

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Факультет плодовоовочівництва, екології та захисту рослин

Кафедра біології

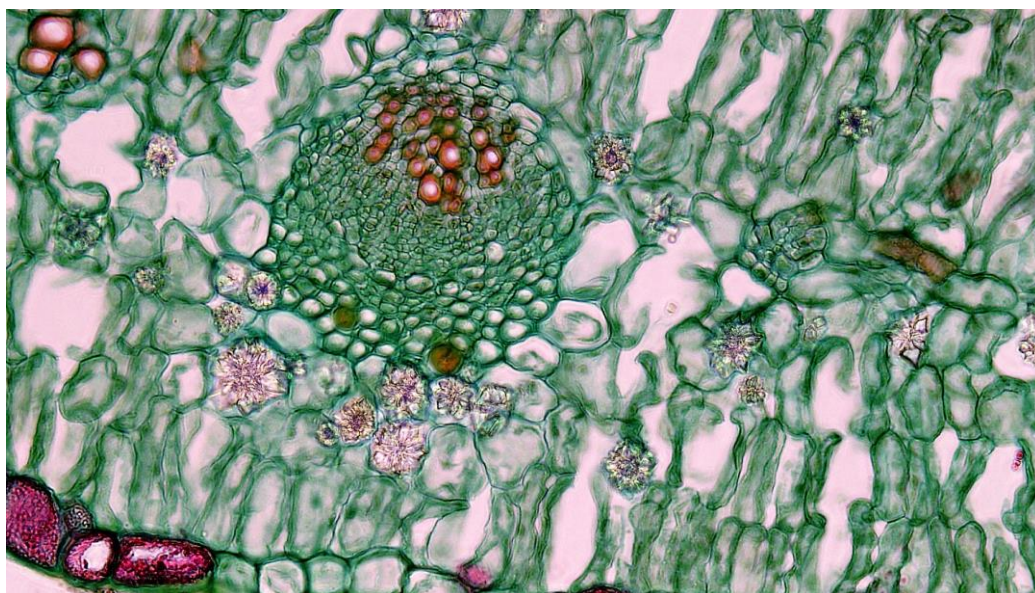
Мамчур Т.В.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ
З ДИСЦИПЛІНИ БОТАНІКА (АНАТОМІЯ РОСЛИН)

(для студентів денної і заочної форми навчання

освітнього рівня перший (бакалавр)

за спеціальністю 201 Агрономія)



УМАНЬ – 2022

УДК 28.5
М 228

Методичні рекомендації розроблено на основі типової програми, затвердженої Департаментом кадрової політики, аграрної освіти та науки України 19 грудня 2000 р. за галуззю знань 0901 «Сільське господарство і лісівництво» та робочого навчального плану з дисципліни «Ботаніка» для студентів денної і заочної форми навчання освітнього рівня перший (бакалавр) за спеціальністю 201 Агрономія.

Рецензент: кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології та методики її навчання Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини Г.А. Чорна

Методичні рекомендації схвалено на засіданні кафедри біології
(протокол № 2 від 29.08.2022 р.)

Затверджено і рекомендовано до видання науково-методичною комісією
факультету агрономії (протокол №1 від 31.08.2022 р.)

Мамчур Т.В. Методичні рекомендації до виконання лабораторних занять з дисципліни ботаніка (анатомія рослин) (для студентів денної і заочної форми навчання освітнього рівня перший (бакалавр) за спеціальністю 201 Агрономія). Умань: УНУС. 2022. 73 с.

Методичні рекомендації призначені для підготовки до лабораторних занять з анатомії рослин. Їх теоретичне використання сприятиме оформленню робочого зошита під час дослідження під мікроскопом природних об'єктів частин рослин, фіксованого матеріалу. Також підготувитися до модульного тестового контролю.

© Уманський НУС, 2022
© Мамчур Т.В., 2022

ЗМІСТ

Передмова.....	4
Лабораторне заняття № 1. Будова мікроскопа та правила роботи з ним. Методика виготовлення тимчасових препаратів. Будова клітини рослинного організму.....	5
Лабораторне заняття № 2. Оболонка клітини та її видозміни.....	10
Лабораторне заняття № 3. Типи пластид та рух цитоплазми.....	12
Лабораторне заняття № 4. Запасні поживні речовини клітини рослинного організму.....	16
Лабораторне заняття № 5. Поділ клітини. Фази поділу ядра.....	19
Лабораторне заняття № 6. Меристематичні (твірні) тканини.....	21
Лабораторне заняття № 7. Первинна покривна тканина. Форми епідермальних волосків. Вторинні покривні тканини.....	24
Лабораторне заняття № 8. Механічні. основні та видільні тканини.....	31
Лабораторне заняття № 9. Провідні тканини. Типи провідних пучків та їх будова.....	37
Лабораторне заняття № 10. Будова стебла однодольної трав'янистої рослини.....	43
Лабораторне заняття № 11. Будова стебла дводольної трав'янистої рослини. Будова стебла дерев'янистої рослини.....	47
Лабораторне заняття № 12. Первинна та вторинна анатомічна будова кореня.....	56
Лабораторне заняття № 13. Анатомічна будова коренеплодів.....	62
Лабораторне заняття № 14. Анатомічна будова листків.....	67
Список використаних джерел.....	70
Для нотаток.....	72

Передмова

Методичний рекомендації розроблено на основі типової програми, затвердженої Департаментом кадрової політики, аграрної освіти та науки Мінагрополітики України 19 грудня 2000 р. за галуззю знань 0901 «Сільське господарство і лісівництво» та робочого навчального плану з дисципліни «Ботаніка» для студентів денної і заочної форми навчання освітнього рівня перший (бакалавр) за спеціальністю 201 «Агрономія».

Знання про рослинний світ – його будову, життєдіяльність, різноманітність, географічне поширення, еколого-ценотичні особливості, біологічні та господарські властивості – є необхідною умовою підготовки висококваліфікованих спеціалістів сільського господарства.

Анатомія рослин – розділ ботаніки, що вивчає внутрішню будову рослинного організму. Основоположниками анатомії рослин є італійський вчений Марчелло Мальпігі (1628–1694) й англійський мікроскопіст Неемія Грю (1641–1712).

Об'єктом вивчення анатомії рослин є анатомічні ознаки вегетативних та генеративних органів, що виникають у процесі онто- і філогенезу.

Методичні вказівки до лабораторних занять призначені для активізації самостійної роботи студентів при вивченні клітин, тканин та анатомії вегетативних органів квіткових рослин. Передбачено максимальну самостійність студентів на лабораторних заняттях, широке застосування технічних засобів навчання і контроль набутих знань.

При написанні методичних рекомендацій ми виходили з принципів порівняльно-анатомічного аналізу і філогенетичних зв'язків відділів і класів покритонасінних рослин. При вивченні об'єктів основна увага приділена найбільш вагомим питанням анатомії рослин, а також виявленню ознак їх пристосування до умов оточуючого середовища.

Студенти повинні знати особливості будови та життєдіяльності клітин і тканин, їх структурну організацію та анатомію вегетативних органів.

Студенти повинні вміти працювати з мікроскопом, самостійно виготовляти постійні та тимчасові препарати ботанічних об'єктів, аналізувати і узагальнювати вивчений матеріал.

Лабораторне заняття № 1

ТЕМА: Будова мікроскопа та правила роботи з ним. Методика виготовлення тимчасових препаратів. Будова клітини рослинного організму.

Мета: ознайомитися з будовою мікроскопа та правилами роботи з ним. Засвоїти методику виготовлення тимчасових препаратів. Вивчити будову клітини, поділивши її на активну та неактивну частини.

Об'єкти: шкірка соковитої луски цибулі городньої (*Allium cepa* L.).

Завдання:

1. Ознайомитися з будовою мікроскопа та правилами роботи з ним.
2. Засвоїти методику виготовлення тимчасових препаратів.
3. Виготовити тимчасовий препарат із живих клітин епідермісу соковитої луски цибулі; розглянути клітини при малому і великому збільшеннях мікроскопа.
4. Розглянути субмікроскопічну структуру клітини рослинного організму.

Основний зміст

Мікроскоп – оптичний прилад, який значно розширює можливості людського ока. В його будові розрізняють оптичну, освітлювальну та механічну частини (рис. 1.).

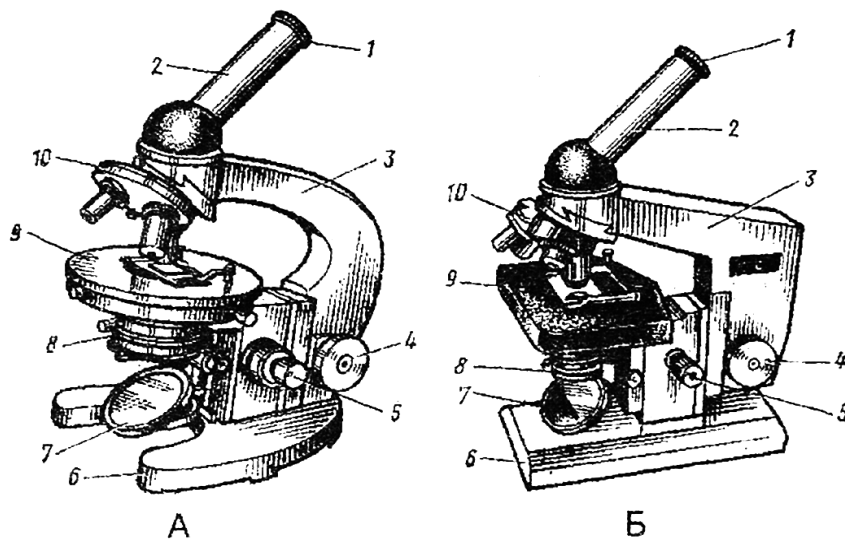


Рис. 1. Оптичні мікроскопи: А – МБР-1; Б – Біолам:

1 – окуляр, 2 – тубус, 3 – тубусотримач, 4 – макрогвинт, 5 – мікрогвинт, 6 – стопа, 7 – дзеркало, 8 – конденсор і діафрагма, 9 – предметний столик, 10 – револьвер з об'єктивами.

Оптична частина включає систему об'єктивів та окулярів. Об'єктив – металічний або ебонітовий циліндр з впаяними лінзами, що забезпечують

відповідне збільшення, вкручений в гніздо револьвера. Є об'єктиви з різними збільшеннями (x8, 40. x60, x90, x120). Окуляри також являють собою системи лінз (2-3), вмонтованих в циліндри, і забезпечують збільшення в x7, x10, x15, x20 разів. Загальне збільшення мікроскопа дорівнює збільшенню окуляра, помножене на збільшення об'єктива.

Освітлювальна частина мікроскопа включає: дзеркало, конденсор, діафрагму та світлофільтр. Дзеркало, плоске або вгнуте, служить для направлення світла через отвір предметного столика на об'єкт. Конденсор являє собою систему лінз, що конденсують або розсіюють світло, яке падає від дзеркала на об'єкт. За допомогою спеціального гвинта він опускається і піднімається. Діафрагма служить для збільшення різкості зображення при зміні сили світла і розміщена під предметним столиком. Світлофільтр регулює якість світла і розміщений під діафрагмою. Механічна частина включає: стопу, макро- та мікрогвинти, тубусотримач, тубус, револьвер, предметний столик.

Правила роботи з мікроскопом

1. Поставити мікроскоп біля краю стола так, щоб окуляр знаходився ближче до лівого ока. Зошит і всі предмети, необхідні для роботи, покладіть праворуч від мікроскопа.

2. Діафрагму повністю відкрити, конденсор підняти до рівня предметного столика.

3. Роботу з мікроскопом розпочинати тільки з малого збільшення. Для цього об'єктив x8 поставити в робоче положення (довести до фіксації) на висоті не більше як 0,5 см від предметного столика.

4. Дивитися в окуляр лівим оком і, використовуючи ввігнуту сторону дзеркала, максимально освітити поле зору.

5. Помістити препарат на предметний столик і, плавно піднімаючи оптичну частину мікроскопа за допомогою макрогвинта, отримати зображення при малому збільшенні. Для чіткості зображення прикрити діафрагму, або опустити конденсор.

6. Для вивчення об'єкта при великому збільшенні, поставити об'єктив великого збільшення в робоче положення. Чіткості зображення домогтися за допомогою мікрогвинта.

7. Після закінчення роботи перевести мікроскоп на мале збільшення, зняти препарат та привести в порядок мікроскоп.

Для виготовлення тимчасових препаратів необхідно:

1. Підготувати предметне та покривне скло, протерти їх м'якою серветкою.

2. На середину предметного скла піпеткою або скляною паличкою нанести краплю розчину йоду і помістити туди об'єкт, що вивчається.

3. Об'єкт готується із шкірки цибулі, яку відривають пінцетом з нижньої боку соковитого листка і поміщають в краплю йоду зовнішньою стороною вгору.

4. Покривне скло нахилиємо і повільно накриваємо об'єкт, так щоб витіснити пухирці повітря. Надлишок йоду видаляємо фільтрувальним папером.

5. Готовий препарат кладемо на предметний столик мікроскопа і вивчаємо при малому збільшенні. Звернути увагу на форму клітин та розміщення ядер.

6. Вибрати найбільш характерну за формою і будовою клітину і перевести мікроскоп на велике збільшення. Якщо клітина не поміщається в полі зору, поставити окуляр на х7. Розглянути клітину при великому збільшенні, звернувши увагу на оболонку, прості пори, через які проходять плазмодесми, ядро з ядерцями, вакуолі та на зернистість цитоплазми.

Основний зміст

Клітина – основна структурно-функціональна одиниця всіх живих організмів, елементарна біологічна система. Відкриття клітини належить англійському досліднику Роберту Гуку. Він першим запропонував термін „клітина” (лат. *cellula* – маленька кімната). Спочатку Р. Гук (1665) застосував цей термін для позначення комірок мертвої тканини – корка. Пізніше він виявив такі самі клітини і в інших органах рослин і зазначив, що порожнини живих клітин заповнені „соком”, який він назвав вмістом клітини. Цей вміст пізніше одержав назву „протоплазма”. Термін „цитоплазма” було запропоновано в 1862 р.

У рослинній клітині виділяють дві групи компонентів: протопласт і парапласт.

Протопласт – це активна частина клітини, до складу якої входять органоїди: цитоплазма, ендоплазматична сітка, рибосоми, мітохондрії, пластиди, апарат Гольджі лізосоми, сферосоми, клітинний центр, ядро з ядерцями, мікротрубочки та мікрофіламенти.

Друга група компонентів – це неактивні частини. Вони є продуктом життєдіяльності органоїдів. До них відносять вакуолі, включення (кристали, запасні білки, крохмальні зерна, крапельки олій). Сюди також відносять клітинну оболонку. На відміну від органоїдів *парапласт* не має ознак живого.

Цитоплазма – безбарвний біологічний колоїд. До її складу входять: вода – 80–85 %, білки – 10–12 %, ліпіди – 2–3 %, нуклеїнові кислоти – 1–2 %, вуглеводи – 1–2 %, мінеральні солі – 1–1,5 %. Цитоплазмі характерна мембранна структура. Відносно тонкий пристінний шар цитоплазми, відмежований від оболонки клітини, – плазмалема. Від внутрішніх порожнин, виповнених клітинним соком, цитоплазму відділяє тонопласт. Основна маса цитоплазми знаходиться у середньому шарі, який називають гіалоплазмою. Цитоплазматичні мембрани складаються з білків та фосфоліпідів, розміщених за типом *білки-ліпіди-ліпіди-білки*, і мають властивість вибіркової проникності.

Ядро зовні покрите подвійною оболонкою, що являє собою цитоплазматичну мембрану. В оболонці розміщені пори, які зв'язані з

каналами ендоплазматичної сітки. Всередині ядро заповнене нуклеоплазмою (ядерним соком), в якій знаходиться одне або декілька ядерця та хроматин. Хроматин – це деспіралізована молекула дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК). Під час поділу клітини ДНК спіралізується і утворює хромосоми, в яких закодована спадкова інформація. Положення ядра в клітині непостійне. У молодій клітині воно займає центральне положення, але з ростом клітини і нагромадженням клітинного соку, ядро відтісняється до оболонки. Ядро відіграє суттєву роль у клітині: несе закодовану в молекулі ДНК спадкову інформацію, бере участь у поділі клітини, синтезує рибосоми, регулює процес синтезу білка та всі процеси обміну речовин у клітині, будує клітинну оболонку.

Ядерце – це округле тільце більш щільної консистенції, не відокремлене мембраною від нуклеоплазми. В складі ядерця містяться білки, нуклеїнові кислоти. Бере участь у формуванні рибосом.

Вакуолі (лат. *vasius* - порожнина) – це порожнини в цитоплазмі, виповнені рідким вмістом, так званим клітинним соком. Вони виникають у процесі життєдіяльності рослинної клітини. Клітинний сік – водний розчин кінцевих продуктів обміну В його складі розрізняють: моно- і дисахариди, органічні кислоти, водорозчинні білки, амінокислоти, таніни, алкалоїди, глікозиди, пігменти та ін.

Зовні клітина покрита оболонкою з порами, через які відбувається зв'язок між клітинами.

Під мікроскопом на виготовленому препараті буде помітна цитоплазма, білки якої під дією йоду забарвлені в жовтий колір. Цитоплазма під мікроскопом зерниста, тому що білки, нуклеїнові кислоти і ліпіди у воді нерозчинні. Ядро має більш інтенсивне забарвлення і розміщене в постійному шарі цитоплазми. Добре помітні оболонки клітин, в яких можна помітити пори у вигляді темних поперечних рисочок.

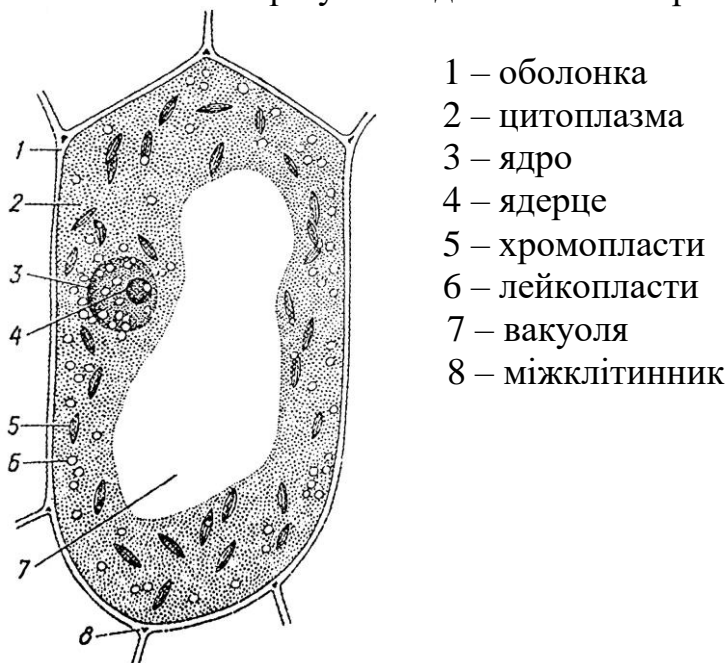
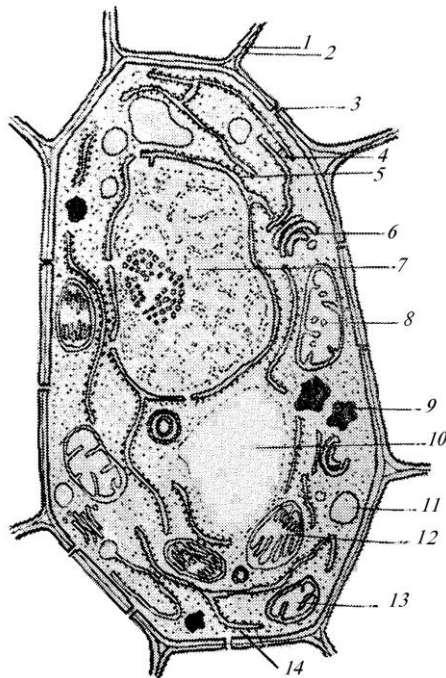


Рис. 2. Будова клітини у світловому мікроскопі.

Дослідження клітини на електронному мікроскопі виявили значно складнішу будову клітини.



- 1 – оболонка клітини
- 2 – серединна пластинка
- 3 – пора
- 4 – ендоплазматична сітка
- 5 – оболонка ядра
- 6 – комплекс Гольджі
- 7 – ядро з ядерцем
- 8 – мітохондрія
- 9 – краплина олії
- 10 – вакуоля
- 11 – крохмальне зерно
- 12 – хлоропласт
- 13 – пропластида
- 14 – рибосоми

Рис. 3. Будова клітини на субмікроскопічному рівні.

Мікротрубочки – надмолекулярні цитоплазматичні структури, які являють собою субмікроскопічні циліндрики діаметром до 25 нм. Вони складаються із сферичних білкових субодиниць, розміщених спіральними рядами. Мікротрубочки входять до складу цитоплазми та багатьох компонентів клітин (веретено поділу, центріолі) і виконують переважно механічну функцію.

Мікрофіламенти складаються з білкових субодиниць, які формують спіралізовану стрічку діаметром 4–10 нм. В гіалоплазмі вони утворюють скупчення – цитоплазматичні волокна, в яких розміщуються паралельно. Вважають, що мікрофіламенти, скорочуючись, ковзають один відносно одного і цим самим генерують рух цитоплазми. Вони виявлені також у ситовидних трубках.

Лабораторне заняття № 2

ТЕМА: Оболонка клітини та її видозміни.

Мета: вивчити будову первинної та вторинної клітинної оболонки і розглянути її видозміни.

Об'єкти: плоди стручкового перцю однорічного (*Capsicum annuum* L.) і груші домашньої (*Pyrus communis* L.), луб'яні волокна кропиви дводомної (*Urtica dioica* L.).

Завдання:

1. Вивчити будову клітинної оболонки луб'яного волокна кропиви.
2. При великому збільшенні мікроскопа розглянути будову здерев'янілої оболонки кам'янистих клітин оплодня груші, звернувши увагу на порові канали.
3. Розглянути будову оболонку клітин плода перцю, відмітивши первинну, вторинну оболонки та прості пори.
4. Розглянути будову оболонки клітини на субмікроскопічному рівні.
5. Ознайомитися з видозмінами клітинної оболонки за допомогою тимчасових та постійних препаратів і розглянути кутинізацію, мінералізацію, окорковіння, здерев'яніння та ослизнення.

Основний зміст

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. Під час поділу клітини першою виникає серединна пластинка яка складається з протопектинових речовин і є спільною для обох сусідніх клітин. Протопласти цих клітин з обох сторін відкладають на серединну пластинку первинну оболонку, вона еластична і складається з високомолекулярних полісахаридів (пектин, геміцелюлоза) та незначної кількості целюлози. Ріст оболонки, при якому збільшується площа клітини, проходить шляхом вклинювання нових молекул пектинових речовин і целюлози в міжмолекулярні простори. Такий спосіб наростання клітинної оболонки називається *інтусусцепцією*.

Після закінчення росту клітинної оболонки в довжину утворюється вторинна оболонка шляхом накладання з внутрішньої сторони на первинну. Такий спосіб наростання називається *апозицією*. В складі вторинної оболонки переважає целюлоза. Сформована клітинна оболонка складається з серединної пластинки, первинної та вторинної оболонок (рис. 4). Будь-яке непотовщене місце оболонки у вигляді заглиблення називають порою. Виникають пори внаслідок нерівномірного потовщення як первинної, так і вторинної клітинних оболонок. Пори первинних оболонок носять назву первинних порових полів. Вторинна оболонка не утворюється на місці, де знаходиться порове поле, тому з часом на цьому місці формується пора. Пори бувають прості, облямовані, напівоблямовані,

закриті облямовані (рис. 5). Проста пора – це простий циліндричний каналець, який проходить через вторинну оболонку і одним кінцем упирається у первинну. В облямованій порі вторинна оболонка нависає у вигляді зводу над порожниною пори. Отвір у порожнину називають поровим каналом, порожнину пори – поровою камерою, замикаюча плівка у облямованих пор буває потовщеною і називається торусом. Він утворений первинними оболонками. Облямовані пори характерні трахеїдам голонасінних рослин. Напівоблямовані пори утворюються тільки на межі між трахеїдами та іншою тканиною.

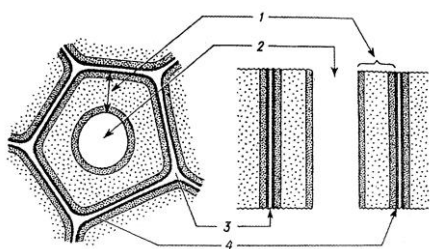


Рис. 4. Будова клітинної оболонки:

- 1 – вторинна оболонка
- 2 – порожнина клітини
- 3 – середина пластинка
- 4 – первинна оболонка

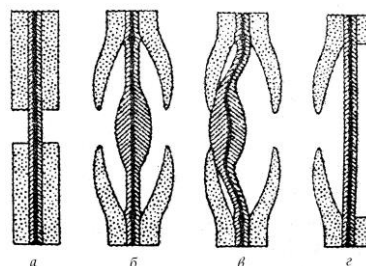
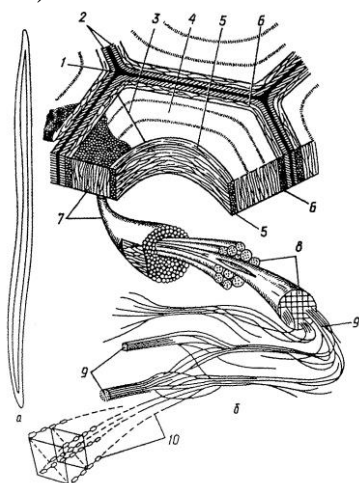


Рис. 5. Типи пор:

- а – проста
- б – облямована
- в – закрита облямована
- г – напівоблямована

У рослинній оболонці основною складовою частиною є целюлоза. Нитчасті молекули целюлози ($C_6H_{10}O_5$)_n розташовуються паралельно одна одній і групуються по кілька десятків таким чином, що виникають тримірні ґрати, характерні для кристалів. Це так звані *міцели* – найдрібніші частки оболонки. Кожна міцела містить до 100 целюлозних молекул. Міцели групуються в *мікрофібрили*, а останні у *фібрили* – волокна або пластинки 0,4-0,5 мкм завтовшки, які видно в світловому мікроскопі (рис. 6).



- а – волокно на поздовжньому зрізі
- б – поперечний зріз волокна
- 1 – середина пластинка
- 2 – первинна оболонка двох сусідніх волокон
- 3 – шари середньої частини вторинної оболонки
- 4 – середній шар вторинної оболонки
- 5 – внутрішній шар вторинної оболонки
- 6 – зовнішній шар вторинної оболонки
- 7 – фібрили
- 8 мікрофібрили
- 9 – міцели
- 10 – молекули целюлози

Рис. 6. Будова оболонки волокна деревини.

В залежності від місця розміщення і функції, яку виконують оболонки клітин, вони можуть видозмінюватися. Розрізняють такі видозміни: *здерев'яніння*, *мінералізація*, *окорковіння*, *кутинізація*, *ослизнення*. Здерев'яніння відбувається внаслідок відкладання лігніну у матриксі оболонки, що призводить до підвищення твердості, втрати еластичності та зменшення проникності. Мінералізація – відкладання в матриксі оболонки значної кількості мінеральних речовин, найчастіше кремнезему або оксалату кальцію, що кристалізуються. При цьому оболонка набуває твердості і крихкості (хвощі, злаки, осоки). *Окорковіння* – відкладання на вторинну оболонку з внутрішньої сторони жироподібної речовини суберину, що призводить до втрати проникності та відмирання живого вмісту клітин. *Кутинізація* – відкладання на зовнішню сторону оболонки епідермальних клітин кутину, що твердне на повітрі та утворює плівку, яка зменшує випаровування з поверхні листків і виконує захисну функцію. Ослизнення – набухання в воді целюлози і пектинових речовин, що відбувається під час проростання насіння.

Препарат 1. З відмацерованого луб'яного волокна кропиви виготовити тимчасовий препарат, розглянути під мікроскопом будову оболонки клітини, звернувши увагу на первинну оболонку, порові поля, порові канали, утворені товстою вторинною оболонкою та тип пор.

Препарат 2. Приготувати тимчасовий препарат з м'якоті плода груші, попередньо розтерши на предметному склі шматочок з кам'янистими клітинами. Розглянути при малому та великому збільшеннях мікроскопа окремі кам'яністі клітини, звернувши увагу на значне потовщення оболонки, шаруватість та розгалужені порові канали. Порові канали двох сусідніх клітин співпадають.

Препарат 3. На готових препаратах та гербарних зразках розглянути видозміни клітинної оболонки.

Лабораторне заняття № 3

ТЕМА: Типи пластид та рух цитоплазми.

Мета: визначити типи та будову пластид клітини рослинного організму, з'ясувати генетичний зв'язок між окремими типами пластид. Вивчити типи руху цитоплазми.

Об'єкти: листки традесканції зебровидної (*Tradescantia zebrina* L.), елодеї канадської (*Elodea canadensis* Michx.), валіснерії спіральної (*Vallisneria spiralis* L.), плоди стручкового перцю однорічного (*Capsicum annuum* L.) і шипшини собачої (*Rosa canina* L.), коренеплід моркви посівної (*Daucus sativus* (Hoffm.) Roehl.).

Завдання:

1. Виготовити тимчасові препарати і розглянути їх при великому збільшенні мікроскопа:

- лейкопласти в клітинах епідерми листка традесканції;

- хромопласти в клітинах одного з об'єктів (шипшина собача, морква посівна, перець однорічний).

- хлоропласти та рух цитоплазми одного з об'єктів (елодея канадська, валіснерія спіральна).

Основний зміст

Характерною особливістю рослинних клітин є наявність пластид, що пов'язано з автотрофним способом живлення. Розрізняють три типи пластид – хлоропласти, лейкопласти та хромопласти.

Хлоропласти знаходяться в зелених частинах рослин і беруть участь у процесі фотосинтезу. Зеленого кольору їм надає пігмент хлорофіл. Крім того, в хлоропластах знаходяться каротин та ксантофіл.

Хлоропласти – це тільця дископодібної або овальної форми, 3-7 мкм завдовжки. Зверху хлоропласт покритий подвійною цитоплазматичною мембраною, а всередині – заповнений матриксом. У матриксі міститься ціла система паралельно розташованих мембран. В основі цієї системи лежить замкнутий диск з двох мембран – ламела. Зливаючись краями, ламели утворюють тилакоїди. Дископодібної форми тилакоїди, зібрані групами, називають гранами. Окремі грані з'єднані між собою так званими міжгранними ламелами в єдину систему.

Хромопласти характеризуються різною формою: довгастою, кулеподібною, трикутною, зернистою та ін. Розміри їх від 4 до 12 мкм. Вони мають жовте або оранжеве забарвлення, яке зумовлене наявністю пігментів, що належать до великої групи каротиноїдів. Хлорофілу в них немає, тому вони не здатні фотосинтезувати. Внутрішньої мембранної системи у хромопластів, як правило, немає, рідше вона представлена невеликою кількістю поодиноких тилакоїдів або сіткою трубочок.

Містяться хромопласти в плодах, вегетативних органах рослин, рідше в квітках.

Лейкопласти – дрібні, безбарвні пластиди, що зустрічаються в органах запасання поживних речовин, в спорах, меристемах та зародках насінин. За формою округлі, (2-3 мкм в діаметрі), але мають здатність збільшуватися в міру нагромадження поживних речовин. Лейкопласти поділяються на три групи: амілопласти нагромаджують запасний крохмаль, протеопласти – білок та олеопласти – жир.

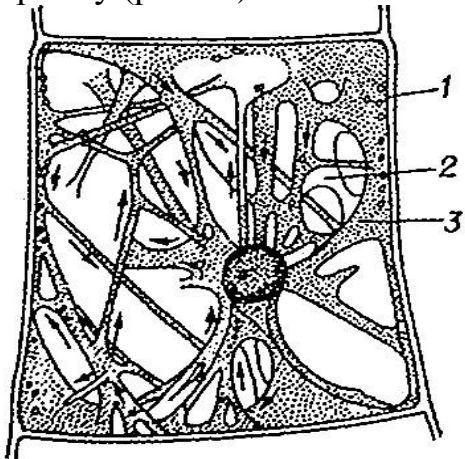
Всі пластиди генетично пов'язані між собою. Вони утворюються з пропластид, що знаходяться в зародках насінин. З пропластид на світлі утворюються хлоропласти, а в темряві – лейкопласти. Хлоропласти і лейкопласти можуть перетворюватися один в одного і в хромопласти, які є кінцевим етапом розвитку пластид.

У живих клітинах можна спостерігати рух цитоплазми, який сприяє обміну речовин. Зустрічаються такі типи руху цитоплазми: круговий, циркулярний, коливальний, фонтануючий. *Круговий* або *ротаційний* рух характерний для клітин з пристінним розташуванням цитоплазми, де помітно, як рухаються хлоропласти, захоплені цитоплазмою.

Циркулярний рух цитоплазми характерний для клітин, в яких є кілька вакуолей і рухається цитоплазма навколо кожної вакуолі окремо.

Колівальний рух цитоплазми – це такий рух, коли дрібні часточки в цитоплазмі рухаються плавно в одному напрямку.

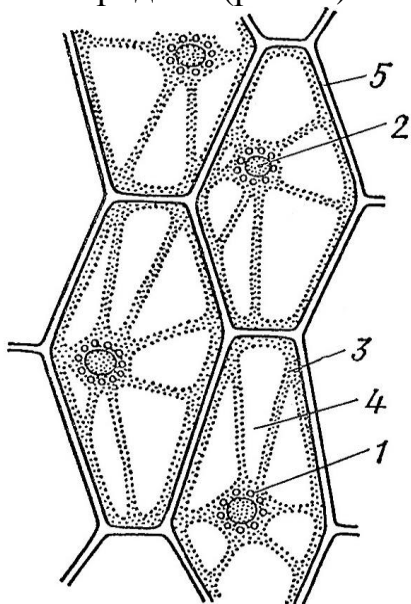
Фонтануючий рух характеризується тим, що цитоплазма у основному тяжі рухається від основи клітини, а в пристінному – у протилежному напрямку (рис. 7.).



- 1 – оболонка
- 2 – вакуоля
- 3 – цитоплазма

Рис. 7. Фонтануючий рух цитоплазми у клітинах епідермальних волосків стебла гарбуза.

Препарат 1. Зріз епідермісу з нижньої сторони листка традесканції помістити в краплю води нижньою стороною вверх. Під мікроскопом розглянути шестигранні, безбарвні, або забарвлені в блідо-фіолетовий колір, завдяки пігменту клітинного соку – антоціану, клітини. Знайти клітину з добре вираженим ядром, навколо якого помітні дрібні, безбарвні, округлі тільця – лейкопласти. Перевести мікроскоп на велике збільшення і розглянути кілька клітин, відмітивши, що клітини епідермісу мають тонкі стінки, відсутні міжклітинні простори, ядра оточені лейкопластами, зустрічаються продихи (рис. 8.).



- 1 – лейкопласти
- 2 – ядро
- 3 – цитоплазма
- 4 – вакуоля
- 5 – стінка клітини

Рис. 8. Клітини епідермісу листка традесканції зебровидної.

Препарат 2. Виготовити тимчасовий препарат з листка елодеї, розглянути клітини з хлоропластами, в яких помітний рух цитоплазми. Перевести мікроскоп на велике збільшення і звернути увагу на величину і форму хлоропластів та ротаційний рух цитоплазми, який в різних клітинах здійснюється, як за годинниковою стрілкою, так і проти (рис. 9.).

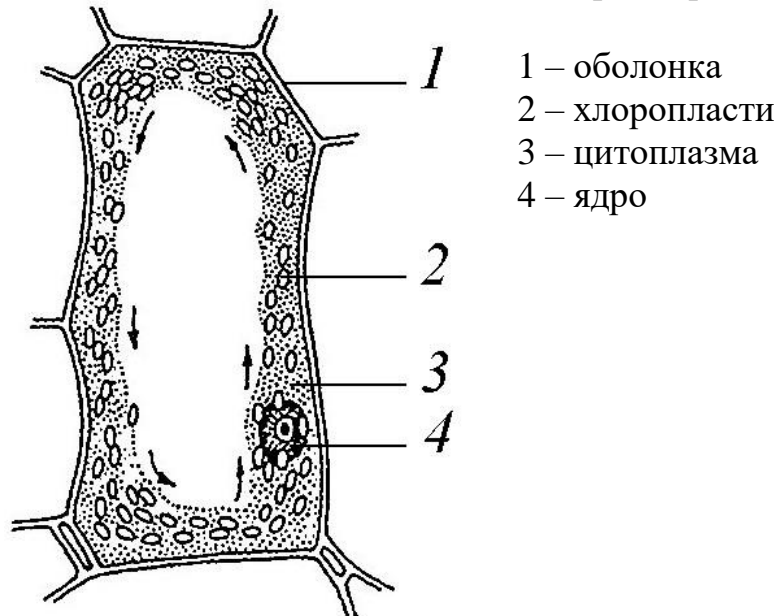


Рис. 9. Клітина листка елодеї канадської.

Препарат 3. Виготовити тимчасовий препарат з клітин м'якоті плодів шипшини, горобини, або червоного перцю. Розглянути препарат при малому та великому збільшеннях мікроскопа. Знайти хромопласти. В клітинах м'якоті плода горобини вони витягнуті, загострені, злегка вигнуті; у червоного перцю і шипшини – округлі або паличковидні (рис. 10).

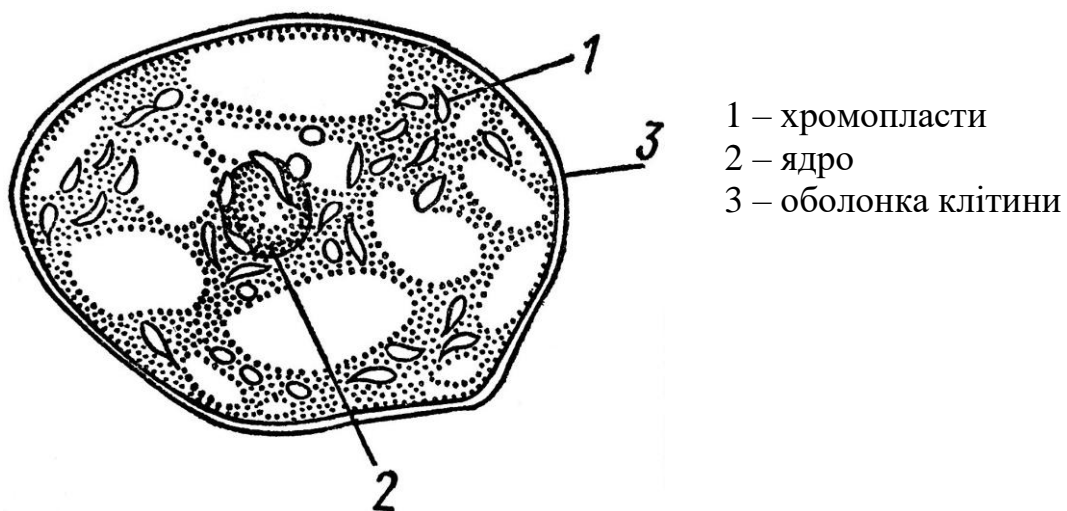


Рис. 10. Клітини м'якоті зрілого плоду шипшини собачої.

Лабораторне заняття № 4

ТЕМА: Запасні поживні речовини клітини рослинного організму.

Мета: вивчити групи запасних речовин клітин рослинних організмів та форми їх запасання.

Об'єкти: бульба картоплі (*Solanum tuberosum* L.), зернівки пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.), кукурудзи звичайної (*Zea mays* L.), вівса посівного (*Avena sativa* L.), рису посівного (*Oryza sativa* L.), насіння гороху посівного (*Pisum sativum* L.), квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) і рицини звичайної (*Ricinus communis* L.), горішки гречки їстівної (*Fagopirum esculentum* Moench.) і сім'янки соняшника однорічного (*Helianthus annuus* L.).

Завдання:

1. Виготовити тимчасові препарати крохмальних зерен бульб картоплі, зернівок пшениці, кукурудзи, вівса, насіння гороху та інших культур.
2. Провести йодну реакцію на крохмаль картоплі та крохмаль і білок гороху. Відмітити забарвлення крохмальних та алейронових зерен.
3. Розглянути складні алейронові зерна квасолі і рицини та краплини олії в насінні соняшника.
4. Приготувати тимчасовий препарат суміші борошна різних рослин, розглянути під мікроскопом і визначити склад борошна, виходячи з того, що форма, розміри та будова крохмальних зерен специфічні для кожного виду рослин.

Основний зміст

Запасні продукти за хімічною природою відносять, в основному, до трьох груп: вуглеводів, жирів і білків. Запасні вуглеводи відкладаються у вигляді вторинного крохмалю ($C_6H_{10}O_5$)_n, що нагромаджується в амілопластах насіння, бульб, цибулин, коренеплодів, кореневищ, стовбурів дерев. За своєю будовою крохмальні зерна – сферокристали, які постійно наростають зовні, тому багато які з крохмальних зерен мають шаруватість. Шаруватість може бути концентричною та ексцентричною. Розрізняють три типи крохмальних зерен: прості, складні, напівскладні.

Прості крохмальні зерна мають один утворювальний центр, навколо якого відкладаються шари крохмалю. *Складні* мають кілька утворювальних центрів і кожний з них має лише власні шари крохмалю. У *напівскладних* крохмальних зерен декілька утворювальних центрів, які мають не тільки власні шари крохмалю, а й загальні (рис. 11.).

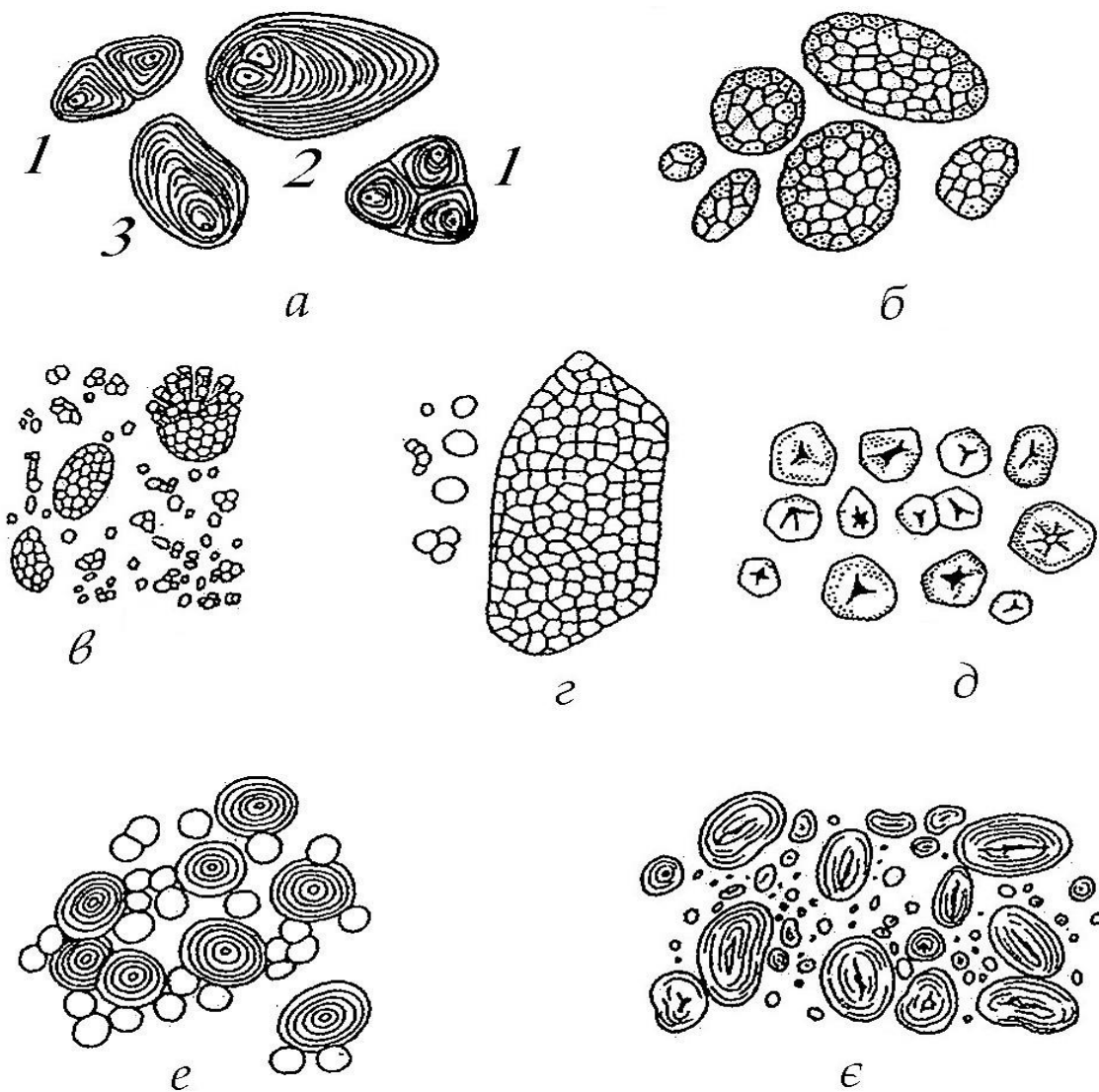


Рис. 11. Типи крохмальних зерен у різних рослин: а – у картоплі (1 – складні, 2 – напівскладні, 3 – прості); б – складні у рису; в – складні у вівса; г – складні у гречки; д – у кукурудзи; е – у пшениці; є – у гороху.

Запасні білки відкладаються в протеопластах органів запасання. Вони відрізняються від конституційних білків клітин тим, що розчиняються у воді, а при висиханні кристалізуються. Так як ці кристали можуть розчинятися і забарвлюватися, їх називають кристалоїдами. Найбільш розповсюджені алейронові зерна, які утворюються в результаті висихання вакуолей у дозрілому насінні багатьох рослин. Алейронові зерна можуть бути простими, якщо в них утворюється білковий кристалоїд, і складними, якщо в них утворюється білковий кристалоїд і один або кілька глобоїдів, що являють собою магнезіально-кальцієву сіль інозитофосфорної кислоти (рис. 12, 13).

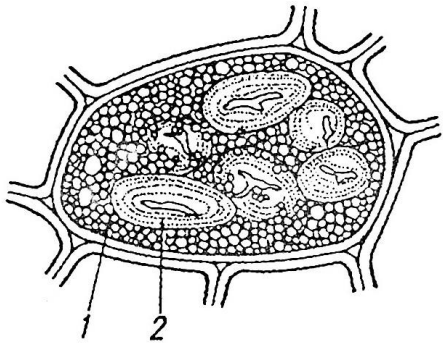


Рис. 12. Клітина сім'ядолі насіння квасолі:

1 – прості алейронові зерна;
2 – прості крохмальні зерна

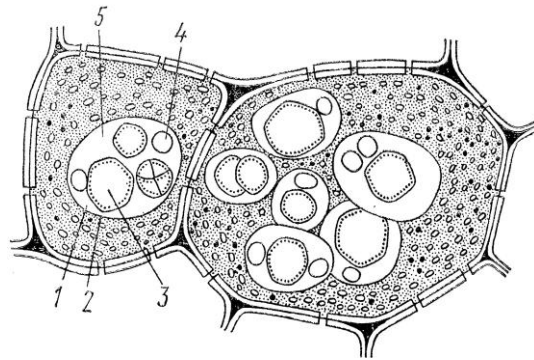


Рис. 13. Клітини ендосперму насіння рицини:

1 – алейронове зерно;
2 – оболонка алейронового зерна;
3 – кристалоїд;
4 – глобоїд;
5 – аморфна білкова маса

Олії нагромаджуються в олеопластах або у вигляді крапельок в цитоплазмі. Це найбільш економна форма запасних поживних речовин, що характерна для насіння технічних культур.

Препарат 1. З поверхні розрізаної бульби картоплі зшкребти трішечки вмісту клітин, зробити тимчасовий препарат і розглянути під мікроскопом. При великому збільшенні добре видно багато овальних або яйцевидних безбарвних крохмальних зерен. Користуючись мікрогвинтом, розглянути ексцентричну шаруватість крохмальних зерен, знайти утворювальний центр, прості, складні і напівскладні зерна. Провести реакцію забарвлення розчином йоду.

Препарат 2, 3, 4. Розрізати зернівки пшениці, кукурудзи, вівса скальпелем, зшкребти трішки ендосперму, приготувати тимчасові препарати і розглянути при великому збільшенні мікроскопа. У пшениці крохмальні зерна двох розмірів – великі з концентричною шаруватістю та дрібні без шаруватості. У кукурудзи крохмальні зерна дрібні, прості, багатокутні і без шаруватості, а із заглибиною в центрі. У вівса крохмальні зерна складні, округло-овальної форми і складаються з великої кількості простих, багатограних, дрібних зерен.

Препарат 5. Розрізати сім'ядолі насінини гороху або квасолі, зшкребти трішки борошна і приготувати тимчасовий препарат. В полі зору мікроскопа видно великі, овальні, з щілиною посередині крохмальні зерна, що мають центричну шаруватість, та велику кількість малих алейронових зерен. Провести йодну реакцію, в результаті якої крохмальні зерна набудуть синього кольору, а алейронові – жовтого.

Препарат 6. Приготувати тимчасовий препарат насінини рицини і розглянути складні алейронові зерна, які мають овальну або грушовидну форму. В кожному зерні розрізняють оболонку, один або два кристалоїди, що розміщені в розширеній частині алейронового зерна та кілька глобоїдів, що мають кулясту форму.

Лабораторне заняття № 5

ТЕМА: Поділ клітини. Фази поділу ядра.

Мета: вивчити особливості поділу ядра, відмітивши послідовні зміни кожної фази мітозу та будову метафазної хромосоми. За допомогою світлового мікроскопа навчитися знаходити клітини на різних фазах мітозу.

Об'єкти: кінчик корінця цибулі городньої (*Allium cepa* L.).

Завдання:

1. Розглянути при великому збільшенні мікроскопа фази мітозу, використовуючи постійний препарат конуса наростання кореня цибулі. Відшукати всі фази каріокінезу.
2. Вивчити будову метафазної хромосоми.

Основний зміст

У рослинному світі спостерігається кілька типів поділу ядра: *мітоз* – непрямий поділ, *мейоз* – редукційний поділ, *амітоз* – прямий поділ. З них найбільш поширеним є мітоз.

Мітоз триває 1-3 години; в ньому виділяють чотири фази: профазу, метафазу, анафазу та телофазу. Йому передують *інтерфаза* – підготовчий період між двома поділами ядра. Тривалість інтерфази складає 90 % часу всього клітинного циклу. Вона складається з трьох періодів: *пресинтетичного*, *синтетичного* і *постсинтетичного*. Пресинтетичний – найтриваліший період інтерфази (від 10 годин до кількох діб), настає відразу за поділом. Характеризується інтенсивними процесами біосинтезу структурних та функціональних білків, РНК; утворенням мітохондрій, хлоропластів, рибосом та інших органел, що зумовлюють активний ріст і функціонування клітини. У синтетичному періоді (тривалість 6-10 год) продовжується синтез білків та РНК; одночасно відбувається подвоєння молекули ДНК, синтез АТФ, та інших органічних сполук. У постсинтетичному періоді інтерфази (тривалість 3-6 год) клітина готується до поділу: синтезуються білки, з яких формуються веретено поділу та інші структури, які підлягають поділу. Запасується енергія.

У *профазі* оболонка ядра руйнується, зливаючись із цитоплазмою. Ядерце зникає і починають виявлятися хромосоми внаслідок ущільнення хроматину. Кожна хромосома складається з двох частин – *хроматид*, з'єднаних вузькою ділянкою – центромерою. Хроматиди вкорочуються і потовщуються, тобто спіралізуються. Починається формування *мітотичного (ахроматинового) веретена*, яке забезпечує розходження хромосом до полюсів клітини. Тривалість профазу 1-2 години.

Під час *метафазу* завершується спіралізація хромосом і формування веретена поділу. Відокремлені вкорочені хромосоми починають збиратися біля екватора клітини. Наприкінці метафазу всі хромосоми розміщуються в екваторіальній площині, утворюючи метафазну *пластинку*. Закінчується

Під час ділення цитоплазми (*цитокінез*) у рослинних клітинах виникає *цитоплазматична мембрана*, яка поширюється відцентрово до периферії, розділяючи клітину навпіл, після чого з'являється міжклітинна речовина (серединна пластинка), а згодом – целюлозна оболонка.

Біологічна суть мітозу полягає в тому, що відбувається точний розподіл спадкової інформації між дочірніми клітинами. Мітоз характерний для еукаріотичних клітин.

Препарат 1. Розглянути при великому збільшенні мікроскопа готовий препарат кінчика кореня цибулі, на якому зафіксовані різні фази мітозу. Вивчити процеси, які відбуваються у цитоплазмі та ядрі клітини.

Крім мітозу в рослин спостерігається також мейоз – редуційний поділ ядра, який відбувається при статевому розмноженні. Для нього характерне зменшення вдвічі числа хромосом і два поділи ядра, що проходять один за одним. В результаті мейозу з однієї материнської диплоїдної клітини утворюються чотири гаплоїдних.

Лабораторне заняття № 6

ТЕМА: Меристематичні (твірні) тканини.

Мета: вивчити класифікацію тканин рослинного організму, визначити місце та функції твірної тканини. Вивчити особливості будови, розміщення та диференціації апікальної меристеми конуса наростання кореня та стебла.

Об'єкти: кінчик корінця пшениці м'якої (*Triticum aestivum L.*), верхівка пагона елодеї канадської (*Elodea canadensis Michx.*).

Завдання:

1. Розглянути при малому та великому збільшеннях мікроскопа конус наростання стебла елодеї та кореня пшениці, використовуючи постійні препарати.

2. Вивчити будову клітин конуса наростання стебла елодеї, відмітивши диференціацію клітин промеристеми на туніку і корпус за теорією Шмідта.

3. Вивчити будову конуса наростання кореня пшениці, відмітивши первинну диференціацію на дерматоген, перилему і плерому згідно з теорією гістогенів Ганштейна.

Основний зміст

Тканина – це група клітин, які мають спільне походження, подібну будову і виконують подібні функції. Розрізняють шість типів тканин: твірні (меристеми), основні, покривні, механічні, провідні і видільні.

Твірні тканини, або *меристеми* – це вихідні (ембріональні) тканини, з яких утворюються постійні. Твірні тканини мають ряд специфічних анатомічних ознак. Вони складаються з невеликих тонкостінних клітин, які

щільно прилягають одна до одної та заповнені густою цитоплазмою. Значну частину об'єму клітин займає ядро. Клітини меристеми, за винятком камбіальних, паренхімного типу. Вони постійно діляться, ростуть і перетворюються на спеціалізовані тканини.

Твірні тканини класифікуються за розміщенням в органах рослин та за походженням. За розміщенням вони поділяються на апікальні (верхівкові), латеральні (бічні), інтеркалярні (вставні) та раневі. За походженням їх поділяють на первинні і вторинні. З первинної твірної тканини складаються зародки насінин, верхівкові меристеми стебла та кореня. Верхівкові меристеми отримали назву конусів наростання, тому що забезпечують ріст стебла у висоту, а кореня в довжину. Починається точка росту ініціальними клітинами, які постійно діляться і завжди залишаються меристематичними. В результаті ділення меристематичних клітин конуса наростання утворюється промеристема, яка поступово диференціюється на постійні тканини первинної анатомічної будови.

Вторинні твірні тканини виникають з первинних або з основної тканини. До них відносяться камбій, що виникає з прокамбію або з основної тканини і забезпечує ріст стебла і кореня в товщину та фелоген (корковий камбій), що виникає з клітин основної тканини. Він формує вторинну комплексну покривну тканину – перидерму. З цієї меристеми назовні утворюється коркова тканина – фелема, а в середину – фелодерма.

Препарат 1. Розглянути готовий препарат конуса наростання стебла елодеї (рис. 15.).

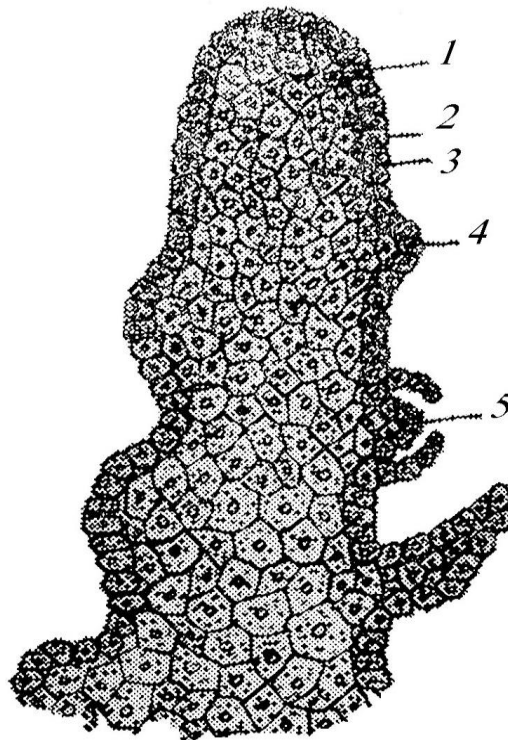


Рис. 15. Поздовжній зріз конуса наростання елодеї канадської:
1 – ініціальні клітини; 2 – туніка; 3 – корпус; 4 – первинний бугорок;
5 – пазушна брунька.

На верхівці розміщені ініціальні клітини, нижче – первинні бугорки, з яких поступово формуються примордіальні (зародкові) листки. В пазухах первинних бугорків утворюються вторинні або зачатки бічних бруньок. У конусі наростання стебла відбувається первинна диференціація клітин за теорією Шмідта (1924) на туніку, яка складається з декількох зовнішніх шарів клітин та корпус, представлений всіма іншими клітинами. В процесі подальшої диференціації із туніки утворюється епідерміс і частина або повністю первинна кора. З клітин корпусу утворюється центральний циліндр і частина первинної кори.

Препарат 2. Приготувати тимчасовий препарат кінчика кореня пшениці і розглянути під мікроскопом на межі з корневим чохлаком. На препараті видно, що клітини розміщені вертикальними рядами. На самому кінчику клітини дрібні, а потім розміри їх поступово збільшуються. Найдрібніші клітини – ініціальні, потім формується промеристема, яка в подальшому диференціюється на дерматоген, периблему і плерому згідно з теорією гістогенів Ганштейна (1868). Дерматоген – зовнішній шар клітин, що діляться лише радіальними перегородками і збільшуються по колу, а в товщину не наростають.

З дерматогену утворюється покривна частина кореня (епіблема). Під дерматогеном розміщена багатошарова периблема, клітини якої діляться як радіальними так і тангентальними перегородками і наростання здійснюється в двох напрямках. З периблеми формується первинна кора. В центрі знаходиться багатошарова плерома, з якої формується центральний циліндр. В плеромі виділяються групи клітин, в яких переважає радіальний поділ і з часом з них формується прокамбій, з якого виникають судинно-волокнисті пучки (рис. 16.).

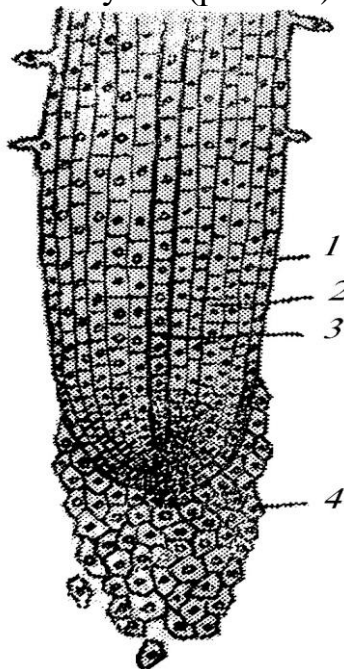


Рис. 16. Поздовжній зріз конуса наростання кінчика кореня пшениці: 1 – дерматоген; 2 – периблема; 3 – плерома; 4 – корневий чохлак.

Лабораторне заняття № 7

ТЕМА: Первинна покривна тканина. Форми епідермальних волосків. Вторинні покривні тканини.

Мета: вивчити особливості будови первинної покривної тканини епідермісу, продихів, епідермальних волосків. Вивчити особливості утворення і будову вторинної покривної тканини – корку, виникнення перидерми та сочевички. Вивчити особливості будови та утворення кірки.

Об'єкти: листки кукурудзи звичайної (*Zea mays* L.), пеларгонії зональної (*Pelargonium zonale* (L.) Ait.), півників німецьких (*Iris germanica* L.), маслинки вузьколистої (*Elaeagnus angustifolia* L.), стебла бузини чорної (*Sambucus nigra* L.) та дуба звичайного (*Quercus robur* L.)

Завдання:

1. Виготовити тимчасовий препарат епідермісу нижньої сторони листка вказаних об'єктів і розглянути при малому та великому збільшеннях мікроскопа, звернувши увагу на форму клітин епідермісу, їх з'єднання та різницю в будові клітин епідермісу і замикаючих клітин продихів.

2. Розглянути на готовому препараті при великому збільшенні мікроскопа поперечний зріз через продих, відмітивши клітини продиху, продихову щілину, передній та задній дворики, мезофіл листка, повітряну порожнину.

3. Розглянути різні типи епідермальних волосків на таблицях та препаратах і знайти зірчасті багатоклітинні волоски маслинки вузьколистої.

4. Використовуючи готовий препарат, розглянути при малому збільшенні мікроскопа будову перидерми та сочевички на поперечному зрізі, відмітивши залишки епідермісу, корок (фелему), корковий камбій (фелоген), коркову паренхіму (фелодерму) та заповнюючі клітини – сочевички.

5. Використовуючи готовий препарат, розглянути при малому збільшенні мікроскопа будову кірки на поперечному зрізі, відмітивши шари корку, відмерлі клітини кори та функціонуючий фелоген.

Основний зміст

Покривні тканини захищають рослину від впливу несприятливих зовнішніх чинників і забезпечують газообмін із середовищем. Особливе значення покривні тканини мають для наземних органів – листків, квіток, плодів, пагонів.

Серед покривних тканин виділяють три групи:

1. Група зовнішніх тканин з переважанням функцій регуляції газообміну, транспірації та механічного захисту (власне покривні тканини – епідерма, перидерма, кірка).

2. Група зовнішніх тканин з переважанням функції поглинання (епіблема коренів, веламен).

3. Група внутрішніх тканин з переважанням функцій розмежування та регуляції проходження речовин (ендодерма, екзодерма, клітини обкладки судинних пучків).

Епідерміс – це первинна покривна тканина листків, квіток, деяких плодів, а також пагонів багатьох трав'янистих рослин. Певний час молоді пагони деревних і чагарникових рослин теж вкриває епідерміс.

За своїми властивостями, будовою і виконуваними функціями епідерміс належить до поліфункціональних тканин. Він відіграє захисну роль, бере участь у синтезі різноманітних речовин, у сприйнятті подразнень, поглинанні іонів та поживних речовин, у рухах листків. Одночасно епідерміс належить до категорії складних тканин, оскільки до його складу входить три групи клітин, які відрізняються за морфологічними та анатомічними ознаками: *основні клітини епідермісу*; *клітини-замикачі* і *побічні клітини* продихів; *трихоми* (похідні епідермальних клітин у вигляді виростів або волосків).

Основні клітини епідермісу живі, містять ядро, густу цитоплазму і дрібні лейкопласти. В міру росту клітин у них утворюються вакуолі, нерідко з розчиненим у клітинному соку пігментом антоціаном. За формою основні клітини епідермісу різноманітні, часто мають звивисті контури бічних стінок, що сприяє з'єднанню їх між собою. Зовнішні стінки клітин епідермісу значно потовщені і покриті тонкою плівкою – *кутикулою*, просоченою воскоподібною речовиною – *кутином*. Особливо добре кутикула розвивається в рослин посушливих місцевостей. У деяких рослин (хвощі, осоки, злаки) стінки епідермальних клітин бувають просочені кремнеземом (SiO_2).

Серед клітин епідермісу є клітини, що утворюють *продихи*. Продихи складаються, як правило, з двох замикаючих клітин, рідше з чотирьох. Між замикаючими клітинами продиху розміщена продихова щілина. Замикаючі, клітини містять хлоропласти, на відміну від клітин епідермісу і потовщення оболонок з боку продихової щілини. Продихи, в залежності від умов, можуть бути закритими і відкритими. Наявність хлоропластів забезпечує процес фотосинтезу, сприяє накопиченню моносахаридів і тим самим збільшує концентрацію клітинного соку. Завдяки цьому із сусідніх клітин епідермісу всмоктується вода. Концентрація клітинного соку зменшується, але збільшується тургорний тиск. При цьому вміст клітини тисне на оболонку, розтягуючи тонку частину оболонки замикаючих клітин продиху, вони округляються і відтягують товсту частину – продих відкривається. Ступінь закриття і відкриття продихів залежить від екологічного типу рослин, від процесу фотосинтезу та від забезпечення водою і поживними речовинами.

У дводольних рослин продихи розміщені у нижньому епідермісі листка, в однодольних – і у верхньому, і у нижньому. На 1 мм^2 епідермісу листка розміщується 300-400 продихів.

Крім звичайних продихів є спеціалізовані, крізь які виділяється краплиннорідка 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*.

Клітини епідермісу часто утворюють на поверхні особливі вирости (волоски) – *трихоми*. Вони мають вигляд видовжених загострених клітин, сосочків, горбочків, гачків, лусочок. Розрізняють *одноклітинні* волоски, які не відокремлюються перегородкою від клітин шкірки, з яких вони утворились, і *багатоклітинні*. Останні бувають різноманітної форми: однорядні (картопля), кущисті (платан, дивина), лусковидні і зірчастолусковидні, масивні, які складаються з кількох ніби ниткоподібних багатоклітинних волосків (деякі губоцвіті, бегонії). Іноді з верхньої клітини багатоклітинних волосків виділяються специфічні речовини. В цьому випадку трихоми називаються *залозистими*. Бувають також жалкі волоски (кропива).

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.

Епідерміс у дводольних рослин функціонує протягом одного вегетаційного періоду. На зміну йому у деревних форм виникає вторинна покривна тканина – *корок*. Для цього необхідне закладання вторинної меристеми – коркового камбію (*фелогену*).

Фелоген може утворюватися з клітин самого епідермісу, але частіше він виникає з паренхімних клітин основної тканини первинної кори. Закладається він кільцем або окремими ділянками.

В результаті ділення фелогену, назовні відкладаються клітини, з яких виникає *корок* (фелема). Це багатошарова тканина, клітини якої розміщені правильними радіальними рядами, без міжклітинників. Оболонки клітин корку поступово насичуються суберином, корковіють, живий вміст клітин відмирає, порожнина заповнюється повітрям, смолянистими речовинами і, в результаті цього, тканина стає непроникною для води і повітря. До середини стебла фелоген відкладає один або два шари фелодерми, представленої живими паренхімними клітинами, які містять хлоропласти.

Комплекс клітин корку (фелеми), коркового камбію (фелогену) та коркової паренхіми (фелодерми) називається *перидермою*.

Фелоген – меристема періодичної дії і закладається в стеблі багато раз. У міру росту стебла в товщину зовнішній шар корку розривається і в більш глибоких шарах первинної кори закладається новий фелоген, який формує нову перидерму. Між шарами перидерми знаходяться клітини кори, які відмирають, тому що до них не надходять поживні речовини. Таким чином, на периферії стебла з часом нагромаджується комплекс мертвих тканин до працюючого фелогену. Таке утворення називається *кіркою*. В міру росту рослини кірка злущується. Розрізняють два типи

кірки: лусковидну, коли фелоген закладається окремими ділянками, і кільцеву, коли фелоген закладається суцільним кільцем.

Для забезпечення газообміну внутрішніх тканин у корковому шарі формуються так звані сочевички. Сочевичка заповнена виповнюючою тканиною, клітини якої окорковілі і розміщені рихло, із значною кількістю міжклітинників. Влітку сочевички відкриті і виконують функцію продихів, а на зиму закриваються смолянистими речовинами.

Препарат 1. Приготувати тимчасовий препарат епідермісу з нижньої сторони листка пеларгонії і розглянути при малому і великому збільшеннях мікроскопа. Звернути увагу на звивистість оболонок клітин епідермісу, на відсутність в них хлоропластів, на безсистемне розміщення продихів, форму замикаючих клітин. Знайти епідермальні та ефіроносні волоски (рис. 17.).

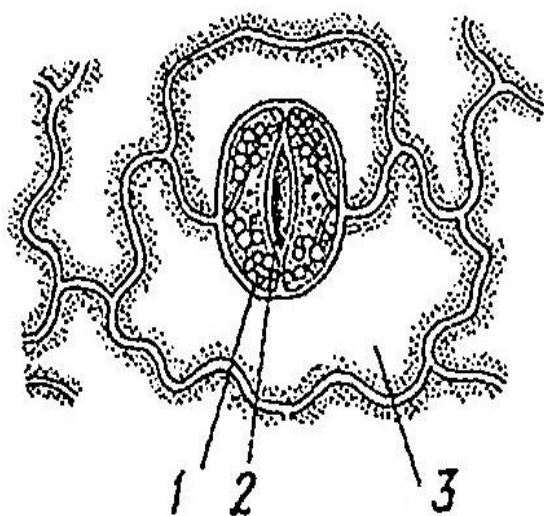


Рис. 17. Епідерміс листка пеларгонії зональної:

1 – замикаюча клітина; 2 – продихова щілина; 3 – побічна клітина.

Препарат 2. Приготувати тимчасовий препарат епідермісу листка півників німецьких і розглянути при малому та великому збільшеннях. Звернути увагу на витягнуті клітини епідермісу, оболонки яких не мають звивин. Продихи складаються з двох замикаючих клітин бобовидної форми досить значних розмірів.

Препарат 3. Приготувати тимчасовий препарат епідермісу листка кукурудзи і розглянути його при малому та великому збільшеннях мікроскопа. Звернути увагу на витягнуту форму клітин, звивистість їх оболонок і рівні ряди продихів. Замикаючі клітини продихів мають гантелеподібну форму, в розширених кінцях яких розміщені хлоропласти. Біля кожного продиху є ще дві супутні (побічні) клітини, які значно відрізняються від клітин епідермісу (рис. 18.).

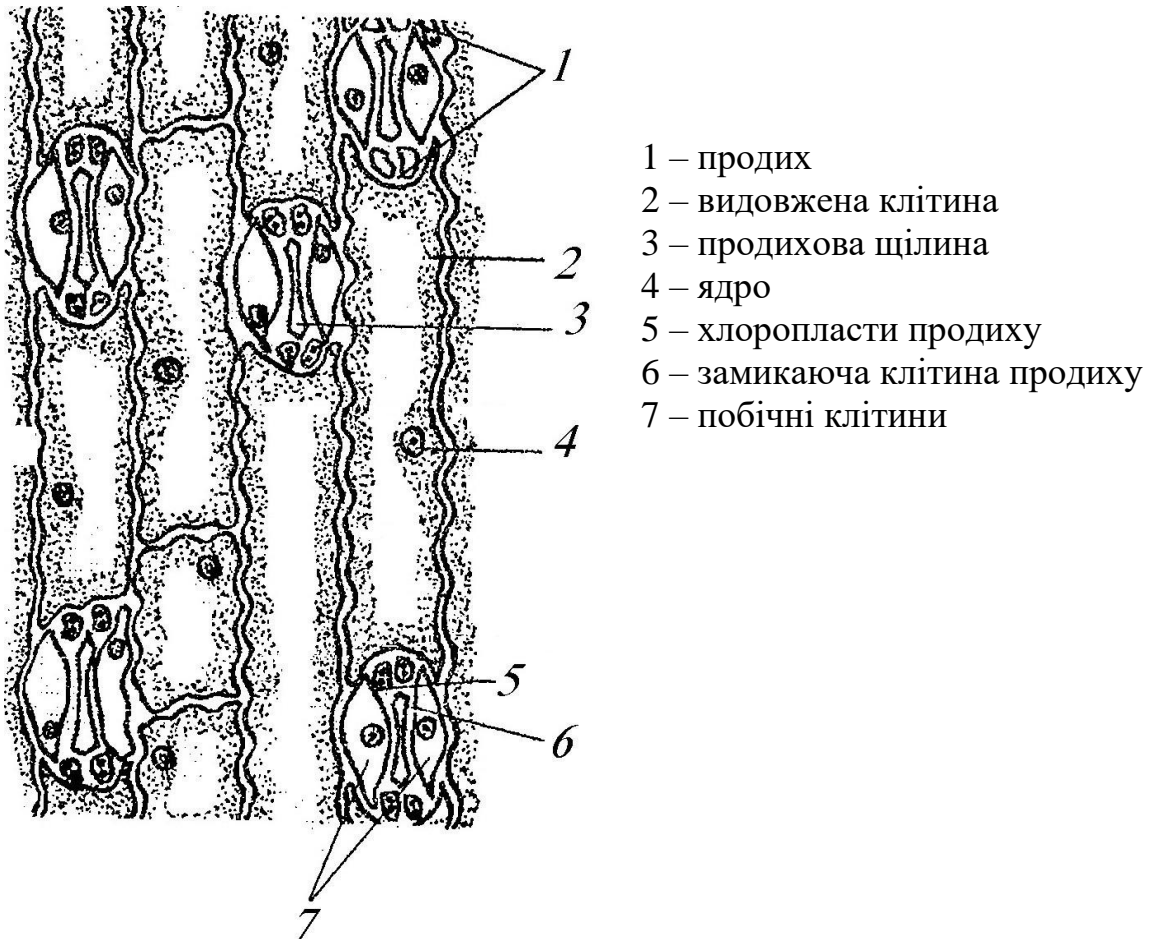


Рис. 18. Епідерміс листка кукурудзи звичайної.

Препарат 4. Використовуючи готовий препарат поперечного зрізу листка півників, вивчити будову продихів. Серед відносно великих клітин епідермісу розміщені замикаючі клітини продихів. Під продихом розміщена повітряна порожнина, з якої насичене водяною парами повітря переходить спочатку в задній, а потім у передній дворик. Видно, що оболонки замикаючих клітин від продихової щілини потовщені. На зовнішніх оболонках клітин епідермісу добре помітна кутикула (рис. 19.).

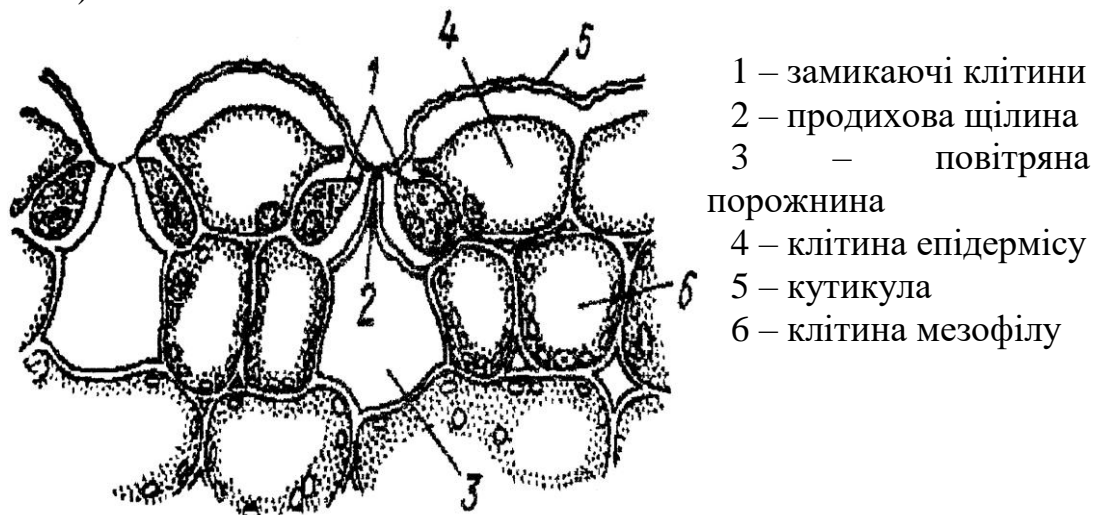
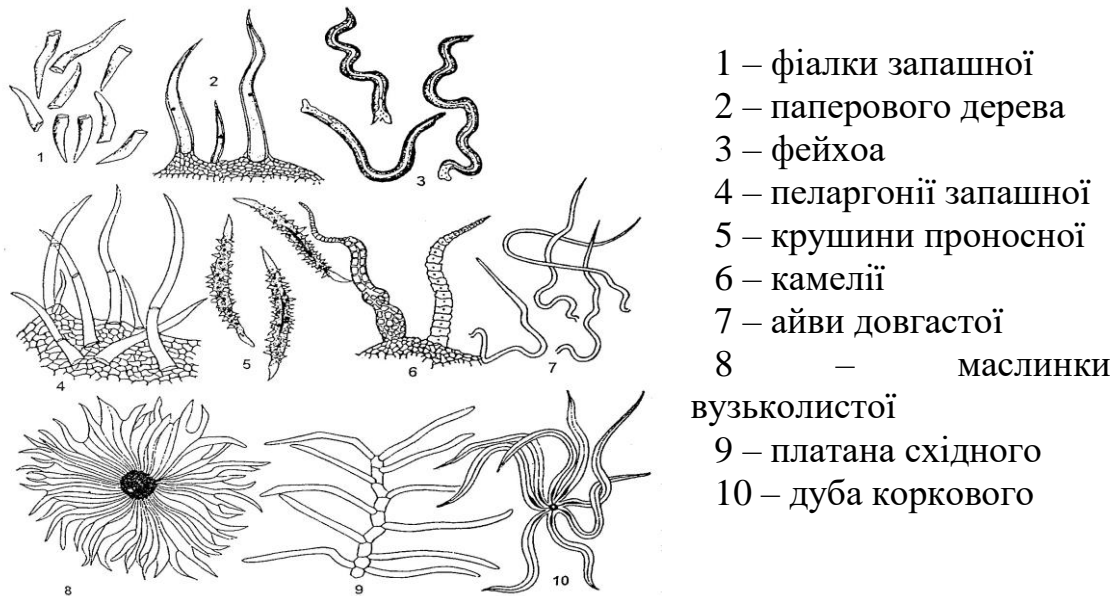


Рис. 19. Поперечний зріз епідермісу листка півників німецьких.

Препарат 5. Розглянути епідермальні волоски різних об'єктів за допомогою мікроскопа та за таблицями (рис. 20.).



- 1 – фіалки запашної
- 2 – паперового дерева
- 3 – фейхоа
- 4 – пеларгонії запашної
- 5 – крушини проносної
- 6 – камелії
- 7 – айви довгастої
- 8 – маслинки
- 9 – вузьколистої
- 10 – платана східного
- 10 – дуба коркового

Рис. 20. Одноклітинні і багатоклітинні прості волоски.

Препарат 6. Розглянути поперечний зріз через зовнішні тканини стебла бузини. Звернути увагу на те, що корок розміщений під залишками епідермісу. Клітини його мають потовщені окоркові оболонки темного кольору. Під тиском тканин, які ростуть зсередини, клітини корку здавлюються, їх радіальні стінки стають звивистими, а в тангентальному напрямку вони розтягуються і розриваються. Під корком знаходиться фелоген – вторинна латеральна меристема періодичної дії, який представлений одним шаром клітин. Кожна клітина фелогену назовні відкладає стовпчик клітин корку, а всередину – декілька клітин фелодерми.

Таким чином, на поверхні гілки бузини до кінця першого року вегетації утворюється комплекс тканин, який носить назву перидерма, і складається із вторинної покривної тканини – корку (фелеми), вторинної латеральної меристеми – коркового камбію (фелогену) і основної тканини – коркової паренхіми (фелодерми).

Препарат 7. Розглянути постійний препарат кірки дуба, на якому чітко видно кілька шарів перидерми, між якими розміщені клітини первинної кори. Всі вони утворюють комплекс мертвих тканин, що виконує захисну функцію (рис. 21.).

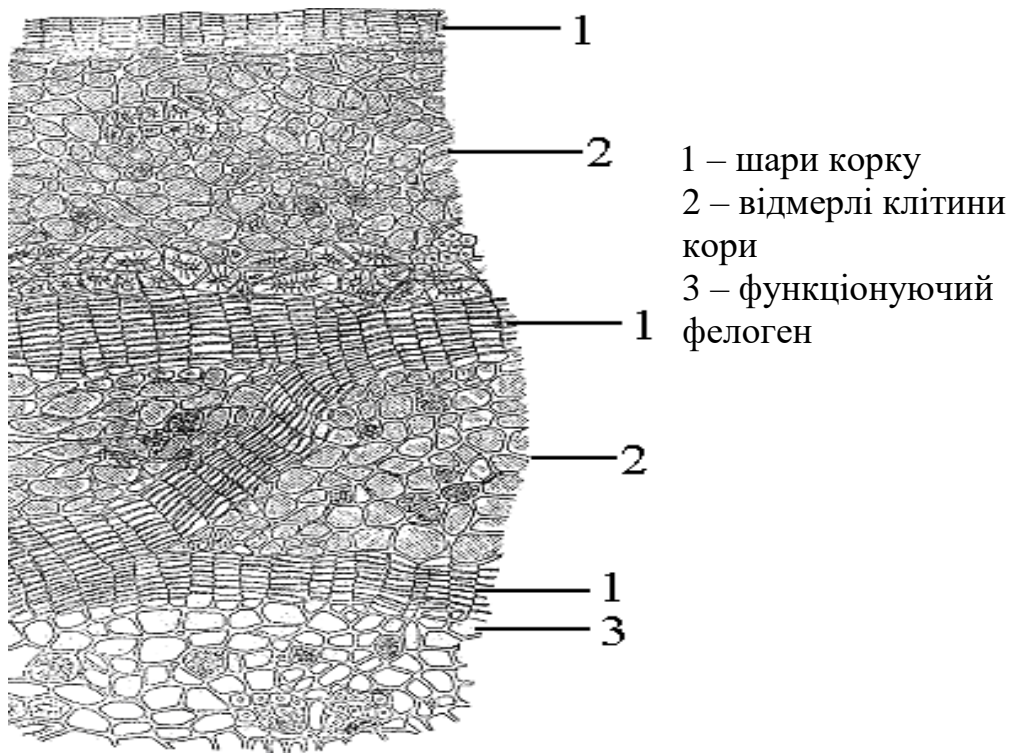


Рис. 21. Кірка дуба звичайного на поперечному зрізі.

Препарат 8. Розглянути сочевички на гілочках бузини та постійному препараті, відмітити заповнюючі клітини сочевички. Вони розміщені рихло, з великою кількістю міжклітинників, мертві і забарвлені в коричневий колір. Рихле розміщення заповнюючих клітин викликає розрив епідермісу і утворення тріщини, через яку здійснюється газообмін і транспірація. Утворюється сочевичка в результаті роботи фелогену (рис. 22.).

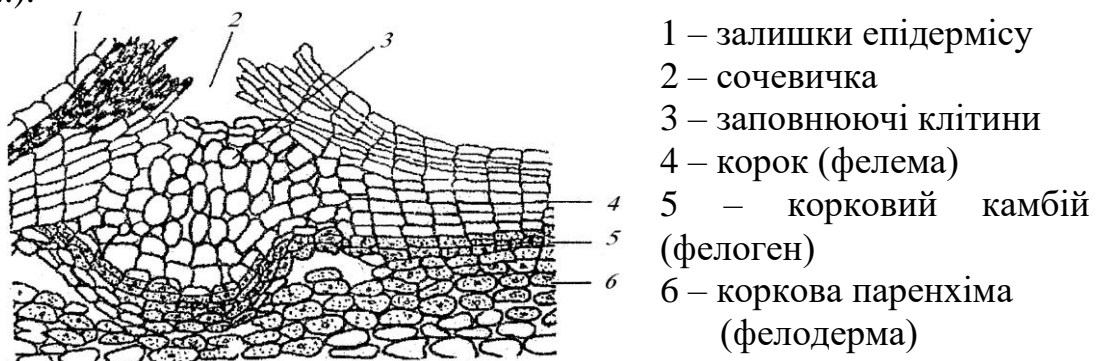


Рис. 22. Перидерма гілки бузини чорної з сочевичкою.

Лабораторне заняття № 8

ТЕМА: Механічні, основні та видільні тканини.

Мета: вивчити особливості будови, функції і класифікацію механічних, основних та видільних тканин.

Об'єкти: стебла соняшника однорічного (*Helianthus annuus* L.), гарбуза звичайного (*Cucurbita pepo* L.), кукурудзи звичайної (*Zea mays* L.), льону звичайного (*Linum usitatissimum* L.), ячменю звичайного (*Hordeum vulgare* L.), листки лимону (*Citrus limon* Burm. fil.), рису посівного (*Oryza sativa* L.), занікелії болотної (*Zannichellia palustris* L.) і буряка звичайного (*Beta vulgaris* L.), плід груші звичайної (*Pyrus communis* L.).

Завдання:

1. Використовуючи готові та тимчасові препарати розглянути при малому та великому збільшеннях мікроскопа:

а) кутову та пластинчасту коленхіму (стебло соняшника і листок буряка);

б) первинну і вторинну склеренхіму та склеренхіму перициклічного походження (стебла соняшника, кукурудзи, льону);

в) луб'яні та деревні волокна в судинно-волокнистих пучках стебел кукурудзи і гарбуза;

г) склереїди в м'якоті плода груші;

д) різні типи основної тканини (асиміляційну, запасуючу, поглинаючу, водоносну, аеренхіму);

ж) типи видільних тканин зовнішньої та внутрішньої екскреції (прості і складні залозисті волоски, нектарники, гідатоци, ідіобласти, членисті і нечленисті молочники, схізогенні та лізигенні вмістилища).

Основний зміст

До механічних тканин відносять коленхіму, склеренхіму та склереїди.

Коленхіма 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.

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: волокна і склереїди. 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 прокамбіальне 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.

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.

Склереїди, або кам'яністі 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'яністі 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 (рис. 23.).

Основні тканини називають паренхімами. Вони заповнюють органи рослин. Клітини основної тканини живі, з тонкими оболонками.

За походженням основні тканини класифікують на первинні та вторинні, а за функціями на асимілюючу, поглинаючу, запасуючу, водоносну, повітряноносну.

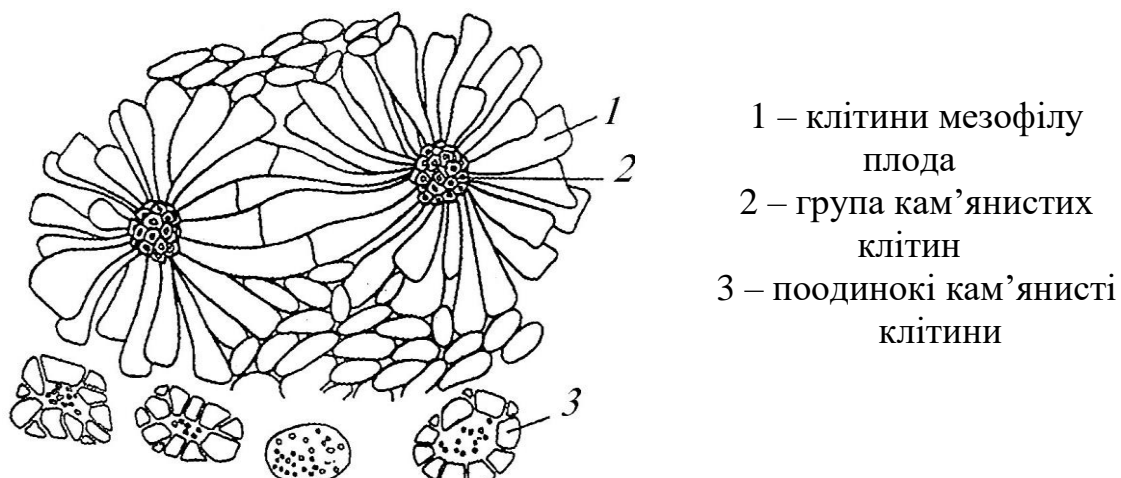


Рис. 23. Склерейди (кам'янисті клітини) плода груші.

Асимілююча паренхіма (хлоренхіма) представлена живими клітинами, що містять хлоропласти і виконують функцію фотосинтезу. Вона характерна для листків та пагонів.

Запасуюча паренхіма – живі паренхімні клітини, що знаходяться в кореневищах, бульбах, насінинах та інших органах запасання поживних речовин і нагромаджують білки, жири та вуглеводи.

Водоносна паренхіма представлена безбарвними клітинами з великими вакуолями. Тут відбувається не лише запасання води, а й нагромадження різних речовин, які є поживним резервом.

Повітряноносна паренхіма (аеренхіма) зустрічається у рослин, органи яких занурені у воду. Вона характеризується великою кількістю міжклітинників, заповнених повітрям, і забезпечує рослину не тільки киснем і вуглекислим газом, а й її плавучість.

Поглинаюча паренхіма – це тканина, яка всмоктує поживні речовини, складається з великих паренхімних клітин, в оболонках яких багато пор і різний осмотичний тиск. Знаходиться під епіблемою в зоні всмоктування кореня.

Видільні тканини виводять з рослинного організму речовини, які рослиною не використовуються і поділяються на видільні тканини зовнішньої та внутрішньої екскреції. До структур зовнішньої екскреції відносять: *гідатоди* (водні продихи), через які виділяється вода при високій вологості повітря; *залозисті волоски*, які виділяють солі, камеді, ефірні олії, кислоти; *нектарники*, які виділяють водний розчин цукру, вітамінів, алкалоїдів та мінеральних солей (нектар). До структур внутрішньої екскреції відносять: *смоляні ходи*, *внутрішні секреторні порожнини*, *молочники* та *ідіобласти*. Є два типи секреторних порожнин: *схізогенні*, що формуються в результаті розсування раніше щільно

з'єднаних клітин та *лізигенні*, що виникають шляхом лізису оболонок групи клітин (нагромаджують смоли, дубильні речовини, ферменти, ефірні олії). *Молочники* нагромаджують молочний сік (латекс) і характерні квітковим рослинам (мак, латук, кульбаба, осот жовтий, чистотіл, молочай та ін.). Вони бувають членисті і нечленисті (членисті – утворені з групи клітин, що розростаються і діляться, а нечленисті – з однієї, що розростається). *Ідіобласти* – поодинокі клітини, що нагромаджують кінцеві продукти обміну в рідкому стані.

Препарат 1. Розглянути на постійному препараті стебла кукурудзи первинну склеренхіму. Звернути увагу на мертві, прозенхімні, здерев'янілі клітини з рівномірно потовщеними стінками.

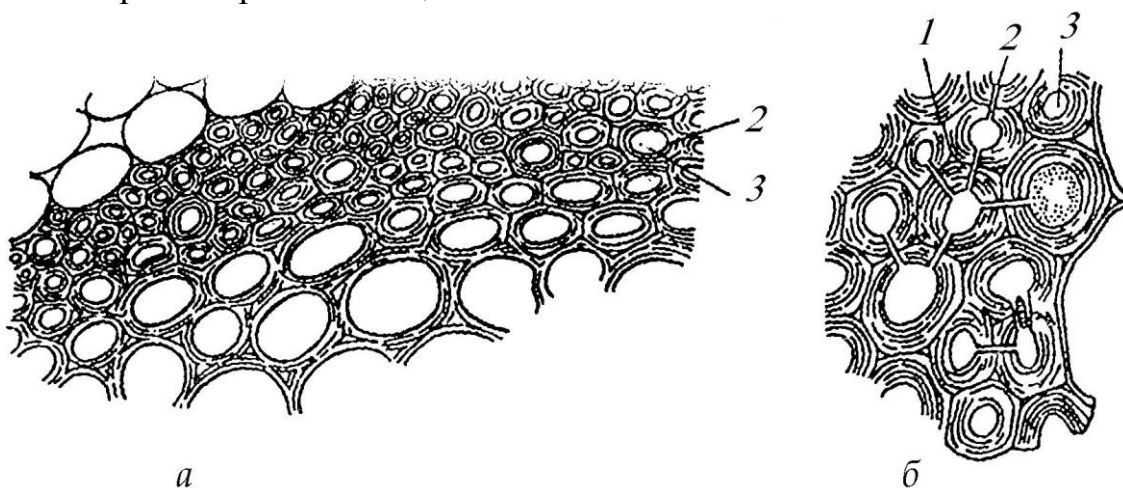


Рис. 24. Деревні волокна: а – склеренхіма перициклічного походження, б – деревні волокна на поперечному зрізі; 1 – стінка клітини, 2 – проста пора, 3 – порожнина клітини.

Препарат 2. Розглянути на готовому препараті пластинчасту коленхіму стебла соняшника і кутову коленхіму листка буряка, порівняти їх будову (рис. 25.).

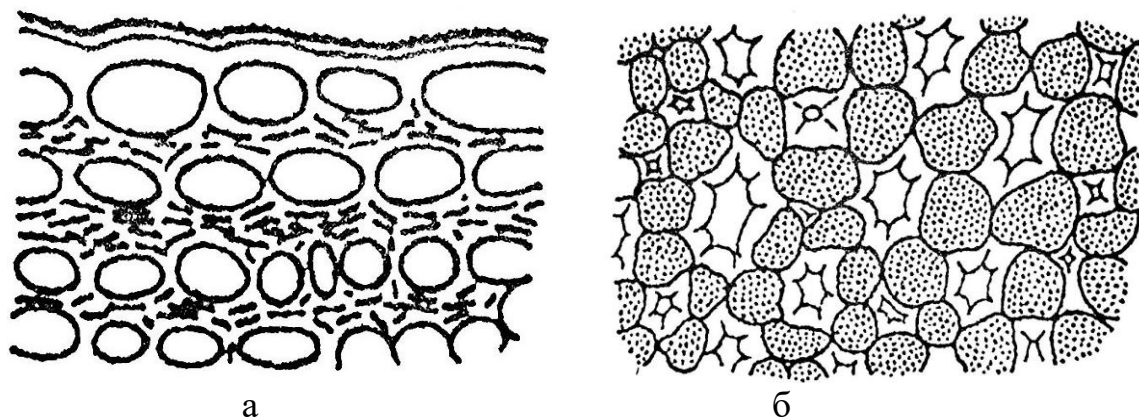


Рис. 25. Типи коленхіми: а – пластинчаста, б – кутова.

Препарат 3. Розглянути готові препарати стебла льону з луб'яними волокнами і стебла гарбуза з деревними волокнами. Порівняти деревні та луб'яні волокна (рис. 26.).

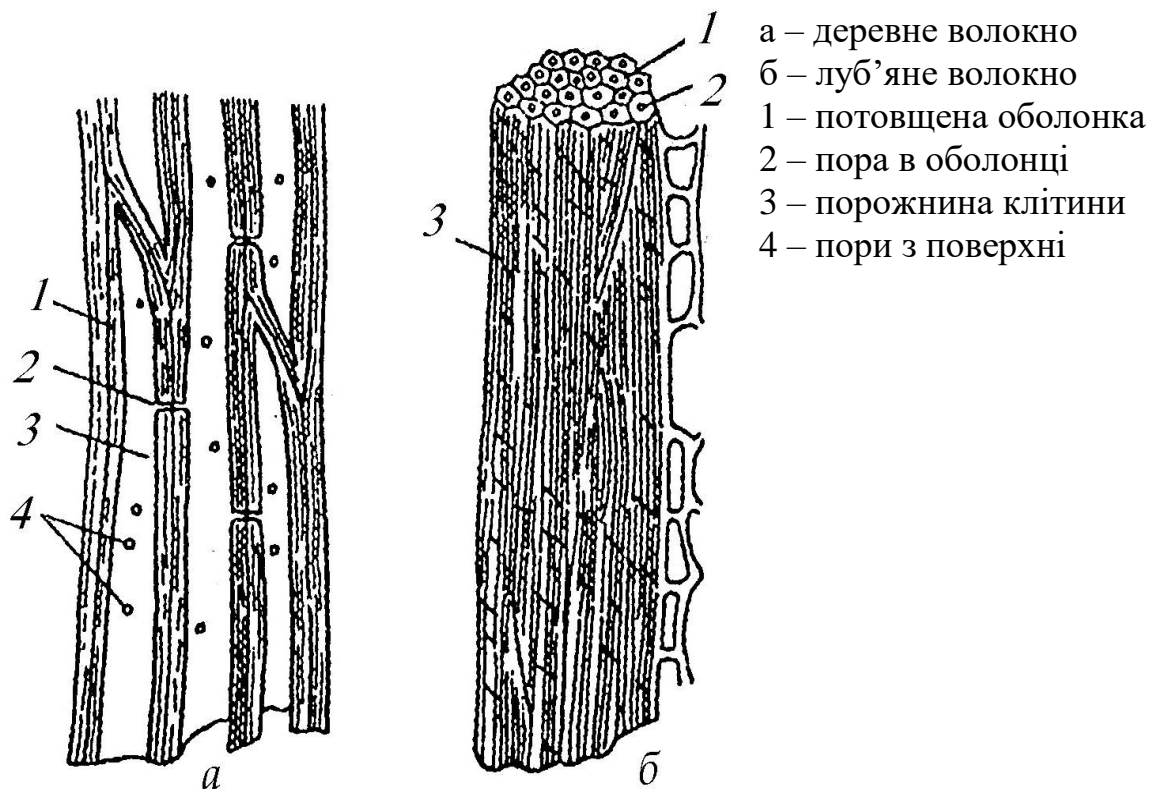


Рис. 26. Деревне та луб'яне волокна.

Препарат 4. Розглянути на готових препаратах кореня півників, листка лимона, зернівки пшениці, листка сфагнуму, стебла занікелії різні типи основної тканини.

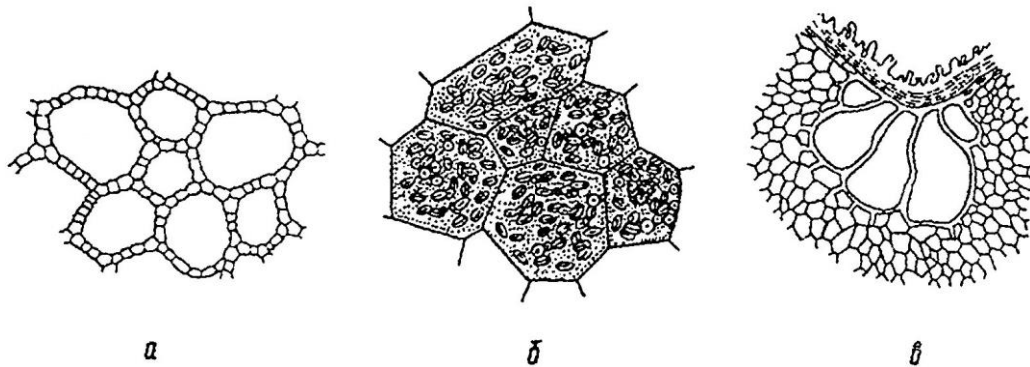


Рис. 27. Види основної тканини: а – аеренхіма черешка занікелії, б – запасуюча паренхіма ендосперму зернівки жита, в – водоносні клітини листка рису.

Препарат 5. Розглянути різні типи видільних тканин зовнішньої та внутрішньої екскреції.

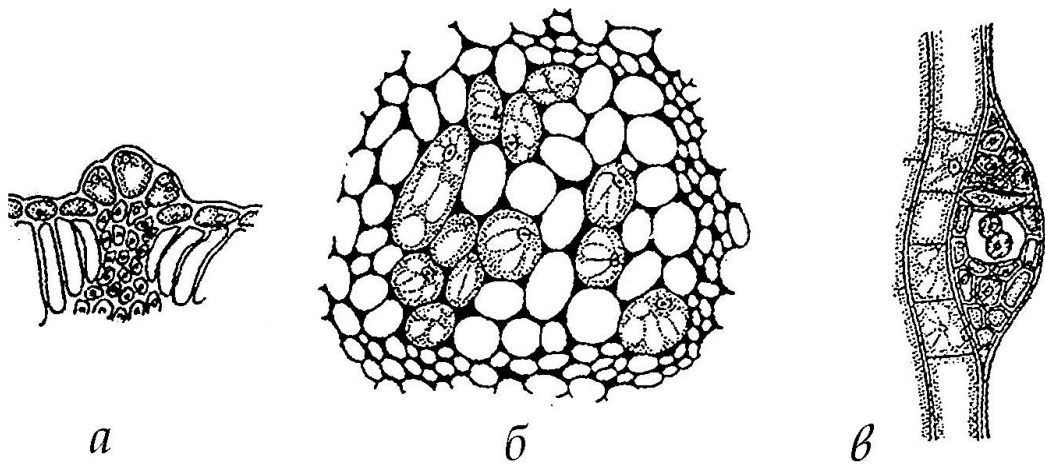


Рис. 28. Видільні тканини: а – залозистий волосок петрушки, б – ідіобласти листка герані, в – смоляний хід деревини сосни.

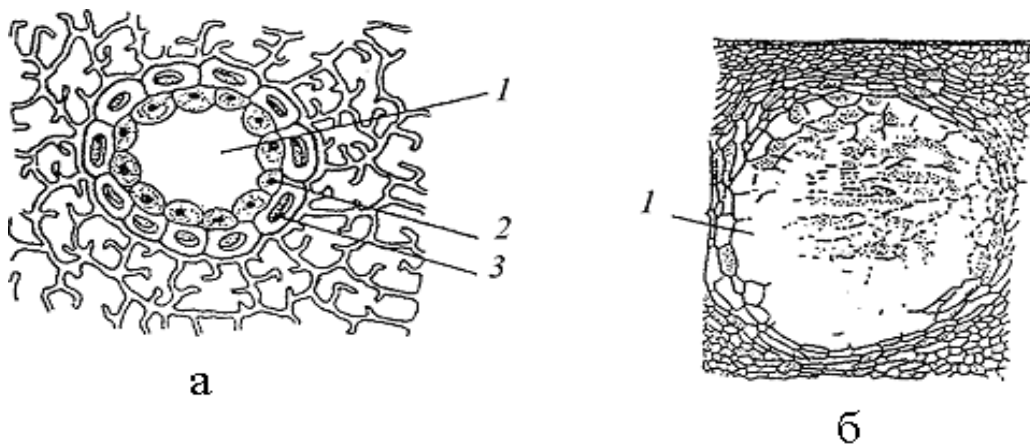


Рис. 29. Внутрішньосекреторні вмістилища: а – схізогенне, б – лізігенне (1 – порожнина вмістилища; 2 – вистилаючі клітини; 3 – клітини механічної тканини).

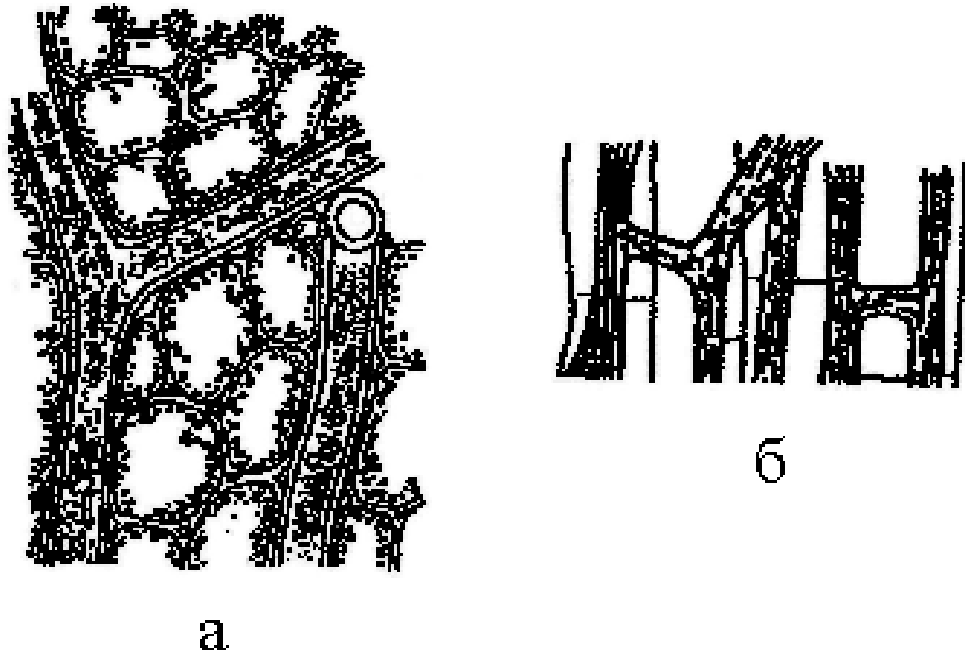


Рис. 30. Види молочників: а – нечленисті молочники молочаю, б – членисті молочники кореня кульбаби.

Лабораторне заняття № 9

ТЕМА: Провідні тканини. Типи провідних пучків та їх будова.

Мета: вивчити будову провідних тканин ксилеми (трахеїд та судин) і флоєми (ситовидних трубок з клітинами-супутниками) на поперечному та поздовжньому зрізах. З'ясувати особливості будови різних типів судинно-волокнистих пучків.

Об'єкти: стебла гарбуза звичайного (*Cucurbita pepo* L.), соняшника однорічного (*Helianthus annuus* L.), кукурудзи звичайної (*Zea mays* L.), сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) і кореневища конвалії звичайної (*Convallaria majalis* L.), півників німецьких (*Iris germanica* L.), лепехи звичайної (*Acorus calamus* L.), орляка звичайного (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn).

Завдання:

1. Розглянути при великому збільшенні мікроскопа:
 - а) різні типи судин ксилеми на поздовжньому зрізі стебла гарбуза;
 - б) провідні тканини ксилеми та флоєми на поздовжньому зрізі стебла соняшника;
 - в) трахеїди на поздовжньому зрізі стебла сосни;
 - г) ситовидні трубки з клітинами-супутниками на поперечному та поздовжньому зрізах стебла гарбуза;

2. Розглянути при великому збільшенні мікроскопа типи судинно-волоконистих пучків, використовуючи запропоновані об'єкти (стебла кукурудзи, гарбуза, соняшника і кореневища конвалії, лепехи, орляка).

Основний зміст

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

До провідних тканин відносяться трахеїди, трахеї (судини) та ситовидні трубки з клітинами-супутниками.

Трахеїди – еволюційно найбільш старі провідні тканини, що зустрічаються у голонасінних та покритонасінних рослин. Це мертві прозенхімні клітини з загостреними або закругленими кінцями, розміщені паралельно довжині органів, оболонки потовщені і здерев'янілі, є пори, через які відбувається зв'язок між трахеїдами. Вода рухається лише через пори, тому рух її дуже сповільнений. За характером потовщення стінок розрізняють кільчасті, спіральні, драбинчасті, сітчасті та крапчасті трахеїди.

Судини (трахеї) – еволюційно пізніші і більш досконалі водопровідні елементи, ніж трахеїди. Трахеї утворюються з багатьох клітин, поперечні перегородки яких руйнуються, а повздовжні – потовщуються і дерев'яніють. За характером потовщення судини бувають кільчасті, спіральні, драбинчасті, сітчасті та ін. Кільчасті і спіральні судини більш примітивні, малого діаметру, утворюються першими, мають не таке значне потовщення стінок, не заважають росту органів в довжину і складають протоксилему. Сітчасті і крапчасті судини з'являються пізніше, вони міцніші, більшого діаметра, із значним потовщенням стінок і складають метаксилему.

Ситовидні трубки – живі клітини, витягнуті в довжину з дещо потовщеними, але не здерев'янілими стінками, по яких пересуваються продукти фотосинтезу. У процесі еволюції виникли спочатку ситовидні трубки без клітин-супутників (голонасінні), а потім з'явилися клітини-супутники (покритонасінні). Поперечні перегородки перфоровані у вигляді ситечка. У сформованій ситовидній трубці руйнується тонопласт і зникає ядро. В цей час формується клітина-супутник, яка має густу цитоплазму і ядро. Ситовидні трубки з клітинами-супутниками більш довговічні, ніж без них, тому вважається, що клітини-супутники підтримують життєдіяльність ситовидної трубки. Ситовидні трубки зібрані пучком і розміщуються паралельно судинам.

Провідні тканини разом з основними і механічними утворюють *судинно-волоконисті* пучки. Складовими частинами пучка є флоема і

ксилема. До складу ксилеми входять трахеїди, судини, деревні волокна і деревна паренхіма. До складу флоєми входять ситовидні трубки з клітинами-супутниками, луб'яні волокна і луб'яна паренхіма. Провідна тканина в пучку обов'язкова, а механічна і основна можуть бути відсутніми. Навколо пучка, як правило, розміщена механічна тканина, яка зміцнює пучок. Розташовані пучки серед клітин основної тканини. Залежно від походження і здатності до вторинного росту за рахунок діяльності камбію, розрізняють *закриті* і *відкриті* пучки. Закриті пучки формуються виключно за рахунок диференціації клітин прокамбію і характерні для однодольних. Відкриті пучки продовжують свій ріст за рахунок поділу клітин камбію, розміщеного між флоємою і ксилемою пучка. Утворені з камбію елементи флоєми і ксилеми – вторинного походження. Відкриті пучки характерні для дводольних рослин.

Судинно-волокнисті пучки поділяються на колатеральні (відкриті і закриті), біколлатеральні, концентричні (амфівазальні і амфікрибральні) та радіальні (ді-, тетра- і поліархні).

Колатеральний – це такий пучок, у якого флоєма і ксилема прилягають одна до одної боком. Вони характерні для стебел і листків однодольних і дводольних рослин. Колатеральні судинно-волокнисті пучки бувають закритими і відкритими. Якщо між флоємою і ксилемою немає камбію, то пучок закритий. Такі пучки характерні для листків однодольних і дводольних, а також стебел однодольних рослин. Якщо між флоємою і ксилемою є камбій, то такий колатеральний судинно-волокнистий лучок відкритий і характерний для стебел дводольних рослин. У стеблі флоєма пучка розміщена до периферії органа, а ксилема – до центру, а в листках ксилема розміщена до верхнього епідермісу, а флоєма – до нижнього.

Біколлатеральний – це пучок, що має зовнішню і внутрішню флоєму, що прилягають з двох боків до ксилеми. Пучок відкритий, тому що між зовнішньою флоємою і ксилемою є камбій. Біколлатеральні судинно-волокнисті пучки характерні для стебел дводольних рослин (пасльонові, гарбузові тощо).

Концентричний – це пучок, у якому ксилема оточує флоєму (амфівазальний), або флоєма оточує ксилему (амфікрибральний). Концентричні пучки закриті і характерні для кореневищам.

Радіальний пучок – це такий, у якого флоєма розміщена між радіусами ксилеми. В залежності від кількості променів ксилеми радіальні пучки бувають діархні (2), тетраархні (4) і поліархні (багато променів ксилеми). Радіальні пучки закриті і характерні для кореня первинної будови.

Препарат 1. Розглянути різні типи судин ксилеми на поздовжньому зрізі стебла гарбуза.

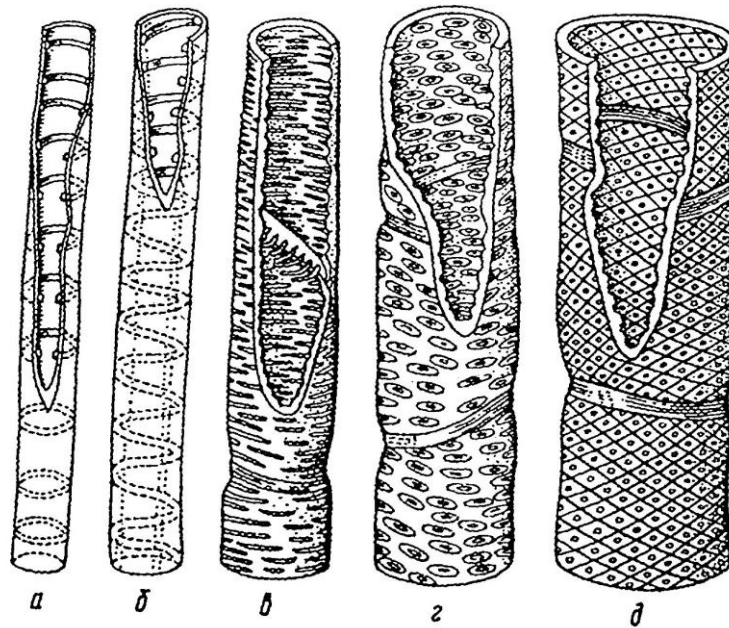


Рис. 31. Типи судин на поздовжньому зрізі: а – кільчаста, б – спіральна, в – драбинчаста, г – крапчаста, д – сітчаста.

Препарат 2. Розглянути провідні тканини ксилеми та флоєми на поздовжньому зрізі стебла соняшника. Охарактеризувати гістологічні елементи ксилеми і флоєми.

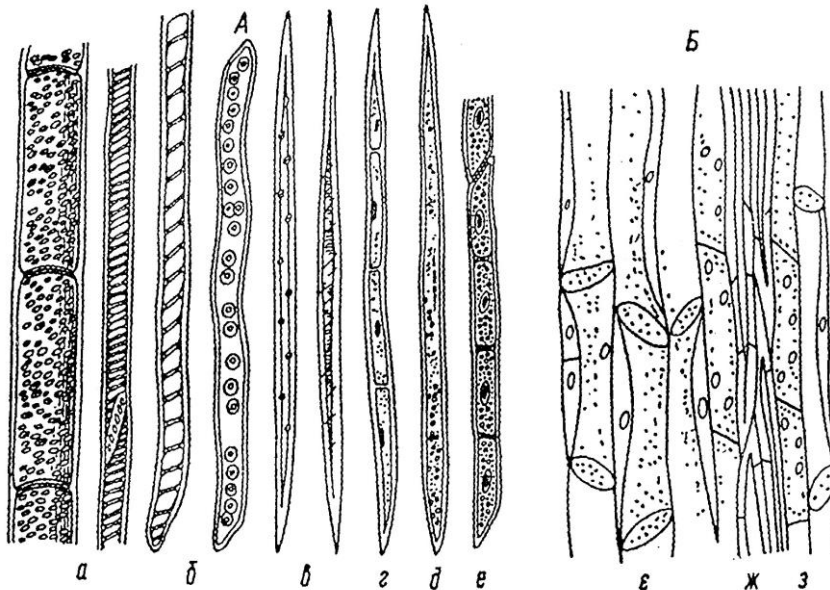


Рис. 32. Гістологічні елементи ксилеми (А) і флоєми (Б) на поздовжньому зрізі:

а – сітчасто-пориста і драбинчаста судини, б – кільчаста трахеїда в розрізі і з поверхні, в – лібриформ, г – перегородчастий лібриформ, д – деревні волокна, е – деревна паренхіма, е – ситовидні трубки з клітинами-супутниками, ж – луб'яні волокна, з – луб'яна паренхіма.

Препарат 3. Розглянути на готовому препараті (поздовжній зріз) трахеїди стебла сосни. Вивчити особливості їх будови.

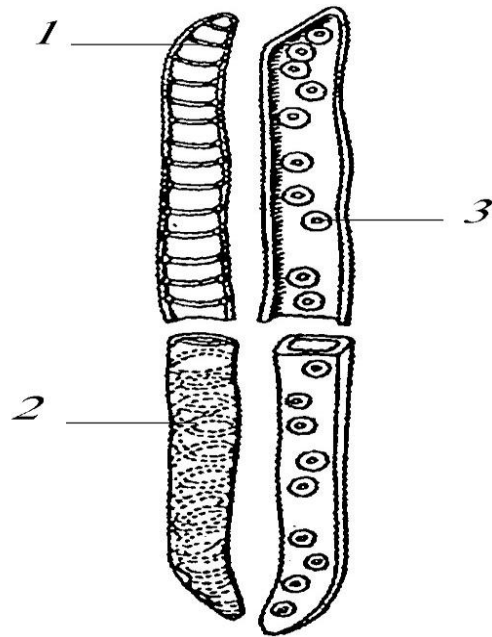


Рис. 33. Трахеїди на поздовжньому зрізі: 1 – з кільчастим потовщенням, 2 – із спіральним потовщенням, 3 – облямована пора.

Препарат 4. Розглянути готовий препарат ситовидних трубок з клітинами-супутниками на поперечному та поздовжньому зрізах стебла гарбуза (рис. 34.).

Препарат 5. Розглянути на готових препаратах (зрізи стебел кукурудзи, гарбуза, соняшника і кореневищ конвалії, лепехи, орляка) різні типи судинно-волокнистих пучків (рис. 35-38.).

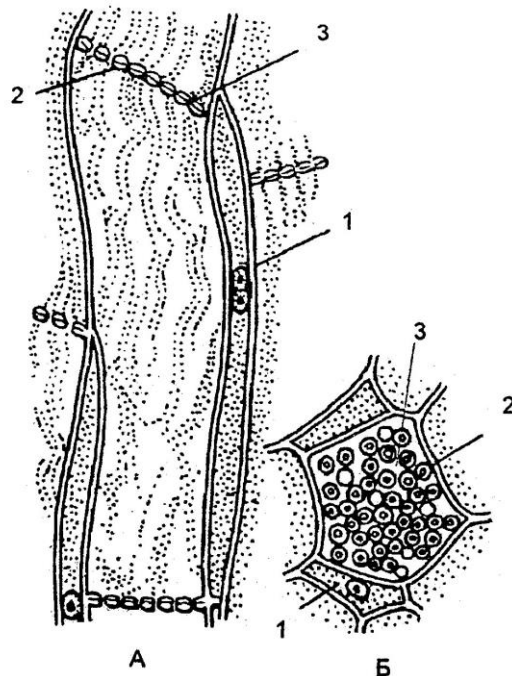


Рис. 34. Ситовидні трубки на поздовжньому (А) та поперечному (Б) зрізах: 1 – клітина-супутник, 2 – поперечна перегородка ситовидної трубки, 3 – перфорації.

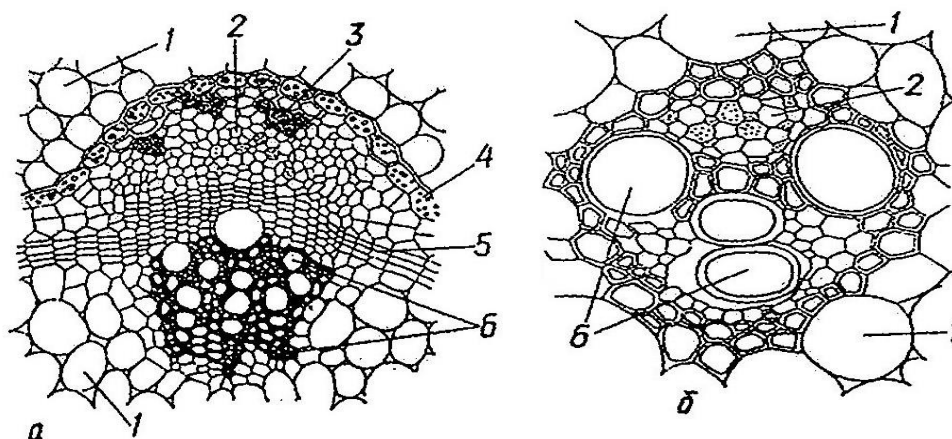


Рис. 35. Колатеральні судинно-волокнисті пучки: а – відкритий, б – закритий: 1 – основна тканина, 2 – флоема, 3 – склеренхімні волокна, 4 – ендодерма, 5 – камбій, 6 – ксилема.

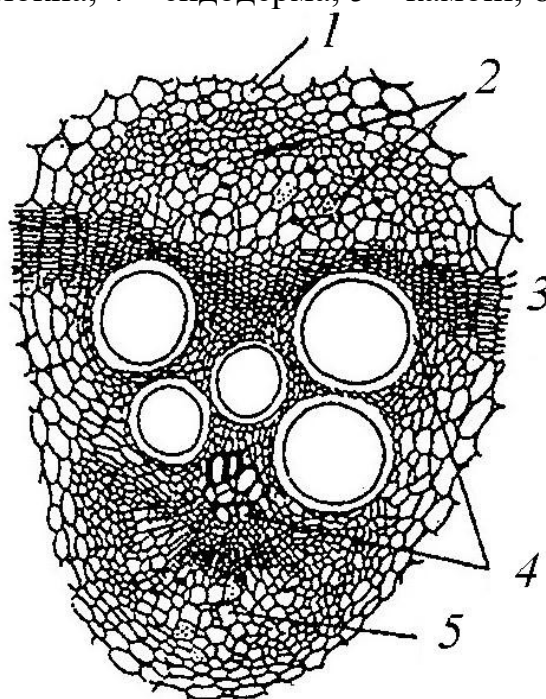


Рис. 36. Біколлатеральний судинно-волокнистий пучок: 1 – основна тканина, 2 – зовнішня флоема, 3 – камбій, 4 – ксилема, 5 – внутрішня флоема.

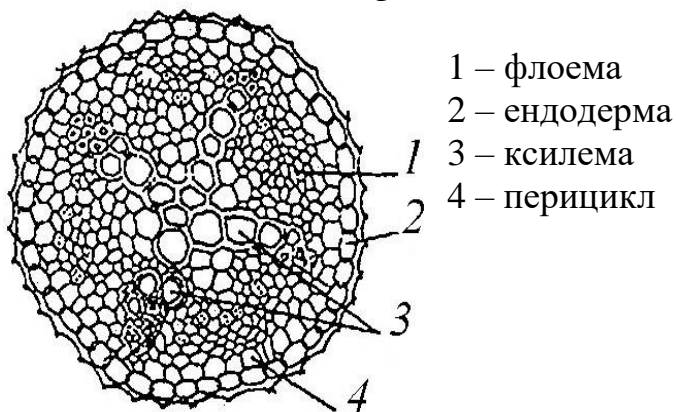


Рис. 37. Радіальний судинно-волокнистий пучок.

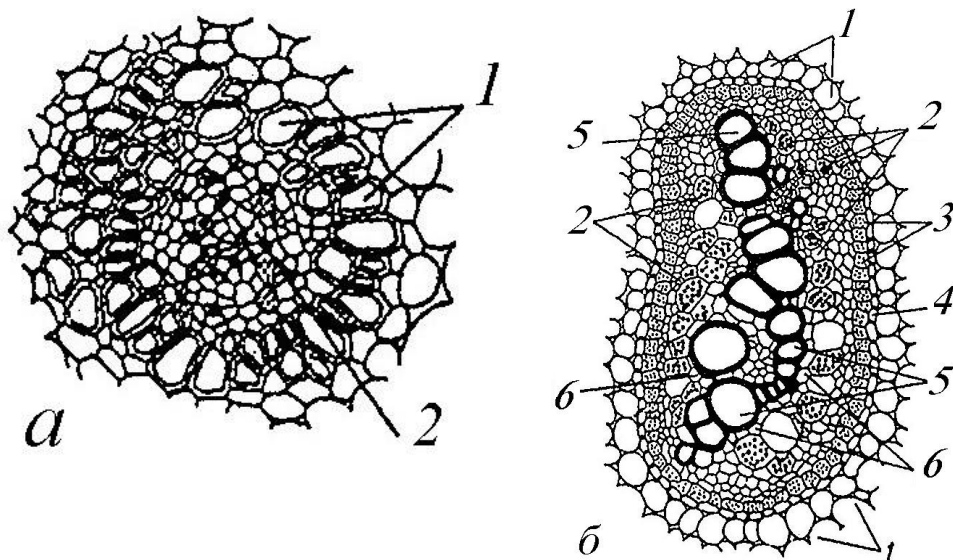


Рис. 38. Концентричні судинно-волокнисті пучки:
а – амфівазальний (1 – ксилема, 2 – флоєма); **б** - амфікрібральний
 (1 – основна тканина, 2 – флоєма, 3 – паренхімні клітини з крохмальними зернами, 4 – ендодерма, 5 – ксилема, 6 – деревна паренхіма.

Лабораторне заняття № 10

ТЕМА: Будова стебла однодольної трав'янистої рослини.

Мета: за допомогою мікро- та макрозрізів вивчити особливості анатомічної будови стебла різних видів однодольних рослин.

Об'єкти: стебла кукурудзи звичайної (*Zea mays* L.), жита посівного (*Secale cereale* L.), ячменю звичайного (*Hordeum vulgare* L.), кореневище конвалії звичайної (*Convallaria majalis* L.).

Завдання:

1. Розглянути при малому та великому збільшеннях мікроскопа:
 - а) будову стебла кукурудзи на поперечному зрізі;
 - б) будову закритого колатерального судинно-волокнистого пучка на поперечному та поздовжньому зрізах;
 - в) будову стебла ячменю або жита на поперечному зрізі;
 - г) будову кореневища конвалії на поперечному зрізі, відмітивши добре розвинену первинну кору та концентричні амфівазальні судинно-волокнисті пучки.

Основний зміст

Анатомічна будова стебла відповідає його основним функціям, тобто воно має розвинену систему провідних і механічних тканин. Провідна тканина зв'язує всі системи та органи рослини і забезпечує транспорт води та поживних речовин. Механічна тканина забезпечує виконання стеблом його опорної функції.

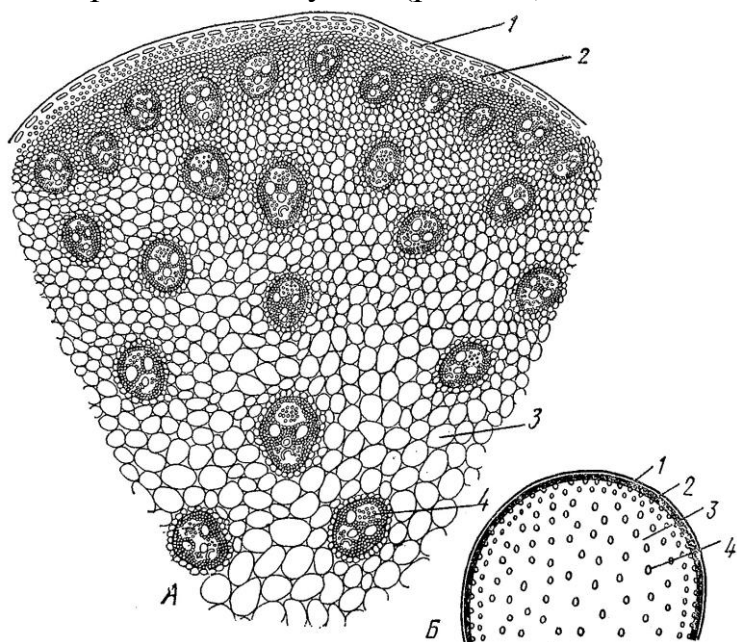
Початковим етапом утворення стебла є формування його первинної структури. У деяких трав'янистих дводольних та однодольних рослин (за винятком деревних форм) первинна структура стебла зберігається протягом усього життя рослин.

Характерні особливості анатомічної будови стебла однодольних рослин:

- а) спостерігається лише первинна будова, тому що немає камбію;
- б) на поперечному зрізі розрізняють покривну частину і центральний циліндр;
- в) механічна тканина представлена лише склеренхімою, коленхіма відсутня;
- г) судинно-волокнисті пучки колатеральні закриті;
- д) на поперечному зрізі судинно-волокнисті пучки розміщені безсистемно.

Потовщення стебла у однодольних відбувається за рахунок розростання і збільшення розмірів клітин, утворених у конусі наростання. Первинна кора відсутня, або розвинена слабо.

Препарат 1. Розглянути готовий препарат поперечного зрізу стебла кукурудзи. На периферії розміщений одношаровий епідерміс, кутинізовані клітини якого щільно прилягають одна до одної. Під епідермісом суцільним шаром розміщена склеренхіма периферичного походження, яка має вигляд багатогранників з рівномірно потовщеними стінками. Всередині стебло заповнене тонкостінними клітинами паренхіми. Серед паренхімної тканини розкидані колатеральні закриті судинно-волокнисті пучки. У центрі стебла їх менше і вони мають більші розміри, а на периферії їх більше, але розміри їх менші. Це пояснюється спіральним типом розміщення пучків (рис. 39.).



- А – поперечний зріз
- Б – схема поперечного зрізу
- 1 – епідерміс
- 2 – склеренхіма
- 3 – паренхіма
- 4 – колатеральний закритий судинно-волокнистий пучок

Рис. 39. Поперечний зріз стебла кукурудзи звичайної.

Препарат 2. При великому збільшенні мікроскопа розглянути колатеральний закритий судинно-волокнистий пучок. У складі пучка розрізняють флоему, обернену до периферії, і ксилему, обернену до центру органа. Флоема і ксилема прилягають однією стороною, тому пучок колатеральний. Між флоемою і ксилемою немає камбію, тому він закритий. Зовні пучок має обкладинку з механічної тканини – склеренхіми. Флоема пучка складається із ситовидних трубок з клітинами-супутниками, а ксилема – з чотирьох судин, деревних волокон та деревної паренхіми. Дві перші кільчасто-спіральні, малого діаметра судини складають протоксилему, а дві пізніші пористі, великого діаметра – метаксилему. Детально розглянути колатеральний закритий судинно-волокнистий пучок стебла кукурудзи (рис. 40.).

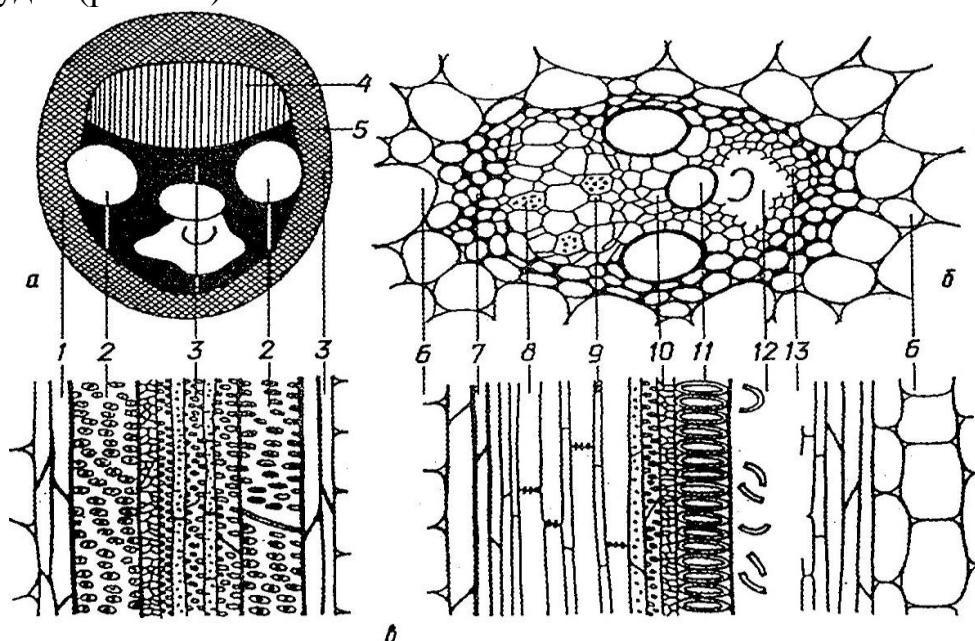


Рис. 40. Будова колатерального закритого судинно-волокнистого пучка: а – схема; б – будова на поперечному зрізі; в – будова на поздовжньому зрізі; 1 – механічна обгортка пучка, 2 – пористо-сітчаста судина ксилеми, 3 – деревні волокна, 4 – флоема, 5 – ксилема, 6 – паренхіма стебла, 7 – механічна обгортка (склеренхіма), 8 – ситовидна трубка, 9 – клітина-супутник, 10 – деревні волокна, 11 – кільчаста судина, 12 – порожнина пучка, 13 – деревна паренхіма.

Препарат 3. Розглянути готовий препарат поперечного зрізу стебла жита або ячменю. На поверхні стебла розміщений одношаровий епідерміс із продихами. Під продихами розміщена асимілююча паренхіма (хлоренхіма). Склеренхіма перициклічного походження утворює кільце, яке в місцях, де немає хлоренхіми, підходить до епідермісу. З внутрішньої сторони склеренхіма межує з паренхімою, яка до кінця вегетації склерифікується. Судинно-волокнисті пучки зближені, периферійні заходять у склеренхіму, а серединні лежать в паренхімі. Серцевина стебла відсутня, бо у ранньому віці розривається і стебло стає порожнистим (рис. 41.).

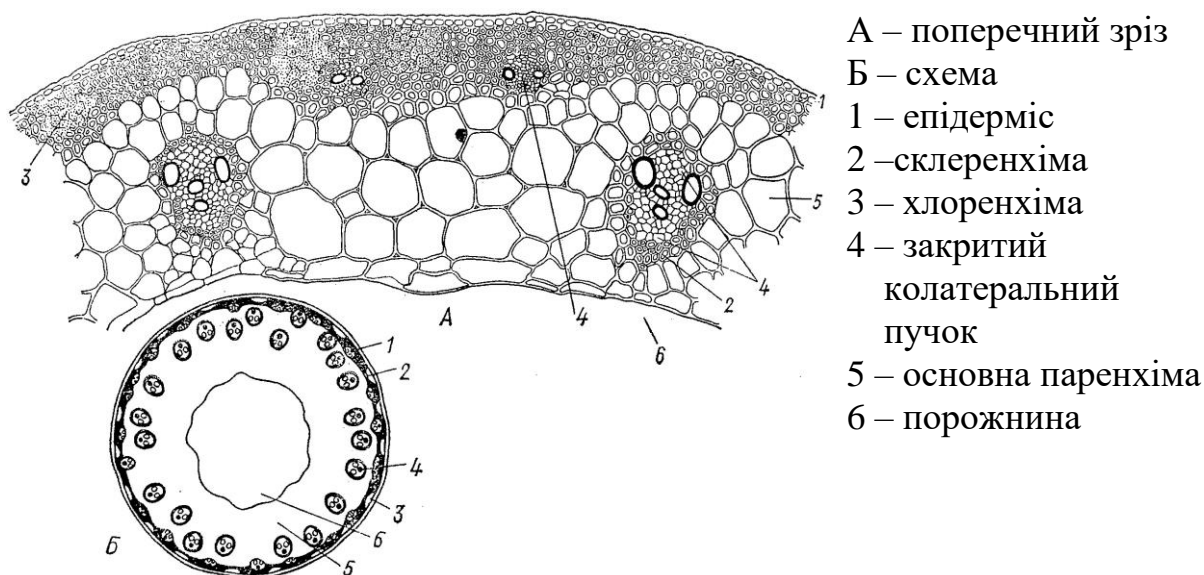


Рис. 41. Поперечний зріз стебла жита посівного.

Препарат 4. Розглянути готовий препарат і вивчити будову кореневища конвалії. Кореневище – видозмінений пагін, який розвивається в ґрунті і є органом вегетативного розмноження та відкладання поживних речовин про запас. Його будова подібна до будови наземного стебла, але має деякі особливості.

У будові кореневища конвалії розрізняють три складові частини: покривну, первинну кору і центральний циліндр (рис. 42.).

Чіткість такого розподілу – одна з відмін від звичайного наземного стебла у однодольних. Зверху кореневище покрите епідермісом з поодинокими продихами. Під епідермісом розміщена добре розвинена первинна кора, в складі якої розрізняють екзодерму, мезодерму та ендодерму. В мезодермі запасуються поживні речовини. Ендодерма представлена одним-двома шарами мертвих клітин, серед яких розміщені живі пропускні клітини для зв'язку з центральним циліндром.

Центральний циліндр розпочинається перициклом, який зберігає меристематичні властивості, як у кореня. Внутрішня частина центрального циліндра заповнена паренхімою, в якій ближче до периферії розміщені колатеральні закриті судинно-волокнисті пучки, а в центрі – концентричні амфівазальні. Наявність двох типів пучків зумовлена спіральним типом їх розміщення. Коли пучок на периферії, він колатеральний, а, проходячи по центру, він перетворюється на концентричний.

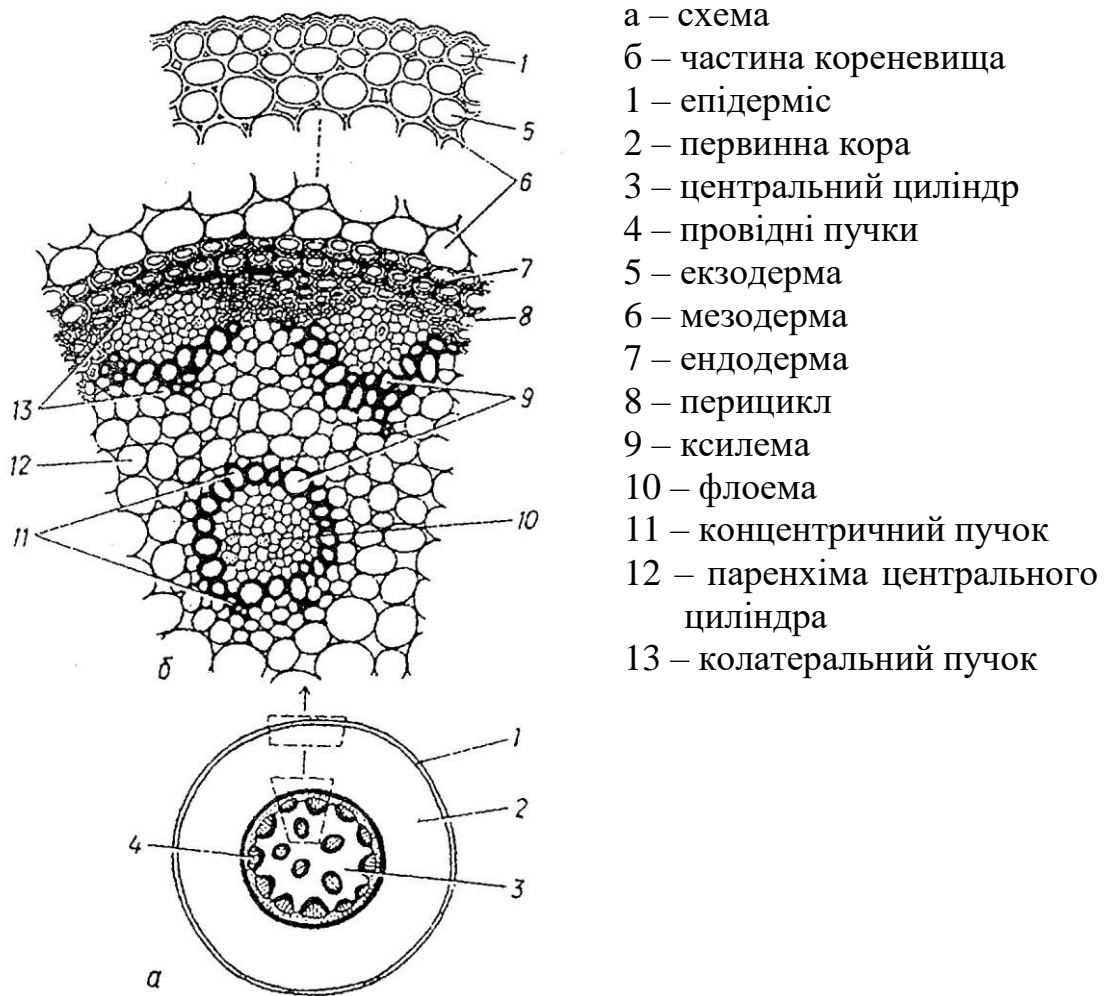


Рис. 42. Поперечний зріз кореневища конвалії звичайної.

Для кореневища характерні такі особливості: епідерміс одношаровий з невеликою кількістю продихів, рано відмирає і захисну функцію виконує екзодерма; первинна кора добре розвинена, тому що запасає поживні речовини; механічні тканини розвинені слабо, тільки як обкладинка навколо пучків; перицикл зберігає меристематичні властивості; добре виражена ендодерма; пучки двох типів.

Лабораторне заняття № 11

ТЕМА: Будова стебла дводольної трав'янистої рослини. Будова стебла дерев'янистої рослини.

Мета: вивчити пучковий, непучковий та перехідний типи будови стебла дводольних рослин. Вивчити загальні риси будови стебла дерев'янистої рослини на розпилі багаторічної гілки дуба звичайного. Відмітити питому вагу основних частин перидерми, первинної кори, лубу, камбію, деревини, серцевини. Розглянути анатомічну будову стебла дерев'янистої рослини на поперечному розрізі. Порівняти анатомічну будову стебла покритонасінних та голонасінних рослин.

Об'єкти: стебла гарбуза звичайного (*Cucurbita pepo* L.), льону звичайного (*Linum usitatissimum* L.), соняшника однорічного (*Helianthus annuus* L.), яблуні домашньої (*Malus domestica* Borkh.), сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) та розпил стовбура дуба звичайного (*Quercus robur* L.)

Завдання:

1. Розглянути при малому та великому збільшенні мікроскопа постійні препарати поперечних зрізів:

- а) стебла гарбуза (пучковий тип будови);
- б) стебла льону (непучковий тип будови);
- в) стебла соняшника (перехідний тип будови).

2. Розглянути і вивчити макроскопічну будову стебла дерев'янистої рослини на прикладі розпилу стовбура дуба звичайного.

3. Розглянути при малому та великому збільшенні мікроскопа і вивчити:

- а) анатомічну будову стебла дерев'янистої покритонасінної рослини (яблуня домашня);
- б) анатомічну будову стебла дерев'янистої голонасінної рослини (сосна звичайна).

Основний зміст

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

Для анатомічної будови стебла дводольних рослин характерні такі особливості:

- а) чітко виражений поділ на покривну частину, первинну кору та центральний циліндр;
- б) механічні тканини представлені коленхімою і склеренхімою;
- в) судинно-волокнисті пучки колатеральні відкриті або біколатеральні;
- г) розміщені судинно-волокнисті пучки на поперечному зрізі по колу;
- д) спостерігається вторинна анатомічна будова, що зумовлено роботою камбію.

Для дводольних рослин характерні три типи анатомічної будови: пучковий, непучковий і перехідний.

Пучковий тип будови виникає в тому випадку, коли прокамбій у конусі наростання закладається тяжами.

Непучковий тип будови виникає в тому випадку, коли прокамбій у конусі наростання закладається суцільним кільцем.

Перехідний тип формується спочатку як пучковий, але в результаті роботи камбію розростаються пучки і утворюються нові, тому з часом всі пучки зливаються і пучковий тип переходить в непучковий. Для дводольних дерев'янистих рослин характерний непучковий тип будови.

Препарат 1. Розглянути готовий препарат поперечного зрізу стебла гарбуза (пучковий тип будови) (рис. 43.).

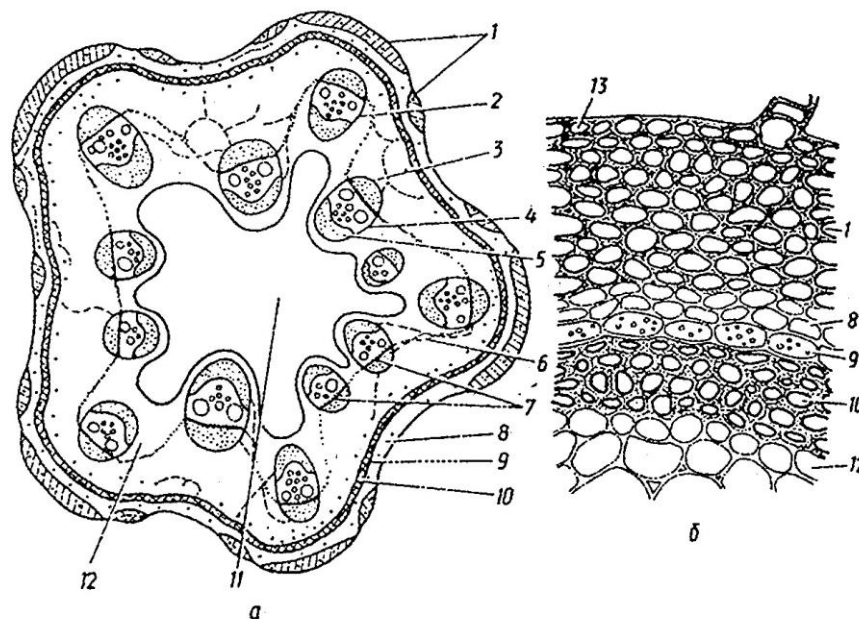


Рис. 43. Будова стебла гарбуза звичайного: а – схема поперечного зрізу, б – частина первинної кори центрального циліндру; 1 – кутова коленхіма, 2 – біколаторальні судинно-волокнисті пучки, 3 – зовнішня флоема, 4 – ксилема, 5 – внутрішня флоема, 6 – міжпучковий камбій, 7 – пучковий камбій, 8 – паренхіма первинної кори, 9 – ендодерма, 10 – склеренхіма перициклічного походження, 11 – порожнина стебла, 12 – паренхіма центрального циліндра, 13 – епідерміс з основою волоска.

На периферії стебло покрите одношаровим епідермісом з трихомами. Під епідермісом розміщена первинна кора, в складі якої розрізняють кутову коленхіму, паренхіму та ендодерму. Коленхіма – первинна механічна тканина, представлена живими клітинами, що мають потовщення по кутах. Клітини коленхіми містять хлоропласти і тому фотосинтезують. За коленхімою розміщено кілька шарів запасуючої паренхіми. Закінчується первинна кора ендодермою, яка складається з одного шару клітин, заповнених запасним крохмалем.

Центральний циліндр починається склеренхімою перициклічного походження, клітини мертві, прозенхімні, стінки рівномірно потовщені і здерев'янілі. Далі стебло заповнене паренхімою, в якій знаходяться п'ять малих і п'ять великих судинно-волокнистих пучків. Центр стебла займає п'ятипроменева порожнина.

Судинно-волокнисті пучки біколаторальні відкриті, в яких з обох боків до ксилеми прилягає флоема. Гістологічний склад ксилеми: судини, деревні волокна та деревна паренхіма. До складу флоеми входять ситовидні трубки з клітинами-супутниками та луб'яна паренхіма. Між зовнішньою флоемою і ксилемою знаходиться камбій – кілька шарів живих клітин, розміщених правильними радіальними рядами. Ділення клітин камбію викликає утворення нових елементів як ксилеми, так і флоеми.

Препарат 2. Розглянути готовий препарат поперечного зрізу через стебло льону (непучковий тип будови). Зовні стебло покрите епідермісом з продихами. Під епідермісом знаходиться первинна кора, до складу якої входить кора паренхіма та ендодерма. Відмічаємо, що в складі первинної кори відсутня механічна тканина. Центральний циліндр починається добре розвиненими луб'яними волокнами перициклічного походження, що розміщені пучками. Всередину від кільця луб'яних волокон розміщена флоема, в складі якої ситовидні трубки з клітинами-супутниками та луб'яна паренхіма, а потім кільця шарів витягнутих в тангентальному напрямку клітин камбію. За камбієм суцільне кільце ксилеми, в складі якої розрізняють судини, деревну паренхіму та деревні волокна. Флоему та ксилему поділяють на первинну (далі від камбію) і вторинну (ближче до камбію).

До первинної ксилеми прилягає перимедулярна зона, тому що стебло порожнисте (рис. 44.).

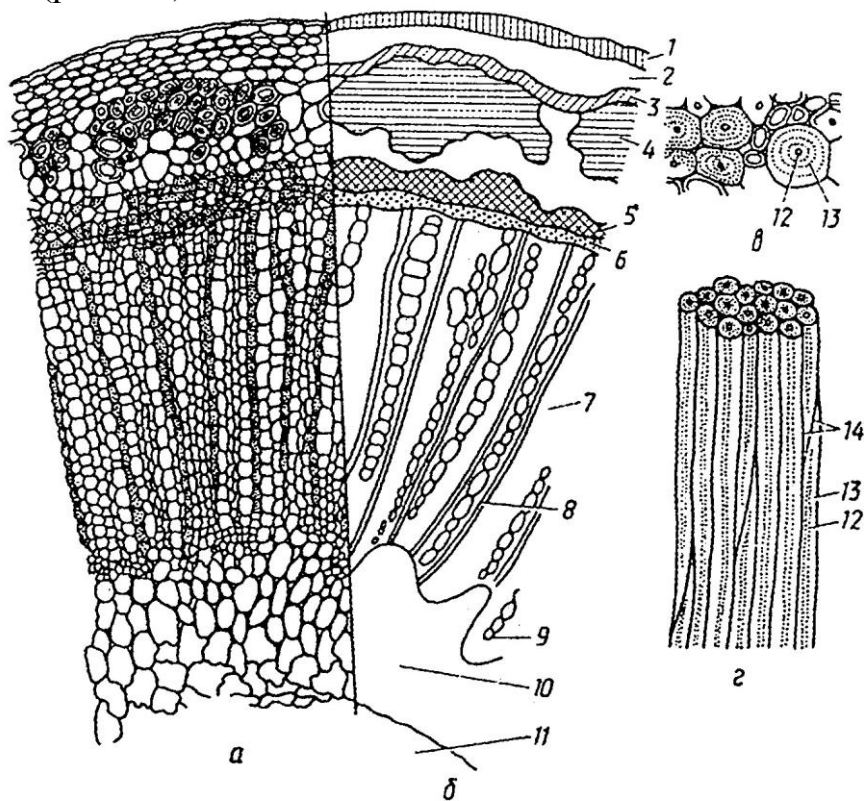


Рис. 44. Будова стебла льону звичайного: а – поперечний зріз, б – схема, в – луб'яні волокна на поперечному зрізі, г – луб'яні волокна на поздовжньому зрізі; 1 – епідерміс, 2 – паренхіма первинної кори (хлоренхіма), 3 – ендодерма, 4 – первинні луб'яні волокна, 5 – флоема, 6 – камбій, 7 – вторинна ксилема, 8 – серцевинний промінь, 9 – первинна ксилема, 10 – паренхіма серцевини, 11 – порожнина стебла, 12 – порожнина волокна, 13 – потовщена оболонка клітини волокна, 14 – загострені кінці луб'яного волокна.

Препарат 3. Розглянути готовий препарат поперечного зрізу стебла соняшника (перехідний тип будови). Зовні стебло покрите

одношаровим епідермісом із живих кутинізованих із зовнішнього боку клітин з епідермальними волосками. Під епідермісом знаходиться первинна кора, до якої входять пластинчаста коленхіма, кора паренхіма та ендодерма. Пластинчаста коленхіма – механічна тканина із живих клітин, що мають потовщення тангентальних стінок. В глибоких шарах пластинчаста коленхіма переходить в кутову. У паренхімі первинної кори розміщені схізогенні смоляні ходи.

Під первинною корою розміщений центральний циліндр, який починається склеренхімою і паренхімою перициклічного походження, що чергуються між собою. Склеренхіма розміщена пучками над судинно-волокнистими пучками. Центральний циліндр, заповнений паренхімою, в якій розміщені колатеральні відкриті судинно-волокнисті пучки. В складі флоєми розрізняють ситовидні трубки з клітинами-супутниками та луб'яну паренхіму. Під флоємою знаходиться камбій, після нього ксилема, до складу якої входять судини (розміщені рівними рядами), деревні волокна, які оточують судини, та деревна паренхіма. Флоєма і ксилема, які розміщені ближче до камбію, вторинного походження, а далі від камбію – первинного. Камбій, який розміщений в пучку і утворений з прокамбію, називається пучковим, а між пучками з основної тканини виникає міжпучковий камбій. Міжпучковий камбій відкладає як паренхіму, так і нові пучки, забезпечуючи перехід від пучкового до непучкового типу будови. Такий тип будови називається перехідним (рис. 45.).

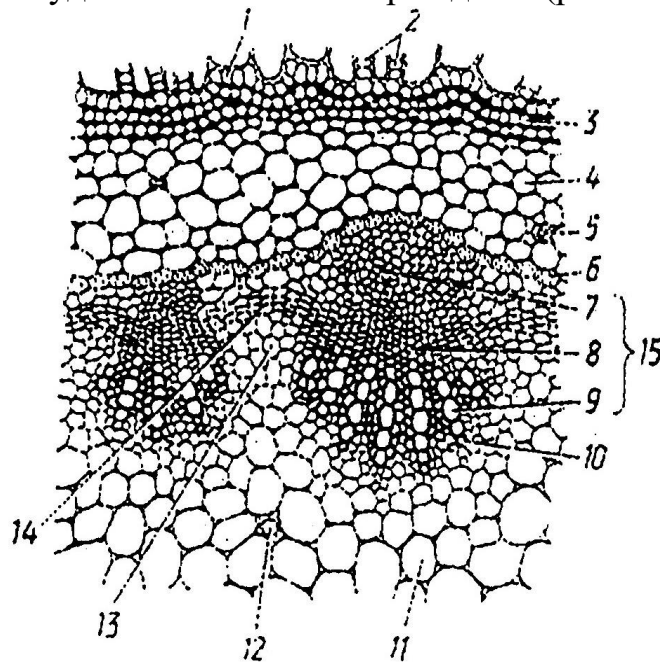


Рис. 45. Будова стебла соняшника однорічного: 1 – епідерміс, 2 – епідермальні волоски, 3 – пластинчаста коленхіма, 4 – паренхіма первинної кори, 5 – смоляний хід, 6 – ендодерма, 7 – флоєма, 8 – пучковий камбій, 9 – вторинна ксилема, 10 – первинна ксилема, 11 – паренхіма серцевини, 12 – смоляний хід, 13 – серцевинний промінь, 14 – міжпучковий камбій, 15 – відкритий колатеральний судинно-волокнистий пучок.

Препарат 4. Розглянути візуально зріз багаторічного стебла дуба звичайного. Неозброєним оком можна виділити три частини: *серцевину* (займає центральне положення і розвинена слабо), *деревину* (складає основну масу стебла) та *кору* (утворює суцільне темне кільце на периферії стебла). Між корою і деревиною знаходиться *камбій*, який при розгляді простим оком непомітний. Камбій закладається суцільним кільцем, формуючи непучковий тип будови, і ділиться як тангентальними, так і радіальними перегородками, відкладаючи клітини в сторону флоєми і ксилеми у співвідношенні 1 до 4 і зумовлюючи ріст стебла в товщину.

Деревина розміщена річними кільцями, в яких світла весняна деревина, переходить в темну осінню, утворюючи річне кільце. Утворення весняної і осінньої деревини зумовлено специфічною роботою камбію. Весною камбій активно закладає широкопросвітні тонкостінні клітини і формує світлу частину річного кільця. Восени, при затуханні роботи камбію, формується темна частина річного кільця з дрібних товстостінних клітин (рис. 46.).

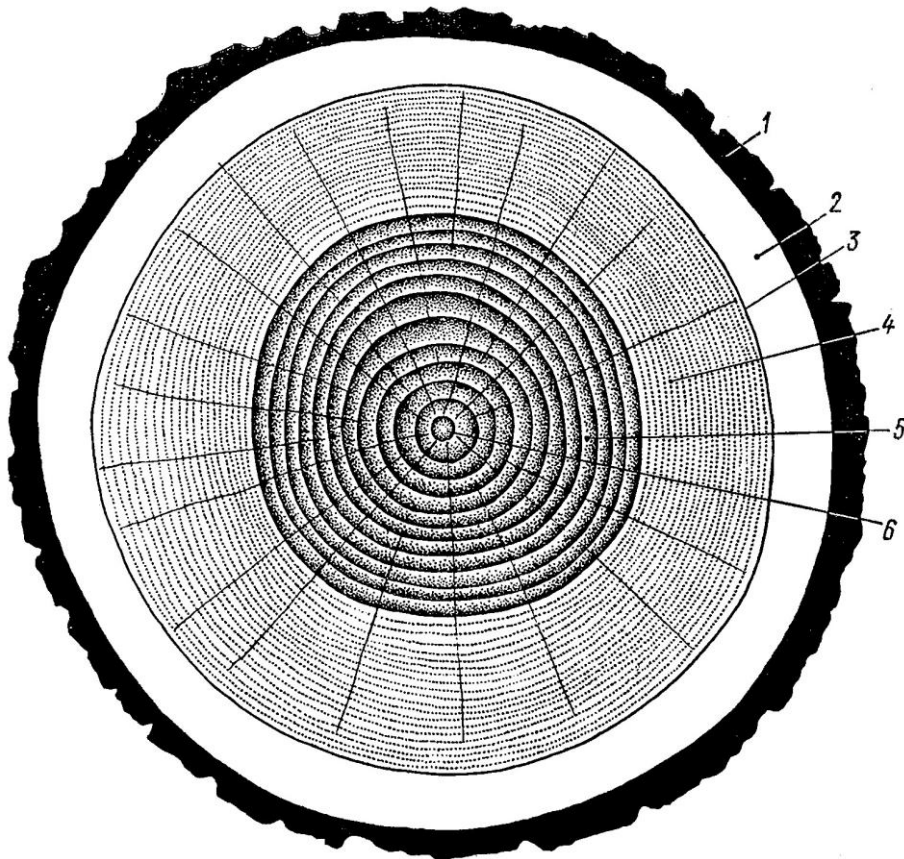


Рис. 46. Поперечний розпил стовбура дуба звичайного: 1 – кірка, 2 – кора, 3 – камбій, 4 – заболонь, 5 – ядро (4, 5 – деревина), 6 – серцевина.

Препарат 5. Розглянути постійний препарат анатомічної будови стебла яблуні. У перший вегетаційний період стебло покрите епідермісом – одним, або кількома шарами живих клітин, що щільно прилягають одна до одної, кутинізовані і містять продиhi. У кінці першого вегетаційного

періоду епідерміс замінюється перидермою, що являє собою комплекс трьох тканин: *корку* (фелеми), *коркового камбію* (фелогену), *коркової паренхіми* (фелодерми). В міру росту стебла у товщину корок замінюється на кірку – комплекс мертвих тканин на периферії стебла, утворених перидермами і клітинами кори. За перидермою розміщена первинна кора, в складі якої чітко видно пластинчасту коленхіму, корову паренхіму та ендодерму. Клітини ендодерми від клітин паренхіми не відрізняються, але це останній шар клітин, заповнених запасним крохмалем. Центральний циліндр починається склеренхімою і паренхімою перициклічного походження. Склеренхіма перициклічного походження добре розвинена, розміщена пучками і на препараті забарвлена у жовтий колір. Потовщення стінок значні і видно порожнини клітин у вигляді темних крапок. Під елементами перициклічного походження розміщена флоема (луб). До його складу входять ситовидні трубки з клітинами-супутниками, луб'яна паренхіма та луб'яні волокна. У складі флоєми розрізняють твердий луб (луб'яні волокна) і м'який луб (ситовидні трубки з клітинами-супутниками, луб'яна паренхіма).

На препараті помітно, що флоема пронизана серцевинними променями, які складаються з паренхімних клітин. Елементи лубу, розміщені ближче до камбію, вторинного походження а далі від камбію – первинного. За вторинною корою (лубом) розміщена камбіальна зона, яка представлена кількома рядами живих, заповнених густою цитоплазмою, прямокутних клітин.

В результаті ділення камбію тангентальними перегородками, утворюються клітини, що в подальшому диференціюються на елементи флоєми та ксилеми вторинного походження. Радіальний поділ клітин камбію забезпечує збільшення камбіального кільця в довжину. До середини від камбію розміщена ксилема (деревина), гістологічний склад якої: трахеїди, судини, деревна паренхіма та деревні волокна (лібриформ). Провідна тканина представлена трахеїдами і судинами. Особливо багато судин у весняній деревині, тому вона має світлий колір. Трахеїди та деревні волокна переважають у складі осінньої деревини, тому вона темного кольору.

Розглядаючи річне кільце, спостерігаємо перехід від великопросвітних елементів, порівняно тонкостінних до малопросвітних, товстостінних, що складають річне кільце. Судини, трахеїди та деревні волокна складають мертву частину деревини, а деревна паренхіма – живу, що запасує поживні речовини. Ксилема в радіальному напрямку пронизана паренхімними клітинами серцевинних променів. Ксилема першого річного кільця, розміщена на межі з серцевиною, – первинна, а вся інша – вторинна, тому що утворена камбієм. В центрі стебла розміщена серцевина. У деревних форм вона розвинена слабо і складається з паренхімних клітин (рис. 47.).

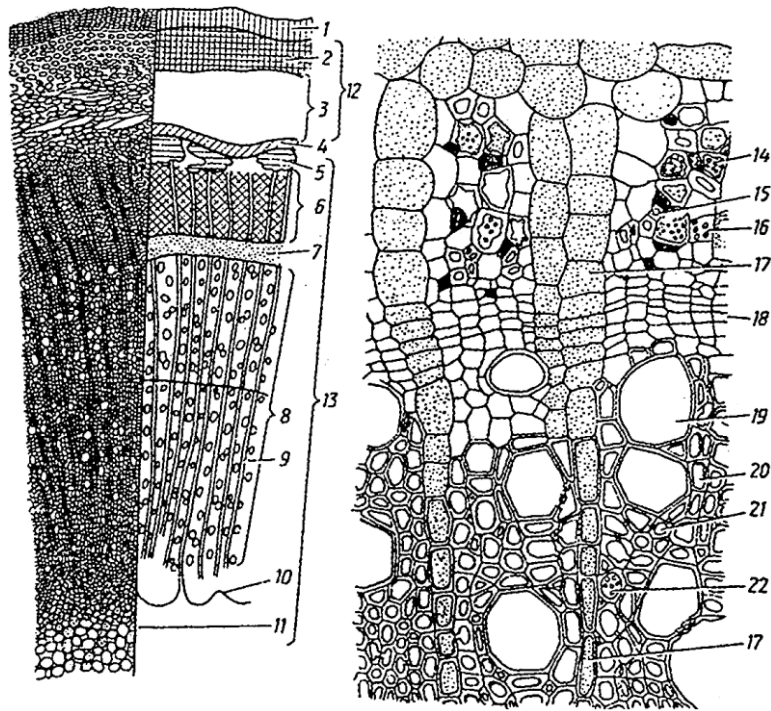


Рис. 47. Будова стебла яблуни домашньої: 1 – перидерма, 2 – коленхіма первинної кори, 3 – паренхіма первинної кори, 4 – ендодерма, 5 – первинні луб’яні волокна, 6 – вторинна кора (флоема), 7 – камбій, 8 – вторинна ксилема, 9 – серцевинні промені, 10 – первинна ксилема, 11 – серцевинні промені, 12 – первинна кора, 13 – центральний циліндр, 14 – ситовидні трубки з клітинами-супутниками, 15 – вторинні луб’яні волокна флоєми (лубу), 16 – луб’яна паренхіма з крохмальними зернами, 17 – серцевинний промінь, 18 – камбій, 19 – судини ксилеми, 20 – деревні волокна ксилеми (лібриформ), 21 – трахеїди, 22 – деревинна паренхіма.

Препарат 6. Розглянути поперечний зріз стебла сосни звичайної. У будові стебла виділяють перидерму, первинну і вторинну кору, камбій, вторинну ксилему з річними кільцями та елементи первинної ксилеми, які прилягають до невеликої серцевини. У корі та деревині розміщені вертикальні та горизонтальні смоляні ходи. До складу корки входять клітини з тонкими окорковілими оболонками та товстими здерев’янілими, які чергуються між собою. У первинній корі розміщені великі паренхімні клітини й схізогенні вмістилища – смоляні ходи. Ендодерми немає. Вторинна кора складається із ситовидних трубок (клітини-супутники відсутні), між якими знаходяться великі округлі клітини луб’яної паренхіми. Серцевинні промені флоєми, що мають один ряд клітин, дещо ширші, ніж у ксилемі. Луб’яні волокна відсутні.

За вторинною корою залягає кільце камбію, з внутрішнього боку якого знаходиться вторинна (деревина) і первинна ксилема та серцевина.

Деревина сосни складається з трахеїд, які мають облямовані пори, що розміщені в один ряд. Між кінцями трахеїд верхнього ярусу

вклинюються закінчення трахеїд нижнього ярусу, що забезпечує додаткову міцність деревини, оскільки у ксилемі сосни деревних волокон немає.

Перпендикулярно до поздовжньої осі трахеїд проходять серцевинні промені, утворені кількома рядами клітин. У сосни серцевинний промінь гетерогенний і складається з променевих трахеїд, якими рухаються розчинені у воді мінеральні речовини, і променевої паренхіми, по якій рухаються у водному розчині продукти асиміляції. Серцевинні промені у сосни бувають вузькі однорядні та широкі багаторядні (рис. 48.).

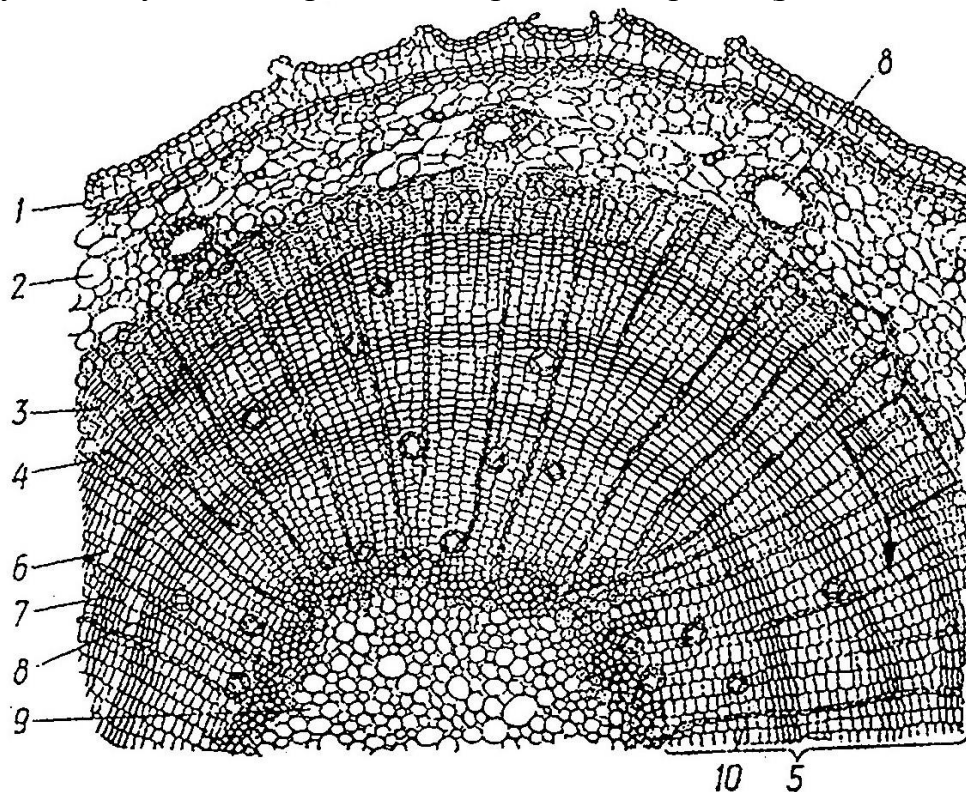


Рис. 48. Будова стебла сосни звичайної: 1 – корок, 2 – паренхіма первинної кори, 3 – флоема, 4 – камбій, 5 – ксилема, 6 – весняні трахеїди, 7 – осінні трахеїди, 8 – смоляний хід, 9 – серцевина, 10 – серцевинний промінь.

Особливості анатомічної будови стебла голонасінних рослин: відсутні механічні тканини, тому в складі первинної кори немає коленхіми, склеренхіми перициклічного походження, луб'яних і деревних волокон; провідні тканини представлені трахеїдами та ситовидними трубками без клітин-супутників; серцевинні промені гетерогенні.

Лабораторне заняття № 12

ТЕМА: Первинна та вторинна анатомічна будова кореня.

Мета: вивчити особливості будови та функції кореня, первинну анатомічну будову кореня у всисній зоні, а також особливості формування вторинної будови кореня у дводольних трав'янистих та дерев'янистих рослин.

Об'єкти: корені пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.), півників німецьких (*Iris germanica* L.), гарбуза звичайного (*Cucurbita pepo* L.) та липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.).

Завдання:

1. Приготувати тимчасовий препарат кінчика кореня пшениці м'якої і розглянути його при малому та великому збільшенні мікроскопа.
2. Вивчити зони кореня (поділу, росту, всмоктування, проведення) та кореневий чохлак.
3. На готовому препараті розглянути первинну анатомічну будову кореня півників німецьких.
4. Розглянути готовий препарат вторинної будови кореня гарбуза звичайного при малому і великому збільшеннях мікроскопа.
5. Вивчити вторинну анатомічну будову кореня дерев'янистої рослини на поперечному зрізі кореня липи серцелистої.

Основний зміст

Первинна анатомічна будова кореня у дводольних і однодольних рослин спостерігається у зоні всмоктування. Вона формується з первинних меристем: конуса наростання кореня, прокамбію і перициклу. При цьому виділяють епіблему, первинну кору і центральний циліндр. У однодольних рослин первинна анатомічна будова зберігається на протязі всього життя, а у дводольних із появою двох справжніх перших листків первинна будова кореня змінюється на вторинну.

Вторинні зміни починаються із закладання камбію. Утворення камбію розпочинається між флоемою і ксилемою пучка з клітин луб'яної паренхіми. Цей камбій називається пучковим і у вигляді дуг підходить до перициклу. Над променями ксилеми камбій утворюється з перициклу і називається міжпучковим. Ці камбіальні частини з'єднуються і утворюють звивистий шар камбіальних клітин різного походження. Міжпучковий камбій над променями первинної ксилеми відкладає паренхімні клітини, які утворюють первинні радіальні промені. Пучковий камбій відкладає до центра вторинну ксилему, а назовні – вторинну флоему.

Утворення елементів вторинного походження впливає на ріст коренів у товщину, завдяки чому звивисте кільце камбію вирівнюється, а радіальний судинно-волокнистий пучок перетворюється на колатеральні відкриті, кількість яких дорівнює кількості променів первинної ксилеми.

Судинно-волокнисті пучки розділені паренхімою первинних радіальних променів. У центрі кореня знаходиться первинна ксилема.

Вторинні зміни в центральному циліндрі супроводжуються змінами в коровій частині кореня. Клітини перициклу закладають корковий камбій (фелоген), а в результаті ділення клітин фелогену назовні утворюється корок, а до середини – коркова паренхіма. Корок ізолює первинну кору від провідних тканин центрального циліндра і в результаті цього, вона відмирає і скидається. Таким чином, у вторинній будові кореня розрізняють покривну частину, представлену перидермою, і центральний циліндр.

Багаторічний корінь, як і стебло, росте у товщину, тому зовні він покритий кіркою.

Препарат 1. Приготувати тимчасовий препарат кінчика кореня пшениці і розглянути при малому збільшенні мікроскопа. Чітко видно кореневий чохлак і всі зони кореня.

Кореневий чохлак має вигляд конуса, розміром близько 0,2 мм. Він складається з живих паренхімних клітин, які мають здатність ослизнюватися, але незважаючи на це, поступово стираються твердими часточками ґрунту під час росту кореня. Кореневий чохлак виконує захисну функцію.

Зона ділення – первинна апікальна меристема, з якої виникають всі постійні тканини. Клітини зони ділення маленькі за розміром, з тонкою оболонкою, густою зернистою цитоплазмою, великим ядром у центрі і без вакуолей. Зона ділення має постійну величину – 0,5-0,6 мм і представлена кількома ініціальними клітинами та промеристемою.

У зоні **росту** клітини ростуть до розмірів дорослих клітин і відбувається первинна диференціація на дерматоген, периблему і плерому. Дерматоген – зовнішній шар клітин, що діляться лише радіальними перегородками; периблема – багат шарова тканина, клітини якої поділяються тангентально і радіально в однаковій кількості; плерома – багат шарова тканина, клітини якої також поділяються тангентально і радіально, але в результаті частіших радіальних поділів формується прокамбій. Зона росту має постійну величину – 1-3 мм.

У зоні **корневих волосків (зона всмоктування)** – формується первинна анатомічна будова. Клітини дерматогену перетворюються на покривну тканину епіблему, периблема – на первинну кору, а плерома – на центральний циліндр. Клітини епіблеми утворюють вирости – кореневі волоски довжиною від кількох міліметрів до 1,5 см. За допомогою корневих волосків рослина регулює площу всмоктування. Кореневі волоски недовговічні – живуть 10-12 днів, постійно наростаючи від зони росту і відмираючи від зони проведення. Зона має постійну величину 1-3 см.

Зона проведення (зона бічних коренів) не має постійної величини і служить для проведення поживних речовин у висхідній і низхідній течії. У однодольних в зоні проведення спостерігається первинна анатомічна

будова, а у дводольних первинна будова змінюється на вторинну. В цій зоні відбувається утворення бічних коренів, що відростають від перициклу (рис. 49.).

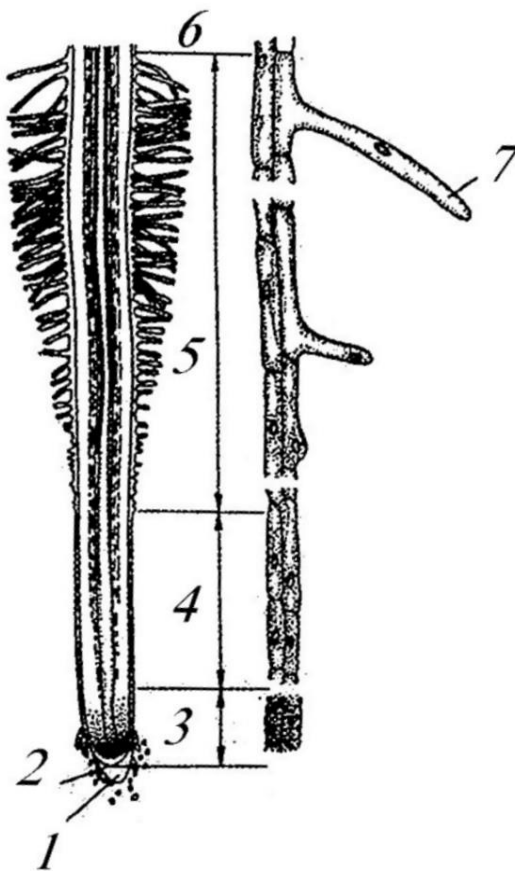


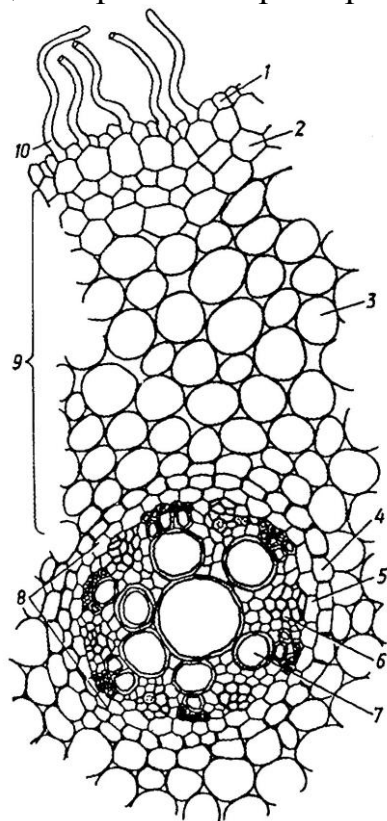
Рис. 49. Зони кореня пшениці м'якої: 1 – кореневий чохлак, 2 – каліптроген, 3 – зона поділу, 4 – зона росту, 5 – зона поглинання, 6 – зона проведення, 7 – кореневий волосок.

Препарат 2. На готовому препараті розглянути первинну анатомічну будову кореня півників. Звернути увагу на покривну частину, представлену епіблемою з кореневими волосками, добре розвинену первинну кору, що складається з екзодерми, мезодерми та ендодерми та слабо розвинений центральний циліндр, що починається перициклом і в центрі містить радіальний судинно-волокнистий пучок

Епіблема – шар живих клітин, що мають здатність ослизнюватися і утворювати кореневі волоски. Епіблема виконує захисну функцію та всмоктування води і мінеральних речовин.

Основну частину первинної кори складає мезодерма, представлена великими паренхімними клітинами поглинаючої паренхіми, яка в зоні проведення перетворюється на запасуючу. **Екзодерма** – кілька шарів паренхімних клітин з дещо потовщеними стінками, що виконують захисну функцію після відмирання епіблеми. Ендодерма – один шар мертвих клітин з потовщеними і здерев'янілими стінками, серед яких розміщені пропускні клітини.

Центральний циліндр починається перициклом – первинною латеральною меристемою, яка обумовлює вторинну будову у дводольних рослин та утворення бічних коренів. В центрі кореня знаходиться радіальний судинно-волокнистий пучок. На зрізі чітко видно промені ксилеми, що підходять до перициклу, а між ними – флоему. Розвиток пучка здійснюється екзархно (від периферії до центру), тому кільчасті і спіральні судини розміщені ближче до перициклу, а сітчасті – до центру. – Між судинами ксилеми розміщені деревні волокна. Флоема складається з ситовидних трубок з клітинами - супутниками та луб'яної паренхіми. Серцевина для кореня не характерна (рис. 50.).



- 1 – епіблема
- 2 – екзодерма
- 3 – мезодерма
- 4 – ендодерма
- 5 – перицикл
- 6 – флоемні ділянки
- 7 – ксилема (6, 7 – радіальний провідний пучок)
- 8 – центральний циліндр
- 9 – первинна кора
- 10 – кореневий волосок

Рис. 50. Первинна будова кореня півників німецьких.

Препарат 3. Розглянути готовий препарат вторинної будови кореня гарбуза при малому і великому збільшеннях мікроскопа. В центрі чітко видно чотири промені первинної ксилеми, від яких відходять первинні радіальні промені, розширені до периферії. Вони складаються з великих паренхімних клітин. Між променями розміщені чотири колатеральні відкриті судинно-волокнисті пучки. Вторинна ксилема пучків розміщена ближче до центру і складається із судин, деревної паренхіми і деревних волокон. Назвні від ксилеми добре помітний пучковий камбій із вузьких клітин, які утворюють правильні радіальні ряди. За камбієм розміщена флоема (луб), у складі якої ситовидні трубки з клітинами-супутниками та луб'яна паренхіма. Зверху корінь покритий перидермою (рис. 51.).

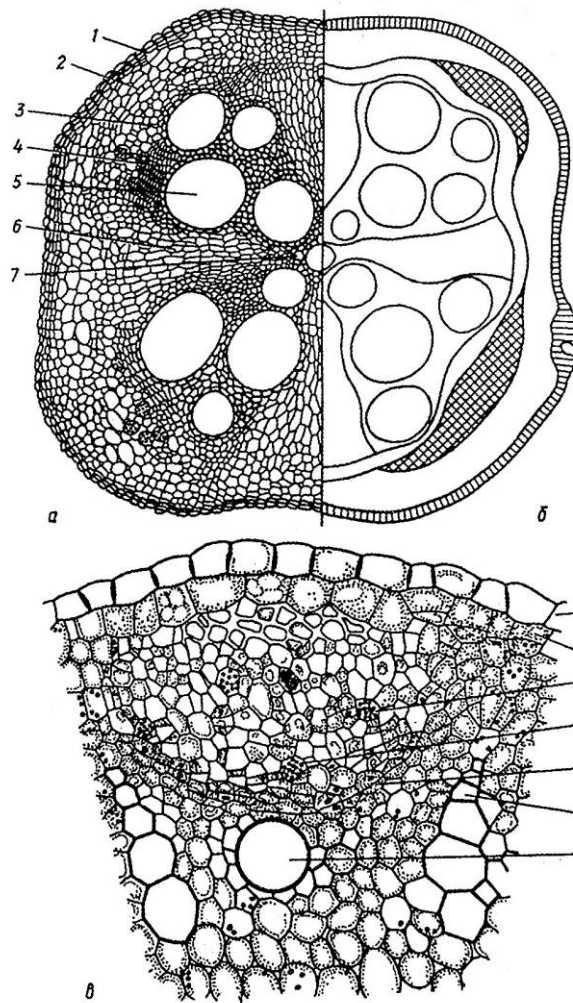


Рис. 51. Вторинна будова кореня гарбуза звичайного:
а – анатомічна будова, б – схематичний рисунок. в – частина
центрального циліндра; 1 – корок, 2 – паренхіма вторинної кори,
3 – первинна і вторинна флоема, 4 – камбій, 5 – вторинна флоема,
6 – радіальний промінь, 7 – первинна ксилема, 8 – ендодерма,
9 – перицикл, 10 – первинна флоема, 11 – вторинна флоема,
12 – камбій, 13 – первинна ксилема, 14 – вторинна ксилема.

Препарат 4. Розглянути готовий препарат поперечного зрізу 3-5 річного кореня липи. У вторинній будові кореня липи розрізняють покривну частину і центральний циліндр (рис. 52.).

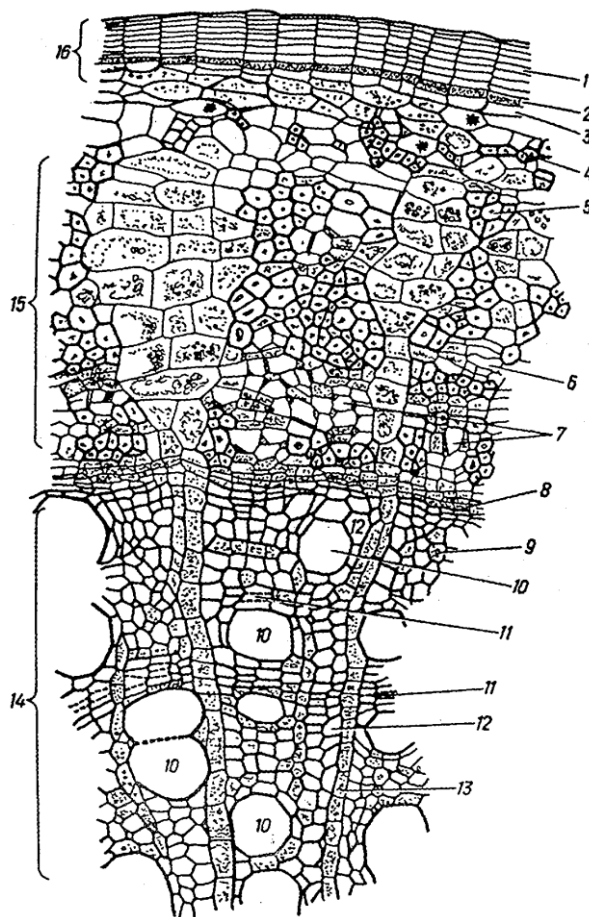


Рис. 52. Вторинна будова кореня липи серцелистої: 1 – корок, 2 – фелоген, 3 – фелодерма, 4 – первинні луб’яні волокна. 5 – твердий луб (вторинні луб’яні волокна), 6 – луб’яна паренхіма, 7 – ситовидні трубки, 8 – камбій, 9 – деревинна паренхіма, 10 – крапчасті судини, 11 – трахеїди, 12 – лібриформ (деревні волокна), 13 – радіальні промені. 14 – вторинна ксилема (деревина), 15 – вторинна флоема (луб), 16 – перидерма.

У центральному циліндрі розрізняють луб, камбій та деревину. Зовні корінь покритий перидермою (фелема, фелоген і фелодерма), яка з віком зміниться на кірку. Центральний циліндр починається лубом (флоемою), у складі якої розрізняють ситовидні трубки з клітинами-супутниками, луб’яну паренхіму та луб’яні волокна. Розміщений глибше камбій являє собою вузьке кільце живих клітин, здатних до поділу. Назовні камбій відкладає клітини, що перетворюються в елементи флоєми, а до середини – клітини, що перетворюються в елементи ксилеми. В сторону ксилеми камбій відкладає в чотири рази більше клітин, ніж у сторону флоєми. У центрі кореня розміщена ксилема. Первинна ксилема 5-7 променева (рис. 53.).

Від променів первинної ксилеми відходять первинні радіальні промені з паренхімних клітин. Між радіальними променями розміщена вторинна ксилема, у складі якої розрізняють трахеїди, судини деревну паренхіму та деревні волокна.

У деревині чітко видно річні кільця, які утворюються в результаті специфічної роботи камбію, як і у стеблі. Вторинні радіальні промені закладаються у деревині другого і наступних років.

Особливістю будови кореня є те, що в центрі розміщена не серцевина, як у стеблі, а первинна ксилема. а також відсутня первинна кора, яка відмирає і злущується при переході від первинної до вторинної будови.

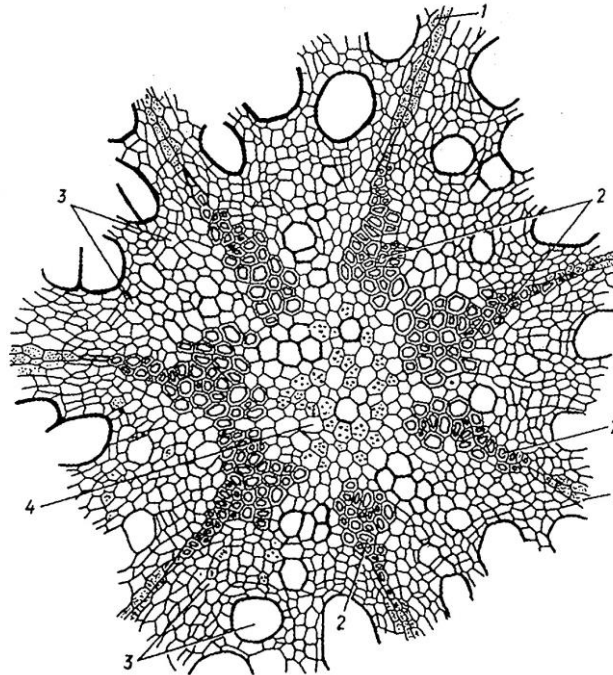


Рис. 53. Поперечний зріз серцевини і первинної деревини у корені липи: 1 – серцевинні промені, 2 – первинна деревина, 3 – вторинна деревина, 4 – серцевина.

Лабораторне заняття № 13

ТЕМА: Анатомічна будова коренеплодів.

Мета: вивчити особливості анатомічної будови коренеплодів.

Об'єкти: коренеплоди моркви посівної (*Daucus sativus* (Hoffm.) Roehl.), буряка звичайного (*Beta vulgaris* L.), редьки посівної (*Raphanus sativus* L.).

Завдання:

1. Розглянути зовнішню будову коренеплодів.
2. Порівняти поперечні зрізи коренеплодів моркви, редьки і буряка.
3. При малому і великому збільшеннях мікроскопа вивчити анатомічну будову коренеплодів типу редьки, моркви та буряка на поперечних зрізах.

Основний зміст

Коренеплід – видозмінений головний корінь. Він складається з трьох частин: головки, шийки і власне кореня (рис. 54.).

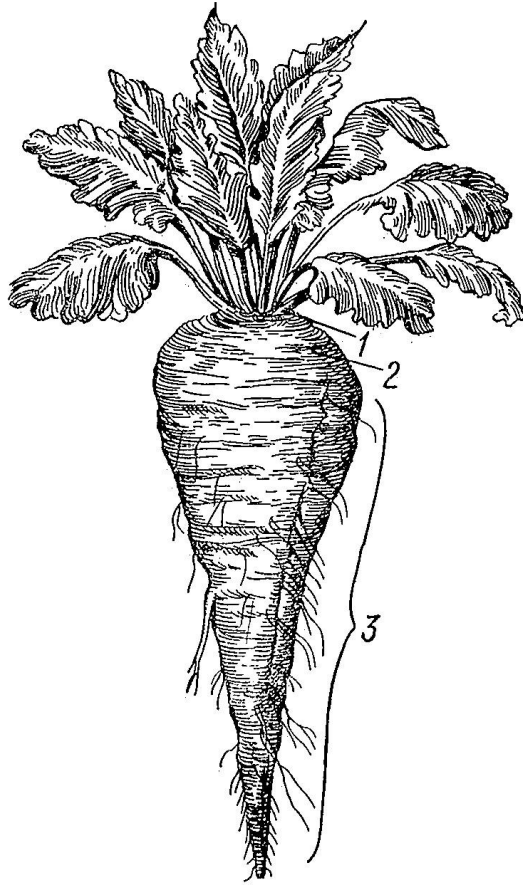


Рис. 54. Коренеплід буряка: 1 – головка, 2 – шийка, 3 – власне корінь.

Головка – вкорочений пагін, що несе розетку листя. Шийка – видозмінене підсім'ядольне коліно, де, в основному, нагромаджуються поживні речовини. Власне корінь несе на собі бічні корені. Запасні речовини відкладаються в клітинах запасуючої паренхіми, яка добре розвинена і може знаходитись у луб'яній частині коренеплоду, деревній, а також за межами вторинної будови. В залежності від цього розрізняють три типи коренеплодів: коренеплоди типу моркви з запасуючою флоемною паренхімою; коренеплоди типу редьки з запасуючою ксилемною паренхімою; коренеплоди типу буряка – мають третинну будову і запасуюча паренхіма розміщена за межами вторинної будови між камбіальними кільцями і судинно-волокнистими пучками.

Препарат 1. Розглянути готовий препарат поперечного зрізу коренеплоду моркви, користуючись малим і великим збільшеннями мікроскопа. В центрі чітко виділяється первинна діархна (двопроменева) ксилема, яка складається з дрібних судин. Від променів первинної ксилеми до периферії направляються первинні радіальні промені з паренхімних клітин. Між променями первинної ксилеми і первинними радіальними променями розміщена вторинна ксилема. Вона складається з великих

судин, які розходяться від центру радіально та запасуючої паренхіми (рис. 55.).

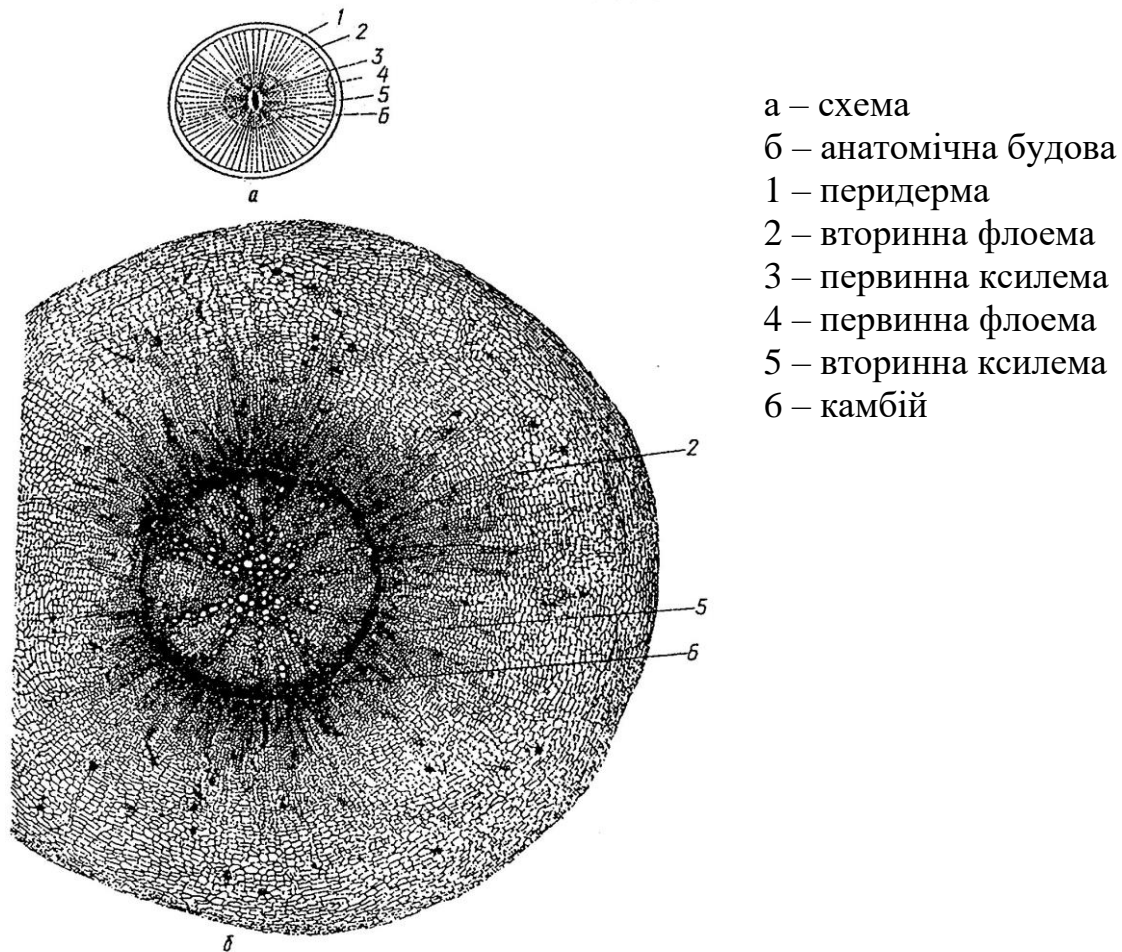


Рис. 55. Поперечний зріз коренеплоду моркви.

Зовні від вторинної ксилеми розміщений камбій, який складається з кількох рядів дрібних тонкостінних клітин. У коренеплода моркви добре розвинена луб'яна паренхіма, тому що в сторону флоєми камбій відкладає значно більше клітин, ніж у сторону ксилеми. У складі флоєми крім паренхіми розрізняють групи ситовидних трубок з клітинами-супутниками. Зовні коренеплід покритий перидермою, у складі якої корок, корковий камбій та коркова паренхіма.

Характерною особливістю будови коренеплода моркви є відсутність механічних тканин та значний розвиток запасуючої паренхіми в складі флоєми.

Препарат 2. Розглянути готовий препарат поперечного зрізу коренеплоду редьки при малому і великому збільшеннях мікроскопа. Характерною особливістю коренеплода редьки є те, що в нього добре розвинена ксилемна частина, де міститься запасуюча паренхіма. У центрі коренеплода розміщена двопроменева первинна ксилема, від якої у дві сторони відходять первинні радіальні промені. Вторинна, ксилема розміщена по обидві сторони від первинної і займає майже всю товщину коренеплоду. Складається вона з радіальних смужок судин, між якими

розміщена деревна паренхіма. У вторинній ксилемі закладаються вторинні радіальні промені з паренхімних клітин. В паренхімі ксилемної частини коренеплода нагромаджуються запасні поживні речовини. Камбіальне кільце розміщене близько до поверхні, тому що камбій відкладає у сторону ксилеми значно більше клітин, ніж у сторону флоєми. Вторинна кора, або флоєма, займає вузьку смужку на периферії коренеплода і складається з ситовидних трубок із клітинами-супутниками, луб'яної паренхіми та паренхіми радіальних променів. Первинна флоєма деформується і стає непомітною. З поверхні коренеплід покритий перидермою (рис. 56.).

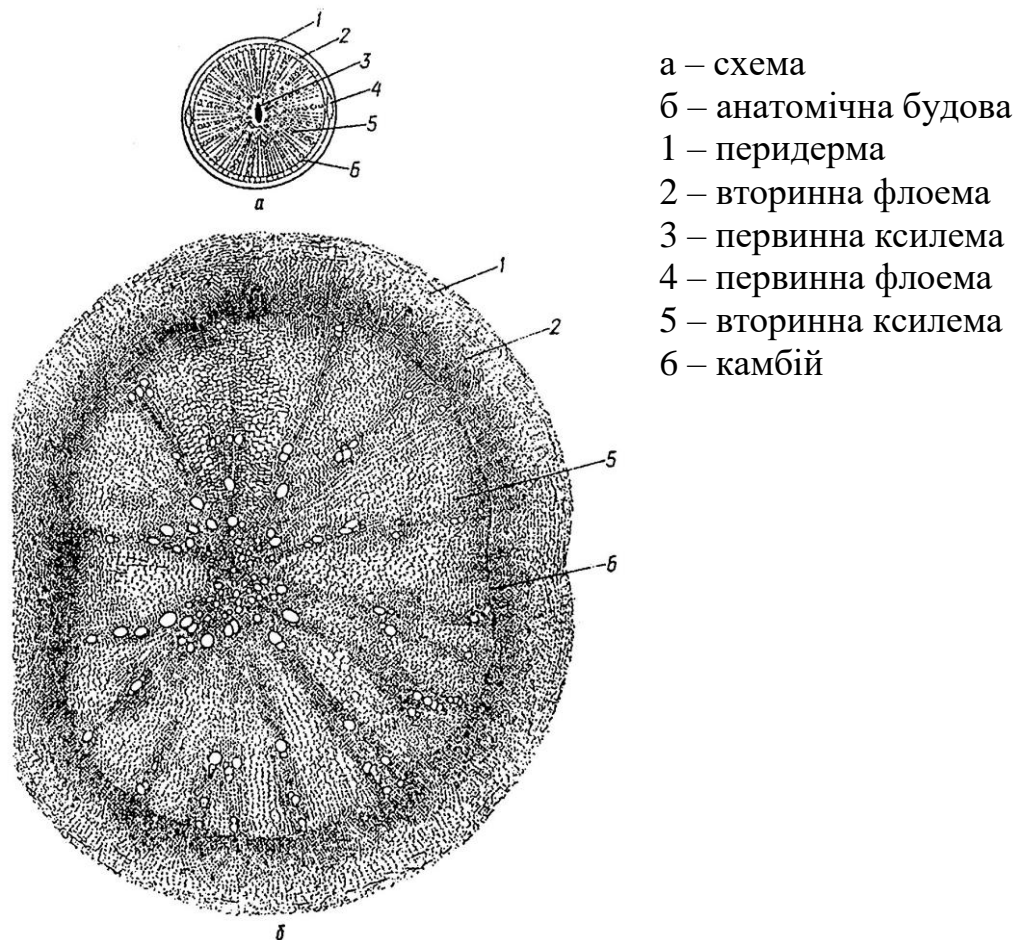
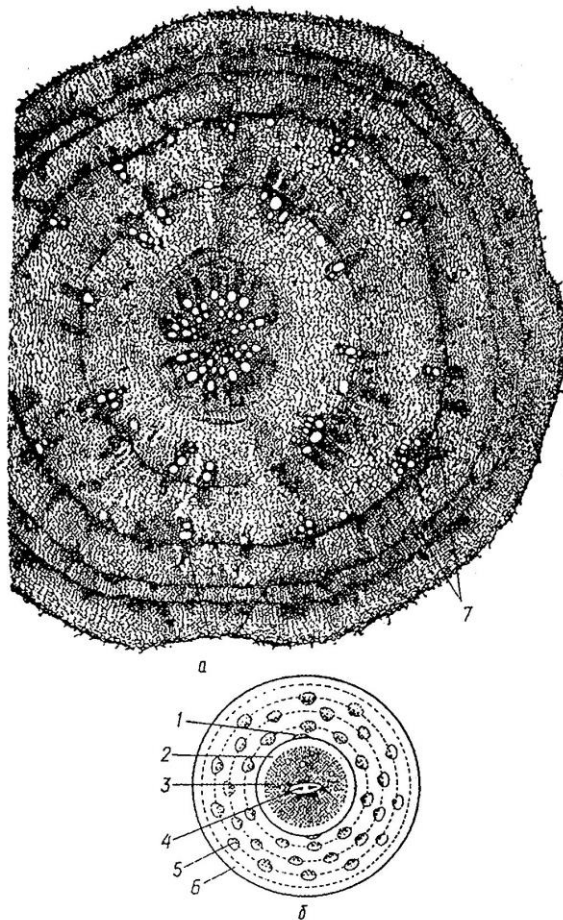


Рис. 56. Поперечний зріз коренеплоду редьки.

Препарат 3. Розглянути готовий препарат поперечного зрізу коренеплода буряка при малому та великому збільшеннях мікроскопа. На зрізі чітко видно концентрично розміщені камбіальні кільця, кількість яких може бути 8 – 12. Назовні від камбію темна частина кільця – флоєма, а до середини світла – ксилема. В центрі коренеплода двопроменева первинна ксилема, від якої відходять два первинні радіальні промені з великих паренхімних клітин. З обох боків від первинної розміщена вторинна ксилема, яка утворилася в результаті діяльності камбію. Ксилема складається із судин та деревної паренхіми. Тут же розміщені вторинні радіальні промені з паренхімних клітин. До периферії розміщене камбіальне кільце. Камбій відкладає назовні елементи флоєми і паренхіму

радіальних променів, а до середини елементи ксилеми і також паренхіму радіальних променів'

В результаті ділення клітин перициклу назовні відкладається кільцева паренхіма, в якій виникає друге камбіальне кільце. Камбій формує колатеральні відкриті судинно-волокнисті пучки і нове кільце паренхіми, в якому знову закладається третє камбіальне кільце (рис. 57.). З ростом коренеплоду так повторюється багато разів. Кількість камбіальних кілець кратна кількості листків. Двом листкам відповідає одне камбіальне кільце. В результаті сукупної діяльності камбіальних кілець відбувається розростання коренеплоду в товщину.



- а – анатомічна будова
- б – схема
- 1 – первинна флоема
- 2 – вторинна флоема
- 3 – вторинна ксилема
- 4 – первинна ксилема
- 5 – відкритий колатеральний судинно-волокнистий пучок
- 6 – паренхіма вторинної кори і корок
- 7 – додаткові кільця камбію

Рис. 57. Поперечний зріз коренеплоду буряка звичайного.

З клітин паренхіми закладається корковий камбій, який назовні відкладає корок, а до середини коркову паренхіму, формуючи перидерму що покриває коренеплід буряка зовні.

У головці коренеплоду відбувається перерозподіл судинно-волокнистих пучків, тому що камбіальному кільцю, що розміщене на периферії коренеплода, відповідають молоді листки, сформовані в центрі розетки.

Лабораторне заняття № 14

ТЕМА: Анатомічна будова листка.

Мета: вивчити особливості анатомічної будови листків однодольних і дводольних рослин.

Об'єкти: листки буряка звичайного (*Beta vulgaris* L.), лимона (*Citrus limon* Burm. fil.), кукурудзи звичайної (*Zea mays* L.).

Завдання:

1. Розглянути при малому і великому збільшеннях мікроскопа:
 - а) анатомічну будову дорзовентрального листка лимона або буряка звичайного на поперечному зрізі;
 - б) анатомічну будову ізолатерального листка кукурудзи звичайної.

Основний зміст

Внутрішня будова листка тісно пов'язана з функціями, які він виконує, і умовами зовнішнього середовища. За анатомічною будовою всі листки покритонасінних рослин можна поділити на дві групи: дорзовентральні та ізолатеральні. Листки дорзовентральної будови – двосторонні при горизонтальній орієнтації листкової пластинки у просторі; листки ізолатеральної будови – односторонні при вертикальній орієнтації листкової пластинки у просторі.

Дорзовентральним називається листок, мезофіл якого складається з двох типів тканин – стовпчастої (палісадної) та губчастої паренхіми. Дорзовентральні листки характерні дводольним рослинам.

Ізолатеральним називається листок, мезофіл якого представлений одним видом тканини – губчастою паренхімою. Ізолатеральні листки характерні однодольним рослинам.

Препарат 1. Розглянути постійний препарат анатомічної будови дорзовентрального листка лимона або буряка на поперечному зрізі. Для листків цих рослин характерна типова дорзовентральна будова. Зверху і знизу листок покритий епідермісом. Верхній епідерміс представлений одним шаром живих клітин, які щільно прилягають одна до одної, мають потовщення зовнішньої частини оболонки, покриті кутикулою, не мають продихів та хлоропластів. Клітини нижнього епідермісу менш кутинізовані, містять продихи, які регулюють газообмін і транспірацію (рис. 58.).

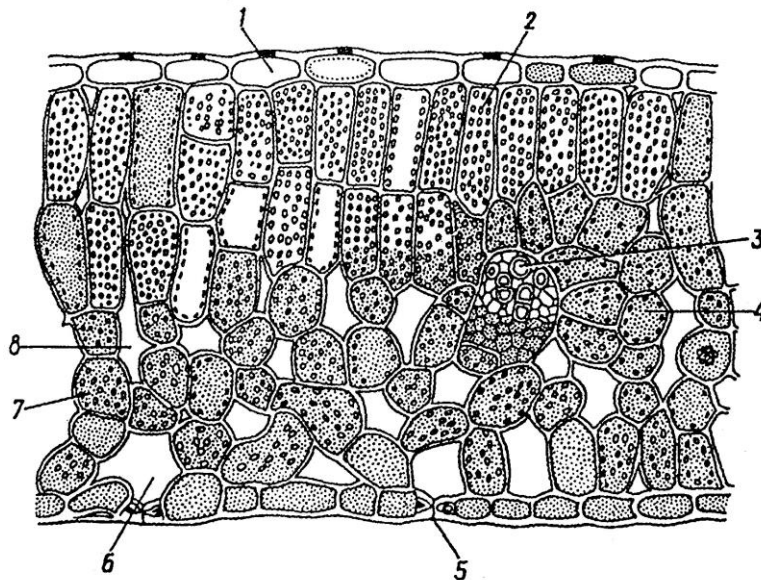


Рис. 58. Поперечний зріз листка буряка звичайного: 1 – епідерміс, 2 – палисадна паренхіма, 3 – бічна жилка листка. 4 – губчаста паренхіма, 5 – продих, 6 – підпродихова порожнина, 7 – хлоропласти, 8 – міжклітинники.

Між верхнім і нижнім епідермісом розміщена м'якоть листка – мезофіл. Мезофіл поділяється на стовпчасту і губчасту паренхіми. Стовпчаста паренхіма прилягає до верхнього епідермісу, її клітини витягнуті в довжину, щільно прилягають, багаті на хлоропласти, в яких інтенсивно проходить процес фотосинтезу. Під клітинами палисадної паренхіми розміщені збірні клітини, до яких відтікають продукти асиміляції і які безпосередньо зв'язані з флоемою судинно-волокнистих пучків.

Нижня частина мезофілу представлена губчастою паренхімою. Клітини губчастої паренхіми округлі, рихло розміщені, тому між ними багато міжклітинних просторів. Вони містять невелику кількість хлоропластів, і хоча фотосинтезують, їхня основна функція – газообмін і транспірація.

Мезофіл листка пронизаний судинно-волокнистими пучками, або жилками. Центральна жилка листка представлена колатеральним закритим судинно-волокнистим пучком. Флоема пучка обернена до нижнього епідермісу, а ксилема – до верхнього. Зовні пучок має обкладинку з механічних тканин – коленхіми та склеренхіми. Флоема пучка складається із ситовидних трубок з клітинами-супутниками та луб'яної паренхіми, а ксилема – з судин, деревної паренхіми та деревних волокон.

Препарат 2. Розглянути готовий препарат поперечного зрізу ізолатерального листка кукурудзи. Зверху і знизу листок покритий епідермісом. Клітини епідермісу кутинізовані, продихи розміщені в однаковій кількості, як у верхньому, так у нижньому епідермісі. У верхньому епідермісі є ще й моторні або шарнірні клітини, розміщені

групами по 4-5. Вони здійснюють скручування листкової пластинки в жарку погоду; тим самим зменшуючи випаровування (рис. 59.).

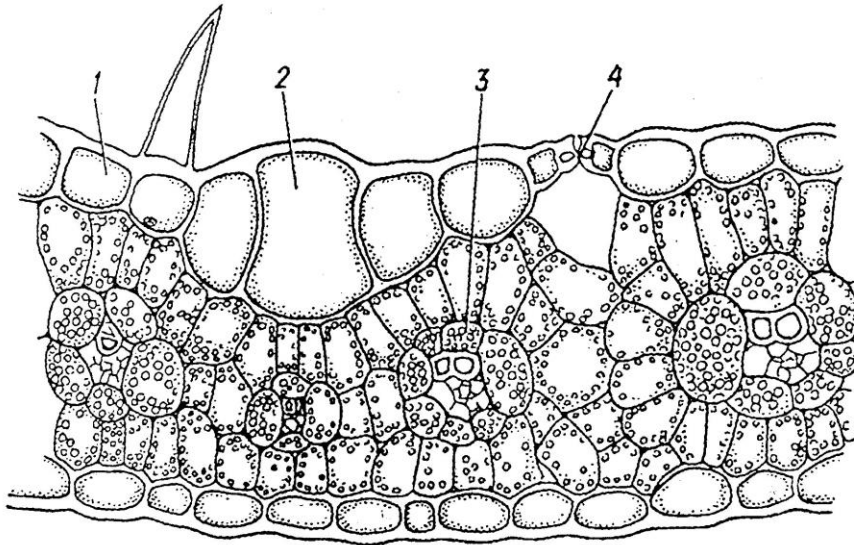


Рис. 59. Поперечний зріз листка кукурудзи звичайної: 1 – епідерміс, 2 – моторні клітини, 3 – обгортка провідного пучка, 4 – продих.

Між верхнім і нижнім епідермісом розміщений мезофіл, який складається з клітин хлоренхіми, паренхімних, живих, округлих, рихло розміщених, з хлоропластами. Мезофіл пронизаний судинно-волокнистими пучками – колатеральними закритими. Хлоренхіма біля пучків розміщена щільніше і, в основному, виконує функцію фотосинтезу, а до продихів хлоренхіма розрихлюється і основна її функція – газообмін та транспірація. Кожний судинно-волокнистий пучок оточений кільцем обкладових (збирних) клітин. Бічні жилки дрібні, до їх складу входять лише провідні тканини, ксилема в яких розвинена краще, ніж флоема.

Центральна жилка не відрізняється за будовою від судинно-волокнистих пучків стебла. Це колатеральний закритий судинно-волокнистий пучок, повернений ксилемою до верхнього епідермісу. До складу ксилеми входять кільчасті, спіральні та пористі судини, деревні волокна та деревна паренхіма, а до складу флоєми – ситовидні трубки з клітинами-супутниками. Пучок зверху і знизу оточений клітинами механічної тканини – склеренхіми.

Список використаних джерел

1. Брайон О.В., Чикаленко В.Г. Анатомія рослин. Київ: Вища школа, 1992. 180с.
2. Бойко М.Ф. Ботаніка. Систематика несудинних рослин. Навчальний посібник. Київ: Видавництво Ліра-К, 2013. 276 с.
3. Бобкова І.А., Варлахова Л.В. Ботаніка: підручник. Київ: ВСВ «Медицина», 2015. 304 с.
4. Ботаніка (морфологія рослин) в таблицях та схемах / Киричук Г.Є. [та ін.]; Житомир. держ. ун-т ім. Івана Франка. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2012. 241 с.
5. Ботаніка. Практикум з анатомії та морфології рослин: навчальний посібник. Микола Барна; Терноп. нац. пед. ун-т ім. Володимира Гнатюка. Тернопіль: Терно-граф, 2014. 303 с.
6. Григора І.М., Верхогляд І.М., Шабарова С.І., Алейніков І.М., Якубенко Б.Є. Морфологія рослин. Навчальний посібник для аграрних ун-тів. Київ: Фітосоціоцентр, 2004. 143 с.
7. Григора І.М., Шабарова С.І., Алейніков І.М. Ботаніка: Підручник. Київ: Фітосоціоцентр. 2000. 196 с.
8. Дендрологія України. Дикорослі та культивовані дерева і кущі. Покритонасінні. Ч. II. Довідник / Кохно М.А., Трофименко Н.М., Пархоменко Л.І. та ін.; за ред. М.А. Кохно та Н.М. Трофименко. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. 716 с.: іл.
9. Зиман С.М., Мосякін С.Л., Булах О.В., Царенко О.М., Фельбаба-Клушина Л.М. Ілюстрований довідник з морфології квіткових рослин. Навчально-методичний посібник. Ужгород: Медіум, 2004. 156 с.
10. Калинець-Мамчур З. Словник-довідник з альгології та мікології: для студ. вищ. навч. закл. Львів.: ЛНУ ім. І. Франка, 2011. 399 с.
11. Меженський В.М., Меженська Л.О. Сучасна систематика квіткових рослин. Ч.1: Навчальний посібник. Вид-тво Ліра-К, 2020. 384 с.
12. Морозюк С.С., Протопопова В.В. Трав'янисті рослини України: Навчальний посібник. Тернопіль: Навчальна книга. Богдан, 2007. 216 с.
13. Морфологія і анатомія вищих рослин. Ч. 1. Клітина рослин: навч. посіб. / С. О. Волгін, А. І. Прокопів. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2001. 110 с.
14. Морфологія рослин / В. І. Парпан, Н. В. Кокар; Прикарпат. нац. ун-т ім. В. Стефаника, Ін-т природн. наук. Івано-Франківськ: Вид-во Прикарпат. нац. ун-ту ім. В. Стефаника, 2010. 331 с.
15. Морфологія рослин з основами анатомії та цитоембріології / Войтюк Ю.О., Кучерява Л.Ф., Баданіна В.А., Брайон О.В. Київ: Фітосоціоцентр, 1998. 216с.
16. Морфологія і систематика лікарських рослин: Навч. посібник / Романщак С.П., Геркіял З.В., Гаврилюк В.А. Київ: Урожай, 2000. 360 с.
17. Нечитайло В. А. Систематика вищих рослин. II. Покритонасінні. Київ: Фітосоціоцентр, 1997. 272 с.

18. Нечитайло В.А., Кучерява Л.Ф. Ботаніка. Вищі рослини. Київ: Фітосоціоцентр. 2000. 384 с.
19. Парубок М.І., Мамчур Т.В. Практикум з ботаніки: навчальний посібник. Умань: Видавець «Сочинський М.М.», 2020. 312 с.
20. Пересипкіна Т.М., Крайнова А.О. Посібник з навчально-польової практики з ботаніки (морфології рослин). Запоріжжя: ЗДУ, 2001. 124 с.
21. Практикум з ботаніки. / І.М. Григора, С.І. Шабарова, І.М. Алейніков. Київ: Урожай, 1994. 272 с.
22. Романцак С.П. Ботаніка: Навч. посіб. Київ: Вища школа. 1995. 213 с.
23. Хржановський В.Г., Пономаренко С.Ф. Ботаніка: Підручник. Київ: Вища школа. 1993. 358 с.
24. Чорна Г.А. Мікологія. Практикум із мікології та фікології для студентів вищих навчальних закладів. Умань: ПП Жовтий О.О., 2012. 96 с.
25. Чорна Г.А., Красноштан І.В. Ботаніка: навчальний посібник для студентів природничо-географічних факультетів педагогічних вузів. Умань: ФОП Жовтий О.О., 2015. 210 с.
26. Якубенко Б.Є. Польовий практикум з ботаніки. 3-є видання, перероблене та доповнене. Київ: Фітосоціоцентр, 2012. 400 с.

Для нотаток

Навчальне видання

Мамчур Тетяна Василівна

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ
БОТАНІКА (АНАТОМІЇ РОСЛИН)**

(для студентів денної і заочної форми навчання
Освітнього рівня перший (бакалавр) за спеціальністю 201 Агрономія)

**Редакційно-видавничий центр Уманського НУС
Свідоцтво ДК №2499 від 18.05.2006 р.
20305, м. Умань, вул. Інститутська, 1
тел.: 8(04744) 3-22-35**

