

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

Корольова О.В.

АНАТОМІЯ РОСЛИН

Навчально-методичний посібник

Миколаїв

2013

ЗМІСТ

Передмова.....	3
Розділ 1. Конспект лекцій з анатомії рослин.....	4
Тема 1. Клітина як основний структурний елемент організму рослини.....	4
Тема 2. Тканини рослинного організму.....	21
Тема 3. Особливості анатомічної будови вегетативних органів рослин.....	39
Тема 4. Особливості анатомічної будови генеративних органів рослин.....	58
Література до лекційного курсу.....	69
Розділ 2. Лабораторний практикум.....	70
Лабораторна робота №1. Будова типової рослинної клітини.....	73
Лабораторна робота №2. Покривні тканини.....	78
Лабораторна робота №3. Механічні тканини.....	83
Лабораторна робота №4. Провідні тканини.....	86
Лабораторна робота №5. Анатомічна будова кореня.....	89
Лабораторна робота №6. Анатомічна будова стебла.....	92
Лабораторна робота №7. Анатомічна будова листка.....	96
Лабораторна робота №8. Анатомічна будова елементів квітки та плоду.....	99
Література до лабораторних занять.....	103
Питання до підсумкового контролю.....	103
Тестові завдання для самоперевірки.....	109
Рекомендована література та освітні ресурси.....	145

ПЕРЕДМОВА

Анатомія рослин – розділ ботаніки, який вивчає закономірності мікроскопічної будови, розвитку і функціонування структур рослинного організму на різних рівнях організації, – рослинної клітини, тканин та органів.

Мета дисципліни - формування у студентів системи знань про структуру і функції рослинної клітини, будову і особливості функціонування рослинних тканин і органів.

Завдання:

- вивчення будови та функції основних компонентів рослинної клітини;
- вивчення будови, функцій, локалізації та онтогенетичного розвитку тканин рослинного організму;
- вивчення анатомічної будови вегетативних органів рослин та їх видозмін у зв'язку із їх функціями;
- вивчення анатомічної будови генеративних структур рослинного організму;
- розвинування навичок роботи із живим та фіксованим рослинним матеріалом;
- оволодіння методиками мікроскопування, виготовлення мікропрепаратів, освоєння техніки наукового малюнку.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен

знати: закономірності будови і функцій клітини і тканин рослинного організму, клітинну будову тканин, тканинну будову органів,

вміти: встановлювати взаємозв'язок будови і функції структурних компонентів рослинного організму, виконувати мікроскопічні дослідження, виготовляти мікропрепарати, використовувати препарувальну техніку та лабораторне обладнання, камерально обробляти рослинний матеріал.

Зміст дисципліни:

Тема 1. Рослинна клітина (фітоцитологія)

Тема 2. Тканини рослинного організму (фітогістологія)

Тема 3. Анатомія вегетативних органів рослин

Тема 4. Анатомія генеративних органів рослин

Розділ 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ З АНАТОМІЇ РОСЛИН

ФІТОЦИТОЛОГІЯ

Тема 1

Клітина як основний структурний елемент організму рослини

План:

1. Поняття про клітину. Загальна схема будови рослинної клітини.
2. Оболонка рослинної клітини.
3. Цитоплазма, її будова та властивості.
4. Характеристика основних органоїдів клітини.
5. Будова і функції ядра. Мітоз. Мейоз.

Поняття про клітину. Загальна схема будови рослинної клітини

Клітина – це елементарна структурна і функціональна одиниця тіла рослин і тварин, здібна до самовідтворення.

Наука про мікроскопічну і субмікроскопічну (тонка будова компонентів клітини, видима при електронному мікроскопуванні, тобто при збільшенні в десятки і сотні тисяч разів) структуру клітини і її життєдіяльності називається цитологією.

Короткі відомості з історії цитології. Першою побачив клітку англійський природодослідник Р. Гук при вивченні покривної тканини бузини – пробки. Він удосконалив мікроскоп, винайдений Г. Галілеєм в 1609 р., і використав його для дослідження тонких зрізів органів рослин. Свої спостереження Р. Гук виклав в творі «Мікрографія», виданому в 1665 р., де він вперше застосував термін «клітина». Оскільки пробка складається з мертвих клітин, що мають тільки стінки, виникло помилкове уявлення про те, що із стінками пов'язані основні життєві властивості клітини. Вмісту клітин надавали другорядне значення «Живильного соку» або «рослинного слизу». Тільки в XIX в. вміст клітини привернув увагу дослідників. До цього часу вже відомі крохмальні зерна, кристали, хлоропласт і інші частини клітини. Удосконалювалася мікроскопічна техніка, накопичувався новий експериментальний матеріал.

У 1833 р. англійський ботанік Р. Броун виявив ядро, а в 1839 р. чеський фізіолог Я. Пуркин'є – цитоплазму. Їм же належить пріоритет в найменуванні цих компонентів клітини.

Численні факти клітинної будови рослин і тварин дозволили німецьким ученим – ботаніку М. Шлейдену і зоологу Т. Шванну – в 1838–1839 рр. сформулювати клітинну теорію, суть якої полягає в тому, що клітка – це основна елементарна структурна (одиниця всіх живих організмів). Клітинна теорія довела єдність походження, будови і еволюції рослин і тварин, клітинну теорію відносять до трьох найбільших відкриттів ХІХ сторіччя у області природознавства разом із законом збереження енергії і еволюційною теорією Ч. Дарвіна.

У другій половині ХІХ в. були зроблені нові відкриття, що збагатили клітинну теорію. Точними експериментальними дослідженнями було встановлене Поділ клітин (роботи І. Д. Чистякова, Э. Страсбургера) і спростовано уявлення про самозародження клітин з неклітинної речовини. Виявлення цитоплазматичного зв'язку між клітками (роботи Э. Руссова, І. Н. Горожанкіна) довело цілісність організму. До кінця ХІХ в. цитологія остаточно сформувалася в самостійну науку. За допомогою світлового мікроскопа були вивчені основні компоненти клітини, накопичувалися дані про їх функції.

Подальший прогрес цитології пов'язаний з винаходом електронного мікроскопа. У біології його почали використовувати у середині ХХ в. За допомогою електронного мікроскопа вдалося не тільки розглянути важливі деталі структури відомих компонентів клітини, але і відкрити нові.

В даний час цитологія – одна з біологічних наук, що найбільш інтенсивно розвиваються, перед якою стоїть завдання дослідження деталей структури компонентів клітини, її спадковості, захисних пристосувань (імунітету), змін під впливом зовнішніх чинників і ін. Розвиток нових галузей цитології – фізіології, біохімії, фізикохімії компонентів клітини – дозволить розгадати одну з таємниць природи – суть самого життя.

Методи дослідження клітини. Вживані для вивчення клітин методи дуже різноманітні. Основний з них – мікроскопічний. Більшість дослідників продовжують

використовувати в роботі світловий (фотонний) мікроскоп, сучасні моделі якого дають збільшення до 2 тис. раз. За допомогою світлового мікроскопа спостерігають тонкі зрізи в світлі, що проходить або відбитому. Використовуючи фазово-контрастний пристрій, вивчають будову компонентів живої клітини, що мають однаковий показник заломлення, але різну щільність. Але можливості світлового мікроскопа обмежені, частинки менше 0,2 мкм (1 мікромметр = 0,001 мм) розглянути за допомогою такого мікроскопа неможливо.

Електронний мікроскоп дає збільшення в 200 – 300 тис. раз і більш. Тут замість пучка світла використовують потік електронів, рухомих з високою швидкістю. Зрізи, що вивчаються, повинні мати товщину 0,05 мкм і спеціальне забарвлення. Пучок електронів проходить через зріз, розсіюється електромагнітними лінзами і проектується на екран, що світиться від ударів електронів, або на фотопластину. За допомогою електронного мікроскопа можна розглянути частинки розміром 1,5 нм (1 нанометр = 0,001 мкм).

Методом культури тканин вивчають структуру і життєдіяльність живих клітин поза організмом.

Цитохімічний метод дозволяє виявити наявність і визначити кількість різних речовин в клітці – білків, жирів, вуглеводів, нуклеїнових кислот, гормонів, вітамінів.

Розділити компоненти клітини з різною щільністю для ізольованого вивчення їх можна за допомогою методу центрифугування. Витягнути з клітини окремі компоненти (ядро, мітохондрії і ін.) дозволяє метод мікроскопічної хірургії.

Різноманітність клітин. Форма і розміри клітин дуже різноманітні і залежать від місцеположення і виконуваної функції. Найчастіше клітини мають форму многогранників, визначувану їх взаємним тиском. Форма клітин, що вільно ростуть, може бути кулястою, зірчастою, циліндровою і т.д. Всю різноманітність форм клітин можна звести до двох груп: паренхімні клітини – довжина рівна ширині або перевищує її не більше ніж в 2– 3 рази; прозенхимні клітини – довжина перевищує ширину у багато разів (див. мал. 40, В; 75, В). Середня довжина клітин вищих рослин 10 – 100 мкм. Найбільш крупні паренхімні клітини досягають в довжину декілька міліметрів і видно неозброєним оком, наприклад клітини плодів кавуна, лимона, бульб

картоплі. Але особливо велику довжину мають прозенхимні клітини стебел льону (40 мм), кропиви (80 мм), рами (200 мм). У той же час клітини бактерій настільки малі (0,5 – 5 мкм), що ледве видно при найбільшому збільшенні світлового мікроскопа.

Клітинна будова рослин. З анатомічної і фізіологічної точки зору рослина являє собою цілісну систему, в якій ріст і розвиток клітин, тканин і органів взаємозв'язані та взаємоузгоджені.

Залежно від складності будови та морфологічної організації рослинні організми поділяють на одноклітинні, колоніальні і багатоклітинні. Одноклітинними організмами є багато зелених, ціанобактерій та діатомових водоростей, колоніальними – деякі водорості (вольвокс, пандорина), багатоклітинними – решта нижчих та вищі рослини.

Жива диференційована рослинна клітина складається, як правило, з трьох основних частин: добре вираженої і міцної полісахаридної оболонки, протопласта (живого вмісту клітини) і вакуолі (простору в центральній частині клітини, виповненого клітинним соком).

Компоненти клітини. Розглядаючи дорослу рослинну клітку за допомогою світлового мікроскопа, можна побачити наступні компоненти: щільну стінку, одну велику або 2–3 невеликі вакуолі, які займають центральну частину клітини; цитоплазму, розташовану між стінкою клітини і вакуолею; ядро, що знаходиться в цитоплазмі.

Ядро, цитоплазма і розташована в ній органела – живі частини клітини і в сукупності складають протопласт. Клітинна стінка і вакуолі – неживі частини клітини, похідні протопласта, продукти його життєдіяльності.

При вивченні клітин за допомогою методу фазового контрасту і під електронним мікроскопом було виявлено, що цитоплазма і ядро – складні структурні системи. Органелу можна розділити на дві групи: видимі під світловим мікроскопом і видимі тільки під електронним мікроскопом. У кожній групі розрізняють двохмембранні органели (покриті двома мембранами), одномембранні (покриті однією мембраною) і безмембранні. Всі компоненти протопласта звичайно безбарвні, окрім пластид, які можуть бути забарвлені в зелений або оранжевий колір.

Речовини, з яких побудована клітина, надзвичайно різноманітні. Найбільше в клітці міститься води (60–90 %), необхідної для нормального перебігу реакцій обміну речовин. Частина хімічних сполук, що залишилася, доводиться в основному на органічні речовини, але є також і неорганічні (2–6 % сухої речовини).

Органічні речовини умовно ділять на конституційні, такі, що входять до складу органели і беруть участь в обміні речовин, і ергастичні – продукти життєдіяльності органели.

До конституційних речовин відносять білки (високомолекулярні азотисті з'єднання, що складаються з амінокислот) і ліпіди (речовини, нерозчинні у воді, але розчинні в органічних розчинниках – ефірі, бензині і ін.), що визначають будову і властивості органели; нуклеїнові кислоти, в комплексі з білками що грають роль носіїв і передавачів спадкової інформації, а також контролюючі обмін речовин; вуглеводи (речовини, що складаються з вуглецю, водню і кисню, у більшості з них водень і кисень знаходяться в тому ж співвідношенні, що і у воді), що беруть участь в організації органели в з'єднанні з біологічно активними речовинами та ін.

Ергастичні речовини можуть бути фізіологічно активними, наприклад ферменти (біологічні каталізатори), гормони (регулятори зростання), запасними (тимчасово вимкненими з обміну речовин), екскреторними (кінцевими продуктами обміну), а також можуть служити матеріалом для побудови стінки клітини.

В рослинній клітині, на відміну від тваринної, є пластиди, клітинна оболонка і вакуолі.

Оболонка рослинної клітини

Більшість продуктів життєдіяльності протопласта клітини включена у вакуолі і цитоплазму. Деякі, наприклад клітинна стінка, відкладаються поза протопласта, утворюючи скелетну основу клітини. Клітинна оболонка є продуктом діяльності цитоплазматичного вмісту. Вона властива клітинам майже всіх органів і тканин вищих рослин. Лише статеві клітини рослин та деякі нижчі рослини не мають оболонки, однак після запліднення вона утворюється і в клітинах зародка. Наявність сформованої оболонки – характерна ознака, що відрізняє клітини рослин від клітин тваринних організмів. Вона обмежує розмір протопласта, надає клітині певної форми, міцності,

захищає плазмалему, відіграє істотну роль у поглинанні, транспорті і виділенні речовин.

Еластична первинна оболонка утворюється високомолекулярними полісахаридами (пектин, геміцелюлоза) і в незначній кількості – целюлозою. У більшості клітин під первинною утворюється вторинна оболонка із целюлози – полісахариду, молекули якого утворюють тонкі нитки – мікрофібрили. Залежно від їх напрямку клітини розтягуються або в ширину, або лише в довжину.

В клітинній оболонці є отвори – *плазмодесми*, через які в клітину проходять тонкі тяжі цитоплазми. Вони з'єднують клітини і тканини організму в одне ціле і властиві лише рослинним клітинам.

З віком клітинні оболонки можуть зазнавати лігніфікації, кутинізації, окорковіння тощо. *Процес лігніфікації (здереж'яніння)* клітинної оболонки обумовлюється утворенням у ній *лігніну*. При *кутинізації* зовні від полісахаридної оболонки відкладається *кутин*, утворюючи плівку – *кутикулу*, яка вкриває клітини епідерми усіх надземних органів рослин. При *окорковінні* оболонка просочується *суберином*, який відкладається всередину від неї. Клітини з суберином формують корковий шар (фелему) вторинної покривної тканини – перидерми.

У деяких рослин (хвощів, осок) на стінках клітин покривних тканин відкладається кремнезем. Іноді (у водоростей) оболонка просочується солями кальцію.

Цитоплазма, її будова та властивості

Цитоплазма. Цитоплазма має мембранну організацію. Її структуру утворюють тонкі (4–10 нм), досить щільні плівки – біологічні мембрани. Основу їх складають ліпіди. Молекули ліпідів розташовані впорядковано – перпендикулярно до поверхні, в два шари, так, що їх частини, що інтенсивно взаємодіють з водою (гідрофільні), направлені назовні, а частини, інертні по відношенню до води (гідрофобні) – всередину. Молекули білка розташовані несучільним шаром на поверхні ліпідного каркаса з обох його сторін. Частина їх занурена в ліпідний шар, а деякі проходять через нього наскрізь, утворюючи ділянки, проникні для води.

Мембрани утворюють прикордонний шар цитоплазми, а також зовнішню межу її органели і беруть участь в створенні їх внутрішньої структури. Вони ділять

цитоплазму на ізольовані відсіки, в яких одночасно і незалежно один від одного можуть протікати біохімічні процеси часто в протилежному напрямі (наприклад, синтез і розпад).

Одна з основних властивостей біологічних мембран – виборча проникність (напівпроникність): одні речовини проходять через них насилу, інші легко і навіть у бік більшої концентрації. Мембрани багато в чому визначають хімічний склад цитоплазми і клітинного соку.

Плазмалема і тонопласт. Плазмалема – це зовнішня мембрана цитоплазми, що відмежовує цитоплазму від стінки клітини і звичайно щільно прилегла до неї. Іноді плазмалема буває хвилястою або утворює глибокі складки. Вона регулює обмін речовин клітини з навколишнім середовищем, а також бере участь в синтезі речовин.

Тонопласт – це внутрішня мембрана цитоплазми, вона відмежовує цитоплазму від вакуолі. Функція його та ж, що і плазмалеми.

Гіалоплазма. Це рідке безперервне середовище, в яке занурена органела (див. мал. 2). Гіалоплазма містить ферменти і нуклеїнові кислоти. Вважають, що білки, що входять до складу гіалоплазми, утворюють систему з тонких фібрил (діаметром 2–3 нм) – трабекулярну сітку, яка зв'язує між собою органелу. Ця система дуже динамічна, вона може розпадатися при зміні зовнішніх умов. Гіалоплазма здібна до активного руху, який може бути обертальним – уздовж стінки клітини, якщо в центрі знаходиться одна велика вакуоль, і струменистим – по тяжам, що перетинають центральну вакуоль, у різних напрямках. Швидкість руху залежить від температури, інтенсивності світла, постачання киснем і інших чинників. При русі гіалоплазма захоплює за собою органелу. Роль гіалоплазми велика: вона здійснює взаємозв'язок органели, бере участь в обміні, транспорті речовин, передачі роздратування і т.д.

Характеристика основних органоїдів клітини

Пластиди. *Пластиди* – цитоплазматичні структури рослинних клітин, які мають певну форму, специфічну внутрішню будову і є носіями пігментного світлопоглинального комплексу. Пластиди є найкрупнішими (після ядра) цитоплазматичними органелами спеціального призначення. Вони властиві тільки клітинам рослинних організмів. У рослинних клітинах різного призначення пластиди

бувають трьох типів: 1) хлоропласти (зелені пластиди); 2) безбарвні лейкопласти, 3) забарвлені в оранжево-жовтий або червоний колір хромопласти (каротиноїдопласти). Чітко відмежовані від цитоплазми подвійною або одинарною мембранною оболонкою, більшість їх має добре розвинену і впорядковану систему внутрішніх мембран (*тилакоїдів*). Одні з них формують в тілі пластиди (*стромі*) групи дископодібних пухирців, скупчення яких називаються *гранами*, а інша частина з'єднує грани в єдину взаємозв'язану систему.

Лейкопласти найчастіше зустрічаються в молодих меристематичних клітинах конусів наростання, клітинах бульб, кореневищ, епідермі листків.

У лейкопластах утворюються запасні поживні речовини, і назва їх визначається функцією: якщо у лейкопластах нагромаджується крохмаль, вони називаються *амілопластами*, якщо білок – *протеопластами* і якщо синтезується жир – *олеопластами*. Лейкопласти знайдено в усіх вищих рослинах, причому в однодольних вони більшого розміру, ніж у дводольних.

Хлоропласти розміщуються переважно в клітинах асиміляційної паренхіми листків – основних органів фотосинтезу. Значна кількість зелених пластид міститься в поверхневих шарах клітин молодих пагонів, недозрілих плодів, корі стебел, деревині, серцевинних променях та інших глибоко розташованих клітинах деревних і чагарникових рослин. Хлоропласти зустрічаються також у сім'ядолях насіння (клен, гарбуз), ендоспермі насінин (хвойні), додаткових коренях (кукурудза бальзамін тощо).

Хромопласти є похідними хлоропластів, зрідка – лейкопластів. Дозрівання плодів деяких рослин (шипшини, перцю, помідорів, конвалії, горобини, глоду) супроводжується перетворенням хлоро- або лейкопластів у хромопласти. Хромопласти містять переважно жовті пластидні пігменти – каротин, ксантофіли (лікопін), які при дозріванні інтенсивно синтезуються з одночасним руйнуванням хлорофілу. У різних рослин і навіть в одній клітині форма та розміри хромопластів надзвичайно варіабельні.

Вакуолі. В цитоплазмі, центральній частині рослинних клітин, є одна або кілька порожнин, виповнених *клітинним соком* – складним розчином різноманітних водорозчинних сполук, таких як: мінеральні солі, органічні кислоти, сахариди,

амінокислоти, деякі білки, дубильні речовини, водорозчинні вакуолярні пігменти (антоціани, флавоноли, беталаніни), деякі ферменти. Клітинний сік часто забарвлений у різні відтінки червоного або синюватого кольору. Найпоширенішими барвниками вакуолярної рідини є антоціани, які змінюють свій колір залежно від співвідношення з іншими флавоноїдними сполуками, наявності деяких іонів металів та величини рН соку.

У вакуолях зосереджена основна кількість клітинної води. Вважають, що утворення в рослинних клітинах великої за об'ємом вакуолярної порожнини з клітинним соком має важливе біологічне значення, бо завдяки цьому в онтогенезі клітини об'єм та маса її цитоплазматичного вмісту істотно не збільшуються. Завдяки вакуолі життєдіяльність дорослої клітини забезпечується незначною масою цитоплазми, але з великою поверхнею мембранних структур та високою концентрацією речовин у цитоплазмі.

Форма і розміри вакуолей поступово змінюються залежно від віку клітини, рівня її метаболічної активності та виконуваних функцій. У меристематичних клітинах (крім камбіальних) вони називаються *провакуолями* і не спостерігаються під світловим мікроскопом. У дорослих клітин розмір вакуолей різко збільшується за рахунок їх злиття та збільшення об'єму. У диференційованих клітинах міститься одна або кілька великих вакуолей у центральній частині протопласта.

Вакуоля рослинної клітини – поліфункціональне утворення. За її участю, насамперед, здійснюються осмотичні процеси клітин, які лежать в основі поглинання та руху води і поживних речовин, підтримується напружений (тургорний) стан клітинних оболонок.

Запасні поживні речовини, зокрема вуглеводи, ліпіди та білки, нагромаджуються в плодах і насінні, в багатьох вегетативних органах (коренях, стеблах, бульбах, кореневищах) і з відновленням ростових процесів включаються в обмін речовин як джерело енергії та метаболітів. Різні форми запасних поживних речовин належать до категорії *включень* – тимчасових компонентів клітини, здатних утворюватись і ферментативно розкладатись у різні періоди її життєдіяльності.

Ендоплазматичний ретикулум (ендоплазматична мережа). Є відмежованою мембранами системою взаємозв'язаних субмікроскопічних каналів і цистерн, пронизливих гіалоплазму. Є дві форми ретикулума: гранулярний (шорсткий) і агранулярний (гладкий). Гранулярний ендоплазматичний ретикулум несе на поверхні дрібні гранули – рибосоми. Він виконує важливі функції – синтез ферментів, транспорт речовин, зв'язок з суміжними клітками (через плазмодесми), утворення нових мембран, вакуолей і деякої органели. Плазмодесми – це якнайтонші нитки цитоплазми, що проходять через поровий апарат клітинної стінки і сполучають дві сусідні клітини.

Агранулярний ендоплазматичний ретикулум складається з трубочок, що гілкуються, відходять від цистерн гранулярного ретикулума, не має рибосом. Звичайно він розвинений слабкіше, ніж гранулярний, бере участь в синтезі і транспорті ефірних масел, смол, каучуку.

Рибосоми. Це гранули діаметром близько 20 нм, розташовані в гіалоплазмі або прикріплені до поверхні мембран ендоплазматичного ретикулума. Вони виявлені також в мітохондріях і пластидах. Рибосоми складаються з білка і рибонуклеїнової кислоти (РНК) і не мають мембранної структури. Функція рибосом – синтез білка, самовідтворення живої матерії. Цей процес відбувається в рибосомах, розташованих групою і зв'язаних між собою ниткоподібною молекулою иРНК (інформаційна РНК переносить закладену в ядрі генетичну інформацію, необхідну для синтезу різних білків, до рибосомам). Такі групи називають полісомами. Вважають, що рибосоми формуються в ядрі. Оскільки в процесі життєдіяльності відбувається постійне оновлення білків цитоплазми і ядра, то без рибосом клітка довго існувати не може.

Апарат Гольджі. Складається з диктіосом і пухирців Гольджі. Диктіосома є стопкою з 5–7 плоских цистерн, обмежених агранулярною мембраною. Діаметр цистерн близько 1 мкм, товщина 20–40 нм. Цистерни не стикаються один з одним. Пухирці Гольджі відчленовуються від країв цистерн і розповсюджуються по всій гіалоплазмі.

У диктіосомі відбуваються синтез, накопичення і виділення полісахаридів (вуглеводи з великою молекулярною масою, що складаються із залишків молекул

моносахаридів). Пухирці Гольджі транспортують їх, у тому числі і до плазмалеми. Мембрана пухирців вбудовується в плазмалему, а вміст виявляється зовні від плазмалеми і може включатися в клітинну стінку. Пухирці Гольджі можуть включатися і в тонопласт.

Походження диктиосом ще точно не встановлене. Вважають, що в їх освіті бере участь ендоплазматичний ретикулум. У деяких клітках апарат Гольджі відсутній.

Сферосоми. Округлі блискучі тельця діаметром 0,5 – 1 мкм. Це центри синтезу і накопичення рослинних масел. Вони відшнуровуються від кінців тяжів ендоплазматичного ретикулуму. Мембрана, розташована на поверхні сферосоми, у міру накопичення масла редукується, і від неї залишається тільки зовнішній шар.

Лізосоми. Пухирці розміром 0,5–2 мкм, що мають на поверхні мембрану. Містять ферменти, які можуть розщеплювати білки, ліпіди, полісахариди і інші органічні сполуки. Утворюються так само, як і сферосоми, з тяжів ендоплазматичного ретикулума. Їх функція – руйнування окремої органели або ділянок цитоплазми (локальний автоліз), необхідне для оновлення клітини.

Мітохондрії. Форма мітохондрій надзвичайно різноманітна – овальна, округла, циліндрова, гантелевидна, гілляста і т.д. Довжина їх рівна 2–5 мкм (у циліндрових форм – до 7 мкм), діаметр – 0,3–1 мкм. На поверхні мітохондрії знаходяться дві мембрани. Внутрішня мембрана утворює випинання в порожнину мітохондрії у вигляді гребенів або трубочок, званих кристами. Кристи значно збільшують мембранну поверхню мітохондрії. Простір між кристами заповнений рідкою речовиною – матриксом (або строною), в якому знаходяться рибосоми і міститься дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК). Поверхня внутрішньої мембрани покрита найдрібнішими тельцями, що мають кулясту головку і ніжку (АТФ-соми). Аденозинтрифосфорна кислота складається із залишків азотистої підстави, вуглеводу рибози і фосфорної кислоти, здійснює перенесення енергії.

Мітохондрії – це енергетичні лабораторії клітини. Тут відбуваються розщеплювання вуглеводів, жирів і інших органічних речовин за участю кисню (дихання) і синтез АТФ. Енергія, що виділяється при диханні, перетворюється в енергію макроергічних зв'язків молекули АТФ (зв'язки, багаті енергією; при відщепленні від

АТФ залишків фосфорної кислоти і розриві цих зв'язків виділяється енергія), яка потім використовується для здійснення процесів життєдіяльності клітини – Поділ, поглинання і виділення речовин, синтезу і т.д. Вважають, що мітохондрії можуть утворюватися двома способами - поділом і з ініціальних частинок, відокремлених від ядра.

Мітохондрії здатні переміщатися. Вони концентруються навколо ядра, хлоропластів і іншої органели, де життєві процеси йдуть найенергійніше. Це обов'язкова органела як рослинної, так і тваринної клітини.

Будова і функції ядра. Мітоз. Мейоз

Ядро може функціонувати тільки в цитоплазматичному середовищі. Це – місце зберігання і відтворення спадкової інформації, що визначає ознаки даної клітини і всього організму в цілому, а також центр управління синтезом білка. Якщо з клітини видалити ядро, то вона незабаром загине. Звичайно в клітці є одне ядро, але у деяких видів водоростей і у грибів багатоядерні клітини. Бактерії і синьо-зелені водорості не мають оформленого ядра, речовини, що входять в його склад, містяться у них в цитоплазмі, отже, ядро знаходиться в розпорошеному (дифузному) стані.

Форма ядра різноманітна, але звичайно відповідає формі клітини: у паренхімних клітках найчастіше куляста, в прозенхімних – лінзовидна або веретеновидна. Діаметр ядра клітин вегетативних органів покритонасінних рослин 10– 25 мкм. У цвілевих грибів діаметр ядра всього 1– 2 мкм, а у харових водоростей може досягати 2,5 мм. В процесі онтогенезу форма, розмір і місцеположення ядра в клітці можуть змінюватися. Так, у молодих клітин співвідношення між об'ємом ядра і всього протопласта від 1:4 до 1:5, а у цілком сформованих і у старих – від 1:20 до 1:200. Порушення цих співвідношень викликає або Поділ, або загибель клітини.

Під світловим мікроскопом ядро має вид пухирці з 1– 3 темними плямочками – ядрами. Сучасне уявлення про структуру ядра засноване на вивченні його методом фазового контрасту і під електронним мікроскопом. Загальний план будови ядра однаковий у всіх клітин рослин і тварин. Воно складається з наступної органели: ядерної оболонки, нуклеоплазми, хромосом, ядер.

Ядерна оболонка відмежовує вміст ядра від цитоплазми. Складається з двох мембран з проміжком між ними, званим перинуклеарним простором. Товщина мембран - 10 нм, а товщина перинуклеарного простору варіює. Загальна товщина оболонки 40 – 80 нм. Внутрішня мембрана оболонки агранулярна, до зовнішньої мембрани прикріплені рибосоми. По структурі і хімічному складу ядерна оболонка близька до ендоплазматичного ретикулуму, тим більше що її зовнішня мембрана утворює випинання, перехідні в ретикулум цитоплазми. Ядерна оболонка має особливі утворення – ядерні пори. Це складні структури. По межі пори, утвореної в результаті злиття двох мембран, розташовані гранули, від яких відходжують фібрили. Частина фібрил сходиться в центрі, формуючи діафрагму. Діаметр пори 80 – 90 нм. Через пори макромолекули проходять з нуклеоплазми в гіалоплазму і у зворотному напрямі. Ядерна оболонка контролює обмін речовин між ядром і цитоплазмою, здібна до синтезу білків і ліпідів.

Нуклеоплазма є колоїдним розчином, в якому розміщені хромосоми і ядра. До складу нуклеоплазми входять різні ферменти, нуклеїнові кислоти. Вона не тільки здійснює зв'язок між органелою ядра, але і трансформує речовини, що проходять через неї.

Хромосоми можуть знаходитися в двох станах. У робочому стані – це деконденсовані в різному ступені, тонкі (10 нм) нитчасті структури, що беруть активну участь в процесі обміну речовин. Вони видно тільки під електронним мікроскопом. Під час Поділ ядра хромосоми максимально конденсуються, стають короткими і товстими (видно в світловий мікроскоп). Виконують функцію розподілу і перенесення генетичної інформації, в процесі обміну речовин не беруть участь, поглинають багато фарбників і інтенсивно забарвлюються.

По хімічній природі хромосома є нуклеопротейдом, що складається з ДНК і білка. Складові частини (мономери) молекули ДНК – нуклеотиди. Нуклеотид має три компоненти – залишок фосфорної кислоти, цукор дезоксирибозу і одна з чотирьох азотистих підстав: аденін, гуанін, тимін, цитозин. Нуклеотиди з'єднуються в довгий ланцюг в будь-якій послідовності. Молекула ДНК складається з двох таких надзвичайно довгих ланцюгів, які зв'язані між собою азотистими підставами, причому

аденін завжди з'єднується з тиміном, а гуанін – з цитозином. Цей подвійний ланцюг закручений навколо осі. Одна з найважливіших властивостей молекули ДНК – реплікація (самоподвоєння), при якій ланцюжки нуклеотидів розходяться і кожна з них добудовує втрачену. Ділянка молекули ДНК, що визначає синтез одного із специфічних для клітини білка, називають геном. Послідовність нуклеотидів в молекулі ДНК, своєрідну для кожного організму, називають генетичним кодом. З'ясування структури ДНК – найбільше відкриття у області природознавства. Його було зроблено в результаті застосування спеціальних методів хімічного і рентгеноструктурного аналізу англійськими ученими Дж. Уотсоном і Ф. Кріком (1953). Це відкриття пояснило молекулярний механізм спадковості.

Хромосома має первинну перетяжку, де знаходиться центромера (пластинчаста структура дисковидної форми), а іноді і вторинну, яка відокремлює від неї невеликий фрагмент – супутник.

Кожен вид рослин містить в клітці строго певне число хромосом. У соматичних клітках (клітини тіла) це число звичайно диплоїдне ($2n$). Воно утворюється в результаті злиття двох статевих клітин з гаплоїдним (моноплоїдним) числом хромосом (n).

Ядерце. Звичайно це сферичне тільце діаметром 1 – 3 мкм, що складається в основному з білка і РНК. Молекула РНК, як і молекула ДНК, представляє ланцюжок нуклеотидів, але нуклеотид РНК містить замість дезоксирибози рибозу, а замість тиміну - урацил. На відміну від молекули ДНК молекула РНК має лише одну такий ланцюжок.

Ядерце звичайно контактує з вторинною перетяжкою хромосоми, званої організатором ядра, на якій відбувається матричний синтез рРНК (рибосомальна РНК). Потім рРНК об'єднується з білком, в результаті утворюються гранули рибонуклеопротейдів – попередників рибосом, які потрапляють в нуклеоплазму і через пори ядерної оболонки проникають в цитоплазму, де закінчується їх оформлення. У ядрі може бути одне або декілька ядер.

Поділ ядра і клітини. В процесі еволюції ядро виникло, ймовірно, шляхом утворення хромосом з нуклеотидів, які відокремилися від цитоплазми мембраною. Проте в процесі онтогенезу ядро виникає тільки від ядра.

Поділ ядра (каріокінез) завжди передує діленню цитоплазми (цитокінезу). Причини, що викликають процес поділу, різноманітні: порушення нормального співвідношення між об'ємами ядра і цитоплазми (якщо цитоплазма настільки збільшується, що ядро не може регулювати життєві процеси, що відбуваються в клітці), порушення співвідношення об'єму клітини і загальної поверхні клітинної стінки, дія різноманітних стимуляторів (гормонів, продуктів розпаду клітини і ін.).

Існує три способи поділу клітини: мітоз, амітоз, мейоз.

Мітоз – найбільш універсальний спосіб поділу соматичних клітин. Він властивий організмам всіх рівнів еволюційного розвитку, що мають оформлене ядро. Сукупність саморегульованих процесів, що відбуваються в клітині від одного поділу до іншого, називають мітотичним циклом. Мітотичний цикл складається з інтерфази і мітозу, тісно зв'язаних між собою, тривалість його приблизно 15–30 ч.

Інтерфаза – найбільш тривала частина мітотичного циклу. Ядро відносно крупне, з добре помітними 1–2 ядрами і слабозернистою структурою. Хромосоми деконденсировані, і забарвлення не виявляє їх. У цій фазі відбуваються важливі біохімічні процеси, що готують клітку до поділу. У інтерфазі розрізняють три періоди: передсинтетичний (G_1) – тут відбуваються зростання клітини, що знов утворилася, відтворення цитоплазматичних структур, синтез РНК і білка, накопичення енергії; синтетичний (S) – реплікація молекул ДНК, утворення двох хроматид; синтетичний (G_2) для поста – синтез білка, накопичення енергії.

Мітоз ділять на чотири фази профазу, метафазу, анафазу і тілофазу. Тривалість мітозу 1–3 ч.

На початку профазу ядро збільшується і в ньому виразно видно сплутані в клубок хромосоми, що почали конденсуватися. До кінця профазу хромосоми коротшають. Іноді помітно, що вони складаються з двох хроматид. Ядерце до цього моменту звичайно дезінтегрується. Ядерна оболонка розпадається на невеликі фрагменти, невідмітні від елементів ендоплазматичного ретикулула. Нуклеоплазма

зміщується з гіалоплазмою. На полюсах клітини з'являються білкові нитки, що ростуть до центру. Профаза – найтриваліша фаза мітозу.

На початку метафази хромосоми досягають максимальної конденсації і пересуваються до екваторіальної пластинки клітини. Вони добре видно в оптичний мікроскоп. Число, форма, розмір і розташування мітотичних хромосом характерні і постійні для кожного виду рослини (каріотип). Їх графічне зображення складає ідіограму вигляду. У диплоїдному наборі є пари однакових по структурі хромосом, званих гомологічними. Відповідно гаплоїдний набір містить по одній з гомологічних хромосом.

У метафазі хроматиди відділяються один від одного, зв'язок між ними зберігається тільки в центромері. З ниток формується веретено поділу. Воно складається з опорних ниток, що тягнуть. Опорні нитки йдуть від одного полюса клітини до іншого через екваторіальну пластинку, а тягнуть пов'язують центромери хромосом з полюсами. Нитки веретена поділу не завжди видно, оскільки ядерний фарбник не офарблює їх. Найбільш характерний для метафази те, що центромери хромосом, прикріплені до ниток веретена, розташовуються в площині екваторіальної пластинки клітини.

У анафазі центромера розділяється і хроматиди розходяться до полюсів унаслідок скорочення ниток, що тягнуть. Кожна хроматида стає хромосомою. Отже, на кожному полюсі виявляється стільки хромосом, скільки їх було у початкової клітини. Анафаза – найкоротша фаза.

У тілофазі відбувається процес, протилежний що відбувається в профазі: хромосоми деконденсуються, веретено поділу руйнується, утворюються ядерна оболонка і ядра. На початку тілофази хромосоми – у вигляді двох темних згустків на полюсах клітини, до кінця їх контур зникає. В цей же час в екваторіальній пластинці клітини з'являються волокна, розташовані перпендикулярно до неї – фрагмопласт. У центрі фрагмопласту накопичуються пухирці Гольджі, що містять пектинові речовини. Вони дають початок клітинній пластинці, яка, розростаючись відцентровий і розсовуючи фрагмопласт, досягає стінок материнської клітини. Відбувається цитокінез, що завершує мітоз. Пізніше на клітинній пластинці з обох боків

формується первинні стінки. В результаті мітотичного циклу утворюються дві клітини, що мають хромосоми, ідентичні хромосомам материнської клітини по структурі ДНК, формі, розміру і числу, тобто забезпечується спадкова схожість дочірніх клітин з початковою материнською.

Мейоз такий же універсальний, як і мітоз, але він властивий невеликій групі клітин, що виникають у зв'язку з розмноженням. Схожість мейозу полягає в скороченні числа хромосом в два рази. Біологічний сенс цього процесу розкритий вже давно. Річ у тому, що гаплоїдні статеві клітини – гамети (n) при статевому процесі зливаються і в результаті злиття (сингамії) утворюють зиготу. При цьому число хромосом збільшується в два рази ($2n$), а зигота одержує спадкову інформацію від обох гамет. Отже, завдяки мейозу зберігається постійність числа хромосом. Мейоз складається з 2 ділень, незмінно наступних одне за іншим. У кожному з них виділяються ті ж чотири фази, що і в мітозі, але вони мають принципові відмінності. Перше ділення - редуційне, тобто супроводжується скороченням числа хромосом. У профазі цього поділу між гомологічними хромосомами відбувається обмін ділянками (кросинговер). У анафазі до полюсів клітини розходяться не хроматиди, як у мітозі, а гомологічні хромосоми. Друге ділення здійснюється по типу мітоза. В результаті з однієї диплоїдної клітини виходять чотири (тетрада) дочірні клітини з гаплоїдним числом хромосом. Різноманітність їх хромосомних наборів обумовлює різноманітність ознак у подальших поколіннях. Це – основа для еволюції вигляду.

В деяких випадках утворенню статевих клітин не передуює скорочення числа їх хромосом і вони залишаються диплоїдними. Рослина, що в результаті утворюється із зиготи, міститиме 3–4 набори хромосом, а іноді і більш. Такі клітини і рослини, що складаються з них, називають поліплоїдними. Поліплоїдні рослини звичайно мають крупніші розміри. Багато високопродуктивних сортів томату, кукурудзи, пшениці і інших оброблюваних рослин – поліплоїди. Поліплоїдію можна викликати штучно – дією рентгенівських променів, різних хімічних речовин та ін.

Отже, будова рослинної клітини відповідає основним загальнобіологічним закономірностям. Специфічність рослинної клітини полягає у наявності структур,

характерних лише для рослинного організму – пластид, вакуоль із клітинним соком, клітинної стінки.

ФІТОГІСТОЛОГІЯ

Тема 2

Тканини рослинного організму

План:

1. Поняття про рослинні тканини і їх класифікація.
2. Твірні тканини (меристеми). Схема утворення тканин в онтогенезі рослини.
3. Основні та видільні тканини.
4. Будова і функції покривних тканин.
5. Особливості будови і функцій механічних тканин.
6. Характеристика провідних тканин - ксилеми і флоєми.

Поняття про рослинні тканини і їх класифікація

Тканини – це стійкі комплекси клітин, що закономірно повторюються, мають спільне походження, подібну будову, пристосовані до виконання однієї чи декількох функцій.

Термін «тканина» у 1671р. ввів Грю (він також виділив умови, яким повинні відповідати клітини, щоб бути тканиною). До умов, висунутих Грю, належать:

- Відносна морфологічна однорідність
- Схожість функцій, що виконуються
- Спільність походження
- Спільність відносного місцезнаходження

На початку XIX століття розділили на типи тканин за функціями на постійні та твірні. Грю диференціював тканини на паренхімні і прозенхимні. Ю.Сакс ввів природну класифікацію, при цьому він враховував походження, будову та топографію. Виділяв епідермальну, фіброваскулярну та основну тканини.

Різні рослинні тканини мають неоднакове походження і виконують різні функції. Їх класифікують залежно від форми, щільності, компактності розташування

клітин, функцій, рівня життєдіяльності, характеру диференціації та за іншими ознаками.

За формою клітин тканини поділяють на *паренхімні* та *прозенхімні*, утворені відповідно ізодіаметричними і видовженими клітинами.

За щільністю клітин розрізняють щільні та пухкі тканини, за характером клітинної оболонки – тонкостінні і товстостінні. Залежно від наявності в клітинах живого вмісту тканини поділяють на живі і мертві, а за ступенем диференціації клітин – на меристематичні (ембріональні) і постійні (такі, що завершили стадію диференціації).

Тканини звичайно класифікують за основною виконуваною функцією, будовою та походженням їхніх клітин. Нині є прийнятою класифікація тканин за Н.С. Вороніним:

- Твірні (меристеми)
- Асиміляційні
- Запасаючі
- Аеренхіма (повітряносна тканина)
- Всисні
- Покривні
- Механічні
- Провідні
- Тканини, що регулюють проходження речовин
- Видільні тканини

Твірні тканини (меристеми). Схема утворення тканин в онтогенезі рослини

Меристема – твірна тканина, що складається з недиференційованих, зовні однакових клітин, що багаторазово діляться. Функція меристем - поділ клітин та утворення постійних тканин.

Ростові процеси локалізуються в певних ділянках тіла рослини. Такі ділянки називають *зонами росту*, а тканину, з якої утворюються всі постійні тканини рослинного організму, – *меристемою*, або *твірною тканиною*. Меристема складається

з клітин, котрі шляхом поділу утворюють нові клітини. Вона міститься в *конусі наростання* стебла й кореня, між деревиною і лубом у стеблах і коренях. Забезпечує безперервний ріст рослин, оскільки має невелику кількість *ініціальних клітин*, які не перетворюються на постійні тканини і здатні до поділу необмежено довго.

Твірні тканини, як і клітини, що їх утворюють, мають ряд специфічних анатомічних ознак. Зокрема, ці тканини складаються з невеликих тонкостінних клітин, котрі щільно прилягають одна до одної; вони заповнені густою цитоплазмою, значну частину об'єму клітин займає ядро. Клітини меристеми, за винятком камбіальних, паренхімного типу.

Розрізняють чотири типи меристем.

1. *Верхівкові (апикальні) меристеми*, які розташовані на верхівках осьових та бічних пагонів, в апексах коренів. Вони забезпечують ріст рослини в довжину.
2. *Бічні (латеральні) меристеми*, які розміщуються паралельно поверхні органів і властиві насамперед осьовим органам (стеблам, кореням). До бічних меристем відносять прокамбій і перицикл, які виникають безпосередньо біля апексів і є похідними верхівкової меристеми. З *прокамбію* поступово формуються провідні пучки або камбій, з *перициклу* – бічні корені, а в пагонах – перициклічні волокна.

До бічних меристем *вторинного походження* належать камбій і фелоген. *Камбій* активно функціонує в пагонах та у корені. Він зумовлює періодичний вторинний ріст у товщину стебел покритонасінних, голонасінних і деяких папоротей. Продукти поділу його клітин перетворюються на відповідні елементи постійних вторинних тканин – лубу та деревини.

Фелоген, або *корковий камбій* формує вторинну комплексну покривну тканину – *перидерму*. З цієї меристеми назовні утворюється коркова тканина – фелема, а всередину – фелодерма.

3. *Вставні (інтеркалярні) меристеми*, які розміщуються біля основи міжвузлів стебла і молодих листків. Шляхом поділу їх клітин забезпечується подовження стеблової частини пагона. Вони характерні для хвощеподібних, злакових, губоцвітих тощо. Після закінчення росту стеблової ділянки або листка поділ клітин інтеркалярної меристеми припиняється, і вони перетворюються на постійні тканини.

4. *Раневі (травматичні) меристеми*, які виникають при механічних пошкодженнях рослини, причому лише з живих клітин, які межують з травмованою зоною. В результаті інтенсивного поділу цих клітин утворюється нарід паренхімної тканини, який називається *калюсом* (від лат. – *callus* – товста шкіра, мозоль). Калюс може утворюватися із живих клітин різних тканин, але найенергійніше він утворюється з меристематичних тканин – камбію або фелогену. З часом на поверхні калюса утворюється перидерма, а в глибині – інші постійні тканини.

Клітини-похідні меристеми дають початок всім іншим тканинам рослини. *Первинна меристема* – меристема, що є залишком меристеми зародка. Шляхом диференціації первинні меристеми утворюють постійні тканини. В зрілому стані з'являється вторинна меристема (з первинних меристем або з первинних тканин). *Вторинна меристема* утворює вторинні тканини.

Основні та видільні тканини

Під назвою основних тканин об'єднують тканини, що становлять основну масу різних органів рослини. Їх називають основною паренхімою або просто паренхімою. Основна тканина складається з живих паренхімних клітин з тонкими стінками, з вираженими міжклітинниками. Паренхімні клітини виконують різноманітні функції - фотосинтез, зберігання запасних продуктів, поглинання речовин і ін. Виділяють наступні основні тканини: асиміляційна паренхіма, запасуюча паренхіма, поглинаюча паренхіма, аеренхіма.

Асиміляційна паренхіма розташована в листі і корі молодих стебел. Асиміляційні тканини мають першорядне значення для утворення основної маси органічних речовин у процесі фотосинтезу. Вони розташовані переважно в листках і стеблі під покривними тканинами і складаються з паренхімних тонкостінних клітин, які містять багато хлоропластів.

Ці тканини називають ще *хлорофілоносною паренхімою (хлоренхімою)*. У листках більшості рослин паренхіма поділяється на стовпчасту (палісадну) і губчасту. Перша, як правило, розміщена під верхньою епідермою листка, друга – під нижньою.

Розвиток асиміляційної тканини залежить від умов середовища, яке оточує рослину. Так, при достатньому освітленні листки мають добре виражену *палісадну*

паренхіму, при затіненні ж вона майже не розвивається або взагалі відсутня. Це явище має важливе пристосувальне значення для рослин і пов'язане з кількістю доступної світлової енергії. Добре розвинена палісадна паренхіма характерна для світлолюбних рослин.

Губчаста паренхіма складається з клітин різної форми, вона пронизана великими міжклітинниками і, крім фотосинтезу, виконує функції газообміну та транспірації.

У спеціалізованих клітинах більшості рослин відкладаються запасні речовини, а також зберігаються запаси води. *Запасаюча паренхіма* знаходиться переважно в серцевині стебла і корі кореня, а також в органах розмноження – насінні, плодах, цибулинах, бульбах і ін. У багаторічних рослин запасуючі тканини зосереджені в осьових органах – стеблі, коренях та їхніх видозмінах, у серцевині і серцевинних променях, паренхімі деревини, живій паренхімі кори. Крім того, багато запасних речовин відкладається у клітинах насіння та плодів.

До запасуючої тканини можна віднести водозапасаальну тканину рослин посушливих місцезростань. *Водоносна тканина (гідропаренхіма)* найчастіше зустрічається в листках і буває *поверхневою* (коли міститься під епідермою) та *внутрішньою* (коли міститься в соковитих листках, як у агави, алое, або стеблах, як у кактусів і деяких молочаїв).

Поглинаюча паренхіма найтипівіше представлена у всмоктуючій зоні кореня шаром клітин з корневими волосками (епіблема).

У болотяних, водяних та інших рослин, що існують в умовах утрудненого газообміну, добре розвинена повітроносна тканина з дуже великими міжклітинниками – *аеренхіма*. Аеренхіма розвивається в підводних органах рослин, в повітряних та дихаючих коренях. Її крупні міжклітинники сполучені між собою в одну вентиляційну мережу.

Анатомічно тканина складається з мертвих тонкостінних клітин і системи міжклітинників, пов'язаних із зовнішнім середовищем через отвори в покривних тканинах (продихи, сочевички). Основна функція цієї тканини – вентиляційна (газообмін).

Побічні продукти метаболізму, що утворюються в рослині, можуть накопичуватися, виділятися в навколишнє середовище або ізолюватися *видільними (секреторними) тканинами*. Розрізняють зовнішні і внутрішні видільні тканини. До *зовнішніх* видільних тканин належать залозисті волоски, гідатооди та нектарники.

Залозисті волоски – це вирости клітин епідерми. Вони бувають одно- або багатоклітинні. *Одноклітинний* волосок цілком перетворюється на залозку, а в *багатоклітинного* такого перетворення зазнає заокруглена і здута верхівка.

Гідатооди забезпечують виділення за межі листка краплинної води. Вони складаються із специфічних водяних продохів в епідермі, котрі відрізняються від звичайних тим, що їхні замикаючі клітини не мають живого вмісту, нерухомі і постійно відкриті. Під продохами лежить безбарвна водоносна тканина із живих клітин – *епітема*, яка прилягає до закінчення провідного пучка. Від мезофілу гідатоода відмежована шаром безбарвних клітин, які утворюють обкладку.

Нектарники знаходяться у квітках і виділяють назовні цукристу рідину (нектар), яка приваблює комах-запилювачів. У ентомофільних рослин нектарники мають вигляд залозок, розташованих на квітколожі при основі зав'язі або тичинкових ниток.

До *зовнішніх* видільних структур належать ще *травні залозки* комахоїдних рослин (росички та ін.). Ці залозки виділяють ферменти і кислоти, необхідні для перетравлення тканин комах.

Внутрішні видільні тканини також різноманітні. Це внутрішні секреторні клітини, секреторні порожнини, канали та молочники, в яких накопичуються продукти метаболізму.

Ідіобласти – відокремлені внутрішні секреторні клітини, розсіяні серед клітин інших тканин. В них накопичуються кристали оксалату кальцію, терпени, таніни тощо. Ефірно-олійні ідіобласти характерні для родин лаврових, магнолієвих і перцевих.

Внутрішні секреторні порожнини є в листках цитрусових, звіробою (Нурегісум) та інших рослин. Формування їх пов'язане з утворенням міжклітинників *лізигенного* (в цитрусових) або *схізогенного* (в миртових) походження. Перші

виникають на місці групи клітин, які розпадаються після накопичення речовин, інші – в результаті накопичення речовин у міжклітинниках, які оточені живими клітинами епітелію. *Схізогенні смоляні канали* характерні для родин зонтичних, аралієвих, багатьох складноцвітих, хвойних та інших.

Молочники – це живі клітини, або ряд клітин, що злилися і накопичують у вакуолях *молочний сік (латекс)*. Останній містить смоли, каучук, ефірні олії, білкові сполуки, алкалоїди.

В одних рослин молочники являють собою довгі, розгалужені клітини, схожі на трубки; в інших – багатоклітинні утворення.

Одноклітинними є переважно *нечленисті молочники*, що складаються з однієї гігантської клітини, яка містить вакуолю та багато ядер. Нечленисті молочники мають рослини з родин молочайних, кропивових, барвінкових тощо.

Членисті молочники утворюються з окремих клітин циліндричної форми, витягнутих у довжину і розташованих рядами. Поперечні перегородки клітин розчиняються, внаслідок чого утворюються трубчасті судини. В деяких рослин (наприклад, у банана або чистотілу) в перегородках утворюються один чи кілька отворів. Такі самі отвори формуються і на бічних стінках, де стикаються два молочники. Бічні розгалуження членистих молочників можуть з'єднуватися з розгалуженнями інших або стикатися перемичками, тобто мати спільні перемички. Так утворюється складна сітка із членистих молочників, які пронизують основну паренхімну тканину рослин. Членисті молочники є в багатьох рослин з родин макових, айстрових, дзвоникових, молочайних, деяких ароїдних, березкових тощо.

Будова і функції покривних тканин

Головне призначення покривних тканин, яке виникло еволюційно внаслідок виходу рослинних організмів у повітряно-наземне середовище – це оберігання рослини від висихання і інших несприятливих дій зовнішнього середовища. Покривні тканини не тільки захищають рослину від безпосереднього впливу несприятливих зовнішніх факторів, а також забезпечують газообмін із середовищем. Особливе значення покривні тканини мають для надземних органів – листків, квіток, плодів, пагонів.

Серед покривних тканин виділяють три групи:

- Група зовнішніх тканин з переважанням функцій регуляції газообміну, транспірації та механічного захисту (власне покривні тканини – епідерма, перидерма, кірка);
- Група зовнішніх тканин з переважанням функції поглинання (епіблема коренів, веламен);
- Група внутрішніх тканин з переважанням функцій розмежування та регуляції проходження речовин (ендодерма, екзодерма, клітини обкладки судинних пучків).

Епідерма – це первинна покривна тканина листків, квіток, деяких плодів, а також пагонів багатьох трав'янистих рослин, що виникає з поверхневого шару апікальної меристеми. Певний час молоді пагони деревних і чагарникових рослин теж вкриває епідерма.

За своїми властивостями, будовою і виконуваними функціями епідерма належить до поліфункціональних тканин. Функції: регуляція газообміну та транспірації (випаровування води з поверхні рослин), захисна, механічна, асиміляційна, всмоктування, видільна. Вона відіграє захисну роль, бере участь у синтезі різноманітних речовин, у сприйнятті подразнень, поглинанні іонів та поживних речовин, у рухах листків. Одночасно епідерма належить до категорії складних тканин, оскільки до її складу входить три групи клітин, які різняться морфологічними та анатомічними показниками. Такими клітинами є: *основні клітини епідерми, клітини-замикачі і побічні клітини* продихів; *трихоми* (похідні епідермальних клітин у вигляді виростів або волосків).

Основні клітини епідерми живі, містять ядро, густу цитоплазму і дрібні лейкопласти. В міру росту клітин у них утворюються вакуолі, нерідко з розчиненим у клітинному соці пігментом антоціаном, який обумовлює бузково-червоне забарвлення листків і стебел. За формою основні клітини епідерми різноманітні, часто мають звивисті контури бічних стінок, що сприяє з'єднанню їх між собою.

Зовнішні стінки клітин епідерми значно потовщені і покриті тонкою плівкою – *кутикулою*, просоченою воскоподібною речовиною – *кутином*, який забезпечує малу проникність для парів води та газів. Товщина кутикули залежить від зовнішніх умов

середовища. Особливо добре кутикула розвивається в рослин посушливих місцевостей. У деяких рослин (хвощі, осоки, злаки) стінки епідермальних клітин бувають просочені кремнеземом.

Клітини епідерми часто утворюють на поверхні особливі вирости (волоски) – *трихоми*. Вони мають вигляд видовжених загострених клітин, сосочків, горбочків, гачків, лусочок.

Розрізняють *одноклітинні* волоски, котрі не відокремлюються перегородкою від клітин шкірки, з яких вони утворились, та *багатоклітинні*. Останні бувають різноманітної форми: однорядні (у картоплі), кущисті (у платанів та дивини), лускоподібні і зірчасто-лускоподібні, масивні, які складаються з кількох ніби ниткоподібних багатоклітинних волосків (у деяких губоцвітих та бегоній). Іноді з верхньої клітини багатоклітинних волосків виділяються специфічні речовини. В цьому випадку трихоми називаються *залозистими*. Бувають також жалкі волоски (в кропиви).

Від трихом, що виникають тільки з епідермальних клітин, відрізняють емергенці (шипи), які зустрічаються на поверхні пагонів, черешках і жилках листків та інших органах рослин. У деяких рослин (малини, ожини, шипшини та інших) вони складаються із сукупності клітин, оформлених у тверді загострені структури, які досить легко здираються з поверхні відповідних органів. Емергенці утворюються внаслідок поділу та розростання клітин не лише епідерми, а й паренхімних клітин, котрі лежать під шкіркою.

Від емергенців треба відрізнити *колючки*, які утворюються внаслідок видозміни пагонів і містять деякі гістологічні структури цих органів (судинно-волокнисті пучки, ксилему, редуковані бруньки, лусочки тощо).

Будова і механізм роботи продихів. Процеси газообміну між внутрішніми тканинами і зовнішнім середовищем здійснюються через спеціальний апарат транспірації – *продихи*. У більшості рослин вони утворені двома *замикаючими клітинами* бобоподібної форми, а в злаків і осок – гантелеподібної форми. В обох випадках парні клітини продиху міцно з'єднані між собою тільки кінцями, середні ж частини утворюють *продихову щільну*, розміри якої контрольовано змінюються і

регулюють тим самим інтенсивність газообміну і транспірації відповідного органа. Оболонки замикаючих клітин потовщені нерівномірно. Зокрема, в клітинах продихів звичайного типу стінки, які утворюють овальну продихову щілину, товстіші, ніж протилежні (зовнішні).

Механізм розкриття продихів:

1. Навколопродихові клітини віддають K^+ до замикаючих клітин продихів та всмоктують воду.
2. В замикаючих клітинах продихів підвищується концентрація K^+ та тургор клітини.
3. Відкриття продихів.
4. Відтік K^+ , зниження тургору.
5. Закриття продихової щілини.

(*Тургор* – пружний стан клітини, який викликається тиском внутрішнього середовища клітини на оболонку.)

Особливістю будови замикаючих клітин є й те, що в них, на відміну від основних клітин епідерми, завжди є хлоропласти і численні мітохондрії.

Крім звичайних продихів, є спеціалізовані, крізь які виділяється краплинно-рідка вода. Їхня будова подібна до звичайних, з тією лише різницею, що в них немає замикаючих клітин. Такі продихи називають *водяними*, а весь комплекс, що бере участь у виділенні води, дістав назву *гідатода*.

Первинною покривною тканиною є також *ризодерма (епіблема)* – одна з важливих у функціональному відношенні тканин кореня; завдяки їй корінь всмоктує воду і розчинені в ній мінеральні речовини.

Вторинні покривні тканини перидерма і кірка. У багаторічних надземних органів рослин первинна покривна тканина (епідерма) змінюється на вторинну – *перидерму*. Вона виникає в результаті діяльності коркового камбію (фелогену), що закладається під епідермою. Клітини фелогену при діленні відкладають назовні шари клітин корку, який виконує захисні функції, а до центру – шари фелодерми, яка складається із живих клітин і забезпечує живлення фелогену.

Клітини епідерми внаслідок росту стебла в товщину деформуються і відмирають. До цього часу з'являється вторинна покривна тканина – пробка. Її утворення пов'язане з діяльністю вторинної меристеми – пробкового камбію (фелогена), що виникає з субепідермальних або глибше розташованих клітин, а іноді з клітин епідерми. Клітини пробкового камбію діляться тангенціально (перегородками, паралельними поверхні стебла) і диференціюються у відцентровому напрямі в пробку (фелему), а в доцентровому – в шар живих паренхимних клітин (фелодерму). Комплекс, що складається з трьох тканин фелогену, фелеми і фелодерми, називають перидермою. Захисну функцію виконує тільки пробка. Вона складається з правильних радіальних рядів щільно зімкнутих кліток, на стінках яких відкладається суберин. В результаті окорковіння стінок вміст клітин відмирає.

Для транспірації і газообміну в пробці є особливі утворення – сочевички, заповнені округлими клітинами, між якими є великі міжклітинники. В них клітини корку і живі паренхимні клітини з'єднуються між собою нещільно, і газообмін здійснюється по міжклітинниках. Заповнююча сочевичку тканина утворюється ще до появи суцільного шару пробкового камбію в результаті ділення паренхимних клітин, що розташовані під продиховим апаратом.

У більшості деревних порід є ще й третинна покривна тканина – *кірка (ритидом)*. Кірка утворюється у дерев і чагарників на зміну пробці, яка під натиском стебла, що розростається в товщину, через 2–3 роки розривається. У яблуні вона виникає в шести-восьмирічному віці, в сосни – у вісім-десять, у дуба – в 25-30, у граба – в 50 років.

Утворюється кірка в результаті багаторазового закладання нових шарів перидерми у глибших шарах кори. Тому зовнішні тканини ізолюються від центральної частини стебла, деформуються і відмирають. На поверхні стебла утворюється комплекс мертвих тканин, що складається з декількох шарів пробки і відмерлих ділянок кори. Зовнішні шари кірки поступово руйнуються. По мірі потовщення стовбура, багатократного закладання і діяльності фелогену периферійні мертві тканини кірки дають тріщини і поверхня стовбура дерев стає нерівною, ребристою.

Особливості будови і функцій механічних тканин

Механічні тканини в сукупності складають скелет, який підтримує всі органи рослин, і звідси виходять їх основні функції - утримання рослин у вертикальному стані, протистояння організму рослини зламу, вигину і розриву.

Усю сукупність механічних тканин та опорних клітин окремого організму відомий анатом, спеціаліст у галузі архітектоники рослин В.Ф. Раздорський назвав *арматурою*, або *стереомом*. Навіть у межах однієї рослини стереом може складатися з різних типів механічних тканин.

За формою механічні тканини бувають прозенхімного та паренхімного типу. Клітини цих тканин відносно великі з дуже потовщеними і міцними оболонками, щільно з'єднуються одна з одною, в них мало пор. Залежно від форми клітин та способу потовщення їхніх стінок розрізняють два типи механічних тканин: коленхіму і склеренхіму.

Коленхіма – механічна тканина, що складається з живих клітин прозенхімної або паренхімної форми, протопласти яких містять усі типові органели. Особливістю клітин коленхіми є нерівномірне потовщення їхніх целюлозних оболонок, що надає їм своєрідного вигляду і відрізняє від інших типів клітин.

Завдяки близькому розташуванню коленхіми до поверхні органів та наявності в ній хлоропластів створюються умови для здійснення в ній процесів фотосинтезу. Крім того, клітини коленхіми можуть видозмінюватись, а також переходити в стан меристематичної активності при закладанні в ній коркового камбію чи у відповідь на поранення тканини. Особливість коленхіми - виконання її функцій можливе лише в стані тургору клітин.

Коленхіма майже завжди розміщується на периферії органа і утворюється раніше, ніж інші механічні тканини. Вона може мати вигляд суцільного шару, що складається з кількох рядів клітин, або бути зібраною в окремі тяжі. У рослин з родин зонтичних і губоцвітих, що мають ребристі стебла, тяжі коленхіми зосереджені в корі та виступах стебла.

За характером потовщення стінок розрізняють такі типи коленхіми: *кутову*, з потовщенням у кутах, де з'єднуються оболонки кількох клітин; *пластинчасту*, з

потовщенням лише на тангентальних стінках; *пухку*, з потовщенням на стінках, які прилягають до міжклітинників.

Склеренхіма – найтипівіша механічна тканина. На відміну від коленхіми, вторинні оболонки її клітин рівномірно потовщені та здебільшого здерев'янілі (лігніфіковані). Після того, як сформується клітини склеренхіми, їхня цитоплазма відмирає і клітинна порожнина заповнюється повітрям.

Розрізняють два основних типи склеренхіми:

1. Волокна (прозенхімні клітини з загостреними кінцями, спочатку живі, потім мертві; групи клітин утворюють тяжі);
2. Склереїди (клітини з дуже потовщеними здерев'янілими оболонками):
 - брахесклереїди;
 - макросклереїди;
 - остеосклереїди;
 - астросклереїди.

Волокна мають форму прозенхімних клітин із загостреними кінцями, товсті оболонки і вузьку клітинну порожнину. Такі волокнисті елементи зустрічаються в різних ділянках осьової частини стебла і кореня, в тканинах листків та плодів.

Склеренхімні волокна утворюються у вегетативних органах майже всіх судинних рослин. Вони відсутні або слабо виражені у водних рослин – гідрофітів. Ці волокна первинної склеренхіми мають, про камбіальне походження, вони властиві стеблам, листкам та кореням багатьох однодольних рослин, де входять до складу судинно-волокнистих пучків або утворюють відокремлені тяжі механічного призначення (листки агави, юкки, злаків).

До склеренхіми волокнистого типу належать також *луб'яні (флоемні) волокна*, які поділяються на первинні і вторинні.

Початок *первинним луб'яним волокнам* дає протофлоема, що формується в тих частинах рослин, які ще продовжують інтенсивно рости. Оскільки ці волокна зосереджуються на периферії флоемної зони стебла багатьох дводольних, їх ще називають периферійними волокнами.

Початок *вторинним луб'яним волокнам* дає вторинна меристема – камбій. У корі багатьох деревних рослин (шовковиця, липа, яблуня, виноград тощо) вторинні луб'яні волокна утворюють значні масиви, складені з поздовжніх тяжів, орієнтованих паралельно осі органа. Завдяки цьому кора рослин стає дуже еластичною і міцною на розрив.

Ще однією різновидністю склеренхіми є *лібриформ* – механічна тканина вторинної деревини, що утворюється з камбію. Клітини лібриформу прозенхімні, загострені на кінцях, їхні оболонки завжди здерев'янілі, пори щілиноподібні. Лібриформ дуже поширений у вищих рослин.

Склерейди, або кам'янисті клітини також виконують механічну функцію. Вони утворюються з паренхімних клітин лубу, в яких відбулася склерифікація. Остання полягає в тому, що стінки клітин дуже потовщуються і дерев'яніють, а живий вміст відмирає. Кам'янисті клітини можуть бути круглими, багатокутними, циліндричними, розгалуженими. Ці клітини є в різних частинах тіла рослини, але більше їх можна виявити в корі, стеблах, листках і плодах, де вони зустрічаються поодинокі або у вигляді скупчень з кількох клітин.

Не всі рослини мають у своїх осьових органах механічні тканини всіх різновидностей (наприклад, у корі стовбура сосни немає навіть склеренхімних волокон, у липи є лише луб'яні волокна, у ялини, граба та берези – тільки кам'янисті клітини, а в корі дуба, вільхи, верби та клена є і луб'яні волокна, і кам'янисті клітини).

Характеристика провідних тканин - ксилеми і флоеми

Наявність у рослин ґрунтового і повітряного живлення сприяла утворенню двох типів провідних тканин, які забезпечують рух речовин у тілі рослин у двох протилежних напрямках.

Ксилема (деревина) – провідна тканина, яка здійснює висхідний ток від кореня до органів. Пересувається переважно розчини мінеральних речовин та вода.

Флоема (луб) – тканина, по якій відбувається низхідний ток. Рухаються розчини органічних речовин.

Так, по ксилемі здійснюється *висхідна течія*: транспорт води і розчинених у ній мінеральних речовин із кореня до всіх органів рослини. *Низхідна течія* розчинених

органічних речовин, що надходять від листків, здійснюється по флоемі. Слід, однак, відзначити, що за певних умов і в різні періоди онтогенезу по ксилемі можуть рухатись угору також і органічні речовини (цукри, амінокислоти, фітогормони, що утворюються в коренях навесні). У зворотному напрямку по флоемі можуть рухатись не тільки пластичні речовини, а й мінеральні сполуки. Це трапляється, наприклад, восени, коли із старіючого листа відтікає значна кількість мінеральних елементів.

У рослин різних систематичних груп провідна система розвинена неоднаково. Спеціалізовані провідні тканини утворюються вже у мохів, але високий рівень розвитку таких тканин спостерігається лише в рослин, тіло яких диференційоване на корінь, стебло та листки. Такі рослини, на відміну від нижчих рослин, називають *судинними*.

Відмінні риси ксилеми та флоеми:

Провідні тканини	Елементи провідних тканин		
	Безпосередньо провідні елементи	Механічні елементи	Паренхіма
Ксилема	трахеальні елементи (трахеїди та членики судин)	деревні волокна (лібриформ)	деревна паренхіма
Флоема	ситовидні елементи (ситовидні клітини та трубки)	луб'яні волокна	луб'яна паренхіма

Загальні риси ксилеми та флоеми:

1. Утворюють в тілі рослини безперервну розгалужену провідну систему, що об'єднує всі органи рослини.
2. Складні тканини, до складу яких входять різні компоненти.
3. Провідні елементи ксилеми (трахеїди та судини) та провідні елементи флоеми (ситовидні елементи) видовжені в напрямку тока речовин.
4. Стінки провідних елементів мають пори (сквозні отвори), що полегшує ток речовин.

Ксилема складається з власне провідних елементів – трахей (судин) і трахеїд, а також живих паренхімних клітин та механічних елементів у вигляді волокон.

Трахеїди – перший тип провідних елементів, що виникли в процесі еволюції. Це видовжені мертві клітини без цитоплазми, з товстими (здебільшого здерев'янілими) оболонками і загостреними кінцями. Їхні скошені вертикальні перегородки і бічні стінки мають багато *облямованих пор*, крізь які водний розчин переміщується з однієї трахеїди в іншу. У плаунів, хвощів, папоротей і хвойних трахеїди – єдиний тип провідних елементів ксилеми.

У квіткових рослин провідна система вже досконаліша: ксилема представлена трахеями (судинами), будова яких більше пристосована до руху водного розчину. Так, судина складається із ряду члеників, у поперечних стінках яких утворюються отвори – перфорації. Завдяки їм здійснюється безперервний рух розчинів по довгій капілярній трубці судини.

Одночасно їхні специфічно потовщені і добре лігніфіковані оболонки надають механічної міцності всьому органу і, якщо немає інших механічних клітин, відіграють важливу опорну роль в тілі рослини.

За характером потовщення оболонки розрізняють *кільчасті, спіральні, драбинчасті* і *точково-порові* судини.

Як уже зазначалось, ксилема має також паренхімні та механічні елементи. *Паренхіма ксилеми* складається переважно із живих клітин, які мають помірно потовщені оболонки з простими круглими порами. Така тканина майже відсутня у хвойних, а в дводольних, навпаки, становить частину ксилемної зони не тільки провідних пучків, а й деревини стебла вцілому.

Залежно від просторового розміщення паренхімних клітин та співвідношення із судинами деревини розрізняють два основних паренхімних типи: *апотрахеальний* (розміщення паренхіми дифузне, незалежне від положення судин) і *паратрахеальний* (паренхіма і судини взаємозв'язані, просторово суміщені). В еволюційному відношенні апотрахеальний тип розподілу паренхіми і судин більш примітивний. У ксилемі, як правило, розташовані групи спеціалізованих клітин механічного призначення –

склеренхімні волокна, а в деревині (вторинній ксилемі) – *волокна лібриформу* (деревинні волокна), котрі є різновидністю склеренхімних волокон.

У стеблах однодольних волокна або повністю оточують кожен провідний пучок (склеренхімна піхва), або утворюють систему склеренхімних тяжів, які поширюються і в листки.

У деревині дводольних механічними елементами є волокна лібриформу, які підвищують механічну міцність багаторічних осьових органів. Усі типи механічних елементів ксилеми видовжені, мають товсті здерев'янілі оболонки, що надає їм твердості, жорсткості і певної пружності.

Флоема, як і ксилема, складається з власне провідних (ситовидні клітини, ситовидні трубки з клітинами-супутниками) та непровідних (флоемна паренхіма, флоемні волокна) елементів. Основними компонентами провідної флоеми покритонасінних є ситовидні трубки з клітинами-супутниками. На відміну від елементів ксилеми флоема має лише живі клітини. Кожний із *ситовидних елементів*, з яких складається *ситовидна трубка*, з'єднаний з іншими поперечними перегородками, котрі мають багато дрібних наскрізних отворів – перфорацій, що надає їм схожості з мікроскопічними ситечками.

Ситовидні трубки розміщені групами або поодинокі. При груповому розміщенні на їхніх бічних стінках розвиваються такі ж ситечка, як і на поперечних перегородках. Вони характерні для багатьох представників голонасінних.

Ситовидні трубки за допомогою перфорацій та ситовидних полів з'єднані з суміжними анатомічними елементами спільного з ними походження, так званими *клітинами-супутниками*, або супровідними клітинами. Функціональне значення клітин-супутників, як вважають, полягає в тому, що в них утворюються ферменти, значна кількість АТФ та інші активні речовини, котрі мають важливе значення для функціонування ситовидних трубок, регуляції і транспорту по них органічних сполук.

Паренхіма флоеми нагадує паренхіму ксилеми, але відрізняється від неї тим, що її стінки тонші, не дерев'яніють, в оболонках багато простих пор, клітини довго залишаються життєдіяльними. В них відкладаються запасні речовини, набір яких змінюється залежно від сезону. Характерною

особливістю флоємної паренхіми є наявність в її клітинах більшої, ніж у паренхімі ксилеми, кількості хлоропластів, що пояснюється ближчим розташуванням цих клітин до світла.

Будова судинно-волокнистих провідних пучків. Провідні тканини разом з волокнами механічної тканини утворюють судинно-волокнисті пучки, які пронизують усі органи рослини і об'єднують їх в одне ціле. Залежно від походження і здатності до розростання провідні пучки поділяються на відкриті і закриті. Найбільш поширеними є *відкриті пучки*, в яких між флоємою та ксилемою зберігається і функціонує прошарок камбію (в минулому прокамбій). Його клітини в процесі поділу диференціюються і утворюють нові елементи пучка.

Головна особливість *закритих* провідних пучків – відсутність камбію. При формуванні пучків такого типу прокамбіальний тяж повністю перетворюється на елементи пучка без збереження меристематичних потенцій, тому вторинне камбіальне потовщення або новоутворення провідних та інших клітин неможливе. Отже, розміри таких пучків залишаються незмінними.

Залежно від взаєморозміщення у судинному пучку ксилеми та флоєми розрізняють колатеральні, біколлатеральні, концентричні і радіальні пучки.

Колатеральні пучки властиві стеблам та листкам вищих рослин: у них ксилема і флоєма безпосередньо прилягають одна до одної. Це звичайний тип судинних пучків насінних рослин.

У гарбузових та пасльонових до кожного колатерального пучка (або до більшості з них) з внутрішнього боку прилягає додатковий тяж флоєми. Такі пучки називаються *біколлатеральними*.

У *концентричних пучках* один компонент оточує другий, тобто ксилема оточує флоєму, або флоєма ксилему. У зв'язку з цим розрізняють *амфівазальні* концентричні пучки (якщо флоєма оточена ксилемою) та *амфікрибральні* (якщо ксилема оточена флоємою). У папоротей судинні пучки лежать не кільцем, а утворюють одну пряму або зігнуту стрічку, або кілька окремих стрічок. Крім того, у папоротей кожний судинний пучок оточений захисним шаром – ендодермою, під якою міститься другий шар – перицикл.

Радіальні пучки характеризуються тим, що між кількома ділянками ксилеми, розташованими по радіусу органа, лежить стільки ж флоемних ділянок. Такий тип судинних пучків, властивий кореням, свідчить про його метамерну будову.

АНАТОМІЯ ОРГАНІВ РОСЛИН

Тема 3.

Особливості анатомічної будови вегетативних органів рослин

План:

1. Анатомічна будова кореня.
2. Анатомічна будова стебла.
3. Анатомічна будова листка-трофофіла.

Орган – це частина рослинного організму, що має визначену будову, походження і виконує певні функції. Справжні органи в повній мірі сформувалися в процесі еволюційного розвитку у вищих рослин, в результаті анатомо-морфологічних пристосувань до нової екологічної ніши – повітряно-грунтового середовища існування.

Вегетативні органи – це органи, які забезпечують індивідуальне існування рослини, виконують функції живлення і обміну речовин, здійснюють взаємозв'язок із зовнішнім середовищем та приймають участь у вегетативному розмноженні (корінь, стебло і листок). **Генеративні органи** забезпечують статеве розмноження рослин. У покритонасінних генеративним органом є квітка. **Репродуктивні органи** – органи рослин, що виконують функцію розмноження: генеративні органи та органи вегетативного розмноження (квітка, плід, насінина, бульби, цибулини, кореневища, бульбоцибулини, кореневі бульби, стеблові бульбочки тощо).

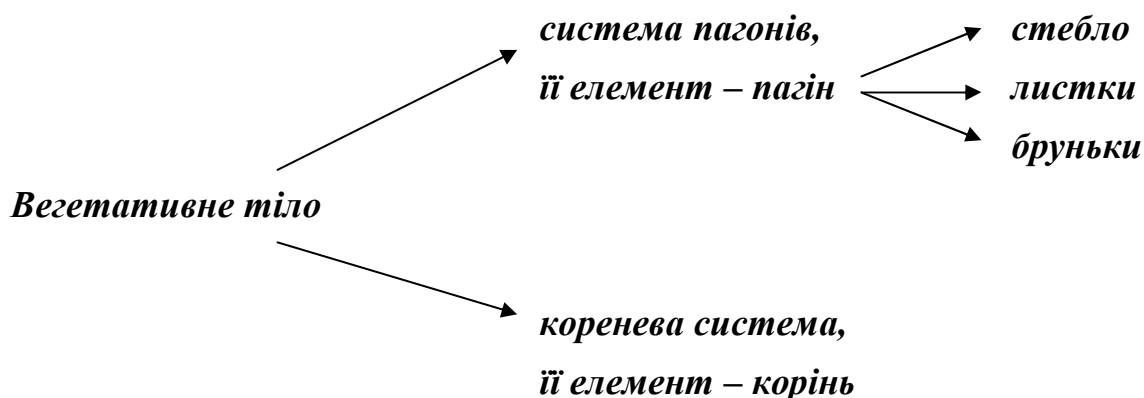
У вищих рослин **осьовими органами** є стебло і корінь, які утворюють єдину осьову систему організму рослини. Коренева шийка є місцем розмежування осьової системи на висхідну – надземну і низхідну – підземну.

Основними вегетативними органами можна вважати лише корінь та пагін. Всі елементи пагона, а саме листки, стебло, бруньки, в онтогенезі виникають із єдиного

масиву меристеми, мають спільне еволюційне походження із системи таломів – отже можуть розглядатися як органи другого порядку.

Схема розчленування вегетативного тіла рослини

(Серебряков, 1952; Мейер, 1958)



Анатомічна будова кореня

Корінь – це осьовий орган радіальної будови, який має здебільшого позитивний геотропізм, невизначено довго наростає в довжину внаслідок діяльності верхівкової меристеми (остання прикрита звичайно кореневим чохлаком) і здатний галузитися. Корінь виконує ряд життєво важливих функцій: трофну, провідну, транспортну, механічну (якірну), синтезуючу, видільну, запасуючу тощо. Основною функцією кореня є живлення рослини шляхом проведення до надземних органів води та розчинених у ній мінеральних солей, які він поглинає з ґрунту. Поряд з іонами мінеральних солей корінь активно всмоктує деякі продукти життєдіяльності ризосферних мікроорганізмів та кореневі виділення інших рослин. Далі іони калію, кальцію, магнію, фосфору, органічні молекули сполук азоту і сірки під впливом кореневого тиску і транспірації пересуваються по ксилемі в стебла та листки.

Механічна (якірна) функція кореня полягає в закріпленні рослини в ґрунті. Цим забезпечується вертикальний ріст рослини, утримання всіх надземних органів і розміщення їх в оптимальному положенні. Функціями закріплення рослини в

субстраті і поглинання розчинів обумовлюється значне розгалуження кореня та збільшення його поверхні шляхом утворення кореневих волосків. Провідна функція кореня забезпечується в осьовому циліндрі провідними тканинами.

З інших функцій кореня розглянемо синтезуючу та видільну. Дослідження останніх років показали, що в меристематичних зонах кореня синтезуються гормони (зокрема, гібереліни та цитокініни), необхідні для росту і розвитку надземних частин рослини. У корені також синтезуються амінокислоти, алкалоїди та інші фізіологічно активні речовини, які звідси надходять у надземні органи. Видільна функція кореня полягає в тому, що він виділяє в ґрунт чи у навколишнє середовище вуглекислий газ, органічні кислоти, слизи, амінокислоти та інші речовини, які називаються колінами. Ці речовини позитивно (або негативно) впливають на інші рослини та мікроорганізми. Так, вони сприяють розвитку мікрофлори в зоні кореневих волосків та засвоєнню рослинами різних важкорозчинних сполук.

Часто корінь у процесі свого розвитку починає виконувати й інші функції, зокрема служить місцем відкладання запасних поживних речовин (наприклад, у моркви, буряка, жоржини тощо). У таких випадках разом з появою цієї функції він змінює свій вигляд, про що йтиметься далі.

Корінь – осьовий орган, який має радіально-симетричну анатомічну будову. Він безперервно довго наростає в довжину завдяки діяльності апікальної меристеми, клітини якої майже постійно прикриті корневим чохлаком.

Кореневий чохлак. Кореневий чохлак, неначе ковпачок, одягає ростучу верхівку кореня і захищає її від пошкодження твердими частинками під час просування вглиб ґрунту. Довжина кореневого чохлака, як правило, не перевищує 1 мм. Складається він із живих, пухких, тонкостінних паренхімних клітин, які постійно замінюються новими. При проходженні кореня крізь ґрунт ці клітини, починаючи із зовнішнього шару, злущуються, ослизнюються, слиз обгортає корінь і забезпечує просування ростучого кінчика кореня в ґрунті. Ця слизиста речовина, котра являє собою дуже гідратований полісахарид (напевне, пектинової природи) виділяється як секрет зовнішніми клітинами чохлака і утворює дрібні краплі на поверхні клітинної оболонки. Кінчик кореня завжди захищений від пошкодження твердими частинками

грунту завдяки тому, що зруйновані клітини чохлика злущуються і замінюються новими внаслідок діяльності апікальної меристеми. Від утворення кожної клітини чохлика до її злущування проходить 4-9 днів, залежно від довжини чохлика та виду рослини. Отже, функції кореневого чохлика полягають у захисті точки росту та забезпеченні росту коренів униз (позитивного геотропізму), який особливо виражений у головного кореня.

Зони кінчика кореня. По довжині корінь можна розділити на декілька ділянок (зон), які мають неоднакову будову і виконують різні функції. Виділяють такі зони: поділу клітин, розтягування клітин, всисну (зона кореневих волосків), провідну.

Зона поділу клітин (завдовжки приблизно 1 мм) знаходиться на верхівці точки росту і складається з тонкостінних паренхімних клітин первинної меристеми – *ініціалей*. Раніше вважали, що постійно діляться саме ініціалі. Однак в подальшому з'ясувалося, що більшість поділів проходить на деякій відстані від ініціалей, які утворюють відносно неактивну зону, котру називають *спочиваючим центром*. Поділи в ньому все ж таки можуть відбуватися: він здатний відновлювати периферійні зони меристеми при їх пошкодженні. Зона поділу клітин жовтуватого кольору, тому що клітини меристеми заповнені цитоплазмою і не мають помітних вакуолей. У процесі мітотичного поділу меристема утворює клітини всередині кореня, забезпечуючи його ріст, і назовні, поповнюючи клітини кореневого чохлика.

За зоною поділу йде *зона розтягування клітин*. Центральну, темну частину цієї зони називають *плеромою*, а зовнішню, світлу – *периблемою*. У результаті швидкого розростання і диференціації периблема дає початок первинній корі, а з плероми утворюється центральний циліндр. *Дерматоген* (поверхневий шар клітин) у подальшому перетворюється на *епіблему* – одношарову поверхневу покривну тканину наступної зони кореня. В зоні розтягу клітин збільшується довжина кореня.

За зоною розтягування розміщується *всисна зона*, або *зона поглинання*, завдовжки 1,5-2 см. У цій зоні з клітин епіблеми утворюються численні кореневі волоски, які поглинають з ґрунту основну масу води і розчинених у ній солей. Кореневі волоски виникають екзогенно (як вирости поверхневих клітин кореня) і густо вкривають корінець на відстані 0,1-10,0 мм від його кінчика. На 1 мм поверхні

кореня кукурудзи (*Zea*) нараховується понад 400 волосків, яблуні (*Malus*) – біля 300, гороху (*Pisum*) – 230.

Над зоною поглинання розміщується *провідна зона*. Вона тягнеться аж до кореневої шийки і займає більшу частину кореня. В цій зоні на коренях вже немає волосків і на поверхні знаходиться покривна тканина. Тут закладаються бічні корені (тому її називають ще зоною бічних коренів) і розміщуються вже сформовані провідні елементи ксилеми. Важливо підкреслити, що перехід від однієї зони до іншої проходить поступово, без різких меж.

Первинна анатомічна будова кореня. Первинна будова кореня характерна для молодих коренів усіх груп рослин. У плаунів, хвощів, папоротей і однодольних рослин вона зберігається протягом усього життя.

Первинна будова кореня виникає в результаті диференціації первинної меристеми конуса наростання. В ній розрізняють три шари – зовнішній (епіблему), середній (первинну кору), внутрішній (центральний осьовий циліндр).

Епіблема, або *ризодерма* – це первинна покривна тканина, яка відокремлюється від зовнішнього шару клітин (дерматогену) на поверхні кореня. Сформована ризодерма утворює кореневі волоски, завдяки чому загальна поверхня всисної зони збільшується в 10 разів і більше.

Первинна кора виникає з периблеми і складається із живих тонкостінних паренхімних клітин. Вона має три шари (екзодерму, мезодерму та ендодерму), які чітко відрізняються один від одного.

Екзодерма – зовнішній шар первинної кори, що розміщується безпосередньо під ринодермою; складається із щільно зімкнутих багатокутних клітин, стінки яких у подальшому зазнають окорковіння і виконують захисну функцію.

Мезодерма – середній шар первинної кори, який лежить під екзодермою. Вона складається з рихло розміщених клітин із системою міжклітинників, по яких здійснюється інтенсивний газообмін. У мезодермі відбувається синтез пластичних речовин і транспорт їх в інші тканини, тут накопичуються запасні поживні речовини, розміщується мікориза.

Ендодерма – внутрішній шар первинної кори. Вона складається з одного ряду клітин, які мають потовщення на радіальних та внутрішніх стінках, доповнених так званими «поясками Каспарі», між якими розміщуються тонкостінні живі клітини – *пропускні клітини*. Ендодерма контролює надходження речовин із кори в центральний циліндр і навпаки.

Безпосередньо під ендодермою розміщується *центральный (осьовий) циліндр (стела)*. Зовнішній шар стели, який прилягає до ендодерми, називається *періциклом*. Він складається з одного ряду живих паренхімних клітин, яким властива меристематична активність. У цьому шарі закладаються бічні корінці, а тому його ще називають коренеродним шаром.

Центральна частина центрального циліндра зайнята радіальним провідним пучком. При цьому ксилема розміщена в центрі пучка і утворює зірку з різним числом променів у різних груп рослин. Між променями лежать ділянки флоєми, відокремлені від ксилеми паренхімними клітинами. В центрі кореня можуть знаходитись елементи ксилеми, склеренхіма або тонкостінна паренхіма. Чергування ксилеми та флоєми на периферії стели – характерна ознака кореня, що відрізняє його від стебла.

Залежно від числа променів (тяжів) флоєми та ксилеми в коренях розрізняють декілька їх типів. Монархними називають корені, які складаються з одного тяжа ксилеми та флоєми, діархними – з двох, триархними – з трьох, поліархними – з багатьох тяжів. Монархний тип кореня зустрічається в деяких папоротей; діархний – в папоротей, голонасінних і дводольних; триархний – у хвойних та бобових; поліархний – в однодольних рослин.

Вторинна будова кореня. Вторинна будова кореня характерна для коренів голонасінних і дводольних рослин. Вона виникає в результаті діяльності вторинних бічних (латеральних) меристем – камбію та фелогену. В папоротей і однодольних рослин ці меристеми відсутні, і первинна структура зберігається в коренях протягом усього життя.

Камбій виникає зі слабо диференційованої паренхіми центрального циліндра і залягає між ксилемою та флоемою. До центра він утворює елементи *вторинної ксилеми (деревини)*, а назовні – елементи *вторинної флоєми (луб)*. Спочатку прошарки

камбію відокремлені один від одного, але з часом вони з'єднуються з камбієм перициклічного походження і утворюють суцільний шар.

Камбій перициклічного походження виникає завдяки поділу клітин перицикла навпроти променів первинної ксилеми. При цьому клітини перициклічного камбію не здатні утворювати елементи провідних тканин і дають початок лише паренхімним клітинам серцевинних променів, інші ж клітини камбію утворюють провідні елементи – ксилему і флоему.

Після формування вторинних тканин первинна флоема кореня відсувається до периферії, а первинна ксилема залишається в центрі.

Фелоген, або корковий камбій виникає в перициклі і формує шари клітин вторинної покривної тканини – *перидерми*.

Первинна кора (екзодерма, мезодерма, ендодерма), ізольована корковим шаром від внутрішніх живих тканин, відмирає і швидко руйнується мікрофлорою ґрунту.

Анатомічна будова стебла

Стебло – це вісь пагона, що складається з вузлів і міжвузлів та несе листки і бруньки. Наростання стебла відбувається за рахунок верхівкової і вставної меристем. Стебло має більш-менш правильну циліндричну форму і радіальну симетрію в розміщенні тканин. Основні функції стебла – опірна і провідна (транспорт води та поживних речовин), додаткові – участь у фотосинтезі (звичайно вона характерна для молодих стебел) і відкладання запасних поживних речовин у багаторічних стеблах.

Анатомічна будова стебла відповідає його основним функціям, тобто воно має розвинуту систему провідних і механічних тканин. Перша зв'язує всі системи та органи рослини і забезпечує транспорт води і поживних речовин, а друга забезпечує виконання стеблом його опірної функції.

Структура стебла як осьової частини рослинного організму формується переважно у результаті діяльності його верхівкової (апикальної) меристеми або ініціальних клітин конуса наростання (точка росту).

У перших листкостеблових рослин – мохів, хвощів, плаунів та папоротей – апікальна меристема закінчується лише однією ініціальною клітиною пірамідальної форми.

У квіткових та голонасінних рослин верхівкова меристема знаходиться в основі бруньки, має вигляд конуса з округлою верхівкою, який складається з групи меристематичних клітин.

Конус наростання – найактивніша та найважливіша частина пагона, його ростовий центр. Він формує прокамбіальні тяжі, листки, вегетативні і генеративні органи. Трохи нижче верхівкової меристеми з'являються невеликі серповидні бугорки – *листкові примордії* (зачатки листків). З часом вони збільшуються і перетворюються на листки. В пазухах цих листків досить рано утворюються також зачатки бруньок.

Первинна анатомічна будова стебла. Початковим етапом утворення стебла є формування його первинної структури, яка в голонасінних та дводольних рослин дещо пізніше змінюється на вторинну. У деяких трав'янистих дводольних (жовтець) та однодольних рослин (за винятком деревних форм) первинна структура стебла зберігається протягом усього життя рослини.

В результаті діяльності первинної меристеми конуса наростання формуються найнеобхідніші і водночас прості за будовою анатомічні структури пагона. Насамперед на поверхні стебла утворюється *епідерма* – первинна покривна тканина стебла, яка звичайно складається з одного шару клітин з кутинізованими оболонками і має кутикулу. Клітини епідерми дещо видовжені, з відносно товстими прямолінійними стінками. В багатьох рослин на поверхні стебла є ювенільні волоски різної будови та складності (прості, залозисті); вони недовговічні і швидко осипаються. Наявність в епідермі продихів для стебла менш характерна, ніж для листків.

Під епідермою диференціюється так звана *первинна кора*, яка від решти внутрішніх клітин відділяється ендодермою. Первинна кора складається з тонкостінних паренхімних хлорофілоносних клітин, в яких відбувається фотосинтез. Периферійні шари клітин цієї тканини часто представлені механічною тканиною – *коленхімою*, котра в округлих стеблах розташовується рівномірним шаром або окремими зонами, а в гранчастих та ребристих – заповнює виступи та заглибини. В деяких рослин, зокрема в злаків, роль первинної опірної тканини виконує не

коленхіма, а *склеренхіма*. Хвойні, як правило, не мають спеціальної механічної тканини. Інколи в первинній корі формуються секреторні вмістилища та канали.

Найглибшим шаром кори вважають *ендодерму*, бо вона не входить до складу осевого циліндра. В стеблі з первинною будовою ендодерма представлена так званою крохмалоносною піхвою, яка складається з одного шару клітин, що містять специфічні крохмальні зерна.

Наявність ендодерми в рослин різних систематичних груп та особливості її будови наводять на думку, що вона є давньою анатомічною структурою, котра колись мала певне фізіологічне та морфологічне значення і протягом філогенетичного розвитку рослин зазнала глибоких змін. Таке припущення підтверджується тим, що можна спостерігати зараз, ендодерма зведена до рудиментарних залишків, а в деяких – пристосована до нових функцій і завжди, подібно до циліндричного чохла, оточує провідні тканини осевих органів.

За ендодермою в напрямку до середини стебла розміщується *осевий*, або *центральный циліндр* – найважливіша анатомічна і гістологічна структура стебла первинного типу будови. Іноді його ще називають *стелюю*. Основними структурними елементами центрального циліндра є перицикл, зона провідних тканин та серцевина.

Перицикл є зовнішньою межею осевого циліндра і міститься безпосередньо під ендодермою. Він складається з одного або кількох шарів паренхімних клітин і належить до первинної меристеми. У стеблі з перициклу звичайно утворюються механічні волокна, які й називають відповідно *перициклічними*. Разом з перициклом вони складають зовнішню межу центрального (осевого) циліндра, часто закладаються суцільним кільцем або формуються навпроти провідних пучків. У однодольних рослин перицикл не відіграє особливої ролі, оскільки він часто відсутній і, за деяким винятком, не відмежовує чітко кору від центрального циліндра. В перициклі деяких рослин (скорзонера, кульбаба та ін.) утворюються членисті молочники, які містять смоли та латекс, а у зонтичних і звірбійних – секреторні канали, заповнені смолами та ефірними оліями.

Перицикл, як твірна тканина, здатний формувати комплекси клітин, котрі відіграють важливу роль в органогенезі. Ці клітини за відповідних умов інтенсивно

поділяються, утворюючи так звані *адвентивні бруньки*, тобто бруньки, які розвиваються на невластивих місцях і з яких розвиваються додаткові пагони. Здатність до утворення таких пагонів має вирішальне значення при регенерації втрачених або пошкоджених органів, а також забезпечує можливість вегетативного розмноження рослин у природі та в культурі.

Другою групою структурних елементів центрального циліндра є *судинно-волокнисті пучки*. Вони формуються з попередньо не диференційованих, відокремлених і згрупованих меристематичних клітин конуса наростання. Ці відокремлені ділянки конуса наростання називають *прокамбіальними пучками*. Кожен з таких пучків поступово перетворюється в судинно-волокнистий пучок. Спершу з клітин прокамбію розвиваються первинні провідні тканини: *протофлоема* (*первинна флоема*) і *протоксилема* (*первинна ксилема*). При цьому перші елементи флоєми утворюються із зовнішніх, розміщених на периферії клітин прокамбію, а перші елементи ксилеми (трахеїди, рідше судини з кільчастими і спіральними потовщеннями стінок) – з тих клітин прокамбію, які розташовані найглибше, на межі із серцевиною.

Отже, утворення протоксилеми відбувається в напрямку від прокамбію до центра стебла, а протофлоема – від серцевини назовні. Поступово між протоксилемою та протофлоемою залишається все менше "невикористаних" клітин прокамбію. В багатьох рослин увесь прокамбій використовується для утворення провідних елементів, а тому судинно-волокнистий пучок надалі не потовщується і стає пучком закритого типу (стебла однодольних). Однак у більшості дводольних та голонасінних рослин з вузького прошарку прокамбію, що зберігається між елементами ксилеми та флоєми, виникає нова твірна тканина – *пучковий камбій*. Завдяки поділу його клітин за первинними провідними тканинами утворюються нові, тепер уже вторинні за походженням, *метаксилема* і *метафлоема*. Наступне закладання міжпучкового камбію та його аналогічна діяльність спричиняють вторинне потовщення осьових органів голонасінних і дводольних рослин, про що йтиметься далі.

Потовщення оболонок клітин протоксилеми буває *кільчасте* і *спіральне*. Клітини наростають завдяки певним пристосуванням: вони вузькі, мають тонкі

целюлозні оболонки, зміцнені смужками або кільцями здерев'янілої вторинної оболонки.

Протофлоема складається переважно із ситовидних трубок, клітин-супутників та флоемної паренхіми. Ситовидні трубки малого діаметру, тонкостінні, функціонують недовго. В процесі росту того чи іншого органа вони частково розтягуються і поступово сплющуються внаслідок тиску сусідніх клітин. В однодольних рослин первинна флоема функціонує протягом усього життя органа.

Термін "протоксилема" і "протофлоема" застосовують до тих флоемних та ксилемних клітин, які ще здатні подовжуватися одночасно з видовженням органа. Частини флоеми та ксилеми пізнішого утворення, які не виходять за межі видовження тієї частини органа, де вони розташовані, відповідно називають метафлоемою та метаксилемою.

Метафлоема – це складна тканина, в якій розвинені клітини всіх типів: паренхімні, склеренхімні у формі волокон, ситовидні трубки та клітини-супутники.

Метаксилема відрізняється від протоксилеми тим, що міститься в тій ділянці органа, де закінчився ріст у довжину. Вона складається з трахей (судин) значного діаметра, які мають *сітчасте* або *драбинчасте* потовщення поздовжніх оболонок. У першому випадку потовщення вторинної клітинної оболонки щільно зростаються, утворюючи ніби сітку, а в другому – вони поперечні, поодинокі і нагадують щаблі драбини. Судини, в яких вторинні шари оболонки розвиваються майже суцільним шаром, називають *пористими*.

Серцевина в первинній структурі стебла розвинута добре і займає центральну його частину. Вона складається з великих паренхімних клітин з міжклітинниками. Клітини серцевини кулясті або циліндричні з дуже тонкими целюлозними оболонками, які рідко дерев'яніють. У Морфологія рослин з основами анатоми та цитоембріології стеблах багатьох рослин центральна частина серцевини у процесі росту руйнується, утворюючи порожнину. Зокрема, в злаків та деяких осокових стебло в міжвузлях стає порожнім, нагадуючи трубку. В болотних та водних рослин основну паренхіму, крім периферійної частини (хлоренхіми), називають *аеренхімою*. Вона

складається з мертвих тонкостінних клітин з великими повітряними порожнинами між ними. У стеблі водяних рослин така будова забезпечує ефективний газообмін.

Основні типи стели (центрального, або осьового циліндра). Завдяки працям ботаніка Е. Джефрі сформувалась *стелярна теорія*, яка пояснює принципи будови стели рослин та їх еволюцію від найпростішої до найскладнішої структури осьових органів, а також розглядає походження пагона та його диференціацію на складові елементи.

Нині всі положення стелярної теорії підтверджені порівняльним вивченням сучасних і викопних папоротеподібних і голонасінних. Це дозволило встановити конкретні *стелярні типи*, характерні для всіх основних груп вищих рослин.

Найбільш давнім і примітивним типом стели вважається *протостела (ганлостела)*, в якій суцільний стрижневий тяж ксилеми оточений флоемою. Протостела не має серцевини і серцевинних променів. Вона була властива риніофітам та іншим викопним рослинам. Серед сучасних рослин зустрічається лише в стеблах деяких папоротеподібних.

Протостела дала початок розвитку *актиностели*, ксилемна зона якої на поперечному зрізі має вигляд зірки, оточеної флоемою з численними бічними відгалуженнями – пучками концентричного типу. Завдяки цьому в актиностелі ксилема має значно більшу поверхню дотику із живими тканинами, що її оточують. Все це сприяє розширенню транспортних можливостей. Актиностела зустрічається у плауновидних і вимерлих хвощів.

Наступний етап еволюції осьового циліндра – поява *сифностели*. На цьому етапі виникає якісно нове утворення – серцевина. Наявність сифностели сприяла формуванню рослин значних розмірів, оскільки переміщення ксилеми, котра має певні арматурно-механічні властивості на периферію стебла, і утворення трубчастої конструкції надавали рослинам більшої міцності. Крім того, з виникненням серцевини збільшилась поверхня контакту провідних елементів із живими тканинами, а також покращилася запасуюча функція осьового циліндра.

Подальше еволюційне ускладнення осьового циліндра пов'язане з розвитком великих листків і бічних пагонів, які при відходженні від стебла утворюють у ньому

своєрідні прориви (лакуни), заповнені паренхімою. Цим самим стебло ніби розсікається на окремі пучки, розділяється на сітку та ряди поздовжніх тяжів. Так виникає *диктіостела*, складові елементи якої теж тісно взаємодіють між собою, вона властива папоротеподібним.

Подальшим і найвищим етапом розвитку сифоностели є *еустела*, яка зустрічається в голонасінних та в переважній більшості дводольних рослин. На зрізах диктіостели помітні поперечні кільцеподібні окремі ланки – *меристели*. У дводольних та голонасінних рослин меристели мають характер колатеральних відкритих пучків з дуже розвиненими серцевинними променями між ними, а паренхімна тканина розвинена такою мірою, що пучки ніби вкраплені в неї.

Останньою ланкою в еволюції стели є *атактостела* однодольних рослин. Від еустели вона відрізняється відсутністю камбію в пучках і складною картиною просторового проходження пучків по стеблу, що забезпечує розподіл їх по всьому поперечному перерізу.

Осьовий циліндр коренів формувався інакше, ніж пагонів. Зокрема, структура стели кореня, хоча й схожа на актиностелу стебла, має принципові відміни. Структурні пристосування цього органа були спрямовані на поглинання речовин з ґрунту, тим часом як стела пагонів виникла в процесі формування листкостеблового органа, пристосованого до фотосинтетичної діяльності.

Різноманітність типів первинної структури стебла у представників різних систематичних груп обумовлена головним чином різницею у розміщенні основної тканини щодо провідної. Так, у деяких дводольних провідна система міжвузлів являє собою суцільний порожнистий циліндр, що відокремлює зовнішню частину основної тканини від внутрішньої, тобто первинну кору від серцевини.

В інших дводольних (люцерна, жовтець), а також хвойних структурні елементи провідної системи (провідні пучки) відокремлені один від одного більш або менш широкими прошарками міжпучкової паренхіми – тканини, яка зв'язує серцевину і первинну кору. Ці прошарки міжпучкової паренхіми часто називають серцевинними променями.

Стеблам багатьох папоротей, деяких трав'янистих дводольних і більшості однодольних притаманне більш складне розміщення провідних тканин. Зокрема на поперечних зрізах пучки не розміщуються одним кільцем між первинною корою і серцевиною, а утворюють декілька кілець або систему тяжів, розсіяних по всьому зрізу. Крім того, в однодольних відсутні: чітка межа між первинною корою і центральним циліндром, камбій у закритих колатеральних судинно-волокнистих пучках, ендодерма (або вона слабо розвинена), серцевинні промені та серцевина.

Вторинна будова стебла. У голонасінних і дводольних рослин первинна структура стебла змінюється на вторинну завдяки активності *бічних (латеральних) меристем вторинного походження* – камбію та фелогену.

Камбій виникає з недиференційованого прокамбію між первинними ксилемою і флоемою, а також із паренхіми міжпучкових зон. Розрізняють *пучковий камбій*, котрий закладається в провідних пучках, і *міжпучковий*, що утворюється в міжпучкових зонах -первинних серцевинних променях. Надалі пучковий і міжпучковий камбій, з'єднуючись, утворюють *камбіальне кільце стебла*.

С.П. Костичевим доведено, що прокамбіальні тяжі можуть виникати в двох формах, що і визначає формування різних типів вторинної будови осьових органів, – пучкового і безпучкового.

Типовим прикладом *пучкового типу вторинної будови* стебла трав'янистих рослин є конюшина повзуча (*Trifolium repens*). У неї кожний прокамбіальний тяж формує самостійний судинно-волокнистий пучок відкритого типу, в якому зберігається камбіальна діяльність. Пучковий камбій до периферії (в бік протофлоєми) відкладає вторинну флоему, а до центру (в бік протоксилеми) – вторинну ксилему.

Міжпучковий камбій продовжує формувати серцевинні промені, довжина яких співпадає з реальними розмірами судинно-волокнистих пучків. Останні залишаються розмежованими протягом усього життя рослини.

Пучковий тип вторинної будови стебла характерний також для інших трав'янистих рослин (соняшник, мак, рицина, хвилівник тощо) і деяких деревних (саксаул, виноград).

В багатьох дводольних трав'янистих рослин (щиріця, лобода, берізка, барвінок тощо) прокамбій відкладається у вигляді суцільного кільця, з якого диференціюється камбій. Він дає початок вторинним ксилемі і флоемі, котрі теж розміщуються суцільним кільцем. Так виникає стебло *безпучкового типу вторинної будови*, прикладом якого є стебло льону звичайного (*Linum*). Особливістю будови його стебла є наявність товстостінних луб'яних волокон камбіального походження, під якими суцільною зоною розташовані елементи вторинної флоєми, та кількісне переважання елементів вторинної ксилеми.

Для більшості дводольних деревних рослин характерний безпучковий тип вторинної будови стебла. На відміну від трав'янистих рослин з таким типом будови стебла, у деревних рано розпочинається диференціація пучкового і міжпучкового камбію. Вторинні ксилема і флоєма утворюють циліндр із провідних тканин, який перетинають в радіальному напрямку промені. Щорічно, звичайно, відкладається значно більше вторинної ксилеми, ніж вторинної флоєми.

Деревина (вторинна ксилема) складається із трьох систем тканин: паренхімної (утворена живими паренхімними клітинами), механічної (складається з мертвих клітин лібриформу), провідної (судини, трахеїди).

Луб (вторинна флоєма) складається з луб'яних волокон (котрі утворилися з перициклу), ситовидних трубок з клітинами-супутниками, пучків волокон твердого лубу та луб'яної паренхіми. До структур флоємної зони належать *вторинні серцевинні промені*, що виходять з деревини і пронизують також флоєму в радіальному напрямі. Вони з'являються завдяки діяльності камбію і, на відміну від первинних серцевинних променів, не доходять до деревини.

В більшості дерев'янистих стебел формується *корок*, або *фелема*, яка заміщає епідерму. Вона відкладається корковим камбієм, або фелогеном, котрий може також давати фелодерму.

Анатомічна будова листка-трофофіла

Листки є бічними органами, як правило, мають більш або менш плоску форму і дорзовентральну будову, на відміну від циліндричних і радіально-симетричних осьових органів – стебла та кореня. В насінних рослин ріст листка обмежений,

оскільки він досить швидко втрачає здатність до верхівкового росту. Досягнувши певних розмірів, листок до кінця свого життя залишається без змін.

Плоска, пластинчаста форма листка дає велику поверхню на одиницю об'єму тканини, що найбільшою мірою сприяє виконанню основних функцій зеленого листка: повітряного живлення (фотосинтезу), газообміну та транспірації (випаровування). Крім того, в листку відкладаються запасні поживні речовини, він може бути органом вегетативного розмноження.

Дорзовентральність листка визначається тим, що в нього є верхня і нижня сторони, котрі, як правило, досить чітко різняться за анатомічною будовою, характером жилкування, опушенням, забарвленням тощо.

З анатомічного боку листок є бічним виростом осьової структури, котрий має всі її складові частини. Анатомічно і морфологічно листки тісно пов'язані у філогенезі з апікальними меристемами стебла. Вони виникають *екзогенно (поверхнево)* у вигляді горбочків (листяних примордіїв), які утворюються в основі конуса наростання. В міру свого росту вони набувають плоскої форми і дорзовентральної будови.

Відповідно до основних функцій листка в нього добре розвинені покривна, асимілююча, провідна і механічна тканини.

Покривна тканина листка (епідерма). Найважливішими функціями епідерми є регуляція газообміну і транспірації (випаровування води), а також захист рослини від несприятливих факторів зовнішнього середовища.

Поліфункціональність епідермальної тканини знаходить своє відображення в її організації. Епідерма складається з одного шару живих клітин – відносно неспеціалізованих (вони утворюють основну масу тканини) та більш спеціалізованих – замикаючих і навколопродихових, які утворюють *продихові комплекси*.

Основні клітини епідерми дуже різноманітні за формою, яка визначається функцією органа та умовами навколишнього середовища. В багатьох рослин клітини епідерми листків мають звивисті контури бічних стінок, що забезпечує міцніше з'єднання їх між собою.

Продихи, як анатомічні структури, характерні для представників усіх класів вищих рослин, за винятком маршанцієвих, які мають лише дихальця, утворені

кількома нерухомими клітинами. У більшості рослин продихи складаються з двох *замикаючих клітин* бобоподібної форми (у злаків і осок форма цих клітин гантелеподібна) та *продихової щілини* між ними.

Особливість замикаючих клітин полягає в тому, що в них, на відміну від основних клітин епідерми, завжди є хлоропласти і численні мітохондрії. Клітини, які прилягають до замикаючих, мають однакові з основними епідермальними клітинами форму, розмір та структуру, називаються *сусідніми*; якщо ж за цими параметрами вони відрізняються від основних епідермальних клітин, їх називають *побічними*.

За розміщенням продихів розрізняють три типи листків: амфістоматичні, гіпостоматичні, епістоматичні. У *амфістоматичних* листків продихи є на обох боках пластинки, в *гіпостоматичних* – лише її нижньому боці, а в *епістоматичних* – лише на верхньому боці. Останні характерні для рослин, у яких листки плавають на поверхні води. У широких листків дводольних рослин продихи розсіяні по всій пластинці рівномірно з тенденцією збільшення кількості ближче до верхівки (закон В.Р. Заленського), а на вузьких довгих листових пластинках однодольних та хвойних вони розташовані рядами, паралельно поздовжній осі листка. Продихи можуть розміщуватись на одному рівні з епідермальними клітинами, вище поверхні епідерми, (виступаючі продихи) або нижче її (занурені продихи). Виступаючі продихи звичайно мають гідрофіти – рослини, прикріплені до ґрунту й заглиблені у воду лише нижньою частиною, занурені ж продихи мають ксерофіти – рослини посушливих областей (пустель) або безводних ґрунтів. Інколи по декілька продихів групується в заглибинах, які називають *продиховими ямками*.

Асиміляційна тканина листка (мезофіл). Мезофіл відіграє першорядну роль у забезпеченні фотосинтезу. Він лежить між верхнім нижнім шарами епідерми і складається з паренхімних клітин з тонким оболонками. Ці клітини містять хлоропласти, тому мезофіл ще називають *хлорофілоносною паренхімою*. Вона буває двох типів: палісадна, або стовпчаста, та губчаста. Перша прилягає переважно верхнього шару епідерми, друга – до нижнього.

Палісадна паренхіма – основна асиміляційна тканина. Її клітини видовжені, щільно прилягають одна до одної і містять багато хлоропластів. Вони розташовані

одним або кількома правильними компактними шарами, причому вісь клітин перпендикулярна до листкової пластинки.

Губчаста паренхіма складається з клітин різної форми, часто неправильних, з бічними виростами (вони з'єднують клітини між собою), і характеризується наявністю великих міжклітинників.

Листки, в яких мезофіл диференційований на палісадну і губчасту паренхіму, називають *дорзовентральними*, листки, в яких мезофіл складається з однотипної хлоренхіми – *ізопалісадними*. Саме такі листки зустрічаються у більшості злаків, лілійних та осокових.

Провідна тканина листка. Провідна тканина листка та його черешка становлять одне ціле з провідною системою стебла. Розташування провідних елементів у провідних пучках листкової пластинки відповідає просторовому розташуванню їх у стеблі, тобто флоема в жилках обернена до нижнього боку листка, а ксилема – до верхнього. Відповідно до цього верхній бік листка називається *вентральним*, або *черевним*, а нижній – *дорзальним*, або *спинним*.

Провідна система переходить із стебла в листки крізь черешки, в яких провідні елементи розміщуються кільцем або відкритою зверху дугою. У першому випадку в черешках можна розрізнити центральний циліндр та кору, а в другому – наявні лише відокремлені пучки.

Пучки, що проходять від судинної системи стебла в листки, називаються *лишковими слідами*, а ті, що проходять у розгалуження, – *слідами галузження*. І ті, й інші відходять від стели у бічні пагони. Внаслідок виходу листового сліду або сліду галузження у більшості квіткових рослин у суцільному шарі провідних тканин утворюється відповідно *лишковий прорив* або *ж прорив галузження*.

Провідні пучки листкової пластинки закритого типу, колатеральні. Тільки в центральних жилках до складу пучків може входити камбій, який зумовлює їх потовщення. Структура провідної системи в листку неоднакова. Так, у великих жилках вона подібна до будови листових слідів, тобто включає тяжі протоксилеми, протофлоєми і метафлоєми. Дрібні жилки здебільшого складаються з трахеїдоподібних елементів і навіть не мають флоєми. В міру здрібніння пучків

кількість провідних елементів у них зменшується. В найдрібніших розгалуженнях провідної системи флоема відсутня, а ксилема спрощується: в ній уже немає трахей, залишаються лише трахеїди, кількість яких, порівняно з великими жилками теж зменшується. Такі пучки називають *неповними*. Закінчуються жилки поодинокими трахеїдами, які щільно оточені клітинами мезофілу – передавальними клітинами. Вважають, що трахеїди регулюють процеси надходження води до клітин мезофілу на кінцевому етапі. У рослин, що розвиваються на вогких місцях, клітини обкладки дрібних жилок за своєю структурою майже не відрізняються від інших клітин мезофілу.

Система механічних тканин листка. Міцність листкової пластинки залежить від ступеня розвитку механічної тканини. В голонасінних та однодольних рослин вона складається лише із склеренхіми, а в дводольних – із склеренхіми та коленхіми.

Склеренхіма завжди міститься в судинних пучках черешка та великих пучках листкової пластинки. Її товстостінні видовжені клітини ніби арматура, надають міцності листковій пластинці та черешку. Утворені склеренхімою волокнисті тяжі розміщуються в листках нерівномірно, переважно у вигляді кільця навколо провідних пучків. Однак у багатьох рослин, особливо злаків, формуються склеренхімні тяжі, котрі нібито скріплюють верхній та нижній шари епідерми.

Важливе значення має інша механічна тканина – *коленхіма*, яка складається із живих клітин з нерівномірно потовщеними оболонками. Супроводжуючи найбільші провідні пучки, групи клітин коленхіми розміщуються під епідермою і помітно виступають над поверхнею листкової пластинки, надаючи їй ребристого вигляду.

Міцність листка залежить також від епідерми, клітини якої в багатьох рослин мають потовщені оболонки. Міцність листка посилюється також гіподермою – одношаровою, зрідка багатшаровою тканиною, що складається з товстостінних склеренхімних клітин, котрі ніби чохлають листок з усіх боків. Гіподерму найчастіше можна виявити у вічнозелених рослин, особливо в листках хвойних.

Отже, у плані будови вегетативних органів рослин чітко спостерігається закономірність взаємозв'язку будови та функції - анатомічна будова органу відповідає його основним виконуваним функціям.

Тема 4

Особливості анатомічної будови генеративних органів рослин

План:

1. Анатомічна будова квітки.
2. Анатомічна будова насіння.
3. Анатомічна будова плоду.

Анатомічна будова квітки

Квітка – спеціалізований орган розмноження, характерний для квіткових рослин. Згідно з сучасними уявленнями про походження квітки вважається, що вона є нерозгалуженим пагоном з видозміненими листками. Структурно квітка складається з осьової частини – квітколожа та квітконіжки, та бічних придатків – оцвітини, тичинок (андроцей), маточок (гінецей).

Оцвітину виконує допоміжні функції в розмноженні, служить для захисту внутрішніх частин квітки і для залучення комах-запилювачів. Безпосередньо в процесі розмноження беруть участь тичинки і маточки. У тичинках відбувається утворення мікроспор (пилки), і в результаті розвитку пилку виникають чоловічі гамети – спермії. У маточках, насінних зачатках утворюється макроспора – зародковий мішок, усередині якого розвивається жіноча гамета – яйцеклітина. В результаті злиття гамет утворюється зигота, від якої і починається життя нового покоління. Всі ці процеси – утворення мікро- і макроспор, гамет, запліднення, розвиток зародка – відбуваються у квітці.

Квітка займає верхівкове положення, розвивається з конуса наростання головного або бічних пагонів. На відміну від вегетативного пагону вся верхівкова меристема генеративного пагону диференціюється в постійні тканини квітки, отже, ріст пагону припиняється. У квітці не утворюється вторинна меристема, і всі її тканини первинні.

За походженням квітка є видозміненим укороченим пагоном з обмеженим ростом. Стеблову частину пагону в квітці складає квітколоже, листові органи – чашолистки, пелюстки, тичинки, маточки. Анатомічна будова виявляє генетичну спорідненість квітки і вегетативної пагону.

Судинний скелет квітки. Провідні пучки потрапляють в органи квітки з квітколожа. В точках входження листових слідів з листочків оцвітини, тичинок і плодолистків в провідну систему квітколожа ведуть листові щілини. У чашолистків стільки ж листових слідів, як і у вегетативних листків, у пелюсток і тичинок – поодинці, у плодолистків – по три. Крайові пучки плодолистків служать для живлення насінних зачатків, центральний – проходить в стовпчик маточки.

Провідні пучки квітки виявляють певну тенденцію до спрощення і зрощення. Зрощення пучків, а отже зменшення їх кількості, викликане тим, що частини квітки розташовуються скупчено. Зрощення може бути горизонтальним і вертикальним. У першому випадку зростаються частини квітки одного кола, наприклад пелюстки, утворюючи зрослопелюстковий віночок, або плодолистки, утворюючи синкарпний гінецей. Крайові пучки двох суміжних плодолистків зливаються в великі подвійні пучки, що живлять насінний зачаток. У другому випадку зростаються члени квітки різних кіл, наприклад, тичинки і пелюстки, основи листочків оцвітини, тичинок і плодолистків при нижній зав'язі. Ці видозміни супроводжуються зрощенням пучків різних ярусів.

Спрощення в будові пучків виявляється в тому, що дуже слабо розвивається флоема. Іноді її елементи зовсім відсутні або заміщуються слабо диференційованими паренхімними клітинами. Ксилемна частина пучка представлена спіральними судинами або трахеїдами. Всі елементи провідного пучка у квітці первинні.

Оцвітина. Вона складається з двох кіл видозмінених листків – чашечки і віночка. Будова листочків оцвітини – чашолистків і пелюсток – подібне до такого у вегетативного листа. У порівнянні з вегетативним листям в чашолистках і пелюстках спостерігається спрощення і редукція асиміляційної тканини. Мезофіл чашолистка представлений однорідною рихлою паренхімою, в ньому немає поділу на палисадну та губчасту тканину. У пелюстках редукція спостерігається в більшій мірі, - вони тонші, інколи складаються з 3-4 шарів клітин. Клітини мезофілу пелюсток кулястої або невизначеної форми, розташовані пухко, залишаючи велику кількість міжклітинників.

Епідерміс на пелюстках оцвітини розвинутий добре, є тонка кутикула і продихи. Забарвлення пелюсток зумовлюється наявністю хромопластів в клітинах епідермісу

або пігментами клітинного соку. Клітини епідермісу мають дуже звивисті обриси, деякі з них витягуються в сосочки конусоподібної форми, які надають поверхні пелюсток бархатистий вигляд. Окрім продихових щілин в епідермісі пелюсток є отвори типу міжклітинників, які затягнуті з поверхні кутикулою.

Тичинки. Морфологічно і функціонально тичинка відповідає мікроспорофілу (видозміненому листку, який несе мікроспорангій). Невід'ємною частиною тичинки є мікроспорангій – пиляк, в якому утворюються мікроспори – пилок.

Тичинка складається з тичинкової нитки, в'язальця та пиляків. Зазвичай формуються два пиляка, в кожному з яких є два пилкових гнізда. В'язальце – осьова частина тичинки, яка є продовженням тичинкової нитки та зв'язує між собою пиляки.

Добре розвинуті тичинки не мають зовнішньої подібності до листка, але ця подібність проявляється у деяких рисах анатомічної будови і в процесі онтогенезу. Деякі примітивні тичинки мають розширену пластинчасту нитку, що віддалено нагадує листок, і в цьому випадку збільшується і анатомічна подібність до листка.

Будова тичинкової нитки проста: ззовні вона вкрита епідермісом, клітини якого злегка витягнуті, мають кутикулу, продихи на тичинковій нитці звичайно відсутні. Під епідермісом розташовується мезофіл, що складається з небагатьох округлих тонкостінних клітин. Центральне положення в тичинковій нитці займає провідний пучок.

Пиляк має багат шарові стінки, що обмежують пилкове гніздо. Зовнішнім шаром служить епідерміс, що складається з дрібних плоских клітин з добре розвиненою кутикулою. Під епідермісом розташовується фіброзний шар, клітини якого характеризуються нерівномірним потовщенням стінок. Розміри, форма клітин цього шару, характер потовщень в клітинних оболонках різні у різних рослин. Фіброзний шар сприяє розкриттю пиляка, у деяких рослин він відсутній.

Самий внутрішній шар в стінках пиляка – це вистилаючий шар, або *тапетум*. Він безпосередньо вистилає пилкове гніздо і бере участь в живленні дозріваючого пилку. Клітини тапетума відносно крупні, тонкостінні, багаті зернистою цитоплазмою; вони часто бувають багатоядерними або містять поліплоїдні ядра. У більшості рослин тапетум – недовговічна тканина. До часу дозрівання спор клітини тапетума

руйнуються, цитоплазма їх зливається, утворюючи тапетальний плазмодій, який розповсюджується в пилковому гнізді. Продукти розчинення тапетума містять багато цукрів і жирів, змішаних із слизистими речовинами.

Пилкове гніздо залежно від ступеня розвитку пиляка заповнене пилком або материнськими клітинами пилку, або тканиною, передуючою розвитку материнських клітин - *археспорієм*.

В'язальце складається з паренхімної тканини і має провідний пучок, який є продовженням провідного пучка тичинкової нитки. Іноді провідний пучок у в'язальці розгалужений.

Розвиток тичинки починається з утворення на конусі наростання невеликого горбика. У центрі його відокремлюються крупні, багаті на цитоплазму клітини – це материнські, або первинні, клітини археспорія. Внаслідок поділу первинних клітин археспорія тангентальними перетинками відокремлюється тапетум, що утворюється із зовнішнього шару клітин. З внутрішнього шару виникають вторинні клітини археспорія, або материнські клітини пилку.

Пилок утворюється з вторинних клітин археспорія шляхом їх редуційного поділу (мейозу). Кожна материнська клітина дає чотири гаплоїдні – тетраду спор. Це і є клітини пилку, або пилкові зерна. Кожне пилкове зерно є гаплоїдною клітиною з двошаровою оболонкою. Зовнішній шар оболонки називається *екзиною*, внутрішній – *інтиною*. Екзина щільніша, має часто місцеві потовщення, які надають пилковій поверхні характерного вигляду. У екзині є пори. Інтина, тонша і м'якша частина оболонки, складається з пектину.

Розвиток пилку відбувається таким чином. Пилкова клітина вакуолізується, ядро відтісняється до клітинної оболонки, потім вона ділиться навпіл. Клітини, що утворилися, нерівнозначні в морфологічному і функціональному відношенні. Велика клітина – вегетативна, менша – генеративна. Остання часто має веретеноподібну форму і притиснута до клітинної оболонки. У такій двоклітинній фазі розвитку пилок відповідає чоловічому гаметофіту.

Фізіологічне призначення пилку – утворення чоловічих гамет (сперміїв). Вони виникають в результаті поділу генеративної клітини, в пилковому гнізді або пізніше,

при попаданні пилку на приймочці маточки квітки і її проростанні. Утворення чоловічих гамет в пилковому гнізді характерне для складноцвітих, злакових.

Потрапляючи на приймочку, пилок проростає. Вегетативна клітина росте односторонньо і витягується в пилкову трубку. Пилкова трубка проростає через стовпчик по його каналу або по спеціальній провідній тканині і потрапляє в зав'язь. Генеративна клітина спускається по пилковій трубці і у більшості рослин тут же ділиться, утворюючи два спермія.

Маточка. Маточка займає в квітці верхівкове положення. Вона складається із зав'язі, стовпчика і приймочки. У зав'язі утворюються і розвиваються насінного зачатка. За допомогою стовпчика приймочка займає положення найбільш сприятливе для попадання пилку, по стовпчику росте пилкова трубка.

Маточка – порожнистий орган. Він утворюється від зрощення країв плодолистка або декількох плодолистків (карпелл).

Зав'язь – нижня частина маточки, що після запилення утворює плід. У порожнині зав'язі може бути одне або декілька гнізд. Стінки зав'язі, зовнішня і внутрішня, покриті епідермісом. Продихи в епідермісі нечисленні, хоча можуть бути на обох сторонах зав'язі, зовнішньої і внутрішньої. Кутикула розвивається переважно на зовнішній стороні. Стінки зав'язі складає мезофіл, його клітини слабо спеціалізовані, зберігають свій ембріональний характер, чим пояснюється значне розростання зав'язі після запліднення. І в мезофілі, і в епідермісі стінок зав'язі є хлоропласти. Після запліднення зав'язь розвивається в плід, і будова її стінок істотно міняється.

Приймочка – спеціалізована частина плодолистка, що сприймає пилок. Поверхня приймочки вкрита провідниковою тканиною, яка часто продовжується і в каналі стовпчика. Провідникова тканина утворюється від розростання клітин епідермісу і клітин субепідермального шару. Вона виконує секреторну роль. Клітини її відносно крупні, тонкостінні, багаті протоплазмою і живильними речовинами. Провідникова тканина створює середовище, сприятливе для проростання пилку і розвитку пилкової трубки.

Стовпчик у різних рослин розвинений різною мірою, у деяких він відсутній. Тканини, що складають стовпчик, диференційовані більшою мірою, ніж тканини, що складають зав'язь.

На стінках зав'язі розвиваються насінного зачатка. Ця частина стінки зав'язі називається плацентою. До плаценти підходять провідні пучки. Епідерміс і глибше лежачі тканини в цьому місці розростаються. Положення плацент в зав'язі, а отже, і положення насінних зачатків має закономірний характер, постійний для певних таксономічних одиниць.

Насінний зачаток складається з нуцелуса і покривів. Її розвиток починається із закладки невеликого паренхімного горбика. Розростання цього горбика приводить до розвитку центральної частини насінного зачатка – нуцелуса. Дещо затримується розвиток покривів – інтегументів. Один або два покриви закладаються у вигляді кругових валиків і, підростаючи, з усіх боків вкривають нуцелус насінного зачатка. У верхній частині покриви не з'єднуються, залишаючи щілину, або канал, названий *мікропіле*. Відповідно ця частина насінного зачатка називається мікропілярною. Протилежний полюс є основою і називається *халазою*. Тут насінний зачаток прикріплюється до стінок зав'язі сім'яніжкою.

Насінний зачаток називається прямою (атропною), якщо мікропіле і насінинаніжка знаходяться на одній осі. Зворотні (анатропні) насінного зачатка повернені на 180° таким чином, що мікропіле знаходиться поблизу основи сім'яніжки. Насінний зачаток називається напівзігнутою (гемітропною), якщо її вісь знаходиться під прямим кутом до осі сім'яніжки. Відомі ще два види насінних зачатків, зігнутих різною мірою. Найпоширеніші насінні зачатки -анатропні.

Нуцелус морфологічно і функціонально відповідає макроспорангію. У деяких рослин він представляє добре розвинену багатоклітинну тканину, у інших – помітно редукований, іноді до небагатьох клітин. Клітини нуцелусу меристематичного характеру, але здібність до поділу, тобто до утворення спор, тут зберігає тільки материнська клітина спор.

Утворення спор йде шляхом редукційного поділу, отже, утворюються чотири гаплоїдні клітини – макроспори. З них зберігається і розвивається тільки одна –

зародковий мішок. Форма і розміри зародкового мішка у різних рослин різні, різне і його положення в нуцелусі.

Розвиток зародкового мішка полягає в декількох послідовних його ядра. У типових випадках утворюється 8-ядерний зародковий мішок. У такій фазі розвитку зародковий мішок відповідає жіночому гаметофіту.

Ядра розподіляються в зародковому мішку таким чином: на мікропілярному полюсі – яйцеклітина і два супутні ядра – синергіди, на протилежному – три ядра – антиподи. Два ядра, поодиноці від кожного полюса, зближуються в центрі, а потім зливаються, утворюючи вторинне ядро зародкового мішка. Такий зародковий мішок готовий до запліднення.

При заплідненні один із спермійів зливається з яйцеклітиною, утворюється зигота. Другий спермій зливається з вторинним ядром зародкового мішка, утворюється триплоїдне ядро. Такий тип запліднення називається подвійним і вперше описаний С. Г. Навашиним (1898).

Анатомічна будова насіння

Після запліднення з насінного зачатка розвивається насінина. Насінина є складним утворенням, в якій поєднуються тканини різних поколінь, які відрізняються морфологічними і фізіологічними ознаками: покриви і перисперм – диплоїдні тканини материнської рослини – спорофіта, зародок – спорофіт нового покоління, ендосперм – новоутворення, що складається з диплоїдних клітин.

Насінина складається з покривів, зародка і запасальної тканини – ендосперма або перисперму. Покриви насінини розвиваються з покривів насінного зачатку, зародок – із зиготи, ендосперм – із заплідненого вторинного ядра зародкового мішка. При нерозвиненому ендоспермі запас живильних речовин може знаходитися в периспермі, який є залишками нуцелуса. Залежно від характеру живильної тканини розрізняють декілька типів насіння.

Насіння першого типу складається тільки з покривів і крупного, добре диференційованого зародка. Великого розвитку досягає перше листя зародка – сім'ядолі, які в цьому випадку є запасуючими органами. Ендосперм або перисперм майже або зовсім відсутній. Таке насіння мають боби, складноцвіті, хрестоцвіті та ін.

Насіння другого типу складається з покривів, зародка і ендосперма. Вони зустрічаються як у однодольних, так і у дводольних рослин, наприклад в родинях жовтецеві, розоцвіті, пасльонові. Насіння злаків має добре розвинений ендосперм і цілком диференційований зародок. Частіше у насіння з ендоспермом зародок дрібний, не цілком диференційований.

Насіння третього типу складається з покривів, зародка і перисперму. Зародок розвивається різною мірою і займає різне положення по відношенню до перисперму. Таке насіння характерне для рослин в родинях маревих, гвоздичних, маренових, лататтевих та ін.

Насіння четвертого типу мають як запасну тканину одночасно ендосперм і перисперм. Ендосперм в цьому випадку розвивається слабо. Чим краще розвинений зародок, тим менше місця в насінні займають ендосперм і перисперм. Насіння цього типу характерне для рослин в родинях німфейних, перцевих, бананових.

Найбільш поширене насіння перших двох типів.

Зародок – найважливіша частина насінниці. Добре диференційований зародок є ембріональною рослиною, яка має всі основні вегетативні органи – корінь у вигляді зародкового корінця і пагін у вигляді зародкової бруньки. Короткий перешийок між брунькою і корінцем є підсім'ядольним коліном, або гіпокотилем, - першим міжвузлям стебла.

Зародок формується безпосередньо з зиготи, в ньому в більшості випадків вже диференційовані основні органи майбутньої рослини. Зигота виникає в результаті запліднення і є диплоїдною клітиною, розташованою близько до поверхні зародкового мішка. Перший поділ зиготи, поперечне до подовжньої осі клітини, веде до утворення двох клітин. Зовнішня з них, розташована ближче до мікропіле, називається базальною, друга – апікальною. Їх фізіологічна роль і морфологічна характеристика різні, що є наслідком полярності зиготи. Про фізіологічну полярність зиготи свідчить нерівна участь її перших похідних у формуванні зародка.

Базальна клітина ділиться всього 2–3 рази, причому поділ йде у сповільненому темпі. В результаті утворюється підвісок, роль якого допоміжна. Підвісок «проштовхує» зародок в глиб зародкового мішка, завдяки чому забезпечуються

найбільш сприятливі умови для живлення і розвитку зародка. Іноді підвісок виконує сисну функцію, утворюючи підвісковий гаусторій. В окремих випадках він бере участь в утворенні деяких тканин кореня.

Апікальна клітина ділиться дуже інтенсивно. В результаті утворюється кулясте тіло – передзародок, що має променеву симетрію і що складається з недиференційованих меристематичних клітин. Один кінець осі зародка, дистальний, – полюс пагону; інший, проксимальний, – полюс кореня. На дистальному кінці зародка клітини діляться активніше і відбувається раніша диференціація. На полюсі пагону з'являється невелика виїмка – початок диференціації першого листа – семядолей. Симетрія стає двосторонньою. Потім сім'ядолі витягуються, сплющуються, набувають певної схожості з листям. Між ними розташовується точка росту пагону або конус наростання. Тут утворюється перше зародкове листя. Точка росту разом з першим листям складає зародкову бруньку.

На протилежному полюсі осі зародка диференціюються корінь і кореневий чохлик. Ділянка зародка між брунькою і зародковим коренем є зародковим стеблом. Таким чином у зародку утворюються всі органи майбутньої рослини. За числом сім'ядолей у зародку насіння ділиться на два види – дводольні і однодольні. Зародок однодольної рослини розвивається, так само як і дводольної, до моменту відокремлення сім'ядолей. На відміну від дводольних рослин у однодольних утворюється лише одна на сім'ядоля. Зародок несиметричний, точка росту пагону лежить збоку.

Перші листки зародка – сім'ядолі – виконують особливі функції і мають своєрідну будову. У дводольних рослин сім'ядолі – масивні утворення, що становлять велику частину насінини. Вони грають роль запасаючих органів. У однодольних рослин сім'ядолі мають вид більш менш тонкої пластинки, яка прилягає до ендосперма. В цьому випадку вони не тільки всмоктують живильні речовини з ендосперма, але і, сприяють їх розчиненню, виділяючи ферменти.

Анатомічно зародок складається переважно з меристематичної тканини. У розвиненому зародку можна бачити тяжі прокамбію, які є в сім'ядолях, гіпокотилі, зародковому корені і першому листку бруньки. Всі тяжі прокамбію складають єдину

мережу. Сім'ядолі – найбільш диференційовані органи зародка. У них можлива диференціація прокамбію в елементи первинної флоєми і ксилеми, добре відокремлюються епідерміс і основна паренхіма в якості запасуючої тканини.

Ендосперм є паренхімною триплоїдною тканиною, багатою запасними живильними речовинами. Клітини ендосперма округлої або незграбної форми, тонкостінні або товстостінні; периферичні клітини дрібніше, центральні крупніше. У клітинах ендосперма, що розвивається, помітні цитоплазма, ядро, пластиди. У зрілому насінні клітини ендосперма переобтяжені живильними речовинами, ядро сплющується і в деяких випадках розчиняється. Запасними живильними речовинами є вуглеводи у вигляді крохмалю, цукру, клітковини, кристалічні та розчинні білки, білок у вигляді алейронових зерен, олії у вигляді емульсій в цитоплазмі. У ендоспермі злаків зовнішній шар містить алейронові зерна і називається алейроновим. Крохмаль в цих клітинах відсутній.

Ендосперм розвивається із заплідненого вторинного ядра зародкового мішка. Розрізняють три типи розвитку ендосперма – ядерний, клітинний і базальний. Ядерний тип характеризується тим, що поділ ядра в зародковому мішку не супроводжується поділом клітини, тобто утворенням клітинних оболонок. Оболонки утворюються пізніше, коли накопичується велика кількість ядер. Клітинний тип відрізняється тим, що поділ ядра супроводжується одночасним утворенням клітинної оболонки, тобто відбувається повний поділ клітини. Рідше зустрічається базальний тип утворення ендосперма.

Перисперм – запасна живильна тканина насінини такого ж призначення, як і ендосперм. Він є залишками нуцелуса, лежить поза зародковим мішком і складається з диплоїдних клітин. Будова його клітин і хімічний склад - типові для всіх запасуючих тканин.

Покриви насінини – шкірка – розвиваються з покривів сім'япочки. Внутрішній інтегумент насінного зачатка при розвитку насінини часто розсмоктується, від нього слідів майже не залишається. Зовнішній покрив бере переважну участь в розвитку шкірки насінини.

Будова насінної шкірки різноманітна, проте можна виділити деякі загальні риси. Покриви насінини звичайно багат шарові. Зовнішній шар є епідермісом з добре розвиненою кутикулою. Клітини його часто містять пігменти або продукти їх розпаду, що обумовлює забарвлення насіння. Внутрішні шари насінної шкірки виконують механічну та поживну функції. Клітини опорні, товстостінні, частково або повністю здерев'янілі, форма їх різноманітна, але дуже часто ці механічні клітини довгасті і тому називаються палісадними. Подовжня вісь їх звичайно не співпадає з подовжньою віссю насінини. Клітини такого роду можуть лежати в глибині шкірки або поверхнево.

До складу насінної шкірки у більшості рослин входять в більшій або меншій кількості живі паренхімні клітини. Вони тонкостінні і в незрілому насінні багаті запасними живильними речовинами. При дозріванні насінини запас живильних речовин виснажується і клітини сплющуються.

В деяких випадках покриви насінини можуть складатися всього з одного шару клітин.

Анатомічна будова плоду

Плодом називається утворення, що розвивається після запліднення із зав'язі та інших частин квітки і містить насіння. У ряді випадків плід утворюється тільки із зав'язі. Плоди мають пристосування для розселення насіння, що підвищує його життєвість, і тому мають важливе біологічне значення.

Стінки плоду – оплодень – називаються перикарпієм. Умовно перикарпій ділиться на три шари – зовнішній, середній і внутрішній, які відповідно називаються екзокарпієм, мезокарпієм та ендокарпієм. Перикарп може бути гомогенним, коли названі шари в ньому не помітні.

По консистенції оплодня плоди діляться на соковиті і сухі. У соковитих плодах добре розвинений мезокарпій. Він складається з декількох шарів крупних паренхімних тонкостінних клітин, багатих клітинним соком, в якому містяться запасні живильні речовини, цукри, органічні кислоти і часто пігменти. Серед тонкостінних клітин м'якоті зустрічаються товстостінні кам'янисті клітини.

У соковитих плодах розростається мережа провідних пучків. У зав'язі вони тільки намічені прокамбіальними тяжами. У плоді, що розвивається, прокамбій

диференціюється в провідні тканини. У провідних пучках плодів переважно розвивається ксилема, що складається із спіральних і кільчастих судин і трахеїд. Флоема розвивається менше.

Екзокарпій і ендокарпій іноді представлені тільки епідермісом, зовнішнім і внутрішнім. Найчастіше ці частини оплодня багат шарові.

Зовнішній епідерміс в плодах розвинений добре. Його захисна функція посилюється наявністю кутикули, воскового нашарування, волосків; у ньому є нечисленні пори. Плоди груші, айви, деяких тропічних рослин покриті перидермою.

Ендокарпій в плодах типа кістянки утворює «кісточку», яка оточує насінину. В цьому випадку ендокарпій складається з кам'янистих клітин. У плодах бобів і деяких інших він утворює внутрішній пергаментний шар і складається із склеренхімних клітин.

У сухих плодах мезокарпій розвивається у меншій мірі. Іноді він представлений всього одним шаром клітин, але частіше навіть в сухих плодах буває багат шаровим. Мезокарпій складається з паренхімних клітин, що втратили вміст, з склеренхімних і кам'янистих клітин. Склеренхімні клітини розвиваються різною мірою, забезпечують міцність оплодня, сприяють розкриттю плодів.

Література до лекційного курсу

1. Васильев А.Е., Воронин Н.С., Еленевский А.Г., Серебрякова Т.И. Ботаника: Анатомия и морфология растений. – М.: Просвещение, 1988. – 480 с.
2. Войтюк Ю.О., Кучерява Л.Ф., Баданіна В.А., Брайон О.В. Морфологія рослин з основами анатомії та цитоембріології. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – 430 с.
3. Мельниченко Н.В. Курс лекцій та практикум з анатомії і морфології рослин. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 160 с.
4. Нечитайло В.А., Кучерява Л.Ф. Ботаніка. Вищі рослини. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – 430 с.
5. Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника (В 2-х т.) – М.: Мир, 1990.
6. Романщак В.С. Анатомія покритонасінних рослин. – К.: Вища шк., 1999.

7. Стеблянок М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка: Анатомія і морфологія рослин. - К.: Вища шк., 1995. – 384 с.
8. Хржановский В.Г, Пономаренко С.Ф. Ботаника. — М.: Агропромиздат, 1988. — 383 с.

Розділ 2. ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ

Правила техніки безпеки при роботі в лабораторії

1. В лабораторії забороняється знаходитися у верхньому одязі, працювати необхідно лише в лабораторному халаті. В приміщенні лабораторії не дозволяється вживання їжі та напоїв.
2. В лабораторії забороняється виконувати роботи, не передбачені планом заняття.
3. Приступати до виконання лабораторної роботи дозволяється лише з дозволу викладача.
4. При роботі з лабораторними інструментами та посудом необхідно дотримуватися обережності, використовувати препарувальні голки, леза, скельця тощо лише за призначенням у відповідності до правил користування.
5. При роботі з хімічно активними речовинами (розчинами кислот, лугів та ін.) необхідно запобігати попаданню їх на шкіру, прилади, одяг.
6. При виникненні пожежонебезпечної ситуації (загоранні легкозаймистих речовин, електропроводки тощо) обов'язково вимкнути електричну напругу і лише після цього приступати до тушіння пожежі у відповідності до правил протипожежної безпеки.
7. При роботі з оптичними приладами категорично забороняється торкатися руками до деталей освітлювальної та оптичної систем. При попаданні на частини оптичних приладів часток забруднюючих та хімічно активних речовин негайно повідомити про це викладачу і лаборанту.

8. При виявленні механічних ушкоджень приладів або інших відхилень від нормального режиму роботи, необхідно негайно припинити роботу з приладом, про несправність повідомити викладачу.
9. Студенти, не підготовані до лабораторного заняття (відсутність білого халату, лабораторного зошиту), до роботи не допускаються.

Дійсні інструкції з техніки безпеки розроблені відповідно до вимог статей 18 та 20 Закону України про охорону праці, Положення про організацію роботи з охорони праці учасників навчально-виховного процесу в установах і закладах освіти, затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України № 563 від 01.08.2001р.

Загальні вимоги до проведення лабораторного практикуму

Підготовка до лабораторного заняття складається з таких етапів:

1. Вивчення теоретичних питань теми за конспектами лекцій, учбово-методичною та науковою літературою (див. список рекомендованої літератури).
2. Самоперевірка набутих знань за контрольними питаннями і тестовими завданнями, наведеними до кожної теми.
3. Письмове виконання завдань, запропонованих у методичній розробці.
4. Попереднє вивчення ходу роботи лабораторного заняття.

На лабораторному занятті студент повинен мати лабораторний халат та альбом формату А4 з виконаним домашнім завданням.

В ході лабораторного заняття студент зобов'язаний:

1. Надати на перевірку письмове домашнє завдання.
2. Відповісти на теоретичні питання в межах теми.
3. Виконати всі завдання практичної частини.
4. Скласти звіт про виконання роботи у вигляді рисунків всіх досліджених об'єктів, відповідно до завдань лабораторної роботи, та сформулювати та записати висновки.
5. У кінці заняття надати на перевірку викладачу робочий зошит (альбом).

Альбом - це основний звітний документ, що відображує роботу студента на лабораторних заняттях. Компонентами звіту про виконання лабораторної роботи є узагальнена теоретична інформація у вигляді виконаних завдань для самостійної роботи (1), рисунки, виготовлені за вимогами (2) та висновки (3).

1. До переліку самостійних завдань входить заповнення або складання узагальнюючих таблиць на основі матеріалів лекційного курсу, ведення термінологічного словника, виконання схем та ін. Всі завдання для самостійної роботи виконуються письмово в альбомі при підготовці до лабораторного заняття (домашнє завдання).
2. Рисунок – це зображення об'єкта, виконане у техніці штрихового малюнку з оригінального матеріалу (живого об'єкту, препарату тощо). На рисунку неприпустимо змінювати пропорції та відносні розміри об'єктів.
3. Рисунки виготовляються в форматі не менш за 10x13см, на одному листі розташовуються 1-2 рисунки. Усі елементи і структури об'єкта, які вивчаються, повинні бути позначені стрілками-вказівками з цифрами, розташованими справа від зображення. Порядковий номер, назва рисунку та розшифровка цифрових позначень (підписи до рисунку) даються знизу під зображенням. Рисунок виконується простим олівцем твердості "М" чи "ТМ" з одного боку аркуша. Кольорові позначення на рисунку доцільні тоді, коли необхідно акцентувати увагу на певній характеристиці об'єкта, що замальовується. Використовувати кольорові олівці допустимо за вказівками в методичних рекомендаціях..
4. В кінці лабораторної роботи необхідно сформулювати і записати найбільш важливі теоретичні та науково-практичні результати у вигляді висновків конструктивно-аналітичного змісту. Висновки повинні відповідати змісту завдань лабораторної роботи та в цілому відображати реалізацію її мети. Висновки формулюються чітко, без зайвих ввідних слів та описових зворотів.

РОБОТА № 1

Будова типової рослинної клітини

Мета заняття: ознайомитись з будовою рослинної клітини, навчитися розпізнавати структурні елементи клітини, вивчити зовнішню будову і локалізацію органел в клітині; набути навичок визначення структурних компонентів оболонки клітини за допомогою якісних реакцій, набути навичок виконання масштабованого рисунку мікрооб'єктів, закріпити навички мікроскопування та виготовлення мікропрепаратів.

Матеріали та обладнання: мікроскопи, препарувальні інструменти (препарувальні голки, пінцети, леза) скляні палички або піпетки, фільтрувальний папір, предметні і покривні скельця; листки елодеї канадської (*Elodea canadensis*), листки валіснерії (*Vallisneria spiralis*), м'якоть зрілих плодів глоду (*Crataegus*), шипшини (*Rosa canina*), горобини (*Sorbus aucuparia*), стручкового перцю (*Capsicum annuum*), листки традесканції (*Tradescantia*), плід айви (*Cydonia oblonga*), бульба картоплі (*Solanum tuberosum*), вата; розчин йоду в калій йоді, розчин флороглюцину в 50% спирті, концентрована сірчана (H_2SO_4) або соляна (HCl) кислоти, сірчаноокислий анілін, судан III, хлор-цинк-йод, гліцерин.

Завдання для самостійної роботи (виконуються письмово).

1. Базуючись на матеріалах підручника, заповнити таблицю „Будова рослинної клітини”:

№	Структурні компоненти рослинної клітини	Будова та локалізація в клітині	Функція

2. Заповнити таблицю „Класифікація пластид”.

Назва пластид	Місцезнаходження в рослині	Кількість в клітині	Форма і розміри	Назва пігменту	Функція пластид
Лейкопласти					
Хлоропласти					
Хромопласти					

3. Заповнити таблицю „Порівняльна характеристика первинної та вторинної оболонки”.

Характеристики	Первинна оболонка	Вторинна оболонка
Хімічний склад		
Фізичні властивості		
Особливості будови порового апарату		
Біологічна роль		

4. Записати в словник визначення термінів: біологічна мембрана, напівпроникність біологічних мембран, протопласт, плазмалема, тонопласт, клітинний сік, осмос, діаліз, тургор, плазмоліз, деплазмоліз, гранально-сітчаста структура хлоропласту, строма, грана, тилакоїд (ламела), тилакоїд грани, тилакоїд строми (міжгранний тилакоїд), пластоглобула, первинний поровий канал, плазмодесми, первинне порове поле, серединна пластинка, мацерація, міжклітинники, пора, замикаюча пластинка пори, пара пор, апопласт, симпласт.

Методичні вказівки до виконання роботи.

1. Вивчення будови типової рослинної клітини на прикладі клітин листка елодеї канадської (або на прикладі клітин листка валіснерії).

Виготовити та розглянути мікропрепарат клітин листка елодеї канадської в краплі води, а потім забарвити мікропрепарат розчином йоду в йодиді калію. При малому та великому збільшенні роздивитися основні структурні компоненти клітин – оболонку, цитоплазму, пластиди. Замалювати при великому збільшенні схему будови рослинної клітини, зробити позначення (рис. 2.1).

Пінцетом або лезом відділити шматочок листка елодеї, занурити в краплю води на предметному склі зовнішньою стороною догори, накривають накривним скельцем. При великому збільшенні мікроскопу добре видимі світлі стінки клітин, в яких помітні непотовщені місця - пори. В середині кожної клітини в безбарвній зернистій цитоплазмі добре видно ядро з одним-двома ядерцями. В молодих клітинах ядро знаходиться в центральній частині і оточене цитоплазмою, яка розходить від центру

тяжами. Між тяжами цитоплазми розташовані вакуолі, заповнені клітинним соком. В більш старих клітинах ядро лежить в пристінному шарі цитоплазми, а центральну частину займає велика вакуоль.

Використання розчину йоду в йодистому калії робить чітко помітною границю між цитоплазмою і вакуолями. Даний реактив також є реактивом на білок, тому в результаті реакції білки цитоплазми набувають жовтого кольору, білки ядра - темно-жовтого, вакуолі - більш світлого кольору, клітинна оболонка залишається безбарвною.

2. Вивчення морфології хлоропластів у клітинах листка елодеї канадської.

На мікропрепараті листка елодеї при великому збільшенні роздивитися забарвлення і форму хлоропластів. За допомогою окуляр-мікрометру виміряти лінійні розміри хлоропластів. Замалювати декілька хлоропластів із зазначенням лінійних розмірів (рис. 2.2).

Пагони елодеї за 30 хвилин витримують на яскравому світлі. Потім відділяють листок від стебла і мікроскопують в краплині води при малому збільшенні. При цьому необхідно, щоб листок лежав верхньою стороною догори. Відмічають, що пластинка листка складається з двох шарів клітин. При великому збільшенні в клітинах в районі жилки або біля основи листка вздовж клітинної стінки навколо вакуолі розташовані хлоропласти. В клітинах хлоропласти лінзовидної форми, забарвлені у зелений колір.

3. Дослідження кругового руху цитоплазми в клітинах листка елодеї канадської.

На виготовленому мікропрепараті листка елодеї канадської при великому збільшенні виявити круговий рух цитоплазми в клітинах листка. Замалювати 3-4 клітини та стрілками позначити напрямок руху органел (рис. 2.3).

Пагони елодеї (або валіснерії) за 30 хвилин до роботи поміщають в теплу воду (23-30 °С) і витримують на яскравому світлі. Мікроскопують в краплині води при малому збільшенні. При великому збільшенні в клітинах спостерігається переміщення пластид вздовж клітинної стінки, навколо великої вакуолі (вона займає центр клітини). Це пов'язано з рухом цитоплазми, яка підхоплює їх за собою. Такий рух називається круговим або ротаційним.

4. Вивчення хромопластів в клітинах м'якоті зрілих плодів.

Виготовити тимчасові мікропрепарати клітин м'якоті плодів горобини, глоду, шипшини та перцю. Вивчити особливості мікроскопічної будови хромопластів, звернути увагу на різні форми накопичення каротиноїдів (у вигляді глобул, фібрил, кристалів) в хромопластах різних плодів. Замалювати окремі клітини перелічених рослинних об'єктів (рис. 2.4).

Препарувальною голкою надрізають шкірочку зрілого плода і відбирають шматочок м'якоті. М'якоть переносять на предметне скло в краплю води, обережно розділяють і накривають накривним скельцем. При малому збільшенні знаходять ділянку з вільно розміщеними клітинами та при великому збільшенні досліджують їх. В середині клітин добре видимі скупчення хромопластів.

В плодах горобини хромопласти мають витягнуту, загострену, злегка вигнуту форму. В хромопластах гіпантіїв шипшини багато каротину, що кристалізуючись утворює численні кристали, які розтягують пластиди в різних напрямках, надаючи їм неправильного обрису. В клітинах плодів стручкового перцю хромопласти мають овальну форму, в клітинах глоду - серповидну. На препаратах часто зустрічається клітини, в яких хромопласти руйнуються і злипаються у безформну масу.

5. Вивчення лейкопластів в епідермі листка традесканції.

Виготовити тимчасовий мікропрепарат епідерми листка традесканції. Вивчити форму і розташування лейкопластів в клітинах. Замалювати окрему клітину з лейкопластами (рис. 2.5).

При малому збільшенні розглядають витягнуті у вигляді шестикутників клітини, безбарвні або зафарбовані в блідо-фіолетовий колір завдяки наявності у вакуолях пігменту антоціану. При великому збільшенні видно, що ядро оточене дрібними безбарвними кулястими тільцями - лейкопластами. Іноді їх скупчується так багато, що ядро важко помітити. Лейкопласти присутні і в товщі цитоплазми.

6. Ідентифікація основних хімічних компонентів (целюлоза, лігнін, суберин) клітинних стінок об'єктів рослинного походження.

А) Проведення якісної реакції на целюлозні оболонки клітини.

Виготовити тимчасовий мікропрепарат волоконець бавовнику. Провести кольорову реакцію на целюлозу (дія $Cl-Zn-I$). Розглянути, замалювати наслідки кольорової реакції при великому збільшенні, зробити висновок (рис. 2.6а).

Тонкий шматочок волоконець вати кладуть на предметне скло в краплю хлорцинка-йоду і накривають накривним скельцем. Реактив зафарбовує целюлозну оболонку в синьо-фіолетовий колір. При малому збільшенні знайти тонші ділянки, де клітини розміщуються в один шар, перевести на велике збільшення і більш детально вивчити будову оболонки.

Б) Проведення якісної реакції на лігніфіковані вторинні оболонки.

Виконати кольорову реакцію на визначення хімічного складу клітинних стінок кам'янистих клітин айви дією розчину флороглюцину в 50% спирті та концентрованої соляної кислоти (реактив на лігнін). Спочатку визначити дію реактиву на зрізі оплодня, спостерігати наслідки реакції. Потім виготовити тимчасовий мікропрепарат кам'янистих клітин, забарвлених реактивом, розглянути при малому та великому збільшенні. Замалювати декілька клітин (рис. 2.6б), зробити висновки.

На оплодні айви звернути увагу на явище природної мацерації клітин (підгниваючі ділянки). При нанесенні реактиву на лігнін на поверхню поперечного зрізу оплодня відбувається кольорова реакція - здерев'янілі лігніфіковані оболонки кам'янистих клітин забарвлюються в червоний колір. На тимчасовому мікропрепараті кам'янистих клітин айви спостерігається товсте здерев'яніння, шаруваті оболонки, розгалужені пори, зв'язок сусідніх пор.

В) Проведення якісної реакції на суберинізовані вторинні оболонки.

Виконати кольорову реакцію на визначення хімічного складу клітинних стінок перидерми картоплі дією судану III (реакція на суберин). Виготовити тимчасовий мікропрепарат, розглянути при малому та великому збільшенні, спостерігати дію реактиву. Замалювати декілька клітин (рис. 2.6в), зробити висновки.

З бульби картоплі лезом зрізати тонкий шматочок шкірки, приготувати препарат в краплі судану III. При великому збільшенні відмічається зафарбування зкорковілих суберинізованих клітинних оболонок у жовтогарячий колір.

Контрольні питання і завдання.

1. Визначення клітини. Порівняльна характеристика будови рослинної і тваринної клітини.
2. Охарактеризувати будову та властивості структурних компонентів, характерних лише для рослинної клітини.
3. Цитоплазма, її структура. Хімічний склад та властивості цитоплазми живої клітини.
4. Будова і функції мембран рослинних клітин. Значення напівпроникності біологічних мембран.
5. Пігменти пластид і місце їх локалізації в пластидах.
6. Порівняльна характеристика ультраструктури хлоропластів, хромопластів та лейкопластів. Взаємозв'язок будови пластид та їх функцій.
7. Класифікація лейкопластів.
8. Механізм взаємоперетворення пластид.
9. Еволюційне походження пластид.
10. Загальна характеристика і хімічний склад клітинної оболонки. Фізичні властивості та біологічна роль клітинної оболонки.
11. Субмікроскопічна будова клітинної оболонки.
12. Будова порового апарату первинної оболонки. Плазмодесми.
13. Пори, їх типи і значення. Будова простих і облямованих пор.
14. Вторинні зміни хімічного складу і властивостей оболонки (здереж'яніння, зкорковіння, кутинізація, ослизнення, мінералізація). Біологічне значення вторинного потовщення оболонки.
15. Поняття про апопластичний та симпластичний рух речовин.

РОБОТА № 2

Покривні тканини

Мета заняття: ознайомитися з анатомо-морфологічними особливостями, функціями, утворенням та локалізацією в рослині епідерми, перидерми та кірки, навчитися

розпізнавати первинні та вторинні покривні тканини за місцезростаюванням та анатомо-морфологічними ознаками.

Матеріали та обладнання: мікроскопи, предметні і покривні скельця, піпетки, препарувальні інструменти (голки, пінцети, леза, скальпелі); постійний препарат „Епідерміс листків пеларгонії”; листки традесканції (*Tradescantia zebrina*), ломикамінь (*Saxifraga*), циперусу (*Cyperus alternifolius*), пшениці (*Triticum*), півників (*Iris*), листки полину (*Artemisia sp.*), пастушої сумки (*Capsella bursa pastoris*), бузку (*Syringa vulgaris*), сонцеквіту (*Cistus monspeliensis*), ромашки (*Pyrethrum balsamita*), листки та стебла пеларгонії (*Pelargonium zonale*), дворічні гілки бузини чорної (*Sambucus nigra*) та дуба (*Quercus sp.*), багаторічна кірка дуба, відрізок лози винограду (*Vitis sp.*); судан Ш.

Завдання для самостійної роботи.

1. Заповнити таблицю „Порівняльна характеристика типів клітин епідерми”

Клітини епідерми	Особливості анатомічної будови клітин	Функції	Розташування в рослині
Основні клітини епідерми			
Замикаючі клітини продохів			
Трихоми			

2. Скласти схему роботи продохового апарату. Пояснити процес транспірації.

3. Скласти схему утворення вторинних покривних тканин.

4. Заповнити таблицю „Характеристика вторинних покривних тканин”.

Структурні елементи	Тканинний склад	Походження	Цитологічна характеристика клітин	Функції	Локалізація
Перидерма					
Кірка					

Методичні вказівки до виконання роботи.

1. Вивчення морфології клітин епідерми і будови продихового апарату дводольних рослин.

Виготовити тимчасові мікропрепарати епідерми листків традесканції (або ломикаменю), розглянути форму і величину епідермальних клітин і продихів. Замалювати загальний вигляд епідерми з продихами, зробити відповідні позначення, замалювати (рис. 4.1).

Для вивчення епідерми з нижнього боку листків досліджуваних рослин знімають шматочок епідерми, поміщають непошкодженою поверхнею догори в краплю води на предметне скельце, покривають накривним скельцем і розглядають при малому, а потім при великому збільшенні. Роздивитися будову трихом. При великому збільшенні зверніть увагу на форму основних клітин епідерми та замикаючих клітин продихів.

2. Вивчення морфології клітин епідерми і будови продихового апарату однодольних рослин.

Виготовити препарати епідерми листків циперусу (або пшениці, півників), розглянути форму і величину епідермальних клітин і продихів. Замалювати загальний вигляд епідерми з продихами, зробити відповідні позначення (рис. 4.2). Порівняти морфологічну будову продихів листків циперусу та традесканції. Зробити висновок про спільні та розбіжні риси у будові продихового апарату дводольних та однодольних рослин.

З нижньої поверхні листка досліджуваних однодольних рослин знімають тонкий поверхневий шар і поміщають в краплю води на предметне скло і накривають накривним. Вибравши найтоншу ділянку зрізу, розглядають будову епідерми. Клітини епідерми дуже витягнуті по довжині листка і мають хвилясті стінки. Між цими клітинами розміщений ромбовидний продиховий апарат. У злаків замикаючі клітини дуже малі, гантелеподібної форми, розглядають їх великому збільшенні.

3. Вивчення будови трихом епідерми.

Виготовити препарати трихом епідерми листків полину, пастушої сумки, бузку, сонцеквіту, ромашки та пеларгонії. Розглянути трихоми, замалювати їх (рис. 4.3). Роздивитися будову трихом на постійному препараті „Епідерміс листків пеларгонії”.

порівняти із аналогічними об'єктами на тимчасовому мікропрепараті. Зробити висновки про різноманітність будови елементів епідерми.

При вивченні виростів епідерми — волосків і лусочок скальпелем або лезом зішкрібають з нижнього боку листка небагато волосків або лусочок і поміщають їх в краплю води на предметне скло, накривають накривним скельцем. На малому збільшенні спостерігається морфологія простих трихом полину, пастушої сумки, бузку, а також залозистих трихом сонцеквіту, ромашки та пеларгонії.

4. Вивчення будови перидерми.

Розглянути неозброєним оком зовнішній вигляд перидерми стебла пеларгонії (або гілки дуба). Виготовити тимчасові мікропрепарати поперечного зрізу молодого та старого стебла пеларгонії (гілки дуба), розглянути при малому та великому збільшенні, порівняти. Додати до препарату краплю судану III, роздивитися наслідки кольорової реакції. Замалювати будову перидерми стебел пеларгонії або дуба (рис. 4.4).

При малому збільшенні на мікропрепараті молодого стебла пеларгонії видна початкова стадія формування коркового камбію – фелогену: під епідермою, паралельно поверхні стебла, в клітинах з'являється перетинка. У старому стеблі пеларгонії перидерма добре розвинена: на мікропрепараті спостерігаються мертві клітини корку (оболонки клітин суберинізовані, отже під дією реактиву вони забарвлюються у оранжево-червоний колір), нижче розташовані живі дрібні клітини коркового камбію (фелогену), до середини від фелогену формується шар живої хлорофілоносною паренхімної тканини – фелодерми. Три розглянутих шари разом становлять перидерму. На мікропрепараті зрізу дворічної гілки дуба чітко виділяються товстий шар корку, тонкий шар фелогену, шар фелодерми.

5. Вивчення будови сочевичок стебла бузини.

Приготувати тонкий поперечний зріз гілки бузини через сочевичку, помістити в краплю судану III на предметне скло, накрити накривним скельцем. При малому збільшенні вивчити анатомічну будову сочевички, роздивитися шари перидерми. Замалювати зовнішній вигляд сочевичок (рис. 4.5a), а також схему перидерми бузини у розрізі через сочевичку (рис. 4.5б).

При малому збільшенні на поверхні стебла видно напівзруйновані плоскі клітини епідерми, за ними розміщені правильні радіальні шари корку (фелеми), протопласти клітин відмерлі. Під корком знаходиться шар живих тонкостінних клітин коркового камбію (фелогену); далі знаходиться шар фелодерми.

Сочевичку розглядають при малому збільшенні. Більша частина її заповнена нещільно розміщеними округлими клітинами виповнюючої тканини; в зовнішній частині цієї тканини є тріщини. Корковий камбій сочевички посилено ділиться, утворюючи все нові і нові клітини. Нижче від коркового камбію розташована фелодерма, клітини коленхіми та паренхіма первинної кори.

6. Вивчення будови кірки.

Роздивитися зовнішній вигляд кірки винограду. Приготувати тимчасовий мікропрепарат поперечного зрізу виноградної лози в судан Ш. Мікропрепарат розглянути при малому і великому збільшенні. Замалювати схему розрізу через кірку винограду (рис. 4.6). Порівняти будову кільцевої кірки винограду та лускатої кірки дуба.

Виконати тонкий поперечний зріз з багаторічної лози винограду. Помістити готовий зріз в краплю судану Ш, накрити накривним скельцем. При малому збільшенні на мікропрепараті спостерігаються кільцеві шари перидерми, що перемежаються з відмерлими паренхімними клітинами корку, забарвленими в оранжево-червоний колір – це кірка. Далі розташований твердий луб, шар камбію, деревина. У складі лубу помітні луб'яні волокна, у складі деревини – судини, серцевинні промені, серцевина.

Контрольні питання і завдання.

1. Поняття про тканини. Класифікація рослинних тканин, їх коротка характеристика.
2. Виникнення і еволюційний розвиток тканин. Розвиток тканин в онтогенезі.
3. Дати визначення покривних тканин.
4. Класифікація покривних тканин.
5. Особливості будови клітин епідерми, її функції.
6. Будова і функції продохів.

7. Різноманітність трихом за будовою і функціями.
8. Порівняти будову меристематичної і епідермальної клітин.
9. Особливості епідерми посухостійких рослин.
10. Дати порівняльну характеристику будови клітин епідерми ксерофітів та мезофітів.
11. Походження і будова перидерми. Фізіологічне значення перидерми.
12. Утворення і функції сочевичок.
13. Кірка, її будова і функції.
14. Порівняти будову перидерми і епідерми, кірки і епідерми.

РОБОТА № 3

Механічні тканини

Мета заняття: сформувати поняття про механічні тканини; набути знань про анатоμο-морфологічні властивості клітин коленхіми, склеренхіми та склереїд; навчитися відрізняти типи механічних тканин.

Матеріали та обладнання: мікроскопи, предметні і покривні скельця, піпетки, препарувальні інструменти (голки, пінцети, леза, скальпелі); постійний мікропрепарат „Стебло льону”, „Листок камелії”; стебло лободи (*Chaenopodium*), черешки листка сальвії (*Salvia sclarea*), воскового плюща (*Hoia carnosa*), листка лопуха (*Arctium*), стебло соняшника (*Helianthus annuus*), мацеровані стебла льону, плід груші (*Pyrus*); розчин флороглюцину в 50% спирті, концентрована соляна кислота (HCl).

Завдання для самостійної роботи.

1. Заповнити таблицю „Порівняльна характеристика механічних тканин”.

Структурні елементи	Походження	Цитологічна характеристика клітин	Функції	Локалізація в органах рослин
Коленхіма				
Склеренхіма				

2. Записати визначення понять: лібриформ, луб'яні волокна, деревні волокна, склеренхіма, склереїди.

Методичні вказівки до виконання роботи.

1. Вивчення будови клітин коленхіми.

Виготовити мікропрепарати поперечних зрізів стебла лободи, черешків листка сальвії, воскового плюща. Розглянути будову кутової коленхіми, замалювати кілька клітин (рис. 5.1а). Виготовити мікропрепарат поперечного зрізу стебла соняшника. Розглянути будову пластинчастої коленхіми, замалювати кілька клітин (рис. 5.1б). Виготовити мікропрепарат поперечного зрізу черешка листка лопуха. Розглянути будову пухкої коленхіми, замалювати кілька клітин (рис. 5.1в).

Готують препарат поперечного зрізу стебла лободи в краплі води. При малому збільшенні видно, що ребра стебла заповнені механічною тканиною, схожою на сітку із білих і темних плям. При великому збільшенні спостерігаються білі поблискуючі кутові потовщення стінок клітин, порожнина клітини на препараті темного кольору. Аналогічні клітини, що відрізняються характером потовщень, спостерігаються на поперечних зрізах органів інших досліджуваних рослинних об'єктів в складі кутової, пластинчастої та пухкої коленхіми.

2. Вивчення будови клітин склеренхіми стебла пеларгонії.

Виготовити мікропрепарат поперечного зрізу стебла пеларгонії. Розглянути зріз при малому збільшенні. Подіяти флороглюцином в соляній кислоті, спостерігати кольорову реакцію. При великому збільшенні знайти забарвлені клітини склеренхіми, замалювати кілька клітин (рис. 5.2).

На поперечному зрізі стебла пеларгонії при малому збільшенні на деякій відстані від поверхні стебла видно кільце жовтої тканини. При дії флороглюцину в соляній кислоті тканина набуває червоного забарвлення, тому що рівномірно потовщені стінки здерев'янілих волокон проникнуті лігніном.

3. Ознайомлення з будовою луб'яних волокон стебла льону.

На постійному препараті поперечного розрізу стебла льону розглянути клітини склеренхіми, ознайомитися з їх будовою. З мацерованого стебла льону виготовити

тимчасовий мікропрепарат окремих волокон, розглянути при малому збільшенні мікроскопу, а потім при великому збільшенні. Замалювати декілька волокон (рис. 5.3).

У поперечному перерізі луб'яні волокна мають вигляд ізодіаметричних клітин з рівномірно потовщеними стінками. У мацерованому вигляді кожне волокно являє собою одну довгу клітину з товстою оболонкою і загостреними кінцями.

4. Вивчення будови склереїд.

На готовому препараті листка камелії ознайомитися з формою та будовою астросклереїд. Виготовити тимчасовий мікропрепарат брахісклереїд із серцевини воскового плюща (або з плоду груші), вивчити їх будову. Замалювати 2-3 клітини астросклереїд та групу клітин брахісклереїд (рис. 5.4).

Склереїди листка камелії розташовані в товщі мезофілу та мають вигляд зірчасто-витагнутих клітин з потовщеними стінками та загостреними кінцями (астросклереїди). При великому збільшенні спостерігається шарувате вторинне потовщення оболонки, пронизане простими порами. На зрізі клітини астросклереїди округлі отвори пор просвічують скрізь клітинну порожнину. Склереїди воскового плюща мають неправильно сфероїдну форму. Добре розглядається тонка первинна та товста шарувата вторинна оболонка, яка пронизана порами. Порові канали доліпорові - діаметр вхідного отвору дещо менший за діаметр вихідного. В центрі клітинної порожнини видні отвори порових каналів.

Контрольні питання і завдання.

1. Формування механічних тканин в онтогенезі рослини.
2. Місцерозташування механічних тканин в органах рослин.
3. Функції механічних тканин, зв'язок з їх будовою.
4. Типи механічних тканин. Характерні ознаки клітин механічних тканин.
5. Коленхіма, утворення, будова, функції.
6. Склеренхіма, особливості будови, утворення, розміщення в органах рослин.
7. Особливості будови склереїд.
8. Порівняльна характеристика луб'яних та деревних волокон.
9. Лібриформ, функції, розміщення в рослинах.

РОБОТА № 4

Провідні тканини

Мета заняття: сформувати поняття про провідні тканини; набути знань про анатомо-морфологічні особливості елементів ксилеми та флоеми; вивчити типи провідних пучків; навчитися відрізняти елементи провідних тканин.

Матеріали та обладнання: мікроскопи, предметні і покривні скельця, піпетки, препарувальні інструменти (голки, пінцети, леза, скальпелі); постійні мікропрепарати „Стебло кукурудзи”, „Кореневище конвалії”, „Кореневище орляка”, відрізки стебла кукурудзи (*Zea mays*), соняшника (*Helianthus annuus*) та гарбуза (*Cucurbita pepo*); розчин флороглюцину в 50% спирті, концентрована соляна кислота (HCl).

Завдання для самостійної роботи.

1. Заповнити таблицю „Порівняльна характеристика провідних тканин”.

Провідні тканини	Елементи будови	Походження	Цитологічна характеристика клітин	Функції	Локалізація
Ксилема					
Флоема					

2. Записати визначення термінів: ксилема, флоема, судини, трахеїди, ситовидні трубки, провідні пучки, відкритий колатеральний провідний пучок, закритий колатеральний провідний пучок, біколateralний провідний пучок, концентричний провідний пучок, радіальний провідний пучок, луб, деревина.

Методичні вказівки до виконання роботи.

1. Вивчення будови провідних елементів.

Виготовити тимчасові мікропрепарати поперечного зрізу стебла соняшника та стебла гарбуза у розчині флороглюцину та соляної кислоти. При малому і великому збільшенні розглянути будову та розташування елементів ксилеми (судини) та флоеми (ситовидні трубки з клітинами-супутницями), навчитися розрізняти їх на мікропрепаратах. На демонстраційних малюнках роздивитися будову провідних

елементів ксилеми та флоєми у поздовжньому розрізі. Замалювати ситовидні трубки стебла гарбуза (рис. 6.1а) та судини різних типів (рис. 6.1б).

Характерною морфологічною особливістю ситовидних трубок є тонка клітинна оболонка, пронизана численними порами. Через пори із однієї клітини в іншу проникають тяжі цитоплазми - плазмодесми. На препаратах ситовидні трубки легко ідентифікувати за ситовидними пластинками – ділянками клітинної оболонки ситовидної трубки, пронизаними багатьма порами. На мікропрепараті поперечного розрізу стебла видно, що ситовидні трубки супроводжуються дрібними живими клітинами – це клітини-супутники. У складі ксилеми розрізняються судини різних типів: великого діаметру – драбинчасті, сітчасті, пористі, трохи меншого діаметру - спіральні та дрібні кільчасті судини.

2. Вивчення будови відкритих колатеральних судинно-волокнистих пучків соняшника.

На тимчасовому мікропрепараті поперечного зрізу стебла соняшника (див. завдання 2) при малому і великому збільшенні розглянути взаєморозташування провідних тканин, вивчити будову провідних пучків. Замалювати схему будови відкритого колатерального провідного пучка стебла соняшника (рис. 6.2).

При малому збільшенні на мікропрепараті видно групу клітин склеренхіми, розміщену назовні від флоєми. Під склеренхімою знаходиться флоєма, яка складається із ситовидних трубок з клітинами-супутницями і луб'яної паренхіми. Між флоємою і ксилемою знаходиться тонкий шар дрібних клітин камбію. Завдяки поділу клітин камбію до поверхні відкладаються елементи флоєми, до середини — ксилеми. Прямими рядами розміщуються судини ксилеми, а між ними дрібніші клітини з живим вмістом. Це деревинна паренхіма.

3. Вивчення будови закритих колатеральних судинно-волокнистих пучків стебла кукурудзи.

Виготовити поперечний зріз стебла кукурудзи, обробити розчином флороглюцину та соляною кислотою. При малому і великому збільшенні розглянути розташування і будову провідних тканин. Розглянути постійні мікропрепарати

„Стебло кукурудзи”, порівняти будову провідних пучків. Замалювати схему будови закритого колатерального провідного пучка стебла кукурудзи (рис. 6.3).

На зрізі спостерігається велика кількість провідних пучків, розміщених серед крупних клітин основної паренхіми. Вибрати один з них, розміщений ближче до центру стебла, і розглянути при великому збільшенні. Навколо пучка видно обкладку із однорідних товстостінних клітин, зафарбованих в червоний колір (реакція на лігнін) - це механічна тканина склеренхіма. Посередині пучка видно флоему, що складається з ситовидних трубок і клітин-супутниць та ксилему, представлену кільчастими, спіральними, сігчастими, пористими судинами. При цьому флоема розміщується в пучку в напрямку до периферії стебла, ксилема — до центру. Таке розміщення називається колатеральним. Оскільки між флоемою і ксилемою немає камбію, такі пучки називаються закритими колатеральними. Вони властиві для всіх однодольних рослин.

4. Вивчення будови біколateralних судинно-волокнистих пучків стебла гарбуза.

Виготовити мікропрепарат поперечного зрізу стебла гарбуза, при малому і великому збільшенні розглянути та вивчити будову біколateralного провідного пучка. Замалювати схему будови провідного пучка стебла гарбуза (рис. 6.4).

Провідний пучок стебла гарбуза складається із зовнішньої флоєми, широкого шару камбію, ксилеми і флоєми (її називають ще внутрішньою флоємою). Провідні пучки із зовнішньою і внутрішньою флоємою називають біколateralними. Ближче до поверхні стебла розміщені ситовидні трубки з клітинами супутницями (флоєма), ближче до центру розташовані судини ксилеми. Між флоємою і ксилемою знаходиться тонкий шар видовжених клітин камбію.

5. Вивчення будови концентричних судинно-волокнистих пучків.

На постійному препараті поперечного розрізу кореневища конвалії знайти і розглянути концентричний амфівазальний провідний пучок. На готовому препараті поперечного розрізу кореневища папороті орляка розглянути концентричний амфікрибральний провідний пучок. При малому і великому збільшенні вивчити будову концентричних провідних пучків, розглянути взаєморозташування в них

провідних тканин. На препараті кореневища орляка роздивитися морфологію драбинчастої судини. Замалювати схему будови амфівазального (центрофлоемного) провідного пучка кореневища конвалії (рис. 6.5а) та схему будови амфікрибрального (центроксилемного) провідного пучка кореневища орляка (рис. 6.5б).

При вивченні концентричних провідних пучків звернути увагу на те, що елементи флоєми і ксилеми зібрані разом у вигляді тяжів. У кореневища конвалії ксилема оточує флоему, такий пучок називається амфівазальним. У папороті-орляка навпаки, флоєма оточує ксилему — амфікрибральний пучок. На поздовжньому зрізі кореневища орляка при малому збільшенні видимі драбинчасті судини (судини з частими перфораціями), членики судин розділені перегородками.

Контрольні питання і завдання.

1. Загальна характеристика провідних тканин.
2. Ксилема, функції, будова, формування.
3. Типи водопровідних елементів, їх еволюція.
4. Порівняльна характеристика первинної і вторинної ксилеми.
5. Дати визначення флоєми, її склад, еволюція (4 етапи).
6. Порівняльна характеристика первинної і вторинної флоєми.
7. З яких гістологічних елементів складається флоєма, ксилема.
8. Дати визначення судинно-волокнистого пучка. Класифікація провідних пучків.
9. Порівняльна характеристика провідних пучків стебла та кореня.

РОБОТА № 5

Анатомічна будова кореня

Мета заняття: вивчити особливості первинної анатомічної будови кореня однодольних та дводольних рослин, етапи формування вторинної анатомічної будови кореня; встановити взаємозв'язок будови та функції кореня; закріпити навички ідентифікації гістологічних складових рослинних тканин.

Матеріали та обладнання: мікроскопи, предметні і покривні скельця, піпетки, препарувальні інструменти (голки, пінцети, леза, скальпелі); постійні мікропрепарати „Кінчик кореня”, „Корінь півників”, „Корінь гарбуза”, „Мітоз в клітинах корінця

цибулі”, кінчик кореня пророслої зернівки пшениці (*Triticum aestivum*), корінці проростків ячменя (*Hordeum vulgare*), корінці пророслої цибулі (*Allium cepa*), корінь півників (*Iris germanica*), корінь квасолі (*Phaseolus vulgaris*); розчин флороглюцину в 50% спирті, концентрована соляна кислота (HCl).

Завдання для самостійної роботи.

1. Заповнити таблицю „Класифікація меристем”.

Тип меристеми	Розташування в рослині	Функції	Приклади меристем
Верхівкові (Апікальні)			
Бічні (Латеральні)			
Вставочні (Інтеркалярні)			
Раневі			

2. Заповнити таблицю „Характеристика компонентів первинної анатомічної будови кореня”.

Структурні елементи	Тканинний склад	Походження	Цитологічна характеристика клітин	Функції
Епіблема				
Первинна кора				
Центральний циліндр				

3. Записати в словник визначення понять: тканина, гістогени, меристема, ініціалі, первинна меристема, первинна тканина, вторинна меристема, вторинна тканина, протодерма, прокамбій, основна паренхіма, корінь, кореневий чохлак, зони кореня, дерматоген, периблема, плерома, епіблема, перицикл, центральний циліндр, первинна кора кореня.

4. Скласти схему клітинного циклу. Вказати послідовність фаз мітозу та клітинних процесів, що відбуваються в кожній фазі.

Методичні вказівки до виконання роботи.

1. Вивчення будови кінчика кореня на постійних мікропрепаратах.

Розглянути постійний мікропрепарат „Кінчик кореня” і знайти кореневий чохлак, зону росту, зону всмоктування з кореневими волосками, провідну зону. Виготовити тимчасовий мікропрепарат кінчика кореня пророслої зернівки пшениці, знайти аналогічні ділянки кореня. Замалювати (рис. 7.1).

2. Вивчення мікроскопічної будови верхівкової меристеми кінцівки кореня.

Виготовити тимчасовий препарат кінчика кореня проростків ячменя (або пророслої цибулини). Розглянути на малому і великому збільшенні; замалювати (рис. 7.2а). Зробити висновок про спільні і відмінні риси будови верхівкових меристем кореня і пагонів.

На мікропрепараті корінця спостерігається зона ділення з кореневим чохлаком, яка складається з дрібних ізодіаметричних меристематичних клітин, гістогенні шари — каліптроген, дерматоген, периблема, плерома і група клітин, з яких формується кореневий чохлак. Звернути увагу на клітини чохлака, що відшаровуються. В клітинах кореневого чохлака корінця ячменя спостерігаються крохмальні зерна.

На постійному препараті „Мітоз в клітинах корінця цибулі” вивчити фази мітотичного поділу клітин. Роздивитися при малому та великому збільшенні, замалювати клітини з окремими фазами мітозу (рис. 7.2б).

3. Вивчення первинної анатомічної будови кореня півників.

Зробити тонкий поперечний зріз кореня півників у зоні всмоктування, виготовити тимчасовий мікропрепарат у розчині флороглюцину і соляної кислоти. Розглянути, вивчити і замалювати анатомічну будову кореня півника (рис. 7.3).

На зрізі спостерігається внутрішня частина кореня — центральний циліндр і зовнішня частина - первинна кора. З зовні первинна кора вкрита епіблемою — первинною покривною тканиною кореня. Як комплекс тканин, первинна кора складається з 3 шарів тканин — ектодерми, мезодерми, ендодерми. Центральний циліндр оточений пери циклом та складається з комплексу провідних тканин — ксилеми та флоєми, які утворюють радіальний провідний пучок.

4. Вивчення вторинної будови кореня на прикладі кореня гарбуза (або кореня квасолі, липи).

На постійному або тимчасовому мікропрепараті кореня гарбуза роздивитися перехід від первинної до вторинної будови кореня. Замалювати (рис. 7.4).

Вторинна будова кореня починає формуватися з закладення шарів камбію між первинною ксилемою та первинною флоемою. Камбій – це вторинна меристема, яка утворює вторинні провідні тканини – вторинну ксилему і вторинну флоему. Поперечний зріз кореня гарбуза готують в зоні всмоктування - закладання бічних коренів. Після дії флороглюцину і соляної кислоти звертають увагу на кору та центральний циліндр. Зверху корінь вкритий корком, потім розміщений луб, який добре помітний по крупних ситовидних трубках. Вторинна ксилема добре виділяється крупними судинами. Між вторинною флоемою і ксилемою розміщується шар камбію. Судинно-волокнисті пучки розділені серцевинними променями.

Контрольні питання і завдання.

1. Меристеми та їх цитологічна характеристика.
2. Первинні та вторинні меристеми, утворення первинних і вторинних постійних тканин.
3. Характеристика фаз мітозу. Біологічне значення мітозу в рослинних клітинах.
4. Теорія гістогенів Ганштейна (1868), туніки і корпусу Шмідта (1924). Поняття про гістогени: протодерма, прокамбій, основна паренхіма.
5. Схема еволюції кореневої системи. Походження головного, бічних і додаткових коренів.
6. Зони кореня та їх функції.
7. Первинна будова кореня.
8. Будова провідних пучків кореня.
9. Вторинна будова кореня.

РОБОТА № 6

Анатомічна будова стебла

Мета заняття: вивчити закономірності формування первинної та вторинної структури стебла; порівняти особливості первинної анатомічної будови стебел

однодольних та дводольних рослин; закріпити навички мікроскопування живих об'єктів, ідентифікації гістологічних складових рослинних тканин.

Матеріали та обладнання: мікроскопи, предметні і покривні скельця, піпетки, препарувальні інструменти (голки, пінцети, леза, скальпелі); постійні мікропрепарати „Конус наростання пагона елодеї”; „Стебло кукурудзи”, „Соломина жита”, „Стебло соняшника”, „Стебло хвилівника”; пагони водяної сосенки (*Hippuris vulgaris*), стебла кукурудзи (*Zea mays*) та соняшника (*Helianthus*), соломини злаків; реактиви.

Завдання для самостійної роботи.

1. Заповнити таблицю „Характеристика компонентів первинної анатомічної будови стебла”.

Структурні елементи	Тканинний склад	Походження	Цитологічна характеристика клітин	Функції
Покривна тканина				
Первинна кора				
Центральний циліндр				

2. Скласти схему „Типи стели та їх еволюція”.

3. Записати в словник визначення термінів: конус наростання, туніка, корпус первинна кора стебла, центральний циліндр стебла, серцевина стебла, міжпучковий камбій, вторинна кора (вторинна флоема, луб), вторинна деревина, вузол, нодальна анатомія, листковий слід, синтетичний пучок, гілковий слід, лакуна.

Методичні вказівки до виконання роботи.

1. Вивчення мікроскопічної будови верхівкової меристеми конуса наростання.

Виготовити тимчасовий препарат конусу наростання водяної сосенки, розглянути під мікроскопом. Відмітити особливості клітин верхівкової меристеми і сформованих листкових зачатків конусу наростання. Роздивитися аналогічні об'єкти на постійному препараті „Конус наростання пагона елодеї”, порівняти із виготовленим мікропрепаратом. Замалювати анатомічну будову конуса наростання (рис. 9.1а) та ділянку верхівкової меристеми стебла елодеї при великому збільшенні (рис. 9.1б).

Відділити від пагона водяної сосенки кінчик довжиною 1 см. Двома голками видалити з кінчика пагона всі листки і вичленити прозорий апекс. Апекс помістити на предметне скло, обережно накласти накривне скельце, додати збоку краплю розчину хлор-гідрату або соди, мікроскопувати при малому, а потім при великому збільшенні. При вивченні будови апекса звернути увагу такі особливості: ознаки меристематичних клітин (їх ізодіаметричність, невеликі розміри, відносно крупне ядро, відсутність хлоропластів і помітних вакуолей, тонкі оболонки); розташування туніки і корпусу; характер виникнення і розміщення листкових зачатків. Знайти положення ініціальних клітин, що дають початок корпусу (вони діляться у всіх напрямках).

2. Вивчення первинної анатомічної будови стебла однодольних рослин на прикладі стебла кукурудзи та соломини жита.

Виготовити тимчасовий мікропрепарат поперечного зрізу стебла кукурудзи у розчині флороглюцину і соляної кислоти. При малому збільшенні вивчити порядок розміщення у стеблі покривної тканини, механічної тканини, основної паренхіми, розміщення провідних пучків. При великому збільшенні розглянути окремий колатеральний закритий провідний пучок. Замалювати схему будови стебла кукурудзи (рис. 9.2а).

Розглянути постійний мікропрепарат поперечного зрізу соломини жита. При великому збільшенні розглянути окремий пучок. Замалювати схему будови соломини жита (рис. 9.2б).

На мікропрепаратах звернути увагу на розміщення тканин: покривної, механічної, основної паренхіми. Провідні пучки в стеблі однодольних розміщені безладно – такий тип розміщення пучків називається розсіяно-пучковим. При великому збільшенні розглянути окремий колатеральний закритий провідний пучок однодольних. При вивченні мікропрепарату поперечного зрізу соломини жита звернути увагу, що під епідермою розміщується механічна тканина — склеренхіма, з якою чергуються ділянки хлоренхіми, центральна частина поперечного зрізу приходить на внутрішню порожнину соломини.

3. Вивчення первинної анатомічної будови стебла дводольних рослин на прикладі стебла соняшника та хвилівника.

Виготовити тимчасовий мікропрепарат поперечного зрізу стебла соняшника. При малому збільшенні вивчити порядок розміщення у стеблі покривної тканини, механічної тканини, основної паренхіми, розміщення провідних пучків. При великому збільшенні розглянути окремий колатеральний відкритий провідний пучок. Замалювати схему будови стебла соняшника (рис. 9.3а).

Розглянути постійний мікропрепарат поперечного зрізу стебла хвилівника, відмітити особливості анатомічної будови стебла. Відмітити характер розташування провідних пучків, при великому збільшенні розглянути окремий колатеральний відкритий провідний пучок. Замалювати схему будови стебла хвилівника (рис. 9.3б). Зробити висновок про особливості первинної анатомічної будови стебел однодольних та дводольних рослин.

В стеблі соняшника на поперечному зрізі виділяється корова частина, центральний циліндр і серцевина. Провідні пучки розміщені близько до поверхні стебла, в один ряд. При цьому пучковий камбій формує флоему і ксилему. З клітин паренхіми центрального циліндру поблизу пучкового камбію формується міжпучковий камбій, який потім закладає елементи нових провідних пучків – так проходить перехід від пучкової будови до непучкової будови. До поверхні стебла від флоєми відокремлюється група товстостінних склеренхімних клітин.

В стеблі хвилівника спостерігається пучковий тип будови стебла. Стебло складається з трьох основних блоків: епідерми, первинної кори і центрального циліндра. Судинно-волокнисті пучки розміщуються по колу і складаються з протоксилеми і метаксилеми та флоєми. Є пучковий камбій, який формує паренхіму серцевинних променів.

Контрольні питання і завдання.

1. Визначення і функції стебла.
2. Будова конусу наростання стебла.
3. Розвиток постійних тканин стебла.
4. Формування анатомічної будови стебла в онтогенезі рослини.
5. Порівняльна характеристика анатомічної будови стебла та кореня.
6. Анатомічна будова вузла.

7. Єдність провідної системи стебла та кореня.
8. Стелярна теорія. Еволюція типів стели.
9. Порівняльна характеристика анатомічної будови стебла однодольних та дводольних рослин.

РОБОТА № 7

Анатомічна будова листка

Мета заняття: вивчити анатомічну будову листка, виявити взаємозв'язок його будови та функцій, порівняти анатомію листків рослин різних систематичних та екологічних груп, визначити спільні та відмінні риси будови листка однодольних та дводольних рослин, виявити мінливість в анатомічній структурі в зв'язку з умовами життя (мезофіти, ксерофіти); закріпити навички виготовлення та фіксації анатомічних зрізів органів рослин.

Матеріали та обладнання: мікроскопи, предметні і покривні скельця, піпетки, препарувальні інструменти (голки, пінцети, леза, скальпелі); постійні мікропрепарати „Листок камелії”, „Будова хвої”; листки пшениці (*Triticum*), фікуса (*Ficus*), дуба (*Quercus*), хвоя сосни (*Pinus*); розчин флороглюцину в 50% спирті, концентрована соляна кислота (HCl).

Завдання для самостійної роботи.

1. Заповнити таблицю „Анатомічна будова листка в зв'язку з його функціями”.

Тканини листка	Гістологічні характеристики	Локалізація	Функції

2. Записати в словник визначення термінів: лист, трохофіл, фотосинтез, листкова пластинка, основа лиска, черешок листка, дорзовентральний лист, ізолатеральний лист, біфаціальний лист, уніфаціальний лист, гіподерма, трихоми, мезофіл, стовбчастий мезофіл, губчастий мезофіл, жилки.

Методичні вказівки до виконання роботи.

1. Вивчення мікроскопічної будови дорзовентрального листка.

Виготовити тимчасовий препарат поперечного зрізу листка дуба (*Quercus robur*), розглянути його анатомічну будову. Роздивитися закономірності розташування тканин в листку. Замалювати, позначити складові частини (рис. 11.1а). На постійному препараті поперечного розрізу листка камелії японської розглянути анатомічну будову листкової пластинки, окремо роздивитися будову жилки (судинно-волокнистого пучка). Визначити тип провідного пучка, замалювати провідний пучок листка камелії (рис. 11.1б).

Листки дуба і камелії мають дорзовентральну будову (сплюснені у спинно-черевному напрямку), отже, в результаті різного освітлення, верхня („черевна”) та нижня („спинна”) сторони листкової пластинки відрізняються за своєю анатомічною будовою. Такі листки називаються біфасціальними. Листок дуба вкритий одношаровим епідермісом, верхній та нижній епідерміс розрізняються: верхній епідерміс вкритий кутикулою, клітини крупні, продихів немає або вони одиничні; нижній епідерміс не має кутикули або вона дуже тонка, клітини дрібні, є продихи. Між шарами епідермісу розташована основна асиміляційна тканина листка – мезофіл, який також неоднорідний: під верхнім епідермісом розташований стовбчастий мезофіл (палісадна тканина) клітини якого витягнуті, щільно розташовані, з великою кількістю хлоропластів; під стовбчастим знаходиться губчастий мезофіл, клітини якого неправильної форми, із меншою кількістю хлоропластів, пухко розташовані, із великою кількістю міжклітинників. Провідні пучки листка мають такі ж тканинні компоненти, як і у стеблі; у листовій пластинці ксилема зорієнтована ближче до верхнього боку листка, флоєма – до нижнього. Навколо провідних тканин розташовані клітини склеренхіми, що створюють арматуру листка.

При вивченні мікропрепарату зрізу листка камелії знайти і розглянути основні компоненти листка - епідерму, мезофіл, друзи, склереїди, судинно-волокнисті пучки, звернути увагу на взаєморозташування провідних та механічних тканин у складі жилок.

2. Вивчення мікроскопічної будови ізолатерального листка.

Виготовити тимчасовий препарат поперечного зрізу листка пшениці, розглянути його анатомічну будову. Замалювати будову листка пшениці у

поперечному розрізі, підписати складові частини (рис. 11.2). Зробити висновок про спільні та відмінні риси в будові дорзовентрального та ізолатерального листків.

Ізолатеральну будову листкової пластинки мають листки, які сплюснені в бічному напрямку і добре освітлюються з обох боків – такі листки мають цибуля, гладіолус, півники, багато злаків. Листки, в анатомічній будові яких не спостерігається диференціації на верхню та нижню частину, називаються уніфаціальними. У листках злаків клітини епідермісу витягнуті по осі листків, продихи орієнтовані в одному напрямку, мезофіл листка однорідний, недиференційований на палісадну та губчасту тканини, провідних пучків багато, в них дуже добре розвинена механічна тканина. В епідермісі пшениці, так само як і у проса, кукурудзи, пирію, є так звані моторні клітини – вони крупніше, вакуоля займає практично всю порожнину клітини.

3. Вивчення мікроскопічної будови листка фікуса.

Виготовити тимчасовий препарат поперечного зрізу листка фікуса. Роздивитися розташування тканин в листку. Замалювати будову листка фікуса у поперечному розрізі (рис. 11.3).

На відміну від листка камелії у фікуса під епідермою розташовані клітини гіподерми. Добре видно цистоліти. Важливо відмітити наявність у фікуса стовпчастої паренхіми біля нижньої епідерми.

4. Вивчення мікроскопічної будови хвої сосни.

Виготовити препарат листка (хвої) сосни і розглянути його анатомічну будову. Роздивитися аналогічні структури на постійному мікропрепараті. Замалювати будову хвої сосни (рис. 11.4). Зробити висновок про риси ксероморфізму у будові хвої.

На мікропрепараті хвої сосни поперечний розріз листкової пластинки має напівкруглу форму, тобто його зовнішня поверхня невелика відносно об'єму. Епідерміс складається з товстостінних кубічних клітин, в глибині епідермісу розташовані продихи, під епідермісом – товстостінні клітини гіподерми. Мезофіл складається з із складчастої паренхіми, клітини якого утворюють численні складки в порожнину клітини. Лист сосни має два однакових колатеральних провідних пучка, які з'єднані між собою смужкою склеренхіми. Пучки оточені загальним кільцем з ендодерми. Ближче до краю мезофілу, під гіподермою розташовані смоляні ходи.

Контрольні питання і завдання.

1. Мікроскопічна будова листка мезофіта у зв'язку із його функціями.
2. Анатомічна будова жилок.
3. Єдність провідної системи листка та стебла.
4. Особливості анатомічної будови біфаціального листка.
5. Особливості анатомічної будови еквіфаціального листка.
6. Спільні і відмінні риси в будові дорзовентрального і ізолатерального листка.
7. Будова тіньових і світлових листків.
8. Анатомічна будова хвої. Риси ксероморфізму в анатомічній будові листків.
9. Онтогенез листків.
10. Перетворення у листках у зв'язку із листопадом. Значення листопаду.

РОБОТА № 8

Анатомічна будова елементів квітки

Мета заняття: вивчити анатомічну будову елементів квітки, виявити взаємозв'язок будови та функцій; закріпити навички виготовлення та фіксації мікропрепаратів органів рослин.

Матеріали та обладнання: мікроскопи, предметні і покривні скельця, піпетки, препарувальні інструменти (голки, пінцети, леза, скальпелі); постійні мікропрепарати „Будова пиляка”, „Будова зав'язі проліски”; квітки пеларгонії (*Pelargonium zonale*), пилок лаватери, піону, тютюну тощо; реактиви.

Завдання для самостійної роботи.

1. Заповнити таблицю „Будова квітки”

Компоненти квітки	Складові компоненти квітки	Функції	Гістологічні характеристики
Оцвітина			
Андроцей			
Гінецей			
Квітколоже			

2. Записати схеми механізмів мікроспорогенезу та мегаспорогенезу.

Методичні вказівки до виконання роботи.

1. Вивчення мікроскопічної будови листків оцвітини пеларгонії.

Виготовити тимчасові мікропрепарати поперечного зрізу чашолистків та пелюсток пеларгонії. Роздивитися мікроскопічну будову, виявити риси подібності та відмінності листкових органів квітки до листків. Замалювати анатомічну будову чашолистків (рис. 12.1а) та пелюсток оцвітини пеларгонії (рис. 12.1б).

Анатомічна будова пелюсток та чашолистків оцвітини подібна до такої вегетативного листка, але спостерігається спрощення та редукція асиміляційної тканини. На мікропрепараті видно, що мезофіл чашолистка представлений однорідною пухкою паренхімою, немає диференціації на палисадні та губчасту тканини. У пелюстках редукція спостерігається ще в більшій мірі: вони тонші, складаються з 5-3 шарів клітин, клітини мезофілу округлої або неправильної форми, пухко розташовані, із великою кількістю міжклітинників. Епідерміс листків оцвітини розвинений добре, спостерігається тонка кутикула та продихи. Клітини епідермісу мають звивисті обриси, деякі з них витягуються у конічної форми сосочки, що надають поверхні пелюсток оксамитовий вигляд. Забарвлення пелюсток зумовлюється наявністю в клітинах епідермісу хромопластів або пігментів у клітинному соку.

2. Вивчення анатомічної будову пиляка.

На постійному препараті поперечного зрізу пиляка розглянути компоненти його будови, звернути увагу на гістологічні характеристики різних шарів стінки пиляка. Замалювати анатомічну будову пиляка (рис. 12.2).

Пиляк, разом із тичинковою ниткою та в'язальцем, входить до складу тичинки квітки. Зазвичай формується два пиляка, в кожному з яких є два пилкових гнізда. На мікропрепараті видно, що пиляк має багат шарові стінки, що оточують пилкове гніздо. Зовнішній шар - це епідерміс, що складається з дрібних плоских клітин із добре розвиненою кутикулою. Під епідермісом розташований фіброзний шар (сприяє розкриттю пиляка), клітини якого характеризуються нерівномірним потовщенням стінок. Внутрішній шар стінки пиляка – тапетум, що безпосередньо вистилає пилкове

гніздо та бере участь у живленні дозріваючого пилку. Клітини тапетума відносно крупні, тонкостінні, багаті на зернисту цитоплазму. Пилкове гніздо заповнене в залежності від ступеню розвитку пиляка пилком (або материнськими клітинами пилку) або тканиною, яка передує розвитку материнських клітин, - археоспорієм.

3. Мікроскопія пилкових зерен.

Виготовити тимчасові мікропрепарати пилкових зерен різних рослин – лаватери, піону, тютюну тощо. Розглянути морфологію оболонки пилкового зерна, замалювати пилкові зерна досліджуваних рослин (рис. 12.3).

Пилок утворюється з клітин археоспорію шляхом мейозу, кожна материнська клітина дає чотири гаплоїдні клітини (тетраду спор) – це і є клітини пилку або пилкові зерна. Пилкове зерно являє собою чоловічий гаметофіт покритонасінних. Розміри пилку коливаються в діаметрі від декількох мікрометрів (деякі шорстколисті) до 240 мкм (наприклад, у деяких мальвових). Деякі рослини (зозулинцеві, ластівневі) утворюють полінії – групи пилкових зерен, склеєні в грудочку; це пов'язано із способом запилення цих рослин.

Форма пилкових зерен дуже різноманітна. Вони можуть бути кулястими (жовтець), еліпсоїдальними (магнолія, сусак), трикутними (півонія) тощо. Оболонка пилкового зерна (спородерма) складається з двох головних шарів: внутрішнього – інтини і зовнішнього – екзини. Інтина являє собою тонку і ніжну плівку, що складається в основному з пектинових речовин; екзина в порівнянні з інтиною відносно товста і шарувата, кутинізована.

Екзина, у свою чергу, складається з двох шарів: зовнішнього – секзини (скульптурної частини екзини) і внутрішнього – некзини (нескульптурована частини екзини). Саме будова секзини вкрай різноманітна і разом з тим постійна в межах таксономічних груп, що має чимале систематичне значення. На поверхні секзини виникають різні горбочки, гребінці, шишечки тощо. У екзині звичайно є тонкі місця чи навіть наскрізні отвори, що служать для виходу пилкової трубки. Будь-яке таке місце чи отвір називають апертурою. Розташування і форма апертур характеризуються великою розмаїтістю. По формі апертури поділяються на борозни і пори. Одноборозні пилкові зерна найбільш примітивні (магнолія, сусак), тільки такі пилкові зерна

зустрічаються у голонасінних рослин. Серед покритонасінних одноборозні пилюкові зерна зустрічаються головним чином у примітивних родин. Зокрема, у представників магнолієвих (родина Magnoliaceae), де зосереджена найбільша кількість примітивних ознак. Більшість дводольних характеризується триборозним пилюком. У однодольних зустрічається переважно однопоровий тип. Розмаїтість будови спородерми і разом з тим її константність і стійкість, привели до виникнення особливої галузі ботаніки – палінології.

4. Вивчення будови насінного зачатку.

На постійному препараті поперечного зрізу зав'язі проліски розглянути анатомічну будову насінного зачатку. За допомогою таблиць атласу вивчити розташування компонентів насінного зачатку. Визначити його тип. Замалювати будову насінного зачатку проліски, позначити складові частини (рис. 12.4).

Насінні зачатки розвиваються на стінках зав'язі, в місці, що називається плацентою. Насінний зачаток складається з нуцелуса (центральної частини насінного зачатку) та інтегументів (покривів). В верхній частині покриви не з'єднуються, залишаючи канал – мікропіле (сім'явхід). Відповідно ця частина насінного зачатку називається мікропілярною, протилежний полюс називається халазою (тут насінний зачаток прикріплюється за допомогою сім'яніжки до стінок зав'язі). В середині нуцелуса з макроспори розвивається 8-ядерний зародковий мішок. Ядра розподіляються в зародковому мішку наступним чином: на мікропілярному полюсі – яйцеклітина і два супутні ядра (сінергіди), на протилежному три ядра (антиподи). Ще два ядра зближуються та зливаються у центрі, утворюючи вторинне ядро зародкового мішка. Такий зародковий мішок готовий до запліднення.

Контрольні питання і завдання.

1. Визначення квітки, її функції, загальний план будови, симетрія.
2. Будова і функції чашечки і віночка. Судинний скелет квітки.
3. Андроцей, його функції, особливості будови у різних рослин.
4. Розвиток пиляка, археспорію і утворення мікроспор (мікроспорогенез).
5. Визначення і функції гінецею, особливості його будови у різних рослин.
6. Мегаспорогенез.

7. Анатомічна будова насінного зачатку.

ЛІТЕРАТУРА ДО ЛАБОРАТОРНОГО КУРСУ

1. Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. — М.: Просвещение, 1981. — 160 с.
2. Лазарев О.В. Анатомія рослин. Лабораторний практикум. — К.: Видавничий дім "KM Academia", 1997. — 176 с.
3. Киселева Н.С. Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений. — Минск: Высшая шк., 1969. — 286 с.
4. Корольова О.В. Лабораторний практикум з анатомії рослин. — Миколаїв: КопіЦентр, 2007. — 41 с.
5. Мельниченко Н.В. Курс лекцій та тематика лабораторних робіт з анатомії і морфології рослин. - Київ : Фотосоціоцентр, 2001. - 160 с.
6. Бавтуго Г.А. Лабораторный практикум по анатомии и морфологии растений. — Минск: Высш. шк., 1985. — 352 с.
7. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. — М.: Агропромиздат, 1988. — 271 с.
8. Хржановский В.Г, Пономаренко С.Ф. Практикум по курсу общей ботаники. — М.: Агропромиздат, 1989. — 416 с.

ПИТАННЯ ДО ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Фітоцитологія

1. Характеристика анатомії рослин як науки. Історичний нарис розвитку анатомії рослин.
2. Значення рослин в екосистемах та життєдіяльності людини.
3. Історія відкриття клітинної будови рослинних організмів. Будова світлового мікроскопу.
4. Загальні особливості рослинної клітини. Різноманіття рослинних клітин. Класифікація рослинних клітин.

5. Загальний план будови рослинної клітини: оболонка, поняття про протопласт, цитоплазму, органоїди, включення.
6. Фізичні властивості і хімічний склад цитоплазми.
7. Структура та функції гіалоплазми.
8. Мембранна організація цитоплазми. Граничні мембрани цитоплазми, їх будова, властивості.
9. Осмотичні властивості рослинної клітини і їх значення для життя рослин.
10. Класифікація пластид, їх функції.
11. Ультраструктура хлоропласта, форма хлоропласта та його пігменти.
12. Характеристика лейкопластів.
13. Хромопласти, їх біологічна роль. Пігменти хромопластів.
14. Онтогенез та взаємоперетворення пластид.
15. Вакуолі і клітинний сік. Використання людиною речовин клітинного соку.
16. Загальна характеристика та хімічний склад рослинної оболонки.
17. Фізичні властивості та біологічна роль клітинної оболонки. Використання клітинних оболонок людиною.
18. Формування клітинної оболонки при поділі клітини.
19. Структура первинної оболонки. Поровий апарат первинної оболонки.
20. Вторинне потовщення оболонки, біологічне значення цього процесу. Поровий апарат вторинної оболонки.
21. Порівняльна характеристика первинної і вторинної оболонок.
22. Поняття про мацерацію, симпласт, апопласт.
23. Запасні речовини рослинної клітини (вуглеводи, білки, жири). Використання запасних речовин людиною.
24. Включення рослинної клітини, їх функції.

Дати вичерпне наукове визначення понять:

фрагмопласт, біологічна мембрана, включення рослинної клітини, симпласт, хромосома, алейроновий шар, апопласт, хроматин, лейкопласти, первинне порове поле, цитоскелет, запасні речовини клітини, лігніфікація, дезоксірибонуклеїнова кислота (ДНК), тилакоїд, кристи, цитокінез, алейронові

зерна, міжклітинник, клітина, грана, діктіосоми, пора, інулін, трабекулярна сітка, первинна клітинна оболонка, протеопласти, каріокінез, протопласт, рафіди, суберин, вакуоль, олеопласт, пара пор, ламела, апарат Гольджі, кутинізація, друзи, мітохондрії, вторинна клітинна оболонка, пластоглобули, пластиди, плазмодесма, амілопласт, первинний поровий канал, гіалоплазма, хлоропласти, клітинний сік, серединна пластинка, хромопласти, замикаюча плівка пори, тонопласт, матрикс цитоплазми, органели клітини, плазмалема, деплазмоліз, первинний крохмаль, ендоплазматична сітка, напівпроникність біологічних мембран, осмос, плазмалема, тилакоїд, тургор, вторинний крохмаль, облямовані пори, плазмоліз, крохмальні зерна, мітоз, провакуоля

Фітогістологія

1. Поняття про тканини. Класифікація рослинних тканин, їх коротка характеристика, розташування в організмі рослини.
2. Виникнення і еволюційний розвиток тканин.
3. Загальна характеристика і класифікація твірних тканин. Локалізація меристем в організмі рослини, їх функції.
4. Первинні та вторинні меристеми, утворення первинних і вторинних постійних тканин.
5. Мітоз, характеристика його фаз, біологічне значення мітозу в рослинних клітинах.
6. Характеристика і функції покривних тканин. Епідерма: структурні компоненти, будова, функції, локалізація в органах рослини, значення.
7. Будова та функціонування продихів. Значення транспірації.
8. Вторинна покривна тканина перидерма: структурні компоненти, будова, функції, локалізація в органах рослини, значення. Кірка.
9. Механічні тканини, їх значення. Коленхіма: основні структурні компоненти, локалізація в органах рослин, функції.
10. Склеренхіма: основні структурні компоненти, локалізація в органах рослин, функції. Склереїди.

11. Провідні тканини, їх функції. Ксилема: визначення, характеристика гістологічних складових, значення.
12. Флоема: визначення, характеристика гістологічних складових, значення.
13. Будова різних типів провідних пучків, їх порівняльна характеристика.
14. Поняття про основні тканини. Коротка характеристика запасуючої, поглинальної паренхіми, гідро паренхіми, аеренхіми.
15. Асиміляційні тканини, їх характеристика, локалізація в органах рослин, функції.
16. Зовнішні видільні тканини, їх характеристика, локалізація в органах рослин, функції.
17. Внутрішні видільні тканини, їх характеристика, локалізація в органах рослин, функції.

Дати вичерпне наукове визначення понять:

гістогени, ініціалі, первинна меристема, первинна тканина, вторинна меристема, вторинна тканина, протодерма, прокамбій, камбій, основна паренхіма, хлорофілоносна паренхіма, хлоренхіма, аеренхіма, основні клітини епідерми, продиховий апарат, транспірація, фелоген, фелодерма, кірка, сочевичка, кутикула, луб'яні волокна, деревні волокна, склеренхіма, склереїди, коленхіма, млечники, гідатоци, схизогенні вмістища, смоляні ходи, низхідний тік речовин, ксилема, флоема, судини, трахеїди, ситовидні трубки, ситовидна пластинка, провідний пучок, колатеральний провідний пучок, біколateralний провідний пучок, концентричний провідний пучок, радіальний провідний пучок, амфівазальний провідний пучок, амфікрибральний провідний пучок, луб, деревина, висхідний тік речовин, корок, клітини-супутники, меристема, лізігенні вмістища, еустела, тканина, лібриформ, стовбчастий мезофіл

Анатомія вегетативних органів рослин

1. Поняття про органи рослини, їх класифікація.
2. Морфологічна еволюція органів рослин.
3. Загальна характеристика кореня. Функції кореня.
4. Будова кінчика кореня. Кореневий чохлак, його будова і функції.

5. Зони кореня, їх характеристика та функції.
6. Основні положення теорії гістогенів.
7. Первинна анатомічна будова кореня.
8. Вторинна анатомічна будова кореня.
9. Поняття про метаморфоз у рослин. Характеристика метаморфозів кореня.
10. Коренеплоди, їх та анатомічна будова.
11. Анатомічна характеристика мікоризи, як метаморфоза кореня.
12. Механізми транспорту води та іонів коренями рослин.
13. Загальна характеристика пагону. Макроструктура пагона. Типи пагонів.
14. Стебло як осьовий орган пагону. Функції стебла.
15. Первинна анатомічна будова стебла.
16. Вторинна анатомічна будова стебла.
17. Порівняльна характеристика анатомічної будови стебла однодольних та дводольних трав'янистих рослин.
18. Порівняльна характеристика анатомічної будови стебла покритонасінних та голонасінних деревних рослин.
19. Основні поняття нодальної анатомії. Анатомічна будова вузла. Єдність провідної системи листка, стебла та кореня.
20. Еволюція типів стели (центрального циліндра стебла).
21. Загальна характеристика листка, його функції. Загальна схема будови листка.
22. Анатомічна будова листка. Мезофіл, його будова і функції. Взаємозв'язок між анатомією і функцією листка.
23. Порівняльна характеристика анатомічної будови листка листопадних та вічнозелених (на прикладі хвої) рослин.
24. Жилкування листка. Анатомічна будова жилки.
25. Єдність провідної системи листка, стебла та кореня.

Дати вичерпне наукове визначення понять:

Орган, вегетативні органи, генеративні органи, корінь, кореневий чохлак, апекс кореня, точка росту кореня, зони кореня, дерматоген, периблема, плерома, епілема, перицикл, центральний циліндр, ендодерма з поясками Каспарі,

первинна кора кореня, метаморфоз, мікориза, бактеріориза, веламен, мікроелементи, пагін, метамер, міжвузля, вузол, Стебло, нодальна анатомія, листковий слід, синтетичний пучок, гілковий слід, лакуна, стела, протостела, актиностела, плектостела, сифоностела, діктіостела, еустела, атактостела, лист, трофофіл, дорзовентральний лист, уніфаціальний лист, листкова пластинка, гіподерма, трихоми, мезофіл, стовбчастий мезофіл, губчастий мезофіл, жилки.

Анатомічна будова генеративних органів рослин

1. Загальні риси будови генеративних органів водоростей.
2. Генеративні органи спорових рослин та їх будова.
3. Генеративні органи голонасінних рослин та їх будова.
4. Генеративні органи покритонасінних. Загальна схема будови квітки.
5. Анатомічна будова чашолистків та пелюсток.
6. Анатомічна будова компонентів тичинки.
7. Анатомічна будова пиляка. Будова пилкового зерна (мікрогаметофіта).
8. Анатомічна будова зав'язі. Типи зав'язей.
9. Анатомічна будова і типи насінних зачатків.
10. Будова зародкового мішка та його розвиток (мегагаметогенез).
11. Запліднення у квіткових рослин. Формування і розвиток зародку і ендосперму.
12. Анатомічна будова насіння з ендоспермом.
13. Анатомічна будова насіння без ендосперму.
14. Формування і будова плоду. Анатомічні ознаки різних типів плодів.

Дати вичерпне наукове визначення понять:

Архегоній, антеридій, оогоній, гаметангій, спорофіл, мікроспорофіл, мегаспорофіл, пиляк, пилочок, тапетум, археоспорій, екзина, інтина, мікроспора, гаметофіт, спорофіт, плацента, провідникова тканина, сім'япочка, нуцелус, інтегумент, мікропіле, халаза, зародковий мішок, сінергіди, антиподи, спермодерма, ендосперм, перисперм, алейроновий шар, зародок, колеоптіль, зародкова брунька, гіпокотиль, епикотиль, колеориза, сім'ядолі, плід, перикарпій, екзокарпій, мезокарпій, ендокарпій.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

Загальна характеристика рослинної клітини

1. Клітина рослин відрізняється від клітини тварин тим, що в ній наявні:
 - а) ядро і цитоплазма;
 - б) целюлозна оболонка;
 - в) мітохондрії і рибосоми;
 - г) апарат Гольджі.
2. До органел клітини не належать:
 - а) пластиди;
 - б) вакуолі;
 - в) мітохондрії;
 - г) рибосоми.
3. В якій фізі клітинного циклу відбувається реплікація молекул ДНК:
 - а) профазі;
 - б) інтерфазі;
 - в) метафазі;
 - г) анафазі.
4. Розходження дочірніх хроматид до протилежних полюсів клітини під час мітозу відбувається в:
 - а) метафазі;
 - б) профазі;
 - в) анафазі;
 - г) телофазі.
5. До цитоскелету рослинної клітини належать:
 - а) вакуолі;
 - б) мікротрубочки;
 - в) хондріом;
 - г) клітинна оболонка.
6. Середина пластинка це:

- а) простір між клітинною стінкою та протопластом;
- б) міжклітинна речовина, що з'єднує сусідні клітини;
- в) вільний простір між сусідніми клітинами;
- г) прошарок міжклітинної речовини, що залишається між первинною та вторинною оболонками клітини.

7. Явище руху цитоплазми в клітині називається:

- а) циклоз;
- б) ротація;
- в) флотація;
- г) таксис.

8. До двомембраних органел із власним геномом належать:

- а) лізосоми;
- б) пластиди;
- в) апарат Гольджі;
- г) рибосоми.

9. До ультраструктури мітохондрій не входять:

- а) ламели;
- б) кристи;
- в) строма;
- г) зовнішня мембрана.

10. Завдяки фотосинтетичним процесам, які відбуваються в рослинній клітині:

- а) підвищилася ступінь мінливості організмів;
- б) змінилася атмосфера Землі, внаслідок накопичення в ній кисню;
- в) став відбуватися обмін генетичною інформацією між особинами;
- г) в атмосфері став накопичуватися вуглекислий газ.

11. Запасними речовинами рослинної клітини не є:

- а) олії;
- б) протеїни;
- в) крохмаль;
- г) глікоген;

12. Запасні жири накопичуються у:

- а) амилопластах;
- б) протеопластах;
- в) олеопластах;
- г) гранах.

13. Процес роз'єднання клітин внаслідок руйнування серединної пластинки називається:

- а) коагуляція;
- б) мацерація;
- в) десиміляція;
- г) автоліз.

14. Ріст первинної оболонки пов'язаний з безпосередньою діяльністю:

- а) ендоплазматичної сітки;
- б) лізосом;
- в) рибосом;
- г) апарату Гольджі.

15. Зникнення еластичності, зниження проникності клітинних оболонок супроводжують процес:

- а) кутинізації;
- б) ослизнення;
- в) лігніфікації;
- г) напівпроникності.

16. Апопластичний транспорт це:

- а) рух речовин по вільному простору рослинного організму – міжклітинникам, міжклітинній речовині тощо;
- б) рух речовин по простору між плазмалемою та оболонкою;
- в) рух речовин по флоемі;
- г) рух речовин по протопластах живих клітин, що здійснюється завдяки існуванню плазмодесм та пор.

Пластиди. Вакуолі

Тест 1

1. Тільки клітини організмів автотрофів мають:

- а) ядро;
- б) цитоплазму,
- в) лізосоми;
- г) хлоропласти.

2. Клітина рослин відрізняється від клітини тварин тим, що в ній наявні:

- а) ядро і цитоплазма,
- б) клітинна оболонка;
- в) мітохондрії і рибосоми;
- г) пластиди і вакуолі з клітинним соком.

3. Серед органел рослинної клітини подвійну мембрану мають:

- а) рибосоми
- б) діктіосоми
- в) апарат Гольджі
- г) пластиди

4. „Пластиди” нижчих рослин називаються:

- а) каратиноїдопласти;
- б) хроматиди;
- в) хроматофори;
- г) хроматопласти.

5. До ультраструктури хлоропласта не входять:

- а) ламели;
- б) кристи;
- в) грани;
- г) строма.

6. Тилакоїд це -

- а) мембранний мішечок;
- б) стопка мембранних мішечків;
- в) зовнішня мембрана хлоропласту;

г) скупчення кристалів пігментів.

7. Пігменти у хромопластах можуть накопичуватися у вигляді:

- а) фібрил та кристалів;
- б) провакуолей;
- в) амілопластів;
- г) шарів

8. Вторинний крохмаль накопичується у:

- а) протеопластах;
- б) хлоропластах;
- в) хромопластах;
- г) лейкопластах.

9. Тонопласт це:

- а) залишки веретена поділу;
- б) упорядкований білково-ліпідний комплекс, здатний до напівпроникності та активного транспорту речовин;
- в) зовнішня біологічна мембрана цитоплазми;
- г) живий вміст рослинної клітини.

10. В результаті злиття дрібних вакуолей меристематичних клітин...

- а) формується меристематична вакуоля;
- б) утворюються центральна вакуоля;
- в) утворюються скоротлива вакуоля;
- г) відбувається автоліз.

Тест 2

1. Які серед перелічених органел рослинної клітини мають власний геном:

- а) рибосоми
- б) пластиди
- в) апарат Гольджі
- г) ендоплазматична сітка

2. До пластид не належать:

- а) хлоропласти

б) хромопласти

в) лейкопласти

г) хроматиди

3. Пластиди, як органели клітин, присутні у:

а) грибів;

б) вищих рослин;

в) синьо-зелених водоростей;

г) бурих водоростей.

4. Ультраструктуру хлоропласту відображує:

а) рідинна модель;

б) гранально-сітчаста модель;

в) модель „сендвіча”;

г) білково-ліпідна модель.

5. Пігмент хлорофіл у хлоропластах міститься:

а) у стромі;

б) всередині тилакоїдів;

в) у вигляді кристалів;

г) на мембранах тилакоїдів.

6. Грана це -

а) матрикс пластиди;

б) стопка мембранних мішечків;

в) зовнішня мембрана хлоропласту;

г) сукупність геному пластид у клітині.

7. Хлорофіл, за своєю хімічною природою, це:

а) ліпопротеїд;

б) складний ефір;

в) полісахарид;

г) багатоатомний спирт.

8. Дозрівання плодів шипшини, перцю, помідорів супроводжується перетворенням:

а) хлоропластів у хромопласти;

- б) хромопластів у хлоропласти;
- в) лейкопластів у хромопласти;
- г) хлоропластів у лейкопласти.

9. Пігменти у хромопластах можуть накопичуватися у вигляді:

- а) гран;
- б) ламел;
- в) пластоглобул;
- г) олеопластів.

10. Тонопластом називається:

- а) сукупність ДНК у клітині;
- б) внутрішня біологічна мембрана цитоплазми;
- в) зовнішня біологічна мембрана цитоплазми;
- г) живий вміст рослинної клітини.

Клітинна оболонка

1. Мікрофібрили утворюються внаслідок групування ...

- а) фібрил;
- б) гіфів;
- в) міцел;
- г) мікротрубочок.

2. Ріст, при якому відбувається включення нових міцел в клітинну оболонку, називається:

- а) інтусусцепцією;
- б) інтродукцією;
- в) проникненням;
- г) апозицією.

3. Під час накладання шарів вторинної оболонки, в тонких місцях первинної оболонки утворюються:

- а) продихи;
- б) наскрізні отвори;
- в) порожнини;

г) пори.

4. Первинна оболонка рослинної клітини утворюється:

а) з кутину;

б) з целюлози;

в) за участю цистерн ендоплазматичної сітки;

г) за участю діктіосом та пухирців Апарату Гольджі.

5. До складу порового апарату клітинної оболонки не належать:

а) первинне порове поле;

б) плазмодесма;

в) пара пор;

г) тила.

6. Первинний поровий канал це:

а) тонка ділянка первинної оболонки;

б) замикаюча плівка пори;

в) первинний поровий канал, пронизаний плазмодесмами;

г) потовщені частини клітинної оболонки.

7. Серед типів пор вторинної оболонки розрізняють:

а) обернені пори;

б) прості пори;

в) септовані пори;

г) складні пори.

8. Міжклітинники утворюються внаслідок:

а) відмирання старіючих клітин в тканині;

б) часткової мацерації серединної пластинки по кутах клітин;

в) накопичення пухирців повітря між оболонками сусідніх клітин;

г) розходження клітин у фазі старіння.

9. Яка з ознак характеризує вторинну оболонку рослинної клітини:

а) еластичність, здатність до розтягування;

б) відкладається всередину клітини;

в) формується з пектину та геміцелюлози;

г) накопичує воду.

10. Потовщення в облямованих порах називається:

- а) тила;
- б) торус;
- в) тубус;
- г) сферома.

Тест 2

1. Елементарні найдрібніші компоненти клітинної оболонки це...

- а) включення;
- б) міцели;
- в) кристали;
- г) ламели.

2. Між мікрофібрилами клітинної оболонки міститься:

- а) мезогля;
- б) гелеподібна речовина;
- в) строма;
- г) рідкий матрикс.

3. Первинна оболонка рослинної клітини утворюється:

- а) під час каріокінезу;
- б) після закінчення фази росту клітини;
- в) з пектинових речовин та геміцелюлози;
- г) з ліпідів та протеїнів.

4. До складу порового апарату первинної оболонки належать:

- а) первинне порове поле;
- б) плазмодесма;
- в) первинний поровий канал;
- г) всі перелічені компоненти.

5. Пори вторинної оболонки можуть бути:

- а) складні;
- б) облямовані;

в) сферичні;

г) доліпорові.

6. Первинне порове поле це:

а) тонка ділянка первинної оболонки;

б) замикаюча плівка пори;

в) первинний поровий канал, пронизаний плазмодесмами;

г) потовщені частини клітинної оболонки.

7. Міжклітинники утворюються внаслідок:

а) відмирання старіючих клітин в тканині;

б) часткової мацерації серединної пластинки по кутах клітин;

в) накопичення пухирців повітря між оболонками сусідніх клітин;

г) розходження клітин у фазі старіння.

8. Яка з ознак характеризує вторинну оболонку рослинної клітини:

а) відкладається під час поділу клітини;

б) відкладається після закінчення фази росту;

в) відкладається назовні від плазмалеми;

г) формується з пектину та геміцелюлози;

9. Апозиція це –

а) потовщення первинної оболонки;

б) нашарування шарів оболонки ззовні;

в) нашарування шарів оболонки зсередини;

г) патологічне потовщення (наріст).

10. Відкладання суберину, яке супроводжується поступовим відмиранням протопласту називається:

а) кутинізація;

б) здерев'яніння;

в) окорковіння;

г) мінералізація.

Твірні тканини

1. Твірні тканини - це:

- а) тканини, в яких накопичується вода та запасні речовини;
- б) тканини, з яких утворюються всі постійні тканини рослинного організму;
- в) тканини, які захищають рослину від несприятливих умов середовища;
- г) тканини, які забезпечують фотосинтез і транспірацію;

2. Особливості меристематичних клітин полягають в тому, що вони:

- а) утворюють великі вакуолі;
- б) диференційовані;
- в) мають товсті оболонки;
- г) здатні до поділу;

3. Дрібні вакуолі властиві:

- а) клітинам у ювенільній фазі;
- б) клітинам у фазі старіння;
- в) клітинам, які мають целюлозну оболонку;
- г) клітинам, які мають малу кількість клітинного соку.

4. Яка з перелічених характеристик властива ембріональним клітинам?

- а) клітини мають багату на пектин оболонку, протопласт не диференційований;
- б) вакуолізація протопласта, скорочується кількість вакуолей;
- в) клітини набувають індивідуальних морфологічних та фізіологічних особливостей;
- г) клітини утворюють вторинну оболонку.

5. Яка меристема обумовлює наростання органів в довжину:

- а) апікальна;
- б) латеральна;
- в) інтеркалярна;
- г) всі;

6. Яка меристема обумовлює наростання органів у товщину:

- а) апікальна;
- б) латеральна;
- в) інтеркалярна;
- г) всі;

7. Вибрати характеристику первинної меристеми:

- а) розвивається з покривної тканини;
- б) розвивається з основної тканини;
- в) розвивається з ембріональних клітин;
- г) „відповідає” за кількісний ріст, нарощування зеленої маси.

8. Вибрати характеристику вторинної меристеми:

- а) складає більшу частину тіла зародка;
- б) утворює первинні постійні тканини;
- в) розвивається з постійних тканин;
- г) розвивається з клітин зиготи.

9. Яка з перелічених тканин не є первинною меристемою?

- а) верхівкова меристема;
- б) вставна меристема;
- в) прокамбій;
- г) фелоген;

10. Камбій це -

- а) первинна бічна меристема;
- б) вторинна бічна меристема;
- в) інтеркалярна меристема;
- г) ранева меристема.

Механічні тканини

Тест 1

1. Вибрати правильну характеристику склеренхіми:

- А) клітини живі, оболонки нерівномірно потовщені, первинної будови
- Б) клітини неживі, оболонки рівномірно потовщені, вторинної будови
- В) клітини неживі, оболонки нерівномірно потовщені, первинної будови
- Г) клітини живі, оболонки рівномірно потовщені, вторинної будови

2. В пластинчастій коленхімі потовщені...

- А) оболонки тангентальних стінок клітин
- Б) оболонки з боку міжклітинників
- В) оболонки по кутах клітини

Г) потовщена вся оболонка клітини

3. Астроклереїди мають

А) живий протопласт

Б) кулясту форму

В) вторинні оболонки

Г) плазмодесми

4. Кам'янисті клітини айви – це:

А) брахісклереїди

Б) волокна

В) астроклереїди

Г) остеосклереїди

5. Волокна склеренхіми мають

А) паренхімну форму

Б) прозенхімну форму

В) веретеноподібну форму

Г) зірчасту форму

6. Коленхіма в осьових органах рослин розташована

А) в ектодермі кореня

Б) у стелі

В) в центральному циліндрі кореня

Г) під епідермою стебла

7. Коленхіма виконує додаткову функцію...

А) асиміляції

Б) проведення

В) запасання

Г) виділення

8. Деревні волокна (або лібриформ) входять до складу

А) коленхіми

Б) перидерми

В) флоєми

Г) ксилеми

9. Механічні тканини утворилися...

- А) в процесі формування типів галуження крони
- Б) внаслідок спеціалізації бентосних водоростей
- В) в ході адаптації рослин до наземного способу життя
- Г) внаслідок ускладнення морфологічної будови тіла

10. Коленхіма втрачає механічну функцію при

- А) при зниженні фотосинтезуючої функції
- Б) при зниженні тургору клітин
- В) при підвищенні осмотичного тиску в клітині
- Г) при утворенні вторинної будови коленхіми

Механічні тканини

Тест 2

1. Вибрати правильну характеристику коленхіми:

- А) клітини живі, оболонки нерівномірно потовщені, первинної будови
- Б) клітини неживі, оболонки рівномірно потовщені, вторинної будови
- В) клітини неживі, оболонки нерівномірно потовщені, первинної будови
- Г) клітини живі, оболонки рівномірно потовщені, вторинної будови

2. В пухкій коленхімі потовщені...

- А) оболонки тангентальних стінок клітин
- Б) оболонки з боку міжклітинників
- В) оболонки по кутах клітини
- Г) потовщена вся оболонка клітини

3. Брахісклереїди мають

- А) живий протопласт
- Б) кулясту форму
- В) вторинні оболонки
- Г) плазмодесми

4. Кам'яністі клітини груші – це:

- А) брахісклереїди

Б) волокна

В) астросклереїди

Г) остеосклереїди

5. Волокна склеренхіми мають

А) прозенхімну форму

Б) паренхімну форму

В) веретеноподібну форму

Г) зірчасту форму

6. Коленхіма в осьових органах рослин розташована

А) в ектодермі кореня

Б) під перидермою стебла

В) в центральному циліндрі кореня

Г) під епідермою стебла

7. Коленхіма виконує додаткову функцію...

А) асиміляції

Б) проведення

В) запасання

Г) виділення

8. Луб'яні волокна входять до складу

А) коленхіми

Б) перидерми

В) флоєми

Г) ксилеми

9. Механічні тканини утворилися...

А) в процесі формування типів галуження крони

Б) внаслідок спеціалізації бентосних водоростей

В) внаслідок ускладнення морфологічної будови тіла

Г) в ході адаптації рослин до наземного способу життя

10. Коленхіма втрачає механічну функцію при...

А) при зниженні тургору клітин

- Б) при зниженні фотосинтезуючої функції
- В) при підвищенні осмотичного тиску в клітині
- Г) при утворенні вторинної будови коленхіми

Постійні тканини

1. Функції покривних тканин:

- а) механічна, захисна, забезпечення газообміну, зв'язок з навколишнім середовищем, поглинання речовин;
- б) механічна, обмін речовин;
- в) захисна;
- г) транспорт речовин;

2. Продих складається з:

- а) замикаючих клітин
- б) навколопродихових клітин та трихобластів
- в) замикаючих клітин та продихової щілини
- г) міжклітинника

3. До яких тканин відносяться залозисті волоски, гідатоци, нектарники:

- а) зовнішні видільні тканини;
- б) внутрішні видільні тканини;
- в) запасуючі тканини;
- г) асиміляційні тканини;

4. Секреторні порожнини, канали та молочники - це:

- а) зовнішні видільні тканини;
- б) внутрішні видільні тканини;
- в) запасуючі тканини;
- г) асиміляційні тканини;

5. Механічна тканина, що складається з живих клітин - це:

- а) склеренхіма;
- б) склереїда;
- в) ксилема;
- г) коленхіма;

6. Механічна тканина вторинної деревини, що утворюється з камбію - це:

а) луб'яні волокна;

б) лібриформ;

в) склеренхіма;

г) коленхіма;

7. Провідні тканини:

а) залозисті волоски;

б) коленхіма і склеренхіма;

в) флоема і ксилема;

г) епідерма та перидерма;

8. Провідна тканина, яка складається з живих клітин, по якій здійснюється низхідна течія розчинених органічних речовин:

а) флоема;

б) ксилема;

в) епідерма;

г) коленхіма;

д) ендодерма

9. По якій тканині здійснюється висхіднийтік речовин?

а) камбій

б) ксилема

в) флоема

г) меристема

д) паренхіма

10. Які елементи провідних тканин проводять воду з мінеральними речовинами?

а) ситовидні трубки

б) судини

в) луб'яні волокна

г) ситовидні клітини

д) паренхімні клітини

11. Найпримітивніший тип провідних елементів:

- а) ситовидні трубки;
- б) трахеї;
- в) трахеїди;

г) судини;

12. Якої форми замикаючі клітини злаків і осок:

- а) бобовидної;
- б) гантелевидної;
- в) трикутної;
- г) овальної;

13. Для яких рослин характерна аеренхіма:

- а) гідрофітів;
- б) мезофітів;
- в) ксерофітів;
- г) сукулентів;

14. Пластинчаста коленхіма характерна для:

- а) стебла кукурудзи;
- б) листя лопуха;
- в) листя томатів;
- г) кори дуба;

15. Механічними елементами деревини дводольних є:

- а) ситовидні трубки;
- б) волокна лібриформу;
- в) трахеї;
- г) трахеїди;

16. Провідний пучок – це...

- а) сукупність ситовидних трубок та клітин-супутниць;
- б) сукупність судин;
- в) сукупність провідних елементів та механічних тканин;
- г) сукупність взаєморозташованих певним чином елементів ксилеми та флоеми.

17. Закритий колатеральний провідний пучок характерний для:

- а) стебла кукурудзи;
- б) стебла люцерни;
- в) стебла гороху;
- г) стебла люпину;

18. Біколатеральних провідний пучок характерний для:

- а) стебла кукурудзи;
- б) стебла гарбуза;
- в) стебла картоплі;
- г) кореня конвалії

19. Радіальний провідний пучок характерний для:

- а) стебла кукурудзи;
- б) листя лопуха;
- в) стовбура яблуні;
- г) кореня лепехи.

20. Відкритий колатеральний провідний пучок характерний для органів:

- а) трав'янистих однорічників
- б) деревних рослин
- в) жилок листків
- г) ефемерів

Тест 2

1. Твірні тканини - це:

- а) тканини, в яких накопичується вода та запасні речовини;
- б) тканини, з яких утворюються всі постійні тканини рослинного організму;
- в) тканини, які захищають рослину від несприятливих умов середовища;
- г) тканини, які забезпечують фотосинтез і транспірацію;

2. Продих складається з:

- а) сочевички;
- б) трихом;
- в) замикаючих клітин, продихової щілини;
- г) залоз.

3. Фелоген – це ...

- а) первинна меристема;
- б) вторинна меристема;
- в) первинна тканина;
- г) вторинна тканина.

4. Перидерма складається з ...

- а) короку;
- б) короку, фелогену, фелодерми;
- в) епідермісу та коленхіми;
- г) вторинної механічної тканини.

5. Протодерма – це ...

- а) первинна меристема, з якої утворюється епідерма;
- б) похідна від епідерми;
- в) вторинна покривна тканина;
- г) первинна покривна тканина.

6. Кірка – це ...

- а) первинна покривна тканина;
- б) вторинна механічна тканина;
- в) комплекс відмерлих тканин перидермального походження;
- г) різновид короку.

7. До яких тканин відносяться залозисті волоски, гідатоци, нектарники:

- а) зовнішні видільні тканин;
- б) внутрішні видільні тканини;
- в) запасуючі тканини;
- г) асиміляційні тканини;

8. Механічна тканина, що складається з живих клітин - це:

- а) склеренхіма;
- б) склереїда;
- в) ксилема;
- г) коленхіма;

9. Механічна тканина вторинної деревини, що утворюється з камбію - це:

а) луб'яні волокна;

б) лібриформ;

в) склеренхіма;

г) коленхіма;

10. Механічними елементами деревини дводольних є:

а) ситовидні трубки;

б) волокна лібриформу;

в) трахеї;

г) трахеїди.

11. Провідними елементами ксилеми є...

а) ситовидні трубки;

б) волокна лібриформу;

в) судини;

г) молочники.

12. Які типи судин характерні для вторинної ксилеми:

а) ситовидні трубки;

б) волокна лібриформу;

в) судини;

г) молочники.

13. Колатеральний провідний пучок має у своєму складі ...

а) лише ксилему;

б) лише флоему;

в) ксилему і флоему;

г) внутрішню флоему, ксилему та зовнішню флоему.

14. Прощарок камбію між ксилемою та флоемою має...

а) відкритий колатеральний провідний пучок;

б) закритий колатеральний провідний пучок;

в) радіальний провідний пучок;

г) концентричний провідний пучок.

15. Вторинні провідні тканини утворюються ...

- а) з камбію;
- б) з прокамбію;
- в) з фелогену;
- г) з протодерми.

16. Радіальний провідний пучок характерний для:

- а) для кореня;
- б) для кореневища;
- в) для стебла;
- г) для листків.

17. Вибрати характеристику радіального провідного пучка:

- а) ділянки флоєми розташовані між тяжами ксилеми;
- б) ксилема оточує флоему;
- в) крім зовнішньої флоєми є внутрішня флоєма;
- г) флоєма розташована поряд із ксилемою.

18. Ситовидні трубки – це ...

- а) мертвий ряд клітин, що сформований із тяжів камбію;
- б) живі провідні елементи флоєми;
- в) відмерлі провідні елементи ксилеми;
- г) видільні клітини.

19. Трихоми – це ...

- а) поверхневі вирости клітин епідерми;
- б) орган транспірації листка;
- в) поверхневі вирости клітин епіблеми кореня;
- г) сукупність основних клітин епідерми та замикаючих клітин продиху.

20. Продихова щілина – це ...

- а) міжклітинник замикаючих клітин продиху;
- б) міжклітинник між навколопродиховими клітинами;
- в) міжклітинник між основними клітинами епідерми;
- г) сукупність вільного простору в епідермі.

Анатомічна будова вегетативних органів

Тест 1

1. Вибрати вірний варіант порядку розташування зон кореня (від кінчика кореня):

- а) зона розтягування клітин → зона поділу → всисна зона → провідна зона;
- б) зона поділу → зона росту → провідна зона → зона поглинання;
- в) зона поділу → зона розтягування клітин → зона кореневих волосків → провідна зона;
- г) кореневий чохлак → зона поділу → зона розтягування клітин → зона кореневих волосків → провідна зона.

2. Конус наростання кореня складається з:

- а) зони поділу та розтягування клітин;
- б) точки росту та зони розтягування клітин;
- в) зони росту та всисної зони;
- г) зони росту.

3. Всисна зона кореня характеризується:

- а) наявністю бічних коренів, провідних судин;
- б) наявністю кореневих волосків;
- в) кореневим чохлаком, провідними судинами, бічними коренями;
- г) активним поділом та ростом клітин;

4. Плерома це:

- а) середній шар клітин апікальної меристеми кореня;
- б) центральна частина апікальної меристеми кореня;
- в) поверхневий шар клітин апікальної меристеми кореня;
- г) група ініціальних клітин.

5. Вибрати вірне твердження:

- а) центральний циліндр кореня та первинна кора формується з клітин плероми;
- б) центральний циліндр кореня утворюється з периблеми;
- в) периблема утворює первинну кору кореня;
- г) з дерматогену розвивається вторинна покривна тканина кореня;

6. Вкажіть характеристики, які реалізуються лише при ектотрофній мікоризі:

- а) у кореня багаторазово збільшується поверхня всмоктування;
- б) у кореня не розвивається кореневий чохлак та кореневі волоски;
- в) гриб отримує від рослини мінеральні речовини, а рослина — органічні речовини;
- г) гриб отримує від рослини органічні речовини, а рослина — мінеральні речовини.

7. Первинна анатомічна будова кореня включає:

- а) епіблему, первинну кору та центральний циліндр;
- б) перидерму, коленхіму, центральний циліндр;
- в) епідерму, коленхіму, стелу, серцевину;
- г) ектодерму, стелу, серцевину

8. Вторинна анатомічна будова кореня представлена:

- а) ектодермою, мезодермою, ендодермою, центральним циліндром;
- б) перидермою, коленхімою, центральним циліндром;
- в) перидермою та центральним циліндром;
- г) екзодермою, центральним циліндром та серцевиною.

9. Перехід від первинної до вторинної анатомічної будови починається з ...

- а) зникнення первинних провідних тканин;
- б) закладання камбію;
- в) формування метаксилеми та метафлоеми;
- г) утворення вторинних покривних тканин.

10. До складу центрального циліндра стебла не входить:

- а) провідні тканини;
- б) перицикл;
- в) серцевина;
- г) коленхіма.

11. Тип стели, характерний для дводольних рослин, називається:

- а) атактостела;
- б) протостела;
- в) еустела;
- г) актиностела.

12. До складу провідної системи жилок листків входять:

- а) відкриті колатеральні провідні пучки;
- б) закриті колатеральні провідні пучки;
- в) біколлатеральні провідні пучки;
- г) концентричні провідні пучки.

13. Головна асиміляційна тканина листка це:

- а) аеренхіма;
- б) палисадна паренхіма;
- в) губчаста паренхіма;
- г) водозапасаюча паренхіма.

14. Відмінність будови стебла однодольних від стебла дводольних полягає у ...

- а) впорядкованому розташуванню провідних пучків;
- б) наявності серцевини;
- в) наявності відкритих коллатеральних провідних пучків;
- г) відсутності вторинної структури.

15. Що таке трофофіл?

- а) зелений фотосинтезуючий листок;
- б) рослина з мікотрофним способом живлення;
- в) сукупність всіх хлоропластів рослини;
- г) асиміляційна паренхіма.

Анатомічна будова вегетативних органів

Тест 2

1. Що таке ризодерма:

- а) первинна покривна тканина стебла;
- б) первинна покривна тканина кореня;
- в) покривна тканина листка;
- г) механічна тканина кореня.

2. Апекс кореня це:

- а) кореневий чолик та точка росту;
- б) конус наростання та всисна зона;
- в) сукупність всіх зон молодого кореня;

г) кореневий чохлак.

3. Конус наростання кореня характеризується:

- а) наявністю бічних коренів, провідних судин;
- б) наявністю корневих волосків;
- в) корневим чохлаком, провідними судинами, бічними коренями;
- г) активним поділом та ростом клітин;

4. Периблема це:

- а) середній шар клітин апікальної меристеми кореня;
- б) центральна частина апікальної меристеми кореня;
- в) поверхневий шар клітин апікальної меристеми кореня;
- г) група ініціальних клітин.

5. Вибрати вірне твердження:

- а) центральний циліндр кореня формується з клітин плероми;
- б) центральний циліндр кореня утворюється з периблеми;
- в) периблема утворює вторинну кору кореня;
- г) дерматоген формує первинна покривна тканина кореня та первинна кора.

6. Вкажіть характеристики, які реалізуються при симбіозі рослини з бактеріями (бактеріоризі):

- а) симбіоз кореня з бактеріями характерний для родини Орхідних;
- б) бактеріями засвоюється вільний атмосферний азот та утворюються азотовмісні сполуки, що транспортуються у корінь;
- в) у корінь транспортуються кисневі сполуки – результат метаболізму бактерій;
- г) бульбочкові бактерії отримують з провідних пучків кореня органічні речовини.

7. Первинна анатомічна будова стебла включає:

- а) епіблему, первинну кору та центральний циліндр;
- б) перидерму, коленхіму, центральний циліндр;
- в) епідерму, коленхіму, стелу, серцевину;
- г) ектодерму, стелу, серцевину

8. Формування вторинної будови стебла починається з:

- а) закладання протодерми

- б) закладання прокамбію;
- в) закладання перициклу;
- г) закладання камбію.

9. Вторинна анатомічна будова характеризується ...

- а) зникненням первинних провідних тканин;
- б) формуванням протоксилеми та протофлоєми;
- в) формуванням метаксилеми та метафлоєми;
- г) відсутністю меристем.

10. До складу центрального циліндра кореня не входить:

- а) флоєма;
- б) ксилема;
- в) серцевина;
- г) перицикл.

11. Жилка листка - це ...

- а) тяж склеренхіми, оточений паренхімою;
- б) пучки камбію, оточені механічною тканиною;
- в) схізогенне вмістище;
- г) провідний пучок, оточений механічною тканиною.

12. Тип стели, характерний для однодольних рослин, називається:

- а) атактостела;
- б) протостела;
- в) еустела;
- г) сифностела.

13. Функцію транспірації у листку виконує:

- а) трихоми;
- б) продихи;
- в) веламен;
- г) гіподерма.

14. Мезофіл – це...

- а) повітряносна тканина листка;

- б) запасальна паренхіма;
- в) асиміляційна тканина листка;
- г) водозапасальна тканина листка.

15. Відмінність будови стебла дводольних від стебла однодольних полягає у ...

- а) безпорядному розташуванні провідних пучків;
- б) концентричному розташуванні провідних пучків;
- в) відсутності провідних пучків;
- г) відсутністю вторинного наростання.

Анатомія кореня

1. Вкажіть характеристики, властиві для кореня:

- а) позитивний геліотропізм
- б) позитивний геотропізм, верхівковий ріст
- в) тільки інтеркалярний ріст
- г) верхівковий та інтеркалярний ріст

2. Конус наростання кореня складається з:

- а) зони поділу та розтягування клітин;
- б) точки росту та зони розтягування клітин;
- в) зони росту та всисної зони;
- г) зони росту.

3. Апекс кореня це:

- а) кореневий чохлак та точка росту;
- б) конус наростання та всисна зона;
- в) сукупність всіх зон молодого кореня;
- г) кореневий чохлак.

4. Вибрати вірний варіант порядку розташування зон кореня (від кінчика кореня):

- а) зона розтягування клітин зона поділу – всисна зона – провідна зона;
- б) зона поділу – зона росту – провідна зона – зона поглинання;
- в) зона поділу – зона розтягування клітин – зона корневих волосків – провідна;
- г) кореневий чохлак – зона поділу – зона розтягування клітин – зона корневих волосків – провідна зона.

5. Всисна зона кореня характеризується:
- а) наявністю бічних коренів, провідних судин;
 - б) наявністю кореневих волосків;
 - в) кореневим чохлаком, провідними судинами, бічними коренями;
 - г) активним поділом та ростом клітин;
6. В якій зоні кореня відбувається мітотичне ділення клітин?
- а) зона всмоктування;
 - б) зона ділення;
 - в) зона розтягнення
 - г) у всіх зонах
7. Плерома це:
- а) середній шар клітин апікальної меристеми кореня;
 - б) центральна частина апікальної меристеми кореня;
 - в) поверхневий шар клітин апікальної меристеми кореня;
 - г) група ініціальних клітин.
8. Вибрати вірне твердження:
- а) центральний циліндр кореня формується з клітин плероми;
 - б) центральний циліндр кореня утворюється з периблеми;
 - в) периблема утворює первинну кору кореня;
 - г) з дерматогену розвивається первинна покривна тканина кореня;
9. Утворення первинних тканин кореня відбувається:
- а) з меристематичних клітин зони поділу;
 - б) з клітин гістогенів зони розтягування;
 - в) з бічної меристеми провідної зони;
 - г) з трихобластів всисної зони.
10. Що характерно для кори кореня?
- а) наявність провідної тканини;
 - б) відсутність провідної тканини
 - в) наявність твірної тканини
 - г) немає вірної відповіді

11. Які тканини представлені в центральному циліндрі кореня?
- а) покривні, провідні;
 - б) провідні;
 - в) провідні, механічні
 - г) провідні, твірні.
12. По яких тканинах кореня рухаються органічні речовини?
- а) судини;
 - б) ситовидні трубки;
 - в) камбій
 - г) фелоген
13. Мичкувата коренева система це:
- а) коренева система, в якій основна маса коренів знаходиться глибоко під землею
 - б) коренева система, в якій головний корінь не розвинутий або за діаметром мало відрізняється від бічних та додаткових коренів
 - в) система розгалужених ризоїдів
 - г) коренева система, утворена лише додатковими коренями
14. Стрижнева коренева система це:
- а) коренева система, в якій основна маса коренів знаходиться у поверхневому шарі ґрунту
 - б) коренева система, яка має добре розвинутий потужний головний корінь
 - в) коренева система, в якій головний корінь не розвинутий або за діаметром мало відрізняється від бічних та додаткових коренів
 - г) коренева система, утворена лише бічними коренями
15. Додаткові корені це:
- а) відгалуження головного кореня та його гілок
 - б) корені, які можуть розвиваються на вегетативних органах рослини
 - в) корені, які розвиваються виключно на стеблах
 - г) корені, розташовані нижче точки куціння
16. Бічні корені це:

- а) відгалуження головного кореня та його гілок, які розвиваються лише у насінних рослин
- б) корені, які можуть розвиваються на стеблах, листках, старих коренях
- в) корені, які розвиваються на кореневищі
- г) корені, які розвиваються із зародкового корінця насінини

17. Головний корінь:

- а) утворюється у вищих спорових рослин
- б) самий товстий в кореневій системі
- в) розвивається з зародкової бруньки
- г) розвивається із зародкового корінця насінини

18. Які з наведених метаморфозів не є відозмінами кореня:

- а) причіпки (плющ)
- б) столони (картопля)
- в) гаусторії (омела)
- г) коренеплоди (буряк)

19. Вкажіть характеристики, які реалізуються при ектотрофній мікоризі:

- а) у кореня не розвивається кореневий чохлак та кореневі волоски
- б) грибниця розвивається всередині клітин первинної кори
- в) гриб отримує від рослини мінеральні речовини, а рослина – органічні речовини
- г) гриб паразитує на рослині

20. Вкажіть характеристики, які характеризують симбіоз кореня з бактеріями:

- а) симбіоз кореня з бактеріями характерний для родини Орхідних
- б) бактеріями засвоюється вільний атмосферний азот та утворюються азотовмісні сполуки, які використовуються рослинами
- в) у корінь транспортуються кисневі сполуки – результат метаболізму бактерій
- г) бульбочкові бактерії отримують з провідних пучків кореня органічні речовини

Анатомія листка

1. Головна асиміляційна тканина листка – це...

- а) аеренхіма;
- б) палісадна паренхіма;
- в) губчаста паренхіма;
- г) водозапасаюча паренхіма.

2. Функцію транспірації у листку виконує ...

- а) гідатоци;
- б) продишки;
- в) веламен;
- г) гіподерма.

3. До складу провідної системи жилок листків входять:

- а) відкриті колатеральні провідні пучки;
- б) закриті колатеральні провідні пучки;
- в) біколлатеральні провідні пучки;
- г) концентричні провідні пучки.

4. Вибрати найбільш точне і повне визначення листкової мозаїки:

- а) забезпечення максимального приближення всіх листових пластин до джерела світла;
- б) розміщення листків у просторі, яке забезпечує максимальну освітленість листових пластинок;
- в) розташування листків в одній площині, що забезпечує їх оптимальне освітлення;
- г) положення листка відносно стебла або гілки.

5. Вибрати найбільш точне і повне визначення філотаксису:

- а) порядок розміщення листків на осі пагона, який відображає його радіальну симетрію;
- б) розміщення листків у просторі, яке забезпечує максимальну освітленість листових пластинок;
- в) порядок розміщення листків між двома сусідніми вузлами;
- г) порядок розміщення листків на рахисі.

6. Який термін відповідає визначенню „Порядок розміщення листків на осі пагона, який відображає його радіальну симетрію”:

- а) флористика;
- б) філотаксис;
- в) гетерофілія;
- г) геотропізм.

7. Формація листків - це ...

- а) послідовна зміна форми і розмірів листків в ході онтогенезу;
- б) наявність на одній рослині різних за формою та розміром листків;
- в) група листків, послідовно розташованих на річному прирості пагона, які мають сходні морфологічні особливості, пов'язані з їх додатковими функціями (вкриття квіток або суцвіть, приваблювання комах);
- г) сукупність листків на одній рослині, подібних за розміром та формою листової пластинки.

8. Гетерофілія - це...

- а) розташування листків в одній площині, що забезпечує їх оптимальне освітлення;
- б) наявність на одній рослині різних за формою та розміром листків;
- в) зміна форми листа в ході онтогенезу;
- г) чергування листкових формацій, що відбувається в межах одного вегетативного періоду на окремому пагоні.

9. Листкова серія - це ...

- а) порядок розміщення листків на осі пагона;
- б) сукупність листків, розташованих в одній площині;
- в) сукупність різних за формою та розміром листків;
- г) чергування листкових формацій, що відбувається в межах одного вегетативного періоду на окремому пагоні.

10. Рахіс - це ...

- а) черешок лопатевого листка;
- б) головна вісь складного листка;
- в) сукупність прилистків складного листка;
- г) сукупність жилок листка.

Насіння і плід

1. Яка структура утворюється з насінного зачатку після запліднення:

- б) насіння;
- в) плід;
- г) зародок;
- д) спори.

2. Насінна шкірка формується з ...

- а) інтегументів насінного зачатка;
- б) з зародкового мішка;
- в) з зиготи;
- г) з центрального ядра.

3. Зародок формується ...

- а) після завершення подвійного запліднення із зиготи;
- б) в результаті мегаспорогенезу з клітин археоспорія;
- в) з мегаспори;
- г) з інтегументів зародкового мішка.

4. Ендосперм утворюється в результаті злиття одного спермія з ...

- а) яйцеклітиною;
- б) центральним ядром;
- в) нуцелусом;
- г) інтегументом;

5. Який набір хромосом ендосперма зернівки пшениці:

- а) гаплоїдний;
- б) диплоїдний;
- в) триплоїдний;
- г) $2n - n$.

6. Перисперм розвивається з ...

- а) нуцелуса;
- б) заплідненого центрального ядра;
- в) заплідненої яйцеклітини;
- г) насінного зачатку;

7. Плід розвивається з ...

- а) андроцею;
- б) зав'язі;
- в) насінної бруньки;
- д) спори.

8. Оплідень плоду формується з ...

- а) із насінного зачатка;
- б) із стінок зав'язі;
- в) з квітконіжки;
- г) з зиготи.

9. Перикарпій це

- а) екзокарпій, мезокарпій і ендокарпій оплодня;
- б) розрослий мезокарпій;
- в) шар здерев'янілих клітин склереїд у плоді („кісточка”);
- г) зовнішній шар оплодня.

10. Соковитий плід утворюється в результаті ...

- а) розростання мезокарпію;
- б) руйнування ендокарпію;
- в) потовщення екзокарпію;
- г) мацерації клітин оплодня.

11. Яка тканина складає будову соковитого оплодня плоду:

- а) склеренхіма;
- б) паренхіма;
- в) аеренхіма;
- г) хлоренхіма.

12. Яка з наведених ознак не характерна для простих плодів:

- а) утворення з простого апокарпного гінецею;
- б) утворення з ценокарпного гінецею;
- в) в їх утворенні приймає участь кілька маточок однієї квітки;
- г) в їх утворенні приймає участь тільки одна маточка.

13. До розкривних багатонасінних сухих плодів належить:

- а) листянка;
- б) ягода;
- в) горіх;
- г) зернівка.

14. До нерозкривних одностійних сухих плодів належить:

- а) біб;
- б) крилатка;
- в) стручок;
- г) померанець.

15. До соковитих ягодоподібних плодів належить:

- а) гарбузина;
- б) жолудь;
- в) сім'янка;
- г) кістянка.

16. Які з наведених ознак характеризують плід листянку:

- а) утворюється з двох або багатьох плодолистків, розкривається різними способами;
- б) утворюється з двох плодолистків, розкривається двобічно (з обох боків перегородки);
- в) утворюється з одного плодолистка, розкривається двобічно – переднім (черевним) і спинним швом;
- г) утворюється з одного плодолистка, звичайно багатонасінна, розкривається односторонньо переднім (черевним) швом.

17. Плід крилатка характерний для:

- а) клена;
- б) капусти;
- в) грициків;
- г) платану.

18. Плід горішок утворюється у:

- а) дикої редьки;

б) гречького горіху;

в) гречки;

д) каштану кінського.

19. Партенокарпія – це ...

а) розвиток плоду без насіння;

б) утворення зародка без запліднення;

в) утворення зародку із клітин нуцелуса;

г) опадання плодів і насіння під дією сили тяжіння.

20. Поширення плодів і насіння рослин за допомогою зовнішніх факторів називається

а) барохорія;

б) алохорія;

в) акрокарпія;

г) аерокарпія.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ОСВІТНІ РЕСУРСИ

Базова

9. Васильев А.Е., Воронин Н.С., Еленевский А.Г., Серебрякова Т.И. Ботаника: Анатомия и морфология растений. – М.: Просвещение, 1988. – 480 с.
10. Войтюк Ю.О., Кучерява Л.Ф., Баданіна В.А., Брайон О.В. Морфологія рослин з основами анатомії та цитоембріології. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – 430 с.
11. Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. — М.: Просвещение, 1981. — 160 с.
12. Лазарев О.В. Анатомія рослин. Лабораторний практикум. – К.: Видавничий дім "КМ Academia", 1997. – 176 с.
13. Киселева Н.С. Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений. – Минск: Высшая шк., 1969. – 286 с.
14. Корольова О.В. Лабораторний практикум з анатомії рослин. – Миколаїв: КопіЦентр, 2007. – 41 с.
15. Мельниченко Н.В. Курс лекцій та тематика лабораторних робіт з анатомії і морфології рослин. - Київ : Фотосоціоцентр, 2001. - 160 с.

16. Панюта О.О., Ольхович О.П. *Анатомія рослин.* – К.:Українське агенство інформації та друку «Рада», 2009. – 272 с.
17. Романщак В.С. *Анатомія покритонасінних рослин.* – К.: Вища шк., 1999. – 395 с.
18. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. *Ботаніка: Анатомія і морфологія рослин.* - К.: Вища шк., 1995. – 384 с.

Допоміжна

19. Атабекова А.И., Устинова Е.И. *Цитология растений.* – М.:Агропромиздат, 1987. – 246с.
20. Бавтуто Г.А. *Лабораторный практикум по анатомии и морфологии растений.* — Минск: Высш. шк., 1985. — 352 с.
21. Белякова Г.А. *Ботаника: в 4 т. Т. 1. Водоросли и грибы.* – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 2006. – 320 с.
22. *Жизнь растений \ Под ред. Тахтаджяна А.И. (В 5 т.)*
23. Мороз І.В., Гришко-Богменко Б.К. *Ботаніка з основами екології.* – К.: Вища шк., 1994. – 240 с.
24. Нечитайло В.А., Кучерява Л.Ф. *Ботаніка. Вищі рослини.* – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – 430 с.
25. Паушева З.П. *Практикум по цитологии растений.* – М.: Агропромиздат, 1988. – 271 с.
26. Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С. *Современная ботаника (В 2-х т.)* – М.: Мир, 1990.
27. Хржановский В.Г, Пономаренко С.Ф. *Ботаника.* – М.: Агропромиздат, 1988. – 383 с.
28. Хржановский В.Г, Пономаренко С.Ф. *Практикум по курсу общей ботаники.* — М.: Агропромиздат, 1989. — 416 с.

Освітні ресурси

1. *Ботаніка. База даних: електронний каталог бібліотеки Миколаївського національного університету*
2. <http://www.biofak.mk.ua> – освітній портал біологічного факультету. МНУ імені В.О. Сухомлинського. На порталі – енциклопедії, словники та довідники, БД, задачники, тести, лабораторні практикуми, наочні посібники та тексти

лекцій, тренувальні вправи з навчальних предметів кафедри фізіології та біохімії.

3. <http://vnzportal.mk.ua> – регіональний освітньо-інформаційний портал бібліотек ВНЗ Миколаївщини. На порталі – енциклопедії, словники та довідники, БД, задачники, тести, лабораторні практикуми, наочні посібники з хімії та біології.

4. <http://www.college.ru> – освітній портал «Открытый колледж». Має декілька розділів за природничими галузями: Астрономія, Біологія, Математика, Фізика, Хімія. Кожен розділ об'єднує зміст учбового курсу на компакт-дисківі та індивідуальне навчання через Internet. Тут можна подивитися у відкритому доступі віртуальний підручник або динамічні моделі, попрацювати з тестами, а, також, до уваги користувачів огляди Інтернет-ресурсів за темою предмета, що постійно оновлюється. У Системі Дистанційного Навчання можна отримувати індивідуальні контрольні запитання для самоперевірки різного рівня складності. За успіхи начисляються бали і ведеться постійний моніторинг досягнень.

5. http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/biologiya/ - універсальна науково-популярна онлайн-енциклопедія

6. <http://www.ecosystema.ru/07referats/gistologia.htm> - довідкова інформація про природу та рослини.

7. <http://bio.1september.ru/> - сайт електронного журналу «1 вересня» для учителів з біології, містить матеріали для проведення уроків, методичні розробки, тестові завдання

8. <http://schools.keldysh.ru/sch1952/Pages/Timokhina04/Botanic/11.htm> - сайт з ботаніки

9. <http://biouroki.ru/material/plants/list.html> - сайт з ботаніки

10. <http://moodle.mnu.mk.ua/course/category.phpid=365> - Персональні веб-ресурси Корольової О.В та Комісар О.С.

11. <http://www.en.edu.ru> – природничий освітній портал. На порталі – енциклопедії, словники та довідники, БД, задачники, тести, лабораторні

практикуми, наочні посібники, хрестоматії та тексти лекцій, тренувальні вправи з природничих предметів шкільної програми: математики, хімії, фізики та біології.

12. <http://ww.biology.ru> – сайт з біології, містить матеріали для проведення уроків, підручники, тестові завдання

13. <http://science.ng.ru> – сайт з біології.