його письмовим працям "Природна історія рослин" в 10-и томах і письмовій роботі "Про причини рослин" в 8-и томах. У "Природній історії рослин" Теофраст згадує про 450 рослин і робить першу спробу їхньої наукової класифікації.

Нині ботаніка - багатогалузева наука, яка вивчає як окремі рослини, так і їх сукупності - рослинні угруповання, з яких формуються луки, степи, ліси.

У процесі розвитку ботаніка диференціювалася на ряд окремих наук, з яких найважливіші: морфологія рослин - наука про будову і розвиток основних органів рослин; з неї виділилися: анатомія (гістологія) рослин, що вивчає внутрішню будову рослинного організму; клітинна біологія рослин, що вивчає особливості будови рослинної клітини; ембріологія рослин, яка досліджує процеси запліднення і розвитку зародка у рослин; фізіологія рослин - наука про життєдіяльність рослинного організму, близько пов'язана з біохімією рослин - наукою про хімічні процеси в них; генетика рослин вивчає питання мінливості і спадковості рослин; палеоботаніка (фітопалеонтологія) вивчає викопні рослини і близько пов'язана з філогенією рослин, завданням якої є відтворення історичного розвитку рослинного світу; географія рослин (фітогеографія) - наука про закономірності поширення рослин на земній кулі; з неї виділилися екологія рослин - наука про взаємовідношення рослинного організму і середовища - та фітоценологія (геоботаніка) - наука про рослинні угруповання.

Усім рослинам притаманні спільні риси:

1. Рослинні організми складаються з клітин. Клітина (від грецьк. *kutos* - клітина) - основна структурна і функціональна одиниця всіх живих організмів, елементарна біологічна система, яка має всі ознаки живого, здатна до саморегуляції, самовідтворення і розвитку.

2. Рослини є еукаріотами (евкаріотами). Еукаріоти (евкаріоти) - організми, клітини яких мають ядро, принаймні на певних етапах їх клітинного циклу. Серед еукаріотів є одноклітинні, колоніальні та багатоклітинні організми.

3. Більшість рослинних організмів - *автотрофи*. Автотрофи (від грецьк. *autos* - сам, *trophe* - живлення) - організми, які самостійно виробляють органічні речовини з неорганічних сполук з використанням енергії сонячного світла або енергії хімічних процесів.

4. Клітини рослин містять **пластиди** (від грецьк. *plastos* - виліплений): хлоропласти (від грецьк. *chloros* - зелений і *plastos* - виліплений), хромопласти (від грецьк. *chroma* - фарба і *plastos* - виліплений), лейкопласти (від грецьк. *leukos* - безбарвний і *plastos* - виліплений).

5. Запасні речовини - крохмаль, білок, жири.

6. Рослинам характерні процеси життєдіяльності (обміну речовин): а) живлення - процес поглинання і засвоєння рослинами з навколишнього середовища речовин, необхідних для підтримання їх життєдіяльності; за способом живлення рослинні

організми поділяють на автотрофи і гетеротрофи (організми, які для свого живлення використовують готові органічні речовини);

б) дихання - сукупність фізіологічних процесів, що забезпечують надходження в рослину кисню і виділення вуглекислого газу й води; основу дихання становить окиснення (син. окислення) органічних речовин (білків, жирів і вуглеводів), внаслідок чого звільняється енергія у вигляді АТФ (аденозинтрифосфорної кислоти), яка необхідна для життя рослин; рослини є аеробами (від грецьк. *aer* - повітря) - організмами, для життєдіяльності яких потрібен вільний кисень повітря;

в) завдяки хлоропластам рослини здатні до **фотосинтезу** (від грецьк. *photos* - світло, *synthesis* - з'єднування) - процес утворення органічних молекул з неорганічних за рахунок енергії сонця; сонячна енергія перетворюється при цьому в енергію хімічних зв'язків.

Значення рослин в природі та діяльності людини складно переоцінити. У практичному застосуванні всі рослини поділяють на групи.

1. Рослини, що використовуються в їжу та на корм худобі:

а) хлібні злаки - пшениця, рис, жито, ячмінь, овес, кукурудза, просо;

б) овочі - картопля, капуста, морква, буряк, огірки, баклажани, тощо;

в) плодові рослини - смородина, агрус, малина, яблуні, груші, сливи, абрикоси, лимони, мандарини, апельсини;

г) зернобобові - горох, квасоля, соя, боби, ці рослини багаті на білки і мають особливе значення в живленні людини та тварин;

д) олійні - соняшник, льон, коноплі, рицина, соя;

е) цукристі рослини - цукровий буряк та тростина.

2. Лікарські рослини - група рослин, що безпосередньо використовується для лікування хвороб людини чи тварини або є сировиною для хіміко-фармацевтичної промисловості. Зараз медицина використовує понад 300 видів лікарських рослин.

3. Технічні рослини, що використовуються в промисловості:

а) волокнисті рослини - група рослин, що дає сировину, придатну для виготовлення текстильних виробів, шпагату, канатів тощо;

б) дубильні рослини - група рослин, що містять у підземних та надземних органах дубильні речовини. Найбільш відомі з них дуб, верба, ялина, сумах, бадан;

в) ефіроолійні рослини - група рослин, у різних органах яких утворюються цінні ефірні олії. В Україні промислове значення мають близько 30 видів рослин: коріандр посівний, кмін, аніс, троянда олійна, лаванда справжня, шавлія лікарська. За хімічним складом ефірні олії різних видів рослин неоднакові. Використовуються ефірні олії у парфумерній, миловарній, лікарській, кондитерській промисловості;

д) каучукові рослини - група рослин, у тканинах яких утворюється каучук. Каучуконосних рослин небагато, серед них є дерева, кущі, трави. Найбільш поширеними є гевея, гваюла, ваточник.

4. Рослини, в яких утворюється деревина. Деревина використовується не тільки як будівельний матеріал, але і в целюлозно-паперовій, лісохімічній промисловості, як паливо. Головні породи: дуб, бук, граб, ялина, береза.

5. Декоративні рослини: троянди, жоржини, хризантеми, чорнобривці, петунія, матіола, левкой та ін. Це одно- і дворічники, багаторічники, чагарники, ліани закритого ґрунту.

2. Цитологія (від грецьк. *kytos* - клітина, *logos* - учення) - наука про будову, функціонування та еволюцію клітин різних організмів.

На клітинному рівні організації живих систем у кожній клітині відбуваються процеси обміну речовин і перетворення енергії, забезпечуються процеси розмноження і передачі нащадкам спадкової інформації.

Історія вивчення клітин тісно пов'язана з розвитком мікроскопічної техніки, адже неозброєним оком вивчати їх неможливо. Саме тому клітини були описані лише в XVII ст.

Клітини відкрив у 1665 році англійський фізик **Роберт Гук** (1635-1703), розглядаючи під мікроскопом тонкий зріз корка. Корок - це покривна тканина рослин з непроникними для води та повітря клітинними стінками та відмерлим клітинним вмістом. Комірки (клітинні стінки), які побачив на зрізі корка Гук, нагадали йому голі монастирські келії, і він назвав їх англійським словом *cell* - *камера, клітка, клітина*. Отже, 1665 року Роберт Гук запропонував термін "клітина".

Роберт Гук відкрив клітинну будову рослинних тканин. Однак, у даному випадку він мав справу не з живими клітинами, а лише з їхніми стінками.

Пізніше голландець Антоній Левенгук (1632-1723), удосконаливши мікроскоп, уперше побачив *живі* одноклітинні істоти (інфузорії, бактерії), спостерігав клітини коренеплоду моркви та клітини деяких інших рослин.

Поступово з удосконаленням мікроскопа, не тільки поглиблювалися і розширювалися знання про будову клітини, але й формувалися уявлення про будову багатоклітинних організмів. До середини XIX ст. нагромадилось багато знань про клітину та клітинну будову рослин і тварин. Так, 1831 року англійський ботанік Роберт Броун (1773-1858) описав ядро рослинних клітин.

Німецький ботанік Матіас Шлейден (1804-1881), узагальнивши спостереження своїх попередників, довів, що всі рослини складаються з клітин. Учений вважав, що нові клітини утворюються зі "слизу" всередині старих, причому головну роль у цьому процесі відіграє ядро. Так було доведено, що ядро є обов'язковим компонентом клітин рослин і тварин. **Теодор Шванн**, порівнявши клітини рослин і тварин, побачив їхню схожість. Ці знання стали основою для створення *клітинної теорії* (1839 р.) будови живих організмів.

Основні положення клітинної теорії, сформульовані Теодором Шванном:

- о всі організми складаються з клітин;
- о клітини рослин і тварин подібні за головними рисами;
- о ріст і розвиток організмів пов'язані з утворенням клітин.

Деякі положення клітинної теорії були, із сучасної точки зору, зовсім неправильними. Вважалося, наприклад, що головне в клітині - її оболонка; організм багатоклітинних організмів розглядався як проста сума клітин; до того ж не був з'ясований механізм утворення клітин. Один із цих "недоліків" виправив у 1859 році німецький учений **Рудольф Вірхов** (1821-1902), який довів, що клітини виникають тільки з клітин-попередників внаслідок їхнього поділу.

На сучасному етапі розвитку цитології клітинна теорія включає такі положення:

- о клітина - елементарна одиниця будови і розвитку всіх живих організмів;
- о клітини всіх одноклітинних і багатоклітинних організмів подібні за походженням, будовою, хімічним складом, основними процесами життєдіяльності;
- о кожна нова клітина утворюється тільки в результаті поділу материнської клітини;
- о у багатоклітинних організмів, які розвиваються з однієї клітини (спори, зиготи тощо), різні типи клітин формуються завдяки виконанню різних функцій, або їхній спеціалізації протягом індивідуального розвитку особини і утворюють тканини;
- о у багатоклітинному організмі функціонування клітин підпорядковано інтересам цілісного організму.

Мікроскопія (від грецьк. *mikros* - малий та *skopeo* - спостерігаю) - вивчення під мікроскопом - є основним методом цитологічних досліджень.

Методи дослідження за допомогою світлового (оптичного) мікроскопа (рис. 4) називають світловою мікроскопією. Так можна вивчати загальний план будови клітин та їхні окремі органели, розміром не менше ніж 200 нм. Сучасний світловий мікроскоп забезпечує збільшення об'єктів у 2-3 тис. разів. З його допомогою можна побачити великі органели (мітохондрії, хлоропласти).



Рис. 4. Світловий мікроскоп:

1. Об'єктив. 2. Зажими. 3. Предметний столик. 4. Дзеркало. 5. Окуляр. 6. Тубус. 7. Гвинти.

Світлова мікроскопія ґрунтується на тому, що через прозорий чи напівпрозорий об'єкт дослідження проходять промені світла, які згодом потрапляють на систему лінз об'єктива та окуляра. Лінзи візуально збільшують об'єкт дослідження. Кратність збільшення можна визначити як добуток збільшень об'єктива і окуляра.

Рослинна клітина складається з чотирьох основних структурних компонентів - клітинної оболонки, протопласту, вакуоль і включень.

Клітини мають різноманітну форму та розміри, залежно від функції, яку виконують:

- овальну,
- яйцеподібну,
- спіральну,
- призматичну,
- веретеноподібну,
- циліндричну тощо.

Усі клітини за формою поділяються на паренхімні і прозенхімні.

Паренхімні клітини мають однакові розміри у всіх напрямках у просторі: довжина їх на перевищує товщину більше ніж у 3 рази. Розміри їх варіюють від 10 до 500 мкм і більше.

Прозенхімні – клітини видовжені. Довжина їх перевищує товщину більше ніж у 3 рази. Часто ці клітини мають загострену кінці, товсті, переважно здерев'янілі оболонки. З них переважно формуються провідні і механічні тканини рослини. Довжина їх варіює приблизно від 1 до 100 мкм.

3. Усі компоненти живої клітини об'єднані в системі, яку називають протопластом. До складу протопласта входить цитоплазма, у якій розташовані інші органи:

- пластиди,
- мітохондрії
- ендоплазматична сітка,
- комплекс Гольджі,
- сферосоми,
- рибосоми,
- ядро.

Цитоплазма. Це основний компонент усіх живих клітин. Від клітинної оболонки цитоплазма відокремлюється щільним шаром – **мембраною**, що називається плазмалемою, а від вакуолі відділяється другою мембраною – тонопластом. Ці шари цитоплазми багаті на ліпіди. Вони відіграють важливу роль у процесах обміну. Шар цитоплазми між тонопластом і плазмонею називається плазмою. У метаплазмі знаходяться всі органоїди клітини, які відмежовані від цитоплазми мембранами, що складаються із білків ліпідів.

Цитоплазма являє собою колоїдну систему – гідрозоль, де дисперсним середовищем є вода (90-95%), а дисперсною фазою – білки, нуклеїнові кислоти, ліпіди і вуглеводи. Ферменти, що також є білками, регулюють всі життєво-важливі процеси в клітині.

Біологічні властивості цитоплазми є:

- рух,
- вибірна проникність,
- подразливість,
- обмін речовин тощо.

Рух цитоплазми відбувається постійно, і лише під дією деяких факторів (низькі або надто високі *to*, отруйні речовини, втрата вологи) може його припинити. Вибірна проникливість пропускати одні речовини: затримувати інші.

Подразливість – реакція цитоплазми на подразнення. Прикладом реакції подразнення є рухи листків мімози, які опускаються при дотику до них.

Обмін речовин забезпечує переміщення речовин між органелами клітини, а також між клітинами і навколишнім середовищем.

Ендоплазматична сітка (ЕПС) – складна система мембран, що пронизують цитоплазму.

На мембранах знаходяться рибосоми ЕПС з рибосомами називаються гранулярною, без рибосом – агранулярною. Функцією ЕПС з рибосомами є синтез і транспортування

білків, по синтезувань по її поверхні. Ці білки потрапляють в ЕПС і просуваючись по ній можуть змінюватись. Головною функцією агранулярної сітки є синтез ліпідів.

Рибосоми – невеликі гранули, що не мають мембран і складаються з двох нерівних частин: меншої і більшої. Вони містять РНК і білок. Розміщуються поодинокі або групами на ЕПС або вільно в цитоплазмі. Основна їх функція – синтез білків.

Комплекс Гольджі був відкритий у 1898 р, італійським вченим К. Гольджі. Він є у всіх еукаріотних клітинах. У рослинних клітинах являє собою купку сплюснених мембранних мішечків, що називаються діктіосомами. Від країв діктіолом відчленовуються невеликі пухирці, які транспортують у цитоплазму полісахариди, синтезовані діктіосомами. Апарат Гольджі бере участь у формуванні вакуолей, утв. слизу і ферментів у залозах листків комахоїдних рослин, сприяє виведенню синтезованих клітиною речовин, утворює слизу в клітинах кореневого чохла.

Комплекс (апарат) Гольджі - система плоских цистерн, обмежених гладенькими мембранами. Поруч із цистернами розташовані пухирці.

Функції комплексу Гольджі різноманітні:

- а) забезпечення дозрівання, розподілу і транспорту синтезованих у клітині речовин;
- б) бере участь в утворенні лізосом (ферменти, які входять до складу лізосом, синтезуються на мембранах зернистої ЕПС);
- в) формування скоротливих вакуолей водоростей;
- г) синтез полісахаридів для клітинної стінки.

Мітохондрії – органели всіх еукаріотних клітин. Вони вириті подвійною мембраною, не з'єднаною з ЕПС. Основна функція забезпечення енергетичних потреб клітини. У мітохондріях проходять синтез АТФ і АДФ. Мітохондрії утворюються внаслідок поділу.

Мікротрубочки – органели всіх еукаріотних клітин. У вищих рослин входять до складу веретена поділу і регулюють розходження хромосом, а також беруть участь у різних внутріклітинних процесах, переміщенні та впорядкування руху ін. Органел клітини утворює опірну систему клітини, зумовлюють її форму.

4. Пластиди - двомембранні органели, властиві тільки рослинній клітині. Вони утворюються з *пропластид* - ініціальних тілець меристем. *Пропластиди* - недиференційовані пластиди, що зустрічаються в меристемних клітинах коренів і пагонів, є попередниками пластид. Якщо світла немає, то в пропластиді з'являються проламелярні тільця (на-півкристалічні утворення в пластидах, розвиток яких зупинився через відсутність світла) і такі пластиди називають *етіопластами*. На світлі вони легко

перетворюються на зелені пластиди - хлоропласти. Крім хлоропластів, розрізняють хромопласти, лейкопласти, амілопласти.

Розглянемо докладніше типи пластид:

1. Хлоропласти - зелені пластиди, в яких відбувається фотосинтез. Вони зустрічаються переважно в клітинах паренхіми, їх немає в меристемі, кількість їх в клітині від одного до сотень, діаметр 5-8 мкм, товщина до 1 мкм. Хлоропласти мають округлу форму. У них є дві мембрани - зовнішня та внутрішня. Внутрішня мембрана утворює направлені всередину сплюснені вирости - *ламели*, які занурені в гідрофільний білковий *матрикс*, або *stroma*. Основна структурна одиниця хлоропластів - тилакоїд - плоский диск, оточений одинарною мембраною. Тилакоїди зібрані в щось подібне до купки монет, які називають *гранами* (від лат. *granum* - зерно, крупинка). Саме в мембранах гран знаходиться зелений пігмент - *хлорофіл*, де відбувається фотосинтез. У гранах виявлено перфорації (від лат. *perforatio* - просвердлювання), крізь які мембрани гран поєднуються, а значить і їх внутрішньотилакоїдний простір сполучається за допомогою вузьких трубочок *фрет*. Тилакоїди, які зв'язують між собою грани, називають тилакоїдами строми.

Чому хлорофіл зелений? Колір речовини залежить від того, які промені світла вона відбиває, а які - поглинає. Хлорофіл, основний пігмент фотосинтезу, відбиває зелені промені, а поглинає фіолетові, червоні й сині.

У матриксі хлоропластів знаходяться також і інші структури: ДНК (замкнена в кільце), іРНК, тРНК, рибосоми, зерна крохмалю. Отже, хлоропласти мають власну спадкову інформацію та білоксинтезуючу систему. Для пояснення цих фактів на початку ХХ ст. було запропоновано *ендосимбіотичну гіпотезу*, за якою хлоропласти - нащадки про-каріотичних клітин, що перейшли до життя всередині інших клітин. У хлоропластах також синтезуються деякі ліпіди, білки мембран тилакоїдів, ферменти, які каталізують реакції фотосинтезу. Крім того, в них, як і в мітохондріях, синтезується АТФ.

2. Хромопласти - жовті, оранжеві або червоні пластиди, які за рахунок пігментів (переважно каротиноїдів) зумовлюють відповідне забарвлення пелюсток квіток, плодів, коренеплодів тощо. Хромопласти, як правило, розвиваються з хлоропластів, мають приблизно такі ж розміри та форму, досить схожі і за структурою. Однак замість системи фотосинтетичних мембран в них знаходяться структури, багаті на каротиноїди. За своєю внутрішньою структурою хромопласти поділяють на 5 типів:

1) глобулярний - характерний для більшості пелюсток квіток, пластоглобули з каротиноїдами діаметром до 150 нм;

2) мембранний - має до 25 різних типів концентричних мембран, теж зустрічається в пелюстках квіток;

3) трубчастий - характеризується наявністю волокон 15-80 нм, які містять білково-каротиноїдні комплекси;

4) ретикулотрубчастий - густа мережа розгалужених непаралель-них трубочок;

5) кристалічний - містить каротиноїди у формі кристалів (наприклад, у плодах помідорів, де каротин - лікопін, знаходиться в кристалічних трубочках довжиною 15-48 мкм).

Фізіологічна функція хромопластів невідома. Яскраве забарвлення, можливо, приналежить комах для запилення та поширення насіння.

3. Лейкопласти - не пігментовані пластиди. Оболонка лейкопласта складається з двох мембран: зовнішньої і внутрішньої. Внутрішня мембрана вростає в строму, утворює малочисельні тилакоїди. У стромі є ДНК, рибосоми, а також ферменти, які здійснюють синтез і гідроліз запасуючих речовин. Лейкопласти можуть перетворюватися в хлоропласти, рідше у хромопласти.

4. Амілопласти - це зрілі пластиди, вміст яких складається майже повністю з крохмальних зерен. Зустрічаються в запасних тканинах, а саме: сім'ядолі, ендоспермі, бульбі, а також у кореновому чохлаку. Крохмальні зерна знаходяться в матриксі (стромі), яка містить також ДНК та кілька рибосом.

Функція амілопластів - синтезувати крохмаль із цукрози, яка надходить сюди з фотосинтезуючих органів, а також запасати його з наступними витратами у разі потреби, наприклад, при проростанні. В кореновому чохлаку вони виконують зовсім іншу роль, пов'язану з сприйняттям гравітації.

Усі пластиди здатні до взаємоперетворення. Етіопласти на світлі перетворюються на хлоропласти. Амілопласти утворюються як проміжні форми на шляху розвитку етіопластів та хлоропластів. Так, навіть в таких типових амілопластах бульб картоплі на світлі розвивається тилакоїдна система (позеленіння бульб). Обернений цьому процес спостерігається в апельсинах та коренеплодах моркви. Осіннє пожовтіння листя пов'язано з перетворенням хлоропластів на хромопласти.

Речовини, що надають певного кольору пластидам і клітинному соку - пігменти. Пігментами називають сполуки, які вибірково поглинають світло у видимій частині спектра. Пігменти пластид належать до трьох класів: -хлорофілів, каротиноїдів, фікобілінів.

Усі ці пігменти локалізовані в особливих частинах клітини - фіко-білісомах, які певним чином формують впорядковані ансамблі на поверхні тилакоїдних мембран. Як

правило, в більшості водоростей фікобі-ліни присутні в значно більшій концентрації порівняно з хлорофілами, тому саме вони і визначають їх забарвлення. Між собою вони також зустрічаються в різних співвідношеннях, причому залежно від умов освітлення формується переважно такий набір пігментів, який найкраще використовує відповідний спектр. Таке явище *хроматичної адаптації* має важливе адаптивне значення.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. *Які вчені зробили найвагоміший внесок у становлення цитології?*
2. *Назвіть положення сучасної клітинної теорії.*
3. *Що таке клітина, яке її значення?*
4. *Що таке протопласт?*
5. *Які компоненти клітини називають похідними протопласта?*
6. *Як класифікують пластиди?*
7. *Які є типи пластид?*