

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра агрохімії, ґрунтознавства та землеробства

05-01-250М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних занять
із навчальної дисципліни «**Ботаніка**»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Агрономія»
спеціальності 201 «Агрономія»
денної та заочної форм навчання
Частина 1

Рекомендовано науково-
методичною радою
з якості ННІАЗ
Протокол № 7 від 07.02.2023 р.

Рівне – 2023

Методичні вказівки до лабораторних занять із навчальної дисципліни “Ботаніка” (частина 1) для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Володимирець В. О. – Рівне : НУВГП, 2022. – 64 с.

Укладач: Володимирець В. О., к.біол.н., доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства.

Відповідальний за випуск: Колесник Т. М., к.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства.

Керівник групи забезпечення
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент

Колесник Т. М.

© В. О. Володимирець, 2023

© НУВГП, 2023

З М І С Т

Вступ	4
Лабораторне заняття № 1. Будова мікроскопа та правила роботи з ним. Виготовлення тимчасових мікропрепаратів	5
Лабораторне заняття № 2. Загальна будова рослинної клітини	16
Лабораторне заняття № 3. Твірні, покривні та основні тканини	24
Лабораторне заняття № 4. Механічні, провідні та видільні тканини	30
Лабораторне заняття № 5. Типи кореневих систем. Зони ростучого кореня	38
Лабораторне заняття № 6. Анатомічна будова стебла трав'янистих односім'ядольних і двосім'ядольних покритонасінних рослин	44
Лабораторне заняття № 7. Морфологія листка	52
Лабораторне заняття № 8. Анатомія листка	59

ВСТУП

«Ботаніка» є однією з найважливіших навчальних дисциплін фахової підготовки в галузі агрономії. Вона вивчає світ рослин, його існуючу різноманітність, ознаки та властивості рослинних організмів і їхніх угруповань. Особлива увага під час вивчення навчальної дисципліни звертається на зв'язок навчального матеріалу з практикою аграрного виробництва.

Мета викладання навчальної дисципліни «Ботаніка» полягає в пізнанні загальних основ будови та функціонування рослинних організмів, їхньої різноманітності, структури рослинного покриву, його динаміки, взаємозв'язку рослинності з факторами навколишнього середовища, усвідомлення місця рослин у сучасному аграрному виробництві.

Основними завданнями проведення лабораторних занять із навчальної дисципліни є набуття вмінь і компетенцій: працювати з мікроскопом і розглядати мікропрепарати, виготовляти тимчасові мікропрепарати, розпізнавати на мікропрепаратах різні тканини та групи тканин, робити морфологічний опис різних органів рослин, розпізнавати представників різних систематичних груп рослин, виділяти екологічні групи рослин, встановлювати структуру ценопопуляцій видів і прогнозувати напрямки їхніх змін, користуватись найважливішими методами геоботанічних досліджень, виділяти та класифікувати рослинні угруповання.

Лабораторне заняття № 1

Тема: Будова мікроскопа та правила роботи з ним. Виготовлення тимчасових мікропрепаратів.

Мета заняття: Вивчити будову мікроскопа, засвоїти навички роботи з ним; навчитись виготовляти тимчасові мікропрепарати та розглядати їх під мікроскопом.

Обладнання та матеріали: Мікроскоп “Биолам С11”, предметне та покривне стекла, препарувальна голка, бритва, скляна паличка, фільтрувальний папір, постійні мікропрепарати, вода, соковиті луски цибулі, ілюстраційні матеріали.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Мікроскопія стала класичним інструментальним методом в ботанічних дослідженнях і використовується з науковою, діагностичною та навчальною метою. Найбільшого застосування набули різні модифікації *світлової мікроскопії* (звичайна, *фазово-контрастна*, *інтерференційна*, *поляризаційна*, *флуоресцентна*). В її основі лежить властивість світлових променів збільшувати роздільну здатність під час проходження через певний об’єкт за допомогою спеціально підібраної системи лінз. Під *роздільною здатністю* розуміють мінімальну відстань між двома точками, за якої вони видимі як окремі. Вона є головною характеристикою світлового мікроскопа й залежить від довжини світлової хвилі, що використовується для освітлення (чим вона менша, тим меншого розміру об’єкт можна побачити), та від нумеричної апертури мікроскопа (чим вона вища, тим більша роздільна здатність). Звичайно, в світлових мікроскопах використовують джерела освітлення у видимій частині спектра (400-700 нм), тому максимальна роздільна здатність у цьому випадку буде не більше 200-350 нм. За використання ультрафіолетового світла (260-280 нм) її можна підвищити до 130-140 нм. Тому сучасні світлові мікроскопи в порівнянні з людським оком дають збільшення приблизно в 1350 раз. Світловий мікроскоп

дозволяє проводити прижиттєве вивчення живих об'єктів і вивчення фіксованих клітин.

Електронний мікроскоп став досягненням сучасної мікроскопії. В загальному за принципом дії він нагадує світловий мікроскоп. Однак тут замість світлових променів використовується потік електронів, джерелом утворення яких є розжарена нитка. Утворені електрони фокусуються магнітним полем і спрямовуються на об'єкт, із яким вони взаємодіють, відхиляються, розсіюються, поглинаються або проходять наскрізь без змін. Електрони, що пройшли через об'єкти, знову фокусуються, даючи збільшене первинне зображення об'єкта. Це зображення проектується на екран, який покритий люмінесцентним шаром і світиться внаслідок попадання на нього електронів. Сучасні електронні мікроскопи дають змогу отримати роздільну здатність в 0,1 нм і збільшення понад 200 тис. раз. В електронній мікроскопії використовують лише фіксовані препарати малої товщини (не більше 0,1 мкм). Нині великі надії покладають на використання скануючого або растрового електронного мікроскопа. Він дозволяє отримати тримірне (об'ємне) зображення досліджуваного об'єкта.

Біологічний світловий мікроскоп – це оптичний прилад, який призначений для отримання збільшеного оберненого зображення досліджуваного об'єкта та розгляду дрібних деталей його будови, розміри яких лежать далеко за межами роздільної здатності людського ока.

Із навчальною метою найчастіше використовуються світлові мікроскопи марок: “Биолам”, “МБР” та “МБС”. Загальна будова мікроскопа “Биолам С11” показана на рис. 1.1.

В конструкції мікроскопа виділяють дві системи: оптичну та механічну.

Оптична система мікроскопа складає його основу й представлена двома системами лінз: одна з них розташована ближче до об'єкта і називається *об'єктивом* (1), друга розташована ближче до ока дослідника і називається *окуляр* (2). Об'єктив дає зображення збільшене та дійсне, але обернене. Він визначає корисне збільшення об'єкта (збільшення, за якого

можна виявити нові деталі його будови). Об'єктив складається із *металічного циліндра* і вмонтованих у нього *лінз*, число яких може бути різним. Першу лінзу, що звернена до об'єкта, називають *фронтальною* (3). У верхній частині об'єктива є *гвинтова різьба*, з допомогою якої його вкручують в *гніздо револьвера*. Збільшення об'єктива позначене на ньому цифрами. Мікроскоп “Биолам С11” оснащений трьома об'єктивами: x8, x40, x90.

Окуляр збільшує зображення, але робить його уявним, залишаючи оберненим. Він не виявляє нових деталей будови, й у цьому відношенні його збільшення некорисне. Окуляр складається з двох-трьох лінз, вмонтованих у металічний циліндр – *тубус*. Між лінзами розміщена *постійна діафрагма*, що визначає межі поля зору. Нижня лінза фокусує зображення об'єкта, яке дає об'єктив, а верхня – слугує безпосередньо для спостереження. Збільшення окулярів позначені на них цифрами: x7, x10, x15. Для визначення загального збільшення мікроскопа потрібно перемножити збільшення об'єктива на збільшення окуляра.

У результаті спільної дії обох систем лінз зображення отримується збільшеним, оберненим і уявним.

До оптичної системи відноситься також *освітлювальний пристрій*. Він складається з дзеркала та конденсора з ірисовою діафрагмою (4), розміщених під предметним столиком. Освітлювальний пристрій призначений для освітлення об'єкта пучком світла. *Дзеркало* забезпечує відбивання променів, які потрапляють на нього від джерела світла, в сторону досліджуваного об'єкта через конденсор та отвір у предметному столику. Воно має дві поверхні – плоску та увігнуту. В навчальних лабораторіях із розсіяним світлом, як правило, використовують увігнуту поверхню дзеркала. Дзеркало закріплене в штативі так, що воно може повертатись у двох взаємоперпендикулярних площинах. *Конденсор* складається з двох-трьох лінз, вставлених у металічний

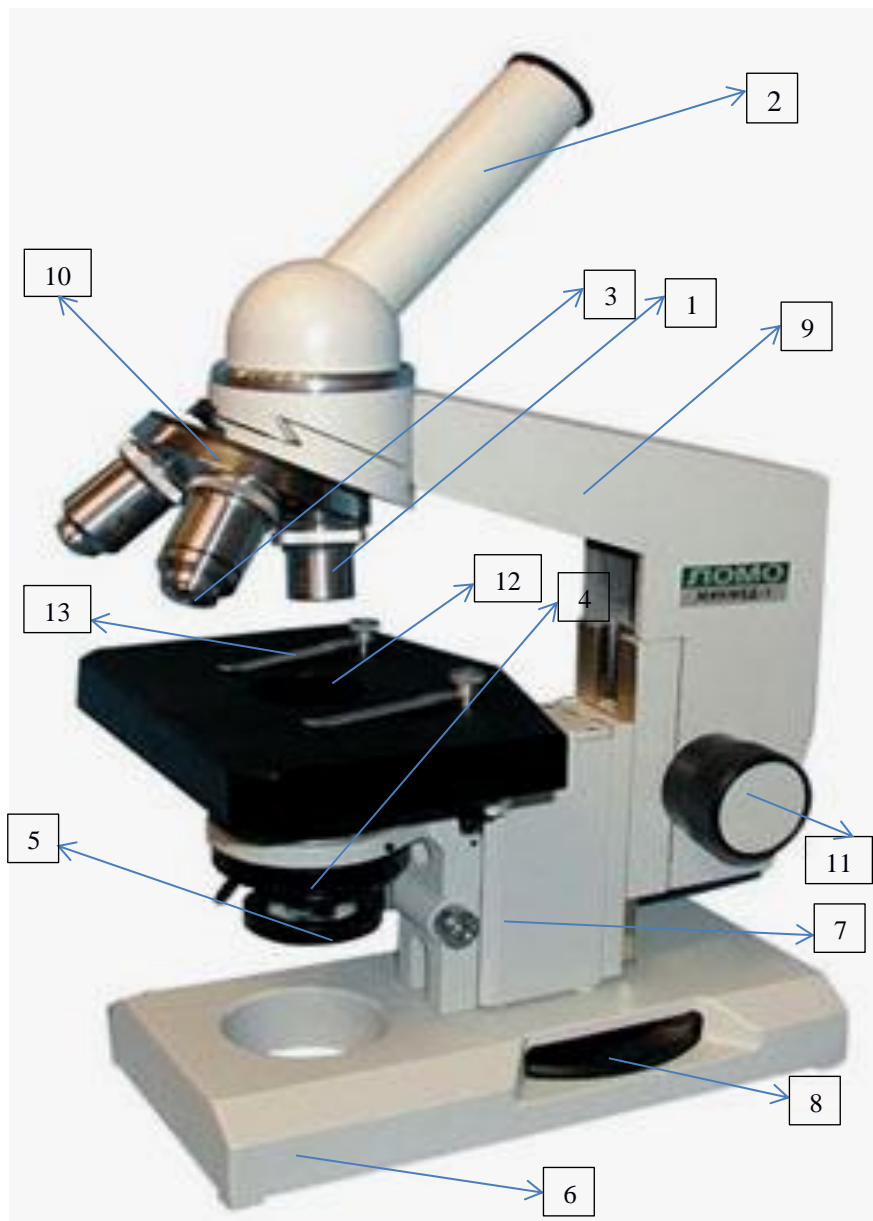


Рис. 1.1. Будова світлового мікроскопа “Биолам С11” (позначення в тексті)

циліндр. У процесі його піднімання або опускання за допомогою спеціального *гвинта* відповідно згущується або розсіюється світло, що падає від дзеркала на об'єкт. *Ірисова діафрагма* розміщена між дзеркалом та конденсором. Вона слугує для зміни діаметра світлового потоку, що спрямовується дзеркалом через конденсор на об'єкт у відповідності з діаметром фронтальної лінзи об'єктива, та складається з тонких металічних пластинок. За допомогою важелька їх можна з'єднувати, повністю закриваючи нижню лінзу конденсора, або, навпаки, розводити, збільшуючи потік світла. Кільце з матовим склом або *світлофільтром* (5) зменшує освітлення об'єкта. Воно розміщене під діафрагмою й переміщується в горизонтальній площині.

Механічна система мікроскопа складається з підставки, коробки з мікрометричним механізмом і мікрометричним гвинтом, тубусотримача, гвинта грубого наведення, кронштейна конденсора, гвинта переміщення конденсора, револьвера та предметного столика. *Підставка* (6) є основою мікроскопа. *Коробка з мікрометричним механізмом* (7) побудована за принципом взаємодіючих шестерень і прикріплена до підставки нерухомо. *Мікрометричний гвинт*, що має форму диска (8), служить для незначного переміщення тубусотримача, а значить і об'єктива, на відстані, що вимірюються мікрометрами. *Тубусотримач* (9) кріпить тубус і *револьвер* (10). Тубус рухливо з'єднаний з *головкою тубусотримача* й фіксується *штопорним гвинтом* у певному положенні. *Револьвер* призначений для швидкої зміни об'єктивів, що вгвинчені в його гнізда. Центральне положення об'єктива забезпечує спеціальний фіксуючий пристрій, який розміщений всередині револьвера. Правильне положення револьвера відносно осі тубуса фіксується *гвинтом*, який закріплений контргайкою. *Гвинт грубого наведення* (11) використовують для значного переміщення тубусотримача з об'єктивами з метою фокусування об'єкта за малого збільшення мікроскопа. *Предметний столик* (12) служить для розміщення на ньому досліджуваного об'єкта. Через отвір у

середині столика проходить пучок променів, відбитих від дзеркала. На столику є дві пружні клеми – *затискачі* (13), що закріплюють препарат. *Кронштейн конденсора* рухомо приєднаний до коробки мікрометричного механізму. Його можна підняти або опустити за допомогою *гвинта*, який обертає *зубчасте колесо*, що входить у пази рейки з *гребінчастою різьбою*.

Будова та експлуатація світлового мікроскопа досить прості. Однак невміле або неухажне використання може зумовити його псування. Тому потрібно строго дотримуватись правил роботи з мікроскопом. Насамперед, необхідно обережно поводитись із об'єктивами, особливо з об'єктивами великого збільшення, оскільки в них робоча відстань (відстань від покривного скла до фронтальної лінзи) вимірюється десятими частками міліметра (від 0,6 до 0,12 мм). Об'єктив малого збільшення має максимальну робочу відстань і найбільше поле зору. Якість зображення також залежить від товщини предметного та покривного стекел (нормальна товщина предметного скла 1,2 мм, покривного – 0,17 мм).

Особливо ретельно слідкують за чистотою оптичної частини мікроскопа – об'єктива, окуляра, конденсора, дзеркала. Для протирання лінз об'єктива та окуляра варто використовувати м'яку, декілька раз вживану лляну або бавовняну тканину. У випадку їхнього незначного забруднення перед протиранням можна на них подихати. Якщо такий засіб не допомагає й забруднення залишається, потрібно змочити тканину водою. Якщо ж і в цьому випадку наліт на лінзі залишається, то тканину зволожують чистим бензином або сумішшю спирту з ефіром. Зовсім недопустимо протирати лінзи пальцями, випадковими шматками паперу або тканини. Лінзи протирають без всякого натискання.

Розкручувати об'єктиви категорично забороняється, оскільки це неминуче закінчується їхнім псуванням. Під час роботи уникають механічних пошкоджень лінз мікроскопа, попадання на них різних рідин, особливо кислот, барвників та інших реактивів, які використовуються як середовище для

зрізів. Для уникнення псування мікрометричного механізму дозволяється повертати мікрометричний гвинт в одну сторону не більше, ніж на половину оберту. Якщо механічні частини мікроскопа рухаються важко, не потрібно застосовувати силу. Необхідно з'ясувати причину несправності та усунути її.

Працюють із мікроскопом завжди сидячи. Висота стільця або табуретки повинна бути такою, щоб можна було дивитись в окуляр сидячи прямо, не згинаючись і не витягуючись. Мікроскоп ставлять на край стола так, щоб окуляр знаходився напроти лівого ока, й упродовж роботи його не пересувають. Зошит та все інше обладнання і матеріали, що необхідні для роботи, розміщують справа від мікроскопа. На кожному робочому місці повинні бути предметні та покривні стекла, препарувальні голки, скляна паличка, стакан із чистою водою, тканина для протирання лінз, шматки фільтрувального паперу, а в окремих випадках – пінцет із тонкими кінцями, гострий скальпель, бритва, щіточка для зняття зрізів із бритви, необхідні барвники та реактиви.

Для настроювання мікроскопа відкривають повністю діафрагму, піднімають конденсор у крайнє верхнє положення, щоб фронтальна лінза знаходилась на одному рівні з предметним столиком. Ставлять об'єktiv x8 у робоче положення – на відстань 1 см від предметного столика. Роботу з мікроскопом завжди починають із малого збільшення. Дивлячись лівим оком в окуляр і використовуючи ввігнуту сторону дзеркала, спрямовують світло від вікна (але не пряме сонячне) або електричної лампочки (якщо вона не матова, то в кільце під конденсор вставляють матове скло) в об'єktiv і максимально та рівномірно освітлюють поле зору. Праве око залишають відкритим. Якщо його закрити, то все навантаження припаде на ліве око, що може викликати перевтому очних м'язів.

В окремих випадках використовують спеціальні освітлювачі ОИ-35. Для цього дзеркало витягують із отвору в коробці мікрометричного механізму та в спеціальне гніздо у підставці вставляють освітлювач. На предметний столик

кладуть постійний або тимчасовий мікропрепарат так, щоб досліджуваний об'єкт знаходився під об'єктивом, і, дивлячись збоку, опускають об'єktiv за допомогою гвинта грубого наведення до тих пір, поки відстань між фронтальною лінзою об'єктива та препаратом не стане 4-5 мм. Дивлячись лівим оком в окуляр і повертаючи гвинт грубого наведення на себе, плавно піднімають об'єktiv до положення, за якого добре видно зображення об'єкта. Пересуваючи препарат рукою, знаходять потрібне місце, розміщують його в центрі поля зору та закріплюють препарат затискачами. Якщо зображення не з'явилося (перестрибнуло), то необхідно повторити попередні операції. Не можна дивитися в окуляр і опускати об'єktiv, повертаючи гвинт грубого наведення від себе, так, як у цьому випадку фронтальна лінза може роздушити покривне скло і на ній з'являться подряпини. Далі досягають більшої чіткості зображення, приводячи у відповідність діаметри пучка світла, яке потрапило в об'єktiv, і фронтальної лінзи об'єктива. Для цього витягують із тубуса окуляр і, дивлячись в тубус, повільно закривають отвір діафрагми до тих пір, поки її краї не з'являться на межі вихідної зіниці об'єктива. За досить сильного освітлення збільшують контрастність зображення, опускаючи конденсор.

Для вивчення будь-якої ділянки об'єкта за великого збільшення, цю ділянку розміщують в центрі поля зору, переміщуючи руками мікропрепарат. Потім револьвер повертають так, щоб об'єktiv x40 зайняв робоче положення (об'єktiv не піднімати!). Дивляться в окуляр – зображення буде нечітким. За допомогою мікрометричного гвинта досягають якісного зображення об'єкта. Якщо під час встановлення об'єктива x40 зображення немає зовсім, досягають його отримання обережним повертанням гвинта грубого наведення на себе, й лише після цього проводять фокусування об'єкта за допомогою мікрометричного гвинта. Встановлюють також оптимальний діаметр ірисової діафрагми для об'єктива x40 (так, як і у випадку малого збільшення). Пересувають препарат за великого збільшення, лише

переміщуючи предметний столик.

Після закінчення роботи з великим збільшенням повертають револьвер і встановлюють мале збільшення, потім знімають мікропрепарат. Не можна виймати препарат з-під об'єктива $\times 40$, оскільки робоча відстань його становить 0,6 мм і під час переміщення скла легко можна пошкодити фронтальну лінзу. Зберігають мікроскоп також лише з встановленим малим збільшенням об'єктива. В кінці заняття протирають чистою тканиною всі механічні частини мікроскопа, накривають його поліетиленовим мішком або поміщають у футляр і ставлять у шафу. Переносять мікроскоп двома руками – однією тримають за тубусотримач, іншою за підставку.

Мікропрепарати, які можна зберігати тривалий час, називаються *постійними*. Для цього їх поміщають у спеціальне середовище (гліцерин, гліцерин-желатину, ялицевий бальзам). Постійні мікропрепарати бувають *тотальними* (у випадку розгляду дрібних організмів, наприклад, одноклітинних водоростей або невеликих органів), у вигляді тонких *зрізів* і *мазків*. Виготовлення постійних препаратів починають із фіксації об'єкта, мета якої полягає в збереженні та закріпленні його структури. Для кращого розрізнення дрібних структур використовують фарбування. Використовувані для цього барвники мають здатність специфічно зафарбовувати окремі частини клітини або окремі тканини органа. Внаслідок цього вони по-різному адсорбують та заломлюють світло і стають видимими. Із зафарбованих зрізів видаляють воду за допомогою розчинів спиртів, а потім поміщають їх у відповідне середовище.

Тимчасові мікропрепарати використовують дуже обмежений час, після чого їх ліквідовують, оскільки вони не можуть довго зберігатися. Рідини, в які поміщають об'єкти для тимчасової роботи, або швидко висихають, або не є фіксаторами. Найчастіше для цього використовують воду, іноді – спирт або гліцерин. Під час вибору рідини варто враховувати її вплив на об'єкт у цілому та на його окремі складові. Для

кращого розрізнення окремих частин об'єкта також використовують різні барвники та реактиви.

Для виготовлення тимчасового мікропрепарату найчастіше використовують метод “роздавлена крапля”. Для цього необхідно виконати наступні операції: а) миють і добре протирають предметне та покривне стекла. Щоб не зламати досить крихке покривне скло його споліскують у воді, поміщають у складку рушника або тканини між великим і вказівним пальцями правої руки та обережно витирають коловими рухами пальців; б) на предметне скло скляною паличкою наносять краплю рідини (вода, гліцерин, розчин реактиву або барвника); в) за необхідності роблять зріз досліджуваного об'єкта з допомогою бритви; г) найтонший із зрізів або цілий об'єкт поміщають на предметне скло в краплину рідини; д) накривають об'єкт зверху покривним склом так, щоб під нього не потрапили пухирці повітря. Для цього покривне скло беруть за ребра двома пальцями, підводять нижнє ребро до краю краплини рідини та плавно опускають; е) якщо рідини багато й вона витікає з-під покривного скла, надлишок її видаляють шматком фільтрувального паперу. Якщо ж під покривним склом залишились місця, заповнені повітрям, додають рідину, помістивши краплину її поряд із краєм покривного скла; є) виготовлений мікропрепарат переносять у центр предметного столика мікроскопа.

ХІД ЗАНЯТТЯ

1. Засвоїти правила техніки безпеки під час виконання лабораторних робіт із ботаніки.

2. Використовуючи мікроскоп “Биолам С11” та інструкцію до нього, ілюстраційні матеріали, вивчити загальну будову мікроскопа та призначення його основних частин.

3. Вивчити порядок роботи з мікроскопом, догляду за ним, засвоїти навички його настроювання та розгляду мікропрепаратів.

4. Розглянути під мікроскопом під малим і великим збільшеннях запропоновані постійні мікропрепарати шкірки

соковитої луски цибулі та епідермісу листка камелії.

5. Засвоїти методику виготовлення тимчасових мікропрепаратів. Виготовити тимчасовий мікропрепарат із шкірки соковитої луски цибулі *Allium cepa* методом “роздавлена крапля”, розглянути його під малим і великим збільшеннях. Для цього препарувальною голкою зняти епідерміс із випуклої поверхні соковитої луски цибулі, помістити її в краплину води на предметному склі зовнішньою стороною доверху та накрити покривним склом. Перенести мікропрепарат на предметний столик мікроскопа та розглянути його під малим збільшенням. Потім перевести мікроскоп на велике збільшення для більш детального розгляду мікропрепарату.

6. Порівняти між собою побачене на постійному та тимчасовому мікропрепаратах.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Значення методів мікроскопії в біологічних дослідженнях.
2. Призначення мікроскопа.
3. Принцип роботи світлового та електронного мікроскопів.
4. Загальна будова мікроскопа та призначення його основних частин.
5. Порядок роботи з мікроскопом, догляд за ним, настроювання та розгляд мікропрепаратів.
6. Виготовлення тимчасових мікропрепаратів.

Інформаційні ресурси:

Григора І. М., Якубенко Б. Є., Алейніков І. М. та ін. Практикум із ботаніки. Київ : НАУ, 2004. С. 14–18.

Романщак С. П. Анатомія покритонасінних рослин : навч. посібник. Київ : Урожай, 1999. С. 6–20.

Будова мікроскопа. URL:
<https://opticalmarket.com.ua/ua/budova-mikroskopa.html>.

Будова мікроскопа, будова світлового мікроскопа. URL: <https://znai.com.ua/budova-mkroskopa-budova-svtloвого-mkroskopa/>.

Електронна мікроскопія. URL: <http://microsvit.info/elektronna-mikroskopiya>.

Техніка виготовлення тимчасових мікропрепаратів. URL: <http://um.co.ua/9/9-14/9-1483.html>.

Лабораторне заняття № 2

Тема: Загальна будова рослинної клітини.

Мета заняття: Вивчити загальну будову рослинної клітини шляхом розгляду запропонованих тимчасових і постійних мікропрепаратів.

Обладнання та матеріали: Мікроскоп “Биолам С11”, предметне та покривне стекла, препарувальна голка, бритва, скляні палички, фільтрувальний папір, постійні мікропрепарати, вода, розчин йоду в йодиді калію, м’ясисті луски цибулі, листки елодеї, ілюстраційні матеріали.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

У рослинній клітині можна виділити живий компонент або *протопласт*, який і є власне клітиною, та неживий компонент або *клітинну оболонку (клітинну стінку)*, що знаходиться навколо протопласта, ним утворюється в процесі життєдіяльності, але пасивно виконує свої важливі функції; тобто вона є екстрацелюлярним (від гр. сл. “*extra*” – зовні, і гр. сл. “*celulla*” – клітинка, сота) утворенням. У складі протопласта виділяють два компоненти: *ядро* та *цитоплазма*.

Клітинна оболонка має чітку та впорядковану внутрішню структуру. Вона складається з двох компонентів: аморфної пластичної гелеподібної основи або *матриксу* з високим вмістом води та опорної *фібрилярної системи*. Матрикс представляє собою м’яку, пластичну масу, укріплену *фібрилами*. До складу матриксу входять *полісахариди*, що розчиняються у концентрованих лугах – *геміцелюлози* та

пектинові речовини. Вказані компоненти поєднуються між собою в різних кількісних співвідношеннях і утворюють різноманітні комбінації. Часто для надання властивостей жорсткості, незмочуваності та інших у склад оболонки входять додаткові полімерні речовини й солі. Додатковими компонентами, що надають оболонці особливих властивостей, є *лігнін* (його інкрустація зумовлює *здерев'яніння* клітинної оболонки), *кутин* і *суберин* (їхнє включення зумовлює *зкорковіння* оболонки), *віск* (відкладається на поверхні клітинних оболонок клітин *епідермісу*). Фібрилярна система представлена субмікроскопічними *мікрофібрилами* товщиною до 25 нм, які в свою чергу складаються з великого числа паралельно розміщених ланцюгів молекули целюлози. В місцях, де проходять цитоплазматичні тяжі (*плазмодесми*), що з'єднують сусідні клітини, утворюються *пори* – непотовщені місця в клітинній оболонці.

Залежно від будови клітинна оболонка може бути *первинною, вторинною, третинною*.

Переважає більшість живих рослинних клітин містить *ядро*. Воно є основним носієм спадкової інформації. Ядро відділене від цитоплазми *ядерною оболонкою*, що складається із *зовнішньої та внутрішньої мембран* і *перинуклеарного простору* між ними, шириною 20-40 нм. *Ядерна оболонка* має численні пори, діаметром до 100 нм. Крім оболонки в складі ядра виділяють *хроматин*, одне або декілька *ядерець* і *клітинний сік*.

Цитоплазма становить основу протопласта. Під час розгляду протопласта у світловому мікроскопі цитоплазма бачиться гомогенною, безколірною, прозорою в'язкою рідиною. Використання електронного мікроскопу дозволило виявити тонку структуру цитоплазми. У складі цитоплазми виділяють *гіалоплазму* (основна речовина, матрикс), *мембранні та немембранні компоненти*. Мембранні компоненти поділяють на *мембранні органели*, до яких відносять *плазмалему, мітохондрії та пластиди*, й *вакуолярну систему*, до якої відносять *апарат Гольджі, ендоплазматичну сітку*,

лізосоми та вакуолю з тонопластом. В окремих клітинах можуть зустрічатися ще такі елементи вакуолярної системи, як *сферосоми, пероксосоми, гліоксосоми.* Немембранні компоненти представлені *рибосомами, мікротрубочками, мікрофіламентами, піреноїдами,* різноманітними *клітинними включеннями.*

Гіалоплазма утворює справжнє внутрішнє середовище клітини. Вона представляє собою складну, багатофазну, гідрофільну колоїдну систему, що містить різні біополімери: білки, нуклеїнові кислоти, полісахариди та інші. В складі гіалоплазми виділяють *мікротрабекулярну сітку та рідку фазу.* Найважливішою функцією гіалоплазми є об'єднання всіх клітинних структур і забезпечення хімічної взаємодії їх між собою.

Мітохондрії – це внутріклітинні утворення у вигляді гранул, паличок, ниток. Їхні стінки складаються з двох мембран – зовнішньої та внутрішньої. Остання утворює вирости всередину – *кристи.* Основною функцією мітохондрій є окиснення органічних сполук із подальшим перетворенням енергії, що виділяється у цьому процесі, у форму АТФ.

Пластиди є мембранними органелами фотосинтезуючих рослин. У вищих рослинах виявлено набір різних пластид, які можна звести до трьох основних типів: *хлоропласти* (мають зелене забарвлення), *хромoplastи* (мають жовте, червоне або коричневе забарвлення), *лейкопласти* (безбарвні). Зовні кожна пластида оточена подвійною мембраною. Всередині вона заповнена *стромою.* Хлоропласти є утвореннями, де відбуваються процеси *фотосинтезу.* За допомогою *хлорофілу* зелені рослини поглинають енергію падаючого світла й перетворюють її у хімічну. Хромoplastи надають кольору коренеплодам, старим листкам, пелюсткам квітів, плодам і насінню, їхні пігменти беруть участь у різних окисно-відновних реакціях, а також мають важливе значення для процесів відтворення насінних рослин. Лейкопласти позбавлені пігментів, у темноті вони можуть нагромаджувати різні запаси речовин, зокрема крохмалю.

Ендоплазматична сітка представляє собою складну мембранну систему, що пронизує всю цитоплазму та об'єднує органели клітини й ядро в єдиний комплекс. Вона має важливе значення для процесів внутріклітинного обміну, оскільки збільшує площу “внутрішніх поверхонь” клітини, поділяє її на відсіки або *компарменти*.

Апарат Гольджі в рослинних клітинах утворений невеликими тільцями – *диктіосомами*, що розсіяні по всій цитоплазмі та представляють собою цистерни й пухирці. Важливою функцією апарату Гольджі є його участь у побудові клітинних мембран.

Лізосоми – це сферичні тільця, де містяться гідролітичні ферменти, що руйнують великі молекули органічних сполук, які поступають у клітину, тут також знешкоджуються мікроорганізми. Ферменти лізосом перетравлюють відмерлі структури клітини та цілі неживі клітини організму.

Рибосоми – це невеликі сферичні тільця, що розміщені вільно в гіалоплазмі або пов'язані з мембраною гранулярної ендоплазматичної сітки. Кожна рибосома складається із двох нерівних частин – *субодиниць*. Функцією рибосом є біосинтез білка на матриці *i-РНК* за участю ферментів *полімераз* і АТФ.

Клітинні включення не є постійними компонентами клітини. Клітинними включеннями є *крохмальні зерна, білкові тільця, ліпідні краплини, кристали солей, антоціанові пігменти*, а також різні *смоли, камеді, таніни*.

ХІД ЗАНЯТТЯ

1. Виготовити тимчасовий мікропрепарат із шкірки м'ясистої луски цибулі (як у попередній роботі) та розглянути його під малим і великим збільшеннях мікроскопа. Для кращого розрізнення окремих компонентів клітини на препарат діють розчином йоду в йодиді калію. Для цього сухою скляною паличкою беруть невелику кількість вказаного реактиву та наносять його на предметне скло біля правого краю покривного скла, а з лівої сторони кладуть фільтрувальний папір. Папір поглинає воду з-під покривного скла, а на її місце проникає

реактив. У результаті реакції білки цитоплазми забарвлюються в жовтий колір, а білки ядра – в темно-жовтий. В молодих клітинах ядро знаходиться в центральній частині та оточене цитоплазмою, що розходиться тяжами до стінок. У ядрі можна побачити одне-два ядерця. Між тяжами цитоплазми розміщені вакуолі. Вони представляють світліші плями. Стінки клітин залишаються прозорими. Іноді в стінках клітини помітні непотовщені місця – пори. В старіших клітинах ядро знаходиться в пристінному шарі цитоплазми, а всю її центральну частину займає вакуоля. Пересуваючи мікропрепарат, під малим збільшенням знайти ділянку з одного шару клітин із добре помітними ядром і цитоплазмою. Вибрану ділянку помістити в центр поля зору та розглянути будову клітини під великим збільшенням.

2. Розглянути під малим і великим збільшенням мікроскопа постійний мікропрепарат шкірки м'ясистої луски цибулі. Звернути увагу на вибіркове забарвлення окремих компонентів клітин спеціальним барвником. За розглянутими мікропрепаратами зарисувати клітини шкірки цибулі та позначити їхню будову (рис. 2.1).

3. Виготовити тимчасовий мікропрепарат із листка елодеї та розглянути його під мікроскопом під малим і великим збільшенням. Для цього один листочок елодеї помістити в краплю води та накрити покривним склом. У центрі клітини знаходиться вакуоля. В пристінному шарі цитоплазми помітні багато хлоропластів, які мають лінзоподібну форму. Ядра клітини майже не помітні (іноді їх вдається виявити в клітинах зубчиків листка, де хлоропластів значно менше). Зарисувати клітини листка елодеї та позначити їхню будову (рис. 2.2).

4. Використовуючи ілюстраційний матеріал і побачене під мікроскопом, з'ясувати загальну будову рослинної клітини (рис. 2.3).

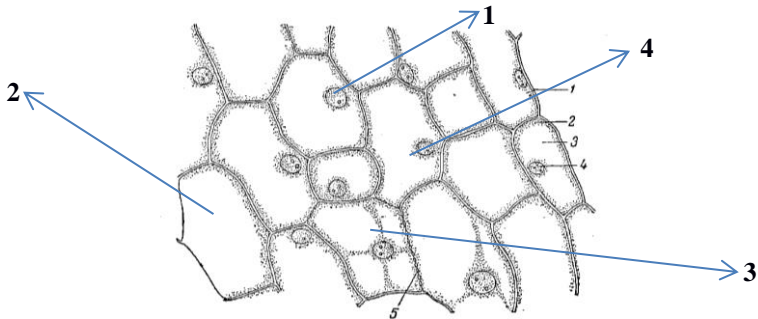


Рис. 2.1. Будова клітини шкірки соковитої луски цибулі городньої *Allium cepa*: 1. клітинна оболонка (стінка); 2. ядро; 3. цитоплазма; 4. вакуоля.

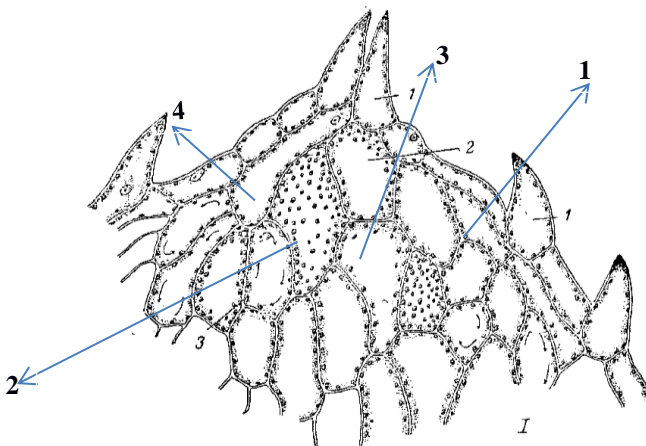


Рис. 2.2. Будова клітини листка елодеї канадської *Elodea canadensis*: 1. клітинна оболонка (стінка); 2. хлоропласти; 3. цитоплазма; 4. вакуоля.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Обґрунтуйте на конкретних прикладах зв'язок будови та форми клітин із виконуваними функціями, зазначте основні відмінності рослинних клітин від клітин інших організмів.
2. Функції та загальна будова рослинної клітинної

- оболонки.
3. Функції та загальна будова клітинного ядра.
 4. Функції та будова елементарної мембрани клітини та її плазмалеми.
 5. Функції та будова мембранних компонентів клітини.
 6. Функції та будова немембранних компонентів клітини.

Інформаційні ресурси:

Войтюк Ю. О. та ін. Морфологія рослин з основами анатомії та цитоембріології : навч. посібник. Київ : Фітосоціоцентр, 1998. С. 16–26.

Григора І. М., Шабарова С. І., Алейніков І. М. Ботаніка : підручник. Київ : Фітосоціоцентр, 2004. С. 11–30, 34–48, 55–58.

Григора І. М., Якубенко Б. Є., Алейніков І. М. та ін. Практикум із ботаніки. Київ : НАУ, 2004. С. 8–13, 20–26.

Гроховська Ю. Р., Кононцев С. В. Ботаніка з основами гідроботаніки : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2010. С. 11–40.

Романщак С. П. Анатомія покритонасінних рослин : навч. посібник. Київ : Урожай, 1999. С. 21–64.

Будова клітини рослини. URL: http://8next.com/botan/4291-botan_005.html.

Клітина рослини. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3571/klitina-roslini>.

Мікросвіт рослин. Клітина рослин. URL: <https://ppt-online.org/643047>.

Загальний план будови рослинної клітини. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=c-fZ3N9rxRc>.

Клітина рослини. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=sMvMVY7y4zk>.

Plant cell Structure and Function. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=HUN7Rrap2Jc>.

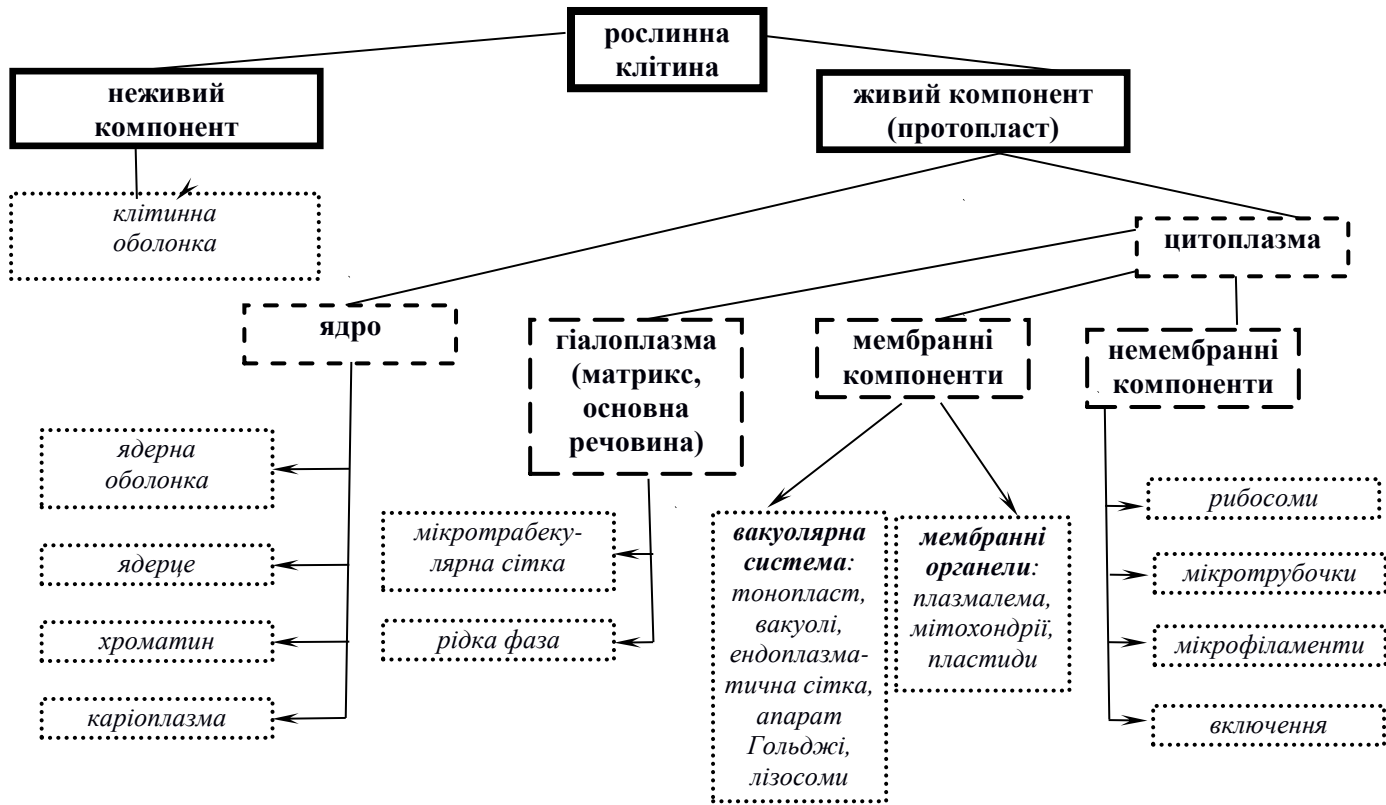


Рис. 2.3. Схема загальної будови рослинної клітини

Лабораторне заняття № 3

Тема: Твірні, покривні та основні тканини.

Мета заняття: З'ясувати особливості будови та розташування в тілі рослин твірної, покривної й основної тканин.

Обладнання та матеріали: Мікроскоп “Биолам С11”, предметне та покривне стекла, скляна паличка, препарувальна голка, бритва, фільтрувальний папір, постійні мікропрепарати, вода, пагони елодеї, листки півників і кропиви, черешки листків і стебла водних видів рослин, вода, ілюстраційні матеріали.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Характерною особливістю вищих рослин є те, що їхні клітини об'єднуються в групи, утворюючи справжні *тканини*. Тканина – це сукупність взаємопов'язаних клітин, які мають спільне походження, подібні за будовою та виконуваними функціями. В тканині клітини пов'язані структурно й функціонально. Наука, що вивчає тканини, їхнє походження, характерні особливості, функції, називається *гістологією* (від гр. сл. “*histos*” – тканина).

Рослинні тканини можна класифікувати за різними ознаками: за походженням, за щільністю та компактністю розташування клітин, за складністю, за виконуваними функціями, за рівнем життєдіяльності, за характером диференціації та іншими ознаками.

Залежно від виконуваних функцій виділяють такі типи тканин: *твірні, покривні, основні, механічні, провідні, видільні* та інші.

Твірні тканини або *меристеми* завдяки поділу їхніх клітин забезпечують формування всіх інших постійних тканин. Клітини меристем слабо диференційовані. Вони мають погано розвинуту ендоплазматичну сітку. Їхні мітохондрії мають також недостатньо розвинуту внутрішню структуру. *Апікальні меристеми* майже невакуолізовані, якщо вакуолі є, то вони дрібні й розсіяні по всій цитоплазмі. Меристемні клітини

звичайно мають відносно крупні ядра. Розміри меристемних клітин у цілому та їхня форма різні. Для апікальних меристем характерні дрібні паренхімні клітини, для камбію – вузькі й довгі веретеноподібні. Меристемні клітини мають, як правило, тонкі оболонки. Міжклітинники в меристемах відсутні, але під час поділу клітин вони можуть з'являтися.

За походженням твірні тканини поділяють на *первинні* та *вторинні*. До первинних твірних тканин відносяться *апикальні* та *вставні (інтеркалярні) меристеми, прокамбій і перицикл*. Первинні твірні тканини утворюються з *ініціалей*, які вже присутні на самих початкових етапах формування рослинного організму. До вторинних твірних тканин відносяться *камбій, корковий камбій (фелоген) і раневі (травматичні) меристеми*.

Покривні тканини знаходяться зовні тіла рослин і захищають організм від шкідливого впливу навколишнього середовища, надмірної транспірації, механічних пошкоджень, уражень патогенними мікроорганізмами тощо й таким чином виконують захисну функцію.

За походженням покривні тканини поділяють на первинні та вторинні. Первинною покривною тканиною є *епідерміс і епіблема*. До вторинних тканин відносять *корок і кірку*.

Продих (продиховий апарат) утворений *отвором (продиховою щілиною)* та *замикаючими клітинами*. Замикаючі клітини мають нерівномірно потовщені клітинні оболонки, їхня форма бобоподібна або гантелеподібна. Отвір веде в *підпродиховий міжклітинник (повітряну порожнину)*. Біля замикаючих клітин можуть знаходитись так звані *побічні клітини*, що за формою відрізняються від інших клітин епідермісу.

Досить різноманітною є форма *епідермальних волосків* або *трихом*. Вони можуть бути *одноклітинними* або *багатоклітинними*, простими, зірчастими або розгалуженими. Іноді волоски виконують функцію виділення секретів залоз.

Основні тканини або *паренхіми* (від лат. сл. "*parenchyma*") сформовані з тонкостінних живих клітин, переважно

паренхімної форми. Ці тканини пов'язані з різними процесами життєдіяльності рослинного організму. Серед них розміщені інші постійні тканини. Основні тканини займають найбільший об'єм у живих органах рослини й є їхньою основою.

Найчастіше виділяють такі види основних тканин: *асиміляційну, запасуючу, повітроносну та поглинальну паренхіми*. Основну тканину, що розміщена в межах вторинної флоєми (лубу) називають *луб'яною*, а в межах вторинної ксилеми (деревини) – *деревинною паренхімою*.

ХІД ЗАНЯТТЯ

1. Зробити тонкий зріз верхівки пагона елодеї канадської */Elodea canadensis/* і приготувати з нього тимчасовий мікропрепарат. Розглянути його під малим і великим збільшенням мікроскопа. Із використанням ілюстраційних матеріалів і за розглянутим мікропрепаратом з'ясувати характерні особливості твірної тканини. Зарисувати фрагмент апікальної меристеми елодеї в зошит (рис. 3.1). Із використанням ілюстраційних матеріалів і за розглянутим мікропрепаратом з'ясувати характерні особливості апікальної меристеми.

2. За допомогою бритви та препарувальної голки зняти з листків півників германських */Iris germanica/* шкірку та, положивши її зовнішньою стороною в краплю води, виготовити з неї тимчасовий мікропрепарат. Розглянути його під малим і великим збільшенням мікроскопа. На мікропрепараті розглянути форму клітин епідермісу листка, з'ясувати наявність міжклітинників, знайти продихові апарати, розглянути їхню будову. Зарисувати в зошит фрагмент епідермісу, підписати його будову (рис. 3.2).

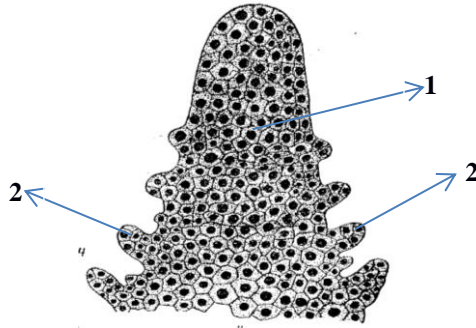


Рис. 3.1. Первинна твірна тканина – апікальна меристема апекса пагона елодеї канадської */Elodea canadensis/*: 1. клітини меристеми з великим ядром; 2. листові зачатки або примордії.

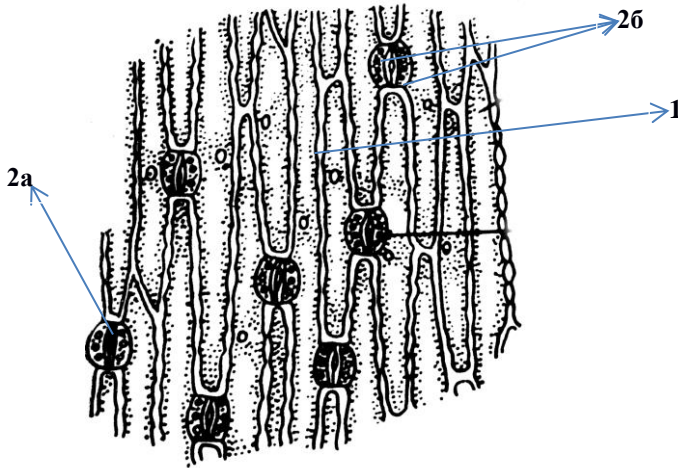


Рис. 3.2. Первинна покривна тканина – епідерміс листка півників німецьких */Iris germanica/*: 1. клітини епідермісу; 2. продиховий апарат (2а. продихова щілина, 2б. замикаючі клітини).

3. За допомогою препарувальної голки зняти шкірку з нижньої сторони листка кропиви дводомної */Urtica dioica/* та приготувати з неї тимчасовий мікропрепарат. Розглянути його під малим і великим збільшеннях мікроскопа. Знайти прості та

багатоклітинні жалкі волоски на поверхні епідермісу. Зарисувати різні типи трихом у зошит (рис. 3.3).

4. Із використанням ілюстраційних матеріалів і за розглянутими мікропрепаратами з'ясувати характерні особливості первинної покривної тканини, звернути увагу на різноманітні вирости на її поверхні.

5. Бритвою зробити тонкий зріз із черешків листка або стебел водних видів рослин: глечиків жовтих *Nuphar lutea*, стрілолиста стрілолистого *Sagittaria sagittifolia* або рогозу широколистого *Thypha latifolia* й виготовити з нього тимчасовий мікропрепарат. Розглянути його під малим і великим збільшенням мікроскопа. На ньому знайти клітини аеренхіми та повітряні порожнини між ними. Зарисувати в зошит фрагмент аеренхіми, підписати його будову (рис. 3.4). Із використанням ілюстраційних матеріалів і за розглянутим мікропрепаратом з'ясувати характерні особливості аеренхіми як виду основної тканини.

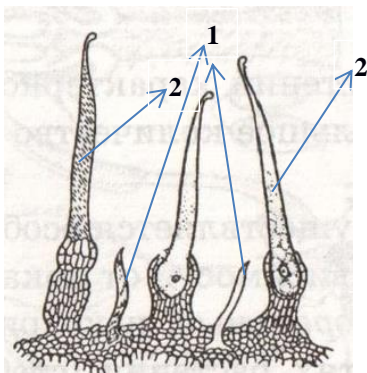


Рис. 3.3. Вирости або трихоми на епідермісі листка кропиви дводомної *Urtica dioica*: 1. прості одноклітинні волоски; 2. жалкі багатоклітинні волоски.

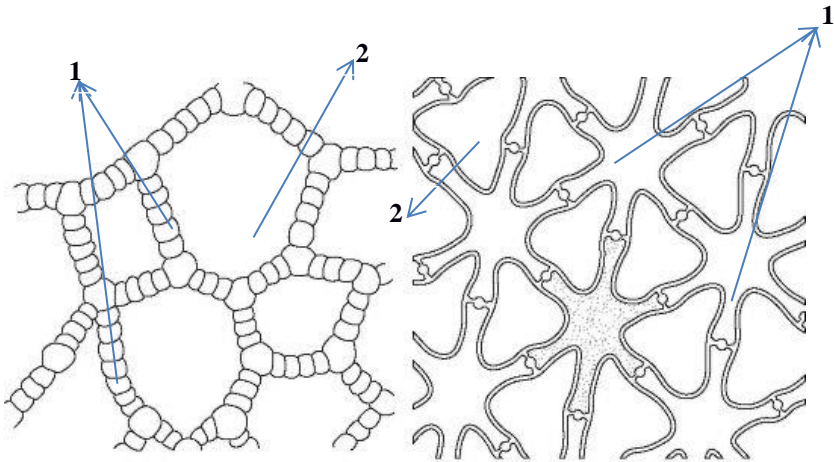


Рис. 3.4. Основна тканина – аеренхіма в стеблі водних рослин: 1. клітини аеренхіми; 2. повітряності порожнини.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Поняття про тканини, причини їхнього виникнення.
2. Класифікація тканин.
3. Твірні тканини, функції, розміщення, класифікація, структурні особливості.
4. Покривні тканини, функції, розміщення, класифікація, структурні особливості.
5. Поверхневі утворення епідермісу.
6. Основні тканини, функції, розміщення, структурні особливості окремих видів.

Інформаційні ресурси:

Ботаніка : конспект лекцій / В. О. Володимирець. Рівне, 2017: лекція 5.

Войтюк Ю. О. та ін. Морфологія рослин з основами анатомії та цитоембріології : навч. посібник. Київ : Фітосоціоцентр, 1998. С. 28–37.

Григора І. М., Шабарова С. І., Алейніков І. М. Ботаніка : підручник. Київ : Фітосоціоцентр, 2004. С. 59–69, 77–78.

Григора І. М., Якубенко Б. Є., Алейніков І. М. та ін. Практикум із ботаніки. Київ : НАУ, 2004. С. 39–41, 42–51.

Гроховська Ю. Р., Кононцев С. В. Ботаніка з основами гідроботаніки : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2010. С. 43–50.

Романщак С. П. Анатомія покритонасінних рослин : навч. посібник. Київ : Урожай, 1999. С. 64–95, 101–103.

Рослинні тканини. URL: http://plantphysiol-bio.univer.kharkov.ua/materials/PlAnat_lect_tiss.pdf.

Лекція № 2. Рослинні тканини. URL: https://lifelib.info/botany/anatomy_1/4.html.

Твірна тканина рослин (меристема) – будова, функції. URL: <https://naukozavr.info/biologiya/tvirna-tkanyna-roslyn-meristema/>.

Твірні тканини та їх класифікація. URL: <https://studfile.net/preview/5591926/page:3/>.

Покривна тканина, первинна і вторинна. URL: <https://studfile.net/preview/5591926/page:4/#16>.

Покривні тканини. URL: <https://studfile.net/preview/5342573/page:4/>.

Тканини рослин. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=sSKMnic0Gv0>.

Біологія. Тканини рослин. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=cbyOCU4Iltg>.

Біологія рослин. Тема 1. Тканини рослин. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=6h0rPmSK2so>.

Plant tissues. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=gms6BrFl6mc>.

Plant Tissues. URL: https://www.youtube.com/watch?v=-rGetleD-DI&list=RDQMVvIDZNGY6pk&start_radio=1.

Лабораторне заняття № 4

Тема: Механічні, провідні та видільні тканини.

Мета заняття: З'ясувати особливості будови та

розташування в тілі рослин механічної, провідної і видільної тканин.

Обладнання та матеріали: Мікроскоп “Биолам С11”, предметне та покривне стекла, скляна паличка, бритва, фільтрувальний папір, постійні мікропрепарати, черешки листків бегонії, вода, ілюстраційні матеріали.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

У рослин, органи яких зазнають помітних механічних навантажень, розвиваються спеціалізовані механічні тканини. Міцність механічних тканин залежить від особливостей будови їхніх клітин і способів розташування їх в органах. Механічні тканини досить різноманітні за будовою, проте їхньою головною характерною особливістю є потовщення клітинних стінок.

Виділяють три види механічних тканин: *коленхіму*, *склеренхіму* та *склерейди*.

Коленхіма (від лат. сл. “*collenchyma*”) – механічна тканина, клітини якої потовщені нерівномірно. Вона є живою тканиною. Залежно від характеру потовщення клітинних стінок розрізняють *пластинчасту коленхіму* (тангентальні стінки потовщені, а радіальні залишаються тонкими), *кутову коленхіму* (стінки потовщені по кутах), *пучку коленхіму* (стінки потовщені зі сторони великих міжклітинників).

Склеренхіма (від гр. сл. “*scleros*” – міцний) – це механічна тканина, клітини якої відмирають, вони видовжені (проземхімні), з загостреними кінцями, рівномірно потовщеними стінками, вільними порами або поровими каналами. Здебільшого їхні клітинні стінки дерев’яніють, іноді вони залишаються целюлозними. Клітини склеренхіми розміщені дуже щільно, без видимих міжклітинників. Окрему клітину склеренхіми називають *волоконном*, а пучок волокон у вигляді тяжа – *технічним волокном*. Склеренхіма міститься у всіх органах дво- і односім’ядольних рослин. Склеренхіма, що знаходиться в коровій (флоемній) частині осьових органів

рослини, утворює *луб'яні волокна*. Найчіткіше вони виражені в так званих прядивних рослин: льону, конопель, кенафу, рамі. Склеренхіма, що розміщена у деревині, утворює *деревинні волокна* або *лібриформ*.

Склереїди – це мертві, переважно окремо розміщені клітини з дуже потовщеними здерев'янілими оболонками, що знаходяться в ендокарпії плодів, шкірці насіння та інших органів. Розрізняють такі типи склереїдів: *брахісклереїди* або *кам'янисті клітини* (за формою схожі на паренхімні), *макросклереїди* (видовжені паличкоподібні клітини), *остеосклереїди* (за формою нагадують трубчасту кістку), *астеросклереїди* (зірчасті, розгалужені склереїди).

Головними елементами провідної тканини є *ситоподібні трубки*, *судини (трахеї)* й *трахеїди*. Її клітинні елементи формуються з прокамбію та камбію (у рослин із вторинною будовою).

Ситоподібні трубки проводять органічні речовини, що утворюються в процесі фотосинтезу в зелених органах рослин. У покритонасінних рослин вони, як правило, мають *клітини-супутники* – живі тонкостінні клітини. Ситоподібна трубка має довжину 0,3-0,5 мм, інколи вона сягає 2 мм. Поперечні перегородки між члениками ситоподібної трубки повністю незруйновані, а пронизані численними наскрізними отворами – *перфораціями*. Ці перегородки називаються *ситовими пластинками*. *Членики ситоподібних трубок* пов'язані між собою *плазмодесмами*. Клітини-супутники також живі, їхні оболонки тонкі, целюлозні. Вони мають велике ядро, велике число рибосом, у них можуть бути пластиди, численні мітохондрії та інші органели.

Трахеїди й судини (трахеї) проводять воду з розчиненими в ній мінеральними солями від кореня до інших органів. Поряд із провідною вони виконують ще й опорну функцію.

Трахеїди – це замкнуті видовжені клітини з витягнутими, скошеними та загостреними кінцями. Вони утворені мертвими прозенхімними клітинами з досить потовщеними

здерева янілими оболонками. Судини представляють собою трубку, що утворена вздовж розміщеними клітинами – члениками, поперечні стінки яких перфоровані. Довжина судин може сягати від 60 см до 4,5 м і більше. Протопласт цих клітин також відмирає. Внаслідок утворення вторинної клітинної оболонки, в судинах формуються різної форми потовщення: *кільчасті, спіральні, сітчасті, крапчасті, драбинчасті*.

Свої функції ситоподібні трубки, судини й трахеїди виконують у складі флоєми та ксилеми. *Флоєма* є комплексною поліфункціональною тканиною. До складу флоєми входять ситоподібні трубки, їхні ситоподібні клітини (членики), клітини-супутники, луб'яна паренхіма та луб'яні волокна. *Ксилема* є також комплексною тканиною, до складу якої входять провідні елементи – трахеїди та судини (трахеї), живі паренхімні клітини (деревинна паренхіма), деревинні волокна (лібриформ).

Сукупність спільно розміщених судин, трахеїд, ситоподібних трубок із клітинами-супутниками, механічних елементів і паренхімних клітин, утворює *судинно-волокнистий* або *провідний пучок*. За наявності камбію пучки поділяють на *відкриті* (між флоємою та ксилемою наявний камбій, у двосім'ядольних рослин) та *закриті* (між флоємою та ксилемою камбій відсутній, в односім'ядольних рослин).

Видільні (секреторні) тканини досить різноманітні за будовою та розташуванням у тілі рослин. Елементи видільної тканини можуть знаходитись як зовні, так і всередині організму. До зовнішніх видільних тканин належать *гідаводи, нектарники, залозисті трихоми, залозки*. До внутрішніх видільних тканин належать *молочні судини, секреторні вмістилища та смоляні канали*.

ХІД ЗАНЯТТЯ

1. Бритвою зробити тонкий поперечний зріз черешка листка бегонії королівської *Begonia regia* та приготувати з нього тимчасовий мікропрепарат. Розглянути його під малим і

великим збільшеннях мікроскопа. Знайти клітини кутової коленхіми механічної тканини, що розташовані ближче до периферії черешка, з кутовими потовщеннями клітинної стінки. Зарисувати фрагмент клітин кутової коленхіми в зошит, позначити кутові потовщення (рис. 4.1).

2. Розглянути під малим і великим збільшеннях мікроскопа постійний мікропрепарат поперечного розрізу стебла льону-довгунця *Linum altissium*. Знайти на мікропрепараті рівномірно потовщені з відмерлими протопластами клітини луб'яних волокон механічної тканини, що розташовані ближче до периферії стебла. Зарисувати фрагмент стебла льону з луб'яними волокнами в зошит, позначити їхню будову (рис. 4.2).

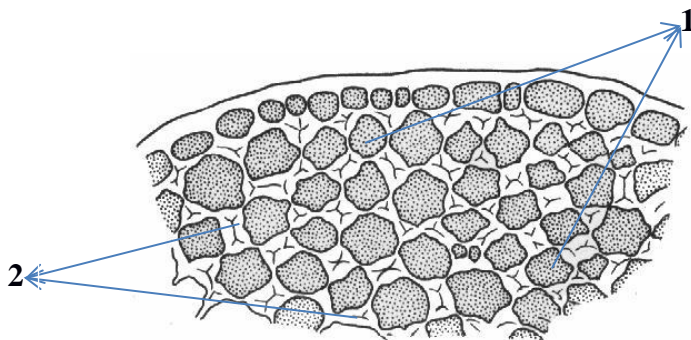


Рис. 4.1. Механічна тканина – кутова коленхіма в черешках листків буряка звичайного *Beta vulgaris*: 1. клітини коленхіми; 2. кутові потовщення.

3. Використовуючи ілюстраційний матеріал і побачене під мікроскопом, з'ясувати характерні особливості будови та розміщення різних видів механічної тканини.

4. Розглянути під малим і великим збільшеннях мікроскопа постійний мікропрепарат поздовжнього розрізу стебла кукурудзи *Zea mays*. Знайти на ньому дрібні, зі специфічними тяжами Ф-білка (у середній частині тяжі тонкі й розширюються до кінців), клітини ситоподібних трубок і ще

дрібніші й прилягаючі до них клітини-супутники, що є провідними елементами флоєми, а також трахеї та трахеї (судини) з різними типами потовщень усередині, що є провідними елементами ксилеми. Розглянути також постійний мікропрепарат поперечного розрізу стебла кукурудзи й використовуючи ілюстраційний матеріал, знайти на ньому зазначені вище провідні елементи.

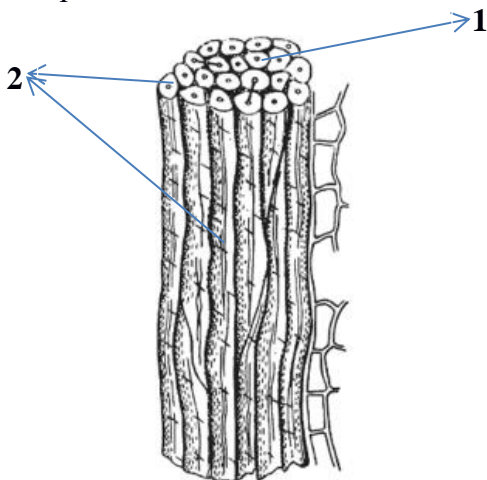


Рис. 4.2. Механічна тканина – склеренхіма (луб'яні волокна) в стеблах льону-довгунця /*Linum usitatissimum*/: 1. відмерлий протопласт; 2. потовщена клітинна стінка.

5. Використовуючи ілюстраційний матеріал і побачене під мікроскопом, з'ясувати характерні особливості будови та розміщення клітинних елементів провідної тканини. Зарисувати фрагмент стебла кукурудзи та позначити на ньому провідні клітинні елементи флоєми та ксилеми, а також судини (трахеї) з різними видами потовщень (рис. 4.3, рис. 4.4).

6. Розглянути під малим і великим збільшеннях мікроскопа постійний мікропрепарат поперечного розрізу гілки сосни звичайної /*Pinus sylvestris*/ . Знайти на ньому смоляні ходи внутрішньої видільної тканини. Використовуючи ілюстраційний матеріал, з'ясувати будову смоляного ходу та

загальні особливості будови й розміщення внутрішніх видільних тканин. Зарисувати в зошит смоляний хід і позначити його будову.

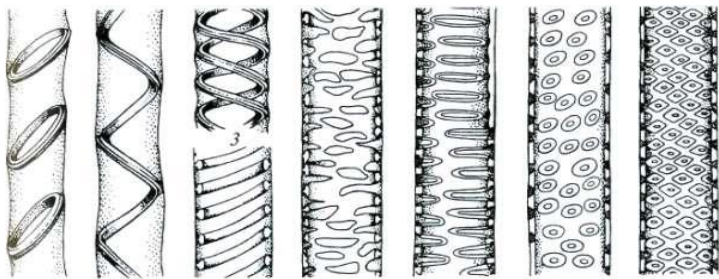


Рис. 4.3. Провідні тканини – трахеїди та трахеї або судини із різними типами потовщень (елементи ксилеми).

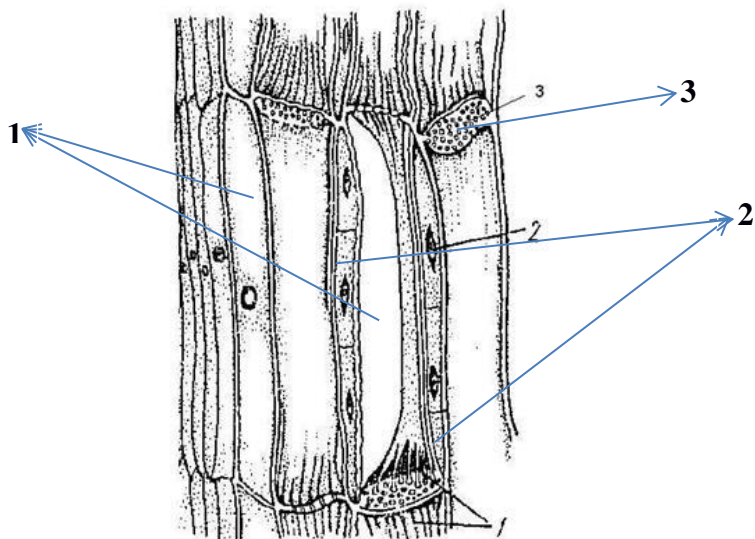


Рис. 4.4. Провідні тканини – ситоподібні трубки (елементи флоеми): 1. членок трубки; 2. клітина-супутник; 3. ситоподібна пластинка.

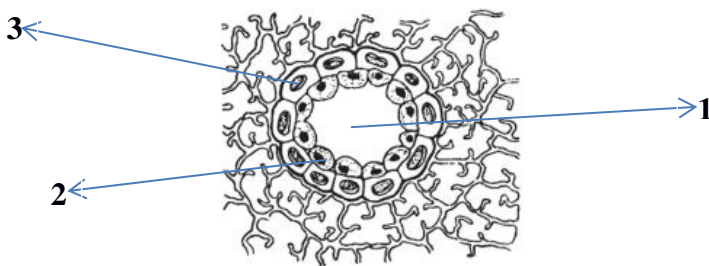


Рис. 4.5. Внутрішня видільна тканина – смоляний хід:
1. порожнина ходу; 2. секреторні клітини; 3. опорні клітини.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Механічні тканини, функції, розміщення, класифікація, структурні особливості.
2. Провідні тканини, функції, розміщення, склад, структурні особливості.
3. Ксилема та флоема. Судинно-волокнисті (провідні) пучки.
4. Видільні тканини, функції, розміщення, структурні особливості окремих видів.

Інформаційні ресурси:

Ботаніка : конспект лекцій / В. О. Володимирець. Рівне, 2017: лекція 5.

Войтюк Ю. О. та ін. Морфологія рослин з основами анатомії та цитоембріології : навч. посібник. Київ : Фітосоціоцентр, 1998. С. 37–50.

Григора І. М., Шабарова С. І., Алейніков І. М. Ботаніка : підручник. Київ : Фітосоціоцентр, 2004. С. 69–77, 78–82.

Григора І. М., Якубенко Б. Є., Алейніков І. М. та ін. Практикум із ботаніки. Київ : НАУ, 2004. С. 41–42, 54–66.

Гроховська Ю. Р., Кононцев С. В. Ботаніка з основами гідроботаніки : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2010. С. 50–58.

Романщак С. П. Анатомія покритонасінних рослин : навч. посібник. Київ : Урожай, 1999. С. 95–100, 103–120.

Рослинні тканини. URL: http://plantphysiol-bio.univer.kharkov.ua/materials/PIAnat_lec_tiss.pdf.

Лекція № 2. Рослинні тканини. URL: https://lifelib.info/botany/anatomy_1/4.html.

Механічні тканини. URL: <https://studfile.net/preview/5342573/page:5/>.

Провідні тканини. URL: <https://studfile.net/preview/5342573/page:6/>.

Комплексні тканини – ксилема і флоема. URL: <https://studfile.net/preview/5342573/page:7/>.

Судинно-волокнисті пучки. URL: <https://studfile.net/preview/5342573/page:7/#10>.

Видільні тканини. URL: <https://studfile.net/preview/5342573/page:8/>.

Тканини рослин. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=sSKMnic0Gv0>.

Біологія. Тканини рослин. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=cbyOCU4IItg>.

Біологія рослин. Тема 1. Тканини рослин. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=6h0rPmSK2so>.

Plant tissues. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=gms6BrF16mc>.

Plant Tissues. URL: https://www.youtube.com/watch?v=-rGetleD-DI&list=RDQMvIDZNGY6pk&start_radio=1.

Vascular tissue system- radial, conjoint and concentric vascular bundles. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=gvKpJORpIKo>.

Лабораторне заняття № 5

Тема: Типи корневих систем. Зони ростучого кореня.

Мета заняття: З'ясувати склад кореневої системи та характерні особливості окремих її типів; вивчити особливості анатомічної будови окремих зон молодого кореня.

Обладнання та матеріали: Мікроскоп “Биолам С11”,

предметне та покривне стекла, скляна паличка, препарувальна голка, бритва, фільтрувальний папір, постійні мікропрепарати, проросле насіння квасолі та пшениці, роздатковий гербарний матеріал, вода, ілюстраційні матеріали.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Корінь – це осьовий *радіально-симетричний*, переважно підземний вегетативний орган вищих рослин із необмеженим ростом у довжину. Основною функцією кореня є опора та закріплення рослини у ґрунті, а також поглинання поживного ґрунтового розчину (мінеральне живлення). За походженням корені рослини можуть бути *головними* (головний корінь є первинним і розвивається із *зародкового корінця* насінини, у насінних рослин), *додатковими* або *адвентивними* (розвиваються з різних, найчастіше підземних частин *пагона*) та *бічними* (є відгалуженнями головного й додаткового коренів). Бічні корені виникають із *періциклу осьового циліндра* кореня на його периферії на різних відстанях від апікальної меристеми. Оскільки вони закладаються у глибоко розміщених тканинах кореня, то вони мають *ендогенне походження*. Головний корінь є коренем першого порядку, бічні корені є відповідно коренями другого, третього і вищих порядків.

Сукупність усіх коренів конкретної рослини, що формуються внаслідок їхнього наростання та галуження, утворює її *кореневу систему*. У формуванні кореневої системи беруть участь корені, що відрізняються походженням, ступенем розвитку, віком, особливостями будови, функціями та іншими ознаками.

За ступенем вираження головного та додаткових коренів виділяють: *стрижневу первинну* кореневу систему або систему головного кореня (з добре розвинутим головним коренем) і *стрижневу вторинну* (з добре вираженим головним і додатковими коренями); *мичкувату* або *китицеву* (велика число додаткових коренів відходить від вертикального,

порівняно короткого кореневища); *бахромчасту* (додаткові корені розвиваються по всій довжині продовгуватого горизонтального кореневища) системи. Існують також *перехідні* або *змішані* кореневі системи, до складу яких входять різні за походженням корені.

Молоді ростучі корені рослини характеризуються відповідною анатомічною будовою. Під час розгляду молодого кореня у мікроскоп у його будові можна виділити декілька більш-менш чітко відособлених ділянок або зон. На самому кінчику кореня знаходиться *кореневих чохлик*, який складається з декількох шарів клітин. Він захищає розміщений вище *апекс* кореня від пошкодження й завдяки злущуванню та ослизненню його клітин корінь здатний у процесі росту просуватись у твердому субстраті. Кореневий чохлик утворений первинною покривною тканиною – *епіблемою*.

Під кореневим чохликом знаходиться апекс кореня, що утворює його *конус наростання* й сформований *апикальною меристемою*. Завдяки поділу її клітин відбувається ріст кореня у довжину. Тут знаходиться група *ініціальних клітин*. Ділянка, що охоплює конус наростання кореня називається *зоною поділу*.

Вище цієї зони знаходиться *зона росту* або *розтягування*. Загальна лінійна протяжність її невелика й складає 1-1,5 мм. Тут клітини ростуть, видовжуються, збільшується їхній об'єм, але вони майже не поділяються. В цій зоні клітини ще однорідні й мало відрізняються між собою. Завдяки цій зоні відбувається просування кореня у глибину. Вище цієї зони знаходиться коротка *зона диференціації*. Тут починається диференціація клітин і виникають зачатки постійних тканин. Однорідні клітини попередньої зони у своїй будові поступово набувають рис, характерних для конкретних тканин. Тут також починається формування зачатків корневих волосків.

Вище зона диференціації без різкої межі переходить у *зону всмоктування*. У цій зоні епілема отримала назву *ризодерми*, оскільки частина її клітин (*трихобластів*) утворює

кореневі волоски. Інші клітини *ризодерми* (*атрихобласти*) їх не утворюють. Кореневий волосок представляє собою бічний виріст трихобласта з густою цитоплазмою, із тонкими та ніжними клітинними стінками. Він виділяє спеціальну липку речовину *апектин*, завдяки якій частинки ґрунту щільно прилипають до кореневого волоска й полегшується поглинання з ґрунту поживного розчину з мінеральними речовинами. Кореневі волоски не довговічні, вони функціонують приблизно два тижні, а потім відмирають. Нові волоски утворюються вже нижче з молодих клітин зони росту. Сукупність корневих волосків утворює *ризосферу*. Закінчується молодий корінь *провідною зоною* або *зоною проведення*. Тут усі клітинні елементи уже є чітко розподіленими за типами тканин і чітко виявляється первинна будова кореня. У рослин із вторинним потовщенням кореня тут виникають зміни, що у подальшому ведуть до формування його вторинної будови. Основною функцією цієї зони є проведення до надземних органів поживного розчину, отриманого від корневих волосків із ґрунту.

ХІД ЗАНЯТТЯ

1. Розглянути проросле насіння квасолі звичайної */Phaseolus vulgaris/* та пшениці */Triticum aestivum/*, знайти в складі кореневої системи проростків головний, додаткові та бічні корені або їхні зачатки. З'ясувати відмінності між корневими системами, що формуються, у квасолі та пшениці, зарисувати їх (рис. 5.1). Використовуючи ілюстраційний матеріал, з'ясувати до яких типів корневих систем вони належать.

2. Розглянути видані гербарні зразки з корневими системами різних видів рослин. Використовуючи ілюстраційний матеріал, визначити тип кореневої системи в запропонованих видів. З'ясувати якими видами коренів за походженням утворена кожна з визначених корневих систем. Зарисувати різні типи корневих систем у зошит (рис. 5.2; рис.

5.3).



1



2

Рис. 5.1. Кореневі системи, що формуються у проростків:
1. стрижнева система у квасолі; 2. мичкувата система у пшениці.

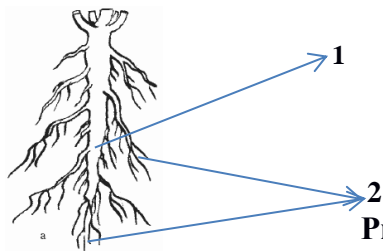


Рис. 5.2. Стрижнева коренева система: 1. головний корінь; 2. бічні корені.

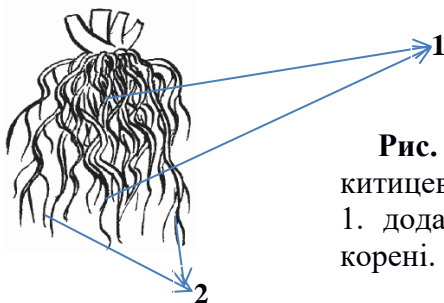


Рис. 5.3. Мичкувата або китицева коренева система: 1. додаткові корені; 2. бічні корені.

3. Приготувати тимчасовий мікропрепарат із молодого кореня пророслого насіння пшениці й розглянути його під малим і великим збільшенням мікроскопа. Розглянути постійний мікропрепарат молодого кореня рослини.

4. Використовуючи ілюстраційний матеріал, знайти на розглянутих мікропрепаратах окремі зони молодого кореня,

з'ясувати їхні відмінності та характерні особливості анатомічної будови. Зарисувати анатомічну будову молодого кореня, позначити його зони та окремі частини (рис. 5.4).

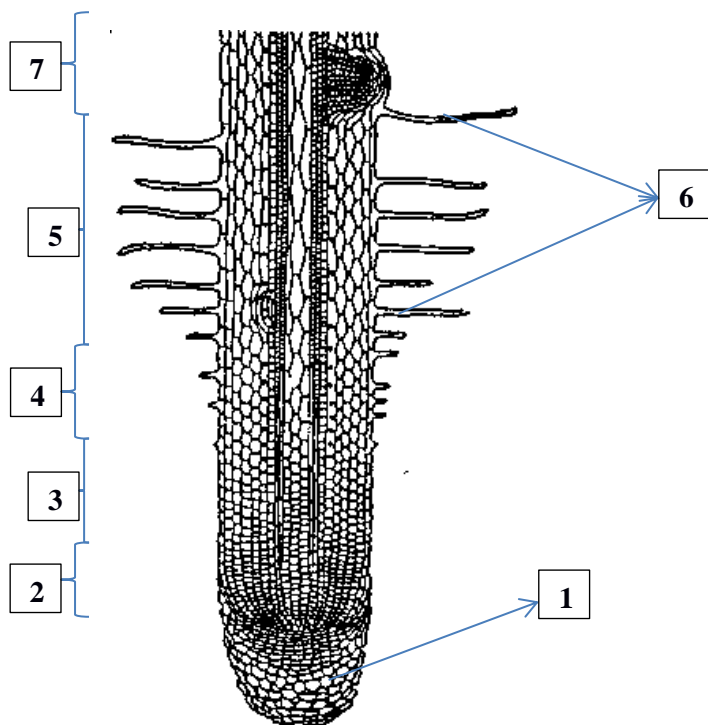


Рис. 5.4. Анатомічна будова молодого кореня: 1. кореневий чохлак (епіблема); 2. зона поділу (апикальна меристема); 3. зона розтягування або росту (апикальна меристема); 4. зона диференціації (зачатки різних тканин); 5. зона всмоктування (різні тканини); 6. кореневі волоски (трихобласти епіблеми); 7. зона проведення (різні тканини).

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Морфологія кореня, види коренів за походженням.
2. Кореневі системи, їхня класифікація.
3. Формування корневих систем.
4. Анатомічна будова молодого кореня рослин.

Інформаційні ресурси:

Ботаніка : конспект лекцій / В. О. Володимирець. Рівне, 2017: лекція 6.

Войтюк Ю. О. та ін. Морфологія рослин з основами анатомії та цитоембріології : навч. посібник. Київ : Фітосоціоцентр, 1998. С. 95–105.

Григора І. М., Шабарова С. І., Алейніков І. М. Ботаніка : підручник. Київ : Фітосоціоцентр, 2004. С. 84–89.

Григора І. М., Якубенко Б. Є., Алейніков І. М. та ін. Практикум із ботаніки. Київ : НАУ, 2004. С. 67–71, 73–75.

Гроховська Ю. Р., Кононцев С. В. Ботаніка з основами гідроботаніки : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2010. С. 60–65.

Романщак С. П. Анатомія покритонасінних рослин : навч. посібник. Київ : Урожай, 1999. С. 121–126.

Типи коренів і кореневих систем. URL: <http://westudents.com.ua/glavy/11633-212-tipi-korenv-korenevih-sistem.html>.

Зони кореня. URL: <http://westudents.com.ua/glavy/11634-213-zoni-korenya.html>.

Морфологія, або структурна ботаніка. Корінь. URL: <https://studfile.net/preview/5342573/page:12/>.

Анатомічна будова кореня. URL: <https://studfile.net/preview/5319430/page:4/>.

Рослини. Заняття 3: Корінь. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Z-ux0I4I1dQ>.

Roots Types Regions Root. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=n6l0J7QH7yA>.

Root Systems Basics. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=LdGzn8kbULc>.

Лабораторне заняття № 6

Тема: Анатомічна будова стебла трав'янистих односім'ядольних і двосім'ядольних покритонасінних рослин.

Мета заняття: З'ясувати особливості будови стебла

трав'янистих покритонасінних рослин окремих систематичних груп.

Обладнання та матеріали: Мікроскоп “Биолам С11”, постійні мікропрепарати, ілюстраційні матеріали.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Односім'ядольні рослини характеризуються *первинною будовою* стебла. Лише в окремих їх видів стебло може потовщуватись за рахунок меристем, які утворюються з *перциклу* (пальмові, юка, драцена).

Як приклад, можна розглянути будову стебла кукурудзи та жита посівного. На поперечному розрізі стебла кукурудзи добре виявлена його *пучкова будова*. Зверху стебло покрите *шкіркою*, утвореною *епідермісом*. Під шкіркою знаходиться тонкий шар *хлорофілоносної паренхіми первинної кори*. *Центральний циліндр* розпочинається *скеренхімою перциклічного походження*. В окремих місцях скеренхіма перериває хлоренхіму та щільно прилягає безпосередньо до шкірки. Тому у стеблі немає чіткого поділу на первинну кору й центральний циліндр. Більша частина стебла кукурудзи зайнята численними *колатеральними пучками закритого типу*. Кожний такий пучок оточений кільцем механічної тканини – *склеренхімною обгорткою*. *Флоема пучка* розташована у напрямку до периферії стебла, а *ксилема* – до центру. Пучки розміщені безсистемно, по всій товщині стебла, включаючи серцевину, та розділені паренхімною тканиною. Таке розміщення пучків формується за рахунок численних листових слідів, що утворені провідними пучками листків, які в основі листка проникають через листовий прорив у стебло. Пучки листового сліду зближуються з провідними пучками нижче розташованих листків і зливаються з ними. Провідні пучки стебла кукурудзи відрізняються між собою за величиною, що обумовлюється неодноразовістю їхнього утворення та числом листових слідів, які об'єднуються у провідний пучок. Більші пучки розміщені поблизу центру й до

їхнього складу входять усі елементи *прото-* і *метафлоєми*, та *прото-* і *метаксилеми*. Біля периферії розташовані менші пучки, але з товстішою механічною обгорткою.

У сформованому пучку кукурудзи немає клітин, що здатні до поділу. Флоєма складається з розміщених у вигляді сіточки *ситоподібних трубок* із *клітинами-супутниками*. Ксилема складається із *судин прото-* і *метаксилеми*, *склеренхімних волокон* і *ксилемної паренхіми*.

У більшості видів злакових рослин паренхіма стебла меживузлів у процесі росту руйнується й утворюється велика центральна порожнина. У цьому випадку формується особливий тип стебла – *соломина*, з порожнистими *меживузлями* та виповненими *вузлами*. Таке стебло має, наприклад, жито посівне. На його поперечному розрізі виділяються такі частини: *шкірка*, ділянки *склеренхіми* та *хлоренхіми первинної*, що розташовані під шкіркою, *колатеральні закриті судинно-волокнисті пучки*. У шкірці знаходяться *продихи*. Судинно-волокнисті пучки відтиснуті до периферії й розташовані ніби двома колами: одне з них міститься ближче до периферії стебла, де невеликі пучки знаходяться між двома ділянками хлорофілоносною паренхіми, друге з великими пучками – безпосередньо у паренхімній тканині. Судинно-волокнисті пучки мають таку ж будову, як і у кукурудзи: флоєма розміщена ближче до периферії стебла й складається зі ситоподібних трубок із клітинами-супутниками, а ксилема – ближче до центру й складається із судин, склеренхімних волокон та паренхіми пучка. Кожен пучок оточений механічною обгорткою зі склеренхіми.

У двосім'ядольних рослин на ранніх етапах розвитку із первинних меристем формується *первинна будова*. Вона представлена *шкіркою*, *первинною корою* та *центрального (осьовим) циліндром* або *стелюю* з первинними провідними тканинами. На відміну від односім'ядольних рослин, у двосім'ядольних виникає *камбій*, завдяки якому відбувається перехід від *первинної* до *вторинної будови стебла*.

Для двосім'ядольних трав'янистих рослин виділяють два основні типи вторинної будови: *пучкову* та *непучкову*. Проміжний тип будови спостерігається під час переходу первинної пучкової будови до вторинної непучкової. За пучковою будовою *прокамбій* закладається в конусі наростання стебла окремими тяжами та формує окремі провідні пучки, які серед основної тканини розташовуються впорядковано, утворюючи одне, рідше два кола. З появою камбію формуються *відкриті провідні пучки* та широкі, й таким чином під час вторинних змін пучковий тип будови зберігається.

Пучковий тип будови добре виражений у стеблах конюшини: зовні стебло вкрите *шкіркою*, утвореною *епідермісом*, під яким розміщується *первинна кора*, що представлена *хлоренхімою*, *коленхімою* та *ендодермою*, заповненою великими крохмальними зернами. Далі до центру стебла розміщується прошарок *луб'яних волокон*, який найчастіше має вигляд окремих тяжів над судинними пучками. Основними елементами центральної частини стебла є *відкриті судинно-волокнисті пучки* та добре розвинута крупноклітинна паренхіма широких *серцеподібних променів*. У складі пучка представлена *первинна* й *вторинна флоєми*, *камбій*, *вторинна* й *первинна ксилеми*. Пучки камбію розділені *первинними серцеподібними променями*. *Міжпучковий камбій*, який виникає в них дещо пізніше, утворює паренхімні клітини, які й продовжують серцеподібний промінь у вигляді радіальних відносно широких прошарків. Саме тому індивідуальні судинно-волокнисті пучки не можуть зблизитись і залишаються розмежованими впродовж усього онтогенезу рослини. Збільшення розмірів пучка в радіальному напрямку здійснюється шляхом утворення вторинних елементів завдяки діяльності добре вираженого *пучкового камбію*. *Серцевина* стебла складається з пучко розміщених паренхімних клітин.

Прикладом *непучкової будови стебла* є стебло льону. Зовні воно вкрите *шкіркою*, утвореною *епідермісом*. Під нею розміщені дрібні клітини *хлорофілоносною паренхімою первинної*

кори. Коленхіма відсутня або слабо розвинута. Ендодерма первинної кори представлена паренхімними клітинами з добре помітними крохмальними зернами. Центральний циліндр починається розвиненими луб'яними волокнами перициклічного походження, що розташовані групами та розділені невеликими ділянками паренхімних клітин. У цих волокон дуже потовщені целюлозні оболонки й майже відсутні пори. Порожнина волокна має вигляд вузького каналу. Тонкий шар флоєми, що розміщений зразу ж за луб'яними волокнами, представлений ситоподібними трубками з клітинами-супутниками та луб'яною паренхімою. Ця флоєма є вторинною й має камбіальне походження. За нею розташовані клітини камбію, що відмежовують вторинну флоєму від вторинної ксилеми, яку камбій утворює у напрямку до середини стебла. Вторинна ксилема складається з великих порожнин судин, трахеїд, деревинних волокон і деревинної паренхіми зі здерев'янілими оболонками. Клітини серцевинних променів, які пронизують ксилему в радіальних напрямках, також мають здерев'янілі оболонки. Первинна ксилема розташована на межі з серцевиною й прилягає до вторинної ксилеми. Тонкостінні великі клітини серцевини швидко руйнуються внаслідок витягування стебла в період росту рослини й у його центрі утворюється порожнина.

Потрібно зазначити, що під час вторинного потовщення камбій відкладає до центру стебла значно більшу за розміром вторинну ксилему або деревину, ніж вторинну флоєму, яка відкладається переважно до периферії стебла. Тому на поперечному розрізі вторинна ксилема добре помітна та більш потужніша.

ХІД ЗАНЯТТЯ

1. Розглянути під малим і великим збільшеннях мікроскопа постійний мікропрепарат поперечного розрізу стебла кукурудзи *Zea mays*/. Використовуючи ілюстраційний матеріал, знайти на ньому основні анатомічні утворення,

з'ясувати особливості анатомічної будови стебла кукурудзи, звернути увагу на склад провідних пучків. Зарисувати фрагмент внутрішньої будови її стебла, позначити основні частини (рис. 6.1).

2. Розглянути під малим і великим збільшеннях мікроскопа постійний мікропрепарат поперечного розрізу стебла жита посівного *Secale cereale*. Використовуючи ілюстраційний матеріал, знайти на ньому основні анатомічні утворення, з'ясувати особливості анатомічної будови стебла жита. Зарисувати фрагмент внутрішньої будови його стебла, позначити основні частини (рис. 6.2).

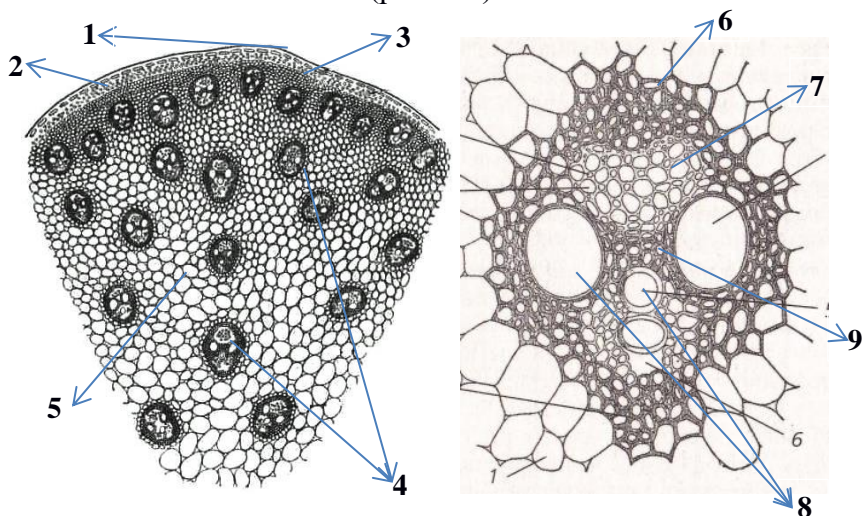


Рис. 6.1. Анатомічна будова стебла кукурудзи звичайної *Zea mays*: 1. шкірка (епідерміс); 2. хлорофілоносна паренхіма; 3. склеренхіма; 4. колатеральні закриті провідні пучки); 5. осьовий циліндр (основна паренхіма); 6. склеренхімна обгортка пучка; 7. флоема пучка; 8. ксилема пучка; 9. паренхіма пучка.

3. На основі розглянутих мікропрепаратів і використовуючи ілюстраційні матеріали, з'ясувати особливості первинної будови стебла трав'янистих односім'ядольних рослин.

4. Розглянути під малим і великим збільшеннях мікроскопа постійний мікропрепарат поперечного розрізу стебла конюшини посівної *Trifolium sativum*/. Використовуючи ілюстраційні матеріали, знайти на ньому основні анатомічні утворення, з'ясувати особливості анатомічної будови стебла конюшини, звернути увагу на склад провідних пучків. Зарисувати фрагмент внутрішньої будови її стебла, позначити основні частини (рис. 6.3).

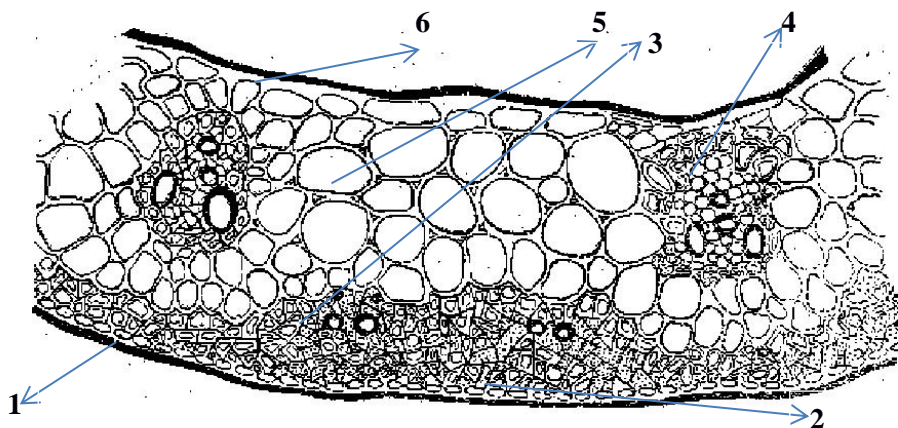


Рис. 6.2. Анатомічна будова стебла жита посівного *Secale cereale*/: 1. шкірка (епідерміс); 2. хлорофілоносна паренхіма; 3. склеренхіма; 4. колатеральні закриті провідні пучки); 5. осьовий циліндр (основна паренхіма); 6. порожнина стебла.

5. Розглянути під малим і великим збільшеннях мікроскопа постійний мікропрепарат поперечного розрізу стебла льону-довгунця *Linum altissium*/. Використовуючи ілюстраційні матеріали, знайти на ньому основні анатомічні утворення, з'ясувати особливості анатомічної будови стебла льону.

6. На основі розглянутих мікропрепаратів і використовуючи ілюстраційні матеріали, з'ясувати особливості

вторинної будови стебла трав'янистих двосім'ядольних рослин.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Функції стебла.
2. Первинна будова стебла
3. Вторинна будова стебла трав'янистих двосім'ядольних рослин пучкового типу.
4. Вторинна будова стебла трав'янистих двосім'ядольних рослин непучкового типу.
5. Вторинне потовщення стебел.

Інформаційні ресурси:

Ботаніка : конспект лекцій / В. О. Володимирець. Рівне, 2017: лекція 7.

Войтюк Ю. О. та ін. Морфологія рослин з основами анатомії та цитоембріології : навч. посібник. Київ : Фітосоціоцентр, 1998. С. 57–67.

Григора І. М., Шабарова С. І., Алейніков І. М. Ботаніка : підручник. Київ : Фітосоціоцентр, 2004. С. 106–115.

Григора І. М., Якубенко Б. Є., Алейніков І. М. та ін. Практикум із ботаніки. Київ : НАУ, 2004. С. 87–90, 99–111.

Гроховська Ю. Р., Кононцев С. В. Ботаніка з основами гідроботаніки : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2010. С. 84–87.

Романщак С. П. Анатомія покритонасінних рослин : навч. посібник. Київ : Урожай, 1999. С. 172–202.

Первинна будова стебла. URL: <https://studfiles.net/preview/5591926/page:13/>.

Вторинна будова стебла. URL: <https://studfile.net/preview/5591926/page:13/#39>.

Анатомічна будова стебла. URL: <https://lifelib.info/botany/water/131.html>.

Анатомічна будова стебла дводольних рослин. URL: https://studwood.net/1582903/estestvoznanie/anatomichna_budova_stebbla_dvodolnih_roslin.

Анатомічна будова стебла. URL:
<https://www.youtube.com/watch?v=jDhq8I4FjHg>.

Stem Anatomy | Dicot Stem vs Monocot Stem. URL:
<https://www.youtube.com/watch?v=JMthid61js>.

How to draw internal structure of #Dicot stem. URL:
<https://www.youtube.com/watch?v=cjOsnOnp7Vs>.

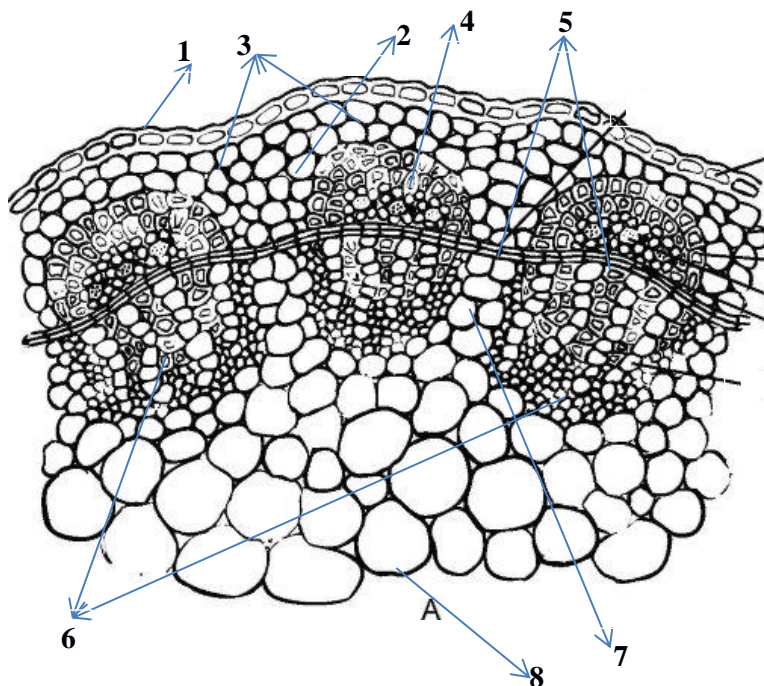


Рис. 6.3. Анатомічна будова стебла конюшини повзучої /*Trifolium repens*/: 1. шкірка (епідерміс); 2. кора паренхіма; 3. склеренхіма; 4. вторинна флоема; 5. камбій; 6. вторинна ксилема; 7. серцевинні промені; 8. серцевина.

Лабораторне заняття № 7

Тема: Морфологія листка.

Мета заняття: Вивчити морфологічні ознаки простих і

складних листків; засвоїти навички морфологічного опису різних типів листків та використання морфологічних ознак під час визначення видів рослин.

Обладнання та матеріали: Роздатковий гербарний матеріал, визначники та атласи рослин, ілюстраційні матеріали.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Листок – це бічний, як правило стиснутий у поперечному напрямку, *плагіотропний орган* пагона, що має обмежений ріст. Листки мають більш-менш плоску форму й *дорсовентральну будову*. Листок виконує три основні функції: *фотосинтезу, транспірації, дихання*.

Особливості морфології листків є спадковою ознакою, характерною для конкретних систематичних груп рослин. Листки рослин досить різноманітні. Крім того, вони можуть мати різні додаткові утворення: прилистки, розтруби та піхви. *Прилистки* утворюються в основі *черешків* і нагадують маленькі листочки, іноді прилистки такого ж розміру як і листкова пластинка або й більшого. *Піхва* подібна на замкнену довгу трубочку, виконує захисну функцію. *Розтруби* мають вигляд замкнутої трубочки, що своєю основою міцно охоплює вузол.

Листок безпосередньо складається з *листкової пластинки* та *черешка*. Якщо черешок невиражений, то листок називається *сидячим* (такі листки часто є збігаючими, стеблообгортними, з вушками). Листки з черешком називаються *черешковими*. Листки, що складаються лише з одної листкової пластинки, називаються *простими*. Листкова пластинка може бути *цілісною* або *розчленованою*. За співвідношенням довжини та ширини форма листкової пластинки може бути *голчастою, лінійною, ланцетною, видовженою, овальною, округлою, яйцеподібною, оберненояйцеподібною, ромбічною, стрілоподібною, ниркоподібною, серцеподібною, лопаткоподібною, щитоподібною* та іншої форми. Форма основи листкової пластинки може бути *серцеподібною,*

стрілоподібною, усіченою, клиноподібною, звуженою, нерівносторонньою. Форма *верхівки* листка може бути *тупою, гострою, загостреною, гострокінцевою, виїмчастою.* Форма *краю* листкової пластинки може бути *цілокраєю, зубчастою, колючозубчастою, пилчастою, двічіпилчастою, городчастою.*

Листкова пластинка вважається *розчленованою*, якщо її вирізи сягають понад $1/4$ основи або півширини. Залежно від глибини вирізів виділяють: *лопатеві* листки, якщо вирізи сягають від $1/4$ до від $1/3$ основи або півширини, а самі частки пластинки називаються *лопатями*; *роздільні*, якщо вирізи сягають від $1/3$ до $2/3$ основи або півширини, а частки пластинки називаються *долями*; *розсічені*, якщо вирізи сягають понад $2/3$ основи або півширини й доходять до основи або середньої жилки листка, а самі частки називаються *сегментами*. Частки пластинки також можуть мати різну форму – від *ниткоподібної* та *лінійної* до *ширококлинноподібної*. Частки листкової пластинки можуть розміщуватись *перисто* або *пальчасто*. Тому назва розчленованого листка враховує і глибину вирізів і розміщення часток, наприклад, *перистолопатеві, пальчатороздільні, перисторозсічені, пальчатороздільні, пальчатороздільні, перисторозсічені, пальчатороздільні, перисторозсічені, пальчатороздільні.*

Якщо листкова пластинка листка складається з декількох окремих пластинок, то він називається *складним*. Ці пластинки називаються *листочками* й опадають із листка окремо. Головний черешок таких листків називається *рахісом*. Найчастіше виділяють такі типи складних листків: *трійчастоскладний, пальчастоскладний, парноперистоскладний, непарноперистоскладний, двічі- та тричіперистоскладний.*

ХІД ЗАНЯТТЯ

1. На роздатковому гербарному матеріалі знайти листки, що мають додаткові утворення: прилистки та піхви, розглянути їхнє розміщення та форму, зарисувати основи листків із такими додатковими утвореннями (рис. 7.1).

2. На роздатковому гербарному матеріалі знайти черешкові та сидячі листки, знайти між ними відмінності, зарисувати по одному черешковому та сидячому листку, позначити їхні частини (рис. 7.2; рис. 7.3).

3. Використовуючи ілюстраційні матеріали, на роздатковому гербарному матеріалі знайти листки із різною формою цілісної листкової пластинки та назвати види цих листків. Зарисувати 5 листків із різною формою листкової пластинки, підписати їхні види (рис. 7.4).

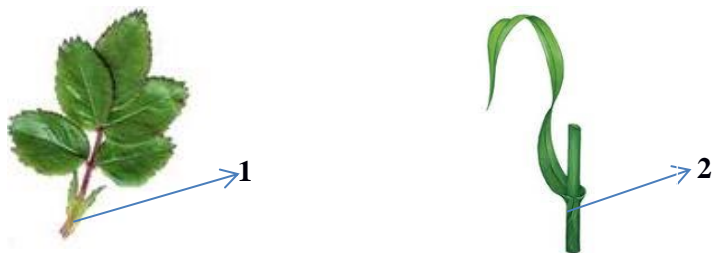


Рис. 7.1. Додаткові листкові утворення: 1. прилистки у шипшини; 2. піхва у пшениці.

4. Використовуючи ілюстраційні матеріали, на роздатковому гербарному матеріалі знайти листки із різним ступенем розчленування листкової пластинки простих листків. Засвоїти принципи назви видів таких листків, які враховують глибину вирізів і розміщення часток. Зарисувати 4 листки з різними ступенями розчленування листкової пластинки, підписати їхні види (рис. 7.5).

5. Використовуючи ілюстраційні матеріали, на роздатковому гербарному матеріалі знайти різні види складних листків та назвати види цих листків. Зарисувати 4 різні види складних листків, підписати ці види (рис. 7.6).

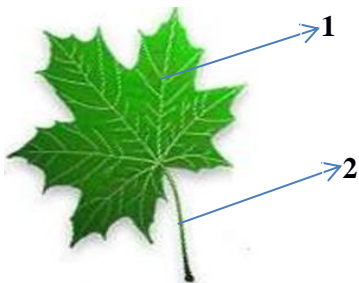


Рис. 7.2.
Черешковий листок: 1.
листова пластинка;
2. черешок.

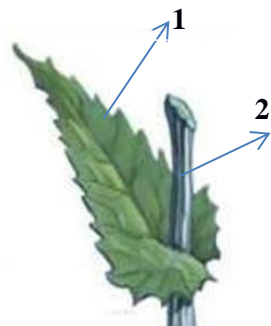


Рис. 7.3.
Сидячий листок: 1.
листова пластинка;
2. стебло.

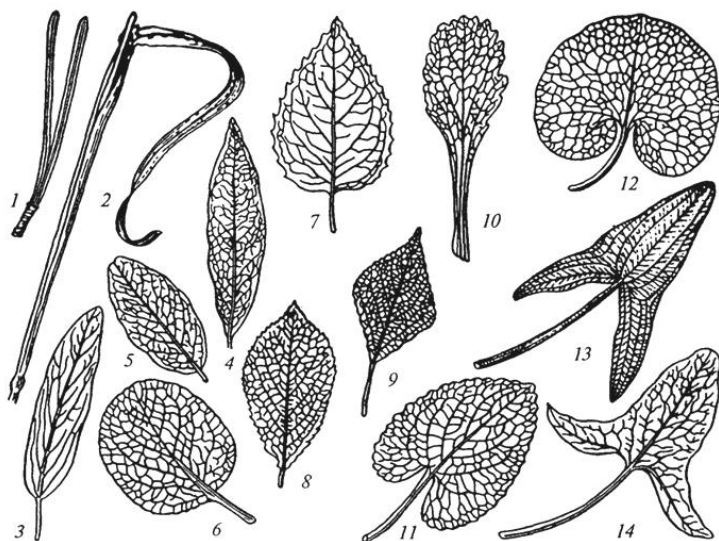


Рис. 7.4. Форма цілісної листової пластинки за співвідношенням довжини та ширини: 1. голчастий; 2. лінійний; 3. продовгуватий; 4. ланцетний; 5. овальний; 6. округлий; 7. яйцеподібний; 8. оберненояйцеподібний; 9. ромбічний; 10. лопатчатий; 11. серцеподібний; 12. ниркоподібний; 13. стрілоподібний; 14. списоподібний.

6. За визначниками рослин та атласами ознайомитись із прикладами використання морфологічних ознак листків для встановлення видової приналежності рослин.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Функції листка.
2. Морфологія простих листків.
3. Складні листки.
4. Жилкування листків.
5. Закономірності листкорозташування.

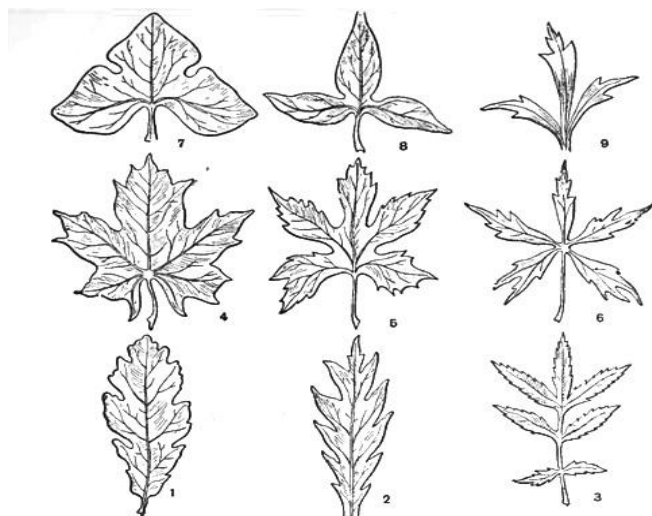


Рис. 7.5. Типи листків із розчленованою листковою пластинкою: 1. перистолопатовий; 2. перистороздільний; 3. перисторозсічений; 4. пальчатоопатовий; 5. пальчатороздільний; 6. пальчаторозсічений; 7. трійчатоопатовий; 8. трійчатороздільний; 9. трійчаторозсічений.

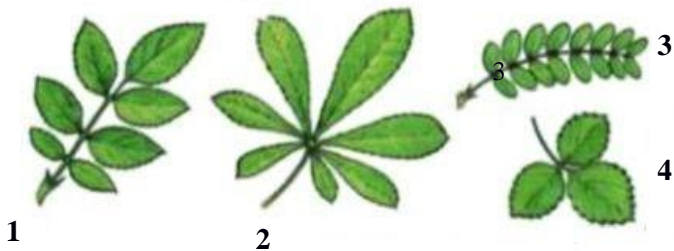


Рис. 7.6. Типи складних листків:

1. непарноперистоскладний;
2. пальчастоскладний;
3. парноперистоскладний;
4. трійчастоскладний.

Інформаційні ресурси:

Ботаніка : конспект лекцій / В. О. Володимирець. Рівне, 2017: лекція 8.

Войтюк Ю. О. та ін. Морфологія рослин з основами анатомії та цитоембріології : навч. посібник. Київ : Фітосоціоцентр, 1998. С. 71–75.

Григора І. М., Шабарова С. І., Алейніков І. М. Ботаніка : підручник Київ : Фітосоціоцентр, 2004. С. 124–130.

Григора І. М., Якубенко Б. Є., Алейніков І. М. та ін. Практикум із ботаніки. Київ : НАУ, 2004. С. 132–140.

Гроховська Ю. Р., Кононцев С. В. Ботаніка з основами гідроботаніки : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2010. С. 88.

Романщак С. П. Анатомія покритонасінних рослин : навч. посібник. Київ : Урожай, 1999. С. 350–352.

Листя рослин. URL: <https://studfiles.net/preview/5591926/page:14/>.

Листок. URL: <https://www.pharmacyclopedia.com.ua/article/2056/listok>.

Листок. URL: <https://lifelib.info/botany/morphology/9.html>.

Листок. Зовнішня та внутрішня будова листка рослини. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=mcwuX33m4FI>.

Листок: структура та функції. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=mB6LcbG58MA>.

Plant Anatomy and Morphology. URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=K2QBqZSBFXU>.

Лабораторне заняття № 8

Тема: Анатомія листка.

Мета заняття: З'ясувати особливості анатомічної будови листків різних груп рослин.

Обладнання та матеріали: Мікроскоп “Біолам С11”, предметне та покривні стекла, препарувальна голка, бритва, пінцет, невелика посудина, піпетка, постійні мікропрепарати, вода, спиртовий розчин флороглюцину, міцна хлоридна кислота, гілки бузини, живі листки конюшини та пеларгонії, хвоя сосни, ілюстраційні матеріали.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Будова листка сформована майже повністю первинними тканинами. Тут відсутня *запасаюча паренхіма*, не формується *перидерма*. Поряд із загальною для видів вищих судинних рослин анатомічною будовою листків, окремі систематичні групи мають свої особливості, що пов'язані з екологічними умовами існування й тривалістю життя листків. У більшості видів рослин чітко виражена *дорсовентральна будова* листків, яка полягає у відмінностях їхньої верхньої та нижньої сторін. Зовні з верхньої й нижньої сторін листок покритий *шкіркою*, що утворена *епідермісом*. Найчастіше вона одношарова, в окремих видів двошарова, іноді багатошарова (наприклад, олеандр, фікус). У більшості видів із нижнього боку листка знаходяться *продихові апарати* або *продихові комплекси*. Кожен такий апарат складається з двох *замикаючих клітин*, для яких характерні нерівномірно потовщені клітинні стінки та хлоропласти, та *продихової щілини* між ними. Замикаючі клітини оточені *навколопродиховими клітинами* (*сусідніми та побічними*). Замикаючі клітини мають бобоподібну або гантелеподібну форму. Листки, в яких продихові апарати знаходяться лише на нижній стороні, називаються

гіпостоматичними. В окремих груп рослин продихові апарати можуть бути розташовані ще й на верхній стороні листка. Такі листки називаються *амфістоматичними*, наприклад, у видів із родин Тонконогові, Лілійні. У частини видів продихи знаходяться лише на верхній стороні листків. Такі листки називаються *епістоматичними*, наприклад, види з плаваючими листками з родин Лататтеві, Лotosові. В окремих груп рослин продихи можуть знаходитись у заглибинах – спеціальних *криптах*, або, навпаки, знаходяться вище поверхні шкірки.

Основну масу листка займає *мезофіл*, який утворений *хлоренхімою*. У багатьох видів мезофіл диференційований на дві частини: на *палісадну* або *стовпчасту паренхіму* та *губчасту паренхіму*. Клітини стовпчастої паренхіми витягнуті у поздовжньому напрямку, тобто перпендикулярні верхній шкірці й безпосередньо прилягають до неї. Вони багаті на хлоропласти й розміщені більш щільно. Їм належить головна роль у процесі фотосинтезу. Губчаста паренхіма прилягає до нижньої шкірки. Її клітини переважно ізодіаметричні з великими міжклітинниками й меншим числом хлоропластів. Цій тканині належить основна функція в *газообміні* та *транспірації*.

Мезофіл у різних напрямках пронизаний різними за товщиною *жилками*. Кожна така жилка представляє собою *судинно-волокнистий пучок колатерального типу*, без камбію. Провідна система листка та його черешка становить одне ціле з провідною системою стебла. Зовні кожна жилка оточена *склеренхімними обгортковими клітинами*. В окремих групах (наприклад, види родини Тонконогові) склеренхімні клітини навколо великих жилок можуть сполучати між собою нижню та верхню шкірки листка. У самому пучку *елементи ксилеми* знаходяться зверху, а *флоеми* – знизу. До складу великих жилок входять елементи *протоксилеми*, *профлоеми* та *метафлоеми*, іноді може входити *камбій*. Дрібні жилки здебільшого складаються з *трахеїдоподібних елементів* і не мають флоеми.

Закінчуються жилки поодинокими *трахеїдами*, що щільно оточені *передавальними клітинами* мезофілу.

У тих видів рослин, у яких листки розміщені переважно *ортотропно* розвивається *ізолатеральна будова* листка. За такої будови відмінності між верхньою та нижньою шкірками й верхньою та нижньою частинами мезофілу майже невиражені. Мезофіл у них однорідний і недиференційований на стовпчасту та губчасту паренхіми.

У листках голонасінних рослин, які мають переважно вигляд голок або лусок і живуть декілька років, анатомічна будова має деякі особливості; насамперед, продихи таких листків у більшості випадків є *зануреними у шкірку*, а зовні шкірки знаходиться більш-менш добре виражений *восковий наліт* або *кутикула*. Безпосередньо під шкірою знаходиться спеціальна механічна тканина – *гіподерма*. Мезофіл також недиференційований на частини, а складається з клітин, які утворюють вирости всередину, утворюючи так звану *складчасту хлоренхіму*. У ксилемі жилок немає *судин* або *трахей*, а присутні виключно *трахеїди*.

ХІД ЗАНЯТТЯ

1. Один з листочків складного листка конюшини посівної */Trifolium sativum/* скласти вдвоє уздовж середньої жилки, затиснути в серцевині бузини (попередньо частину гілки бузини розрізати по довжині) і гострою бритвою зробити декілька тонких поперечних зрізів. Із найтоншого зрізу приготувати тимчасовий мікропрепарат і розглянути його під малим і великим збільшеннях. Використовуючи ілюстраційні матеріали, знайти на мікропрепараті основні анатомічні утворення типового листка покритонасінної рослини, зарисувати фрагмент внутрішньої будови листка, позначити основні частини (рис. 8.1).

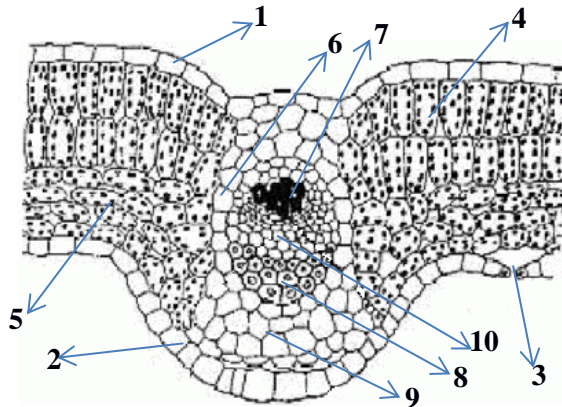


Рис. 8.1. Анатомічна будова листка конюшини посівної /*Trifolium sativum*/: 1. верхня шкірка (епідерміс); 2. нижня шкірка (епідерміс); 3. продиховий апарат; 4. палісадна або стовпчаста паренхіма мезофілу; 5. губчаста паренхіма мезофілу; 6. склеренхімна обгортка жилки; 7. ксилема жилки; 8. флоема жилки; 9. склеренхіма; 10. основна паренхіма.

2. За допомогою препарувальної голки та пінцета з нижньої сторони листка пеларгонії зняти частину його епідермісу. З нього приготувати тимчасовий мікропрепарат і розглянути під мікроскопом під малим збільшенням. На препараті знайти характерні анатомічні утворення епідермісу, зокрема продихи, під великим збільшенням розглянути їхню будову.

3. Розглянути під малим і великим збільшенням мікропрепарат поперечного розрізу листка камелії /*Camelia sp.*/. Використовуючи ілюстраційні матеріали, з'ясувати анатомічну будову листка камелії.

4. За розглянутими мікропрепаратами та ілюстраційними матеріалами зробити узагальнення про будову листків покритонасінних рослин.

5. За допомогою серцевини бузини (див. п. 1) зробити

тонкі зрізи хвої сосни звичайної */Pinus sylvestris/*. Отримані зрізи на 1-2 хв. помістити у невеликій посудині в краплину спиртового розчину флороглюцину, а потім додати декілька крапель міцної хлоридної кислоти. З оброблених таким чином зрізів приготувати тимчасовий мікропрепарат і розглянути його під малим і великим збільшеннях. Використовуючи ілюстраційні матеріали, з'ясувати анатомічну будову листка сосни як представника хвойних рослин. Зарисувати фрагмент внутрішньої будови хвої сосни, позначити основні частини (рис. 8.2).

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Анатомічна будова листків покритонасінних рослин.
2. Анатомічна будова листків голонасінних рослин.
3. Особливості будови листків різних екологічних груп рослин.
4. Видозміни листків.

Інформаційні ресурси:

Ботаніка : конспект лекцій / В. О. Володимирець. Рівне, 2017: лекція 8.

Войтюк Ю. О. та ін. Морфологія рослин з основами анатомії та цитоембріології : навч. посібник. Київ : Фітосоціоцентр, 1998. С. 80–84.

Григора І. М., Шабарова С. І., Алейніков І. М. Ботаніка : підручник. Київ : Фітосоціоцентр, 2004. С. 131–135.

Григора І. М., Якубенко Б. Є., Алейніков І. М. та ін. Практикум із ботаніки. Київ : НАУ, 2004. С. 142–148.

Гроховська Ю. Р., Кононцев С. В. Ботаніка з основами гідроботаніки : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2010. С. 89–91.

Романцак С. П. Анатомія покритонасінних рослин : навч. посібник. Київ : Урожай, 1999. С. 228–260.

Анатомія плаского листка та хвої. URL: <https://studfile.net/preview/5591926/page:17/>.

Анатомічна будова листка. URL:

<https://lifelib.info/botany/water/140.html>.

Leaf Anatomy.

URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=84bjNn5bDj4>.

Листок. Зовнішня та внутрішня будова листка рослини.

URL: <https://www.youtube.com/watch?v=mcwuX33m4FI>.

Leaf Anatomy | Dorsiventral vs Isobilateral Leaf. URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=84bjNn5bDj4&t=120s>.

Internal Structure of Dicot and Monocot Leaf. URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=ySaF5xcdwwg>.

How to make Leaf Anatomy Model. URL:

https://www.youtube.com/watch?v=qJg_aekh2P0.

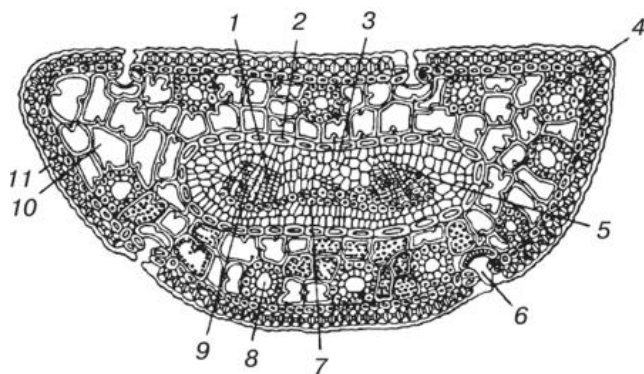


Рис. 8.2. Анатомічна будова листка (хвої) сосни звичайної *Pinus sylvestris*: 1. флоема; 2. склеренхіма; 3. основна паренхіма; 4. гіподерма; 5. луб; 6. занурені продихи; 7. ксилема; 8. смоляний хід; 9. ендодерма; 10. складчаста хлоренхіма; 11. шкірка (епідерміс).