

Практична робота 3

ТЕМА: «Будова рослинної клітини. Пластиди, їх будова та функції».

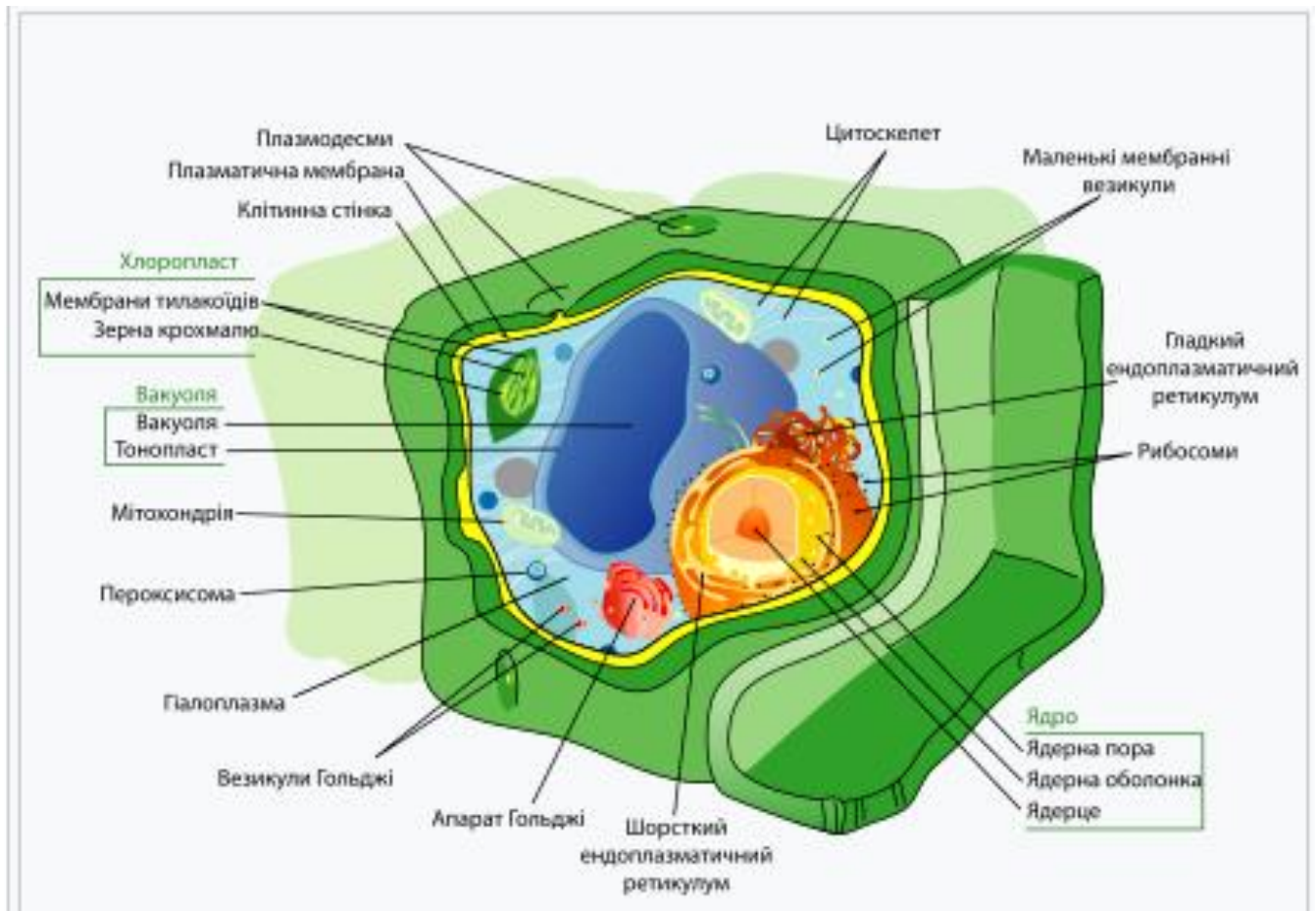
Мета роботи: Вивчити та засвоїти будову рослинної клітини, пластид, їх будову та функції; вдосконалити техніку мікроскопування та приготування препаратів; порівняти різні типи пластидів.

Матеріали та обладнання: : мікроскопи, предметні та покривні скельця, препарувальні голки, пагони елодеї канадської, стебла гарбуза, свіжі зрілі плоди конвалії, горобини, шипшини, листки традесканції віргінської. підручники, електронні інформаційні ресурси, довідники.

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Рослинна клітина відрізняється від тваринної тим, що вона має целюлозну оболонку, пластиди, вакуолі з клітинним соком, не має органів виділення, нерухома, виняток ставлять статеві клітини нижчих і вищих спорових рослин.

Рослинні клітини — еукаріотичні клітини, однак кількома своїми властивостями вони відрізняються від клітин інших еукаріот.



Будова рослинної клітини

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

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

До їх відмінних рис відносять:

- Велика центральна вакуоль - простір, заповнений клітинним соком і обмежений мембраною — тонопластом. Вакуоля грає ключову роль в підтримці клітинного тургору, контролює переміщення молекул з цитозолу в виділення клітини, зберігає корисні речовини і розщеплює відслужили старі білки і органели.

- Клітинна стінка, що складається головним чином з целюлози, а також геміцелюлози, пектину і в багатьох випадках лігніну. Вона утворюється протопластом поверх клітинної мембрани. Вона відмінна від клітинної стінки грибів, що складається з хітину, і бактерій, побудованої з пептидоглікану (муреїну). Клітинна стінка має безліч функцій, від яких залежить життя рослини. До таких функцій належать: забезпечення протопласта, або живої клітини, механічним захистом; забезпечення пористого середовища для циркуляції і розподілу води, мінералів та інших дрібних поживних молекул; забезпечення жорсткими будівельними блоками, з яких можуть бути отримані стабільні структури вищого порядку, такі як листя та стебла, і забезпечення середовища регуляторних молекул, які відчують присутність патогенних мікробів і контролюють розвиток тканин.

- Спеціалізовані шляхи зв'язку між клітинами — плазмодесми^[4], цитоплазматичні містки: цитоплазма і ендоплазматичний ретикулум (ЕПР) сусідніх клітин повідомляються через пори в клітинних стінках.

- Пластиди, у тому числі найважливіші — хлоропласти. Хлоропласти містять хлорофіл, зелений пігмент, який поглинає сонячне світло. Як і мітохондрії, чий геном у рослин містить 37 генів, пластиди мають власні геноми (пластому), що складаються з близько 100—120 унікальних генів. Як передбачається, пластиди і мітохондрії виникли як прокаріотичні ендосимбіонти, які оселилися в клітині.

- Розподіл клітин (мітоз) наземних рослин і деяких водоростей, особливо харових (*Charophyta*).

- Чоловічі статеві клітини мохів і папоротеподібних мають джгутик, схожий зі джгутиком сперматозоїдів тварин, але у насінневих рослин — голонасінних і квіткових — вони позбавлені джгутика і називаються сперміями.

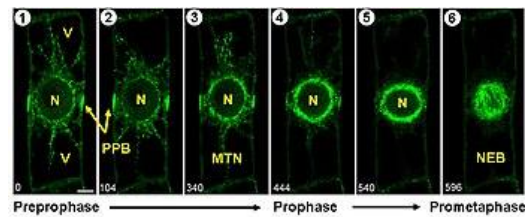
- З властивих тваринній клітині органел в рослинній відсутні тільки центриолі¹

Основні типи рослинних клітин

Паренхімні клітини — це клітини, розміри яких у всіх напрямках однакові або довжина трохи більше ширини. Паренхіму рослин називають також основною тканиною.

Прозенхімні клітини — це витягнуті (довжина у багато разів перевищує ширину) і загострені на кінцях (на відміну від паренхіми) клітини, різні за походженням і функціями. Між прозенхімою (тканиною, утвореною прозенхімними клітинами) і паренхімою є переходи, наприклад, коленхіма і лопатеві гіллясті клітини мезофіла в листі тканин і ін. рослин

Поділ рослинних клітин



Поділ рослинних клітин

У рослинних клітин є унікальна додаткова фаза мітозу — препрофаза. Вона передує профазі і включає дві основні події:

- Утворення препрофазної стрічки — густого кільця з мікротрубочок, розташованого під плазматичною мембраною;
- Початок скупчення мікротрубочок близько до ядерної оболонки.

Клітинна стінка

Клітинна стінка є не тільки у рослинних клітин: вона є у грибів і бактерій, але тільки у рослин вона складається з целюлози (винятком є грибоподібні організми ооміцети, чия клітинна стінка також складається з целюлози).

Функції

Клітинні стінки рослин виконують такі функції:

- забезпечення можливості тургору (не будь його, внутрішньоклітинний тиск розірвав би клітину);
- роль зовнішнього скелета (тобто надає форму клітині, визначає рамки її зростання, забезпечує механічну і структурну підтримку);
- запасає поживні речовини;
- захист від зовнішніх патогенів.

Органели

Пластиди



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.

Прозенкімні – 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 мм.

Клітини листка моху

1 – паренхімні

2 – прозенкімні

3 – хлоропласти

4 – клітинна оболонка

Будова рослинної клітини

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. Вибірні 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 поодиноці 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.

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 впорядкуванні руху ін. Органел клітини утворює опірну систему клітини, зумовлюють її форму.

Пластиди. Являють собою відносно великі утворення клітин – їх довжина досягає 1 Омкм. Вони вириті подвійною мембраною, що відділяє їх матриця від цитоплазми. Внутрішня мембрана має вирости в порожнину пластид, які утворюються сплюснені мішечки – тилакоїди. Групи дископодібних тилакоїдів об'єднуються утворюють грани. Грани характерні лише для хлоропластів. У мембранах тилакоїдів концентруються пігменти.

Залежно від забарвлення розрізняють такі види пластид:

- лейкопласти (безбарвні),
- хлоропласти (зелені),

- хромопласти (жовті, оранжеві, червоні).

У клітині звичайно зустрічаються пластиди одного типу. Особливість пластид полягає в тому, що одні їх види можуть переходити в ін. У водоростей пластиди звичайно більші, в них концентруються всі пігменти, що знаходяться в клітині, вони називаються хроматофорами.

Лейкопласти мають різноманітні форми: звичайні для клітин і органів, що не освітлюються сонцем (корені, кореневища, бульби), але знаходяться і в епідермі. Там вони мають кулясту форму і концентруються біля ядра. За допомогою лейкопластів у рослинах відбуваються синтез і накопичення запасних харчових речовини, у першу чергу крохмалю (амінопласти), рідше білків (протеїнопласти), ще рідше жирних олій, ліпідопласти).

Хлоропласти – пластиди зелених органів рослин. Здебільшого вони мають форму зерен, тому їх називають хлорофіловими зернами. Головними пігментами хлоропластів є хлорофіли, що мають кілька модифікацій (хлорофіли а, в, с, d, е) у вищих рослин головними хлорофілами є а і в. Значення хлорофілу полягає у поглинанні енергії світла і участі у фотохімічних реакціях. У хлоропластах знаходяться також каротиноїди. Вони відіграють роль світлофільтрів, що захищають хлорофіли від яскравого освітлення і від окислення киснем, що виділяється при фотосинтезі.

Хлоропласти мають різноманітні форми і різне забарвлення. Останнє залежить від пігментів каротиноїдів, які бувають жовті, оранжеві або червоні. Вони синтезуються рослинами, бактеріями і грибами. Найбільш поширеними каротиноїдами є каротини і ксантофіли. Каротиноїди частково відіграють роль додаткових фотосинтезуючих пігментів, а також виконують біологічну роль: яскраве забарвлення пелюсток квіток приваблює комах-запильників, а дозрілих плодів – тварин і птахів, які поїдають плоди, розповсюджують їх насіння.

Хромопласти – кінцевий етап у розвитку пластид. У них можуть перетворюватись лейкопласти і хлоропласти.

Хроматофори – пластиди водоростей. Вони мають різну форму: стрічки, закрученої стрічки, пластинки, кухля і ін. У хроматофорах можуть бути Дерлянти, Фнобіліни, які беруть участь у фотосинтезі. Вони поглинають енергію світла і переносять її до хлорофілу.

Види пластид:

- а) лейкопласти;
- б) хлоропласти;
- в) хромопласти;
- г) хроматофори.

Ядро. Нарівні з цитоплазмою ядро становить основну складову протопласта всіх еукаріотних клітин. При видаленні ядра в клітині порушуються життєві процеси і вона гине. Звичайно клітина містить одне ядро кулястої, яйцеподібної, рідше ін. форми. Зверху воно вирито подвійною оболонкою, що складається з двох лямбран з порами, через які проходить обмін речовин між ядром і цитоплазмою. Під оболонкою знаходиться нуклеоплазма (ядерний сік), в якій розміщені хроматин, одне або кілька ядерців і різні хімічні речовини.

Хроматин складається з витків ДНК зв'язаних з білками.

Ядерце має кулясту форму. У ньому міститься 5% РНК і іде синтез рибосомної РНК, яка через пори в ядерній оболонці надходить у цитоплазму.

Ядро регулює всі життєві процеси клітини, несе в собі генетичну інформацію, що знаходиться в ДНК.

Вакуолі – порожнини в протопласті, заповнені розчином різних речовин, що відокремлені від цитоплазми одинарною мембраною – тонопластом. Вони притаманні еукаріотичним клітинам. Вакуолі утворюють ЕПС. У молодих клітин вакуолі невеликі, але їх багато.

По мірі старіння клітини вони збільшуються, зливаються і зрештою утворюють одну велику вакуолю, що займає 70-90% об'єму і центральне положення в клітині. Цитоплазма, ядро і ін. органоїди клітини відтискуються вакуолею до стінок клітинної оболонки і займають постійне положення. У вакуолях міститься клітинний сік, що являє собою водяний розчин різних органічних і неорганічних речовин з рН –2-5. Лише у невеликій кількості рослин рН лужна (огірки).

До складу клітинного складу входять. Вода (70-95%) азотисті та без азотисті органічні речовини, вітаміни, фітонциди, неорганічні сполуки тощо.

Азотисті органічні речовини представлені простими білками, а. к., алкалоїдами.

Прості білки – білки, що розчиняються у воді (альбуміни. В соляній кислоті (глобуліни), в розчинах лугів (лютеїни).

Амінокислоти – продукти розпаду білків і також вважаються продуктами запасу. У багатьох рослин зустрічається така а. к, як аспарагін; препарати аспарагіну заспокійливо діють на роботу серця і стимулюють роботу серця.

Алкалоїди – складні органічні сполуки, до складу яких входять азот. Вони становлять рослинні основи із кислотами утворюють солі. Майже всі алкалоїди отруйні, і цим обумовлено отруйність рослини. У рослині може синтезуватись один, кілька або багато алкалоїдів. Наприклад у молочному соці маку міститься 22 алкалоїди, у тому числі морфін і кодеїн.

Без-азотисті речовини представлені розчинними вуглеводами, Нептуновими речовинами, орган. к-ми, глікозитами, тощо.

Із вуглеводів – найголовніше в клітинному соці зустрічаються глюкоза, фруктоза, сахароза, які зумовлюють солодкий смак клітинного соку.

Глюкоза (виноградний цукор) C₆H₁₂O₆ моносахарид) звичайно виявляються в плодах рослин, у нектарі. В медицині використовують при захворюванні серця, печінки ін.

Фруктоза (плодовий цукор) пере даток в стиглих плодах.

Сахароза (тростинний цукор) – дисахарид C₁₂H₂₂O₁₁. Вона звичайна для коренеплодів цукрових буряків (до 26%), стебел цукрової тростини (до 20%), плодів кавунів, динь, тощо. Для рослин сахароза є продуктом харчування.

Інулін знаходиться в коренях (цикорій), бульбах (зелена груша) і становить для рослин продукт запасу. Використовують для заміни цукру при діабеті.

Пектинові речовини знаходяться в клітинному соці і в міжклітинній речовині, що склеює клітини. Багато їх міститься в плодах апельсинів, яблук, айви, слив і ін, в коренеплодах буряків, моркви, в бульбах топінамбура. Використовують в медицині для виведення з організму отруйних і радіоактивних речовин.

Органічні кислоти. Зумовлюють кислу реакцію клітинного соку. Найчастіше зустрічаються щавлева кислота, яка з'єднується з кальцієм і утворює нерозчинну у воді сіль оксалату кальцію. Вона утворюється як один із побічних продуктів дихання.

Яблучна кислота є найбільш розповсюдженою в різних плодах (яблука, горобина, вишня. Помідори, брусниця, журавлина) зумовлюючи їх кислуватий смак.

Лимонна кислота характерна для плодів лимона (6%), лимонника (10%), журавлини (3%).

Вишня-кислота переважає в плодах винограду (0,3%) і малини.

Бензойна кислота зустрічається в плодах брусниці (800,1%), журавлини. Для неї характерні консервуючі властивості, що зумовлює здатність цих плодів зберігатись як у натуральному так і в замоченому вигляді.

Органічні кислоти підтримують тугор клітини.

Глікозиди – складні органічні речовини, до складу яких входить глюкоза або ін. Цукор, зв'язаний по типу складних ефірів з несахаристими речовинами (аглюконами). Глікозиди, особливо серцеві – отруйні сполуки, які зумовлюють отруйність всієї рослини.

У медицині глікозиди мають досить широке застосування. Наприклад, глікозиди таких рослин, як конвалія, наперстянка, горицвіт, застосовують при серцевих захворюваннях. Глікозид амігдалін під впливом ферменту емульсину розщеплюється на глюкозу, безолійний альдегід і дуже отруйну синильну кислоту. Він знаходиться в насінні гіркої мигдалю, тому не насіння не можна використовувати як їжу, бо кілька насінин можуть спричинити сильне отруєння. Амігдалін є також у насіннях сливи, вишні, абрикоса, персика, яблуні, груші, але в невеликих кількостях, то обумовлює їх гіркуватий смак.

Гіркоти – речовини глікозидної природи, вони характерні для полину, золототисячника, тирличу. Гіркоти використовують для поліпшення апетиту і покращення травлення.

Таніди (або дубильні реч.). Особливістю їх є в'язучий смак, кисла р-а, здатність осаджувати більше і алкалоїди. Таніди містяться в значних кількостях в усіх органах і частинах рослин. Наприклад, у дубових голок їх вміст досягає 75%, у корі дуба – 20%, верби – 13%. Вміст дубильних речовин у плодах під час їх зберігання, достигання, а також внаслідок дії низьких t_0 знижується. У медицині мають широке застосування. І використовують як в'язучий засіб при запаленні слизових оболонок, шлункових маткових кровотеч ін.

Пігменти – безбарвні розчинні речовини. Найпоширенішими рослинними пігментами є антоціани і флавоноли. Вони знаходяться в пелюстках квіток, у листках, стеблах, плодах і насінні. Антоціани органічні сполуки, здебільшого феномені глікозиди. Їх забарвлення залежить від реакції клітинного соку. Якщо останній має кислу реакцію, антоціани набувають червоного кольору різних відтінків, при нейтральній реакції – фіолетового, а при лужній – синього або блакитного. У рослинах реакція клітинного соку може змінюватися, а тому і забарвлення рослин також змінюється.

Наприклад: у медуни на початку цвітіння пелюстки квіточок червоні, з часом їх забарвлення змінюється на фіолетове, а в кінці цвітіння вони синіють. Флавоноли – пігмент жовтого чи оранжевого кольору. Звичайно на нього багато пелюстки жовтих жоржин, маку, жовті і оранжеві плоди мандаринів, лимонів, апельсинів.

Пігменти відіграють велику біологічну роль. Забарвлюючи квітки, вони приваблюють комах і таким чином сприяють перехресному запиленню. Антоціани вбирають сонячне проміння і сприяють підвищенню t_0 клітин, що важливо в холодні періоди, при весняних похолоданнях. Антоціанам притаманні фітонцидні властивості.

Вітаміни – солодкі органічні сполуки різного складу. Вважають, що вітаміни відіграють роль каталізаторів в організмі і беруть участь у синтезі деяких ферментів у клітині. Vit., які розчиняються у воді (B, C, P) знаходяться в клітинному соці. Решта (розчинних в олії) міститься в цитоплазмі.

ХІД РОБОТИ

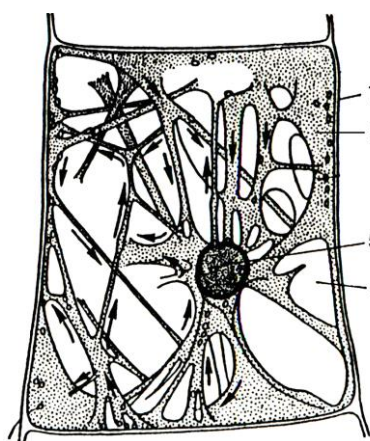
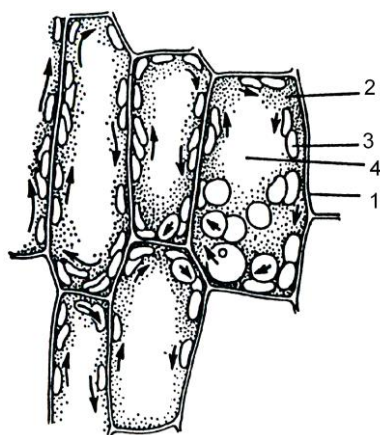
Завдання:

1. Ознайомитися з типами руху цитоплазми в рослинних клітинах. До поданих рисунків зробіть необхідні позначення і підписи.

2. Розглянути у цитоплазмі тимчасового мікропрепарату листка елодеї канадської хлоропласти. Зробити позначення структур на схемі будови хлоропласту.

1. Ознайомтеся з типами руху цитоплазми в рослинних клітинах. До поданих рисунків зробіть необхідні позначення і підписи.

Приготуйте тимчасові мікропрепарати листків елодеї канадської та волосків епідерми стебла гарбуза. Розгляньте їх при малому і великому збільшеннях.

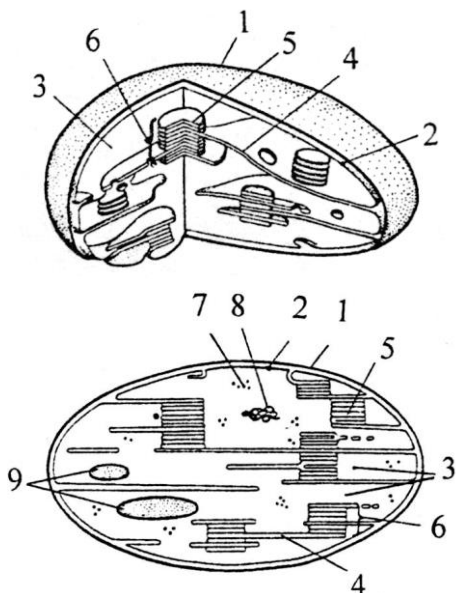


А - клітини листа елодеї (стрілками показаний напрям *кругового руху* цитоплазми)

Б - клітина волоска епідерми стебла гарбуза (стрілками показаний напрям *струменистого руху* цитоплазми)

- 1-
- 2-
- 3-
- 4-
- 5-

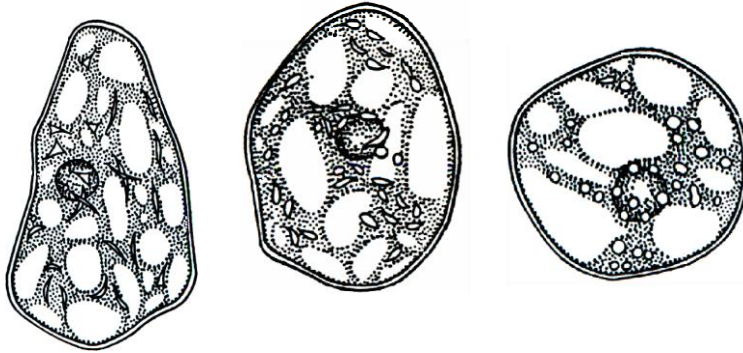
2. Розгляньте у цитоплазмі тимчасового мікропрепарату листка елодеї канадської хлоропласти. Зробіть позначення структур на схемі будови хлоропласту.



- 1-
- 2-
- 3-
- 4-
- 5-
- 6-
- 7-
- 8-
- 9-

3. Розглянути хромопласти м'якоті плодів.

Приготуйте тимчасові препарати клітин з хромопластами з м'якоті зрілих плодів конвалії, шипшини, горобини. Для цього препарувальною голкою дістаньте невелику кількість м'якоті зрілого плоду. Перенесіть м'якоть на предметне скло в краплю води, обережно розділіть і накрийте покривним склом. При малому збільшенні розгляньте скупчення хромопластів. Зіставте препарати з наданими рисунками та доповніть їх необхідними позначеннями.



А - конвалія

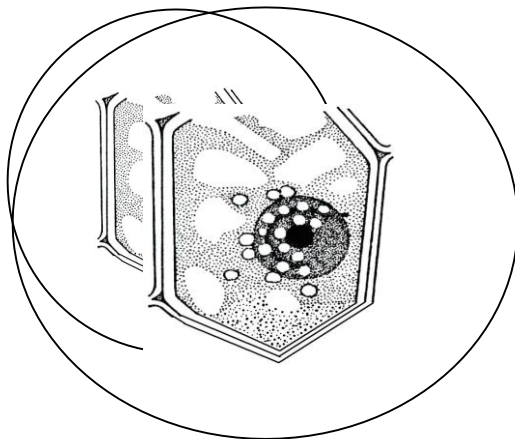
Б - шипшина

В - горобина

- 1- хромопласти
- 2- ядро
- 3- оболонки клітини
- 4- вакуолі
- 5- цитоплазма

4. Розглянути лейкопласти листків традесканції вірґінської.

Приготуйте тимчасовий мікропрепарат клітин епідерми листка традесканції вірґінської. Для цього з нижнього боку листка за допомогою гострого скальпеля чи леза надріжте і зніміть частину епідермісу без зеленого м'якуша листка. Помістіть його у краплину води на предметне скло, накрийте покривним скельцем. Розгляньте препарат при малому і великому збільшенні. Знайдіть скупчення безбарвних лейкопластів навколо ядра. Зробіть необхідні позначення до рисунка.



- 1 - оболонка
- 2 - цитоплазма
- 3 - ядро
- 4 - лейкопласти
- 5 - вакуоль

5. Шляхи утворення пластидів.

хлоропласти

лейкопласти

хромопласти

6. Складіть характеристику пластид рослинної клітини.

Типи пластид	Забарвлення	Пігменти пластид	Місцезнаходження пластид у рослині	Функції пластид
Хлоропласти 				
Лейкопласти 				
Хромопласти 				

7. Меревірте свої знання, отримані при вивченні пластид. Виберіть одну правильну відповідь.

1. Зелені пігменти рослин, за участю яких відбувається фотосинтез, містяться в:

хромопластах	амілопластах	протеопластах	пропластидах	хлоропластах

2. Органела рослинної клітини, яка подібно до мітохондрій має свою автономність (ДНК, РНК) утворюється з пропластид, здатна ділитися, рости і рухатися. Як називається ця органела?

ядро	ендоплазматична сітка	комплекс Гольджі	хлоропласти	рибосоми

3. Установлено, що у рослин утворення вторинного запасного крохмалю відбувається в:

олеопластах	хромопластах	хлоропластах	амілопластах	протеопластах

4. Встановлено, що ксантофіли – жовто-оранжеві рослинні пігменти, надають забарвлення пелюсткам, плодам і локалізуються в:

хромопластах	амілопластах	протеопластах	пропластидах	олеопластах

5. Рух цитоплазми в живих клітинах листка елодеї під світловим мікроскопом можна спостерігати завдяки таким органелам, як:

мікротрубочки	комплекс Гольджі	мітохондрії	хлоропласти	лізосоми

Контрольні питання

1. З яких частин складається клітина рослин?
2. Що таке пластиди?
3. Будова пластид
4. Функції пластид.
5. Які є збільшення на оптичних приладах?

Література

Ботаніка. Підручник. / Б.Є. Якубенко, І.М. Алейніков, С.І. Шабарова, С.П. Машковська. Київ : Видавництво Ліра-К, 2018. 436 с.

Неведомська Є. О. Маруненко І. М., Омері І. Д. Ботаніка : навчальний посібник. К.: «Центр учбової літератури», 2013. 218 с.

Ботаніка: навчальний посібник для вступників до закладів вищої освіти / А. С. Машевська, Т. М. Єрмейчук, Іванців О. Я. Луцьк: ПП Іванюк В.П., 2020. 181 с.

Дячук П.В. Перфільєва Л.П. Ботаніка: підручник. Умань: ФОП Жовтий О. О. 2015. 206 с.

Бобкова І. А., Варлахова Л. В. Ботаніка. Підручник. Київ : ВСВ «Медицина», 2015. 304 с.

Кучерява Л. Ф. Систематика вищих рослин. - в II ч. - Ч. I. Архегоніати. / Л. Ф. Кучерява, Ю. О. Войтюк, В. А. Нечитайло. К. : Фітосоціоцентр, 1997. 136 с.

Мусієнко М. М. Екологія рослин: підруч. К. : Либідь, 2006. 432 с.

Нечитайло В. А., Кучерява Л. Ф. Ботаніка. Вищі рослини. К. : Фітосоціоцентр, 2005. 431 с.