

**Міністерство освіти і науки України
Рівненський державний гуманітарний університет**

В.В. Демчук

ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ З БОТАНІКИ
(анатомія і морфологія рослин)

Навчально-методичний посібник

для студентів напряму підготовки 6.040102 „Біологія”

Рівне – 2015 рік

УДК 581.4+582
ББК 28.56+28.59
Б86

Автор: *В.В. Демчук*, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри біології Рівненського державного гуманітарного університету

Рецензенти: *В.В. Сондак*, доктор біологічних наук, професор Національного університету водного господарства та природокористування;
Л.В. Ойцюсь, кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології та збалансованого природокористування Рівненського державного гуманітарного університету;
В.О. Володимирець, кандидат біологічних наук, доцент Національного університету водного господарства та природокористування

Лабораторні роботи з ботаніки (анатомія і морфологія рослин): Навчально-методичний посібник для студентів напрямку підготовки 6.040102 „Біологія” / Автор: В.В. Демчук. – Рівне: РДГУ, 2015. – 221 с. з ілюстраціями.

Навчально-методичний посібник складено у відповідності до галузевого стандарту вищої освіти та навчального плану для студентів напрямку підготовки 6.040102 „Біологія”. В ньому наведено теоретичний матеріал за темами лабораторних робіт з анатомії та морфології рослин, завдання та методичні вказівки до їхнього виконання. Призначений для викладачів, вчителів ботаніки, студентів.

Затверджено на засіданні кафедри біології, протокол №4 від 12 грудня 2013р.

Друкується за рішенням Вченої ради Рівненського державного гуманітарного університету (протокол № 5 від „26” грудня 2014 р.

Вступ							4
Лабораторна	робота	№1.	Методи				анатомічних
досліджень							5
Лабораторна	робота	№2.	Клітинна	оболонка	та	її	
видозміни							12
Лабораторна	робота	№3.	Внутрішня	структура			рослинної
клітини							17
Лабораторна	робота	№4.	Запасні	поживні	речовини	в	клітинах
рослин							26
Лабораторна	робота	№5.	Меристеми		або	твірні	
тканини							33
Лабораторна		робота			№6.		Покривні
тканини							39
Лабораторна	робота	№7.	Механічні	тканини.			Основна
паренхіма							45
Лабораторна	робота	№8.	Провідні	тканини	та	судинно-волокнисті	
пучки							54
Лабораторна		робота			№9.		Видільні
тканини							61
Лабораторна	робота	№10.	Морфологія	кореня.		Метаморфози	
кореня							66
Лабораторна	робота	№11.	Первинна	і	вторинна	будова	
коренів							79
Лабораторна	робота	№12.	Морфологічна	будова	стебла,	пагона,	
бруньки							90
Лабораторна	робота	№13.	Надземні	і	підземні	видозміни	
пагонів							101
Лабораторна	робота	№14.	Морфологічна			будова	
листка							115
Лабораторна	робота	№15.	Розвиток	листка		в	
онтогенезі							124
Лабораторна	робота	№16.	Внутрішня	будова	листіків	рослин	мезофітів, ксерофітів та
гідрофітів							134
Лабораторна	робота	№17.	Анатомічна	будова	стебла	трав'янистих і дерев'янистих	
рослин							142
Лабораторна	робота	№18.	Загальна			будова	
квітки							151
Лабораторна		робота					№19.
Суцвіття							160
Лабораторна		робота					№20.
Андроцей							165
Лабораторна		робота					№21.
Гінецей							170
Лабораторна	робота	№22.	Статевий		процес	у	
рослин							177
Лабораторна	робота	№23.	Вегетативне			розмноження	
рослин							185
Лабораторна	робота	№24.	Розмноження			рослин	
спорами							195

Лабораторна робота №25. Будова насіння і проростків однодольних і дводольних рослин.....	199
Лабораторна робота №26. Морфологічна будова плодів.....	209

Вступ

Виконання лабораторних робіт з анатомії і морфології рослин є невід'ємною складовою частиною вивчення ботаніки.

Метою створення даного посібника було узагальнення і впорядкування методичних рекомендацій до виконання лабораторних робіт з ботаніки студентами біологічних спеціальностей університетів. Посібник передбачає можливість максимально самостійного виконання робіт студентами, тому він також може бути з успіхом використаний для заочної форми навчання.

Тематичний план робіт складено у відповідності до програми курсу «Ботаніка» та «Анатомія рослин» для напряму підготовки 6.040102 „Біологія”. Кожна робота включає перелік питань, які необхідно підготувати до заняття, завдання та методичні поради для їх виконання, основні відомості, перелік матеріалів та устаткування, необхідних для виконання роботи, посилання на літературні джерела.

Теоретичний матеріал основних відомостей посібника та деякі ілюстрації є результатом узагальнення ботанічної літератури і подані в даному виданні з посиланням на авторів без редагування тексту.

Для успішного виконання лабораторних робіт кожен студент до початку заняття повинен:

- а) ознайомитися і законспектувати інструкцію до виконання роботи;*
- б) вивчити теоретичний матеріал за темою заняття;*
- в) засвоїти методику виконання роботи;*
- г) відповісти на контрольні питання;*
- д) регулярно вести термінологічний словник та зошит з цікавим матеріалом.*

Найпоширенішими методами анатомії і морфології рослин є спостереження, мікроскопічні дослідження, опис та порівняння. Крім того, в своїх дослідженнях ці галузі ботаніки часто використовують експеримент, який передбачає вивчення відповідних реакцій рослин на вплив різноманітних факторів середовища.

Необхідність підготовки навчального посібника з анатомії та морфології рослин обумовлена органічним зв'язком ботанічних дисциплін, які тепер вивчаються окремими курсами. На думку автора, одночасне або паралельне вивчення зовнішніх форм рослин та їх внутрішньої структури дасть можливість студентам-біологам створити цілісне уявлення про ці живі організми, краще осмислити їх сутність, роль і значення у природі.

Лабораторна робота №1

Тема: *Методи анатомічних досліджень.*

Мета: *Ознайомитись із будовою та принципом роботи збільшувальних приладів, методами анатомічних досліджень.*

Теоретичні питання:

1. Збільшувальні прилади, що використовуються в анатомічних дослідженнях.
2. Типи препаратів і фіксація матеріалу.
3. Виготовлення зрізів.
4. Фарбування препаратів.
5. Методи мікроскопічних досліджень.
6. Вимірювання об'єктів під мікроскопом.

Завдання:

1. Навчитись виготовляти зрізи.
2. Ознайомитись із методикою фарбування препаратів.
3. Засвоїти методи мікроскопічних досліджень.
4. Навчитись виміряти величину досліджуваних об'єктів під мікроскопом.

Основні відомості

Збільшувальні прилади.

Розмір рослинних клітин настільки малий (визначається в мікрометрах), що їх не можна побачити неозброєним оком. Тому для дослідження внутрішньої будови рослин використовують світлові та електронні (просвічуючий, скануючий) мікроскопи [1].

Світловий мікроскоп дає змогу виявити порівняно крупні структури в клітинах — оболонку, ядро, вакуолі, пластиди, мітохондрії, різні включення та особливості будови тканин і органів. З допомогою його можна отримати збільшення в 1500 разів, що обмежується роздільною здатністю найдосконаліших об'єктивів. Роздільна здатність електронних мікроскопів значно більша — до 0,5 нм. Тому вони застосовуються для виявлення ультратонкої організації клітин і тканин, даючи збільшення до 250 000 разів.

Поєднання мікроскопічного методу дослідження з мікрохімічними реакціями (цитохімією) дає змогу виявити локалізацію речовин в рослинних структурах, а також певною мірою і обмінних процесів.

На практичних заняттях з анатомії рослин використовують головним чином світловий мікроскоп (*рис. 1*). З будовою оптичного мікроскопа і окуляр-мікромметра та правилами роботи на них студенти знайомляться на попередніх практичних заняттях з інших дисциплін. Тому у даному практикумі їм пропонується контрольне завдання: зробити відповідні підписи до позицій на *рис. 1*.

Мікроскоп складається з оптичної частини (освітлювальна система, об'єктиви і окуляри, вмонтовані в тубусі) та механічної (штатив-основа, предметний столик, тубусоутримувач з механізмом для його переміщення). До освітлювальної системи належать розташовані під столиком мікроскопа дзеркальце і конденсор з ірисовою діафрагмою. Плоскою стороною дзеркальця направляють світло на препарат при роботі з об'єктивами 60X і 90X, угнутою — 8X і 10X, 20X і 40x.

Конденсори складаються з двох-трьох лінз у циліндричній оправі і поділяються на різні типи залежно від метода спостереження в мікроскопі: конденсор світлого поля, конденсор темного поля, конденсор з апертурною діафрагмою для косоного освітлення тощо.

Під діафрагмою є гніздо для світлофільтрів і світлорозсіювальних матових скелець, які застосовуються при роботі з штучним освітленням звичайними прозорими лампами.

Об'єктиви мають кілька лінз, що вкручені в револьверну оправу. На заняттях звичайно працюють з об'єктивами 8X і 40X. Імерсійний об'єктив — 90X використовують порівняно рідко. Він потребує нанесення на покривне скельце імерсійної рідини, зокрема кедрової олії, водного розчину 74%-го гліцерину, монобромнафталіну, дистильованої води.

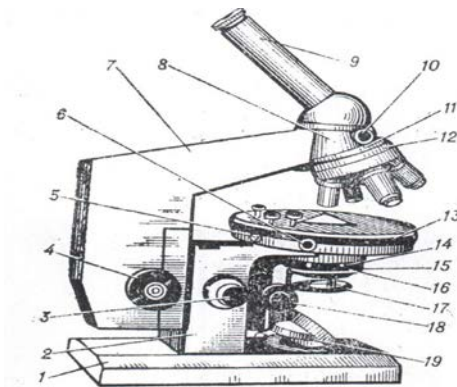


Рис. 1. Сучасний світловий мікроскоп

Кількість лінз в окулярі невелика, часто їх дві. Верхня лінза — спостережувальна, нижня фокусує зображення. Діафрагма окуляра визначає поле зору. Найчастіше користуються окулярами 10X і 15X. Їх вставляють у верхню частину тубуса, який рухається зверху вниз і навпаки за допомогою макро- і мікрометричної гвинтових систем.

Рухаючи препаратом на предметному скельці на столику мікроскопа, розташовують препарат у центрі поля зору. Потім рівномірно освітлюють його денним розсіяним світлом або від лампи освітлювача, використовуючи в разі потреби світлофільтри. При переведенні з малого на більше збільшення зображення препарату стає нечітким. Різкості зображення добиваються трохи опускаючи тубус мікроскопа з допомогою гвинтів грубої наводки, а також мікрогвинтами.

З метою дослідження надто дрібних структур рослинних клітин або ультратонкої організації органел, які видимі і в світловому мікроскопі, застосовують просвічуючий або скануючий електронні мікроскопи.

Просвічуючий електронний мікроскоп за принципом одержання зображення подібний до світлового, але для освітлення об'єктива замість світла використовується пучок електронів. Їх прискорюють з допомогою великої різниці потенціалів, яка досягає 50 000— 100 000 В. Пучок електронів фокусують двома конденсорними електромагнітами. Всередині колони створюють глибокий вакуум, щоб звести до мінімуму розсіювання електронів. Зображення реєструється на фотопластинці, яка розташована під екраном. Мікропрепарат на спеціальній плівці-підложці розміщується всередині колони. В зв'язку з тим що для проходження електронів потрібний глибокий вакуум, в електронному мікроскопі не можна розглядати живі об'єкти. Виготовлення препаратів для електронної мікроскопії потребує спеціальної технології [1].

Скануючий (растровий) електронний мікроскоп використовують для дослідження поверхні рослинних структур. У цьому приладі точно зфокусований пучок електронів діаметром близько 10 мкм відбивається від зразка, скануючи в певній послідовності поверхню об'єкта, на яку попередньо напилюють тонкий шар металу. Тривимірне зображення структурних елементів створюється за допомогою електронної катодної трубки. Щоб електрони не проникали всередину зразка, прискорююча напруга не перебільшує 20 000 - 30 000 В. Роздільна здатність його нижча, ніж у проникаючого мікроскопа (5 - 20 нм), але він дає досить значну глибину різкості, що створює ефект тривимірності.

Електронний мікроскоп високої напруги (високовольтний) почали застосовувати в біології недавно. В ньому створюється сильне прискорення електронів під дією дуже високої напруги (50000-1000000В), що дає змогу їм проникати крізь порівняно товсті зрізи (1 - 5 мкм) і досліджувати весь об'єм клітини. При цьому при високій роздільній здатності одержують тривимірне зображення структур.

Для світлової і електронної мікроскопії проводять спеціальну обробку рослинного матеріалу. Виготовлення препаратів є однією з найважливіших ланок анатомічних досліджень.

Типи препаратів і фіксація матеріалу.

Препарати поділяють на живі і фіксовані, тотальні і зрізи, давлені і мацеровані, тимчасові і постійні. Препарат називають тотальним, якщо його розглядають цілим. Прикладом може бути листок елодеї, відбитки покривної тканини тощо. Зрізи роблять на живому і фіксованому

матеріалі. Розрізняють поверхневі, поперечні та поздовжні (радіальні- і тангентальні) зрізи. Тангентальними називаються зрізи, які паралельні радіальній площині органа [1].

Давлені препарати готують механічним руйнуванням тканин шляхом їх обережного роздавлювання. Мацерацію проводять для одержання окремих клітин. Відомі різні способи розриву зв'язків між клітинами. Для мацерації готових зрізів звичайно використовують 10 - 30 %-й розчин хромового ангідриду, в якому їх витримують від однієї до п'яти хвилин.

Для мацерації трав'янистих нездерев'янілих частин рослин часто застосовують також *метод Манжени*. Для цього частини рослин занурюють на 24 год в суміш 96 %-го спирту і соляної кислоти у співвідношенні 3,5:1, а потім на 24 год в 10 %-й розчин аміаку. Шматочки тканини після надавлювання пінцетом повинні легко розпадатися на окремі клітини. Якщо мацерація не відбулася, концентрацію аміаку підвищують до 30 %.

Мацерацію тканин плодів і насіння проводять слабкими розчинами лугів (1 - 10 %-й КОН або NaOH) при кімнатній температурі протягом доби. Перед зануренням у розчин сухий матеріал замочують у воді.

Для мацерації деревини використовують *суміш Шульца*: бертолетова сіль — азотна кислота. Шматочки деревини розміщують на дні пробірки. Зверху на них насипають бертолетову сіль так, щоб вона покрила весь матеріал. Сіль змочують кількома краплями концентрованої HNO_3 . Пробірку підігрівають. Коли шматочки деревини побіліють, а пари перестануть виділятися, їх переносять у стакан з водою. Водною промивають кілька разів. Мацерований матеріал зберігають у спирті.

Тимчасові препарати виготовляють із живого і фіксованого матеріалу. Під час спостереження вони знаходяться в воді або водних розчинах гліцерину, сахарози тощо. Виготовлення постійних препаратів для світлової мікроскопії пов'язане з досить складною обробкою досліджуваних об'єктів. Після фіксації матеріал промивають водою і зневоднюють за допомогою послідовно збільшених концентрацій етанолу. Потім проводять заміщення його на розчинники парафіну і, нарешті, заключають матеріал у парафін. Із нього від руки або на мікротомі роблять зрізи, які депарафінують, забарвлюють відповідними барвниками, зневоднюють і заключають на предметних скельцях у канадський бальзам. При виготовленні постійних препаратів для електронної мікроскопії обробка матеріалу ще складніша.

Фіксація матеріалу забезпечує збереження первісної структури об'єкта. При цьому тканини настільки ущільнюються, що з них можна виготовляти тонкі зрізи. Щоб фіксуєчі суміші краще проникали в клітини, матеріал подрібнюють. Для нездерев'янілих об'єктів у світловій мікроскопії досить поширені фіксатори Навашина і Карнуа.

Фіксатор Навашина: льодова оцтова кислота - 40 %-й формалін - 1 % хромової кислоти (1:4:10). Готують його напередодні фіксації. Він не спричинює деформації тканин. Час обробки матеріалу 12 - 24 год. Придатний для дослідження тонких структур ядра і цитоплазми, але руйнує мітохондрії. Після фіксації матеріал промивають водою і зневоднюють.

Фіксатор Навашина може бути модифікований. Тоді він містить більш слабкі концентрації оцтової кислоти, формальдегіду, а часом і хромової кислоти.

Фіксатор Карнуа: 96° етиловий спирт — хлороформ — льодова оцтова кислота (6:3:1). Готують безпосередньо перед роботою. Час фіксації 3 - 12 год. Спричинює нерівномірне стискання тканин. Після обробки матеріал промивають 96°-м спиртом до зникнення запаху ацетату і зберігають у 70°-му етанолі. Цитологічні картини менш чіткі, порівняно з розчином Навашина. Мітохондрії руйнуються. Фіксатор Карнуа використовують для конусів наростання, бруньок, дрібних корінців, листків, бутонів, зав'язей, пиляків, насінних зачатків і частин насіння.

При необхідності збереження в клітинах мітохондрій застосовують фіксатор Левицького або Реґо. *Фіксатор Левицького*: 1%-на хромової кислота — 10 %-й формалін від продажного (3:17). Час консервування — 2 доби. Потім об'єкт протягом 24 год промивають у проточній воді. Застосовують також і іншу суміш Левицького: 1% хромової кислоти - 2 % осмієвої кислоти — вода (15:2:18). Час фіксації 2 тижні.

Фіксатор Реґо: 3 %-й біхромат калію — продажний формалін (8:2). Час обробки матеріалу — 96 год. у темряві. Суміш щодня замінюють на свіжу. Після цього зразки 3 - 8 днів витримують у 3 %-му розчині $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ з послідувочою промивкою протягом 24 год проточною водою.

Здерев'янілі частини рослин консервують розчином 96 % етанол— гліцерин— вода (3:2:1), а тканини, багаті на слиз,— пікриновою кислотою з додаванням невеликої кількості гліцерину. Для електронної мікроскопії використовують спеціальні фіксатори, зокрема глутаральдегід або суміш глутаральдегіду і осмієвої кислоти, перманганат калію.

Після консервування матеріалу водними фіксаторами його промивають кілька разів у воді, а після спиртових — у 70 - 80, %-му спирті. Це необхідно тому, що до складу більшості фіксаторів входять токсичні речовини, які можуть змінити структуру клітин і тканин, зумовлюючи надмірне ущільнення їх або навіть мацерацію. При фіксації водними сумішами матеріал зневоднюють послідовно збільшеними концентраціями етанолу (20, 40, 60, 80 %), витримуючи його в кожному розчині 30 хв. У 70 - 80 %-му спирті матеріал можна зберігати тривалий час. Для остаточного зневоднення його двічі по одній годині проводять через 96 %-й спирт і двічі через абсолютний. Потім його витримують у розчинниках парафіну — в ксилолі, бензолі, толуолі або хлороформі і, нарешті, вміщують у чистий парафін.

Добрим розчинником парафіну для дрібних об'єктів є хлороформ, а для крупних - бензол і ксилол. Звичайно спочатку матеріал по одній годині витримують у трьох сумішах розчинника з абсолютним спиртом: 1 частина розчинника+3 частини абсолютного етанолу, 1 частина розчинника+1 частина абсолютного етанолу, 3 частини розчинника +1 частина абсолютного етанолу. Пізніше його двічі промивають (1 - 2 год) у чистому розчиннику і тільки після цього заливають парафіном. Останню операцію проводять протягом доби при температурі 56 - 57 °С у термостаті у витяжній шафі. Після просочування зразки разом з розплавленим парафіном переносять у формочки. З метою виготовлення зрізів на мікротомі готують спеціальні парафінові блоки. Для електронної мікроскопії використовують більш тверді, ніж парафін, речовини — пластмаси або епоксидні (аралдит, епен) і поліефірні (вестопал W) смоли.

Хід роботи

1. Виготовлення зрізів.

Свіжий матеріал ріжуть бритвами від руки або за допомогою *заморожуючого, ротаційного і санного* мікротомів. Для одержання ультратонких зрізів товщиною 90 – 100 нм застосовують ультрамікротоми [1].

На спеціальному столику заморожуючого мікротома в краплині води розмішують препарат. До нього під тиском для заморожування об'єкта подають стиснений вуглекислий газ. У деяких мікротомах охолоджується не столик, а ніж. Зразок при цьому легко ріжеться, але зрізи виходять менш тонкі, ніж на ротаційному і санному мікротомах. Крім того, неможливо зробити безперервну серію зрізів. Проте метод не потребує складної попередньої обробки матеріалу, а прилад простий в експлуатації.

При виготовленні зрізів бритвою від руки поверхню матеріалу вирівнюють гострим ножом або ланцетом. М'які частини рослин (листки, молоді стебла тощо) затискають між шматочками серцевини бузини, соняшника, бульби картоплі, корка, пінопласту. Зрізи знімають з леза бритви препарувальною голкою або пензликом, їх розглядають у воді, а також у 70 %-му розчині гліцерину. В разі потреби зрізи підфарбовують. При спостереженні живих препаратів застосовують *прижиттєві (вітальні) барвники* — метиленовий синій і нейтральний червоний.

Парафінові зрізи перед фарбуванням потрібно депарафінувати. Найчастіше для цього застосовують ксилол, який потім заміщують на 96 %-й етанол. Останній екстрагують із зрізів водою. Такі зрізи вже можна фарбувати. Застосовують барвники, які фарбують тканину без протрави (*субстантивні*) і після попередньої її протрави (*аджективні*). Для кислих барвників як протраву використовують оксиди тривалентних металів — алюмінію, хрому, а для основних — танін.

Для освітлення препаратів, у тому числі і тотальних, застосовують суміш гліцерин — вода (1:1, 2:1), хлоргідрат — вода (5:2, 8:2), КОН (5 - 7 %-й водний розчин), жавельову воду і лактофенол.

2. Фарбування препаратів.

Забарвлення зрізів необхідне для посилення їх контрастності та виявлення тих або інших структур, Розрізняють *прогресивне і регресивне* фарбування. При прогресивному методі слабким розчином барвника забарвлюються тільки деякі елементи клітини. Хід процесу контролюють під мікроскопом. При регресивному методі всі частини зрізу під дією концентрованих розчинів

барвників стають кольоровими. їх пізніше диференціюють відмиванням водою, підкисленим соляною кислотою етанолом і водним розчином галунів. Диференціювання зрізів проводять під мікроскопом, стежачи за знебарвленням їх [1].

Залежно від мети забарвлюють лише певні клітинні структури або всі елементи зрізу. Наприклад, від розчину сафраніну здерев'янілі та зкорковілі клітинні стінки набувають червоного кольору. Для виявлення лігніфікованих структур часто використовують також розчин флороглюцину, аміачного фуксину, гематоксиліну і генціанового фіолетового. Від хризоїдину лігніфікований матеріал стає червоно-жовтим, а йодного зеленого — зеленим.

Целюлоза забарвлюється такими специфічними барвниками, як анілінблау, малахітовий зелений і бісмарк коричневий. Тіонін, метиленовий зелений і метиленовий синій використовують для виявлення флоєми. Під дією хлор — цинк — йоду стінки ситовидних трубок стають фіолетовими, а їх вміст залишається жовтим. Хлор цинк — йод фарбує також ядра клітин у бурий колір, а крохмальні зерна у фіолетовий.

Добрі результати дає комбіноване фарбування сумішшю кількох барвників. Так, при обробці зрізів розчином сафранін+водний синій здерев'янілі частини клітин стають червоними, а нелігніфіковані — синіми. Аніліновий синій+сафранін забарвлює здерев'янілі структури і ядро в червоний колір, а нелігніфіковані — у синій. Ефективним є фарбування зрізів карболовим фуксином і пікроіндигокарміном, при якому здерев'янілі оболонки набувають червоного кольору, нелігніфіковані — голубого, цитоплазма — смарагдово-зеленого, а кутикула — рожево-фіолетового. Уявлення про диференціацію забарвлення анатомічних структур дають постійні препарати фабричного виготовлення.

Для виявлення тих або інших сполук у клітинах і тканинах та локалізації їх застосовують цитохімічні і гістохімічні методи дослідження. Для порівняльної оцінки мікрокількостей речовин використовують шкали з оцінкою в балах або більш точні методи цитофотометрії і цитоспектрофотометрії. Мікрохімічні реакції, проєдені безпосередньо на зрізах, дають змогу виявити наявність сполук і процесів при збереженні структурної цілісності об'єкта.

3. Методи мікроскопічних досліджень.

Вони досить різноманітні і залежать від об'єкта і поставленої мети. Для вивчення прозорих препаратів на практичних заняттях доцільно використовувати метод світлого поля. До нього відносять також метод косоного освітлення, ефект якого досягається з допомогою конденсора ОІ – 14. Для непрозорих об'єктів (наприклад, листків, дрібних плодів) застосовують дослідження у відбитому світлі [1].

Метод темного поля. Зображення в цьому випадку створюється за рахунок розсіяного світла, яке йде від мікрооб'єктів. На темному полі можна побачити світлі ультрамікроскопічні частинки, розмір яких менший за роздільну здатність мікроскопа. При цьому методі замість звичайного застосовують темнопольний конденсор ОІ - 13, який освітлює предмет збоку і в об'єктив потрапляють лише розсіяні промені. В темному полі можна побачити мітохондрії і виявити патологічні процеси в клітинах. Так, зокрема для відмираючих клітин характерне набагато інтенсивніше світіння порівняно з життєздатними.

Для виявлення мітохондрій і інших невеликих клітинних структур придатний *метод фазового контрасту*, який потребує застосування фазового об'єктива і фазового конденсора. Принцип методу полягає у виявленні зміщення фази світлових коливань, яке виникає внаслідок неоднакової швидкості розповсюдження світла в середовищах різної густини. Прозорі включення, які не видимі в світловому полі, при фазово-контрастному методі дають контрастну інтерференцію з фоном і стають помітними. Для проведення таких досліджень необхідно мати до біологічного мікроскопа фазово-контрастний пристрій Кф-4 або Кф-5. Він складається з фазового конденсора з револьвером, допоміжного мікроскопа і спеціальних об'єктивів, на оправі яких позначено літеру «Ф».

Метод спостереження в поляризаційному світлі використовується для об'єктів, які характеризуються подвійним заломленням світла (крохмальні зерна, волокна, кристали). Для одержання поляризованого світла під конденсором розмішують поляризатор, а над об'єктивом — аналізатор. Аналізатор і поляризатор встановлюють строго паралельно, використовуючи об'єктиви-апохромати.

Поляризаційна оптика входить в комплект мікроскопів МБР-3, МББ-1, МБІ-15. Крім того, є кілька моделей мікроскопів типу «Полам».

Метод флуоресцентної і ультрафіолетової мікроскопії. При флуоресцентній (люмінесцентній) мікроскопії препарат розглядають у світлі, яке випромінює об'єкт при освітленні його інтенсивним синьо-фіолетовим або ультрафіолетовим світлом. Препарати або структури, які не флуоресціюють, обробляють спеціальними барвниками - флуорохромами (акридин жовтий, акридин оранжевий, аурамін ОО, конго червоний, нейтральний червоний, хризоїдин, морин, ескулін, флуоресцеїн, піронін «Ж» та ін.). Ця мікроскопія дозволяє вивчати живі об'єкти за притаманною їм власною флуоресценцією, локалізацію різних речовин та патологічні зміни в клітинах і тканинах.

Спостерігати природну і наведену флуорохромами флуоресценцію препарата можна з допомогою пристрою ОІ-17, ОІ-18 до біологічних мікроскопів. Крім того, сучасна промисловість випускає люмінесцентні мікроскопи «Люам Р» і «Люам І». Освітлювальна і спостережувальна системи в них мають спеціальні світлофільтри. Джерело світла — ртутно-кварцева лампа типу ДРШ-250.

Для спостереження флуоресценції об'єктів в ультрафіолетовому діапазоні служить ультрафіолетовий мікроскоп МУФ-3. Джерело світла в ньому — ртутно-кварцева лампа. Ультрафіолетовий мікроскоп дає змогу збуджувати люмінесценцію як коротко-, так і довгохвильовим ультрафіолетовим промінням. Прямі візуальні спостереження невидимої оку ультрафіолетової флуоресценції можливі завдяки флуоресцентному екрану, який вмонтовано в окулярну систему.

Метод інфрачервоної мікроскопії. Він робить видимими непрозорі об'єкти, наприклад насіння. Для роботи потрібна інфрачервона насадка НК. Її вставляють замість тубуса. В комплект входять спеціальні світлофільтри. Один з них розміщений на вихідному кільці конденсора, а другий — зверху на об'єктиві в насадці. Метод дозволяє виявити видову специфіку насіння пошкодження його шкідниками, ураження хворобами тощо.

4. Виміри об'єктів під мікроскопом.

Виміри об'єктів під мікроскопом проводять з допомогою окуляр-мікрометрів (рис. 2). Для переведення одержаних даних у мікрометри потрібен *об'єктив-мікрометр* [1].

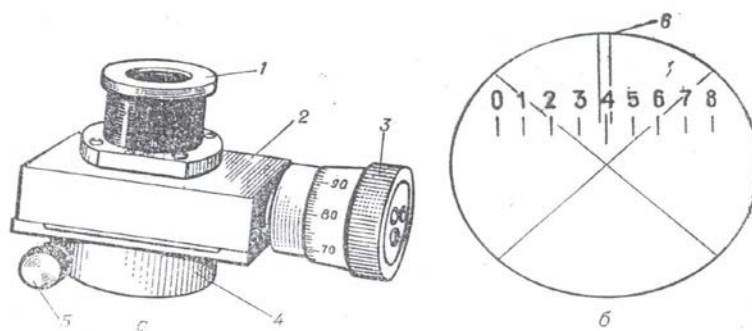


Рис. 2. Окуляр-мікрометр типу МОВ – 15 (а) та його шкала (б)

Окуляр-мікрометр — це кругла скляна пластинка, на яку нанесено лінійку з 50 - 100 поділками. Він вставляється в окуляр. Рухаючи препаратом на столику мікроскопа і лінійку мікрометра окуляра, вимірюють об'єкт в поділках окуляра-мікрометра. Потім препарат знімають, а на столику мікроскопа розмішують об'єктив-мікрометр з шкалою один міліметр, яку поділено на 100 поділок. Ціна однієї поділки дорівнює 10 мкм (0,01 мм). Шкалу об'єктив-мікрометра суміщають з шкалою окуляр-мікрометра, працюючи з тим же окуляром і об'єктивом. На початку краще всього сумістити нульові точки обох шкал. Ціну поділки окуляр-мікрометра при даному об'єктиві і окулярі мікроскопа визначають за формулою:

$$\frac{A+10}{B}$$

де А — кількість поділок об'єктив-мікрометра; В — кількість цілих поділок окуляр-мікрометра, які співпали з поділками об'єктив-мікрометра; 10 — ціна однієї поділки об'єктив-мікрометра в мікрометрах. Зрозуміло, що ціна однієї поділки окуляр-мікрометра для малого збільшення

мікроскопа інша, ніж для великого. Тому перед початком вимірів потрібно встановити ціну поділки для всіх об'єктивів.

У тих випадках, коли потрібно визначити площу або підрахувати кількість клітин на одиницю площі, в окуляр мікроскопа поміщають сітчастий окуляр-мікрометр з стороною квадрата в 10 мм. Кожна сторона квадрата поділена на 20 частин. Інтервал між двома лініями дорівнює 0,5 мм.

Для вимірювання порівняно крупних об'єктів використовують окулярний гвинтовий мікрометр МОВ-15.

Оформлення результатів спостереження анатомічних препаратів повинно обов'язково супроводжуватись зарисовками або мікрофотографуванням. Рисунки крупних об'єктів, зокрема органів рослин, виконують схематично, розглядаючи препарат на малому збільшенні мікроскопа. Поряд на детальному рисунку зображують окремі клітини або групи їх і тканини. Рисунки і фото супроводжують детальними підписами. В деяких випадках для виготовлення точних рисунків доцільно використовувати рисувальний апарат. Рисунки на практичних заняттях роблять в альбомах переважно графітним олівцем і від руки. Вони повинні бути досить крупними і чіткими з відповідними надписами. Під кожним рисунком вказують збільшення мікроскопа, при якому розглядали препарат. Воно дорівнює добутку цифр, які стоять на окулярі і об'єктиві.

Підписи до рисунків контролюють знання студентів і розуміння ними анатомічних особливостей препаратів. Для реєстрації зображення препарату найбільш ефективна мікрофотографія. Для цього потрібна мікрофотонасадка, освітлювач із світлофільтрами та мікроскоп. Універсальною є мікрофотонасадка МФН-12. Існують також спеціальні прилади для мікрофотозйомки, зокрема мікрофотоустановка МФН-3. Крім того, можна використовувати дзеркальні малоформатні фотоапарати типу «Зеніт» із спеціальними пристроями у вигляді кілець. Впроваджується також і відеозапис зображень.

Питання для самоконтролю і розвитку мислення:

1. З'ясуйте переваги і недоліки спостереження живих і фіксованих зрізів.
2. Складіть схему виготовлення постійних препаратів з фіксованого і живого матеріалу.
3. На зрізах потрібно побачити мітохондрії. Які методи дослідження слід застосувати в цьому випадку?
4. Потрібно дослідити непрозорий препарат. Що треба зробити, щоб він став доступним для мікроскопічних досліджень?
5. Назвіть фіксатори, які потрібні для консервування м'яких і здерев'янілих частин рослин?
6. При заключенні рослинного матеріалу в парафін проводять зневоджування об'єктів і проведення їх через ксилол, бензол, хлороформ. Яка мета такої обробки матеріалу?

Матеріали та обладнання:

1. Світлові мікроскопи, скальпелі, пінцети, предметні і накривні скельця, препарувальні голки.
2. Фіксовані препарати різних органів рослин.
3. Хімічні речовини, що використовуються в якості барвників, фіксаторів, консервантів.

Література:

1. Брайон О.В., Чикаленко В.Г. Анатомія рослин. – К.: Вища школа, 1992. – С. 218 – 227.
2. Красільнікова Л.О., Садовниченко Ю.О. Анатомія рослин. – Харків: Колорит, 2004. – С.5–10.
3. Потульницький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О. Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин. – К.: Вища школа, 1971. – С. 7-9.
4. Хржановский В.Г., Прянишникова З.Д., Исаин В.Н. Практический курс ботаники. – М.: Высшая школа, 1963. – С. 293 – 299.

Лабораторна робота №2

Тема: *Клітинна оболонка та її видозміни.*

Мета: *Ознайомитись із хімічним складом, структурою, функціями та вторинними змінами клітинної оболонки рослин.*

Теоретичні питання:

1. Значення клітинної оболонки.
2. Хімічний склад клітинної оболонки.
3. Етапи формування клітинної оболонки.
4. Вторинні зміни клітинної оболонки.
5. Пори. Типи пор.

Завдання:

1. Виготовити препарат епідерми листка аспідистри в краплині хлор-цинк-йоду.
2. Розглянути при великому збільшенні будову стінки клітини. Знайти прості пори на бокових стінках, перпендикулярних до площини препарату, і на верхній і нижній стінках, паралельних площині препарату. Зробити позначення.
3. На готовому препараті деревини сосни при великому збільшенні розглянути будову стінок клітин. На тангентальному зрізі знайти облямовані пори з розрізі, а на радіальному - в плані. Замалювати і зробити позначення.
4. Виготовити препарат поперечного зрізу стебла дерев'янистої рослини в краплині води, а потім на один зріз подіяти флороглюцином і сильною хлорводневою кислотою, а на інший - сульфатом аніліну.
5. Визначити склад фільтрувального і газетного паперу дією реактивів хлор-цинк-йоду, флороглюцину, концентрованої хлорводневої кислоти.
6. Виготовити препарати зрізів корку в краплині води і в краплині барвника судан III.
7. Ознайомитися з явищем мінералізації стінок клітин в листках і стеблах осок і хвощів.
8. Записати результати кольорових реакцій на речовини стінки клітини.

Основні відомості

Клітинна оболонка являє собою тримірну сітку, утворену мікрофібрилами, проміжки між якими заповнені пектинами. Мікрофібрили помітні під електронним мікроскопом у вигляді тоненьких ниток. Основою їх є молекули глюкози, які, полімеризуючись між собою, формують міцели, а останні, поєднуючись між собою групами, відособлюються як мікрофібрили. Пучки останніх об'єднуються в макрофібрили. Вони складають основну структурну частину клітинної оболонки. Макрофібрили розміщуються у вигляді щільного плетива з виявленою довжиною, шириною і висотою [2].

У процесі життєдіяльності клітини макрофібрильний каркас видозмінюється: розростається, набуває певної форми і розміру. Одночасно проміжки між макрофібрилами виповнюються пектиновими речовинами. В результаті клітинна оболонка стає суцільною, чітко сформованою. Оболонка оточує внутрішній вміст її — протопласт і розмежовує суміжні клітини (*рис. 3*).

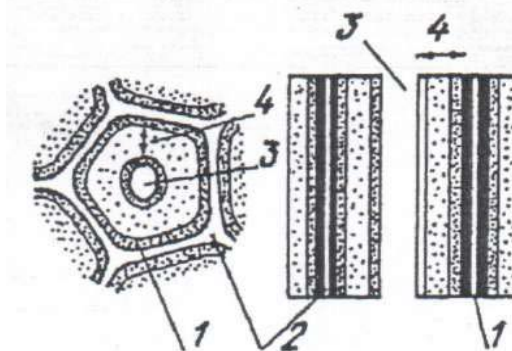


Рис. 3. Будова оболонок здерев'янілих клітин:

1 – первинна оболонка, 2 – міжклітинна речовина, 3 – порожнина клітини, 4 – тришарова клітинна оболонка

За хімічною природою клітинна оболонка побудована переважно з клітковини ($C_6H_{10}O_5$)_n, завдяки якій вона стає жорсткою, фригідною і набуває постійної форми. Крім того, у формуванні клітинної оболонки беруть участь геміцелюлоза, пектини та інші речовини [2].

Первинна оболонка виникає внаслідок поділу клітин. Але в процесі відкладання продуктів життєдіяльності клітини на первинній оболонці нашаровується вторинна, через що вона помітно потовщується двома способами: інтусцепцією та апозицією.

Інтусцепцією, або розсуванням, потовщується оболонка наростаючої, ще не сформованої клітини, коли вона ще не набула постійної форми і розміру. В цей час у клітинній оболонці добре помітна мікрофібрилярна структура. Відкладені протопластом продукти життєдіяльності (пектинові речовини) заповнюють проміжки між мікрофібрилами. Виникає суцільна вторинна оболонка. Товщина її не однакова у різних видів рослин і навіть окремих тканин.

Апозицією, або нашаруванням, потовщується клітинна оболонка в тих клітин, які вже припинили свій ріст. І це нашарування відбувається тільки з внутрішнього боку клітинної оболонки суцільними шарами пектинових речовин. З рештою оболонка набуває шаруватої структури (наприклад, у льону) з різною орієнтацією мікрофібрил.

На більшій частині первинна оболонка клітини потовщується (вторинне потовщення), за винятком окремих місць, які називаються порами. Пори бувають прості, облямовані й напівоблямовані. Прості пори мають циліндричний поровий канал у межах вторинної оболонки. Вони характерні для основних і твірних тканин. Напівоблямовані пори виникають у провідних елементів, що прилягають до основних тканин. З боку основної тканини формуються прості пори, а з боку провідних — облямовані. Облямовані пори властиві провідним тканинам; над порами з обох боків утворюються облямівки, які звисають над первинною оболонкою. Первинна оболонка посередині потовщується, утворює торус, підвішений на еластичній первинній оболонці, який перекидає отвір облямівки: при великому тиску води впирається в облямівки і таким чином захищає паренхімні клітини від їх руйнування. Вода в горизонтальному напрямі просочується крізь отвори, які є в торусі і первинній оболонці (рис. 4).

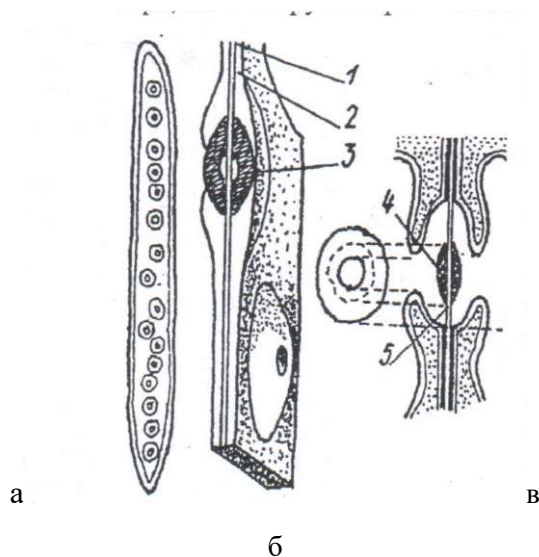


Рис. 4. Будова пор:

а – трахеїда, *б* – облямована пора, *в* – облямована пора в профіль і в плані: 1, 2 – відповідно первинна і вторинна оболонка, 3 – канал пори, 4 – торус, 5 – замикальна плівка

Взаємозв'язок між окремими клітинами здійснюється крізь пори завдяки плазмодесмам. Плазмодесми — це цитоплазматичні тяжі, за участю яких відбувається обмін речовин між окремими клітинами і тканинами.

В процесі життєдіяльності клітини оболонка насичується різними хімічними сполуками. За цими ознаками розрізняють кілька способів хімічних видозмін клітинної оболонки.

Здерев'яніння характеризується просоченням клітинної оболонки лігніном. Завдяки цьому зміцнюється клітинна оболонка, яка надійно захищає протопласт клітини. У багатьох рослин

ступінь здерев'яніння дуже високий. Здерев'янілі клітинні оболонки відзначаються високими будівельними і паливними якостями.

При скорковінні клітинна оболонка просочується жироподібною речовиною ароматичного ряду — суберином. Такі клітинні оболонки стають непроникними для води, газів, шкідників. У результаті протопласт клітини відмирає. Ці клітини утворюють мертву ізольовану тканину. За рахунок скорковіння поверхневих шарів пагона утворюється корок різної товщини. Корковий дуб утворює корок товщиною в кілька сантиметрів.

Кутинізація клітинної оболонки полягає в тому, що верхні стінки клітин епідермісу просочуються жироподібною речовиною — кутином.

Мінералізація — це просочення в клітинну оболонку кремнезему і солей кальцію, в результаті вони стають жорсткими, крихкими. Зростання мінералізації клітинних оболонок осок, хвощів, злаків відбувається протягом вегетації. Через це під кінець літа багато з цих рослин не поїдаються тваринами. Вони настільки просочуються мінеральними солями, що можуть застосовуватись для полірування.

Ослизнення відбувається тоді, коли змочуються клітинні оболонки і набухають пектинові речовини, які входять до їх складу. Ослизнення насіння створює навколо нього сприятливий мікроклімат для кращого проростання.

Хід роботи

1. Виготовити препарат епідерми листка аспідістри.

Роблять зріз верхньої епідерми листка аспідістри, паралельний поверхні, кладуть його на предметне скло в краплину хлор-цинк-йоду і накривають покривним склом. Від дії реактиву целюлозні стінки клітин стають синьо-фіолетовими і пори будуть помітні краще (*рис. 5*).

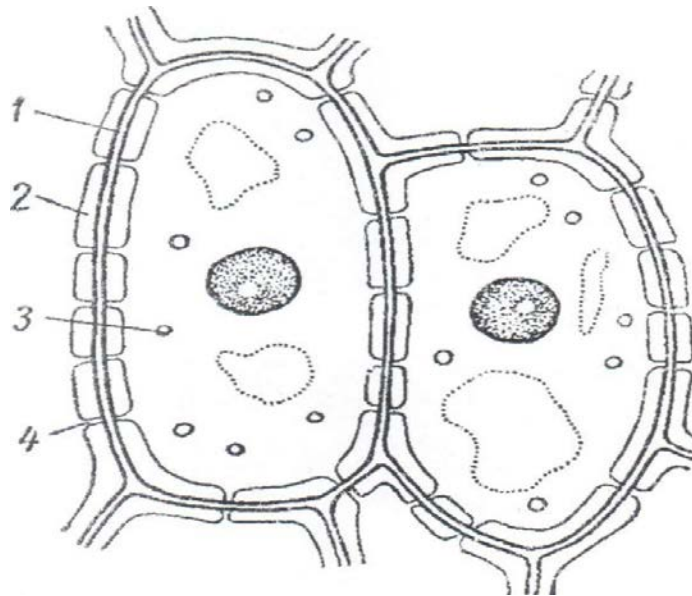


Рис. 5. Клітини епідерми листка аспідістри (*Aspidistra elatior*):

1 – серединна пластинка; 2 – вторинна оболонка; 3 – проста пора (вигляд зверху); 4 – проста пора (вигляд збоку)

2. Розглянути при великому збільшенні будову стінки клітини.

При малому збільшенні знаходять на краю зрізу найбільш тонке місце, де клітини розміщені в один шар. При великому збільшенні спочатку уважно вивчають бокові стінки. На місці сполучення двох клітин видно суцільну тонку темну лінію. Це міжклітинна речовина (серединна пластинка) і первинні стінки сусідніх клітин. В бік від цієї лінії розміщується товста вторинна стінка, в якій видно порові канали з паралельними стінками. Так виглядають прості пори в розрізі (вигляд збоку). Звертають увагу на те, що пори в сусідніх клітинах співпадають, утворюється пара пор, розділена тонкою мембраною - замикаючою плівкою, яка складається з двох первинних стінок і серединної пластинки. Потім, користуючись мікрометричним гвинтом розглядають нижню і верхню стінки клітини. На них розсіяні світлові кружечки. Це прості пори в плані (вигляд зверху).

Позначають: первинну і вторинну стінки, просту пору при спостереженні збоку, замикаючу плівку пори.

3. Будова стінок клітин деревини сосни.

Для прискорення роботи можна користуватися постійними препаратами. Спочатку вивчають тангентальний зріз. При малому збільшенні знаходять тонке місце, де добре помітні клітини. При великому збільшенні на стінці клітини знаходять *облямовані пори* в розрізі (вигляд збоку). На відміну від простої пори, яка має на всьому протязі канал однакового діаметру, канал облямованої пори у замикаючої плівки має більший діаметр, ніж при виході у порожнину клітини. Вторинна стінка начебто піднімається над замикаючою плівкою пори, внаслідок чого пара облямованих пор має обрис двоопуклої лінзи. Звертають увагу на те, що середня частина замикаючої плівки пори потовщена. Це потовщення називають *торусом*. Завдяки еластичності замикаючої плівки торус може притискатися до одного з отворів пори і закривати його (*рис. 6*).

Роблять позначення: первинна стінка, вторинна стінка, облямована пара (вигляд збоку), замикаюча плівка, торус.

Потім розглядають при великому збільшенні радіальний зріз. На ньому облямовані пори видно в плані (вигляд зверху) у вигляді двох концентричних кругів з діаметрами, відповідними до найбільшого і найменшого діаметрів порового каналу.

4. Готують препарат поперечного зрізу стебла дерев'янистої рослини в краплині води. При малому збільшенні знаходять тонке місце на зрізі і розглядають його при великому збільшенні.

Відмічають, що стінки всіх клітин мають однаковий сіруватий відтінок. Після цього знімають покривне скло, видаляють фільтрувальним папером воду і діють на препарат флороглюцином і хлорводневою кислотою, дотримуючись при цьому послідовності операцій і необхідних правил техніки безпеки.

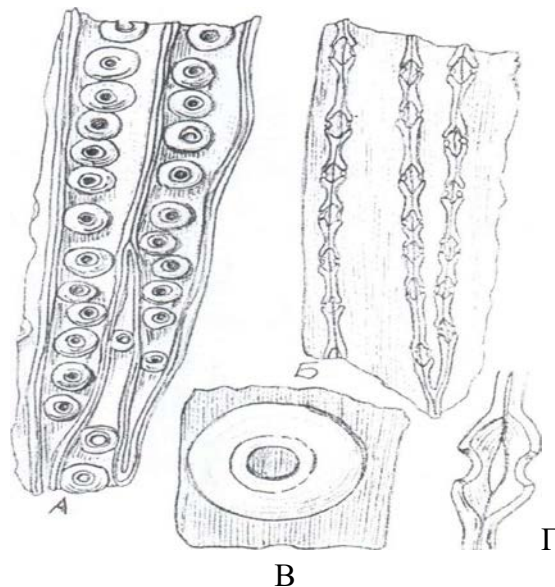


Рис. 6. Трахеїди і облямовані пори сосни (*Pinus sylvestris*):

A – в радіальному розрізі; *B* – в тангентальному розрізі; *В* – окрема пара в радіальному розрізі; *Г* – в тангентальному розрізі

У результаті реакції стінки клітин, які містять багато *лігніну*, тобто сильно *здерев'янілі*, набувають вишнево-червоного забарвлення, слабо *здерев'янілі* – рожевого, а нездерев'янілі – не змінюють його. Відповідно, флороглюцин із сильною хлорводневою кислотою служить реактивом на лігнін.

Інший реактив на лігнін – розчин сульфату аніліна, під дією якого *здерев'янілі* стінки стають лимонно-жовтими.

5. Капнувши реактивами хлор-цинк-йодом і флороглюцином із хлорводневою кислотою на шматочки фільтрувального і газетного паперу, роблять висновок про їх хімічний склад.

6. На внутрішній поверхні стінок клітин покривної тканини корку відкладається *суберин*, внаслідок чого відбувається *скорковіння*. Для визначення присутності в клітинах суберину

готують препарати корку в краплині води і краплині барвника судан III. При великому збільшенні видно, що скорковілі стінки клітин забарвлюються суданом III в оранжево-червоний колір.

7. Із **мінералізацією клітинної стінки** можна ознайомитися на листках і стеблах гербарних або живих зразків осок і хвощів. Стінки зовнішніх клітин цих рослин інкрустовані сполуками кремнію.

Це встановлюють, проводячи пальцями по їх листках і стеблах. При цьому можна відчутти, що мінералізовані стінки клітин набули ріжучих властивостей.

Питання для самоконтролю і розвитку мислення:

1. Які структури клітин приймають участь в утворенні стінки?
2. У чому полягає відмінність клітинної стінки від мембрани цитоплазми (плазмолемі)?
3. Як за структурою і хімічним складом розрізняють первинну і вторинну стінки клітини?
4. У чому полягає відмінність простих пор від облямованих?

Матеріали та обладнання:

Листок аспідистри (*Aspidistra elatior*); шматочки деревини сосни (*Pinus sylvestris*), за декілька днів прокип'ячені у воді 4-6 год і залиті сумішшю однакових об'ємів гліцерину і спирту; хлорцинк-йод, флороглюцин, сильна соляна або сульфатна кислота, гліцерин, гербарні зразки осок і хвощів. Шматочки фільтрувального і газетного паперу, шматочки корку - покривної тканини дуба коркового, сульфат аніліну, судан III.

Література:

1. Васильев А.В., Воронин Н.С., Еленевский А.Т. и др. Ботаника: Морфология и анатомия растений. - 2-е изд. - М.: Просвещение, 1988. - С. 78-93.
2. Григора І.М., Шабарова С.І., Алейніков І.М. Ботаніка. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – С. 22 – 23.
3. Проценко Д.Ф., Брайон А.В. Анатомія рослин. - К.: Вища школа, 1981. - С.69-97.
4. Стеблянко М.І., Гончарова К.О., Закорко Н.Г. Ботаніка: Анатомія і морфологія рослин. -К.: Вища школа, 1995. - С. 60-65.
5. Хржановский В.Г., Пономаренко С.Ф. Практикум по курсу общей ботаники. - 2-е изд., перераб. и доп. -М.: Агропромиздат, 1989. - С. 5-16.

Лабораторна робота №3

Тема: *Внутрішня структура рослинної клітини.*

Мета: *Ознайомитись з анатомічною будовою клітини, структурою та функцією органелл.*

Теоретичні питання:

1. Клітина – елементарна ланка рослинного організму.
2. Структура та функції протопласту.
3. Хімічний склад цитоплазми.
4. Пластиди, їх будова, функції та взаємоперетворення.
5. Ендоплазматичний ретикулум, як комунікаційна структура клітини.
6. Будова та функції комплексу Гольджі, мітохондрій, рибосом, лізосом.
7. Клітинна оболонка, її будова і функції.
8. Мітохондрії, як енергетичні центри клітини.
9. Структура та функції вакуолі.

Завдання:

1. Замалювати схематичний план будови рослинної клітини, описати структуру та функції органелл.
2. Розглянути та замалювати будову лейкопластів у листку традесканції (*Tradescancia zebrina*).
3. Розглянути та замалювати хлоропласти у листку елодеї (*Elodea canadensis*).
4. Розглянути та замалювати хромопласти в плодах шипшини (*Rosa canina*), горобини (*Sorbus aucuparia*), червоного перцю (*Capsicum annum*).

Основні відомості

Клітина — це основна структурна і функціональна одиниця, що лежить в основі будови і розвитку рослинних організмів. Вона є складною саморегулюючою системою, в якій одночасно і в певній послідовності відбуваються сотні хімічних реакцій, спрямованих на підтримання її життєдіяльності, ріст і розвиток. Форма та розміри клітин дуже різноманітні і залежать від місця розташування їх та функції, яку вони виконують. Найчастіше клітини мають форму багатокутників, що визначається їхнім взаємним тиском. Форма клітин, які вільно ростуть, може бути кулеподібною, зірчастою, циліндричною тощо. Витягнуті клітини (довжина переважає ширину більш як у 2 рази), що набувають веретеноподібної або циліндричної форми із загостреними кінцями, називаються *прозенхімними* (гр. *pros* — у напрямі до і *enchyma* — налите, виповнене). Клітини, що ростуть в усіх напрямках приблизно однаково, називають *паренхімними* (гр. *par* — рівний і *enchyma*) [3].

Із 107 елементів періодичної системи Д.І. Менделєєва у клітинах знайдено понад 70. До хімічного складу цитоплазми клітин входить близько 70% кисню, 18 — вуглецю, 10% водню, десяти і соті частки припадають на азот, кальцій, калій, натрій, фосфор, залізо тощо.

У клітині важливу роль відіграє вода. Кількість води у клітині залежить від її віку та спеціалізації, але в середньому дорівнює 75 - 80 %. Вода у вільному стані разом з білками становить основу цитоплазми і органел клітини. Вона є основним середовищем, де відбуваються біохімічні та хімічні реакції. Найважливіші органічні сполуки в цитоплазмі — білки, вуглеводи, нуклеїнові кислоти, жири та близькі до жирів речовини.

Білки — складні, високомолекулярні сполуки, за рахунок яких створюються всі основні структури як на клітинному рівні, так і на рівні цілого багатоклітинного організму. В хімічному відношенні білки поділяють на прості (протеїни) і складні (протеїди), їх структурною одиницею є амінокислоти. Білки проявляють велику активність і здатність утворювати комплекси з іншими речовинами. З вуглеводами вони утворюють глікопротеїди, з ліпоїдами (жироподібними речовинами)—ліпопротеїди, з нуклеїновими кислотами— нуклеопротеїди, з пігментами — хромопротеїди тощо. Білкові молекули з процесі життєдіяльності клітини можуть мати до 2,5 секстильйона різних перестановок і сполучень. Це свідчить про величезну кількість біохімічних систем, які можуть утворюватись у кожній клітині.

Нуклеїнові кислоти - ДНК і РНК є також важливими компонентами клітини. Подібно до того як амінокислоти є мономерами білків, нуклеотиди виконують роль будівельних блоків при

побудові нуклеїнових кислот, є їх структурними одиницями. До кожного мононуклеотиду входять азотиста основа, моносахарид, залишок фосфорної кислоти. Найважливішою біологічною функцією нуклеїнових кислот є їх участь у процесі біосинтезу білка, що, в свою чергу, лежить в основі механізмів нормального росту і розвитку, передачі та відтворення спадкових ознак організму.

Обов'язковими компонентами клітини є **жири**. Вони входять до складу ліпоїдно-білкових мембран, містяться в цитоплазмі рослинних клітин у вигляді ліпідних крапель. Жири і жироподібні речовини, окислюючись у процесі дихання, дають великий вихід енергії. Як запасні речовини жири характерні для насіння і спор, рідше накопичуються у вегетативних органах.

Вуглеводи є складовими компонентами ряду життєво важливих сполук клітини: нуклеїнових кислот, складних білків — глікопротеїдів тощо. Вони беруть участь у побудові клітинної оболонки. У цитоплазмі вуглеводи є головним чином джерелом енергії для біохімічних реакцій. Вуглеводи рибоза і дезоксирибоза входять до складу нуклеїнових кислот. У клітині вуглеводи відкладаються у вигляді складних цукрів, або полісахаридів (крохмаль, клітковина тощо), дисахаридів (сахароза) і моносахаридів (глюкоза, фруктоза та ін.).

Для дослідження будови клітини, її органел та складових частин успішно продовжують застосовувати традиційні мікроскопічні методи. Проте внаслідок природи самого світла можливості оптичного мікроскопа обмежені: часточки, менші за 0,2 мкм, розглянути під таким мікроскопом неможливо. Зручніше використовувати електронний мікроскоп, який дає збільшення в десятки й сотні тисяч разів. В електронному мікроскопі замість світла використовується швидкий потік електронів, а скляні лінзи світлооптичного мікроскопа замінено електромагнітними полями. Електрони, що летять з великою швидкістю, спочатку концентруються на досліджуваному об'єкті, а потім потрапляють на екран, подібний до екрана телевізора, і на ньому можна або спостерігати зображення об'єкта, або фотографувати його. За допомогою електронного мікроскопа можна розглянути структуру розміром 3,5 нм. Так було виявлено, що цитоплазма — це структурна система, яка складається із багатьох органел і має мембранну будову (*рис. 7*).

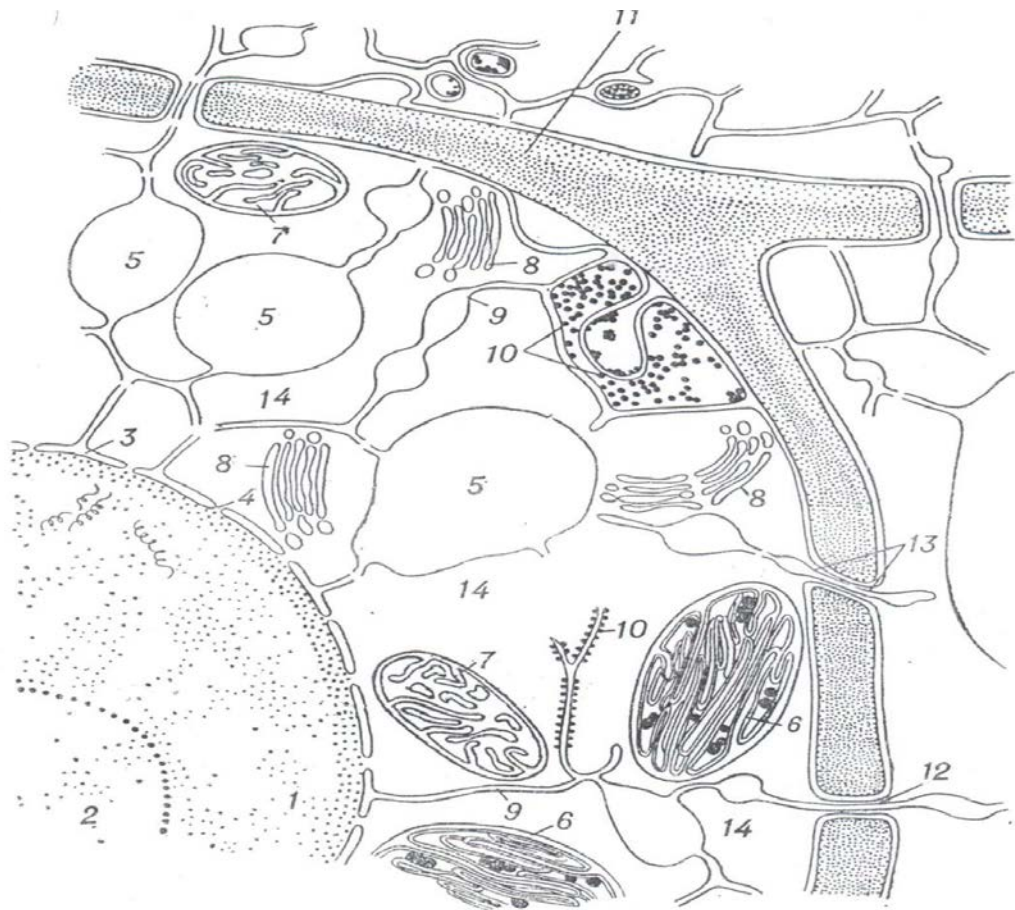


Рис. 7. Фрагмент рослинної клітини під електронним мікроскопом:

1 – ядро; 2 – ядерце; 3 – ядерна оболонка; 4 – пори в ядерній оболонці; 5 – цистерни ендоплазматичного ретикулула;

Органели (органойди) — це окремі диференційовані частини клітини, що виконують певні функції. Диференційована рослинна клітина складається з живого вмісту (протопласта) і продуктів його життєдіяльності. Протопласт (гр. *protos* — перший і *plastos* — виліплений) являє собою складне утворення, диференційоване на органели: ядро, пластиди, мітохондрії, рибосоми, ендоплазматичний ретикулум, апарат Гольджі тощо. Продуктами життєдіяльності клітини є клітинна оболонка, вакуолі з клітинним соком, запасні поживні і фізіологічно активні речовини. Органели знаходяться в гіалоплазмі, яка забезпечує їх взаємодію. Гіалоплазма бере участь в обміні та транспортуванні речовин [3].

Цитоплазма і ядро

Цитоплазма (гр. *kytos*— посудина і *plasma*— виліплена фігура) — це високоорганізована система субмікроскопічних структур, які перебувають у стані постійної взаємодії. Її структуру утворюють тонкі, досить щільні плівки з білків та фосфоліпідів — біологічні мембрани, які розмежовують її, оточують органели і беруть участь в утворенні їхньої внутрішньої структури. В процесі життя клітинні мембрани постійно оновлюються — старі розчиняються, нові виникають. У цитоплазмі виділяють три шари: зовнішній — плазмалему, середній — мезоплазму і внутрішній — тонопласт.

Плазмалема (гр. *plasma* і *lemma* — шкаралупа, шкірка) — зовнішня, поверхнева мембрана цитоплазми, яка щільно прилягає до клітинної оболонки. Вона регулює обмін речовин клітини з навколишнім середовищем, а також виконує синтетичну функцію — утворення целюлозних мікрофібрил клітинної оболонки.

Мезоплазма складається з оптично однорідної товщі цитоплазми, в якій розташовані всі органели клітини та ядро, і називається гіалоплазмою. Гіалоплазма (гр. *hyalos* — скло і *riazta*) має напіврідку консистенцію і гомогенну або дрібнозернисту структуру. Її функції пов'язані з явищами росту, морфогенезу, цитоплазматичної спадковості, передачі подразнення тощо.

Тонопласт (гр. *tonos* — напруження і *plastos*)—це внутрішня біологічна мембрана цитоплазми, яка обмежує вакуолю. В цитоплазмі весь час відбувається обмін речовин (метаболізм), тому вона безперервно рухається. Цитоплазма також характеризується вибірковою проникністю.

Ядро — одна з найважливіших органел живої клітини. Лише у бактерій і синьозелених водоростей клітини не мають оформленого ядра, проте в них є хроматинова речовина у вигляді тяжів або округлих тілець. Основними компонентами ядра є: ядерна оболонка, нуклеоплазма і хроматин, а також одно або кілька ядерець. Форма ядра у рослинних клітинах залежить в основному від конфігурації клітини. Так, в ізодіаметричних клітинах воно округле, у видовжених — від веретеноподібного до нитчастого. Розміри ядер варіюють від 0,5 до 50 мкм у діаметрі. Наприклад, у грибів — 0,5 - 1 мкм, у вищих рослин — 20 - 25 мкм. Хімічний склад ядра характеризується насамперед наявністю білків (70 - 90 % сухої речовини), нуклеїнових кислот, ліпоїдів, деяких електролітів типу іонів кальцію і магнію, ферментів тощо. *Ядерна оболонка* має два шари — зовнішній і внутрішній, між якими знаходиться порожнина. В оболонці є пори, через які ядро з'єднується з цитоплазмою. Зовнішній шар оболонки безпосередньо переходить у систему каналців ендоплазматичного ретикулуму.

Нуклеоплазма (гр. *nucleos* — ядро і *plasma*) складається з хроматину і ядерного соку. Під час поділу клітини з хроматину формуються хромосоми.

Ядерце має білкову природу і складається з фосфопротеїдів, простих і складних білків та інших сполук. Із нуклеїнових кислот у ядерці міститься РНК. Форма ядерець здебільшого сферична, іноді паличко- або стрічкоподібна.

Ядро виконує такі функції: збереження інформації, передача інформації від клітини до клітини (поділ ядра) шляхом синтезу ідентичної ДНК, в якій закодовано цю інформацію, передача інформації у цитоплазму шляхом синтезу інформаційної РНК.

Пластиди — це живі білково-нуклеїново-ліпідні тільця. Вони містяться лише в рослинних клітинах. У бактерій, грибів, слизовигів, синьозелених водоростей, деяких паразитних квіткових рослин пластиди не утворюються. Пластиди формуються на ранніх етапах розвитку клітин у

меристемі та розміщуються в цитоплазмі. Залежно від забарвлення пластиди поділяють на три групи: хлоропласти (містять зелений пігмент), хромопласти (з відтінками пігментів від жовтого до червоного), лейкопласти (безкольорові тільця).

Хлоропласти (гр. chloros — зелений і plastos) є тими спеціалізованими органелами клітини, де відбувається процес фотосинтезу. Основа хлоропластів — білкова. Білки становлять 50% загальної маси. З інших речовин у хлоропластах містяться: хлорофіл — 9 - 10%, каротиноїди — 1 - 2%, незначна частина ферментів та невеликий процент РНК і ДНК, а також ліпіди [3].

Хлоропласти складаються з безбарвної цитоплазматичної основи — строми (гр. stroma — ложе), в якій розміщені особливі зерноподібні утворення — грани (лат. granum — зерно). Грани і строма мають ламелярну (пластинчасту) будову. Грани утворені з тилакоїдів, у яких чергуються шари молекул білка і ліпоїдів; саме в цих шарах у певному порядку розміщені молекули пігментів: хлорофілу, каротину і ксантофілу, а також молекули ферментів, що беруть участь у фотосинтезі (рис. 8).

Хромопласти (гр. chroma — фарба, колір і plastos) утворюються з хлоропластів або з лейкопластів внаслідок накопичення в них пігментів-каротиноїдів. Форма хромопластів різноманітна — від округлої до багатогранної. Вони містяться у плодах, поживкловому листі, пелюстках деяких квіток. Функцію хромопластів остаточно не з'ясовано, вважають, що вони відіграють роль світлофільтрів для хлоропластів у процесі фотосинтезу. Забарвлюючи пелюстки і плоди в яскраві кольори, хромопласти сприяють запиленню квіток і поширенню плодів.

Лейкопласти (гр. leucos — білий і plastos) — безбарвні пластиди; мають здебільшого округлу або округло-видовжену форму. Зустрічаються в листках, бульбах, кореневищах, меристематичних клітинах, корі молодих стебел, епідермі листків. За будовою лейкопласти близькі до хлоропластів, але на відміну від останніх у них дуже слабо розвинута внутрішня мембранна система. Лейкопласти виконують функцію синтезу і накопичення запасних речовин і в першу чергу — крохмалю, іноді білків, рідше жирів. Ті лейкопласти, в яких відкладаються олії, називаються елайопластами (гр. elaios — оливкова олія), або олеопластами. Лейкопласти, які накопичують запасний крохмаль, називаються амілопластами (гр. amylo — крохмаль).

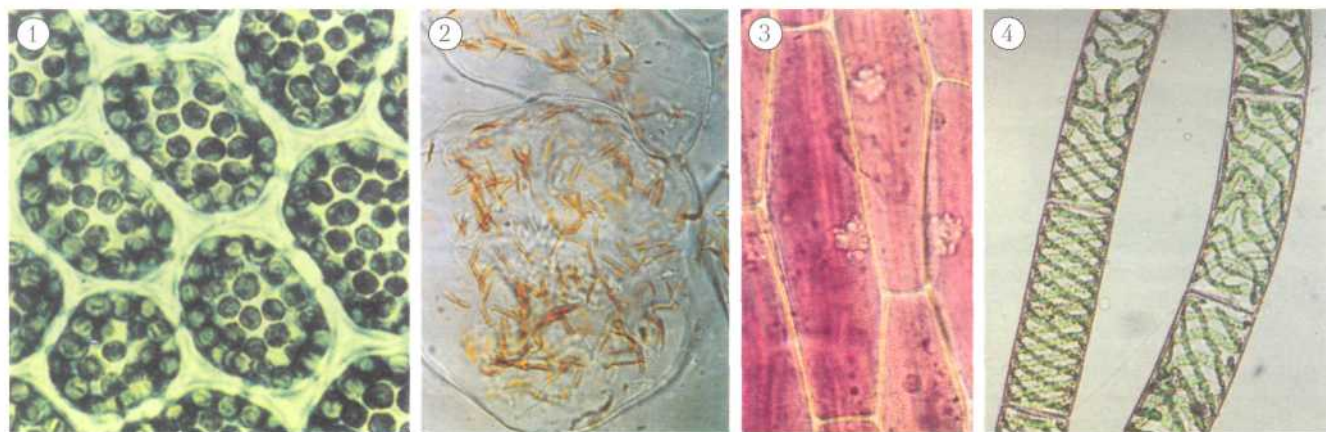


Рис. 8. Види пластид вищих рослин і водоростей:

1 - хлоропласти, 2 - хромопласти, 3 - лейкопласти, 4 - хроматофори (зелена водорість *спірогіра*)

Мітохондрії (гр. mitos — нитка і chondrion — зернятко) є обов'язковими структурними елементами цитоплазми в усіх живих клітинах рослин і тварин. Найчастіше вони мають форму округлих зерен, паличок, іноді — витягнутих ниток. Каркас мітохондрій складається з подвійної мембранної оболонки, внутрішня частина якої утворює гребенеподібні вирости, або кристи. Проміжки між кристами заповнені матриксом — гомогенною або тонко гранулярною речовиною. Основна функція мітохондрій полягає в тому, що в них відбувається окислення різних органічних речовин. Вивільнена при цьому хімічна енергія використовується на процеси фосфорилування і акумулюється в молекулах АТФ.

Рибосоми (гр. soma — тіло) — субмікроскопічні кулясті тільця, які виявлено не лише в цитоплазмі, а й у ядрі, мітохондріях та хлоропластах. Найбільшу кількість рибосом виявлено там, де найінтенсивніше здійснюється синтез білка — в меристематичних клітинах: у клітинах зародків, у клітинах і органах, що регенерують. Функція рибосом — синтез білка. У рибосоми надходять інформація з ядра з інформаційною (матричною) РНК і потік «будівельних блоків» — амінокислот з гіалоплазми для будови білків. Рибосоми містять близько 50 % усієї клітинної РНК і високий процент білків [3].

Ендоплазматичний ретикулум (гр. endon — внутрішній; лат. reticulum — сіточка) — система субмікроскопічних каналців, обмежених мембранами, що пронизують усю гіалоплазму. Розрізняють гранулярний і агранулярний ретикулум. На зовнішньому боці мембрани гранулярного ретикулуму розміщуються рибосоми. Гранулярний ретикулум синтезує специфічні ферменти, в ньому утворюються і ростуть клітинні мембрани, здійснюється взаємодія органел клітини, по ньому рухаються макромолекули та іони. На мембранах агранулярного ретикулуму синтезуються ліпіди та вуглеводи.

Лізосоми — невеликі (0,5 - 3 мкм у діаметрі) органели, в яких зосереджені гідролітичні ферменти. Лізосоми розчиняють окремі ділянки цитоплазми власної клітини.

Апарат Гольджі складається з диктіосом (гр. dictyon — сітка) і системи дрібних пухирців. Пухирці Гольджі розміщуються як поблизу диктіосом, так і по всій гіалоплазмі. Вони утворюються внаслідок відчленування диктіосомних цистерн або трубочок. Апарат Гольджі бере участь в обміні речовин, у формуванні клітинної оболонки.

Вакуолі (лат. vacuus — пустий) утворюються з локальних розширень ендоплазматичного ретикулума, в яких накопичується клітинний сік. Молоді клітини містять кілька дрібних вакуолей, у старіших — вони з'єднуються і утворюють одну велику центральну вакуолю. Вакуолі заповнені клітинним соком, який утворюється в процесі життєдіяльності рослинної клітини. Він являє собою водний розчин різноманітних за складом органічних і неорганічних речовин, які виділяє протопласт. У різних видів рослин, і навіть у різних органах однієї рослини хімічний склад клітинного соку неоднаковий. Концентрація вакуолярного соку є важливим регулятором осмотичного тиску в рослинних клітинах.

Клітинна оболонка утворюється в процесі життєдіяльності протопласта. До складу клітинної оболонки входять целюлоза, геміцелюлози і пектинові речовини. Оболонка складається з трьох шарів: міжклітинної речовини, або серединної пластинки, первинної і вторинної оболонок. *Серединна* пластинка побудована з пектину, пентози та деяких інших пектинових речовин, розміщується між первинними оболонками суміжних клітин. *Первинна* клітинна оболонка формується в новоутворених клітинах. Вона складається із целюлози, протопектину, геміцелюлози та деяких інших речовин. Характерна для меристематичних клітин. *Вторинна* оболонка утворюється накладанням шарів целюлози на первинну оболонку.

Обмін речовин між клітинами здійснюється плазмодесмами через пори, що є в оболонці. Оболонка виконує також механічні функції; бере участь у поділі клітин. У зв'язку з особливостями будови оболонку рослинної клітини називають *клітинною стінкою*.

Усі органели клітини залежать одна від одної, не можуть тривалий час існувати й продуктивно функціонувати ізольовано. Ріст клітини, її функціонування можливі лише внаслідок взаємодії всіх її частин. Життєдіяльність клітини є її функцією як єдиного цілого.

Поділ клітини

Динамічний процес, одна з найважливіших форм розвитку та росту живого організму. Розрізняють три типи поділу: амітоз (або прямий поділ), мітоз (або каріокінез) і мейоз (або редукційний поділ). У природі найбільш поширеним способом поділу клітин є мітоз (гр. mitos — нитка).

Мітоз — це непрямий поділ соматичних клітин, при якому утворюються дві клітини з набором хромосом, ідентичних кількісно і якісно материнській клітині. Мітоз забезпечує ріст і розвиток рослин. У мітозі розрізняють чотири фази: профазу, метафазу, анафазу, телофазу (*рис. 9а*). Проміжок часу між двома послідовними поділами клітини називається *інтерфазою*. В інтерфазі (гр. inter — між і phasis — виявлення) починається підготовка клітин до мітозу: проходить синтез білка, подвоєння ДНК хромосом, синтез АТФ, збільшення кількості органел цитоплазми. Як тільки ця підготовка закінчується, настає профазу. У профазі (гр. pro — до і phasis) в ядрі

починають виявлятися хромосоми. Кожна з них складається з двох тонких ниток — хроматид, які безладно переплетені між собою. У цей час ядрце зменшується і згодом зникає разом з ядерною мембраною, нуклеоплазма змішується з гіалоплазмою. У *метафазі* (гр. meta — після і phasis) закладається ахроматинове веретено, хромосоми максимально спіралізуються і розміщуються в екваторіальній площині клітини. Паралельно з цим з полюсів клітини виростають назустріч один одному конуси ахроматинової фігури, утворюючи суцільне веретено. У кінці метафазі хроматиди починають розходитись. На стадії *анафазі* (гр. ana нагору і phasis) хроматиди розходяться до протилежних полюсів веретена, і кожна хроматида стає хромосомою. У *телофазі* (гр. telos — кінець і phasis) хромосоми деспіралізуються, мітотичне веретено руйнується, утворюється ядерна оболонка й ядрця, на екваторі формується від центру до периферії клітинна оболонка. Закінчується поділ клітини утворенням клітинної оболонки між двома новоутвореними клітинами. Цей процес називають цитокінезом [3].

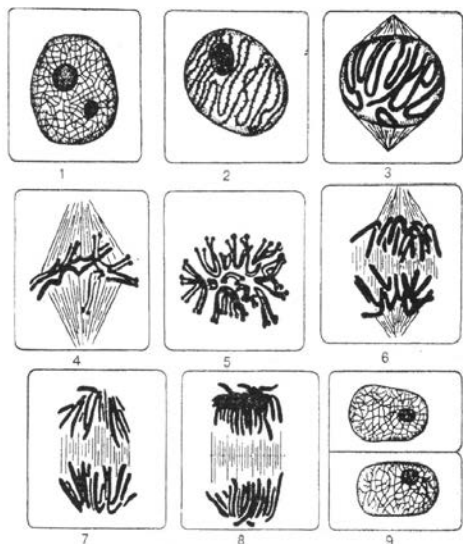


Рис. 9а. Схема мітозу:

1 – інтерфаза; 2, 3 – профазі; 4, 5 – метафазі;
6-7 – анафазі; 8 - телофазі; 9 – цитокінез

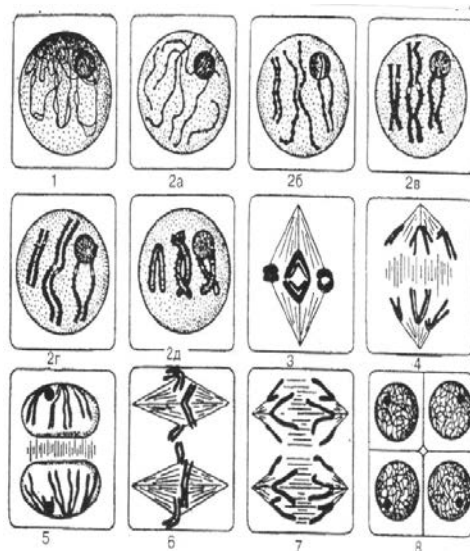


Рис. 9б. Схема мейозу:

1 – інтерфаза; 2а-2д – профазі I;
3 – метафазі I; 4 – анафазі I; 5 – телофазі I;
6 – метафазі II; 7 – анафазі II; 8 - цитокінез

Мейоз (гр. meiosis — менше) — поділ ядра, який відбувається перед статевим процесом. При мейозі ядро ділиться в два етапи: *гетеротипний* (гр. heteros — різний і typos — образ) і *гомеотипний* (гр. homoios — подібний і typos). У кожному з цих поділів виділяють чотири фази: профазу, метафазу, анафазу і телофазу. У *профазі* першого поділу гомологічні хромосоми можуть обмінюватися між собою своїми окремими частинами. У кінці профазі вкорочені й потовщені хромосоми відходять до периферії, зникають ядрця й ядерна оболонка, утворюється ахроматинове веретено. Настає друга фаза поділу — *метафаза*. Хромосоми лише розділяються двома взаємоперпендикулярними щілинами. Одна щілина відділяє гомологічні хромосоми і називається редуційною, а друга — екваційна (лат. aequalis — рівний) ділить кожен хромосому на дві хроматиди. Біваленти концентруються в екваторіальній площині. *Анафаза* настає тоді, коли біваленти починають роз'єднуватися по редуційній щілині і відходити до полюсів клітини. Причому одна гомологічна хромосома кожної пари відходить до одного полюса, друга — до другого, тобто відбувається зменшення кількості хромосом наполовину. *Телофаза* I дуже короткочасна. Вона практично зливається з *профазою* II. Другий поділ мейозу фактично починається з *метафазі* II, коли моновалентні хромосоми, кожна з яких складається з двох хроматид, розміщуються з екваторіальній площині, утворюючи метафазну пластинку. Кожна хромосома ділиться на хроматиди, і вони в *анафазі* розходяться до полюсів клітини. У *телофазі* утворюється чотири ядра з гаплоїдним набором хромосом. Клітинні оболонки формуються після закінчення мейозу. Так, з однієї диплоїдної клітини в процесі редуційного поділу утворюється тетрада (чотири) клітин, які містять у ядрі гаплоїдний набір хромосом, при цьому виникає значна

різноманітність клітин, оскільки «батьківські» і «материнські» хромосоми можуть потрапити в різні клітини і комбінації (рис. 9б).

Мітоз і мейоз мають важливе біологічне значення. Вони забезпечують постійність видів у природі. Відхилення в нормальному проходженні поділу клітин може вести до видоутворення.

Хід роботи:

1. Замалювати схематичний план будови рослинної клітини, описати структуру та функції органел (рис. 10).

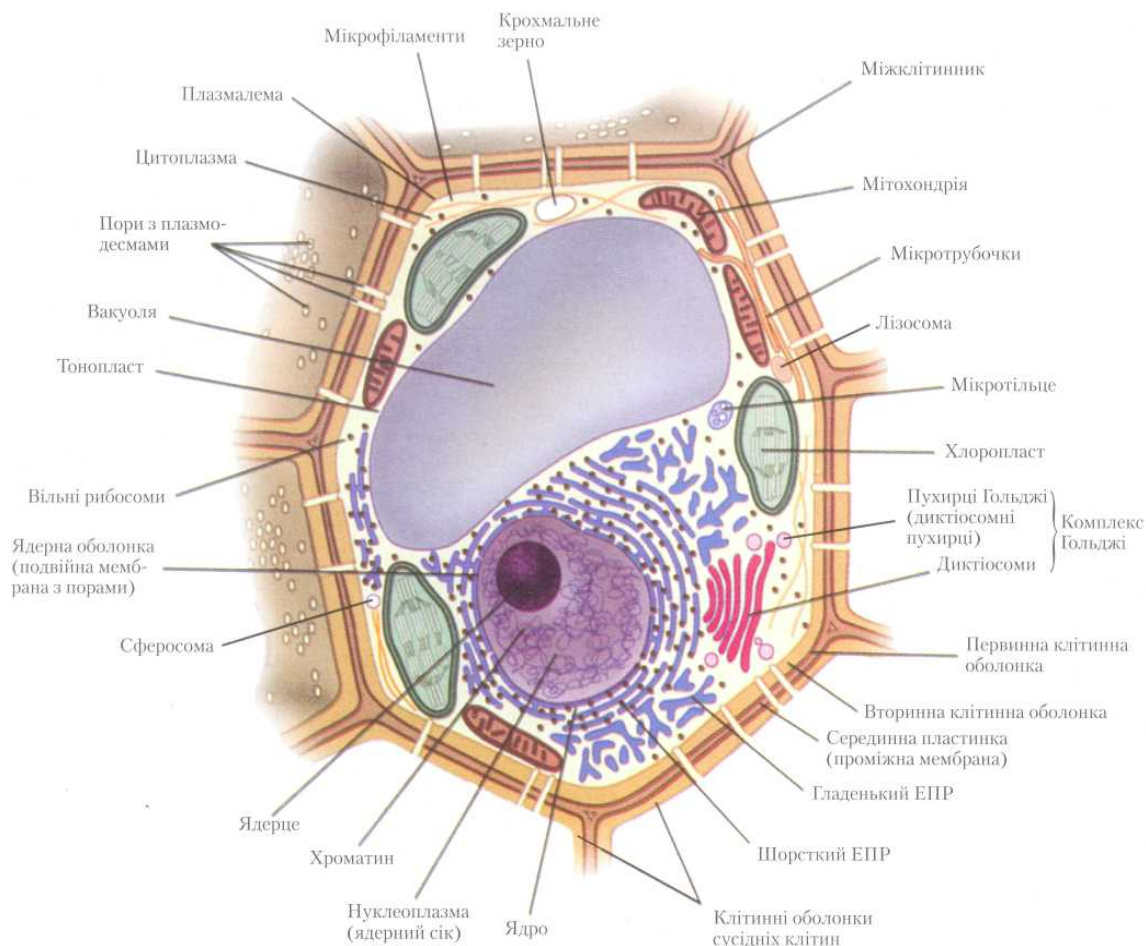


Рис. 10. Схематичний план будови рослинної клітини

2. Розглянути та замалювати будову лейкопластів у листку традесканції.

Лейкопласти — безбарвні пластиди, які містяться в коренях, цибулинах, бульбах. Вони беруть участь у синтезі вторинного крохмалю, білків, олії

Лейкопласти краще всього досліджувати в клітинах нижньої шкірки листка традесканції. Для виявлення лейкопластів необхідно зробити тонкий зріз нижньої шкірки основи листка цієї рослини, помістити зріз (зовнішньою стороною доверху) в краплину води на предметне скло і накрити скельцем. Лейкопласти розглядають при великому збільшенні мікроскопа. Вони сконцентровані біля ядра у вигляді безбарвних кульок. Краще всього поміщати препарат не в воду, а в розчин цукру, бо у воді лейкопласти скоро руйнуються.

Замальовують побачене під мікроскопом (рис. 11).

В процесі життєдіяльності рослини лейкопласти можуть перетворюватися на хлоро- і хромопласти.

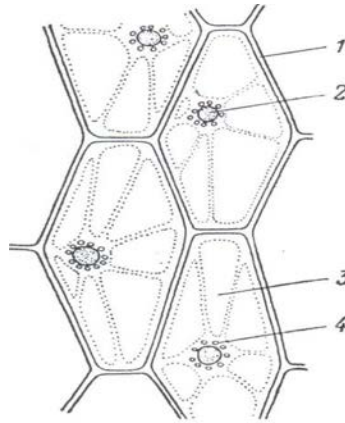


Рис. 11. Клітини шкірки листка традесканції з лейкопластами:
1 – оболонка клітини; 2 – ядро; 3 – вакуоля; 4 - лейкопласти

3. Розглянути та замалювати хлоропласти в листку елодеї.

Хлоропласти - це пластиди зеленого кольору, що утворюються на світлі в листках. Основна функція хлоропластів - фотосинтез.

У краплину води на предметному склі поміщають тонкий зріз від основи листка елодеї і накривають покривним скельцем. При великому збільшенні мікроскопа відшуковують хлоропласти. В окремих клітинах листка (особливо в клітинах середньої жилки) можна спостерігати пасивний рух хлоропластів, що відбувається завдяки активному руху цитоплазми. Замальовують побачене (*рис. 12*).

В процесі життєдіяльності рослини хлоропласти можуть перетворюватись на лейко- і хромопласти.

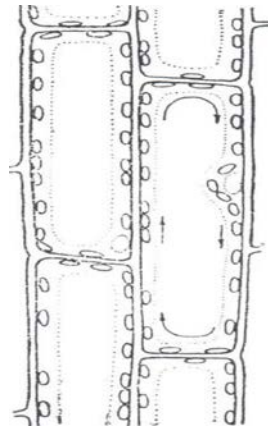


Рис. 12. Хлоропласти в клітинах листка елодеї

4. Розглянути та замалювати хромопласти в плодах шипшини, горобини, червоного перцю.

Хромопласти - це пластиди червоного, бурого, оранжевого і жовтого кольору. Вони містяться в квітках, фруктах, овочах. Утворюються в результаті нагромадження каротиноїдів.

За допомогою препарувальної голки наносять невелику кількість м'якоті горобини, перцю або томату на предметне скло в краплину води і накривають покривним скельцем. Розглядають хромопласти при малому і великому збільшенні мікроскопа і замальовують їх (*рис. 13*).

Хромопласти - кінцева стадія розвитку пластид. Перетворюватись в хлоро-і лейкопласти вони не можуть.

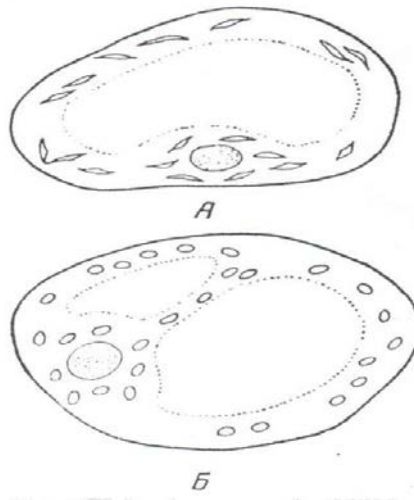


Рис. 13. Хромопласти в клітинах:
А – горобини; Б – шипшини

Питання для самоконтролю та розвитку мислення:

1. Що являє собою клітина?
2. Розшифруйте значення поняття «протопласт».
3. Чому вакуолі та клітинна оболонка не входять до складу протопласту?
4. Опишіть будову, призначення та функції ядра клітини.
5. Що означає поняття «типова рослинна клітина»? Які органи рослинної клітини характерні виключно для рослин?
6. Які органічні та мінеральні речовини входять до складу цитоплазми? Назвіть їх процентне співвідношення.
7. Що являють собою рибосоми? Яку функцію здійснюють рибосоми?
8. Опишіть будову, функції та взаємоперетворення пластид.
9. Як забезпечується взаємозв'язок між протопластами сусідніх клітин?
10. Яка з органел приймає найактивнішу участь у формуванні клітинної оболонки?
11. Поясніть анатомічну структуру та функції ендоплазматичного ретикулуму, мітохондрій, лізосом.
12. Назвіть відомі Вам запасні поживні речовини рослинної клітини.

Матеріали та обладнання:

1. Мікроскопи, лупи, препарувальні голки, скальпелі, пінцети, предметні та накривні скельця.
2. Листки традесканції, елодеї, луски цибулі, зернівки гороху, пшениці, вівса, гречки, плоди шипшини, горобини, перцю.
3. Реактиви: розчин йоду в йодистому калії, цукор.

Література:

1. Брайон О.В., Чикаленко В.Г. Анатомія рослин. – К.: Вища школа, 1992. – С. 15-83.
2. Григора І.М., Шабарова С.І., Алейніков І.М. Ботаніка. – К.: Фітосоціоцент», 2004. – С. 14-58.
3. Гришко-Богменко Б.К., Морозюк С.С., Мороз І.В., Огляницька Л.Г. Географія рослин з основами ботаніки. – К.: Вища школа, 1991. – С. 22 – 30.
4. Потульницький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О. Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин. – К.: Вища школа, 1971. – С. 23-54.
5. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1971. – С. 27-50.

Лабораторна робота №4

Тема: *Запасні поживні речовини в клітинах рослин.*

Мета: *Ознайомитись з будовою крохмальних та алейронових зерен в клітинах різних рослин.*

Теоретичні питання:

1. Прості і складні вуглеводи, що синтезуються рослиною.
2. Жироподібні речовини (олії) рослин.
3. Конституційні та запасні білки.
4. Запасаючі органи рослин.
5. Використання людиною запасних поживних речовин рослин.

Завдання:

1. Виготовити препарати крохмальних зерен картоплі, рису, вівса, пшениці, гречки, кукурудзи. Провести якісну реакцію на крохмаль йодом в розчині йодистого калію.
2. Виявити алейронові зерна в насінні гороху, зернівках пшениці.

Основні відомості

У рослинній клітині містяться ряд речовин і структур, що безпосередньо не належать до її живого вмісту. Звичайно вони відсутні в клітинах, які щойно з'явилися в результаті поділу, а утворюються пізніше в процесі їх росту і розвитку. Це — запасні поживні речовини, вакуолі з клітинним соком, клітинна оболонка [1].

Запасні поживні речовини

Завдяки перевазі асиміляції над дисиміляцією рослини здатні синтезувати і відкладати в запас велику кількість різноманітних поживних речовин, які вони потім використовують при проростанні насіння, розпусканні бруньок навесні, у процесах росту і розвитку. Відкладання поживних речовин називають ще включеннями. Багато їх накопичується в насінні, плодах, вегетативних органах (коренях, бульбах, кореневищах, цибулинах). У клітинах відкладання запасних речовин зустрічаються в цитоплазмі, пластидах, вакуолях, рідше — в клітинній оболонці. Основними запасними поживними речовинами рослин є вуглеводи, білки, жири (олії).

Крохмаль — основний запасний вуглевод рослин.

У хлоропластах у процесі фотосинтезу утворюється асиміляційний (первинний) крохмаль. Однак він швидко гідролізується до цукрів, що відтікають у запасаючі органи. Там в амілопластах у вигляді зерен відкладається запасний (вторинний) крохмаль. *Крохмальні зерна* різноманітні за формою і розмірами: кулясті, круглясті, яйцеподібні, багатогранні, від 2 до 150 мкм. Найдрібніші крохмальні зерна в насінні рису і гречки, найбільші — у бульбах картоплі.

Відкладання крохмалю в стромі лейкопласта відбувається навколо певної ділянки, яку називають *утворювальним центром*. Крохмаль відкладається навкруги нього концентричними шарами. У зерні, що сформувалося, видно центр, який являє собою щілину різної форми — круглястої, витягнутої, з тріщинками, і шаруватість. Остання обумовлена різними показниками переломлення окремих шарів, що, мабуть, пов'язано з їх неоднаковим хімічним складом і, насамперед, з різним вмістом води. Установлено, що крохмальні зерна мають кристалічну структуру. Вони складаються з голчастих кристалів, радіально розташованих у шарах.

Розрізняють прості, складні й напівскладні крохмальні зерна. *Просте крохмальне зерно* має один центр і навкруги нього шари крохмалю. Звичайно такі зерна в амілопластах формуються по одному. *Складні зерна* містять декілька або багато простих зерен, щільно притиснутих одне до одного, і тому часто мають багатогранну форму. У цьому випадку в амілопласті закладається декілька або багато центрів. У напівскладному зерні, крім шарів навколо кожного центру, є ще і загальні шари (*рис. 14*). Звичайно, при накопиченні крохмалю його зерна, збільшуючись у розмірі, розтягують строму і оболонку лейкопласта так, що вони утворюють навколо простого або складного зерна тонку плівку, непомітну у світловому мікроскопі. Тому, говорячи про крохмальні зерна, завжди треба враховувати, що вони містяться в лейкопластах.

Форма і розмір крохмальних зерен, будова центру в зерні, а також кількість зерен у лейкопласті типові для кожного виду рослин, тому, досліджуючи під мікроскопом борошно, можна встановити, з насіння яких рослин воно отримане, а також визначити, чи є в ньому домішки крохмалю інших рослин.

Крохмаль — білий порошок. Він нерозчинний у воді, а при нагріванні утворює дуже в'язкий колоїдний розчин — крохмальний клейстер. Крохмаль з йодом дає характерне синє забарвлення. Це типова якісна реакція. Крохмаль — полімер, мономерами його є залишки глюкози, яка утворюється при гідролізі крохмалю за допомогою кислоти або ферменту [1].

Крохмаль складає велику частину насіння злаків, бобових, бульб картоплі (30 - 85%), а разом з харчовими продуктами і велику частку нашої їжі. З крохмалю одержують глюкозу, спирт, пластмасу, клей. Його використовують у харчовій, текстильній, парфумерній та інших галузях промисловості.

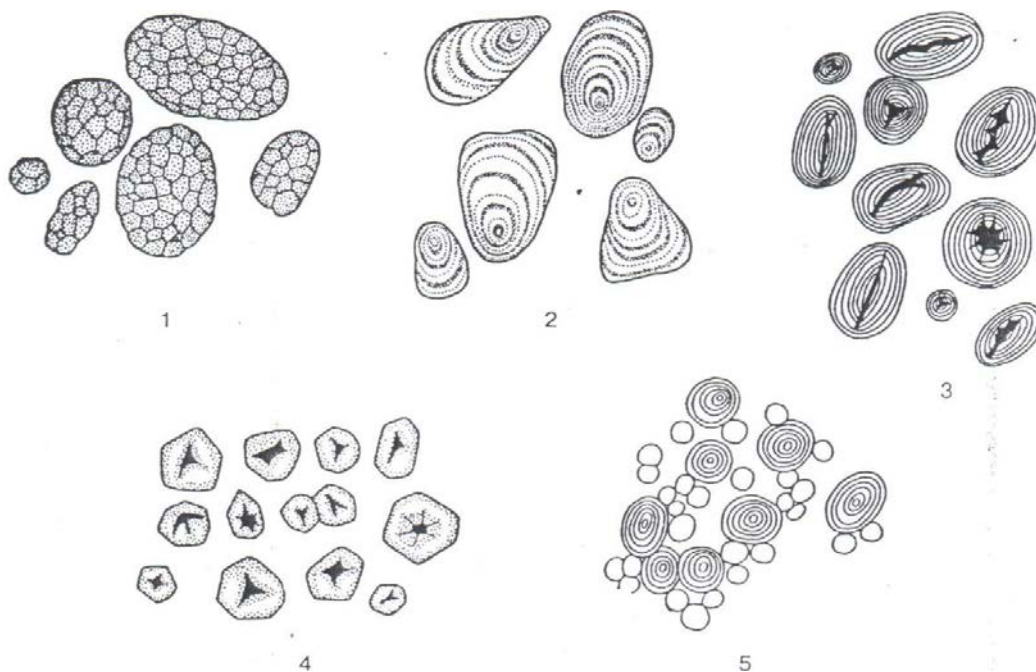


Рис. 14. Крохмальні зерна:

1 – вівса; 2 – картоплі; 3 – квасолі; 4 – кукурудзи; 5 - пшениці

У рослинних клітинах в запас звичайно відкладаються прості *білки* в аморфній або кристалічній формі. Відкладення запасних білків зустрічаються в цитоплазмі — у матриксі й каналцях ER, у ядрі, пластидах, мітохондріях, мікротільцях. Білкові кристали мають розміри від 8 до 12 мкм і різну форму. Наприклад, у клітинах бульби картоплі зустрічаються білкові кристали кубічної форми.

Однак частіше запасні білки відкладаються у вигляді *алеїронових* (білкових) зерен, які зустрічаються переважно в насінні. Алеїронові зерна утворюються при висиханні вакуолей, багатих розчинними білками. Вони оточені тонкою оболонкою з підсохлого тонопласта і заповнені білковою масою. Їх поділяють на прості й складні. Прості зерна звичайно дрібні й містять однорідну аморфну білкову масу. Такі зерна притаманні насінню злаків. Наприклад, у зерні пшениці під насінною шкіркою розташований шар клітин, який називають *алеїроновим шаром*. Ці клітини містять велику кількість дуже дрібних простих алеїронових зерен (*рис. 15*).

Складні алеїронові зерна більші за розміром і мають, крім аморфної білкової маси, включення трьох типів — кристали білка, глобкоїди і кристали щавлевокислого кальцію. У складних зернах може міститися один або кілька (2 - 10) кристалів білка. *Глобкоїди* — це аморфні круглясті утворення з речовини фітину, до складу якого входять циклічний спирт інозит, фосфор, кальцій і магній. Фітин у рослинах є запасною формою фосфору. В одному зерні звичайно міститься кілька глобкоїдів. Кристали щавлевокислого кальцію зустрічаються в алеїронових зернах рідко (насіння зонтичних). Складні алеїронові зерна можна спостерігати, наприклад, у насінні бобових і олійних рослин (рицина, льон). При проростанні насіння на місці алеїронових зерен утворюються вакуолі, багаті на білок.

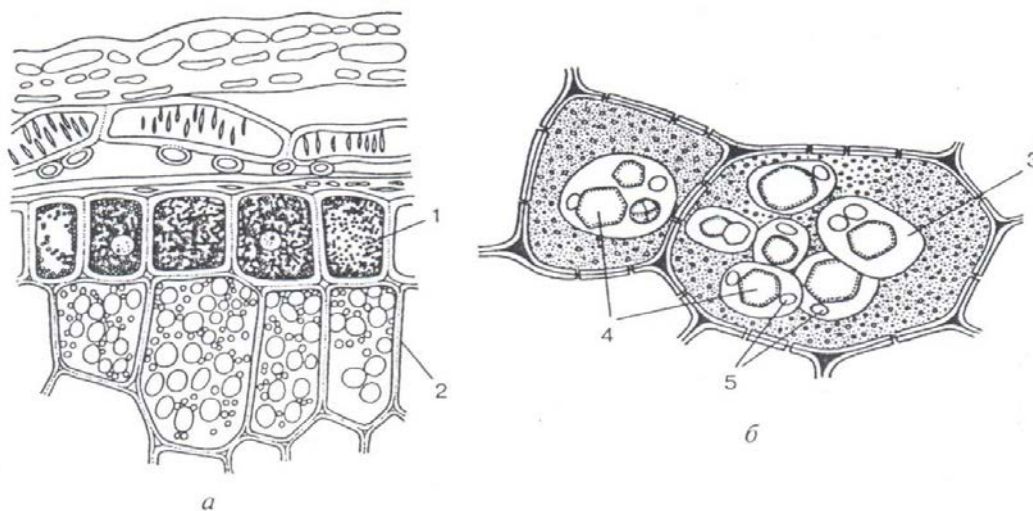


Рис. 15. Алейронові зерна:

а – прості зерна в алейроновому шарі зернівки пшениці; *б* – складні зерна у клітинах сім'ядолей рицини; 1 – алейроновий шар; 2 – клітини ендосперму з крохмальними зернами; 3 – аморфний білок у складному зерні; 4 – кристали білка; 5 – глобїди

Запасні білки рослин відіграють дуже важливу роль у харчуванні людини. У наш час потреби людини в харчовому білку на 70 - 80% задовольняються за рахунок рослинних білків. Насіння зернових культур містить до 20% білка. Найбагатше запасним білком насіння бобових рослин — 30 - 35%, соя — до 40 %.

Рослинні жири рідкі, тому їх ще називають *оліями*. Невеликі кількості жирів містяться в усіх рослинних клітинах. Але найбагатші на олії клітини насіння, плодів, серцевини і кори стебел, кореневища. Олії накопичуються у вигляді дрібних крапельок у цитоплазмі, пластидах і сферосомах. Краплі олії на відміну від сферосом не мають оболонки і можуть зливатися, заповнюючи в цитоплазмі простір між органелами. Більшість рослин (до 90% усіх родин) як запасні поживні речовини накопичують олії. Насіння багатьох рослин містить до 50% і більше олії (соняшник, гірчиця, соя, софлор, рижій, арахіс та ін.). Олії є вигідною запасною поживною речовиною для рослин, тому що вони багатші на енергію, ніж крохмаль і білки.

Рослинні олії використовуються в їжу (соняшнику, арахісу, сої, гірчиці, рижія, рапсу, волоського горіха, мигдалю, плодів маслини тощо) і широко застосовуються в різних галузях промисловості. На рослинних оліях виготовляють високоякісні лаки і фарби (олія тунгового дерева).

Склад клітинного соку

До складу клітинного соку входять вода, органічні та неорганічні речовини. Вода є його основним компонентом (до 98%) і міститься у вакуолях усіх клітин. Склад і кількість інших речовин у клітинному соку залежать від типу клітин, тканин, виду рослин, їх фізіологічного стану і дії факторів зовнішнього середовища. Речовини у вакуолях можуть перебувати у вигляді справжніх розчинів, колоїдних, емульсій, суспензій і твердих відкладень. Клітинний сік частіше має слабкокислу або нейтральну реакцію, зрідка — лужну (кавун, диня) [1].

У клітинному соку різних рослин містяться вуглеводи, білки, амінокислоти, органічні кислоти, глікозиди, дубильні речовини, алкалоїди, терпени, пігменти, мінеральні солі тощо.

У клітинному соку майже всіх рослин присутні *вуглеводи* — цукри (моносахариди і дисахариди) і деякі розчинні полісахариди. Серед моносахаридів у вакуолях частіше зустрічаються глюкоза (виноградний цукор) і фруктоза (плодовий цукор). У суміші вони накопичуються в соку м'якоті плодів (виноград, яблука, груші, сливи, персики, вишні, смородина, агрус та ін.). Із дисахаридів у клітинному соку найчастіше присутня сахароза (буряковий або тростинний цукор). На неї особливо багатий сік коренів цукрового буряку і стебел цукрової тростини (до 20 - 25%). З цих рослин одержують харчовий цукор у промислових масштабах. У

значній кількості сахароза міститься в стеблах цукрової кукурудзи та цукрового сорго (10-12%) і в достиглих плодах кавуна, дині тощо. З полісахаридів у клітинному соку зустрічається інουλін, що складається із залишків фруктози (бульби жоржин, топінамбура, корені цикорію, кульбаби) [1].

У складі клітинного соку ряду рослин містяться *запасні білки*. Особливо їх багато у дозрілому насінні. Очевидно, ці білки синтезуються на гранулярних мембранах ЕПС і потрапляють у вакуолі за допомогою пухирців Гольджі. З таких вакуолей, багатих на білок, при висиханні в процесі дозрівання насіння утворюються алейронові зерна (пшениця, горох, рицина та ін.). Крім білків, у вакуолях знаходяться різні амінокислоти.

Звичайно *органічні кислоти* присутні в клітинному соку в значній кількості у вільному стані або у вигляді солей. Саме їх присутність визначає кислу реакцію клітинного соку. Найчастіше зустрічаються щавлева, оцтова, яблучна, винна, лимонна кислоти. Наприклад, щавлева кислота міститься в листі солянок, щавлю, ревеню; оцтова — у насінні пшениці, гороху; яблучна — у плодах малини, горобини, яблуках; винна — у плодах винограду, томатів, шовковиці; лимонна — у плодах цитрусових, лимоннику. Листя махорки містять 6 - 10% яблучної і лимонної кислот, тому її використовують як сировину для їх одержання. У клітинному соку брусниці і журавлини є бензойна кислота, яка консервує ці ягоди при зберіганні (мочена брусниця).

Глікозиди — це сполуки, що складаються із залишку цукру, пов'язаного з будь-якою речовиною неуглеводної природи. Часто глікозиди мають гіркий смак і специфічний запах, які визначають смакові якості ряду харчових продуктів. Наприклад, гірчиця містить глікозид синігрин, що додає їй специфічного запаху і смаку. Глікозид амигдалін, який має в складі неуглеводної частини синильну кислоту, характерний для насіння рослин родини розових (мигдаль, вишні, сливи, абрикоси, персики тощо). Саме цей глікозид додає кісточкам плодів рожевих запаху гіркої мигдалю. Багато глікозидів використовується для виготовлення лікарських препаратів. Це, наприклад, група серцевих глікозидів, які знаходяться в рослинах наперстянки.

Дубильні речовини, або таніни, присутні в клітинному соку багатьох рослин і накопичуються в порожнині клітин після відмирання їх протопластів. Це безазотисті полімерні сполуки. Значну їх кількість (до 20 - 30% і більше) містять кора дерев (дуб, сосна, верба, береза, каштан, акація, евкаліпт та ін.), листя (сумах, чай) та плоди (хурма, айва, терен та ін.). Дубильні речовини мають в'язучі й антисептичні властивості, на цьому засновано їх використання в медицині. Присутністю дубильних речовин пояснюється приємний в'язучий смак ряду харчових продуктів: чаю, вина, кави та ін. А ще ці речовини використовуються для дублення шкір. Зв'язуючи білки шкіри, вони додають їм міцності та еластичності.

Алкалоїди — це гетероциклічні азотовмісні сполуки. Вони мають лужні властивості й утворюють солі з органічними кислотами, які розчиняються в клітинному соку. Алкалоїди спричиняють сильну фізіологічну дію на організм тварин і людини. У малих дозах їх використовують як лікарські препарати, а у великих вони є отрутами. Наприклад, морфін, кодеїн, папаверин з маку снодійного, кокаїн із листків коки, кофеїн із листків чаю, зерен кави, бобів какао, атропін із беладони, дурману, блекоти, термопсин із термопсису та ін. Деякі алкалоїди застосовують для боротьби зі шкідниками сільськогосподарських рослин (нікотин із листків тютюну).

Терпени — це ненасичені вуглеводні. До цієї групи сполук, що містяться в клітинному соку деяких рослин, належать каучук і гута. Каучук присутній у клітинному соку молочників тропічної деревної рослини гевеї, у коренях деяких складноцвітих (кок-сагиз, тау-сагиз). Він утворюється тут у вигляді дрібних гранул. У промислових масштабах його одержують з гевеї і використовують для виготовлення гуми, а в медицині — пластирів і гірчичників. Гута міститься в клітинному соку гваюли, евкомії, деяких видів бересклету. Добувають її з гваюли і використовують на виготовлення ізоляційного матеріалу для покриття підводних кабелів.

Часто клітинний сік має забарвлення, яке надають розчинені в ньому *пігменти*. Серед пігментів клітинного соку найчастіше зустрічаються антоціани й антохлори. Вони близькі за хімічною природою, але різні за кольором.

Антоціани — це найважливіші пігменти рослин, вони забарвлюють квітки, плоди, листки в блакитний, синій, рожевий, червоний, фіолетовий кольори з різними відтінками. Їх забарвлення залежить від концентрації пігменту, від складу суміші пігментів, від присутності в клітинному соку іонів металів (заліза, калію, кальцію, магнію, кобальту та ін.). У кислому середовищі

антоціани змінюють забарвлення на червоне, у лужному — синє. Однак у живих клітинах не відбувається різких коливань кислотності, тому такі зміни кольору спостерігають звичайно в експерименті. Якщо до соку вишні, сливи, смородини або столового буряку додати соди, то він набуває синього кольору, а якщо потім долити оцту, розчин стає червоним. Антоціани визначають забарвлення квіток гіацинтів, троянд, айстр, конюшини, незабудок, фіалок, маку тощо, плодів чорної смородини, вишні, винограду, сливи, брусниці, синіх баклажанів тощо, рідше вегетативних органів (корені столового буряку, листки червонокочанної капусти). Зустрічаються антоціани й у листках деяких рослин (клен червонолистий), але вони не завжди помітні, тому що маскуються хлорофілом. І тільки восени, коли руйнується хлорофіл, їх листки червоніють [1].

Антохлори — це жовті пігменти. Вони менш поширені, ніж антоціани, і забарвлюють головним чином пелюстки квіток (льнянка, первоцвіт) і плоди (лимони, апельсини). Біле забарвлення квіток також пов'язане з присутністю в клітинному соку речовин, близьких за хімічною природою до антоціанів і антохлорів.

Мінеральні речовини містяться в клітинному соку у вигляді солей або іонів — катіонів і аніонів (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , PO_4^{3-} та ін.).

Тверді відкладення в клітинному соку — найчастіше нерозчинні солі кальцію, особливо щавлевокислий кальцій (оксалат кальцію). Він утворюється в результаті зв'язування кальцієм надлишку щавлевої кислоти, яка накопичується у вакуолі в процесі метаболізму клітини. Оксалат кальцію може відкладатися у вигляді поодиноких кристалів (зовнішні луски цибулі), зростків кристалів — друз (листки бегонії), пачок голчастих кристалів — рафід (алоє) або кристалічного піску (листки помідорів, бузини). Найчастіше в рослинах зустрічаються друзи. Рафіди притаманні тільки однодольним. Припускають, що кристали оксалату кальцію відіграють певну захисну роль, тому що надають частинам рослин, які їх містять, твердості, що перешкоджає поїданню їх тваринами. Крім того, щавлевокислий кальцій, очевидно, може включатися в обмін речовин. Наприклад, у недозрілих плодах цитрусових, чорної смородини міститься велика кількість друз. У міру дозрівання плодів друзи поступово зникають (*рис. 16*).

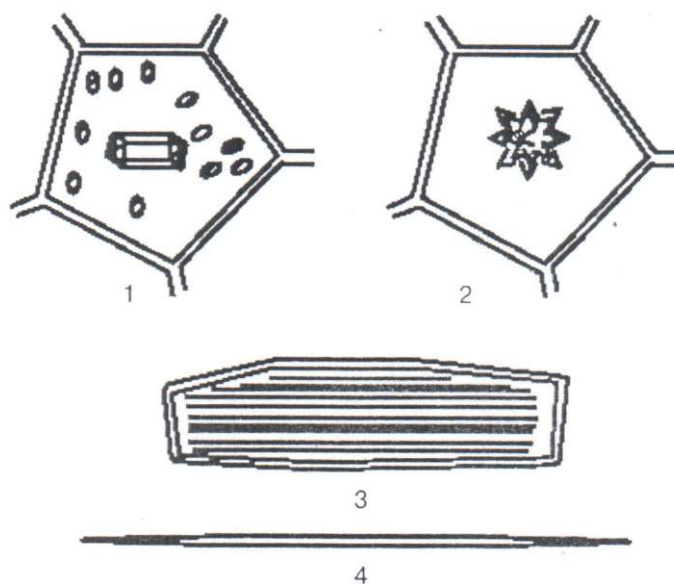


Рис. 16. Форми відкладення оксалату кальцію:

1 – одиничні кристали; 2 – друза; 3 – пачка рафід; 4 – окрема рафіда

У клітинному соку зустрічаються й інші тверді включення: кристали оксалату магнію (тамарикс), гіпсу (деякі водорості), аморфний осад кремнезему (злаки).

Одні сполуки, які містяться в клітинному соку, є запасними поживними речовинами (білки, цукри, інулін). Інші вважають кінцевими продуктами обміну і навіть відходами. Але, мабуть, це неправильно. Ми вже говорили про те, що рослини ощадливо витрачають речовини й енергію і

майже не виділяють у навколишнє середовище продуктів свого метаболізму, як це роблять тваринні організми. Велика різноманітність речовин у клітинному соку зовсім не означає, що вони некорисні і не потрібні рослині. Просто функції багатьох із них ще не відомі. Деякі з речовин клітинного соку відіграють захисну роль, перешкоджаючи поїданню рослин шкідниками і зараженню їх патогенними мікроорганізмами (алкалоїди, глікозиди, дубильні речовини та ін.). Каучук і гута зтягують рани при ушкодженні рослин. Пігменти забарвлюють квітки і плоди, приваблюючи комах-запилювачів і сприяючи поширенню насіння.

Хід роботи:

1. Виготовити препарати крохмальних зерен картоплі, рису, вівса, пшениці, гречки, кукурудзи. Провести реакцію на крохмаль йодом в розчині йодистого калію.

Для розгляду крохмалю картоплі відрізають шматок бульби і труть ним по предметному склу з нанесеною краплиною води. Одержану мутну краплину накривають покривним скельцем і розглядають її при малому і великому збільшенні мікроскопа. При великому збільшенні добре видно багато овальних і яйцеподібних крохмальних зерен з ексцентричною шаруватістю.

Замальовують декілька крохмальних зерен.

Реактивом на крохмаль служить розчин йоду в йодистому калію. Проводять цю реакцію спочатку в пробірці з крохмальним клейстером, а потім на препараті під мікроскопом.

Реакцію на препараті можна здійснити, не знімаючи його із столика мікроскопа. Для цього, не торкаючись покривного скла, з одного його краю наносять краплю слабого розчину йоду в йодистому калію. З протилежного боку кладуть фільтрувальний папір. Вода з-під скла почне вбиратись папером і крапля КІ проникне під скло. Дивлячись в мікроскоп, можна спостерігати появу кольору в крохмальних зернах від слабо синього до чорного.

Замальовують одне-два крохмальних зерна.

Крохмаль пшениці добувають із ендосперму набухшої зернівки. Розрізавши зернівку, кінчиком голки зішкрябають небагато крохмалю; переносять в краплину води. Після цього накривають покривним скельцем і розглядають в мікроскоп при великому збільшенні. В полі зору видно багато шароподібних крохмальних зерен двох розмірів. Більші крохмальні зерна пшениці мають ледь помітну концентричну шаруватість і за походженням є пластидними. Інші, дуже дрібні крохмальні зерна пшениці, не мають помітної шаруватості і за походженням є хондріосомними.

Замальовують декілька крохмальних зерен пшениці. Порівнюють їх розміри із більшими крохмальними зернами картоплі.

Крохмаль вівса беруть з ендосперму набухшої зернівки. При великому збільшенні мікроскопа видно окремі великі складні крохмальні зерна, що складаються ніби із малих гранчастих зерен. Загальна форма складного зерна - овальна. Шаруватість зерен відсутня.

Замальовують декілька крохмальних зерен вівса.

Крохмальні зерна кукурудзи і гречки добувають із зернівок відповідних культур аналогічним способом.

Розглядають препарати під мікроскопом і замальовують побачене (*рис. 17*).

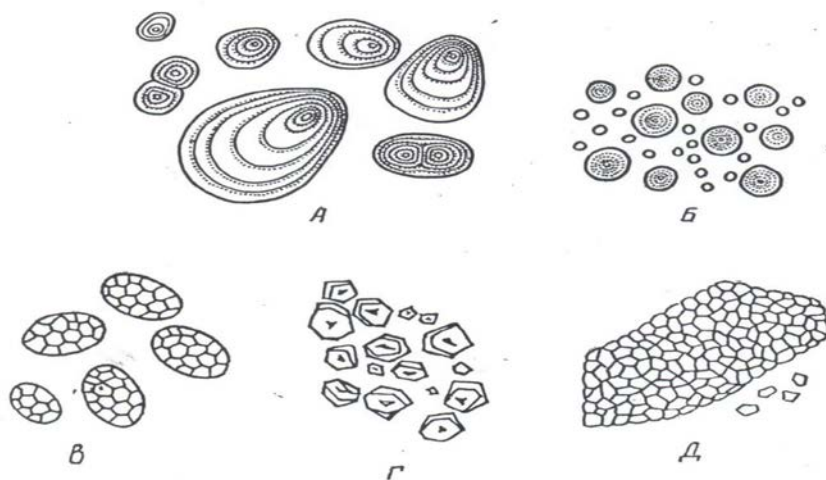


Рис. 17. Крохмальні зерна різних рослин:
А – картоплі; Б – пшениці; В – вівса; Г – кукурудзи; Д – гречки

2. Виявити алейронові зерна в насінні гороху, зернівках пшениці.

Для виявлення алейронових зерен на предметне скло наносять краплю реактиву КІ і додають одну-дві краплини води. Після цього з допомогою пензлика або пінцета переносять 2-3 зрізи сухої зернівки пшениці в розбавлений реактив і накривають покривним скельцем.

При малому збільшенні мікроскопа легко знаходять золотисту смужку із клітин алейронового шару. Всі його клітини заповнені дрібними округлими алейроновими зернами, що пожовтіли від дії йоду. В клітинах ендосперму, що лежать глибше, видно темно-сині крохмальні зерна і нечисленні жовті ділянки запасного білка.

Найбільшу кількість запасного білка містить тверда пшениця, цим і пояснюється її висока цінність.

Замальовують побачене при великому збільшенні мікроскопа (рис. 18).

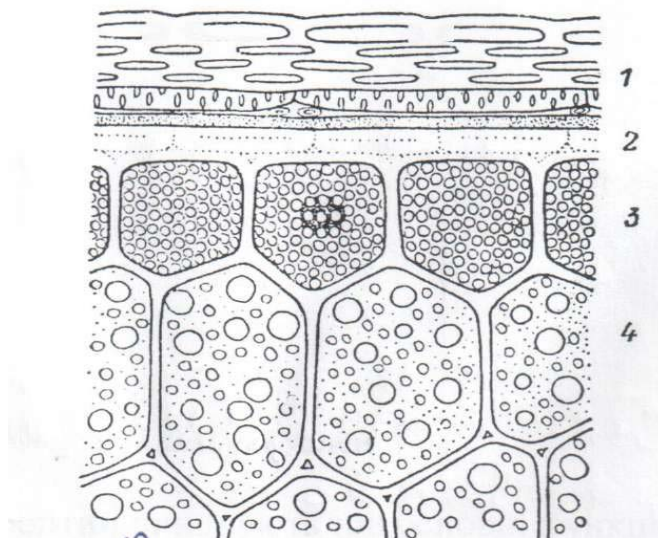


Рис. 18. Розріз через ендосперм зернівки пшениці:

1 – сухий оплодень; 2 – шкірка насіння; 3 – клітини з алейроновими зернами (алеіроновий шар);
4 – клітини ендосперму з крохмалем

Питання для самоконтролю та розвитку мислення:

1. У чому полягає різниця між первинним та вторинним крохмалем.
2. Які поживні речовини відкладаються в клітинах?
3. Як утворюються прості крохмальні зерна і як складні?
4. Чи можна по формі крохмальних зерен вивчити якому виду рослин вони належать?
5. Як утворюються і яку будову мають алейронові зерна?

Матеріали та обладнання:

1. Крохмальні зерна (таблиці).
2. Мікроскопи, голки, пінцети, чашки Петрі.
3. Роздатковий матеріал: бульби картоплі, попередньо замочені зернівки пшениці, кукурудзи, вівса, рису, гречки, розчин йоду в йодистому калії, насіння гороху і пшениці (сухе).

Література:

1. Красільнікова Л.О., Садовниченко Ю.О. Анатомія рослин. – Харків: Колорит, 2004. – С.58-61, 67-70.
2. Сербін А.Г., Сіра Л.М., Слободянюк Т.О. Фармацевтична ботаніка. – Вінниця: Нова книга, 2007. – С. 24-34.
3. Стеблянюк М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995. – С. 53-60.

Лабораторна робота №5

Тема: Меристеми або твірні тканини.

Мета: Ознайомитись з особливостями будови клітин, класифікацією та функціями меристем.

Теоретичні питання:

1. Цитологічна характеристика меристем.
2. Призначення та функції меристем.
3. Розподіл меристем у тілі рослин.
4. Напрямки поділу клітин меристем.
5. Гістогени: протодерма, основна меристема, прокамбій.

Завдання:

1. Ознайомитись із загальними рисами мікроскопічної будови верхівки стебла елодеї (*Elodea canadensis*) та з характерними ознаками меристеми конуса наростання.
2. Розглянути та замалювати фази мітозу в кінчиках коренів цибулі (*Allium cepa*).

Основні відомості

Серед усіх комплексів рослинних тканин особливою різноманітністю характеризуються *меристематичні*, або *твірні*. На відміну від тварин рослина має здатність рости протягом всього свого життя завдяки наявності в ній твірних тканин. Специфічною особливістю цих тканин є здатність їхніх клітин до поділу, завдяки чому кількість клітин у рослин безперервно збільшується. Частина з них зберігає здатність ділитися протягом усього життя, тобто лишається меристематичними. Похідні цих клітин діляться обмежену кількість разів, бо згодом здатність до поділу втрачають, і диференціюються, даючи початок усім іншим тканинам і органам рослин [4].

За походженням меристеми бувають *первинні* та *вторинні*. Первинна меристема становить більшу частину зародка, а також утворює тіло рослини, всі вегетативні та генеративні органи.

Вторинна меристема виникає уже в сформованій рослині за рахунок первинних меристем. Інколи вторинні меристеми утворюються з постійних тканин. Такою тканиною може бути основна, рідше — покривна. За рахунок діяльності вторинних меристем формуються вторинні постійні тканини, внаслідок чого збільшується маса, але нові органи не утворюються.

За місцем розташування у тілі рослин меристеми ділять на *верхівкові* (апікальні), *бічні* (латеральні), *вставні* (інтеркалярні), *раневі* (травматичні) (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація меристем

За місцем розташування	За походженням	
	первинні	вторинні
1. Верхівкові, або апікальні	ініціальні клітини, або про меристема (необмежений поділ)	-
	основна меристема (обмежений поділ)	-
2. Латеральні, або бічні	прокамбій	камбій
	періцикл	фелоген
3. Інтеркалярні, або вставні		-

Характерною рисою всіх меристем є те, що вони складаються з живих тонкостінних (целюлозних) клітин, які найчастіше мають паренхімну форму.

Цитологічна характеристика меристем

Цитологічні ознаки меристем дуже варіюють. Так, клітини верхівкової меристеми у період активного поділу дрібні, з тонкою целюлозною оболонкою, ізодіаметричної форми. Вони щільно зімкнені між собою, не мають міжклітинників. Звичайно у таких клітинах крупнозерниста цитоплазма та велике ядро, яке може займати до 3/4 всього об'єму клітини. У них малорозвинений ендоплазматичний ретикулум, мала кількість мітохондрій, у яких недорозвинені кристи, немає типових хлоропластів, є лише пропластиди. Вакуолі мають вигляд окремих дрібних міхурців, центральної вакуолі немає. У клітинах коркового камбію (фелогену) можуть бути хлоропласти та

розвинені центральні вакуолі. Клітини камбію відрізняються за формою і будовою. Вони мають веретеноподібну форму. У них є центральна вакуоля.

Розподіл меристеми в тілі рослин

Розподіл меристем у тілі рослин розпочинається дуже рано, ще в зародку, який розвивається із зиготи. Весь зародок складається з ембріональних клітин, які мають здатність ділитися. На двох протилежних полюсах зародка, на кінчику зародкового корінця та в первинній брунечці, локалізуються верхівкові (апикальні) меристеми [4].

Верхівкові меристеми формують так званий конус наростання (апекс) (*рис. 19*), в якому на самій верхівці розташовані ініціальні клітини, або ініціали. Ініціальні клітини діляться звичайно необмежено із збереженням меристематичного характеру. Від ініціальних клітин бере початок усе тіло рослини. Ці меристеми зберігаються тривалий час, тобто протягом усього життя рослини (у деяких рослин до тисячі років). Похідні ініціальних клітин діляться обмежено. Це характерне для основної меристеми конуса наростання. Нижче конуса наростання на ранніх етапах розвитку рослинного організму утворюється прокамбій. Це первинна латеральна меристема, клітини якої є похідними апікальних меристем. Під час ділення їх формується первинна провідна тканина — флоема і ксилема.

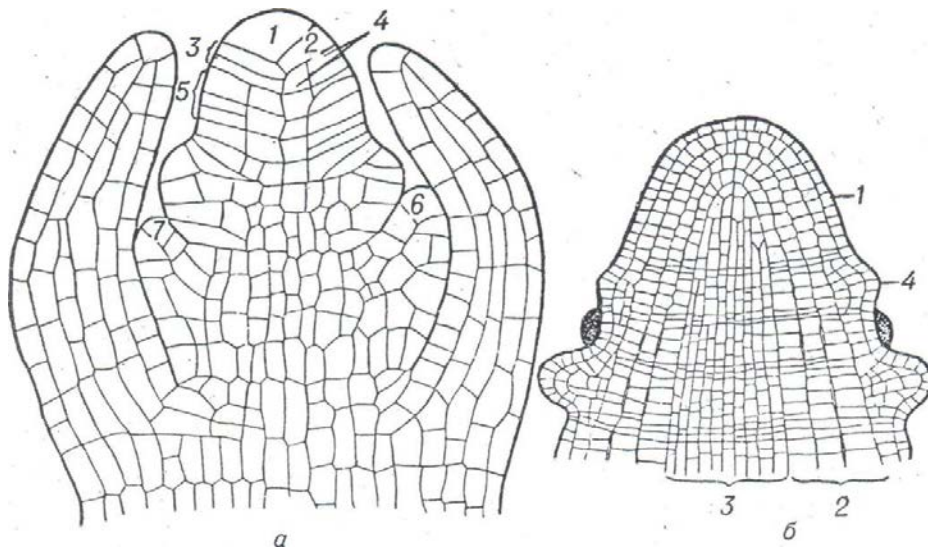


Рис. 19. Конус наростання стебла в поздовжньому розрізі:

a – хвощ польовий 1 – ініціальна (верхівкова) клітина; 2 – 5 – сегменти, які віддаляються послідовно;
b – зачаток листка; 7 – зачаток бруньки; *b* – водяна сосонка 1 – туніка, 2 – 3 – корпус, 4 – зачатки листків

Диференціація прокамбію у первинні тканини відбувається по-різному. Тому вважають, що прокамбій у тілі рослин набуває обрисів тієї провідної тканини, яка згодом із нього утворюється. Так, у одних рослин він утворює суцільний циліндр, у інших — порожнистий циліндр або розташовується окремими прокамбіальними тяжами. Інколи прокамбій відносять до апікальних меристем, бо виникає він дуже рано і розташований майже в конусі наростання.

Перицикл (від гр. *perí* — біля, *syklos* — круг) — первинна латеральна меристема. Вона складається з клітин паренхімного типу і розташована у зовнішньому шарі центрального осевого циліндра. Тривалий час вважали, що перицикл є лише у коренях. Тепер відомо, що він зустрічається також і в стеблах. Перицикл, як правило, розташований вузькою смужкою в один ряд клітин і дуже рідко у кілька рядів клітин. З перициклу формуються бічні корені, можуть формуватися фелоген і механічні тканини.

Інтеркалярна меристема — активно ростуча зона, віддалена від апікальних меристем. Слово інтеркалярний указує на те, що тканина розташована так, ніби вона вставлена між зонами, диференціація тканин у яких уже більш-менш закінчена. Найбільш досконало вивчені меристеми, які знаходяться у міжвузлях багатьох однодольних, особливо злаків. Вважають, що інтеркалярно наростають і черешки листків, тичинкові нитки та основа зав'язі.

У дводольних та голонасінних рослин виникають вторинні латеральні меристеми. Це камбій та фелоген (від гр. *phellos* — корок, *gennaō* — народжую). Камбій формується досить рано, але

вважається вторинною тканиною. Він утворюється на такому етапі розвитку рослинного організму, коли вже відбулася диференціація та спеціалізація тканин, тобто сформувалися постійні тканини. Первинні ж тканини діють тоді, коли спеціалізація ще не відбулася [4].

Камбій — латеральна (бічна) меристема, яка утворює вторинні провідні тканини — флоему і ксилему. Камбій розташований між флоемою і ксилемою. У стеблах та коренях він часто має форму циліндра. Інколи камбій має вигляд окремих смужок у стеблах, черешках та жилках листків, які мають вторинний ріст. Камбій буває *пучковий* і *міжпучковий*. Пучковий камбій утворюється з прокамбію та перициклу, а міжпучковий виникає з паренхімних тканин первинних серцевинних променів, що не втратили меристематичної властивості. За рахунок діяльності камбію рослини ростуть у товщину, тому що утворюються елементи вторинних провідних тканин — флоєми та ксилєми, які активно розростаються.

Фелоген, або корковий камбій, — вторинна латеральна меристема, яка утворюється з живих паренхімних тканин, а у деяких рослин формується з живих епідермальних клітин. Це одношарова твірна тканина, яка представлена клітинами прямокутної форми. Елементи, утворені фелогеном, розташовуються радіальними рядами у напрямку до периферії стебла. З фелогену формується перидерма — вторинна покривна тканина, яка знаходиться на стеблах, листках, плодах, частинах квіток.

Ранева, або травматична, меристема формується при заживанні пошкоджених тканин (ран). Вона утворюється з живих паренхімних тканин, які у місцях пошкоджень набувають меристематичного характеру. Це можна спостерігати при розмноженні рослин живцями та щепленням. У місцях надрізів заживання ран розпочинається з активного поділу паренхімних клітин, які розташовані під раною або у самій рані. У результаті поділу паренхіми в усіх напрямках з'являється наплив, який ще має назву калюс (від лат. *callus* — мозоль), або *мозолисте тіло*. Часто з його клітин формується фелоген, що зумовлює утворення корка, за допомогою якого і відбувається заживання ран.

Напрямки поділу клітин меристеми

В апексах вищих рослин клітини діляться не в певній послідовності, проте їх поділ не є неупорядкованим. Апікальна меристема росте як організоване ціле, у якому поділ та ріст окремих клітин відбувається відповідно із загальними закономірностями росту верхівки та її зовнішньої форми. В одних частинах апексу вони діляться рідко та досягають значних розмірів, в інших — часто і залишаються дрібними. Клітини в апексах діляться в різних площинах або напрямках під час об'ємного росту.

При антиклінальному (радіальному) напрямку поділу клітини діляться під прямим кутом до поверхні органа. Периклінальний напрям поділу клітин відбувається паралельно до поверхні органа. Він характерний для латеральних меристем. Для органів циліндричної форми (кореня, стебла) замість терміну периклінальний вживають термін тангентальний напрямком поділу клітин.

При диференціації меристеми спостерігається симпластичний та інтрузивний характер росту клітин. Оболонки сусідніх клітин при їх рості не зсуваються одна відносно одної. Такий узгоджений ріст забезпечує цілісність плазматичних зв'язків між ними (плазмодесм), які створюють одну живу систему симпласт. Узгоджений ріст, при якому оболонки сусідніх клітин не зсуваються одна відносно одної, називають *симпластичним*. Інколи спостерігається інтрузивний (від лат. *intrudere* — вдавлювати) ріст, при якому клітини занурюються одна відносно одної, а їхні оболонки зсовуються одна по одній. Так можуть виникати прозенхімні клітини, у яких довжина значно перевищує ширину.

Гістогени: протодерма, основна меристема, прокамбій. У конусі наростання на значній відстані від верхівки органа, внаслідок різних напрямків поділу та диференціації клітин, утворюються різні типи первинних меристем: протодерма, основна меристема та прокамбій. Зовнішній периферичний шар клітин конуса наростання стає протодермою. Вона складається з щільно зімкнених між собою клітин. Із протодерми формується первинна покривна тканина — епідерма. Під протодермою залягає основна меристема. Її клітини порівняно великі, паренхімного типу, здатні ділитися у різних напрямках. У результаті поділу їх утворюються також паренхімні клітини (*рис. 20*).

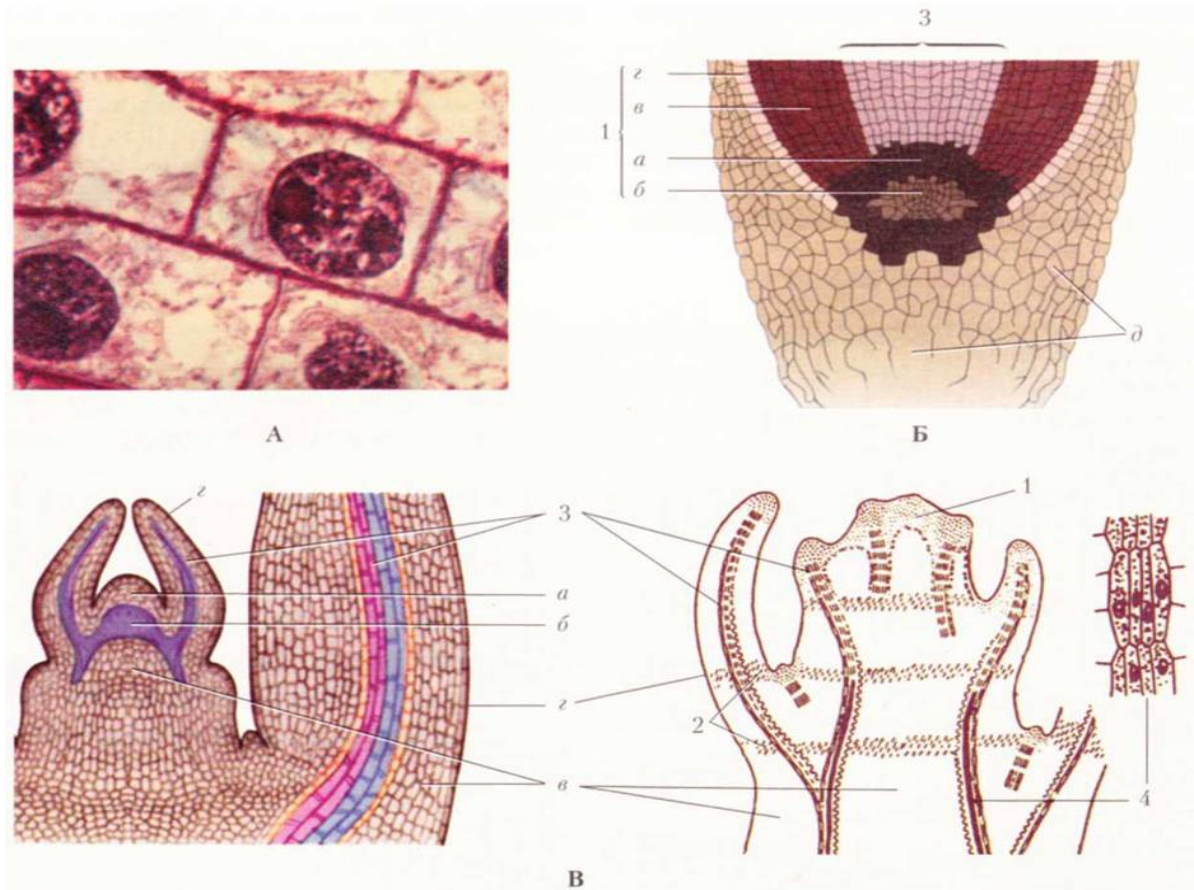


Рис. 20. Меристеми:

A – меристематичні клітини; *B* – кінчик кореня; *B* – верхівка пагона;
1 – верхівкові меристеми; *2* – вставні меристеми; *3, 4* – бічні меристеми; *3* – прокамбій; *4* – камбій

Серед основної меристеми диференціюється прокамбій, або десмоген. Прокамбій диференціюється у двох напрямках — вгору і вниз, а поділ клітин відбувається в кількох напрямках. У результаті цього утворюється тяж, який відрізняється від навколишньої меристеми меншими поперечними і більшими поздовжніми розмірами клітин. Поперечні стінки їх стають похилими, і клітини у прокамбіальному тяжі набувають прозенхімої форми: їхні кінці стають однобічно або двобічно загостреними. Деякі клітини видовжуються ще й з допомогою ковзного росту. Потім клітини прокамбію диференціюються у постійні тканини провідної та механічної систем. У цьому тяжі можуть утворюватися гістологічні елементи обох систем або однієї з них [4].

Хід роботи:

1. Ознайомитися із загальними рисами мікроскопічної будови верхівки стебла елодеї та з характерними ознаками меристеми конуса наростання.

При малому збільшенні в центральній частині розрізу бруньки знаходять видовжений конус наростання з округлою вершиною. Над конусом наростання видно ніби арку, утворену листками, що беруть початок від основи верхівкової бруньки.

Прослідковують виникнення цих листків: поступово рухаючи препарат відмічають, що на деякій відстані від вершини на поверхні конуса наростання появляються горбики - це зачатки листків. По напрямку вниз горбики збільшуються, витягуються до верху і, зрештою, перетворюються в листки, що закривають собою конус наростання. Над основою (в пазухах деяких листків) є ще по одному горбику, які в подальшому розвинуться в пазушні бруньки, котрі можуть дати початок боковому пагону.

Сам конус наростання розглядають при великому збільшенні. В полі зору відразу постають великі темноокрашені ядра, розміщені в центрі клітин (*рис. 21*).

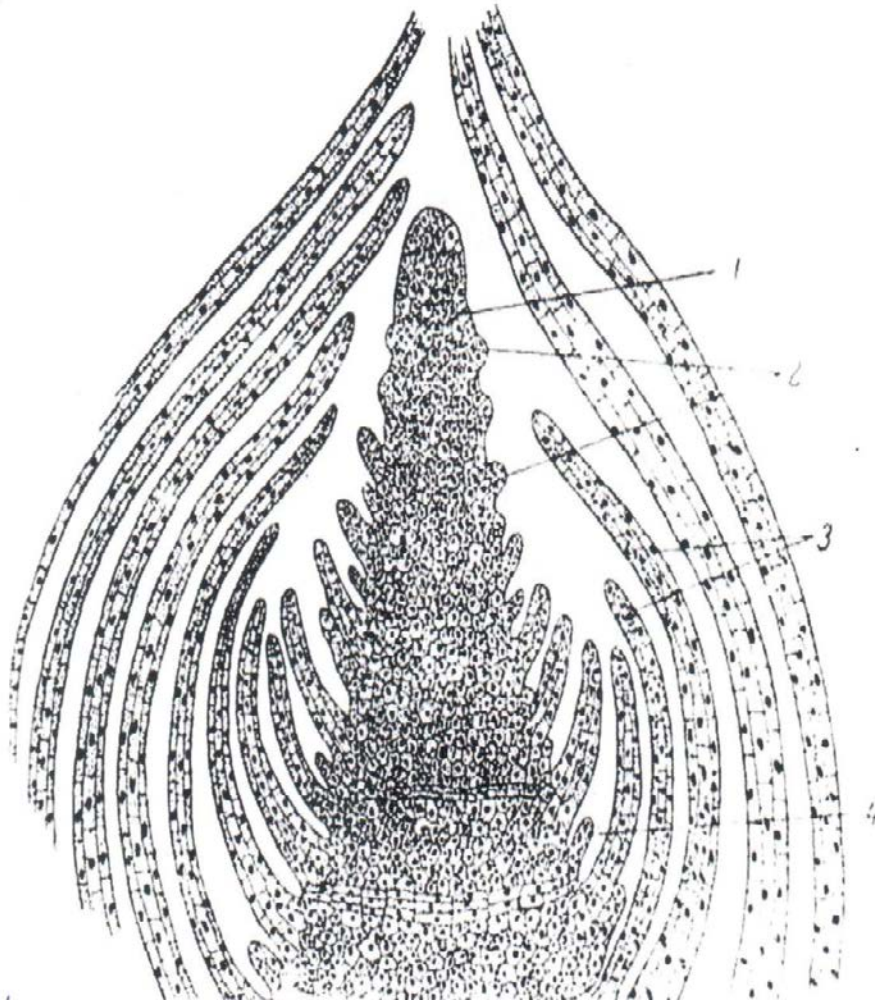


Рис. 21. Конус наростання (поздовжній розріз:
1 – конус наростання, 2 – первинні горбочки, 3 – молоді листочки, 4 – вторинні горбочки

2. Розглянути та замалювати фази мітозу в кінчиках кореня цибулі.

На готовому препараті при великому збільшенні мікроскопа знаходять клітини кінчика кореня цибулі в стані спокою (інтерфаза) і у всіх фазах фаза, метафаза, анафаза, телофаза) і замальовують їх.

- В інтерфазі клітини мають відносно великі ядра з добре помітними ядерцями. В профазі в ядрах клітин появляються добре помітні інтенсивно окрашені хромосоми, які поступово укорочуються і потовщуються. Іноді помітно початок поздовжнього розщеплювання хромосом ;
- Для метафази характерне розміщення хромосом в екваторіальній площині клітини. Добре видно ахроматинове веретено. Тут же вони і розщеплюються на двоє;
- В анафазі розщеплені хромосоми розходяться до полюсів клітини;
- В телофазі біля кожного полюса спостерігається розтягування і набухання хромосом. Появляються 2 ядерні оболонки і хромосоми поступово стають непомітними до початку нового процесу мітозу.

Зображують побачене на постійних препаратах на малюнках (рис. 22).

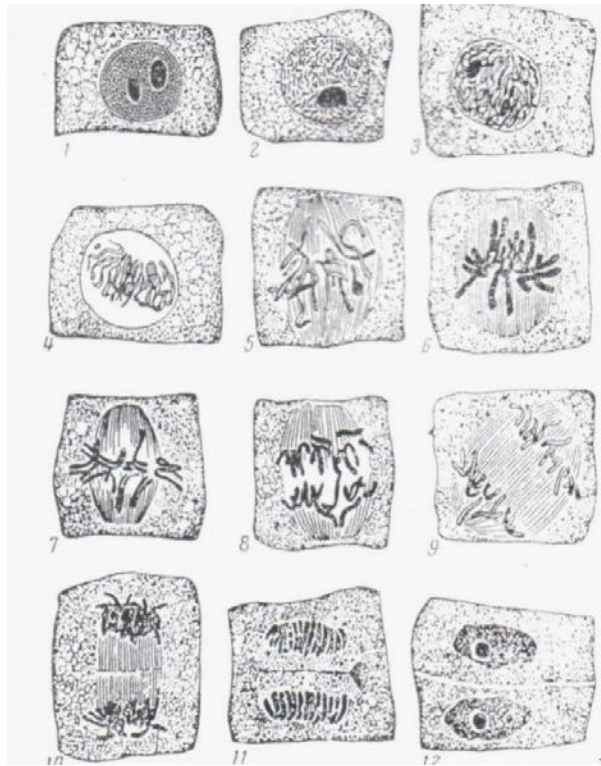


Рис. 22. Каріокінетичний поділ клітин (мітоз) у кінчику кореня цибулі:

1 – 4 – послідовність формування хромосом під час їх розщеплення (профаза), 5 – 6 – метафаза, 7 – 9 – анафаза; 10 – 11 – телофаза, 12 – утворення дочірніх клітин з ядрами

Питання для самоконтролю і розвитку мислення:

1. Що являють собою меристеми?
2. Охарактеризуйте структуру клітин меристем.
3. Які характерні ознаки ініціальних клітин меристем? Скільки ініціалів характерно для верхівки стебла вищих спорових рослин, голонасінних, квіткових?
4. Дайте класифікацію меристем за походженням.
5. Які Ви знаєте меристеми за розміщенням у тілі рослини?
6. Що являють собою апікальні меристеми?
7. З чого утворюються прокамбій та перицикл? Які функції вказаних меристем?
8. Для яких рослин характерне утворення камбію?
9. У яких рослин формується фелоген і яку тканину він продукує?
10. Що являє собою меристематичний комплекс кореня і які структури формує кожна складова цього комплексу?

Матеріали та обладнання:

1. Твірні тканини (меристеми), класифікація меристем – таблиці.
2. Мікроскопи, препарувальні голки, пінцети, предметні і накривні скельця.
3. Роздатковий матеріал: верхівка стебла елодеї; мікропрепарати – точка росту стебла елодеї, фази мітозу в кінчиках коренів цибулі.

Література:

1. Брайон О.В., Чикаленко В.Г. Анатомія рослин. – К.: Вища школа, 1992. – С. 85-90.
2. Красільнікова Л.О., Садовниченко Ю.О. Анатомія рослин. – Харків: Колорит, 2004. – С.88-91.
3. Потульницький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О. Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин. – К.: Вища школа, 1971. – С. 58-56.
4. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995. – С.77-82.

Лабораторна робота №6

Тема: *Покривні тканини.*

Мета: *Вивчити особливості будови та функції первинної, вторинної та третинної покривних тканин рослин.*

Теоретичні питання:

1. Будова та функції епідерми.
2. Механізм відкривання та закривання продихів.
3. Формування перидерми.
4. Утворення та функціонування кірки.

Завдання:

1. Розглянути та замалювати епідерму в листках півників (*Iris germanica*).
2. Виготовити препарати епідермальних виростків (трихом) бульб картоплі, листків яблуні, обліпихи сріблястої, дивини звичайної.
3. Розглянути неозброєним оком сочевички гілок бузини, берези, вишні, бульб картоплі.
4. Виготовити препарат перидерми стебла бузини. Замалювати.
5. Розглянути неозброєним оком кірку дуба. Замалювати.

Основні відомості

Головне призначення покривних тканин — охорона рослини від висихання та інших несприятливих факторів навколишнього середовища. Одночасно вони забезпечують газообмін із середовищем. Особливе значення покривні тканини мають для наземних органів — листків, квіток, плодів, пагонів тощо [2].

Серед покривних тканин виділяють три групи: група зовнішніх тканин з переважанням функцій регуляції газообміну, транспірації та механічного захисту (власне покривні тканини — шкірочка (епідерма), корок (перидерма), кірка); група зовнішніх тканин з переважанням функції поглинання (епіблема коренів, веламен); група внутрішніх тканин з переважанням функцій розмежування та регуляції проходження речовин (ендодерма, екзодерма, клітини обкладки судинних пучків).

Залежно від походження розрізняють три типи тканин: *шкірочку, корок і кірку*. Кожен з цих типів має свої фізіологічні властивості.

Шкірочка. Стебла, листки, частини квітки, плоди і корені (в початковий період росту) вкриті первинною покривною тканиною — шкірочкою. На коренях її називають епіблемою (грец. *epiblema* — покриття), а на інших органах рослини — епідермісом або епідермою (грец. *epi* — на, над, поверх та *derma* — шкіра).

Епідерма. Первинна зовнішня покривна тканина вищих рослин утворена з протодерми, вкриває листки, частини квіток, деякі плоди, а також пагони багатьох трав'янистих рослин. Певний час молоді пагони деревних і чагарникових рослин теж вкриває епідерма.

Найчастіше епідерма складається з одного шару живих, щільно зімкнених клітин і захищає надземні органи від випаровування та зовнішніх ушкоджень. Багаторядна епідерма зустрічається в дуже небагатьох видів (наприклад, у плоскухи). Хлоропластів у цих клітинах мало, тому вони фотосинтетично малоактивні. Стінки клітини звичайно звивисті, що сприяє міцнішому з'єднанню їх між собою. Товщина стінок неоднакова — зовнішні, котрі межують з навколишнім середовищем, товстіші за інші стінки, вони вкриті шаром жироподібної речовини *кутину*, що утворює своєрідну плівку, яку називають кутикулою (лат. *cuticula* — шкірка). Вона забезпечує малу проникність для парів води та газів. У рослин, які ростуть в умовах жаркого клімату, кутикула товстіша, ніж у рослин, які ростуть в умовах вологого клімату. В занурених у воду рослин кутикула відсутня.

Крім кутину, клітини епідерми деяких рослин виробляють віск, який виступає над кутикулою, і сприймається візуально як синювато-сіруватий наліт, що вкриває плоди (наприклад, винограду, сливи) або листків (зокрема, гвоздик, багатьох злаків тощо). У хвощів, осокових, злаків у стінках епідерми стебел і листків відкладається кремнезем, у деяких інших рослин — вуглекислий кальцій, оксалат кальцію.

За своїми властивостями, будовою і виконуваними функціями епідерма належить до поліфункціональних тканин. Вона відіграє захисну роль у синтезі різноманітних речовин, у рухах

листіків. Одночасно епідерма належить до категорії складних тканин, оскільки до її складу входять три групи клітин, які різняться за морфологічними та анатомічними показниками. Такими клітинами є: *основні клітини епідерми*; *клітини-замикачі* і *побічні клітини продихів*; *трихоми* (похідні епідермальних клітин у вигляді виростів або волосків) [2].

Основні клітини епідерми живі, містять ядро, густу цитоплазму і дрібні лейкопласти. В міру росту клітин у них утворюються вакуолі, нерідко з розчиненим у клітинному соці пігментом антоціаном, який обумовлює червоне забарвлення листків і стебел.

Продихи. В епідермі є особливі утворення для газообміну і транспірації — *продихові апарати*, або продихи, котрі забезпечують газообмін між внутрішніми тканинами і зовнішнім середовищем.

Продихи складаються з двох *замикаючих клітин* бобоподібної форми міжклітинника між ними — *продихової щілини*. Замикаючі клітини містять хлоропласти та мітохондрії. Їхня стінка з боку клітин набагато тонша, ніж з боку щілини. Замикаючі клітини продиху міцно з'єднані між собою тільки кінцями, середні ж частини утворюють продихову щілину (*рис. 23*), розміри якої контролювано змінюються і регулюють тим самим інтенсивність газообміну і транспірації відповідного органа. Оболонки замикаючих клітин потовщені нерівномірно: стінки, які утворюють овальну продихову щілину, товстіші за протилежні (зовнішні).

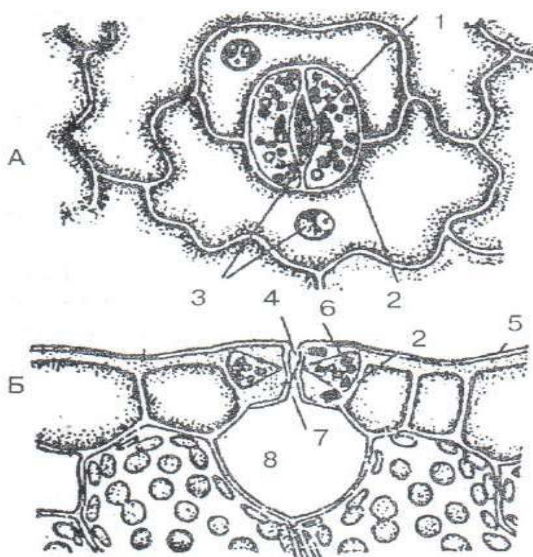


Рис. 23. Будова продиху:

А – в плані; Б – на поперечному розрізі: 1 – продихова щілина; 2 – зовнішня тонкостінна оболонка замикаючої щілини продиху; 3 – ядро клітини; 4 – передній дворик; 5 – хлоропласти; 6 – кутикула; 7 – задній дворик; 8 – міжклітинна повітряна порожнина

Клітини епідерми, які межують із замикаючими клітинами, часто мають відмінну від інших форму, ніж решта. Такі клітини називають *побічними*. Продихові апарати можуть бути розташовані на обох боках листкової пластинки, причому в наземних рослин переважно на нижньому її боці, а у водяних рослин — лише на верхньому боці плаваючих листків.

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

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

Трихоми. Захисна функція епідерми посилюється завдяки виростам її клітин. Такі вирости є волосками різноманітної будови, їх називають *трихомами* (грец. trichos— волосина та oma— пухлина), які мають вигляд видовжених загострених клітин, сосочків, горбочків, гачків, лусочок.

Розрізняють *одноклітинні* волоски (не відокремлюються перегородкою від клітин шкірки, з яких вони утворились) та *багатоклітинні*. Останні бувають різноманітної форми: однорядні

(картопля), кущисті (платан, диня), лускоподібні та зірчастолускоподібні, масивні, які складаються з кількох ніби ниткоподібних багатоклітинних волосків (деякі губоцвіті, бегонії). Іноді з верхньої клітини багатоклітинних волосків виділяються специфічні речовини. В цьому випадку трихоми називають *залозистими*. Бувають також *жалкі волоски* (кропива) [2].

Від трихом, що виникають тільки з епідермальних клітин, відрізняють *емергенці* (*шипши*), які зустрічаються на поверхні пагонів, черешках і жилках листків та інших органах рослин. У деяких рослин (малина, ожина, шипшина тощо) вони складаються із сукупності клітин, оформлених у тверді загострені структури, які легко здираються з поверхні відповідних органів. Емергенці утворюються внаслідок поділу та зростання клітин не лише епідерми, а й паренхімних клітин, які лежать під шкіркою.

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

Корок. Клітини епідерми внаслідок росту стебла в товщину деформуються і відмирають. На цей час утворюється вторинна покривна тканина — перидерма, або корок, характерна для багаторічних надземних органів рослин.

Утворення корку пов'язане з діяльністю вторинної меристеми — *коркового камбію* (*фелогену*), що виникає з субепідермальних клітин або клітин, що лежать глибше, а іноді з клітин епідерми. Клітини коркового камбію діляться тангенціально (перегородками, паралельними поверхні стебла) і диференціюються у відцентрованому напрямі у *корок* (*фелему*), а в доцентровому — у шар живих паренхімних клітин (*фелодерму*). Комплекс, який складається з трьох тканин — фелогену, фелеми і фелодерми, — називають *перидермою*.

Захисну функцію виконує лише корок. Він складається з правильних радіальних рядів щільно закріплених клітин, на стінках яких відкладається суберин. У результаті опробковіння стінок вміст клітин відмирає. Для транспірації і газообміну у корку є особливі утворення — *сочевички*, виповнені округлими клітинами, між якими розташовані великі міжклітинники. Тканина, що заповнює сочевичку, утворюється ще до появи суцільного шару коркового камбію в результаті поділу паренхімних клітин, які лежать під продиховим апаратом.

Кірка (ритидом). Утворюється у дерев і кущів на зміну корку, який під натиском стебла, що розростається у товщину, через 2-3 роки розривається. У тканинах кори, що лежать глибше, закладаються нові ділянки коркового камбію, з яких утворюються нові шари корка. Внаслідок цього зовнішні тканини ізолюються від центральної частини стебла, деформуються і відмирають. На поверхні стебла утворюється комплекс мертвих тканин, який складається з кількох шарів корка і відмерлих ділянок кори. Зовнішні шари кірки поступово руйнуються.

У яблуні кірка виникає в шести-, восьмирічному віці, в сосни — у восьми-десятирічному, а у дуба — в 25-30, в граба — в 50 років.

Хід роботи:

1. Розглянути та замалювати епідерму в листках півників.

Для розгляду користуються постійним препаратом поперечного розрізу листка ірису.

При великому збільшенні видно, що серед відносно великих клітин епідерми розміщені заглиблення з двома маленькими яйцеподібними клітинами, що направлені гострими кінцями одна до одної. Під ними завжди знаходиться велика повітряна порожнина. Щілина поміж двома замикаючими клітинами і є продих. На поперечному розрізі добре видно, що зовнішня і внутрішня стінки замикаючих клітин, що утворюють в сторону щілини гострий кут, сильно потовщені біля цього кута. Це потовщення поступово зменшується в сторону клітин епідерми. При збільшенні тургору тонка частина оболонки розтягується, потовщені частини розтягнутись не можуть, але кут між ними стає тупим; при цьому замикаючі клітини (в поперечному розрізі) стають округлішими, і між ними утворюється проміжок - щілина продиху (*рис. 24*).

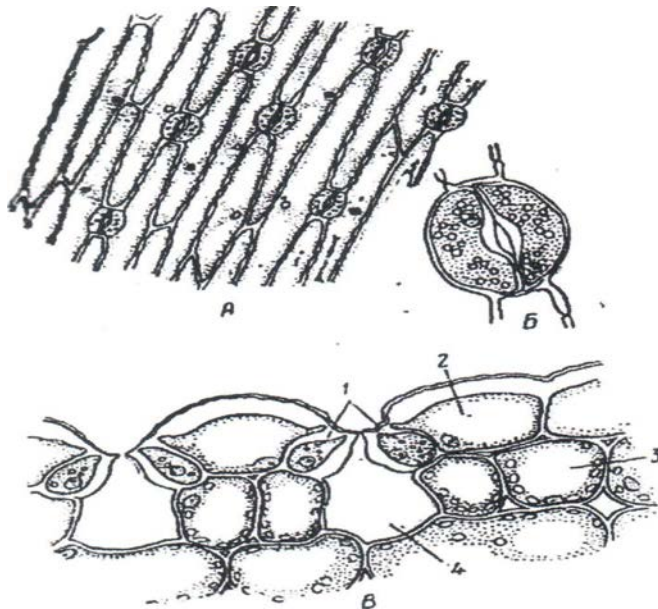


Рис. 24. Епідерма листка ірису (*Iris germanica*):

А – вигляд зверху, Б – один з продохів; В – продох в поперечному розрізі; 1 – замикаючі клітини; 2 – клітини епідерми; 3 – клітини основної паренхіми; 4 – повітряна порожнина (Збільшено)

2. Виготовити препарати епідермальних виростків (трихом) бульб картоплі, листків яблуні, обліпихи сріблястої, дивини звичайної.

Клітини епідерми утворюють зовнішні вирости різноманітної форми і розмірів, які можуть мати форму сосочків, гачочків, горбочків, лусочок, волосків (рис. 25).

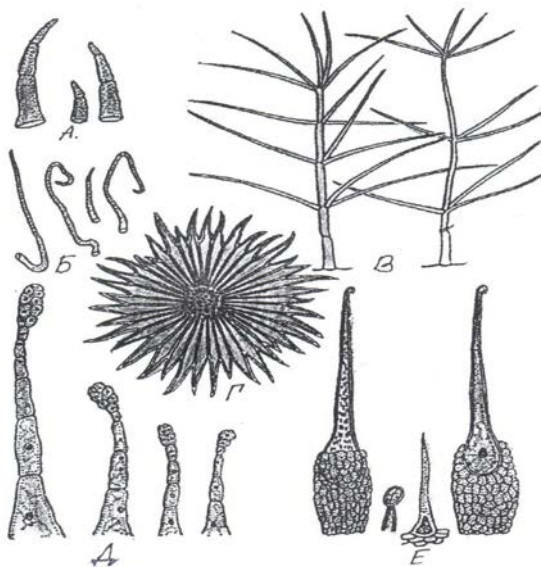


Рис. 25. Епідермальні вирости:

А – картоплі (*Solanum tuberosum*); Б – яблуні (*Malus domestica*); В – коров'яка (*Verbascum thapsus*); Г – обліпихи (*Elalagnus*); Д – тютюну (*Nicotiana*); Е – кропиви (*Urtica dioica*)

Покривні трихоми бувають одноклітинними та багатоклітинними, простими лінійними або зірчастими. Прості волоски бувають на епідермі багатьох рослин. Вони найчастіше відокремлені від клітин епідерми поперечною перегородкою. Клітина волоска залишається живою недовго, потім відмирає, а її порожнина заповнюється повітрям. Волоски утворюють повстистий покрив на листках, стеблах. У деяких рослин волоски утворюються на покривах насіння (у бавовнику, тополі). Багатоклітинні розгалужені волоски властиві багатьом рослинам (дивині, яблуні, канатнику). Вони захищають рослину від надмірного випаровування.

3. Розглянути неозброєним оком сочевички гілок бузини, берези, вишні, бульб картоплі (рис. 26).

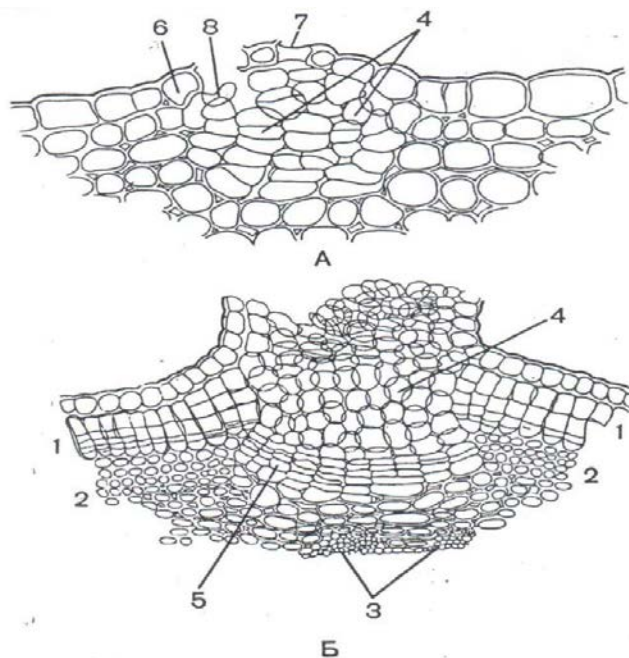


Рис. 26. Сочевички на поперечному перерізі стебла бузини:

А – Рання стадія; Б – Цілком розвинена сочевичка: 1 – коркова тканина; 2 – первинна кора; 3 – механічні волокна в первинній корі; 4 – виповнююча тканина сочевички з міжклітинниками; 5 – фелоген; 6 – епідерміс; 7 – продих; 8 – місце розриву епідермісу

4. Виготовити препарат перидерми стебла бузини. Замалювати.

На препараті з зовнішньої сторони видно напівзруйновані плоскі клітини епідерми. За ними розміщені правильні ряди вторинної покривної тканини - корка або фелеми, з грубими оболонками і без протопласту. Під корком знаходиться шар вузьких тонкостінних клітин з густим вмістом – це фелоген або корковий камбій - вторинна меристема, від діяльності якого і виникли клітини корка. Всередину стебла від фелогену лежить фелодерма – паренхімна тканина. Розміщення її клітин співпадає з клітинами фелогену, що лежить над ним, від яких вона відділилась.

Корк, фелоген і фелодерму в сукупності називають перидермою (рис. 27).

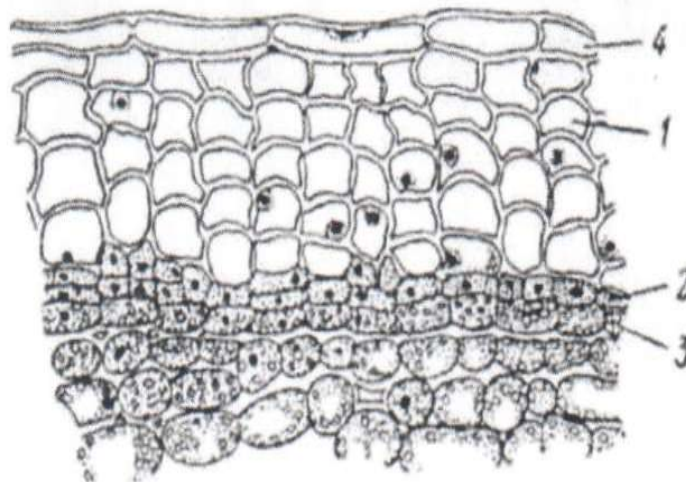


Рис. 27. Вторинна покривна тканина:

Перидерма бузини: - 1 – корк; 2 – фелоген; 3 – фелодерма; 4 – залишки епідерми (Збільшено)

5. Розглянути неозброєним оком кірку дуба. Замалювати.

Будову кірки дуба розглядають зробивши тонкий поперечний зріз гілки дуба, видержаний в суміші спирту з гліцериним. Шари кірки на зрізі легко впізнати по характерному розміщенню клітин правильними радіальними рядами. Між шарами кірки розміщені ділянки відмерлих і потемнілих тканин - головним чином основної паренхіми; в глибоких шарах кірки зустрічаються ділянки механічної тканини і провідних елементів лубу (рис. 28).



Рис. 28. Кірка дуба

Т.ч. кірка, що вкриває стовбур старого дерева представлена комплексом тканин. На стовбурі дерев окрім зовнішнього шару перидерми, виникає новий шар фелогену в глибше розміщених живих тканинах. Цей фелоген також відкладає назовні шари кірки й ізолює т.ч. живі тканини, що виявились над ним, котрі внаслідок цього відмирають. Після цього утворюються нові шари перидерми, які розміщені ще глибше, в результаті формується кірка, що являє собою шари корка й інших відмерлих тканин, що чергуються між собою. Зовнішні шари кірки поступово відмирають і злущуються.

Питання для самоконтролю та розвитку мислення.

1. Для яких рослин характерна епідерма і що вона собою являє?
2. Поясніть механізм відкривання і закривання продохів епідерми.
3. Як формується перидерма? З яких шарів складається ця тканина?
4. У результаті яких процесів у дерев формується кірка або ритидом?
5. Що являють собою і яку функцію виконують сочевички і трихоми?

Матеріали та обладнання:

Мікроскопи, пінцети, скальпелі, препарувальні голки; роздатковий матеріал: гілки бузини, берези, вишні, бульби картоплі, листки обліпихи, яблуні, дивини, кропиви; постійний препарат поперечного зрізу листка ірису (*Iris germanica*).

Література:

1. Васильев А.В., Воронин Н.С., Еленевский А.Т. и др. Ботаника: Морфология и анатомия растений. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 1998. – С. 104-113.
2. Нечитайло В.А., Кучерява Л.Ф. Ботаника. Вищі рослини. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – С. 29-31.
3. Проценко Д.Ф., Брайон О.В. Анатомія рослин. – К.: Вища школа, 1981. – С. 106-121.
4. Потульницький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О. Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин. – К.: «Вища школа», 1971. – С. 66-78.

Лабораторна робота №7

Тема: *Механічні тканини. Основна паренхіма.*

Мета: *Ознайомитись із будовою, розміщенням у тілі рослини та функціями механічних та основних тканин.*

Теоретичні питання:

1. Розміщення механічних тканин у тілі рослин.
2. Функції механічних тканин.
3. Особливості будови клітин механічних тканин.
4. Коленхіма: утворення, будова, функції.
5. Луб'яна склеренхіма: особливості будови, формування, розміщення.
6. Склереїди, як особливий вид механічних тканин.
7. Використання механічних тканин, луб'яних волокон, лібриформу в практичній діяльності людини.
8. Основні риси будови основної паренхіми.

Завдання:

1. Виготовити препарат поперечного зрізу черешка листка буряка. Розглянути і замалювати кутову коленхіму.
2. Виготовити препарат поздовжнього і поперечного зрізу стебла герані. Розглянути клітини склеренхіми, замалювати.
3. Виготовити препарат із м'якоті плода груші. Розглянути склереїди та замалювати.
4. Розглянути на постійному препараті та замалювати основну паренхіму в стеблі рдесника плаваючого та запасуючу паренхіму бульби картоплі.

Основні відомості

Проростки та молоді трав'янисті рослини підтримують вертикальне положення завдяки тургору (лат. *turgor* – наповнююся) - внутрішньоклітинному напруженню, зумовленому тиском вмісту клітин. У старіших рослин диференціюються механічні тканини, які надають їм міцності. Іноді ці тканини називають опорними чи навіть арматурними [3].

Сукупність механічних тканин є каркасом, який підтримує всі органи рослини, протидіє зламу і розриву. Ці тканини складаються з клітин із товстими стінками, часто (але не завжди) здерев'янілі. У багатьох випадках це — мертві клітини.

За формою механічні тканини бувають *прозенхімного* (в основному в осьових органах) та *паренхімного* (в листках і плодах) типу. Клітини цих тканин відносно великі з дуже потовщеними і міцними оболонками, щільно з'єднуються одна з одною, в них мало пор.

Залежно від форми клітин, хімічного складу клітинних стінок і способу їхнього потовщення механічні тканини поділяють на три групи: *коленхіму, склеренхіму, склереїди*.

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

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

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

За характером потовщення стінок розрізняють такі типи коленхіми: *кутову, пластинчасту та пухку*.

Якщо потовщення розташовані у кутах, то коленхіму називають *кутовою*, якщо потовщуються дві протилежні стінки, а дві інші залишаються тонкими, коленхіму називають *пластинчастою* (*рис. 29*). Стінки клітин коленхіми здатні розтягуватися завдяки наявності тонких ділянок, тому вона є опорою молодих ростучих органів. Коленхіма характерна для дводольних рослин.

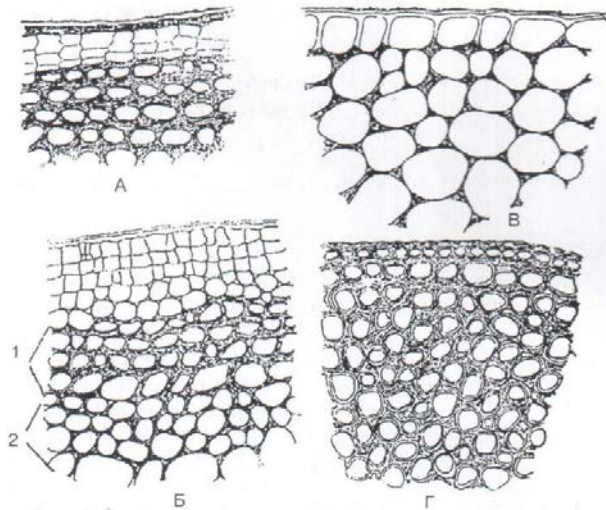


Рис. 29. Типи коленхіми:

А – пластинчаста в корі дуба (*Quercus robur*); Б – пластинчаста (1); і кутова (2) у стеблі баклажана (*Solanum melongena*);
 В – кутова в черешку листка бегонії (*Begonia rex*);
 Г – пухка в черешку листка лопуха (*Arctium* sp.)

Склеренхіма складається з прозенхімних клітин з рівномірно потовщеними стінками. Живі лише молоді клітини. З віком вміст їх відмирає. Після того, як сформуються клітини склеренхіми, їхня цитоплазма відмирає, і клітинна порожнина заповнюється повітрям. Це дуже поширена механічна тканина вегетативних органів наземних рослин. На відміну від коленхіми, вторинні оболонки її клітин потовщені та здебільшого здерев'янілі (лігніфіковані). За міцністю на розрив волокна склеренхіми близькі до сталі. Звичайно вона розташовується глибше від коленхіми, серед паренхімних клітин або біля провідних пучків [3].

Розрізняють два основних види склеренхіми луб'яні та деревні волокна. Волокна мають форму прозенхімних клітин із загостреними кінцями, товсті оболонки і вузьку клітинну порожнину. Такі волокнисті елементи зустрічаються в різних ділянках осьової частини стебла і кореня, в тканинах листків і плодів.

За хімічним складом стінки клітини розрізняють два види *склеренхімних волокон*: *волокна лубу* — стінка целюлозна або трохи здерев'яніла, *волокна деревини (лібриформ)* — стінка завжди здерев'яніла.

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

До склеренхіми волокнистого типу належать також *луб'яні (флоемні) волокна*, які поділяються на *первинні і вторинні*. Початок первинним луб'яним волокнам дає протофлоема, що формується в тих частинах рослин, які не продовжують інтенсивно рости.

Оскільки ці волокна зосереджуються на периферії флоемної зони стебла багатьох дводольних, їх ще називають периферійними волокнами.

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

Ще одним різновидом склеренхіми є *волокна деревини (лібриформ) (рис. 30)* — механічна тканина вторинної деревини, що утворюється з камбію. Клітини лібриформу прозенхімні, загострені на кінцях, їхні оболонки завжди здерев'янілі, пори щілиноподібні. Лібриформ дуже поширений у вищих рослин.

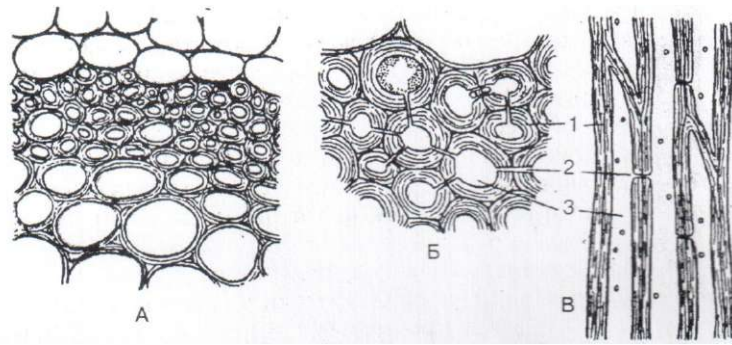


Рис. 30. Волокна деревини стебла герані:

А, Б – поперечний розріз при малому (А) та великому (Б) збільшенні;
В – поздовжній розріз: 1 – стінка клітини; 2 – проста пора; 3 – порожнина клітини

Склерейди являють собою мертві паренхімні клітини з рівномірно потовщеними здерев'янілими стінками. Вони бувають у плодах (*кам'янисті клітини*), листках (*опорні клітини*) та інших органах (*рис. 31*).

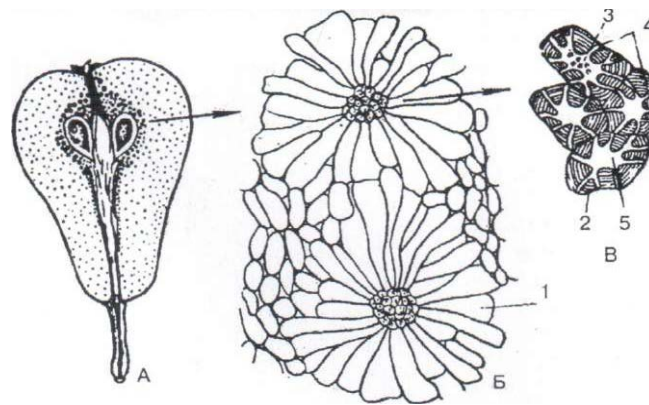


Рис. 31. Склерейди плоду груші:

А – поздовжній розріз плоду груші (*Pyrus sp.*); Б- групи склерейд серед клітин паренхіми (1); В – склерейди; 2 – стінка клітини; 3 – проста пора в плані; 4 – проста пора в розрізі; 5 – порожнина клітини

Склерейди, або кам'янисті клітини, також виконують механічну функцію. Вони утворюються з паренхімних клітин лубу, в яких відбувається склерифікація. Остання полягає в тому, що стінки клітини дуже потовщуються і дерев'яніють, а живий вміст відмирає. Кам'янисті клітини можуть бути круглими, багатокутними, циліндричними, розгалуженими. Ці клітини є в різних частинах тіла рослини, але більше їх можна виявити в корі, стеблах, листках і плодах, де вони зустрічаються поодинокі або у вигляді скупчень з кількох клітин. Звичайно кам'янисті клітини трапляються групами серед тонкостінних клітин. Їх можна бачити в м'якуші плодів айви, груші, горобини, в кісточках слив, вишень, абрикоса. Часто кам'янисті клітини відіграють не лише механічну, а й захисну роль [3].

Опорні клітини відрізняються від кам'янистих химерною формою. Вони відіграють роль своєрідної арматури в листках чаю, камелії, маслини, в стеблах водяних рослин.

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

Основні тканини

У процесі росту зародка його клітини поступово змінюються. Припиняється їхній поділ і вони диференціюються, тобто набувають будови, котра більшою мірою відповідає тій функції, яку виконує та чи інша група клітин. Більшість клітин у всіх трьох вимірах мають приблизно однакові

розміри, в них містяться цитоплазма, ядро та інші органоїди, вакуолі. Їхня целюлозна стінка здебільшого тонка, з невеликими порами, лише в деяких випадках вона потовщується і дерев'яніє. Між клітинами формуються міжклітинники різних розмірів. Такі клітини утворюють *основну паренхімну тканину*.

Під цією назвою об'єднують тканини, які є основною масою різних органів рослин. Їх називають також *виповнюючими, основною паренхімою*, або просто *паренхімою*. Основна тканина складається з живих паренхімних клітин з тонкими стінками. Між клітинами розташовані *міжклітинники*. Паренхімні клітини виконують різні функції — фотосинтез, зберігання запасних продуктів, поглинання речовин тощо.

Залежно від функції, яку виконують клітини паренхіми, останню поділяють на п'ять різновидностей — *асиміляційну, основну (типову), запасуючу, повітроносну, поглинальну (рис. 32)*.

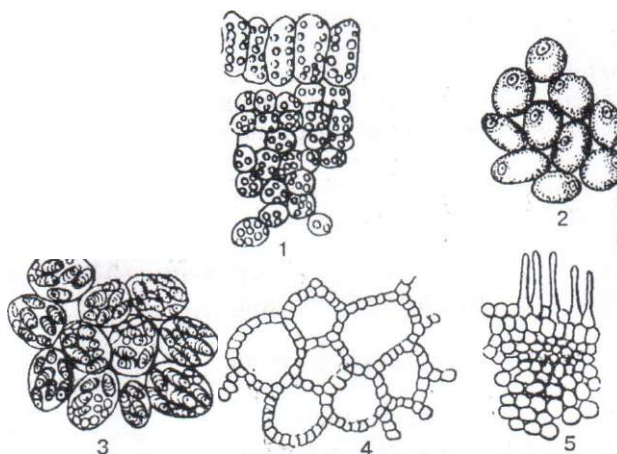


Рис. 32. Будова клітин різних основних тканин:

1 – асиміляційної паренхіми; 2 – основної (типової) паренхіми; 3 – запасуючої паренхіми; 4 – повітроносної паренхіми (аеренхіми); 5 – поглинаючої паренхіми

Асиміляційна, або хлорофілоносна паренхіма (хлоренхіма) розташована в листках і корі молодих стебел близько від поверхні цих органів, куди проникає сонячне проміння. Клітини асиміляційної паренхіми містять хлоропласти, в них відбувається фотосинтез. У деяких рослин (мохи, папороті, копитняк) хлорофілоносні клітини можуть утворюватися навіть при незначному освітленні.

Асиміляційні тканини мають першорядне значення для утворення основної маси органічних речовин у процесі фотосинтезу. Вони розташовані переважно в листках і стеблах під покривними тканинами і складаються з паренхімних тонкостінних клітин, які містять багато хлоропластів.

Ці тканини називають ще *хлорофілоносною паренхімою (хлоренхімою)*. У листках більшості рослин паренхіма поділяється на *стовпчасту (палісадну)* і *губчасту*. Перша, як правило, розміщена під верхньою епідермою листка, друга — під нижньою (*рис. 32.1, рис. 33*).

Розвиток асиміляційної тканини залежить від умов середовища, яке оточує рослину. Так, при достатньому освітленні листки мають добре виражену палісадну паренхіму; при затіненні ж вона майже не розвивається або взагалі відсутня. Це явище має важливе пристосувальне значення для рослин і пов'язане з кількістю доступної світлової енергії. Добре розвинена палісадна паренхіма характерна для світлолюбних рослин.

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

Основна паренхіма розташована глибше від поверхні органа. Її клітини, звичайно, вже не мають хлорофілових зерен. Вона фактично служить для заповнення органа та підтримання його "тіла". Тканину з таких клітин називають *основною (типовою) паренхімою*. При розрізанні, наприклад, стебла кукурудзи або соняшника вона буде помітна у вигляді білої пористої маси, що заповнює стебло (*рис. 32.2*).

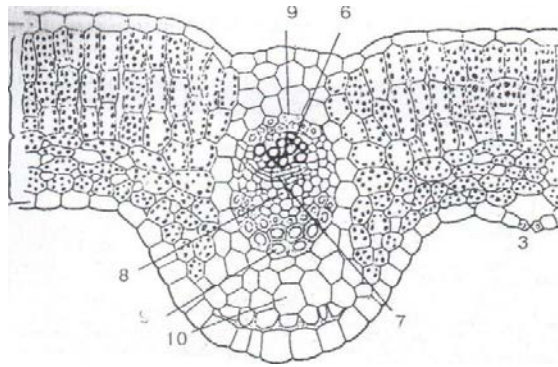


Рис. 33. Поперечний розріз через середню частину листка редьки дикої (*Raphanus raphanistrum*):

1 – верхня епідерма; 2 – нижня епідерма; 3 – продих; 4 – палисадна паренхіма; 5 – губчаста паренхіма;
6 – судини ксилеми; 7 – камбій; 8 – флоєма; 9 – склеренхіма; 10 – основна паренхіма

Запасаюча паренхіма. Якщо в клітинах основної (типової) паренхіми накопичуються поживні речовини (крохмаль, білки, інулін, олії, цукри), то тканину з них називають *запасаючою паренхімою*. Вона є в зернівках злаків, сім'янок соняшника, бульбах картоплі. Запасаюча паренхіма розташована переважно в серцевині стебла і корі кореня, а також в органах розмноження насінні, плодах, бульбах, цибулинах тощо (*рис. 32.3*).

У спеціалізованих клітинах більшості рослин відкладаються запасні речовини і зберігаються запаси води. До запасаючої паренхіми відносять тканину рослин посушливих місцевостей (кактусів, алое тощо) [3].

У багаторічних рослин запасаючі тканини зосереджені в осьових органах - стеблі, коренях та їхніх видозмінах, у серцевині і серцевинних променях, паренхімі деревини, живій паренхімі кори.

Водонесна тканина (гідропаренхіма) найчастіше зустрічається в листках і буває *поверхневою* (коли міститься під епідермою) та *внутрішньою* (коли міститься в соковитих листках, як у агави, алое, або стеблах, як у кактусів і деяких молочаїв).

Повітроносна паренхіма (аеренхіма). В органах деяких рослин, занурених у воду, між паренхімними клітинами утворюються великі міжклітинники, заповнені повітрям. Це спостерігається, наприклад, у квітконіжках латаття, глечиків, у стеблах рдестів, комишу, пухівки, а також у коренях водних рослин. Таку тканину, багату на повітря, називають *повітроносною паренхімою* або *аеренхімою*. Ця тканина дуже добре виражена в підводних органах, повітряних і дихальних коренях болотних, водяних та інших рослин, які існують в умовах утрудненого газообміну. Вона має великі добре розвинені запасаючі повітроносні групи клітин з дуже великими міжклітинниками, з'єднаними між собою в одну вентиляційну сітку. Аеренхіма складається з мертвих тонкостінних клітин і системи міжклітинників, котрі сполучаються із зовнішнім середовищем крізь отвори в покривних тканинах (продихи, сочевички). Основна функція аеренхіми — вентиляційна (газообмін) (*рис. 32.4*).

Поглиналина паренхіма характерна для всмоктувальної зони кореня. Вона розташована під епіблемою — покривною тканиною молодих коренів рослин (*рис. 32.5*). Вода з розчиненими речовинами, що надійшла до поглинальної паренхіми крізь кореневі волоски шляхом осмосу, пересувається до центрального циліндра кореня, по якому потім подається у верхню частину рослин. Клітини поглинальної паренхіми живі, з целюлозними стінками. Між клітинами також є міжклітинники.

Хід роботи:

1. Виготовити препарат поперечного зрізу черешка листка буряка. Розглянути і замалювати кутову коленхіму.

На поперечному зрізі черешка буряка (*Beta vulgaris*) при розгляданні його в краплі води видно, що виступаючі ребра черешка вповнені блискучою багатоклітинною тканиною, схожою на щільну сітку, що складається з білих і темних плям, що чергуються між собою. Клітина в розрізі набуває форми неправильного ромба або 5-6-кутника з увігнутими сторонами.

Користуючись мікрогвинтом можна розглянути серединну пластинки всередині потовщень. В поздовжньому розрізі клітини куткової коленхіми мають форму витягнутих прямокутників з заповненими кутами. Замальовують побачене (рис. 36).

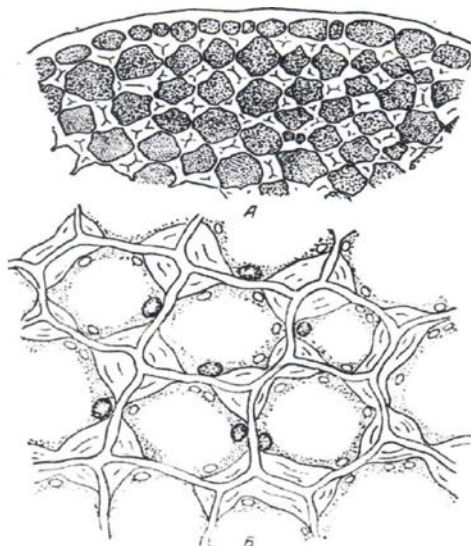


Рис. 36. Коленхіма черешка буряка (*Beta vulgaris*):
А – загальний вигляд поперечного розрізу, Б – клітини коленхіми (Збільшено)

2. Виготовити препарат поздовжнього і поперечного зрізу стебла герані, розглянути клітини склеренхіми, замальювати.

На тонкому поперечному зрізі стебла герані (*Geranium pratense*) при малому збільшенні, на деякій відстані від поверхні стебла видно жовтувате кільце щільної тканини, до якого з внутрішньої сторони прилягають овальні провідні пучки. На зрізі, обробленому флороглюцином і соляною кислотою це кільце набуває червоного забарвлення внаслідок здерев'яніння оболонок клітин.

При великому збільшенні видно неживі клітини, що щільно прилягають одна до одної. Оболонки цих клітин потовщені рівномірно з усіх сторін, місцями пронизані поровими каналами.

При повільному прокручуванні мікрогвинта можна побачити тонку, більш інтенсивно зафарбовану смужку між оболонками сусідніх клітин - це серединна пластинка (рис. 37).

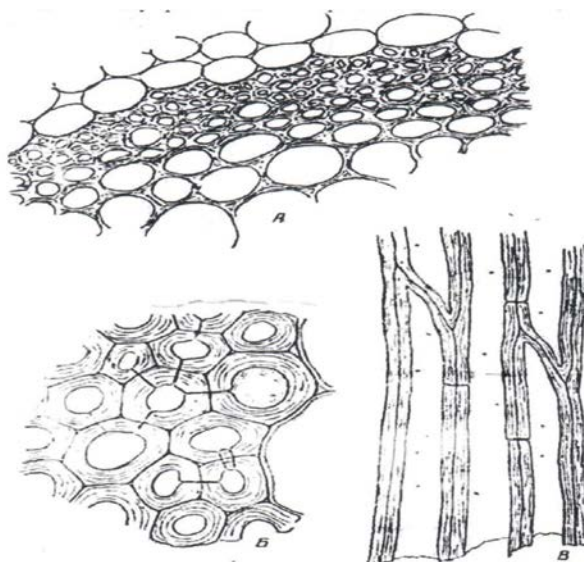


Рис. 37. Склеренхіма стебла герані (*Geranium pratense*):
А – шар склеренхіми в поперечному розрізі; Б – клітини склеренхіми в поперечному розрізі; В – клітини склеренхіми в поздовжньому перерізі (Збільшено)

Після замалювання клітин склеренхіми розрізають частину стебла герані вздовж і роблять тонкий зріз (ближче до епідерми). В поздовжньому зрізі клітини склеренхіми часто не поміщаються в полі зору мікроскопа.

3. Виготовити препарат із м'якоті плода груші. Розглянути склереїди та замалювати.

Щоб розглянути склереїди в м'якоті незрілого плода груші (*Pyrus communis*) потрібно очистити зовнішній шар плода і зробити тонкий поверхневий зріз м'якоті, обробити його флороглюцином і соляною кислотою. При малому збільшенні видно, що серед не окрашеної паренхіми розкидані щільні скупчення дрібних, червоних від дії реактивів клітин, від яких як промені розходяться тонкостінні видовжені клітини м'якоті плода.

Після цього розглядають склереїди на великому збільшенні (рис. 38).

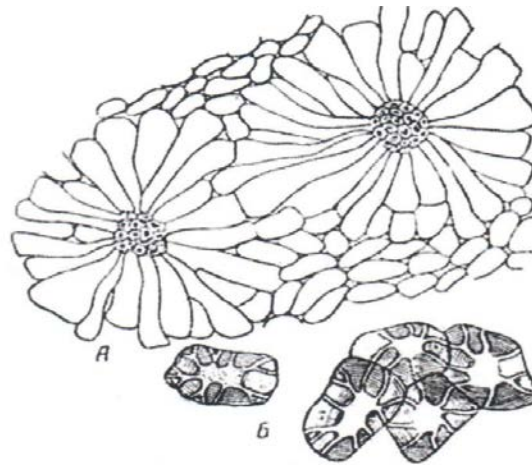


Рис. 38. Кам'яністі клітини плода груші (*Pyrus communis*):

А – групи кам'янистих клітин з прилеглою паренхімою (Збільшення невелике); Б – окремі клітини при великому збільшенні

4. Розглянути на постійному препараті та замалювати основну паренхіму в стеблі рдесника плаваючого та запасуючу паренхіму бульби картоплі (рис. 39).

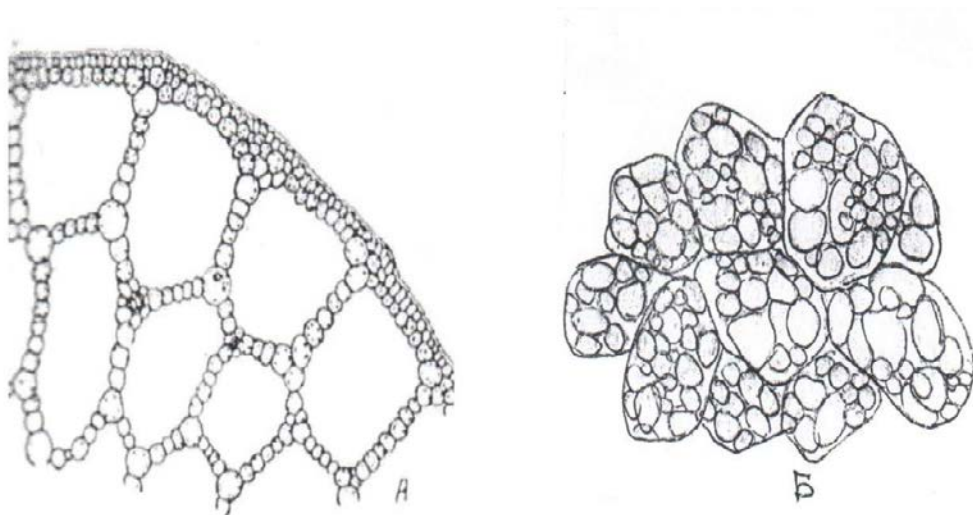


Рис. 39. Основні тканини:

А – аеренхіма стебла рдесника плаваючого (*Pontederiacae natans*) (Збільшено);
Б – запасуюча паренхіма бульби картоплі (*Solanum tuberosum*)

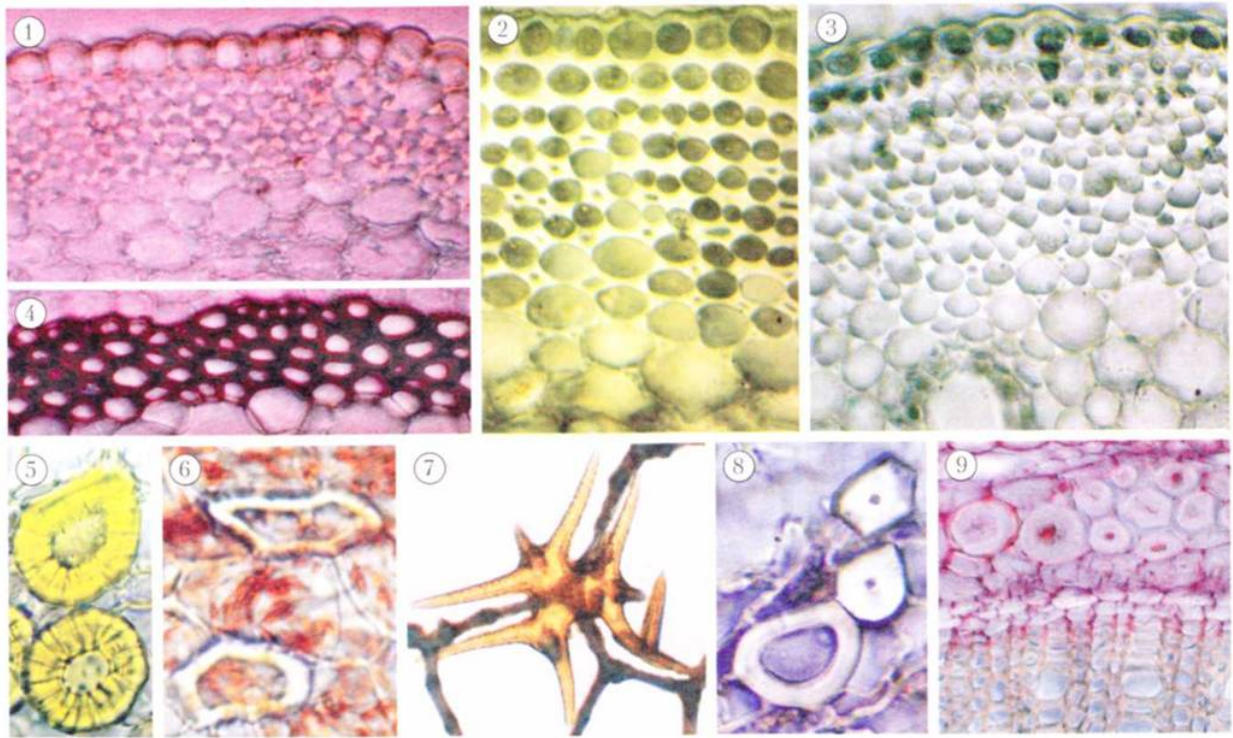


Рис. 34. Механічні тканини:

1 – 3 коленхіма: кутова (1), пластинчато-пухка (2), кутово-пухка (3); 4 – пери циклічна склеренхіма; 5 – 6 – брахіосклерейди; 7 – астросклерейди; 8 – 9 - луб'яні волокна

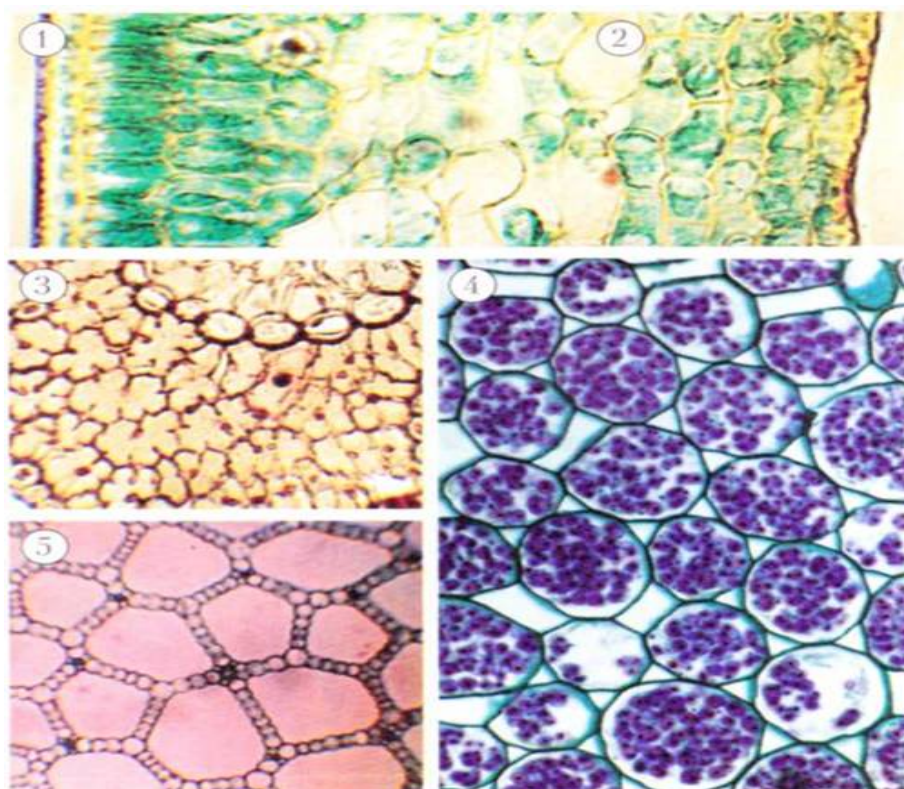


Рис. 35. Основні тканини:

1, 2, 3 – хлоренхіма – стовпчаста, губчаста і складчаста; 4 – запасоча паренхіма; 5 – аеренхіма

Питання для самоконтролю та розвитку мислення:

1. Охарактеризуйте призначення та функції механічних тканин.
2. Назвіть характерні ознаки клітин механічної тканини.
3. Дайте класифікацію механічних тканин.
4. Опишіть анатомічну будову клітин луб'яних і деревних волокон (лібриформу).
5. Чим відрізняють первинні та вторинні луб'яні волокна? Для яких рослин вони характерні?
6. Дайте характеристику склереїдам, як особливому виду механічної тканини.
7. Охарактеризуйте коленхіму – кутову, пластинчасту, пухку.
8. Назвіть характерні ознаки клітин основної паренхіми.
9. Які види основної тканини Ви знаєте? Якими ознаками характерний кожен із них?

Матеріали та обладнання:

1. Механічні тканини – коленхіма, склеренхіма, склереїди; основна паренхіма – хлоренхіма, аеренхіма, запасуюча паренхіма – таблиці.
2. Мікроскопи, лупи, препарувальні голки, скальпелі, предметні та накривні скельця.
3. Роздатковий матеріал: фіксовані черешки листків буряка, стебла соняшника і кукурудзи, свіжі стебла герані, плоди груші.
4. Реактиви: флороглюцин і соляна кислота.

Література:

1. Брайон О.В., Чикаленко В.Г. Анатомія рослин. – К.: Вища школа, 1992. – С.117-126.
2. Красільнікова Л.О., Садовниченко Ю.О. Анатомія рослин. – Харків: Колорит, 2004. – С.99-109.
3. Нечитайло В.А., Кучерява Л.Ф. Ботаніка. Вищі рослини. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – С.31–34.
4. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995. – С.82-85, 100-106.

Лабораторна робота №8

Тема: *Провідні тканини та судинно-волокнисті пучки.*

Мета: *Вивчити будову елементів провідних тканин рослин та їх комплексів.*

Теоретичні питання:

1. Функції провідних тканин рослин.
2. Типи провідних елементів – трахеїди, трахеї (судини), ситоподібні трубки.
3. Будова та розвиток судин.
4. Будова та розвиток ситоподібних трубок та клітин-супутників.
5. Ксилема та флоема, як комплексні тканини.
6. Класифікація та будова судинно-волокнистих пучків.

Завдання:

1. Розглянути та замалювати ситоподібні трубки в стеблі гарбуза (*Cucurbita pepo*).
2. Розглянути та замалювати судини в стеблі гарбуза і папороті, трахеїди стебла сосни (*Pinus sylvestris*).
3. Розглянути та замалювати закритий колатеральний судинно-волокнистий пучок кукурудзи (*Zea mays*).
4. Розглянути та замалювати відкритий колатеральний судинно-волокнистий пучок соняшника (*Helianthus annuus*).

Основні відомості

Провідні тканини забезпечують рослини пластичними речовинами, водою і розчиненими в ній мінеральними солями. Їх переміщення по стеблу від коренів до листків і від листків до місць споживання та відкладання в запас відбувається по спеціалізованих тканинах. До них належать: трахеїди, трахеї, ситоподібні трубки і клітини-супутниці [2].

Трахеїди — це вузькі прозенхімні клітини із скошеними і загостреними або заокругленими кінцями. Вони виконують провідну і механічну функції. Утворюються з клітин прокамбію, оболонки їх дерев'яніють і потовщуються, внаслідок чого живий вміст поступово відмирає. Клітини стають мертвими і їх порожнини заповнюються водою. Потовщуються оболонки не суцільно; на місці непотовщених ділянок формуються облямовані пори, крізь які повільно просочується вода. За характером потовщення оболонок розрізняють такі види трахеїд: спіральні, кільчасті, драбинчасті, сітчасті та пористі.

Сформовані трахеїди досягають 1-4 мм завдовжки, а діаметр — десяти і соті частки міліметра, отже, трахеїди - одноклітинні провідні елементи, які у хвойних утворюють специфічну трахеїдальну деревину.

Трахеї, або судини — це мертві довгі трубочки, які утворилися із вертикального ряду клітин меристеми, оболонки яких з часом дерев'яніють, потовщуються, в них з'являються пори. Поперечні перетинки клітин (члеників) ослизнюються, руйнуються і виникають перфорації. Поздовжній ряд сполучених члеників перетворюються в трахею (*рис. 40*). Повністю сформовані трахеї втрачають протопласт і їх порожнини заповнюються водою.

Оболонки трахей потовщені, але це потовщення не суцільне. На непотовщених ділянках з'являються пори, крізь які просочується вода. За характером потовщення оболонок трахеї, як і трахеїди, бувають кільчасті, спіральні, драбинчасті, сітчасті та пористі. Перші три типи трахей з'явилися раніше, вони примітивніші за своєю будовою, ніж сітчасті та пористі, які еволюційно молодші та досконаліші. Спіральні й кільчасті трахеї властиві молодим наростаючим вегетативним органам, тоді як драбинчасті, пористі, сітчасті характерні органам, в яких ріст уже припинився.

Трахеї досягають кількох сантиметрів або 1,0 – 1,5 м і навіть більше. Довгі вони у ліан, прядивних рослин.

Трахеї функціонують 1-5 років, по них переміщається вода та розчинені в ній мінеральні солі, а потім закупаються тилами, слизями, камедями, мінеральними речовинами, мертвіють. Тили — це випинання вмісту клітин деревинної паренхіми чи серцевинних променів, які врастають крізь пори в порожнину трахеї. Тили можуть ділитися, заповнюючи всю порожнину несправжньою тканиною. Крім того, вони є місцем запасання поживних речовин.

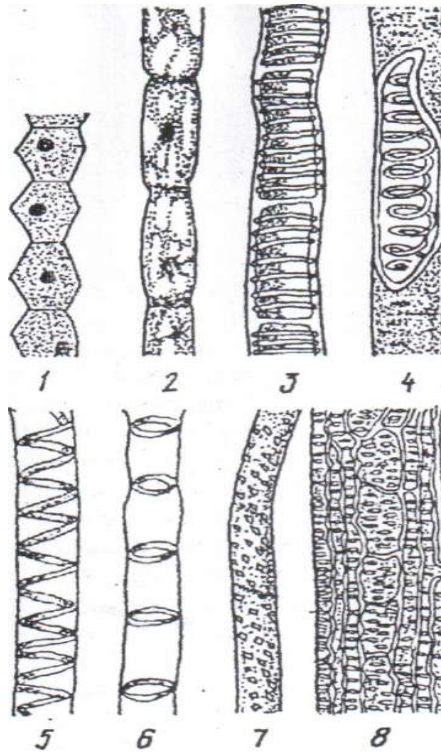


Рис. 40. Трахеї (судини):

1 – поздовжній ряд меристемних клітин, 2 – зрілі клітини, 3 – 5 – спіральні судини, 6 – кільчасті судини, 7 – сітчасті, 8 – пористі

Трахеї та трахеїди разом з механічними і основними тканинами утворюють ксилему. Механічна тканина представлена лібриформом або деревинними волокнами. Вона зумовлює міцність деревини, високі паливні якості. Основна тканина представлена деревинною паренхімою, розміщеною навколо судин і трахеїд, і паренхімою серцевинних променів. У деревних порід стовбурна ксилема є місцем нагромадження поживних речовин. У хвойних порід ксилема складається з основної тканини і трахеїд з облямованими порами і торусом [2].

Ситоподібні трубки — це вертикальний ряд сполучених між собою трубчастих клітин-члеників. Формуються вони з меристемної тканини; клітини подовжуються, цитоплазма з ядром і лейкопластами відтісняється центральною вакуолею до оболонки. Згодом зникає тонопласт, руйнується ядро, а лейкопласти проникають у клітинний сік. Поперечні оболонки клітин-члеників ослизнюються в окремих ділянках і продірявлюються як сито, через що їх називають ситоподібними пластинками. Вони забезпечують рівномірний потік пластичних речовин між члениками трубки. Пластичні речовини в горизонтальному напрямі переміщуються крізь бокові ситоподібні пластинки і пори, пронизані плазмодесмами.

У багатьох квіткових рослин ситоподібні трубки супроводжуються клітинами-супутницями, які виникають з материнських клітин. Внаслідок поздовжнього поділу утворюються дві клітини: одна диференціюється і стає ситоподібною трубкою, а інша — клітиною-супутницею. З ростом членика ситоподібною трубкою клітина-супутниця ділиться поперечними перетинками.

Сформована клітина-супутниця має тонку целюлозну оболонку з численними порами і плазмодесмами. В протопласті є цитоплазма, ядро, мітохондрії, дрібні вакуолі.

Ситоподібні трубки на відміну від трахей живі, клітинні оболонки їх хоч і потовщуються, але залишаються целюлозними і не дерев'яніють.

Функціонують вони один вегетаційний період, а потім зтягуються мозолистою речовиною — кальозою — і трубка стає недіальною. В липи, винограду, тсуги рано навесні кальоза розсмоктується на ситоподібних пластинках і вони можуть знову функціонувати ще два-три роки.

Ситоподібні трубки і клітини-супутниці поєднуються з камбієформом, основною паренхімою і луб'яними волокнами і утворюють флоему. Основну її частину становлять ситоподібні трубки, клітини-супутниці і флоємна паренхіма (рис. 41). В деревних породах луб'яні волокна зміцнюють

стебло і витримують навантаження на згинання рослини. Основна функція флоеми — це проведення пластичних речовин в низхідному напрямі до місць відкладання в запас і живлення. Одночасно вона є місцем відкладання поживних речовин [2].

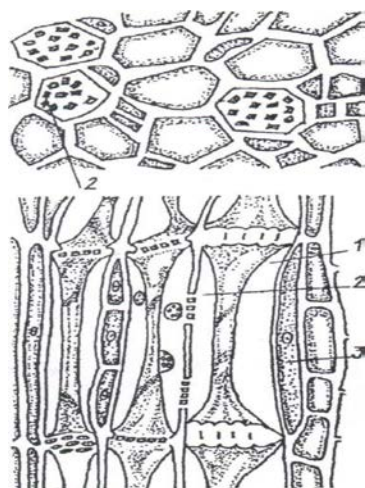


Рис. 41. Поздовжній розріз флоеми:

1 – ситоподібні трубки, 2 – ситоподібні пластинки, 3 – клітини-супутниці

Провідні пучки та їх типи. Провідні пучки — це відокремлені спеціалізовані тяжі тканин, утворені провідною, основною і механічною тканинами. Їх функція проведення води і мінеральних солей від коренів до листків (висхідна течія), а пластичних речовин від листків до місць живлення і відкладання в запас (низхідна течія).

Провідні пучки виникають із тяжів прокамбію в конусі наростання. Прокамбій диференціюється на камбій, що відчленовує ксилему і флоему. Провідні пучки, в яких прошарок камбію зберігається і продовжує відтворювати елементи ксилеми і флоеми, називаються *відкритими*. Такі провідні пучки властиві дводольним рослинам.

Провідні пучки, в яких прокамбій повністю вичерпався на утворення ксилеми і флоеми і не продукує їх елементів, називаються *закритими*. Ці провідні пучки характерні для однодольних рослин.

За характером розміщення ксилеми і флоеми провідні пучки розрізняють: колатеральні, біколатеральні (*рис. 42*), концентричні та радіальні. *Колатеральні* провідні пучки — це такі, в яких ксилема і флоема розміщені поряд на одному радіусі. Через це їх називають також *бокобічними*. Подібні провідні пучки є в стеблах кукурудзи, гороху, жовтецю, хвилівника. Вони можуть бути відкритими й закритими.

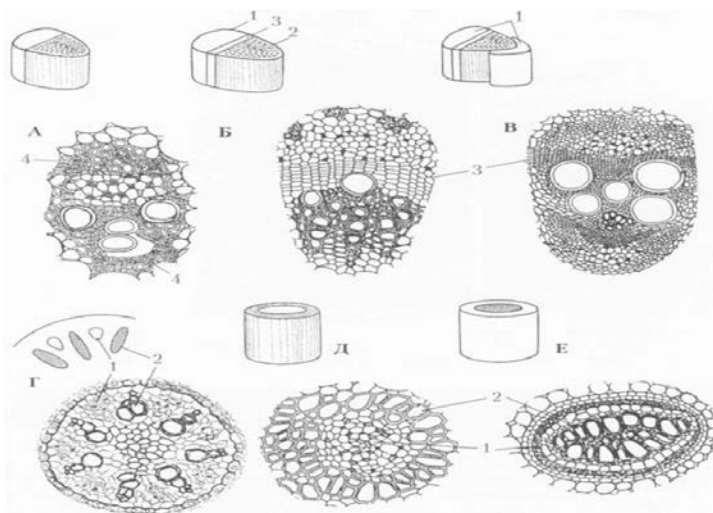


Рис. 42. Типи провідних пучків:

А – колатеральний закритий, Б – колатеральний відкритий, В – біколатеральний, Г – радіальний, Д – центрофлоемний, Е – центроксилемний; 1 – флоема, 2 – ксилема, 3 – камбій, 4 - склеренхіма

Провідні пучки, в яких ксилема знаходиться в центрі, а з внутрішнього і зовнішнього боків прилягає флоема, називаються *біколатеральними*. Вони зустрічаються в представників родини гарбузових [2].

Провідні пучки, в центрі яких розміщена ксилема, а навколо неї флоема чи навпаки, одержали назву *концентричних*. Ці пучки властиві кореневищам папоротей.

Провідні пучки, ксилема яких розміщується у вигляді променів, а поміж ними — флоема, називаються *радіальними, або зірчастими*. Вони характерні для первинної будови кореня та кореня однодольних рослин.

Провідні пучки, утворені флоемою і ксилемою, називаються *повними*, а тільки або з флоєми, або лише з ксилеми, — *неповними, флоємними, або ксилемними*. Неповні ксилемні провідні пучки характерні для листків. Проникаючи в периферійні тканини, вони тоншають і поступово втрачають елементи ксилеми і флоєми і в тонких відгалуженнях залишаються тільки окремі судини — кільчасті й спіральні.

Нарешті, розрізняють провідні пучки спеціальні, характерні для певного органа листка, і загальні, що пронизують як листок, так і стебло.

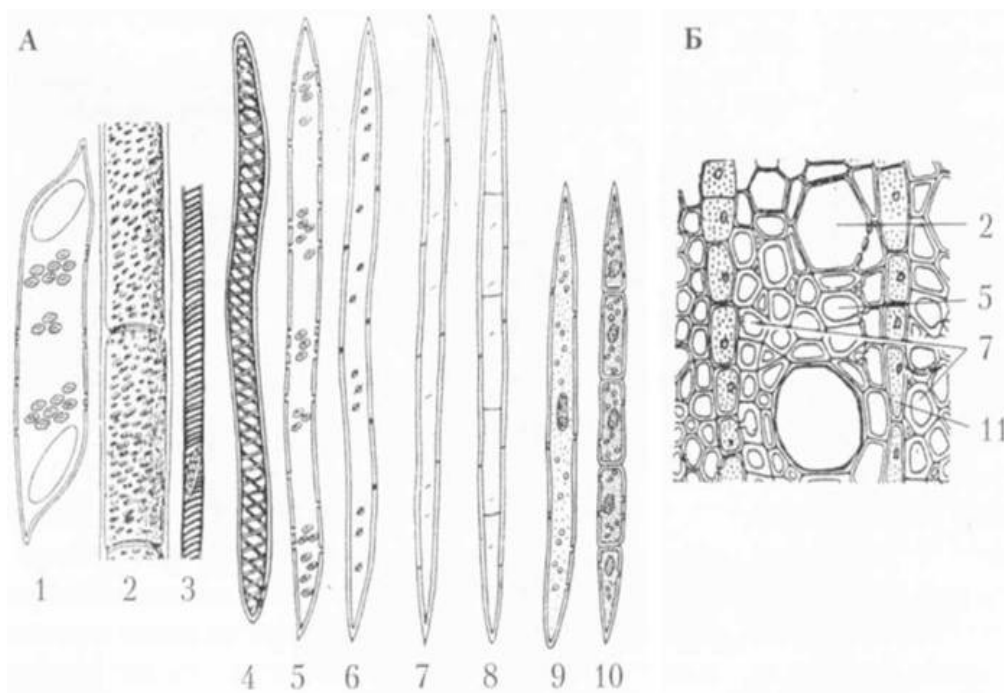


Рис. 43. Гістологічний склад ксилеми:

А – окремий елемент з поверхні, Б – поперечний зріз;

1 – членок судин з простою цілісною перфорацією; 2-3 – судини пориста спіральна; 4-6 – трахеїди: спіральна, з облямованими порами; 7 – деревинне волокно; 8 – перетинчастий лібриформ; 9 – заміняючі волокно; 10, 11 – деревинна і променева паренхіма

Хід роботи:

1. Розглянути та замалювати ситовидні трубки в стеблі гарбуза.

Відрізок стебла гарбуза (*Cucurbita pepo*) розрізають вздовж так, щоб розріз пройшов через середину одного з великих провідних пучків і з одержаного розрізу роблять бритвою декілька тонких зрізів. Зрізи обробляють флороглюцином і соляною кислотою і розглядають їх під мікроскопом в краплі води. Ближче до зовнішньої сторони зрізу (всередину шару склеренхімних волокон) розміщені ситовидні трубки, які можна впізнати по потовщених блискучих і, як правило жовтуватих поперечних перегородках, що мають суцільні отвори - ситовидних пластинах. Між ситовидними трубками лежать вузькі клітини-супутники. Кожному членку ситовидної трубки відповідає декілька клітин-супутників, розміщених в один ряд. Ситовидні трубки служать для транспортування органічних речовин від листків до всіх органів рослин (*рис. 44*).

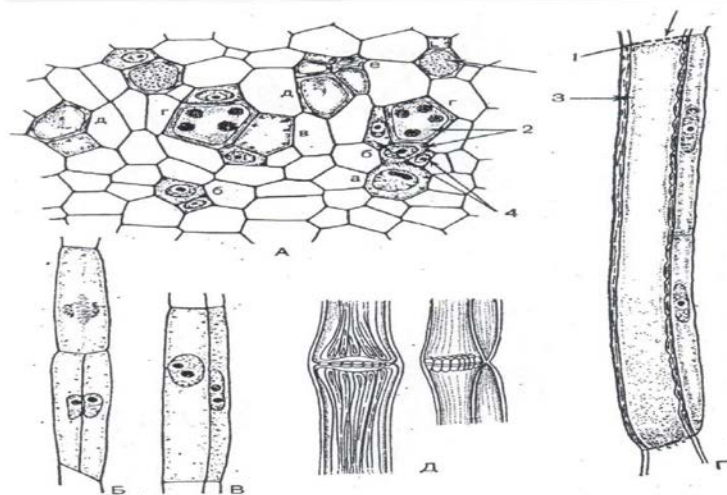


Рис. 44. Диференціація члеників ситовидної трубки в первинній флоемі гарбуза:

- А. Поперечний переріз: а — клітина перед діленням; б — утворені після ділення членики ситовидної трубки і клітина-супутниця; в, г, д, е — утворення в ситовидному елементі слизових тілець. Б, В, Г. Поздовжні перерізи.
 Б. Клітина, яка ділиться, і клітина після поділу, в результаті якого утворюються членики ситовидної трубки і вихідна клітина-супутників. В. Молодий ситовидний елемент і вихідна клітина-супутників.
 Г. Дозрілий ситовидний елемент з розсіяним слизом. Пори в оболонці ситовидного елемента звернені до клітин-супутників: 1 — ситовидна пластинка; 2 — членики ситовидної трубки; 3 - постійна цитоплазма; 4 — клітини-супутники.
 Д. Заростання ситовидної пластинки між двома ситовидними трубками.

2. Розглянути та замалювати судини в стеблі гарбуза і папороті, трахеїди стебла сосни.

На тому ж препараті за ситовидними трубками можна побачити великі трахеї, які не поміщаються в шарі зрізу. На зрізі видна порожнина трахеї, обмежена з двох сторін вузькими смужками оболонки. Такі судини називають сітчасто-пористими. За цими великими судинами розміщені трахеї меншого діаметру - пориста, декілька спіральних і одна-дві малопомітних кільчатих судини (рис. 45, 46, 47).

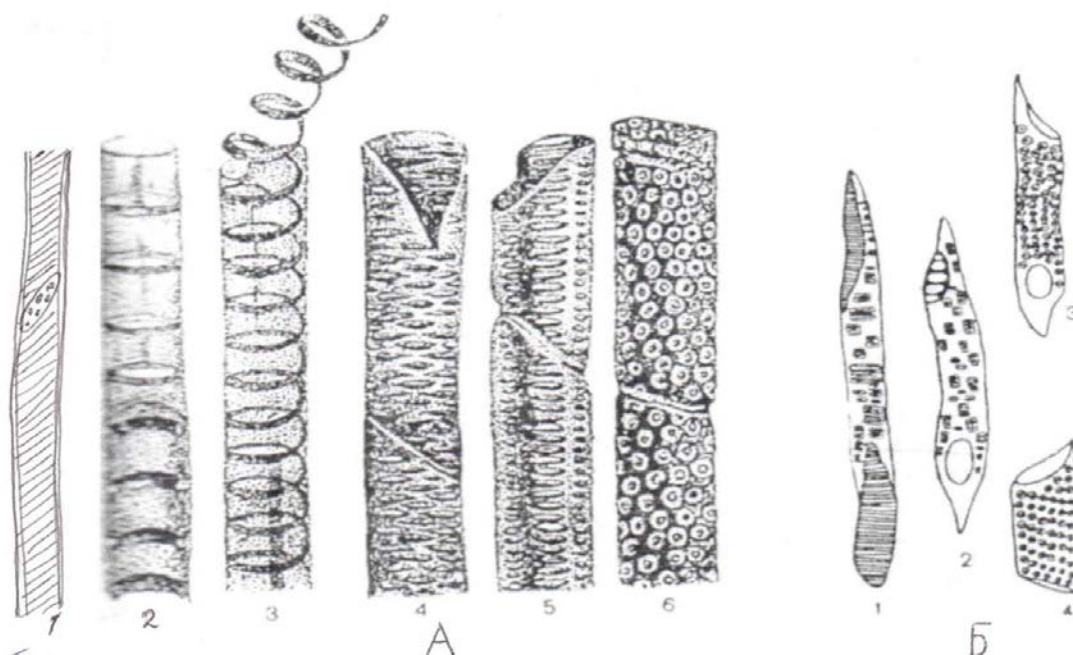


Рис. 45. А Типи судин:

- 1 – вузько порожнинна трахеїдальна судина; 2 – кільчаста судина; 3 – спіральна; 4 – сітчаста; 5 – драбинчаста; 6 – крапчаста судина з облямованими порами.
 Б. Еволюція члеників судин (1-4). У процесі спеціалізації відбувається зменшення їх довжини, зменшення ступеня нахилу кінцевих стінок, драбинчасті перфораційні пластинки перетворюються в трості, а супротивне розташування пор замінюється черговим

На межі судин і ситовидних трубок знаходиться тонкий шар видовжених клітин. Це - камбій, вторинна меристема, що виникла з прокамбію між ситовидними трубками і судинами.

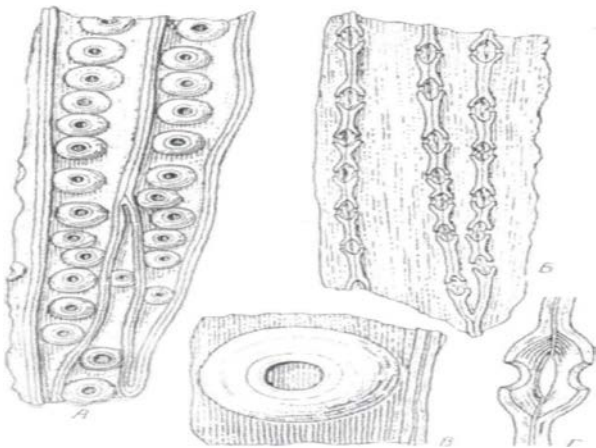


Рис. 46. Трахеїди і облямовані пори сосни:

А – в радіальному розрізі;
 Б – в тангентальному розрізі;
 В – окрема пора в радіальному;
 Г – в тангентальному розрізі



Рис. 47. Драбинчасті судини папороті-орляка (*Pteridium agulanium*)

3. Розглянути та замалювати закритий колатеральний судинно-волокнистий пучок кукурудзи.

Роблять поперечний зріз із шматочка стебла кукурудзи (*Zea mays*), обробляють зріз флороглюцином і соляною кислотою й розглядають у краплині води під мікроскопом (**рис. 48**).

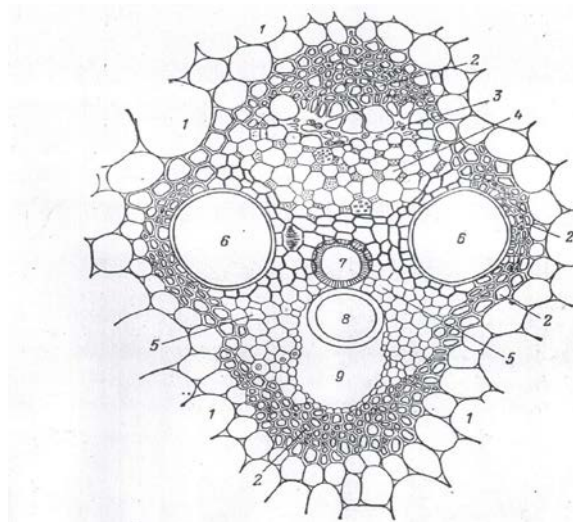


Рис. 48. Колатеральний закритий провідний пучок кукурудзи (*Zea mays*) в поперечному розрізі:

1 – основна паренхіма, 2 – склеренхіма, 3 і 4 – деревинна паренхіма, 6 – пористі судини, 7 і 8 – спіральні-кільчасті і кільчасті судини, 9 – повітряна порожнина

На поперечному зрізі видно багато провідних пучків. Розглядають один з них, розміщений ближче до центру стебла при великому збільшенні.

Навколо пучка видно оболонку з однорідних клітин з потовщеними оболонками, що почервоніли від реактивів – це склеренхіма. Посередині пучка на одній поперечній лінії розміщені дві великих судини (сітчастих або пористих), а між ними – ряд великих клітин деревної паренхіми. Ближче до центру розміщені 1 – 3 судини меншого діаметра (спіральні і кільчасті), за ними видно великий міжклітинний простір або повітряну порожнину. Навколо менших судин і повітряної

порожнини – нездерев'яніла деревинна паренхіма. Що складається з дрібних клітин. Судини і деревинна паренхіма утворюють ксилему пучка.

Назовні від великих судин знаходиться флоема.

4. Розглянути та замалювати відкритий колатеральний судинно-волокнистий пучок соняшника.

Прикладом відкритого колатерального пучка, тобто з прошарком камбію між ксилемою і флоемою може служити пучок соняшника (*Helianthus annuus*). Розглядають його на поперечному зрізі стебла, обробленому флороглюцином і соляною кислотою. У червоний колір зафарбовуються ряди судин ксилеми і група склеренхімних волокон, що зміцнюють ксилему ззовні. Безпосередньо під склеренхімою (всередину від неї), знаходяться флоема, що складається із ситовидних трубок з клітинами-супутниками і луб'яної паренхіми (рис. 49).

Між флоемою і ксилемою розміщений шар тонкостінних клітин з густою цитоплазмою – це камбій, завдяки якому відкладаються нові елементи ксилеми (всередину стебла від камбію) і флоеми (ззовні від камбію).

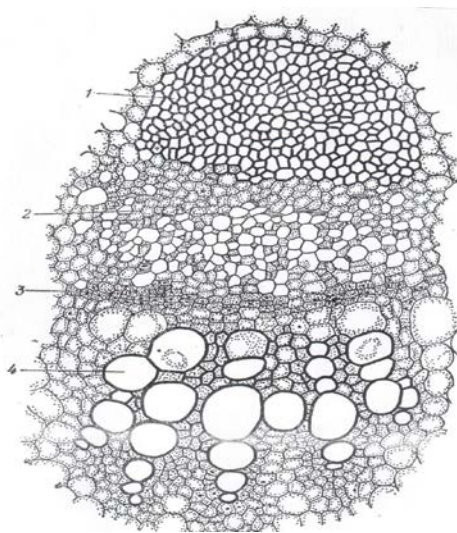


Рис. 49. Колатеральний відкритий провідний пучок соняшника (*Helianthus annuus*):
1 – склеренхіма, 2 – флоема, 3 – камбій, 4 – судини ксилеми (Збільшено, ориг.)

Питання для самоконтролю та розвитку мислення:

1. Чим відрізняються трахеї (судини) від трахеїд?
2. Що являють собою ситоподібні трубки та яку функцію вони виконують?
3. Які меристеми формують первинні та вторинні елементи провідної системи?
4. Які структурні елементи входять до складу комплексних тканин флоема та ксилема?
5. Чим відрізняються відкриті та закриті судинно-волокнисті пучки? Для яких рослин вони характерні?
6. Яку функцію виконують клітини-супутники? У яких рослин клітини-супутники відсутні?

Матеріали та обладнання:

1. Будова і типи судин, ситоподібні трубки з клітинами-супутниками, судинно-волокнисті пучки – таблиці.
2. Мікроскопи, лупи, препарувальні голки, чашки Петрі, предметні та накривні скельця.
3. Роздатковий матеріал: фіксовані відрізки стебла гарбуза, соняшника, кукурудзи, постійні мікропрепарати відкритих та закритих судинно-волокнистих пучків.

Література:

1. Брайон О.В., Чикаленко В.Г. Анатомія рослин. – К.: Вища школа, 1992. – С.104-117.
2. Григора І.М., Шабарова С.І., Алейніков І.М. Ботаніка. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – С. 27 – 29.
3. Красільнікова Л.О., Садовниченко Ю.О. Анатомія рослин. – Харків: Колорит, 2004. – С.109-124.
4. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995. – С.106-118.

Лабораторна робота №9

Тема: Видільні тканини.

Мета: Ознайомитись із будовою та функціями видільних тканин рослин.

Теоретичні питання:

1. Внутрішні секреторні ходи.
2. Зовнішні секреторні ходи.
3. Речовини, що виділяються рослинами через секреторні ходи.
4. Лізигенні та схизогенні вмістилища.

Завдання:

1. Розглянути та замалювати нечленисті молочники в стеблі молочаю.
2. Розглянути та замалювати членисті молочники в стеблі латuca.
3. На постійних препаратах ознайомитись з будовою смоляних ходів у деревині та голчастих листках сосни (*Pinus sylvestris*).
4. Виготовити препарат залозок листка герані пахучої і розглянути їх будову.
5. Розглянути будову гідатоци на закінченні листкової жилки первоцвіту (*Primula veris*).

Основні відомості

Життєдіяльність рослин пов'язана з асиміляцією, синтезом, нагромадженням і виділенням, або секрецією різноманітних сполук. Тому ці тканини називають видільними, або секреторними. Більшість із сполук використовується в процесі обміну речовин, інші ж є баластом для рослини і виділяються назовні, або нагромаджуються в спеціалізованих вмістищах. В зв'язку з цим розрізняють тканини зовнішньої й внутрішньої секреції [2].

До видільних тканин **зовнішньої секреції** належать залозисті волоски, залозки (нектарники), гідатоци, осмофори.

Залозисті волоски — це одно-, багатоклітинні волоски, які не тільки виділяють, а й нагромаджують різні секреторні сполуки. Вони складаються з багатоклітинної ніжки і одно- або багатоклітинної головки. При цьому залозисті волоски можуть бути зовнішні та внутрішні. Ще різноманітніші вони за продуктами секреції — слизові, олійні, камедьові. Складну і специфічну будову мають залозисті волоски або травні залозки видозмінених листків комахоїдних рослин (росички, жирянки). Виділювані ними сполуки мають важливе біологічне (захисне) і практичне значення для парфумерії та медицини.

Залозки (нектарники) — це багатоклітинні спеціалізовані залозки, функцією яких є виділення нектару. Виникають в квітці як метаморфозовані тичинки чи стамінодії, ямки, диски, трубочки. Рідше з'являються на стеблах, листках, квітконіжках, прилистках. Як і залозисті волоски, нектарники епідермального або субепідермального походження.

Гідатоци — це багатоклітинні утворення, які виділяють не секреторні сполуки, а воду. Тому їх ще називають водяними продирами. На верхівках гідатоцив містяться продири, крізь які виділяється надлишок вологи з листка. Явище виділення воді в краплинно-рідинному стані одержало назву гутації.

Осмофори — це спеціалізовані органи, які виділяють ефірну олію з клітин епідермісу оцвітини, чим приваблюють комах, які здійснюють перехресне запилення рослин.

Тканини внутрішньої секреції. В процесі життєдіяльності рослин окремі метаболічні продукти не виділяються назовні, а нагромаджуються в окремих клітинах чи вмістищах. Вмістилища виділень можуть бути схизогенними та лізигенними. Тут нагромаджуються ефірна олія, живиця, дубильні речовини, бальзами. До тканин внутрішньої секреції належать також молочники (*рис.50*).

Схизогенні вмістилища розміщені в зовнішніх шарах паренхіми кори. Виникають вони внаслідок нагромадження продуктів виділень в міжклітинниках і розсування прилеглих клітин під впливом зростаючого внутрішнього тиску. Клітинн, що вистилають вмістилище, стають епітеліальними. Це великі живі клітини з ядрами і густим цитоплазматичним вмістом. Їх особливістю є виділення в середину вмістищ екскреторних речовин. Схизогенні вмістилища характерні для звіробійних, миртових, зонтичних, айстрових. Вони функціонують і як внутрішні ходи. Такими є смоляні ходи ялини, модрини, сосни, в них нагромаджується живиця, яку заготовляють для хімічної промисловості.

Лізігенні вмістилища виникають внаслідок нагромадження екскреторних речовин в середині окремих клітин чи груп клітин і наступного розчинення їх клітинних оболонок. Такі вмістилища властиві листкам і плодам лимонів, мандаринів [2].

Молочники. Чимало квіткових рослин мають властивість виділяти молочний сік, або латекс. Клітинн чи групи клітин, з'єднаних між собою, що виділяють клітинний сік, називають молочниками. Утворені вони живими клітинами з тонкими целюлозними оболонками. Цитоплазма з ядром займає пристінне положення, а всю внутрішню частину клітини заповнює молочний сік, латекс.

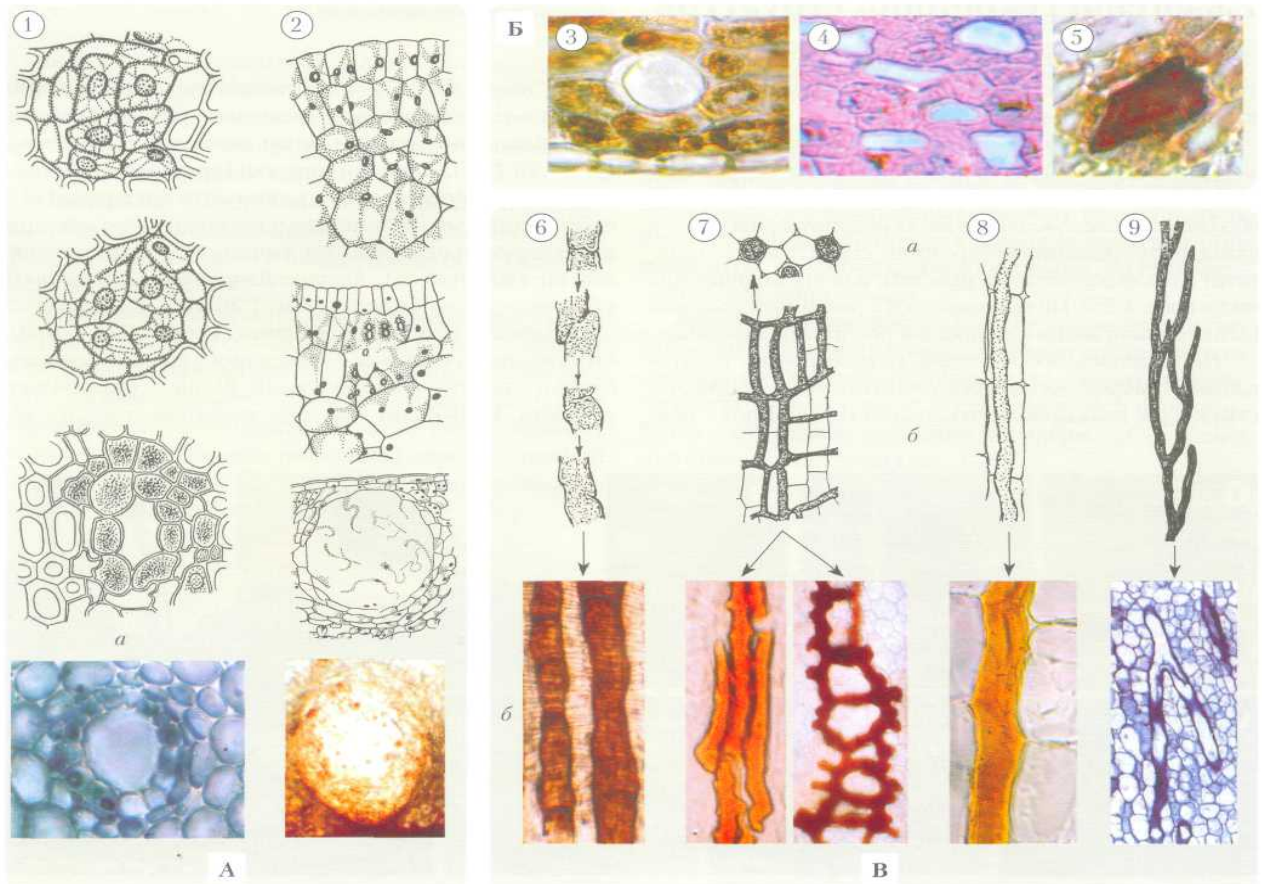


Рис. 50. Видільні структури внутрішньої секреції:

А - секреторні вмістища, Б - секреторні ідіобласти, В - молочники;

1 - утворення схизогенного ходу, 2 - утворення лізігенного вмістища, 3 - кристаловмісний ідіобласт з рафідами в мезофілі листка, 4 - слизові ідіобласти (після дії метиленової сині), 5 - смолоносний ідіобласт, 6 - членисті молочники, 7 - членисті молочники з анастомозами, 8 — нечленисті молочники, 9 — нечленисті розгалужені молочники, (а — вид на поперечних зрізах, б— вид на поздовжніх зрізах).

За будовою розрізняють членисті і нечленисті молочники. Членисті, або складні молочники складаються з великої кількості взаємозв'язаних клітин і утворюють розвинену систему молочників. Вони тягнуться від коренів до листків, квіток і плодів, пронизуючи всю рослину маку, цикорію, латук. Часто вони локалізовані в корі (гевея).

Нечленисті, або прості молочники виникають ще в зародку і дуже розростаються в процесі розвитку рослин і проникають в різні тканини. Часто ці клітини не злітаються в єдину систему.

Латекс є емульсією запасних і кінцевих продуктів обміну речовин, він містить цукри, крохмальні зерна, вітаміни, алкалоїди, глікозиди, таніди, органічні кислоти, ефірні олії, смоли, воду, каучук, гутаперчу. З метою одержання цих речовин створюють плантації гевеї, гваюли, бересклета, кок-сагіза, тау-сагіза та інших каучуконосів.

Молочники виконують функції виділення, проведення і запасання екскреторних і запасних продуктів метаболізму.

Хід роботи:

1. **Розглянути та замалювати нечленисті молочники в стеблі молочаю.**

2. **Розглянути та замалювати членисті молочники в стеблі латука.**

Молочні судини – це система каналців або ходів, які пронизують паренхіму кори стебла або кореня деревних рослин. Характерною особливістю їх є вміст в них молочного соку, який можна бачити на зломі деяких рослин. Це найчастіше рідина молочно-білого, іноді жовтого або оранжевого забарвлення. Склад молочного соку досить різноманітний (цукри, амінокислоти, білки) та кінцеві продукти обміну (алкалоїди, глікозиди, дубильні речовини, каучук). Молочні судини бувають членисті та нечленисті. Нечленисті зустрічаються у молочайних та фікусів. У цьому випадку вся система молочних ходів представлена однією гігантською розгалуженою клітиною. Членисті молочні судини бувають у макових, дзвоникових, айстрових. Вони утворені з багатьох клітин, у яких руйнуються поперечні стінки. При цьому вміст клітин не руйнується, а зберігаються пристінні протопласти (*рис. 51*).

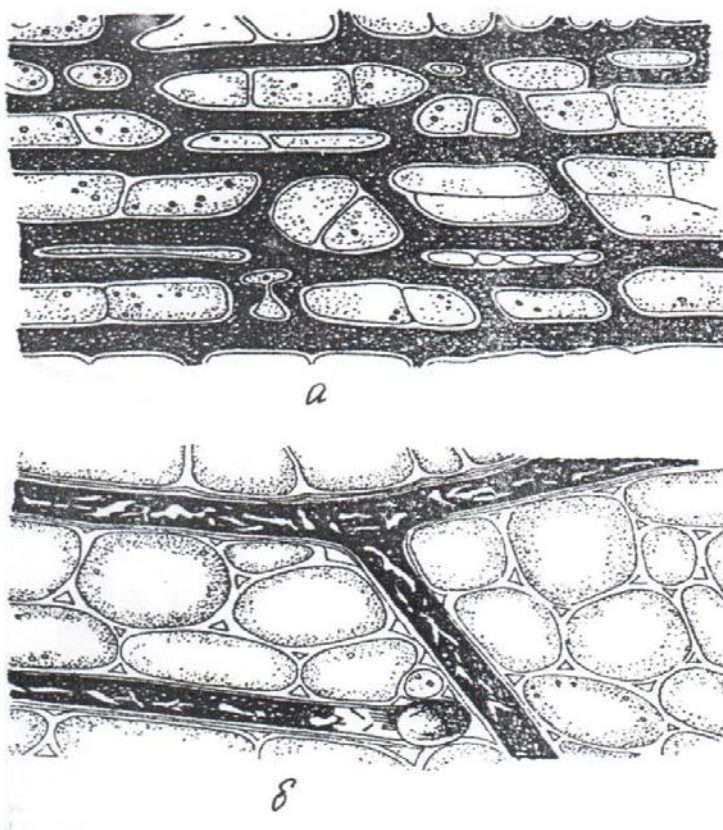


Рис. 51. Молочники:

а – не членисті (у молочаю); б – членисті (у латука)

3. **На постійних препаратах ознайомитись з будовою смоляних ходів у деревині та голчастих листках сосни (*Pinus sylvestris*).**

Смоляні ходи продукують смоли та є їхніми вмістилищами. Смоли – складні органічні сполуки, які в рослині виконують роль антисептика. Стінки смоляного ходу подвійні. Зовнішній шар утворюється товстостінними клітинами. Це забезпечує стійкість ходам проти стискання. Внутрішній шар утворюється тонкостінними клітинами, у цитоплазмі яких добре розвинена ЕПС. Ці клітини виконують секреторну функцію. Навколо смоляних ходів знаходиться шар з паренхімних клітин. Смоляні ходи розташовані у різних органах рослин і в різноманітних тканинах. У сосни знаходиться в корі, у деревині стебла та коренів у серцевинних променях та листках (*рис. 52*).

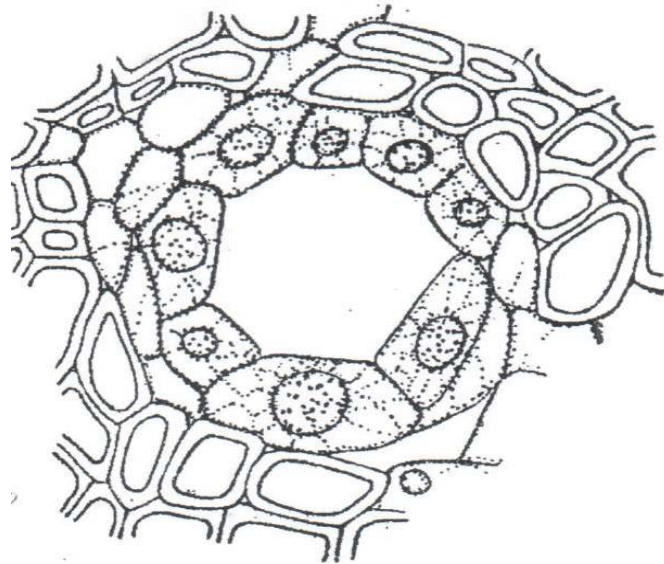


Рис. 52. Смоляні ходи в деревині сосни

4. Виготовити препарат залозок листка герані пахучої і розглянути їх будову.

Залозисті волоски характерні для представників первоцвітих, геранієвих, айстрових та інших. Це багатоклітинні волоски. Вони складаються з ніжки та крутої голівки. Форма їх дуже різноманітна. Клітини залозистих волосків живі, виповнені цитоплазмою, мають велике ядро. У них утворюються ефірні олії та смоли. Секрет залозистих волосків виділяється у простір між оболонкою та кутикулою (рис. 53).

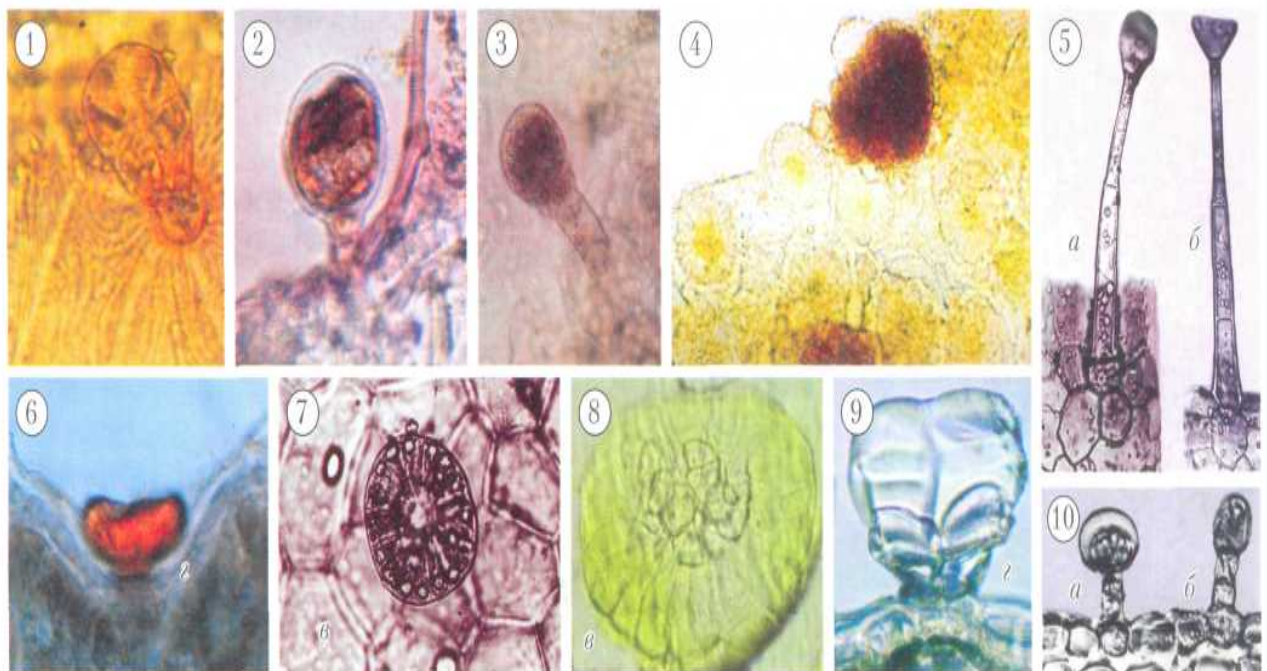


Рис. 53. Залозисті трихоми:

1, 2, 3 - залозисті волоски різної будови (подорожник, базилік, шавлія); 4 - смолоносні пельтатні залозки листків берези повислої; 5, 10 - залозисті волоски пеларгонії кімнатної; 6, 7 - ефіроолійні залозки, типові для губоцвітих, з радіальним розташуванням секреторних клітин головки (чебрець, плектрантус кущовий); 8 - секретуючий емергенець душекії зеленої з багатоклітинною, багатоярусною голівкою; 9 - ефіроолійна залозка, типова для складноцвітих з ярусним розташуванням 8-ми секреторних клітин головки (деревій); а - голівка з секретом, б - голівка після виділення секрету, в - вид зверху, г - вид збоку.

5. Розглянути будову гідатоди на закінченні листкової жилки первоцвіту (*Primula vernis*).

Гідатоди – структури, які виділяють воду та розчинені у ній солі внутрішніх тканин листка на його поверхню. Найчастіше вони є у рослин, які ростуть у вологих місцях (рис. 54).

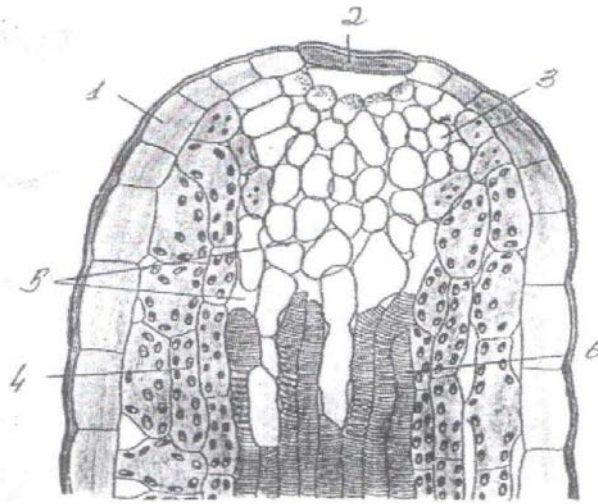


Рис. 54. Гідатода листка первоцвіту:

1 – епідерма листка; 2 – замикаючі клітини; 3 – паренхіма; 4 – клітина з хлоропластами; 5 – міжклітинник; 6 – судини

Гідатоди називають ще водяними продихами. Процес виділення краплинно-рідкої води називається гутацією. Вона відбувається тоді, коли температура ґрунту вища за температуру повітря.

Гідатоди дуже різноманітні за будовою. Вони складаються з клітин спеціалізованого мезофілу – епітеми. Епітема – жива паренхімна тканина, що має міжклітинники з високою водопрпускнуою здатністю. Гідатода з поверхні подібна до продиху, але її замикаючі клітини не мають здатності рухатися.

Питання для самоконтролю і розвитку мислення:

1. Надайте класифікацію та характеристику видільних тканин.
2. Перелічіть структури, що забезпечують зовнішню та внутрішню секреції.
3. Яку функцію виконують і де знаходяться нектарники і осмофори?
4. У чому полягає різниця між лізигенними та схизогенними вмістилищами?
5. Як класифікуються молочники в залежності від формування та будови?
6. що являє собою процес гутації?
7. Яка тканина забезпечує власне видільну функцію гідатоди?

Матеріали та обладнання:

1. Лізигенні та схизогенні вмістилища рослин, членисті та нечленисті молочники, будова гідатоди – таблиці.
2. Роздатковий матеріал: листки герані пахучої, смородини чорної.
3. Мікропрепарати поперечного зрізу стебла сосни і поперечного зрізу голчастого листка сосни.

Література:

1. Брайон О.В., Чикаленко В.Г. Анатомія рослин. – К.: Вища школа, 1992. – С. 126-131.
2. Григора І.М., Шабарова С.І., Алейніков І.М. Ботаніка. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – С. 31 – 32.
3. Сербін А.Г., Сіра Л.М., Слободенюк Т.О. Фармацевтична ботаніка. – Вінниця: Нова книга, 2007. – С.49-50.
4. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995. – С.96-100.

Лабораторна робота №10

Тема: *Морфологія кореня. Метаморфози кореня.*

Мета: *Вивчити морфологічну будову кореня, його розвиток в онтогенезі і пристосування до середовища існування.*

Теоретичні питання:

1. Коренева система головного кореня.
2. Коренева система додаткових коренів.
3. Змішана коренева система.
4. Розвиток кореня в онтогенезі.
5. Формування бічних коренів.
6. Формування додаткових коренів.
7. Метаморфози коренів.

Завдання:

1. На живих екземплярах рослин розглянути і замалювати особливості морфологічної будови кореневої системи головного кореня, кореневої системи додаткових коренів, проміжних типів кореневої системи.
2. Розглянути на проростках пшениці (*Triticum aestivum*) зони ростучого кореня.
3. Ознайомитись із формами коренів та типами кореневих систем на гербарних зразках рослин.
4. Розглянути на таблицях метаморфози коренів. Описати пристосувальний характер кореневої системи рослин.
5. Ознайомитись із способами галуження щільнокущових, нещільнокущових і кореневищних злаків.

Основні відомості:

Морфологічне визначення і функції. Корінь є підземний осьовий орган з верхівковим тривалим ростом, здатний до галуження. Кінець кореня, як правило, вкритий чохлаком. Бокові гілки закладаються в зоні перициклу, тобто в глибинній тканині, розміщеній під короною паренхімою. Листки на корені відсутні, і це одна з характерних його морфологічних особливостей. Корінь виконує ряд основних функцій: 1) поглинання з ґрунту і транспортування до надземних органів води з розчиненими в ній мінеральними речовинами; 2) закріплення рослини в ґрунті. Крім зазначених функцій корінь синтезує амінокислоти, часто служить вмістилищем запасних речовин і виконує роль органу вегетативного розмноження. Нерідко корінь вступає у складні біологічні зв'язки з бактеріями і грибами [2].

Функцією закріплення в ґрунті і поглинання розчинів обумовлене велике розгалуження кореня та збільшення його поверхні шляхом утворення кореневих волосків. Роль кореня як провідного органа забезпечується розвитком в осьовому циліндрі провідних тканин. В зв'язку з тим, що корінь часто виконує й інші функції, форма і будова його може зазнавати різних метаморфоз.

За винятком мохів, корінь властивий всім сучасним вищим рослинам. Лише в деяких водяних рослин — куширу, пухирчатки, ряски та рослин з гетеротрофним живленням (кораловця, повитиці) корені зазнали повної редуції в зв'язку з особливим середовищем і способом життя. У безкорневих рослин вбирання води і поживних речовин здійснюють інші вегетативні органи — стебло, листки та їх похідні утворення.

Розвиток кореня в онтогенезі рослин. У більшості насінневих рослин зачаткові корінці можна виявити уже в зародках. При проростанні насіння зачатковий корінець розвивається в головний корінь, який заглиблюється в ґрунт здебільшого вертикально. Ділянка на межі між стеблом і головним коренем називається кореневою шийкою. У молодих проростків вона звичайно буває добре виявлена (*рис. 55*).

У корінця, що росте, виділяються такі зони. На верхівці міститься зона ембріонального росту, прикрита кореневим чохлаком. В ній відбувається поділ клітин, які далі, збільшуючись в об'ємі, утворюють зону розтягання. Наступна висна зона вкрита кореневими волосками, тут здійснюється вбирання ґрунтового розчину. Кореневі волоски є виростами поверхневих клітин (епілеми), довжина їх досягає 0,2 - 1,0 см. На 1 мм² кореня розміщується кількасот волосків. Завдяки волоскам різко зростає поглинальна поверхня кореня, наприклад, у гороху в 12 разів.

Кореневі волоски через певний час відмирають, тому зона розміщення їх невелика — кілька сантиметрів. За зоною корневих волосків йде зона галуження кореня, яка виконує разом з тим функцію транспортування поглиненого розчину. Закладаються бічні корені ендогенно, в перициклі. У деяких рослин вони розміщуються правильними рядами, наприклад, у буряка — двома рядами з протилежних боків. Завдяки галуженню виникає складна система головного і бічних коренів першого, другого, третього і дальших ступенів. Бічні корені мають таку саму зональну будову, що й головний [2].

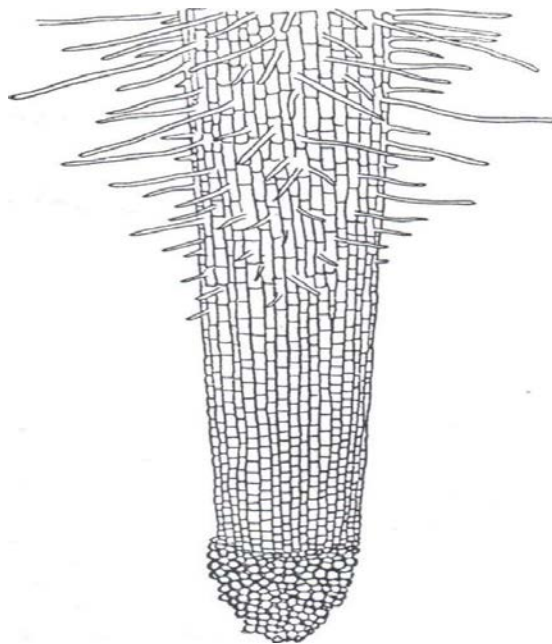


Рис. 55. Кінчик кореня з корневими волосками і корневим чохлаком

Не у всіх рослин зазначені зони розвиваються на коренях. Так, кореневий чохлак недорозвинений у гетеротрофних і деяких водних рослин. Пригнічений розвиток корневих волосків у болотяних, водяних, а також тих деревних рослин, на корінні яких розвивається мікориза. Швидке відмирання корневих волосків спостерігається в посушливих умовах зростання.

Коренева система формується не лише шляхом галуження головного і бічних коренів, але й утворенням додаткових, які закладаються на підземних пагонах — кореневищах, бульбах, цибулинах. Можуть вони закладатися і в надземних пагонах, якщо обгорнути їх землею або прищипити до вологого ґрунту. Обгортання картоплі, бавовнику, капусти, помідорів та деяких інших культур і здійснюють для того, щоб сприяти утворенню додаткової кореневої системи. У хлібних злаків основна маса коренів формується на підземних стеблових вузлах під час кушіння. У цибулинних рослин додаткові корені у великій кількості відростають з денця цибулини, яке є вкороченим стеблом. У деяких рослин, наприклад, у бегонії додаткові корені можуть закладатися і на листках. Додаткові корені, як і головний, здатні утворювати складну систему розгалужень.

Ріст коренів в довжину може бути дуже тривалим, але частіше він компенсується рясним галуженням. Протягом року у багаторічних рослин розростання кореневої системи відбувається нерівномірно. В наших кліматичних умовах у багатьох деревних порід виявлено два активних періоди росту — весняний і осінній, які чергуються з періодами уповільненого росту літнім та зимовим. У деяких дерев посилений ріст коренів починається задовго до розкриття бруньок і з ним пов'язаний весняний «плач дерев».

Форми коренів. Серед різноманітних форм коренів найчастіше зустрічається циліндрична, коли на значній довжині діаметр кореня змінюється мало. Дуже довгі циліндричні корені називають *шнуровидними*, а коли діаметр їх малий — *нитковидними*. Рідше зустрічаються форми конічні, веретеновидні, ріпчасті, кулясті, шишкуваті та ін. Такі форми бувають здебільшого тоді, коли в коренях відкладаються запасні речовини, наприклад, у буряка, моркви, турнепсу (*рис. 56*).

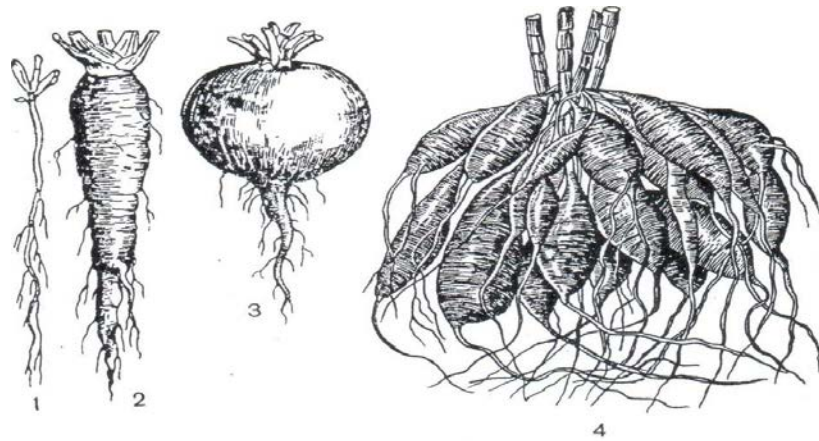


Рис. 56. Форми кореня:

1 - нитковидна у пшениці; 2 – веретеновидна у моркви; 3 – ріповидна у редьки;
4 – кореневі бульби у жоржини

Типи кореневої системи. Розглядати кореневу систему можна в різних аспектах. Залежно від ступеня розвитку головного, бічних і додаткових коренів розрізняють кореневі системи стрижневу і мичкувату. У стрижневої кореневої системи головний корінь досягає інтенсивного розвитку, виділяючись за товщиною і довжиною серед бічних і додаткових. Таку кореневу систему мають більшість деревних порід, а з трав'янистих — бобові рослини, бавовник, соняшник, будяк, кульбаба та ряд інших. Мичкувату кореневу систему мають майже всі однодольні рослини — злаки, осоки, ситники, різні цибулинні рослини, а з дводольних — подорожник і деякі інші. Між типовими стрижневою і мичкуватою кореневими системами є перехідні типи, коли товщина окремих бічних коренів мало поступається перед головними. Такі кореневі системи називають *гіллястими*, наприклад, у шипшини, агрусу, смородини [2].

За напрямком росту розрізняють три основні типи кореневої системи: 1) *горизонтальну*, коли головний корінь відмирає, а бічні і додаткові корені ростуть паралельно поверхні ґрунту (в ялини, опунції); 2) *вертикальну*, якщо всі корені ростуть вглиб ґрунту; 3) *універсальну*, коли корені розвиваються в усіх напрямках — горизонтально, вертикально вниз і похило. Найчастіше зустрічаються кореневі системи універсального типу, бо вони використовують більший об'єм ґрунту (рис. 57).

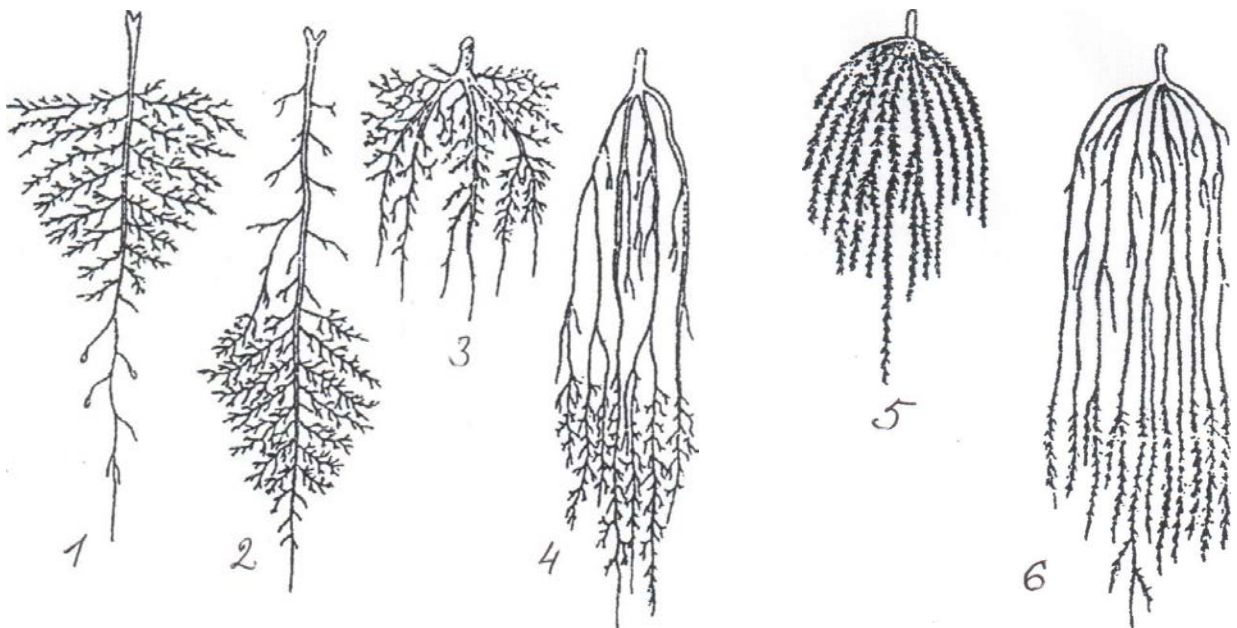


Рис. 57. Типи кореневої системи:

1,2 – стрижнева, 3, 4 – гілляста, 5, 6 - мичкувата

На характер росту кореневої системи впливає тип ґрунту, його механічний склад, ступінь зволоження, загальний вміст і розподіл поживних речовин тощо. У сосни звичайної, наприклад, на піщаному ґрунті розвивається глибока коренева система, а на болотах — поверхнева, горизонтальна. Горизонтальну кореневу систему розвивають рослини також у тундрі, де ґрунт розмерзається влітку лише зверху [2].

В гірських умовах із скелястим ґрунтом корені галузяться в напрямі щілин і виділяючи кислоти й ферменти, сприяють дальшій руйнації гірських порід.

У сухих степах глибоку кореневу систему розвивають дикі види люцерни, астрагалу, люпину, еспарцету та інших бобових.

У пустелях і напівпустелях несталість протягом року водяного режиму зумовлює формування різних корневих систем. Навесні тут розвиваються рослини з короткочасною вегетацією. Коренева система розвинена в них слабо, бо вони використовують вологу, яка в цей час буває у верхніх шарах ґрунту. Рослини ж, які вегетують тривалий період, використовують також вологу глибинних шарів, тому коренева система їх розвивається здебільшого у вертикальному напрямку, проникаючи на 10 і більше метрів. Корені верблюжої колочки, наприклад, досягають глибини 15 м.

У більшості культурних рослин корені розвиваються у всіх напрямках, густо пронизуючу ті шари ґрунту, де зосереджені поживні речовини. Корені кукурудзи і картоплі галузяться в основному в радіальному напрямку і не проникають глибоко в ґрунт. Розгалужені корені гарбузів і кавунів досягають в радіусі 5 м.

При порівняно невеликому об'ємі ґрунту, який займають корені, загальна довжина їх досягає десятків кілометрів. Так, загальна довжина коренів однієї рослини жита, добре розвиненого в польових умовах, за підрахунками досягає 63 км, а з кореневими волосками — в кілька разів більше. Загальна поверхня всіх коренів становила 237 м², в тому числі всисна активна зона — близько 60 м². Всисна поверхня коренів у жита перевищує надземну поверхню в 6 разів, а загальна поверхня кореневої системи — більше ніж в сто разів.

При спільному зростанні різних видів рослин — в лісі, на луках або в степу можна виявити ярусне розміщення корневих систем: одні види розвивають корені у верхніх шарах ґрунту, інші галузяться глибше. Таке розміщення коренів сприяє кращому використанню товщі ґрунту рослинами. Так у пустельної рослини саксаул а розвивається дві зони галуження коренів: поверхнева в межах одного-двох метрів і глибинна — 3 - 4 м від поверхні залежно від рівня ґрунтових вод. Поверхневі корені відіграють роль головним чином навесні, а глибинні — влітку, коли верхні шари ґрунту пересихають.

Гетерорізія. В межах кореневої системи однієї рослини нерідко можна виявити різні форми коренів, які виконують неоднакові функції. Досить часто зустрічається зокрема розподіл функцій серед видовжених і вкорочених коренів дерев. Видовжені корені служать для розширення площі живлення рослин, тому їх можна назвати ще *ростовими*, або *скелетними* коренями. Вони, звичайно, бувають довговічними, але швидко втрачають первинну кору, корковіють і припиняють всмоктування. З боків на них формуються вкорочені корені, які виконують функцію всмоктування. Тривалість життя всмоктувальних коренів менша, ніж ростових, вони знаходяться весь час близько верхівки скелетних коренів, а далі при основі їх відмирають. Верхівковий ріст у всмоктувальних коренів обмежений, але вони зберігають первинну будову і здатність до всмоктування. Різниця між ростовими і всмоктувальними коренями чітко виявлена у хвойних рослин, менше помітна вона у листяних порід. Диференціація коренів в межах однієї рослини, або гетерорізія виявляється також у тому, що крім коренів скелетних і всмоктувальних утворюються запасуючі м'ясисті корені, корені втягуючі, корені вегетативного розмноження тощо. Такі спеціалізовані корені мають своєрідні форми.

Метаморфози коренів. Зміна в формі і будові кореня часто є наслідком відкладання в ньому запасних речовин. Особливу групу таких коренів становлять так звані *коренеплоди*. Це соковиті потовщені корені ріповидної, веретенувидної, бульбовидної або стержневої форми. Сформований коренеплід складається з трьох морфологічних частин: головки, шийки і власне кореня. Головка становить верхню частину, від якої відростають розеточні листки. Вона стеблового походження з над- сім'ядольного коліна (епікотиля). Шийка, яка розміщується безпосередньо під головою, теж формується з стебла — підсім'ядольного і надсім'ядольного коліна або їх частин. Нижня частина

шийки може утворювати додаткові корені. Власне корінь становить нижню частину коренеплода. Він розвивається з головного кореня проростка; з боків утворює велику кількість відгалужень, які виконують функцію живлення (рис. 58).

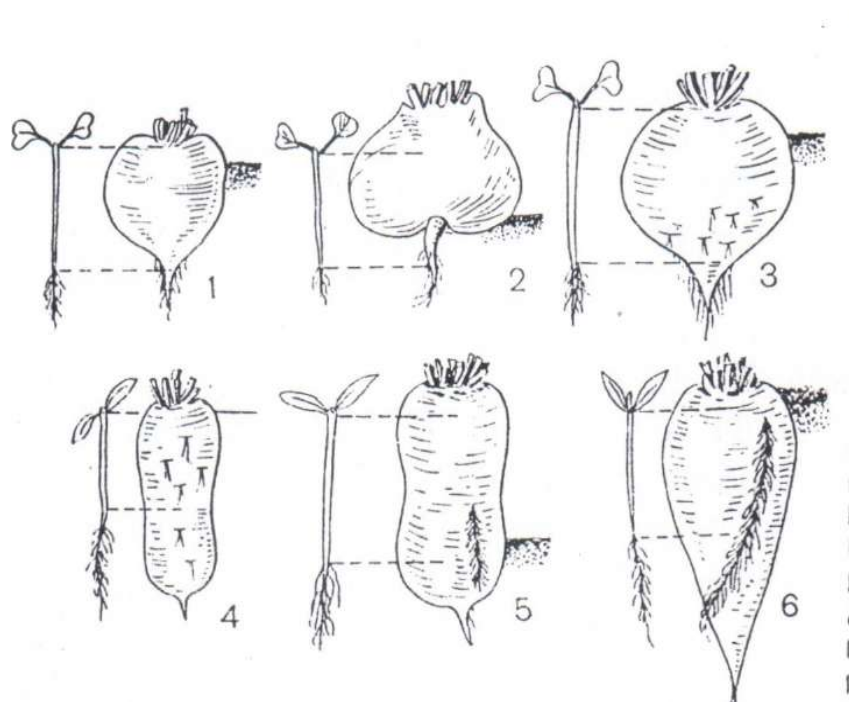


Рис. 58. Схема утворення коренеплода. (за Паламарчуком):

1 – редису; 2 – турнепсу; 3 – редьки; 4 – моркви; 5 – кормового буряка; 6 – цукрового буряка

Коренеплоди утворюються здебільшого у дворічників на першому році життя. На другий рік з них розвиваються квітосні пагони. Багато рослин з коренеплодами культивують як харчові, кормові або технічні, наприклад, моркву, петрушку, буряк, цикорій та інші [2].

На бічних і додаткових коренях деяких рослин утворюються потовщення, вивчені запасними речовинами. Називають їх *кореневими бульбами, або шишками*. Часто на них закладаються додаткові бруньки і тоді вони служать також органами вегетативного розмноження. Кореневі бульби утворюються в жоржин, пшінки, зозулинців, любки дволистої та деяких інших. У тропічної рослини батата вони досягають великих розмірів - до 30 кг. У формуванні корневих бульб, як і в коренеплодів також можуть брати певну участь інші органи. В пшінки і зозулинців вони починають розвиватися з стеблових бруньок, що утворюють зачатки додаткових коренів, які далі вже розростаються в бульби.

Запасні речовини можуть відкладатися в різних тканинах коренів. Так, у моркви вони відкладаються у вторинному лубі, у пшінки — в первинній корі, у жоржини — у вторинній ксилемі.

У багатьох трав'янистих дворічників і багаторічників утворюються *втягуючі* корені, які мають здатність вкорочуватись і втягувати під землю цибулини, бульби, кореневища або притискати до землі розетки листків. Пізнати втягуючі корені можна по поперечних зморшках. Механізм скорочення коренів у різних видів неоднаковий: за рахунок розтягування паренхімних клітин в поперечному напрямку під впливом тургору, і зменшення клітин внаслідок споживання запасних речовин тощо (рис. 59).

Корені вегетативного розмноження зустрічаються у багатьох рослин: з деревних, наприклад, в осики, вільхи, вишні, сливи; з чагарникових— у терна, малини, бузку; з трав'янистих — у молочаїв, осоту, берізки польової, льонку, хрону та ін. На таких коренях закладаються додаткові бруньки, з яких виростають наземні пагони, так звані кореневі паростки. Утворюються бруньки переважно на горизонтальних коренях, закладаючись найчастіше ендогенно, як і бічні корені.

Кореневі паростки спочатку живляться за рахунок материнської рослини, але пізніше зв'язок з нею втрачається і рослина стає самостійною. Здатність деяких бур'янових рослин утворювати кореневі паростки утруднює з ними боротьбу. Морфологічно корені вегетативного розмноження відрізняються від звичайних коренів живлення посиленням ростом у довжину і товщину за рахунок асимілятів, які надходять від корневих паростків.

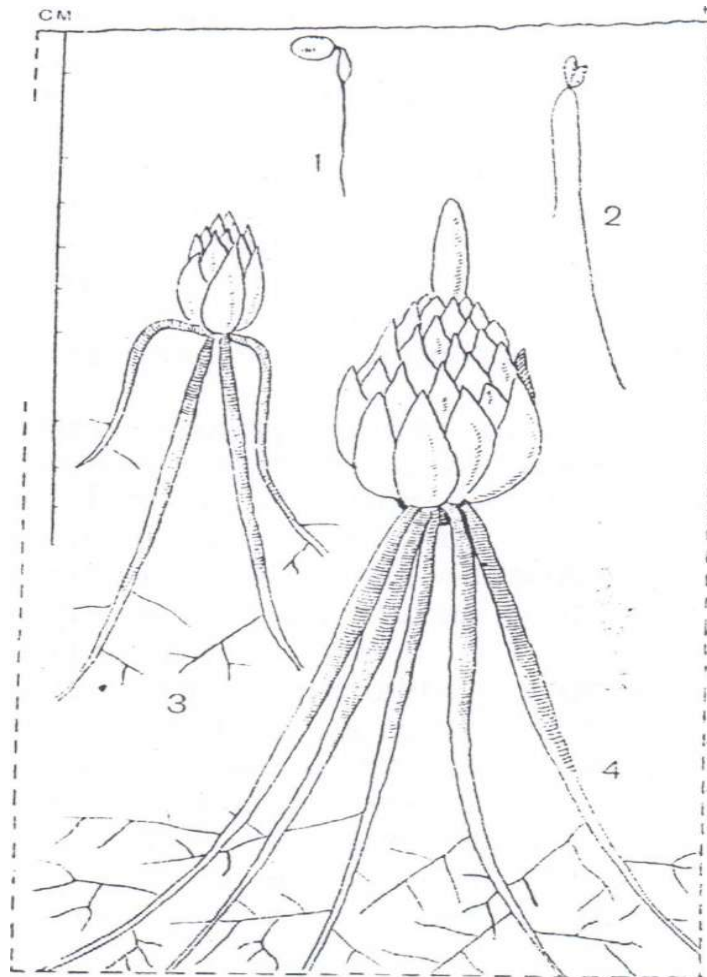


Рис. 59. Втягуючі корені лілії (за Серебряковим):

1 – проростання насінини; 2 – проросток другого строку; 3 – молода рослина в фазі утворення підземних пагонів; 4 – дорослий екземпляр з нормальним заляганням цибулини (зона скорочення позначена борозенками)

Опорні корені. Додаткові корені нерідко виконують спеціальні опорні функції, надаючи пагону більшої стійкості. З наших рослин такі корені розвиваються на нижніх вузлах стебла кукурудзи. У тропічних мангрових дерев, які зростають в мулистих морських лагунах та гирлах рік, від стовбура і гілок ростуть косо вниз *ходульні* корені. При тонкому стовбурі вони підтримують велику крону. Схожу функцію підпорок і живлення виконують додаткові повітряні корені у монстери (філодендрона), яку розводять у кімнатах. У індійського баньяна з роду фікусів повітряні опорні корені утворюються з гілок у великій кількості, досягаючи при цьому значної товщини. Вони підтримують і живлять величезну крону, яка може вкривати ґрунт на площі до тисячі квадратних метрів і більше. Ростуть вони прямою, тому їх називають *стовповидними*. У деяких лазячих ліан, як у паркового плюща, деяких фікусів, крім різних стеблових і листових причіпок, розвиваються також додаткові корені — *причіпки*, з допомогою яких вони прикріплюються до стовбурів дерев, скель, стін тощо. До групи опорних коренів належать і так звані дошковидні корені деяких дерев вологих тропічних лісів. Такі корені відростають від нижньої частини стовбура косо вниз у вигляді плескатих переділок, досягаючи 1-3 метри заввишки (рис. 60).

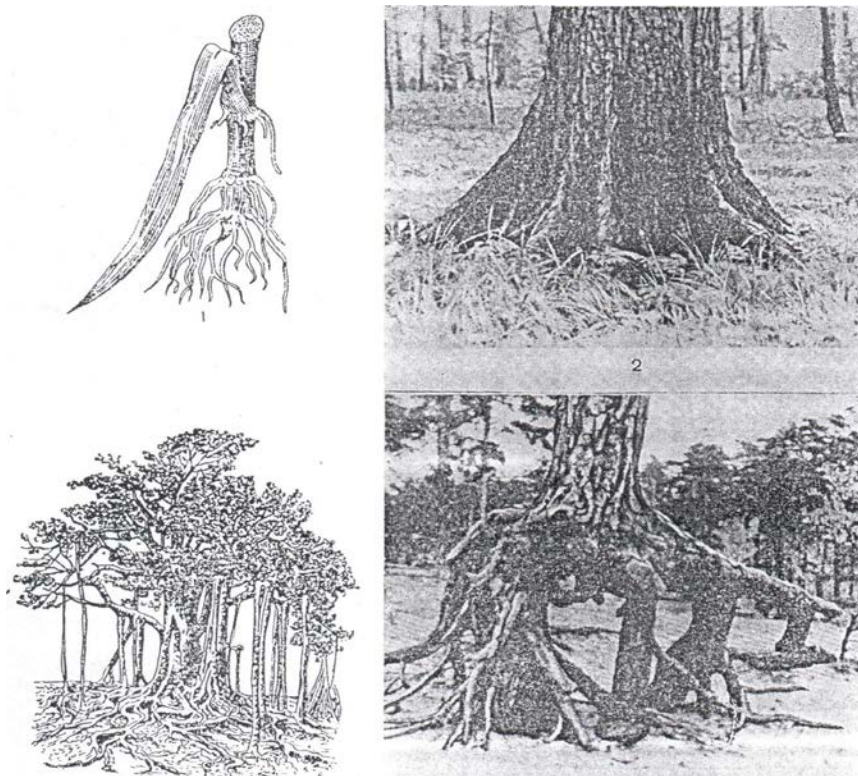


Рис. 60. Опорні корені:

1 – ходульні у кукурудзи; 2 - дошковидні у в'яза; 3 – якорні у сосни; 4 – стовповидні у баньяна

Асиміляційні корені. У багатьох тропічних орхідеї епіфітів, які зростають на стовбурах інших дерев подібно до лишайників, утворюються плоскі стрічковидні корені. Нижня сторона цих коренів вкрита волосками і поглинає воду з розчиненими солями, а верхня має зелений колір і виконує функції фотосинтезу. Зелені асиміляційні корені має і водяний горіх. Ці корені формуються на підсім'ядольному коліні у вигляді занурених у воду ниток (*рис. 61*) [2].

Дихальні корені. У деяких мангрових дерев і болотних кипарисів, які зростають на ґрунтах, збіднених на кисень, з підземних коренів відростають вертикально вгору і виставляються верхівками з ґрунту або води корені — пневматофори. У них тонка кора, великі сочевички й деякі інші пристосування, що полегшують газообмін.

У багатьох тропічних епіфітів утворюються корені, які звисають у повітрі, виконуючи функцію поглинання води з атмосферних опадів. З поверхні вони вкриті шарами мертвих клітин з спіральними потовщеннями і порами.

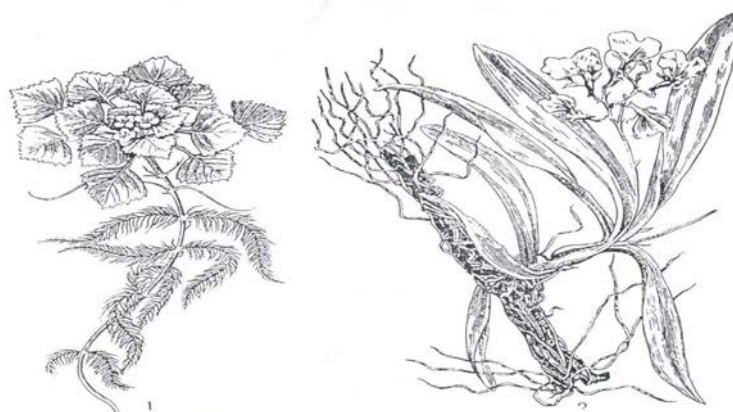


Рис. 61. Корені із спеціалізованими функціями (за Потульницьким П.М.):

1 – перисторозсічені зелені корені водяного горіха; 2 – поглинальні повітряні корені епіфітної орхідеї

Особливості морфології коренів при симбіозі. У багатьох рослин процес кореневого живлення відбувається за участю бактерій і грибів. В симбіозі з бактеріями перебувають корені рослин з родини бобових. У первинній корі їх поселяються бактерії з роду *Rhizobium*. Внаслідок подразнень, обумовлених виділюваними речовинами, до місць оселення бактерій посилено надходять пластичні речовини і розростається паренхіма, випинаючись у вигляді бульбочок. Симбіоз тут зводиться до того, що бактерії живляться вуглеводами рослини-живителя, але в свою чергу, маючи здатність засвоювати вільний азот повітря, постачають зв'язаними формами його після відмирання і рослину. Багате джерело постачання азотом є причиною того, що бобові рослини містять білкових сполук у своїх органах, особливо в насінні, значно більше ніж інші. Слід відзначити, що певним видам бобових рослин приурочені певні види бактерій, тому, наприклад, бактерії конюшини не можуть входити у симбіоз з бактеріями люпину. В бульбочках бобових рослин виявлено три пігменти: зелений, коричневий і червоний. Останній виявився ідентичним за своїм складом з пігментом крові тварин — гемоглобіном. Всі три пігменти здатні до взаємного заміщення, і це один з доказів єдності походження рослинного і тваринного світу (*рис. 62*) [2].

Ще більш поширений у природі симбіоз коренів вищих рослин з грибами. Деякі види ґрунтових грибів утворюють на поверхні молодих укорочених розгалужень кореня сплетення грибниці у вигляді чохла. Частина гіфів гриба проникає в середину кореня і оселяється в клітинах корової паренхіми. Такі оплетені міцелієм гриба закінчення молодих коренів називають зовнішньою (*екзотрофною*) мікоризою, або грибокоренем. В інших рослин міцелій гриба розвивається головним чином в середині кореня, утворюючи там клубочки. На відміну від попередньої така мікориза має назву внутрішньої (*ендотрофної*). Зустрічаються і проміжні типи, коли гриб розвивається і зовні і всередині коренів. Зовнішня мікориза поширена переважно у деревних і чагарникових рослин, наприклад, у сосни, дуба, берези, осики, клена, липи, ліщини та інших. Внутрішня мікориза зустрічається і серед трав'янистих, і серед деревних рослин. Так, в однодольних — костриці, стоколосу, орхідеї, цибулі, півників; у дводольних — конюшини, суниць, буркуна, люцерни, винограду, волоського горіха — мікориза внутрішня. Виявлено, що в рослин із зовнішньою мікоризою кореневі волоски не розвиваються і функції поглинання виконує гриб.

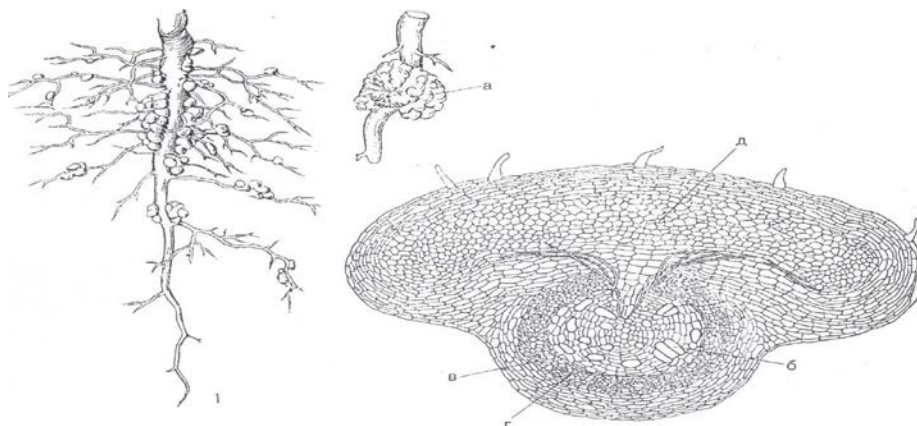


Рис. 62. Бульбочкові бактерії на корені люпину (за Потульницьким П.М.):

1 – загальний вигляд кореня з бульбочками; 2 – поперечний розріз кореня з бактеріальним гніздом: а – окрема бульбочка, б – ксилема, в – флоєма, г – камбій, д – бактеріальне гніздо

Роль грибів у живленні вищих рослин настільки важлива, що деякі з них без мікоризи існувати не можуть. Це має місце, зокрема, у верескових, грушанкових, орхідних, плаунових, багатьох голонасінних тощо. Поглинальна поверхня коренів завдяки сильному розгалуженню грибниці в ґрунті набагато збільшується. Крім того, мікоризні гриби здатні засвоювати з ґрунту складні органічні сполуки азоту, недоступні вищим рослинам. Всередині кореня гриб виділяє ферменти, які розкладають складні вуглеводи запасних речовин до моноцукрів і, підвищуючи цим осмотичний тиск клітин, сприяють кращому вбиранню з ґрунту води і мінеральних речовин. Виділяє гриб і гормони росту, забезпечуючи посилений ріст кореневої системи (*рис. 63*).

Живлення вищих рослин з участю мікоризних грибів називається *мікотрофним*. Взаємовідносини гриба і вищої рослини в мікоризі мають характер паразитизму, від якого обидва компоненти мають певні вигоди. В еволюції рослинного світу він виник давно, про що свідчать викопні рештки давніх рослин псилофітів та інших. У сучасному рослинному покриві землі мікориза зустрічається серед усіх відділів вищих рослин. Більшість наших деревних рослин, хвойних і листяних, є мікоризними. Тут ростуть шапкові гриби: боровики, рижики, підосичники, масляки, підберезовики, мухомори, грузді та ін. Назви деяких з цих грибів свідчать про певну приуроченість їх до тих чи інших порід дерев, але великої спеціалізації проте не спостерігається. Підберезовики наприклад, ростуть не лише в березових лісах, але й грабових, в'язових, дубових тощо. Мікоризні шапкові гриби поза кореневою системою дерев рости не можуть, але, з другого боку, виявлено, що й дерева погано ростуть, а то й гинуть, якщо в них на коренях не утворюється мікориза [2].

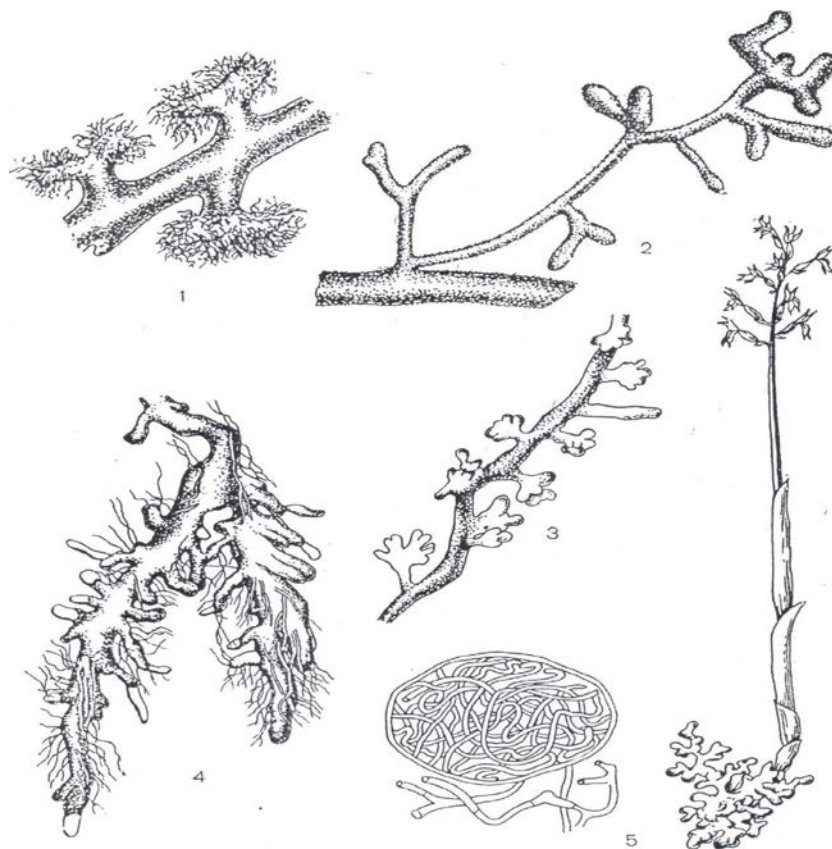


Рис. 63. Мікориза на коренях (за Потульницьким П.М.):
1- берези; 2 – бука; 3 – сосни; 4 – дуба; 5 – ендотрофна мікориза в клітині кореня коральковця з родини орхідних

Значення корневих систем у природних процесах і житті людини. Пронизуючи густо в усіх напрямках товщу материнських порід, корені не лише подрібнюють їх механічно, але й змінюють хімічний склад їх, бо весь час виділяють секрети, які приводять в активний стан руху малорозчинні речовини ґрунту. Цьому сприяє також вибіркове поглинання коренями з ґрунту певних катіонів і аніонів. Винятково важливу роль у процесах ґрунтоутворення відіграють і органічні речовини, які залишаються після відмирання кореневої системи. Органічні речовини мінералізуються під дією грибів і бактерій або за певних умов утворюють гумус. Вони є істотним джерелом збагачення ґрунту доступними для живлення рослин сполуками азоту і мінеральних речовин.

Корені багатьох рослин людина використовує з різною метою: для вегетативного розмноження — м'яти, малини й інших коренепаросткових рослин; для закріплення ґрунтів від ерозії шляхом насаджень, у фармацевтичній промисловості — зозулинця, любки дволистої; в хімічній — хвойних рослин; харчовій — буряку, моркви, цикорію, батату тощо.

Прищипуванням головного кореня, внесенням в ґрунт добрив, регулюванням водного, повітряного та температурного режиму можна певною мірою керувати формуванням кореневої системи, що й здійснюють при вирощуванні культурних рослин.

Хід роботи:

1. На живих екземплярах рослин розглянути і замалювати особливості морфологічної будови кореневої системи головного кореня, кореневої системи додаткових коренів, проміжних типів кореневої системи.

2. Розглянути на проростках пшениці (*Triticum aestivum*) зони ростучого кореня.

Корінь – підземний осьовий орган, на ньому не утворюються листки і зовнішні бруньки. Головна функція кореня полягає в поглинанні води, мінеральних солей з ґрунту та передачі їх до стебла і листків.

У напрямку знизу вгору в корені можна виділити кілька зон і кореневий чохлак.

Кореневий чохлак – своєрідне паренхімане утворення, яке складається з клітин, що покривають меристематичну зону конуса наростання. Він не тільки захищає точку росту від механічного пошкодження, а й сприяє, завдяки ослизненню й злущуванню зовнішніх його клітин просуванню кореня в твердому субстраті (*рис. 64.*).

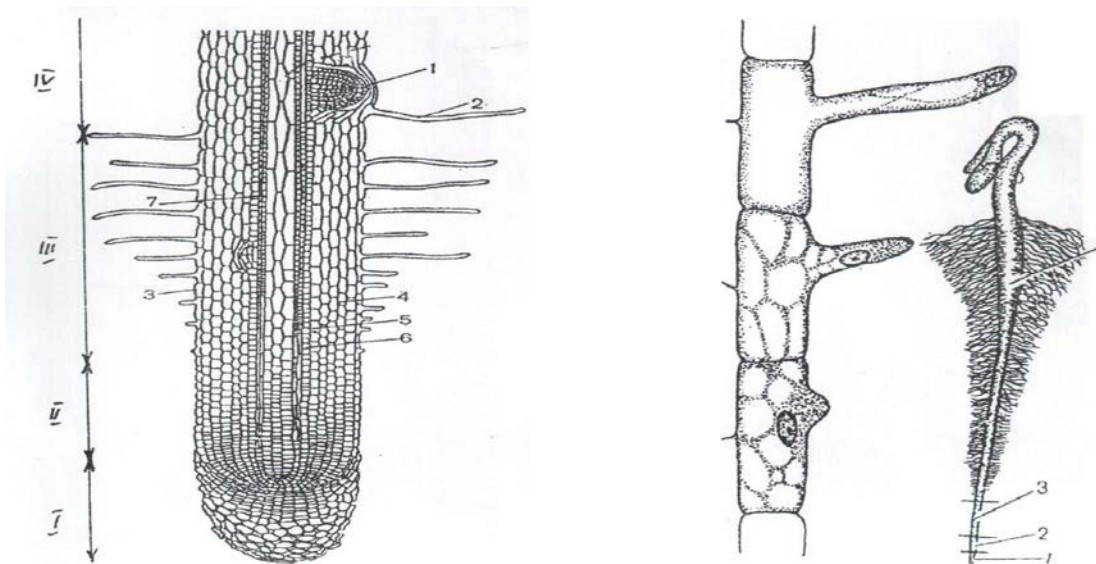


Рис. 64. Зони кореня на поздовжньому перерізі:

I – зона кореневого чохлака; II – зона росту; III – всисна зона; IV – поч. зони бічних коренів;
1 – поч. росту бічного кореня; 2 – кореневі волоски; 3 – епідерміс; 4 – кора кореня; 5 – ендодерма; 6 – перицикл;
7 – центральний циліндр

Зона ділення. Нарощування кореня відбувається за рахунок ініціальних клітин меристеми, яка локалізується на його верхівці під корневим чохлаком. Під час поділу ініціалів формується меристематичний комплекс. Зовнішній шар його називається дерматогеном, з якого утворюється ризодерма або епіблема, а також клітини кореневого чохлака. Під дерматогеном розвивається другий меристематичний шар – периблема, що дає початок первинній корі, з третього шару – плероми формується центральний циліндр кореня.

Вище зони росту розташована всисна зона. Вона являє собою систему корневих волосків, якими рослина вбирає з ґрунту воду і мінеральні солі. Всисна зона кореня вкрита слизистою речовиною – апектином, що забезпечує прилипання ґрунту до корневих волосків.

Вище корневих волосків розташована провідна зона або зона бічних коренів. Кореневі волоски в цій зоні відмирають, і вся епіблема злущується.

3. Ознайомитись із формами коренів та типами корневих систем на гербарних зразках рослин.

Форма кореня залежить від багатьох факторів – середовища існування, природи, рослин та функцій, які вони виконують. Виділяють такі типи корневих систем: коренева система головного кореня, система додаткових коренів та змішана коренева система.

Коренева система головного кореня за походженням первинна, за формою – стрижнева. Головний корінь розвивається із зародкового і несе на собі всі корені. Така система характерна для бобових, капустяних, лободових, щиріцевих, гвоздикових та переважної більшості дерев'янистих рослин.

Система додаткових коренів характеризується тим, що основна маса їх вторинного походження, головний корінь розвивається слабко, часто відмирає. Форма такої кореневої системи – мичкувата, в основному вторинного походження. Таку кореневу систему мають злакові. Подібний тип кореневої системи характерний також для вищих спорових рослин, в яких зовсім немає головного кореня, а розвивається лише додаткова (вторинна) коренева система (рис. 65).

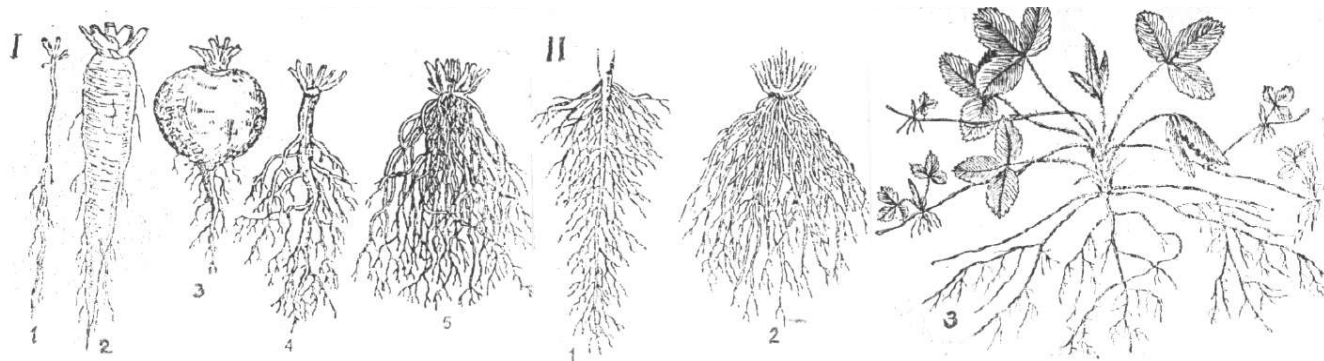


Рис. 65. Морфологія кореня і корневих систем:

I – форми коренів: 1 – ниткоподібний; 2 – конусоподібний; 3 – ріпо подібний; 4 – стрижневий; 5 – мичкуватий;
II – тип корневих систем: 1 – стрижнева; 2 – мичкувата; 3 – змішана

До окремого типу належать змішана коренева система, яка має добре розвинений стрижневий корінь та додаткові корені (суніця, жовтець повзучий та ін.).

4. Розглянути на таблицях метаморфози коренів. Описати пристосувальний характер кореневої системи рослин.

Метаморфози – це успадкована в формі та будові видозміна органа рослини чи його частини, що пов'язана з виконанням різних або непрямих функцій.

До таких форм належать коренеплоди, кореневі бульби, втягуючі, опорні, стовпоподібні, ходульні, дихальні, фотосинтезуючі корені та корені причіпки (рис. 66, 67).

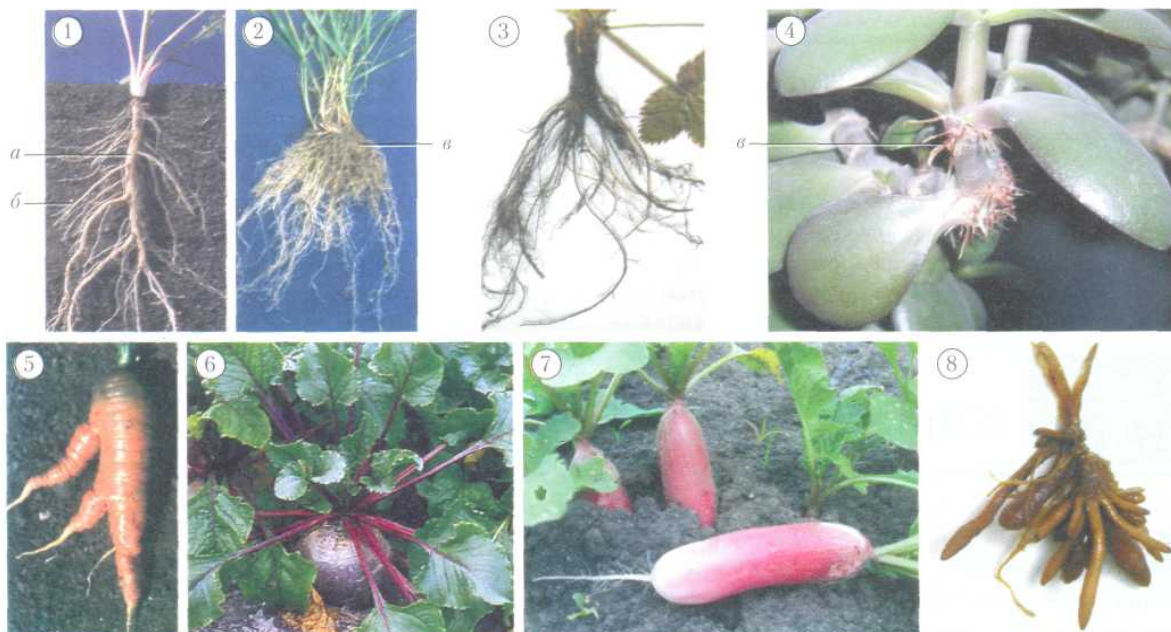


Рис. 66. Типи корневих систем, види коренів та їх метаморфози:

1-3 – кореневі системи: стрижнева (1), мичкувата (2), змішана (3); 4 – повітряні корені;
5 – коренеплід моркви; 6, 7 – стеблоренеплоди буряка (6), редиса (7); 8 – коренебульби пшінки весняної; а – головний корінь, б – бічні корені, в – додаткові корені

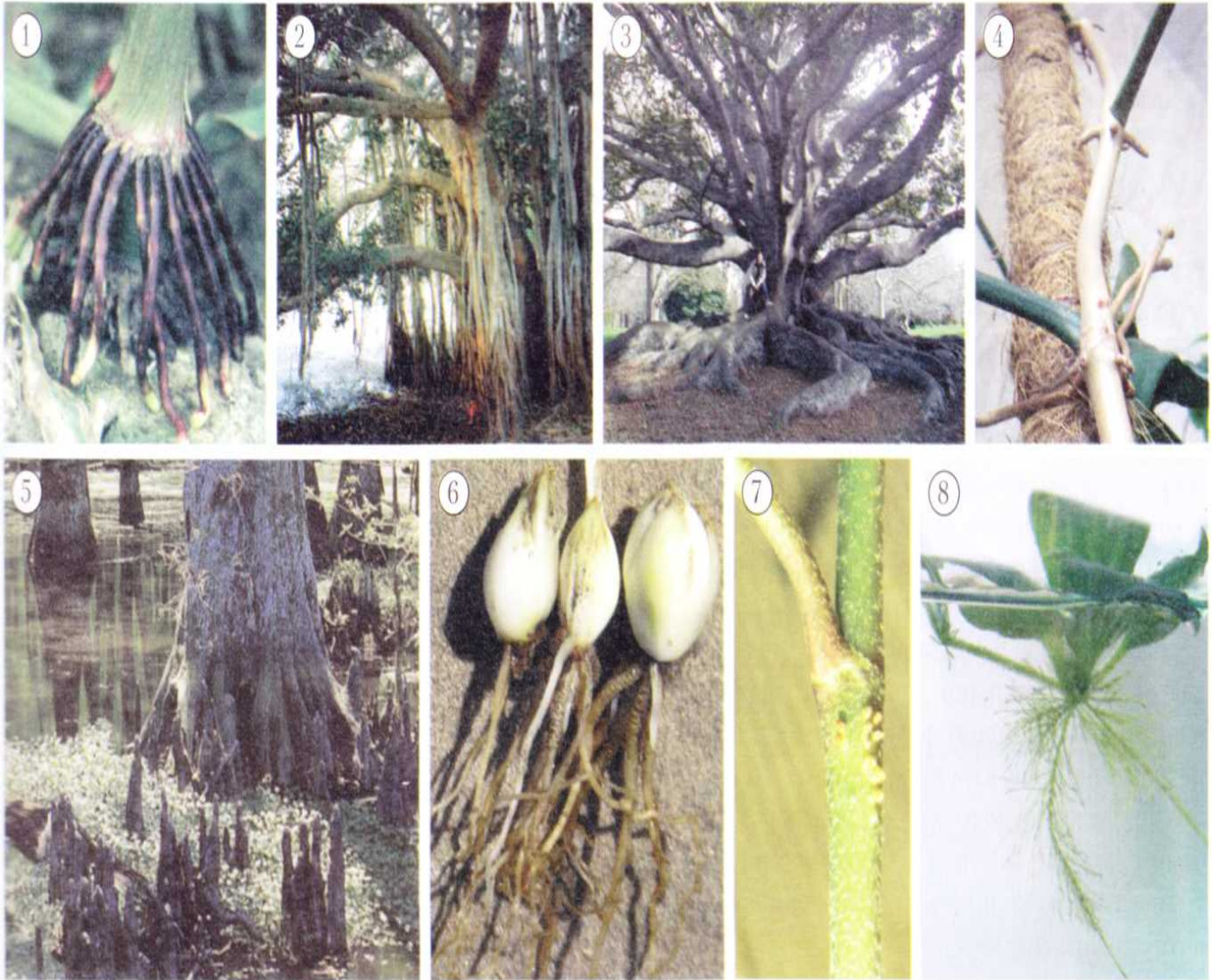


Рис. 67. Корені зі специфічними функціями:

1-опорні ходульні корені (кукурудза), 2-повітряні стовпоподібні корені підпорки (баньян), 3-опорні дошкоподібні корені (партеноцисус), 4- повітряні опорно-поглинальні корені (філодендрон), 5-дихальні корені-пневматофори (авіценія), 6 - втягуючі, або контрактильні, корені цибулин (лілія), 7 – корені-причіпки (повой), 8 – водяні корені

Кореневими бульбами називається потовщення корневих розгалужень, в яких накопичуються запасні поживні речовини. Розвиваються в жоржини, пшінки.

Втягуючі корені формуються в шафрана, лілії. Вони мають своєрідну будову потовщеної частини кореня, тобто наявність поперечних кільцевих зморшок, які утворюються в паренхімі кори.

Корені-причіпки властиві деяким ліанам, з допомогою яких рослини своїми пагонами фіксуються на скелях, стінах, стовбурах дерев.

Опорні корені укріплюють рослину в субстраті. Наприклад, у кукурудзи вони відходять від нижніх наземних вузлів, заглиблюючись в ґрунт і цим самим захищають рослину від вилягання.

Стовпоподібні корені має тропічна рослина індійський баньян. Такі корені згодом набувають значної товщини і ростуть вони в напрямку від гілок вниз-прямовисно.

Дихальні корені характерні для болотної рослинності тропічних регіонів з бідним кисневим середовищем.

Ходульні корені має мангрова рослинність, яка зростає на заболочених ґрунтах морських лагун, утворюючи великі зарості.

5. Ознайомитись із способами галуження щільнокущових, нещільнокущових і кореневищних злаків.

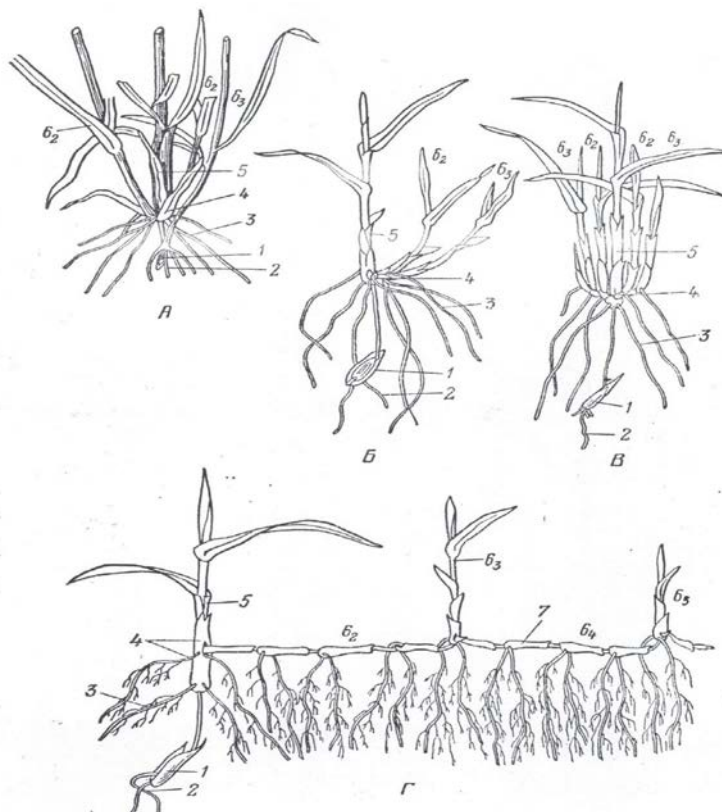


Рис. 68. Кушіння злаків:

А – Жита (*Secale cereale*); Б – нещільнокущового злака (*Poa annua*); В – щільнокущового злака (*Nardus stricta*); Г – кореневищного злака (*Agropyron repens*): 1 – зернівка, 2 – зародкові корені, 3 – додаткові корені, 4 – вузел кушіння, 5 – головний пагін (вісь першого порядку), б₂, б₃, б₄, б₅ – бокові пагони другого і наступних порядків, 7 – кореневище

Питання для самоконтролю та розвитку мислення:

1. Дайте визначення поняття «корінь» та «коренева система».
2. Розвиток кореня в онтогенезі рослин.
3. Формування бічних коренів.
4. Розвиток кореневої системи бічних коренів.
5. Охарактеризуйте зони кореня.
6. Що являють собою кореневі волоски?
7. Вбирання коренями води і розчинених мінеральних речовин.
8. Охарактеризуйте метаморфози коренів, як пристосувальну функцію рослин до середовища існування.
9. Опишіть рух води з ґрунтового розчину до провідної системи рослин.

Матеріали та обладнання:

1. Живі екземпляри одно- і дводольних рослин з різними типами корневих систем і формами коренів.
2. Морфологія кореня, типи корневих систем, метаморфози коренів – таблиці.
3. Гербарні екземпляри рослин з різними типами корневих систем.

Література:

1. Григора І.М., Шабарова С.І., Алейніков І.М. Ботаніка. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – С. 33-37.
2. Потульницький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О. Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин. – К.: Вища школа, 1971. – С. 195 – 206.
3. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995. – С. 128-152.
4. Хржановский В.Г. и др. Практический курс ботаники. – М.: Высшая школа, 1963. – С. 50-56.

Лабораторна робота №11

Тема: *Первинна і вторинна будова коренів.*

Мета: *Вивчити первинну і вторинну анатомічну структуру коренів та будову коренеплодів.*

Теоретичні питання:

1. Призначення та функції коренів.
2. Зони коренів.
3. Первинна анатомічна структура коренів.
4. Вторинна анатомічна структура коренів.
5. Формування бічних коренів.
6. Утворення додаткових коренів у однодольних рослин.
7. Коренеплоди, як видозміна коренів дводольних рослин.
8. Флоемний, ксилемний та полікамбіальний типи коренеплодів.

Завдання:

1. Розглянути на проростках пшениці (*Triticum aestivum*) та замалювати зони кореня.
2. На прикладі цибулі городньої (*Allium cepa*) розглянути та замалювати первинну анатомічну будову кореня.
3. Вивчити вторинну анатомічну будову кореня на прикладі гарбуза (*Cucurbita pepo*).
4. Розглянути неозброєним оком поперечні перерізи коренеплодів флоемного, ксилемного та полікамбіального типів. Замалювати схеми.

Основні відомості

За будовою і функціональними можливостями у корені виділяється чотири гістологічні зони: ділення клітин (з кореневим чохлаком); росту; всмоктування; проведення; укріплення і галуження [3].

Зона ділення клітин, або *ембріонального росту* - кінчик кореня, наймолодша зона довжиною 1-2 мм. Складається із клітин-ініціалей апікальної меристеми, які знаходяться у стані постійного поділу, а також з їх похідних. Кінчик кореня прикритий *кореневим чохлаком - каліптрою*, що захищає молоді клітини від механічних та інших ушкоджень. Утворюється він зовнішнім *каліптрогенним шаром* апікальної меристеми. Має ковпачкоподібну форму (*рис. 69*) і складається з живих паренхімних клітин із високим тургором і тонкими оболонками, що ослизнюються. Поверхневий шар чохлака постійно руйнується, але поповнюється зсередини новими клітинами. У кореновому чохлаку головного кореня містяться зерна оберігального крохмалю, які чутливі до гравітації і забезпечують позитивний геотропізм - ріст кореня вниз. Кореневий чохлак відсутній у напівпаразитів (омела, повитиця), а у багатьох водних рослин кінчик кореня захищений від вимивання солей та ушкоджень "кишенькою" (ряска).

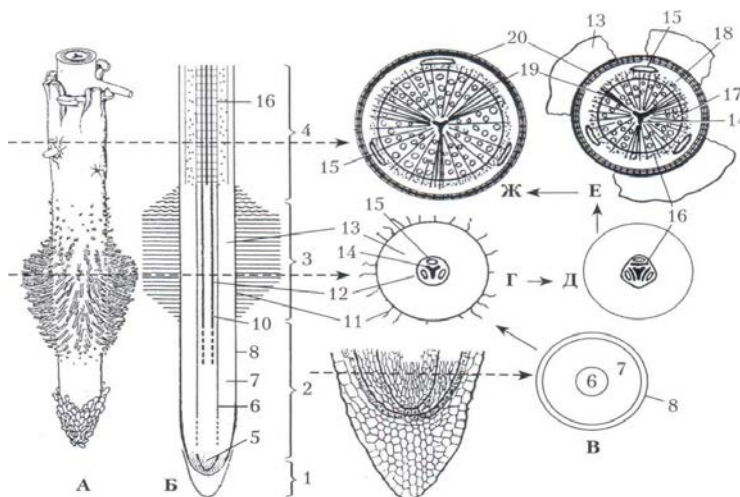


Рис. 69. Будова кореня дводольної рослини:

А – зовнішній вигляд; Б – схема поздовжнього зрізу; В-Е – стадії первинного росту і переходу до вторинного потовщення;
Ж – вторинна безпучкова будова; 1 – зона ділення клітин, захищена кореневим чохлаком, 2 – зона розтягування і диференціації, 3 – зона всмоктування, 4 – зона проведення і укріплення з бічними коренями, 5 – апікальна меристема,

6 – прокамбій, 7 – основна меристема, 8 – протодерма, 9 – елементи флоеми, 10 – елементи ксилеми, 11 – епілема з корневими волосками, 12 – перицикл, 13 – первинна кора, 14 – первинна ксилема, 15 – первинна флоема, 16 – камбій, 17 – вторинна ксилема, 18 – вторинна флоема, 19 – серцевинний промінь, 20 – перидерма

Зона росту, розтягування і диференціації клітин складає також кілька міліметрів. Тут клітини набувають циліндричної форми, вакуолізуються, збільшуються у розмірах, що обумовлює здовження кореня, його заглиблення в ґрунт. Ближче до зони всмоктування відбувається спеціалізація, диференціація клітин на паренхіму, елементи ксилеми і флоеми [3].

Зона всмоктування, або зона корневих волосків, становить 5-20 мм, знаходиться над зоною росту. Характеризується наявністю висної тканини *епілеми і корневих волосків* - трубчастих виростів клітин епілеми (*рис. 70, В*), які всмоктують із ґрунту воду і мінеральні розчини.

Волоски функціонують протягом 10-20 днів, відмирають і замінюються новими. У цій зоні завершується диференціація клітин первинних тканин і формується первинна анатомічна будова (*рис. 70 В*).

Зона проведення і укріплення, або зона бічних коренів, розташована вище зони всмоктування (*рис. 70 А*). Сформовані в ній провідні тканини забезпечують пересування двох течій - мінеральних і органічних речовин, а утворені із перициклу бічні корені закріплюють рослину у ґрунті (*рис. 69.А*). У цій зоні односім'ядольні рослини зберігають первинну будову з невеликими змінами, а у двосім'ядольних і голонасінних у зв'язку з появою і діяльністю камбію і фелогену корінь потовщується і набуває вторинної анатомічної будови (*рис. 69.Ж*). Якщо корінь виконує запасуючу функцію (коренеплід, коренебульба), то ця зона накопичує поживні речовини і значно потовщується за рахунок розростання запасуючої тканини лубу чи деревини (*рис. 69. Ж*).

Первинна будова кореня

Корені первинної будови характеризуються наявністю трьох систем тканин - покривної, первинної кори і центрального циліндра (*рис. 70, В, схема 1*). У якості покривних тканин виступають: епідерма (зона проведення у однодольних), епілема (зона всмоктування), веломен у повітряних коренів (*рис. 70, І*).

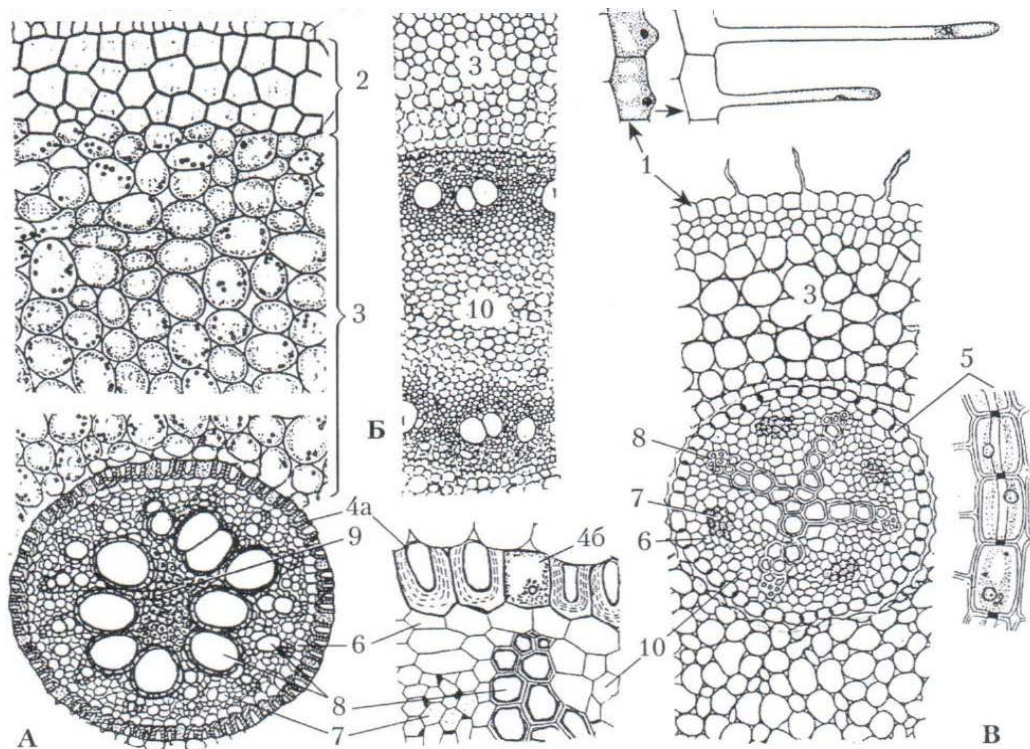


Рис. 70. Первинна анатомічна будова коренів:

А, Б – однодольних (півники, кукурудза); В – дводольних (жовтець); 1 – епілема з корневими волосками, 2 – ектодерма, 3 – мезодерма, 4 – ендодерма з мертвих підковоподібно потовщених (4а) і живих тонкостінних пропускних клітин (4б), 5 – ендодерма з поясками Каспарі, 6 – перицикл, 7 – флоема, 8 – судини ксилеми, 9 – склеренхіма, 10 – запасуюча паренхіма

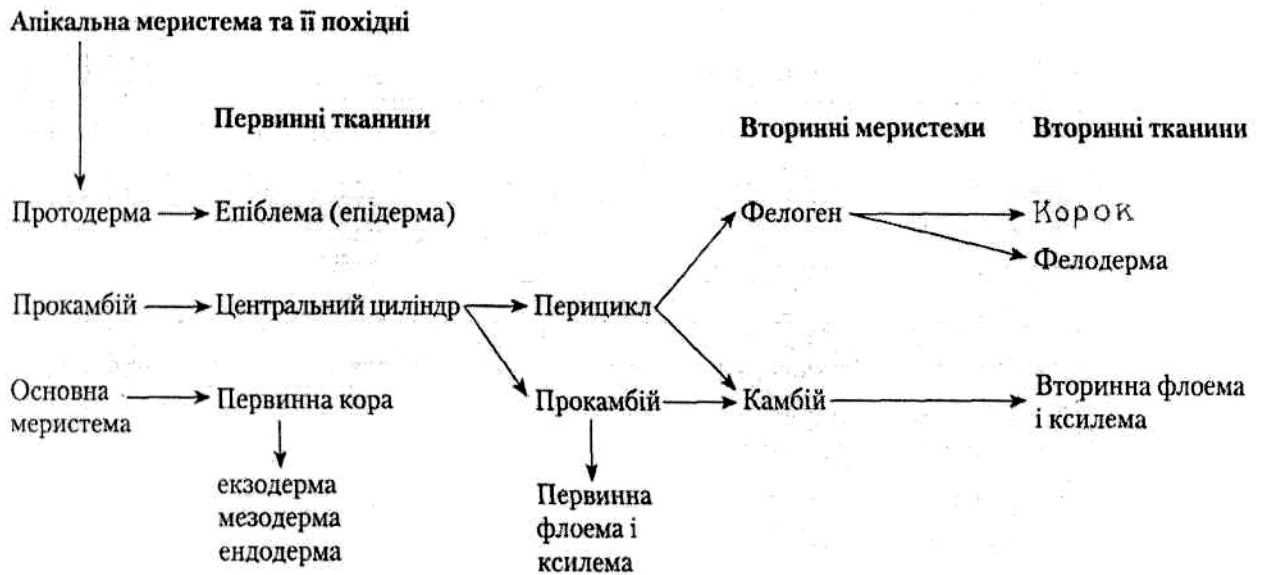


Схема 1. Розвиток тканин кореня дводольної рослини

Епіблема виконує поглинальну, секреторну і покривно-захисну функції. Складається з одного шару тонкостінних, щільно зімкнутих клітин, частина яких (*трихобласти*) утворює кореневі волоски, а інша (*атрихобласти*) їх не утворює. Епіблема не має продихів, товстої кутикули і трихом. Поверхня клітин ослизнюється, що захищає корінь від висихання, зайвого тертя, сприяє прилипанню і пом'якшенню частинок ґрунту, розвитку корисних бактерій [3].

Первинна кора (рис. 70: 2, 3, 4), що під епіблемою, багатошарова, поділяється на екзодерму, мезодерму і ендодерму. *Екзодерма* виконує захисну, опорну і пропускну функції, складається із 3 - 4 шарів великих, багатокутних, щільно зімкнутих клітин. Якась частина цих клітин тонкостінна, а інша – з частково скорковілими оболонками. *Мезодерма* – основна за масою, багатошарова запасаюча частина первинної кори. Клітини живі, великі, округлі чи багатокутні, пухкі, з тонкими чи потовщеними, інколи лігніфікованими (в односім'ядольних) оболонками, заповнені зазвичай крохмальними зернами. *Мезодерма* виконує також транспортну функцію, а інколи може бути повітряною. *Ендодерма* – внутрішній, майже завжди однорядний шар первинної кори, який межує з центральним циліндром, виконує опорно-пропускну функцію. В односім'ядольних потовщуються, корковіють і дерев'яніють радіальні і внутрішні тангентальні оболонки клітин у вигляді підкови чи букви U (рис. 71.3).

Серед цих мертвих клітин ендодерми навпроти променів ксилеми зберігаються живі *пропусчні клітини*, по яких вода і мінеральні розчини надходять до судин. У двосім'ядольних лінзовидні скорковілі потовщення - *плями, або пояски Каспарі*, виникають спочатку тільки на антиклінальних стінках ендодерми (рис. 70, 5). Надалі суберин може відкладатись по всій внутрішній поверхні усіх або більшості клітин.

Центральний циліндр, або стела (стель) (рис. 71, В) займає осьову частину органа, складається з ксилеми, флоєми та периферійного кільця *перициклу*, з якого формуються бічні корені, корені-присоски, фелоген, камбій, молочники тощо. Флоєма і ксилема чергуються по радіусах, утворюючи *радіальний провідний пучок*. Залежно від кількості ділянок ксилеми він буває дво-, три-, чотири-, п'яти-, шести- і багатопроменевий, або –архний. У двосім'ядольних рослин променів ксилеми зазвичай не більше шести, а в односім'ядольних їх більше (пучок поліархний). У центрі осьового циліндру можуть знаходитися судини ксилеми, склеренхіма чи паренхіма, що утворює несправжню серцевину (рис. 71, 8).

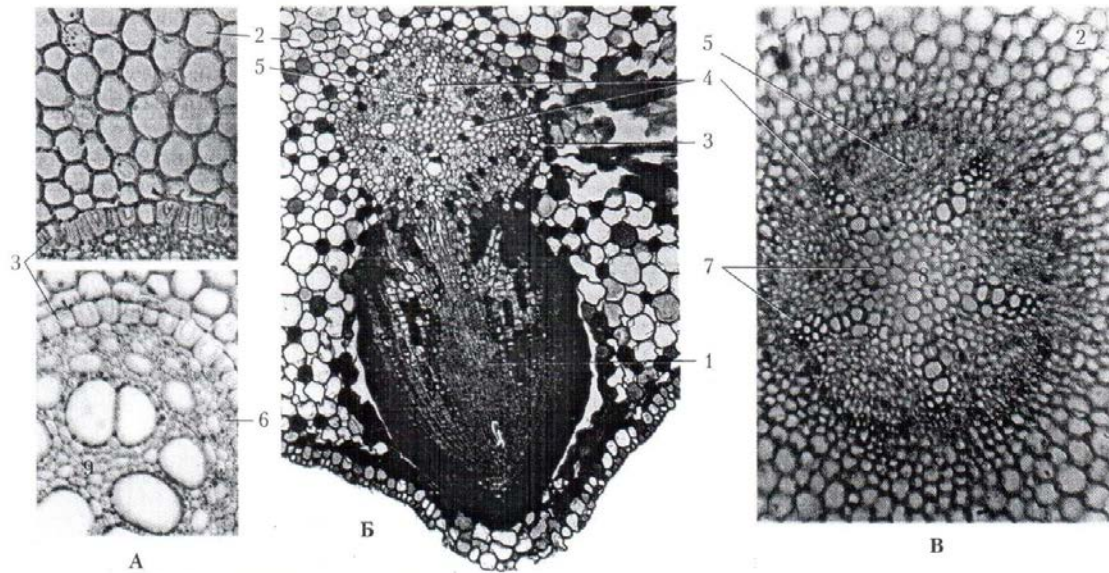


Рис. 71. Фрагменти поперечних зрізів коренів:

А – корінь однодольної рослини, Б – корінь дводольної рослини в зоні проведення, розвиток бічного кореня, В – поява камбію в зоні проведення кореня дводольної рослини; 1 – апекс бічного кореня, 2 – мезодерма, 3 – ендодерма, 4 – промені судин ксилеми, 5 – ділянки флоєми, 6 – перицикл, 7 – клітини камбію, 8 – паренхіма (несправжня серцевина), 9 – склеренхіма

Вторинна будова кореня

Формується в зоні укріплення у голонасінних і двосім'ядольних покритонасінних рослин завдяки появі і функціонуванню вторинних бічних меристем - камбію у центральному циліндрі і фелогену у первинній корі (рис. 71, 72). Камбій у вигляді дуговидних ділянок утворюється з перициклу над променями первинної ксилеми та із прокамбію або паренхіми під флоємою (рис. 71,В) [3].

Вторинна будова кореня (рис. 72) може бути пучкового типу (у деяких трав'янистих двосім'ядольних рослин) або безпучкового (у деревних і деяких трав'янистих двосім'ядольних). *Пучковий тип* (рис. 72, А) утворюється в тому випадку, якщо камбій над променями первинної ксилеми формує паренхіму серцевинних променів, а пучковий камбій, що заклався під ділянками флоєми, продукує вторинні флоєму і ксилему колатерального чи біколateralного провідного пучка. Первинна ксилема поступово відтискується до осі кореня, а первинна флоєма - до периферії центрального циліндра. У разі *безпучкового* типу будови (рис. 72: Б, В, Г) утворені ділянки камбію змикаються між собою у кільце, яке продукує суцільні кільця ксилеми і флоєми. Вони пронизані радіальними широкими чи вузькими серцевинними променями. У центрі кореня розташована первинна ксилема.

Вторинні перетворення в первинній корі кореня пов'язані з діяльністю фелогену. Якщо він виникає з перициклу, то корок ізольовує первинну кору, вона розривається і повністю злущується (рис. 72).

Якщо фелоген утворюється з паренхіми мезодерми, що відбувається значно рідше, то частина кори під корком зберігається.

У деревних рослин корінь звичайно безпучкового типу будови. Покривна тканина - перидерма або кірка. В їх деревині формуються кільця річного приросту, або річні кільця (рис. 72, В). Кожне кільце - це сукупність тканин, утворених камбієм за один вегетаційний період.

Наявність у центральній частині осевого органа радіального провідного пучка, склеренхіми або судин первинної ксилеми відрізняє корінь від стебла і кореневища, які у центрі містять справжню серцевину.

Відмінною рисою потовщених коренів - *коренеплодів* - є значне розростання запасуючої паренхіми у лубі (селерові) (рис. 72, Б) чи в деревині (капустяні) (рис. 73, Б). У коренеплодах типу буряка (лободові) (рис. 73, В) центральний циліндр має первинну діархну будову. Потім під

ділянками флоєми з прокамбію розвивається пучковий камбій, а з нього – вторинні ксилема і флоєма. Так утворюються в центральному циліндрі два відкритих колатеральних пучки. Міжпучковий камбій продукує паренхіму серцевинних променів. Згодом робота камбію з утворення вторинних тканин припиняється, а назвні від вторинної флоєми з клітин паренхіми закладаються додаткові меристематичні кільця. З них розвивається головним чином запасуюча паренхіма і проходять листкові сліди [3].

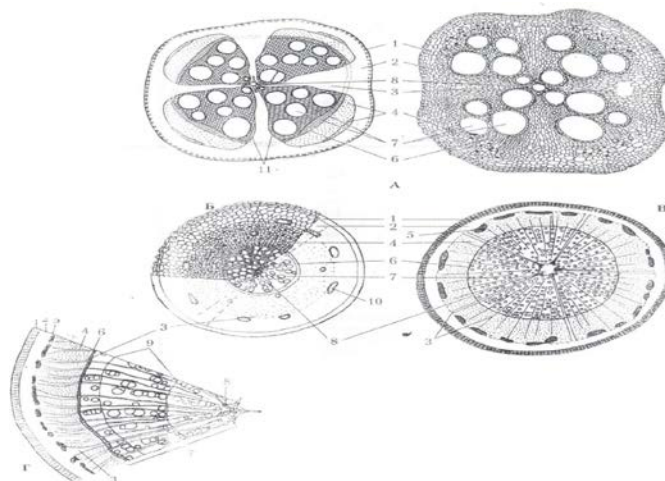


Рис. 72. Корені дводольних рослин вторинної будови пучкового (А) і безпучкового (Б, В, Г) типів:

А – корінь трав'янистої рослини – гарбуза (схема і детальний рисунок), Б – потовщений корінь трав'янистої рослини – петрушки, В – однорічний корінь груші (схема), Г – трирічний корінь вільхи (схема); 1 – перидерма, 2 – паренхіма, 3 – серцевинні промені, 4 – флоєма (луб), 5 – перичклічні волокна, 6 – камбій, 7 – вторинна ксилема (деревина), 8 – первинна ксилема, 9 – межа річних кілець, 10 – секреторні хлди, 11 – відкриті колатеральні провідні пучки

У *кореневих бульбах*, або шишках, що являють собою потовщені бічні чи додаткові корені (жоржина, зозулинець, пшінка), як і в коренеплодах, добре розвинута запасуюча паренхіма, майже відсутні механічні елементи, а провідні пучки дуже дрібні.

Утворення бічних коренів має велике значення в житті рослини, воно сприяє закріпленню її в ґрунті та збільшенню поверхні кореня, що забезпечує кращу поглинальну властивість. Бічні корені закладаються у верхній частині всисної зони, де кореневі волоски починають відмирати. Всисна зона в міру відмирання корневих волосків перетворюється в пропускну з великою кількістю бічних коренів. Вони розвиваються ендогенно з живих паренхімних тканин первинної кори, серцевинних променів, камбію та перичклу.

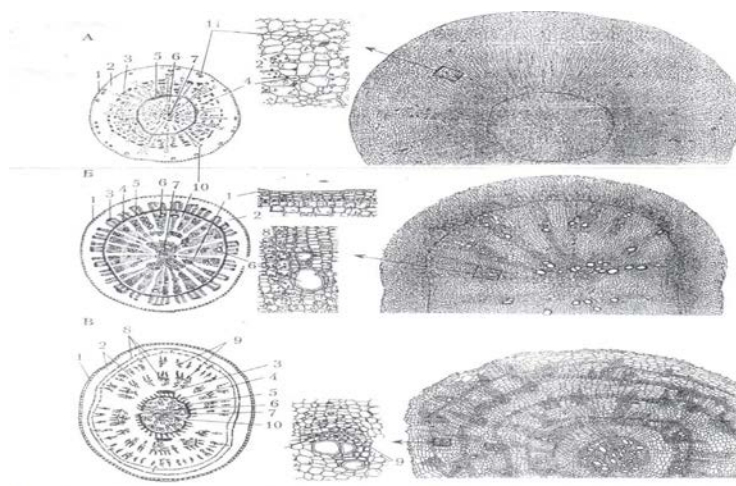


Рис. 73. Типи анатомічної будови коренеплодів:

А, Б – монокамбіальні по типу моркви (А), редиски (Б); В – полікамбіальний типу буряка:
1 – перидерма, 2 – запасуюча паренхіма, 3 – первинна флоєма, 4 – вторинна флоєма, 5 – камбій, 6 – вторинна ксилема, 7 – первинна ксилема, 8 – додаткові кільця камбію, 9 – відкриті провідні пучки, 10 – серцевинні промені,

У результаті ділення однієї з паренхімних клітин виникає група клітин, з них формується конус наростання бічного кореня, який злегка витягується в радіальному напрямку [3].

Молодий конус прикритий спеціальним покривним шаром — кишенькою, яка є залишком ендодерми. З ростом бічного кореня кишенька прокладає йому шлях від головного, виділяючи ферменти, що розчиняють клітинні оболонки первинної кори, та механічно розсуває клітини, даючи змогу бічному кореню проникнути радіально через первинну кору назовні.

Найчастіше бічні корені закладаються проти радіусів ксилеми судинних пучків головного кореня, через це на поверхню вони часто виходять рядами, кількість яких залежить від кількості променів ксилеми в головному корені. Так, у квасолі, головний корінь якої має тетрархний пучок, утворюються чотири поздовжніх ряди бічних коренів; у буряка — діархний пучок в головному обумовлює розвиток бічних коренів у два ряди.

Провідна тканина бічних коренів є продовженням провідної тканини головного. Листкові сліди, які розвиваються під впливом листків, переходять з стебла через гіпокотиле в головний корінь, а від нього в бічні (рис. 74). Під впливом листків в листкових слідах поступово все нові ділянки меристеми кореня перетворюються в провідну тканину його.

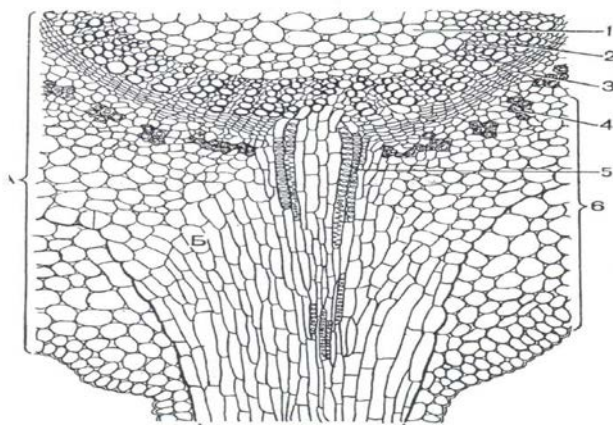


Рис. 74. Утворення бічних коренів від головного і розвиток провідної тканини в ньому (корінь льону на поперечному перерізі):

А. Головний корінь: 1 – серцевина; 2 – ксилема; 3 – камбій; 4 – флоєма; 5 – первинна кора.

Б. Боковий корінь, який проходить через первинну кору головного: 6 – судини бокового кореня, які починають розвиватися в зоні ксилеми головного кореня (Ориг.)

Хід роботи:

1. Розглянути на проростках пшениці та замалювати зони кореня.

При малому збільшенні розглядають один з коренів проростка пшениці в краплині води, обережно прикривши його покривним скельцем.

На кінчику кореня добре видно кореневий чохлак, що служить для захисту конуса наростання від пошкоджень частинками ґрунту. За кореневим чохлаком розміщується конус наростання, так звана зона поділу клітин, вона займає 0,5-2 мм вгору від кореневого чохлака.

Вище зони поділу клітин розміщена зона розтягування (зона росту). Іноді зону поділу і зону розтягування клітин об'єднують разом під назвою зона росту кореня.

Розглядаючи зону ділення і зону розтягування клітин, помітно світліший шар ззовні кореня і темнішу внутрішню частину. Зовнішній шар клітин (дерматоген) перетвориться в ризодерму або епіблему (покривало), решта світлого шару (періблема) сильно розростеться і буде складати кору кореня. Внутрішня темна частина (плерома) дасть початок центральному циліндру, де розміщені провідні тканини.

Пересуваючи препарат ми побачимо, що вище зони розтягування на поверхні кореня з'являється багато горбиків; вони поступово витягуються і перетворюються в кореневі волоски. Кожний кореневий волосок являє собою довгий виріст однієї з клітин епіблеми. Кореневі волоски передають воду і поживні речовини до провідної системи рослини (рис. 75).

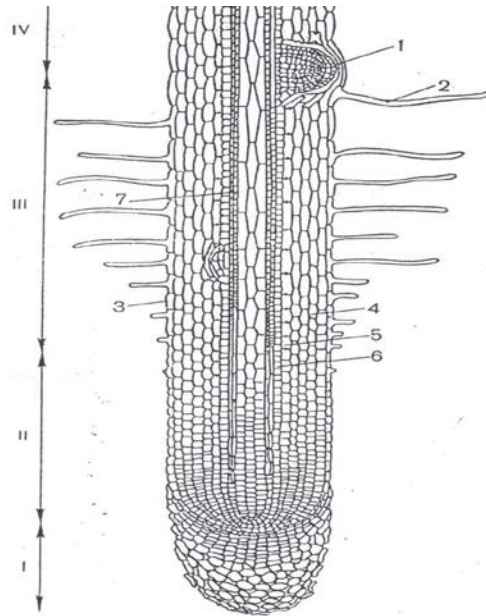


Рис. 75. Зони кореня на поздовжньому перерізі:

- I. Зона кореневого чохла. II. Ростава зона – конус наростання кореня.
 III. Зона корневих волосків, або всисна. IV. Початок зони бокових коренів:
 1- початок росту бокового кореня; 2 – кореневі волоски; 3 – епідерміс; 4 – кора кореня;
 5 – ендодерма; 6 – перицикл; 7 – центральний циліндр

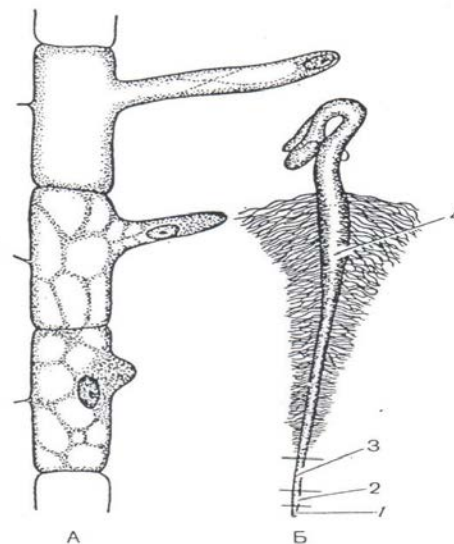


Рис. 76. А. Стадії розвитку волосків. Б. Зони росту кореня у проростка редьки:
 1 – кореневий чолик і точка росту; 2 – зона диференціації конуса; 3 – зона розтягання; 4 – всисна зон

2. На прикладі цибулі городньої (*Allium sera*) розглянути та замалювати первинну анатомічну будову кореня.

У однодольних рослин головний корінь зберігається недовго. Від стебла в них розвивається група додаткових коренів.

На поперечному перерізі цих коренів спостерігаємо зовнішній шар клітин - епіблему з корневими волосками. За епіблемою розташована первинна кора, яка може виконувати запасну та вентиляційну функцію. Первинна кора закінчується шаром клітин ендодерми, вона відокремлює

первинну кору від центрального циліндра. В ендодермі однодольних рослин залишаються непотовщені клітини – пропускні (рис. 77).

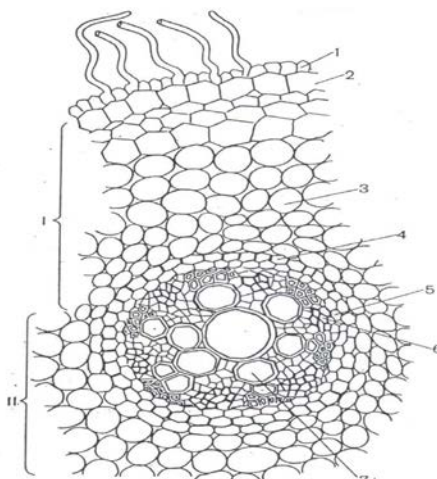


Рис. 77. Будова кореня однодольних рослин (цибулі городньої):

I. Первинна кора. II. Центральний циліндр:

1 – епідерміс (епіблема); 2 – екзодерма; 3 – кора паренхіма; 4 – ендодерма з пропускними клітинами; 5 – перицикл;
6 – флоема; 7 – ксилема

Центральний циліндр заповнений паренхімою та провідними тканинами. Провідна тканина кореня однодольних є продовженням провідної тканини стебла. Вона представлена у вигляді закритого провідного пучка. Відсутність твірної тканини в судинно-волокнистих пучках кореня обумовлює те, що корінь у однодольних рослин зберігає первинну будову протягом всього життя, не переходячи на вторинну.

3. Вивчити вторинну будову кореня на прикладі гарбуза (*Cucurbita pepo*).

Зріз кореня гарбуза обробляють флороглюцином і соляною кислотою і розглядають при невеликому збільшенні мікроскопа.

У дводольних та голонасінних рослин у верхній частині висної та пропускної зон кореня первинна будова кореня починає змінюватися на вторинну. При переході до вторинної будови в радіальному судинно-волокнистому пучку кореня прокамбій, який зберігається під групами первинної флоєми, стає камбієм. Камбій утворює вторинну флоєму і вторинну ксилему, формуються відкриті колатеральні судинно-волокнисті пучки (рис. 78).

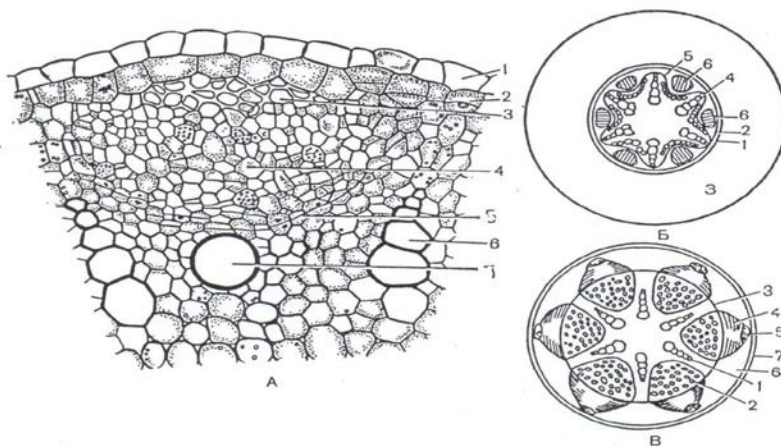


Рис. 78. Перехід первинної будови кореня до вторинної у дводольних:

А. Початок діяльності камбію в проростках гарбуза: 1 – ендодерма; 2 – перицикл; 3 – первинна флоєма; 4 – вторинна флоєма; 5 – камбій; 6 – первинна ксилема; 7 – вторинна ксилема. Б. Схема на початку вторинного потовщення кореня:

1 – ендодерма; 2 – перицикл; 3 – первинна кора; 4 – первинна ксилема; 5 – камбіальне кільце; 6 – первинна флоєма.

В. Схема будови кореня після утворення вторинних елементів: 1 – первинна ксилема; 2 – вторинна ксилема; 3 – камбіальне кільце; 4 – вторинна флоєма; 5 – первинна флоєма; 6 – первинна кора; 7 – перидерма (Ориг.)

Ділянок пучкового камбію утворюється стільки, скільки було груп флоєми радіального пучка. Якщо в корені пучок був тетрархний (4-променевий) то і відкритих колатеральних пучків в ньому при переході до вторинної будови утвориться тільки чотири.

Ксилему пучковий камбій (як і в стеблі) відкладає енергійніше, ніж флоему, тому камбій, який на початку мав вигляд дуги (під первинною флоемою), поступово вигинається назовні. Під впливом вторинних тканин (судинно-волокнистих пучків), які утворились з камбію, первинна флоєма відтискується до периферії кореня, а первинна ксилема у вигляді радіально розташованих судин зберігається в центральній частині його.

В паренхімі центрального циліндра над радіусом первинної ксилеми утворюється міжпучковий камбій. Він певний час відкладає паренхіму серцевинних променів. Згодом в центральний циліндр кореня входять нові листові сліди від вище розташованих листків, під впливом яких міжпучковий камбій починає відкладати вторинні тканини. Міжпучковий і пучковий камбій зливаються, виникає суцільне камбіальне кільце.

З початком одноразової твірної діяльності міжпучкового і пучкового камбію утворюється вторинна будова кореня. Первинні паренхімні тканини, флоєма та первинна ксилема деякий час зберігаються, але згодом, під натиском наростаючих вторинних тканин вони облітеруються (рис. 79.).

У корені вторинної будови дозовні камбій відкладає вторинну флоему - луб, до центру - вторинну ксилему - деревину. Гістологічні елементи, які складають луб та деревину за вторинної будови кореня такі ж, як і у стебла, але з певними відмінами, зв'язаними з середовищем та функціями, які виконує корінь.

Тканини, розміщені назовні від камбію (флоєму, основну паренхіму, фелоген і фелодерму) називають вторинною корою, таким чином корінь вторинної будови складається з ксилеми (з її радіальними променями), камбію і вторинної кори.

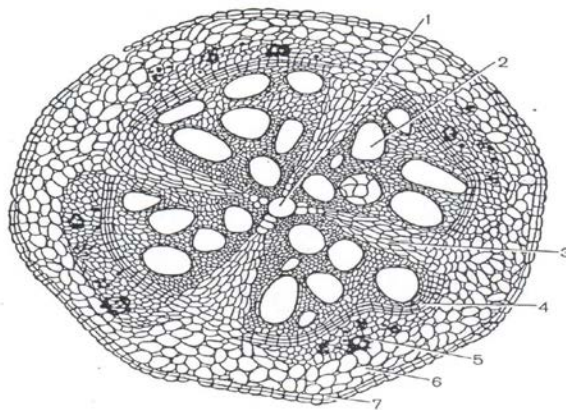


Рис. 79. Вторинна будова кореня дводольної рослини (гарбуза) на поперечному перерізі:
1 – первинна ксилема; 2 – вторинна ксилема (деревина); 3 – серцевинний промінь; 4 – камбій; 5 – вторинна флоєма (луб), первинна флоєма над нею облітеруються; 6 – паренхіма кори; 7 - перидерма

4. Розглянути неозброєним оком поперечні перерізи коренеплодів флоємного, ксилемного та полікамбіального типів. Замалювати схеми.

Корінь моркви (Daucus carota). При розгляді коренеплода моркви просто на світлі, добре помітно світлу сміжку, що відділяє назовні ширшу (і солодшу) частину від меншої, внутрішньої. Це камбій і, назовні від нього знаходиться флоєма, а всередину - ксилема. Запасна речовина моркви - глюкоза, знаходиться в основному в її коровій частині (рис. 80).

На постійному препараті молодого кореня моркви при малому збільшенні добре видно двохпроменеву первинну ксилему в самому центрі кореня, а між ними розміщені дві віяроподібних ділянки вторинної ксилеми. Навкруг вторинної ксилеми розміщений шар дрібних темних клітин - це шар камбію. Широкий шар флоєми складається в основному з луб'яної

паренхіми і невеликого числа ситовидних трубок з клітинами- супутниками. Луб'яна паренхіма і є основним вмістилищем запасних речовин в корені моркви.

Корінь редьки (*Raphanus sativus*). При розгляді поперечного перерізу коренеплода легко визначити неозброєним оком місце розміщення камбію - він знаходиться на периферії, дуже близько до поверхні кореня. Вторинна кора розвинута дуже слабо, вторинна ксилема, навпаки, заповнює майже весь коренеплід. При розгляді постійного препарату молодого кореня редьки легко знаходять двохпроменеву первинну ксилему, від її кінців два радіальних промені паренхіми, потім дві ділянки вторинної ксилеми, шар камбію і, нарешті, вторинної кори. Відмічають, що найбільш потужна тканина - неодерев'яніла паренхіма, розміщена всередину від камбіального кільця, тобто паренхіми ксилеми і радіальних променів. В цій паренхімі і знаходяться запасні речовини кореня. Судини з розташованою навкруг невеликою кількістю здерев'янілої паренхіми, розміщені окремими групами по радіусу кореня серед соковитої запасної тканини (*рис. 80*).

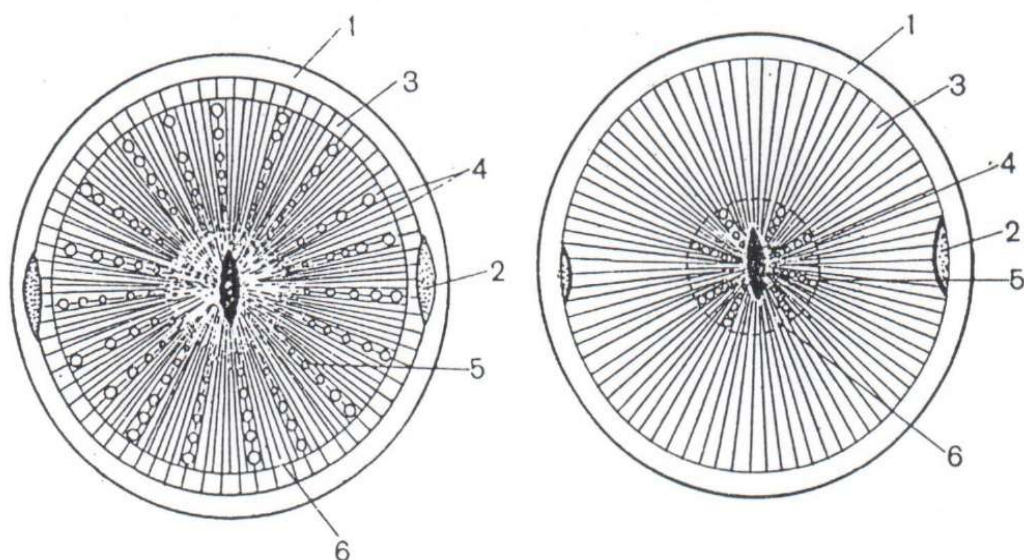


Рис. 80. Схеми поперечних перерізів коренеплоду редьки і моркви (зліва направо):
1 – корок; 2 – первинна флоєма; 3 – вторинна кора; 4 – первинна ксилема в центрі; 5 – вторинна ксилема; 6 - камбій

Корінь буряка (*Beta vulgaris*). Будова кореня буряка істотно відрізняється від будови коренів розглянутих типів. На поперечному зрізі коренеплода добре видно концентричні шари, що чергуються між собою - вузькі жорсткі і широкі соковиті. На постійному препараті молодого кореня буряка в самому центрі видно двохпроменеву первинну ксилему, до якої з двої сторін прилягають дві ділянки вторинної ксилеми, розділені радіальними шарами паренхіми; камбій навкруг ксилеми уже непомітний, а ділянки вторинної флоєми, що прилягають, видно досить чітко. Т.ч. вторинна будова в буряка формується так же, як і в інших дводольних рослин, але відразу ж після цього проходять так звані третинні зміни. Навкруг вторинної флоєми на периферії кореня, завдяки діленню клітин перициклу, утворюється шар паренхімних клітин, в якому один ряд клітин починає ділитись тангентальними перегородками і стає новим шаром камбію, що відкладає всередину від себе ксилему, а назовні - флоєму у вигляді колатеральних пучків, відділених від іншого такого ряду прошарком тонкостінної паренхіми. Одночасно в периферійному шарі паренхіми утворюється новий ряд камбіальних клітин і т.д. Можливо, що в дальнішому паренхіма на периферії утворюється за рахунок діяльності шарів камбію, що виникли раніше і може бути названа луб'яною паренхімою (*рис. 81*).

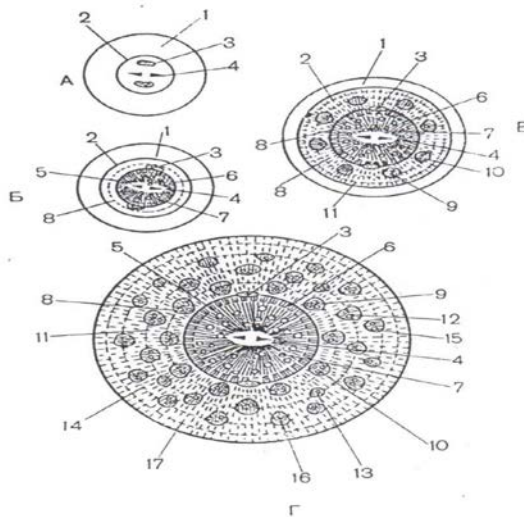


Рис. 81. Зміни в будові коренеплоду цукрового буряка в міру його розростання на поперечних перерізах:

А. Корінь в стадії первинної будови. Б. Утворився нормальний вторинний приріст.

В. Камбій утворив провідні пучки, які складаються з флоєми і ксилеми, з паренхімними секторами між пучками та дозовні від них. В утвореній паренхімі закладається другий додатковий камбій. Г. Будова кореня при більш пізньому послідовному його розростанні, після закладання і роботи камбію (5, 8, 11, 14) камбій (14) утворив нове коло пучків (16). Заклався четвертий додатковий камбій (17): 1 – первинна кора; 2 – ендодерма; 3 – первинна флоєма; 4 – первинна ксилема; 5 – камбій; 6 – луб; 7 – деревина; 8 – заклався перший додатковий камбій; 9 – флоєма; 10 – ксилема; 11 – другий додатковий камбій; 12, 13, 15, 16 – пучки; 17 – камбій

Таким чином, жорсткі шари, що видно на поперечному розрізі коренеплоду - це деревина концентричних рядів провідних пучків, а соковиті широкі шари складаються із камбію, флоєми і великої кількості запасуючої паренхіми.

Питання для самоконтролю та розвитку мислення:

1. Що являє собою корінь? Охарактеризуйте зони ростучого кореня.
2. Які морфологічні типи кореневих систем рослин Ви знаєте?
3. Для яких рослин характерна виключно первинна анатомічна будова кореня?
4. У яких рослин формується і первинна і вторинна анатомічна будова коренів?
5. Поясніть первинну будову кореня на прикладі цибулі городньої.
6. Що являють собою кореневі волоски?
7. З яких шарів складається первинна кора кореня?
8. Що являє собою центральний циліндр кореня?
9. Охарактеризуйте меристематичний комплекс кореня?
10. З чого починається формування вторинної анатомічної структури кореня?
11. Як закладаються бічні корені?
12. З чого починають формуватись додаткові корені в однодольних?
13. Поясніть анатомічну структуру коренеплодів флоємного і ксилемного типів.
14. Опишіть послідовність формування коренеплодів полікамбіального типу.

Матеріали та обладнання:

1. Первинна будова кореня, вторинна будова кореня, схеми будови коренеплодів флоємного, ксилемного та полікамбіального типів – таблиці.
2. Мікропрепарати: кореневі волоски, первинна будова кореня, вторинна будова кореня.
3. Живі екземпляри коренеплодів флоємного, ксилемного та полікамбіального типів.

Література:

1. Брайон О.В., Чикаленко В.Г. Анатомія рослин. – К.: Вища школа, 1992. – С.189-202.
2. Потульницький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О. Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин. – К.: Вища школа, 1971. – С.162-175.
3. Сербін А.Г., Сіра Л.М., Слободянюк Т.О. Фармацевтична ботаніка. – Вінниця: Нова книга, 2007. – С. 67-72.
4. Стеблянко М.І., Гончарова К.О., Закорко Н.Г. Ботаніка. -К.: Вища школа, 1995. - С.127-144.

Лабораторна робота №12

Тема: Морфологічна будова стебла, пагона, бруньки.

Мета: Ознайомитись із морфологічними особливостями стебла, пагона, бруньки.

Теоретичні питання:

1. Стебло, як осьова частина пагона.
2. Функції стебла.
3. Стебло трав'янистих рослин.
4. Стебло дерев'янистих рослин.
5. Пагін. Морфологічні типи пагонів. Галуження пагонів.
6. Брунька, як зачатковий пагін.
7. Типи бруньок за призначенням.
8. Типи бруньок за розміщенням на рослині.
9. Відкриті та закриті бруньки.

Завдання:

1. Розглянути й замалювати морфологічні типи стебел – за напрямом росту і положенням у просторі, ступенем опушення, формою на поперечному розрізі, ступенем здерев'яніння та ін.
2. Ознайомитись із типами галуження пагонів.
3. Розглянути й замалювати будову бруньки. Ознайомитись із типами бруньок за призначенням, за місцем розміщення їх на тілі рослини, ступенем захищеності меристематичної зони.

Основні відомості

Морфологія стебла. Стебло є осьовою частиною пагона. Звичайне його розглядають як самостійний вегетативний орган, але, як уже зазначалось, немає чіткого розмежування в будові пагона між осьовою і листовою його частинами. Виконує стебло різні функції, тому й форми його різноманітні. Насамперед по стеблу пересуваються вода і розчини речовин від кореня до листків і в зворотний бік; стебло служить місцем прикріплення листків, квіток і коренів; в багатьох рослин виконує функції вегетативного розмноження і фотосинтезу [3].

Зовні стебло буває гладеньким, опушеним, волосистим, шипуватим. Різні зовнішні вирости несуть здебільшого функції захисту — від температурних коливань, випаровування, поїдання тваринами тощо.

В переважній більшості рослин форма стебла циліндрична, але буває й гранчаста: у осоки, наприклад, тригранна, у губоцвітих — чотиригранна, в деяких зонтичних і кактусових — багатогранна. Коли грані або ребра дуже розростаються, то їх називають *крилами*, а стебло крилатим, як у будяка, татарника, чини. Зустрічаються стебла і плоскі, як в опунції і деяких рдесників (*рис. 82*).

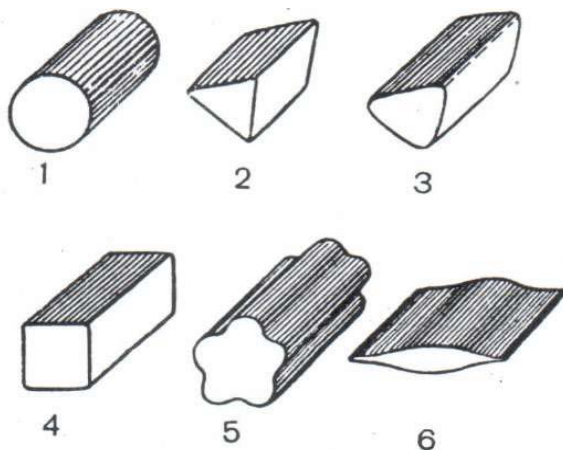


Рис. 82. Форми стебла на поперечному розрізі:

1 - циліндрична; 2-3 - тригранна; 4 - чотиригранна; 5 - жолобчаста; 6 - сплюснуто-крилата

Залежно від ступеня здерев'яніння тканин розрізняють стебла трав'янисті — м'які і дерев'янисті — тверді. З дерев'янистих стебел утворюються дерева, коли виділяється головне більш розвинене стебло-стовбур, і кущі, в яких стебло розгалужується уже при землі на багато гілок однакової товщини. Між деревами і кущами є й перехідні форми, наприклад у ліщини, глоду, черноклену, крушини, кизилу, тощо. Крім того, розрізняють півкущі, в яких нижня частина стебла здерев'яніла, а верхня трав'яниста і щороку відмирає, наприклад, у чебреців, чорниці, багатьох видів полину [3].

Стебла злаків називають соломиную, коли у них тонкі, всередині порожні міжвузля і виповнені тканинами вузли, від яких відростає по два листки.

Зустрічаються стебла безлисті, які на верхівці закінчуються квіткою чи суцвіттям, наприклад, у цибулі, кульбаби, примули.

Тонкі стебла з дуже видовженими міжвузлями неспроможні підтримувати пагін у вертикальному стані. У деяких видів такі стебла стеляться по землі, в інших чіпляються за міцні стебла сусідніх рослин. Стебла, які стеляться по землі, не вкорінюючись при цьому, називаються *лежачими*, або *сланками*, наприклад, у споришу, остудника, а коли вкорінюються з допомогою додаткових коренів — *повзучими*, наприклад, у суніці, барвінку, розхідника, лугового чаю. Якщо міжвузля повзучих пагонів короткі, то їх називають *батогами*, а коли довгі — то *вусами*, або *столонами* (*рис. 83*) [3].

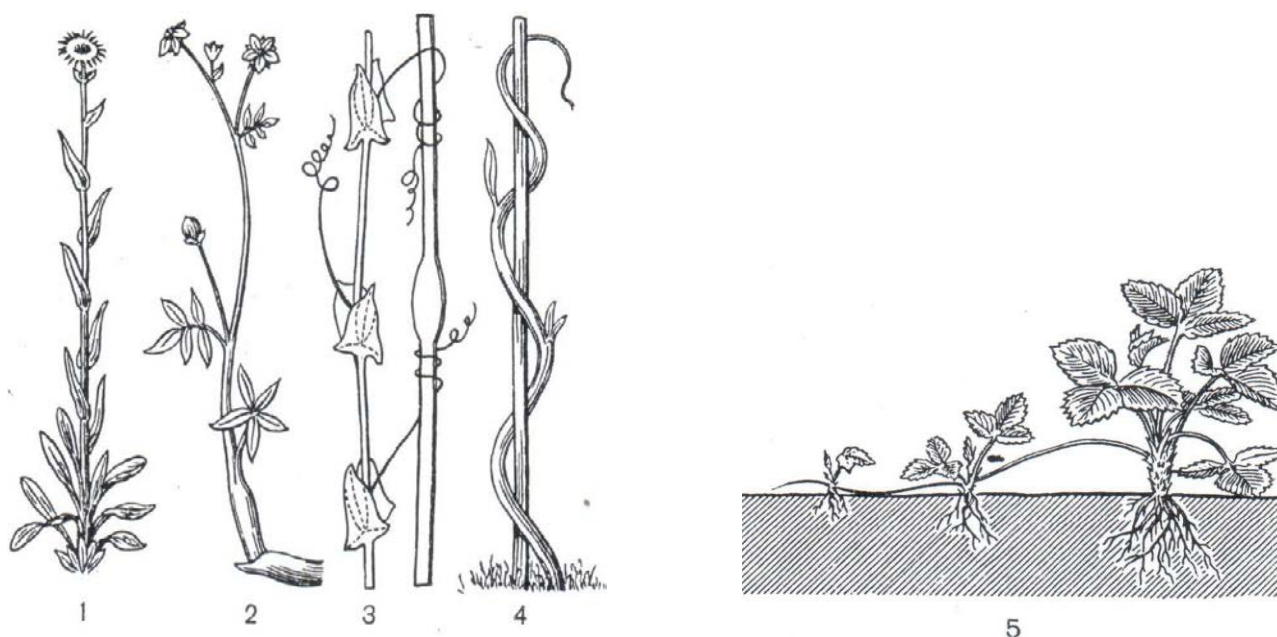


Рис. 83. Типи стебел за напрямком росту:
1 – прямостояче; 2 – висхідне; 3 – чіпке; 4 – витке; 5 - повзуче

Рослини з тонкими стеблами, які чіпляючись або обвиваючись навколо інших, тягнуться вгору до світла, називають *ліанами*. Ліани бувають дерев'янисті і трав'янисті, а за способом прикріплення — чіпки і виткі. Чіпкими, або лазячими ліанами з рослин флори України є виноград, плющ, різні представники родини гарбузових — огірки, кавуни, дині й ін. Чіпляються вони до опори за допомогою вусиків, як виноград і гарбузи, або додатковими корінцями, як у плюща. Виткі ліани обкручуються навколо опори або в напрямку за годинниковою стрілкою, як хміль, жимолость, або в зворотному напрямку, як квасоля, польова березка, кручені паничі й багато інших. Проте є ліани, стебла яких можуть крутитися в обох напрямках. Такі ліани, як хміль і повитиця є одночасно і чіпкими і виткими. Ліани особливо поширені в лісах тропічного поясу. Деякі з них, як пальма ротанга, перекидаючись з дерева на дерево досягають довжини понад 200м при товщині стебла 2 - 4 см. При розрізі стебла тропічних ліан з широкопросвітних судин витікає так багато води, що її вистачає для задоволення спраги людини. Під шатром дерев ліани розвивають мало листків, зате досягнувши освітлених місць утворюють величезну асиміляційну площу.

Розміри стебел. Різниця в довжині і товщині стебел вищих рослин коливається від кількох міліметрів до десятків метрів. Найбільших розмірів досягають насінні рослини. З хвойних гігантами рослинного світу є секвойї, які ростуть у гірських лісах Каліфорнії. Висота секвойї гігантської досягає 120 - 140 м, а діаметр при основі стовбура 10 - 11 м [4].

З покритонасінних найбільшої довжини досягають стебла у тропічної ліани пальми-ротанги (*Calamus*) — до 300 м, при товщині 2 - 4 см, з ортотропних стебел — у австралійських евкаліптів. Зокрема у *Eucalyptus regnans* зареєстрована висота 155 м, а діаметр стовбура 9 — 10 м.

З вітчизняної флори висота стебел досягає таких розмірів:

Ялиця біла	до 75 м	Ялина європейська	до 60 м
Модрина європейська	53 м	Дуб звичайний	45 м
Тополя біла	35 м	Сосна звичайна	50 м
Береза бородавчаста	25 м		

Найтовще стебло зареєстровано в африканського баобаба — 12 м в діаметрі. Товщина стовбура в дуба звичайного досягає 2 — 3 м в діаметрі.

Найкоротші стебла з покритонасінних мають водяні плаваючі рослини: ряска мала - 2-4 мм і вольфія 1 - 2 мм.

Дуже тонкі стебла, менше 1 мм в діаметрі, мають деякі види паразитної квіткової рослини повитиці (*Cuscuta*).

Ряска мала, вольфія і повитиця зустрічаються у вітчизняній флорі.

Пагін і його частини. Пагін (*сormus*) - листкостебловий вегетативний орган вищих рослин. Він забезпечує повітряне живлення, вегетативне розмноження і здатний до метаморфозів. Складові елементи пагона - *стебло* з вузлами і меживузлями, *бруньки і листки* (рис. 84). Кут між листком і розташованим над ним меживузлям - *пазуха листка*. Після опадання листка на стеблі залишається листковий рубець зі слідами провідних пучків (рис. 84, д). У разі редукції листків розвиваються безлисті пагони. Вкорочені пагони, які мають зближені вузли і розеткоподібно скупчені листки називають *безстебловими*.

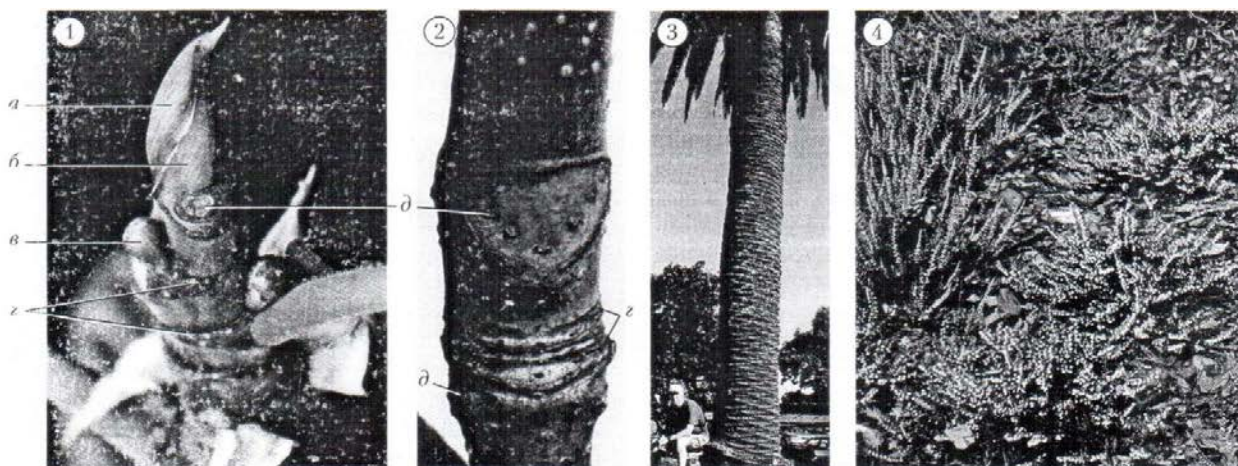


Рис. 84. Гілки дводольних і різновиди галуження:

1 – однорічний асимілюючий пагін (смоковниця), 2 – здерев'янілий пагін-гілка (гірко каштан), 3 – колоноподібний стовбур без бруньок деревовидної пальми, 4 – кущиння з утворенням дерновин (верес); а – брунькова луска, б – верхівкова брунька, в – пазушна брунька, г – вузли, д – листковий рубець зі слідами провідних пучків, е – корок із сочевичками

До характерних ознак пагона належать:

- *необмежене зростання і закладання нових органів* завдяки діяльності меристем;
- *радіальна симетрія* (можна провести кілька площин, спрямованих по радіусу);
- *поздовжня симетрія, або метамерія*, - послідовне повторення уздовж осі метамера -

вузла, листка, пазушної бруньки і нижче розташованого меживузля.

Головний пагін, або вісь першого порядку, закладається в зародку спорофіта вищих рослин. При розвитку проростка наступні метамери головного пагона формуються верхівковою брунькою, а з бічних бруньок виростають бічні пагони другого і наступних порядків. Вони обумовлюють галуження, збільшення розмірів та площі вегетативного тіла рослини.

За ступенем розгалуження пагони бувають *негалузисті, слабо- і сильногалузисті*. *Негалузисте, або колоноподібне стебло* (стовбур) (*рис. 84,3*) мають деревовидні папороті, пальми, саговники, види агав, алое та деякі інші, у яких бічні бруньки і пагони майже ніколи не утворюються чи швидко відмирають, а великі листки скупчені у верхівкову розетку [4].

Існує декілька типів галузнення і способів наростання пагона (*рис. 85*). Найбільш примітивне - *верхівкове галузнення і дихотомічне, або вилчасте, наростання*: головна вісь рано припиняє ріст, верхівкова меристема роздвоюються, дає пару бічних осей, що потім рівно- чи нерівновилчасто розгалужуються (*рис. 85. 1, 2*). Так наростають водорості, гриби, лишайники, мохи, плауни. При *бічному галузненні* пагони утворюються з бічних бруньок, розташованих нижче точки росту головної осі. *Моноподіальний тип* наростання (*рис. 85. 3-5*) характеризується тим, що верхівкова брунька забезпечує поступове наростання головної осі, а бічні осі (почергові, супротивні чи мутовчасті) розвинені слабше і не перевищують головну вісь. У разі *симподіального наростання* верхівкова брунька припиняє свій розвиток, а з найближчої бічної бруньки розвивається бічний пагін другого порядку, що росте в напрямку головної осі, ніби замішуючи її. Залежно від кількості заміщуючих бічних осей та їх розташуванням розрізняють різновиди симподіальних пагонів (*рис. 85. 6-8*). У трав'янистих рослин галузнення найчастіше виявляється в суцвіттях. У дерев тип наростання і галузнення стовбура добре помітний і впливає на форму крони - системи пагонів (гілок), що створює загальний вигляд (*габітус*) деревних рослин. Крона може бути ажурною (сосна), конічною (ялина), кулястою (каштан їстівний), пірамідальною (тополя), пониклою (верба), зонтикоподібною тощо. Для злаків, осок, деяких напівчагарничків і чагарничків, що мають прикореневу зону галузнення, притаманне *кущіння* (*рис. 85.9*) - розвиток бічних пагонів біля основи головної осі, що у разі зімкнутого зростання особин веде до формування *дерновин* (*рис.84.4*).

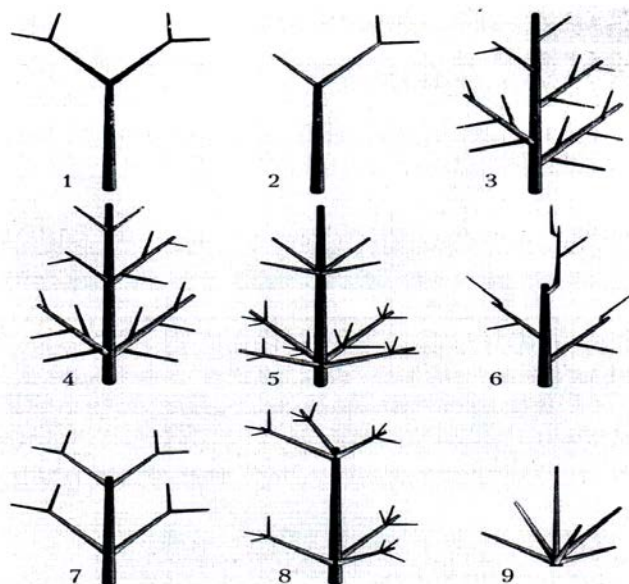


Рис. 85. Типи галузнення і наростання пагона:

1 – 2 – верхівкове галузнення, дихотомічне наростання (рівно- і нерівновилчасте);
3 – 5 – бічне галузнення, моноподіальне наростання з почерговим (3), супротивним (4) і кільчастим (5) розташуванням бічних осей;
6 – 8 – бічне галузнення, симподіальне наростання за типом: монохазія (6), дихазія (7), плейохазія (8); 9 – кущіння

Еволюція і пристосувальна адаптація рослин призвели до морфологічної різноманітності пагонів (*схема 2*). Розмноження спорами, насінням забезпечують *генеративні спороносні чи квітконосні пагони* (*стробіл, суцвіття, квітка*) та їх видозміни. Вегетативні пагони та їх метаморфози функціонально підтримують індивідуальне життя рослини, забезпечують вегетативне розмноження, захист тощо. Серед вегетативних надземних пагонів розрізняють *однорічні трав'янисті асимілюючі, пагони*, що розвиваються протягом одного вегетаційного періоду (*рис. 84. 1*), та *багаторічні здерев'янілі пагони, або гілки* (*рис. 84. 2*).



Схема 2. Морфофізіологічні різновиди пагонів (за Сербіним А.Г.)

Крім надземних пагонів, багаторічні трав'янисті рослини мають спеціалізовані, видозмінені *підземні пагони* - кореневища, столони, бульби, цибулини тощо, які забезпечують накопичення поживних речовин і вегетативне розмноження [4].

За положенням у просторі та напрямком росту розрізняють пагони вертикальні і горизонтальні (*рис. 86*). Серед вертикальних, або *ортотропних*, пагонів переважають прямостоячі. У *ліан* - рослин, які не здатні підтримувати вертикальне спрямування у просторі, пагони *витккі*, обкручуються навколо опори (хміль, березка, кручені паничі, квасоля, повитиця), чи *лазячі*, або *чіпкі*, оскільки мають різні пристосування: присоски (дикий виноград), додаткові корені-причіпки (плющ), вусики (виноград, гарбуз), гачки (підмаренник) тощо. *Горизонтальні*, або *плагіотропні*, пагони стеляться по землі. Частина з них - сланкі, або лежачі, пагони не вкорінюються (спориш, остудник), а *повзучі* - вкорінюються (барвінок, будра, луговий чай). Якщо меживузля повзучих пагонів порівняно невеликі, їх називають *батогами*, а якщо видовжені - *вусами*, або *столонами*. До *плагіотропно-ортотропних пагонів* належать *підведені*, *піднесені*, або *висхідні*, нижня частина яких займає горизонтальне положення, а верхня - спрямована догори. Зустрічаються і так звані *плакучі* форми, які утворюються внаслідок росту гілок вниз (береза, горобина, верба).



Рис. 86. Різноманіття пагонів за напрямком росту і положенням у просторі

Ортотропні: прямостоячий (1), витккий (2), лазячий з вусиками (3), чіпкі з присосками (5); **Плагіотропні:** повзучі - вуса *полуниць* (4), батого *барвінка малого* (6), лежачі (7)

У залежності від розвинутості меживузлів розрізняють пагони *вкорочені*, в яких вузли зближені, та пагони *видовжені*, у яких вузли більш-менш віддалені. На *вкорочених вегетативних пагонах* трав'янистих рослин часто формується прикоренева розетка (*рис. 87*) із скупчених листків (морква, буряк), а *вкорочені репродуктивні пагони* деревних рослин найчастіше несуть зближені квіткі, суцвіття, плоди чи шишки. *Видовжені пагони* поділяються на добре облистяні *вегетативні*, або ростові, та безлисті квітконосні, або *квіткову стрілку*, що являє собою значно видовжене верхівкове меживузля пагона (*рис. 87. 1*) [4].

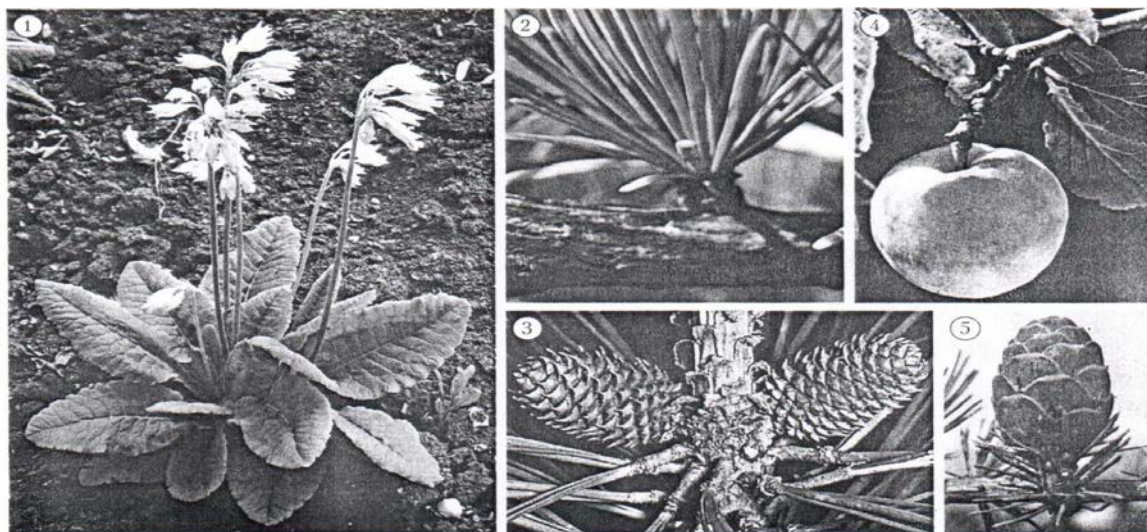


Рис. 87. Різновиди пагонів залежно від функції та розвинутості меживузлів:

1 – вкорочені вегетативні пагони з прикорневими розетками листків та видовжені генеративні пагони – квіткові стрілки (первоцвіт), 2 – вкорочений вегетативний пагін («листова подушка») з пучком хвоїнок (модрина), 3 – пазушні вкорочені вегетативні пагони з парою хвоїнок і вкорочені шишконосні пагони (сосна), 4 – вкорочений генеративний пагін – «плодушка» (яблуня), 5 – вкорочений вегетативно-генеративний пагін модрини

Такі ознаки пагона, як тривалість існування, розміри, ступінь здерев'яніння стебла, наявність бруньок відновлення та інші, враховуються при визначенні *життєвої форми рослини*. Відповідно до еколого-морфологічної класифікації виділяють три категорії життєвих форм - деревні, напівдеревні та трав'янисті (*схема 3*).



Схема 3. Життєві форми (біоморфи) рослин (за Сербіним А.Г.)

У фармацевтичному виробництві та медицині використовуються пагони (*Cormus*) деяких деревних лікарських рослин (багно звичайне, ефедр двоколоскова, секуринега куциста) та пагони багатьох трав'янистих рослин у складі такої рослинної сировини, як трава (*Herba*) [4].

Брунька. *Брунька гетта*) - зачаток пагона (пуп'янок), який має вкорочені меживузля і перебуває в стані відносного спокою. Складається із *зачаткового стебла* з конусом наростання на верхівці, *зачаткових листків - примордій*, у пазухах яких знаходяться *зачаткові бічні бруньки*. Основні функції бруньок - забезпечення наростання пагонів у довжину, утворення бічних пагонів галуження, вегетативне відновлення і розмноження.

Бруньки розрізняються за походженням, будовою, функціями, місцем розташування на пагоні, тривалістю існування, формою, розмірами, забарвленням, наявністю смоли, трихом, покривних лусок та за іншими ознаками.

Верхівкові, або термінальні, бруньки утворюються на верхівці головного та бічних пагонів і забезпечують їх ріст у довжину.

Бічні, або пазушні, бруньки розташовані в пазухах листків чи біля листових рубців поодиноці відповідно до листкорозміщення - *спіраль*но, *супротив*но, *кільча*сто, або по декілька — *серіаль*но (одна над одною) чи *колатераль*но (біч-о-біч). Їх розвиток обумовлює галуження, а якщо верхівкова брунька відмирає, то й наростання пагона.

Додаткові, або адвентивні, бруньки (виводкові та опадаючі, відновлення та збагачення) утворюються із меристем чи паренхіми в будь-яких місцях стебел (квасоля), на листках (каланхо перисте), коренях (хрін, малина, слива, тополя, липа), кореневищах (купина), суцвіттях (цибуля), накопичують поживні речовини і забезпечують вегетативне розмноження. Закладання додаткових бруньок стимулює ушкодження пагонів морозом, вітром, тваринами, людиною тощо. *Метаморфозами виводкових бруньок є вічка* - бруньки відновлення бульб з частиною стебла (топінамбур); *виводкові цибулинки* (лілія), *бульбочки* (гірчак живородний), зимуючі *гібернакули* і *туріони* водяних рослин. До специфічних метаморфозів різних бруньок належать (*рис. 88*): адвентивні колючки (гледичія) і суцвіття (шоколадне дерево) *качан* - видозмінена верхівкова брунька (капуста городня), *бульби* - видозмінені верхівкові бруньки підземних стolonів (картопля), *ареоли* - видозмінені пазушні бруньки кактусів, тощо.

Спочиваючі, або сплячі, бруньки відновлення багаторічників (дуб, береза) завмирають на довгий час, а при особливих умовах під впливом ростових ауксинів розгортаються (*рис. 88.5*). У разі щільного сукупного залягання сплячих бруньок на стовбурах дерев (берези, дуба, граба, робінії) утворюються *капи*, які дають масивні вирости у вигляді мітли.

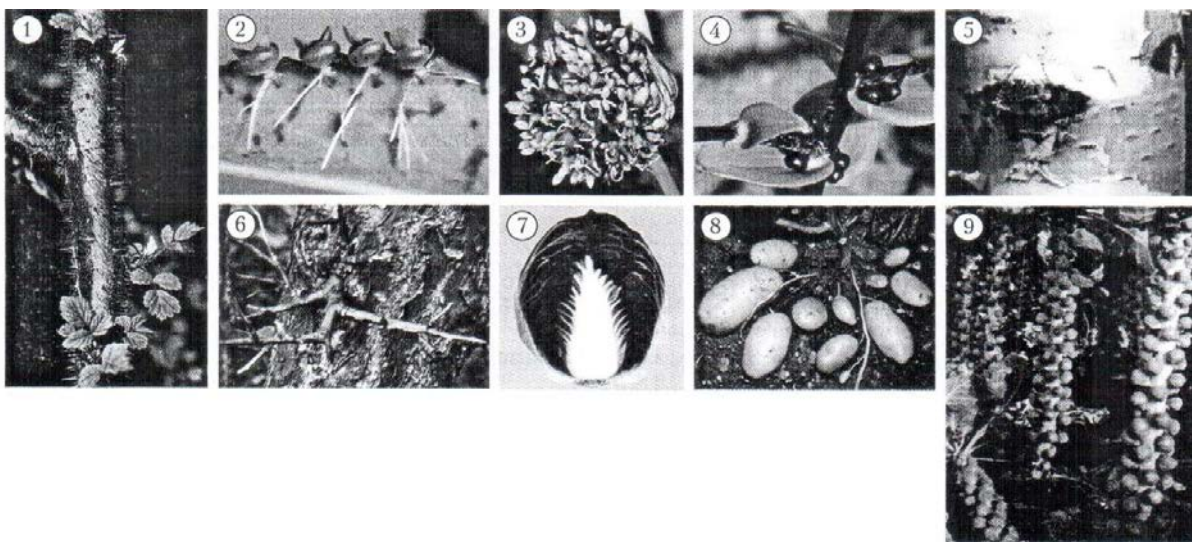


Рис. 88. бруньки адвентивні, спеціалізовані і видозмінені:

1 – пагони з адвентивних бруньок стебла; 2 – виводкові бруньки листка бріюфілюма; 3, 4 – виводкові бруньки-цибулинки в суцвітті часнику і в пазусі листків лілії цибулиноносної; 5 – сплячі бруньки стовбура берези; 6 – колючки з адвентивних бруньок стовбура гледичії; 7 – качан (головка) - видозміна верхівкової бруньки капусти городньої; 8 – бульби картоплі – видозміна верхівкових бруньок підземних стolonів; 9 – качанчики – видозміна пазушних бруньок капусти брюссельської

За структурою бруньки бувають *закритими*, якщо захищені видозміненими листками - бруньковими лусками, і *відкритими, або голими*, якщо луски відсутні (*рис. 89*). Закриті бруньки відрізняються кількістю, розміщенням та характером зімкнутості лусок, їх забарвленням, опушенням, клейкістю тощо. Захисну роль у голих бруньках відіграють прилистки, листові піхви, волоски тощо. Бруньки розрізняються також залежно від будови і призначення (*рис. 88*). Так, *вегетативні бруньки* містять зачатки облістяних пагонів; *генеративні, або квіткові, бруньки* мають зачатки суцвіть; *бутони, або пуп'янки*, містять зачаток однієї квіттки; *вегетативно-генеративні бруньки* складаються із серії вузлів і міжвузлів та зачатків квіттки чи суцвіття [4].

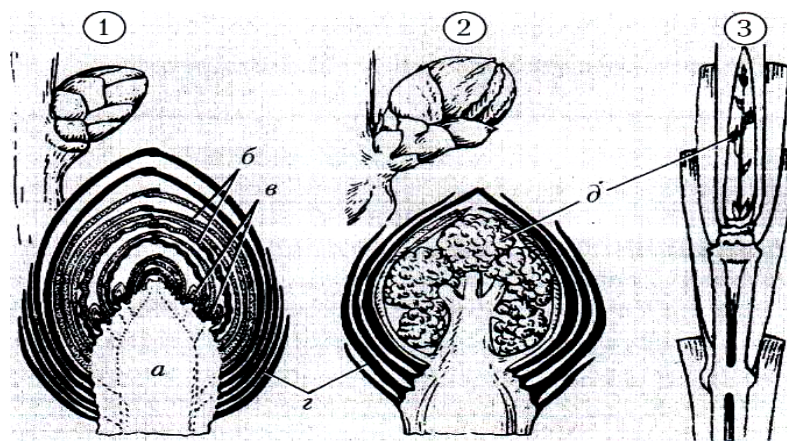


Рис. 89. Будова бруньок:

1 – вегетативна закрита брунька дуба (загальний вигляд і поздовжній розріз), 2 – генеративна закрита брунька бузини (загальний вигляд і поздовжній розріз), 3 – вегетативно-генеративна брунька злака; а – конус наростання, б – зародкові листки – примордії, в – зародкові бруньки, г – брунькові луски, д – зародкове суцвіття

Як лікарську сировину, прянощі, дієтичні та делікатесні продукти використовують бруньки, пуп'янки деяких рослин (софори японської, берези, сосни, тополі, гвоздичного дерева, артишока, полину цитварного, різних підвидів і сортів капусти). Бруньки також входять до складу деяких інших морфологічних видів лікарської рослинної сировини: пагонів (чорниця, секуринега кущиста, багно звичайне); паростків (холодок лікарський), флешів - верхівок пагонів із бруньками і листками (чай, ортосифон), бульб (картопля, салеп, топінамбур), кореневищ (лепеха, пирій, солодка) тощо.

У разі морфологічного опису бруньок зазвичай враховують: відносні розміри (великі, дрібні) та середні параметри; форму (круглясті, яйцеподібні, еліптичні, конічні, веретеноподібні, видовжені, вузькі тощо), форму верхівки (тупа, притуплена, гостра, загострена); колір і особливості поверхні (гола чи опушена, блискуча, глянцева, клейка, смолиста тощо).

Хід роботи:

1. Розглянути й замалювати морфологічні типи стебел – за напрямом росту і положенням у просторі, ступенем опушення, формою на поперечному розрізі, ступенем здерв'яніння.

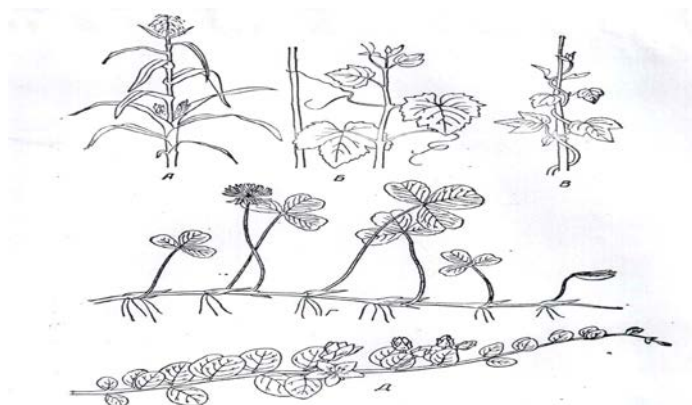


Рис. 90. Форми росту стебел:

А – прямостояче стебло кукурудзи (*Zea mays*); Б – чіпке стебло винограду (*Vitis vinifera*); В – витке стебло хмелю (*Humulus lupulus*); Г – повзуче стебло конюшини (*Trifolium repens*);

Д – сланке стебло вербозілля лучного (*Lysimachia nummularia*)

2. Ознайомитись із типами галуження пагонів.

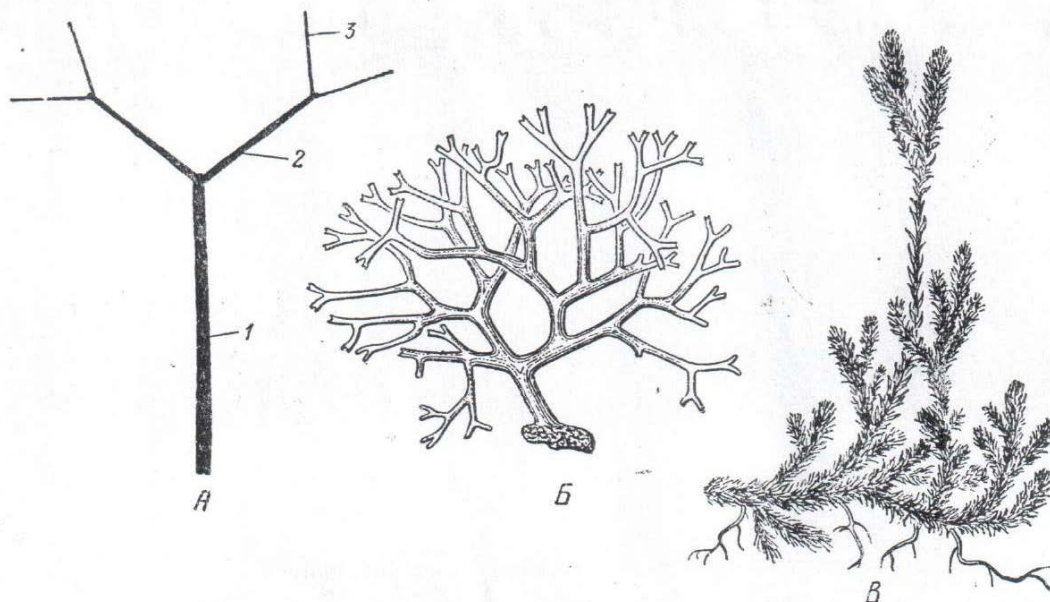


Рис. 91. Типи галуження пагонів:

А – дихотомічний (схема); Б – диктіота (*Dictyota*); В – плаун булавовидний (*Lycopodium clavatum*);
1, 2, 3 – осі першого і наступних порядків

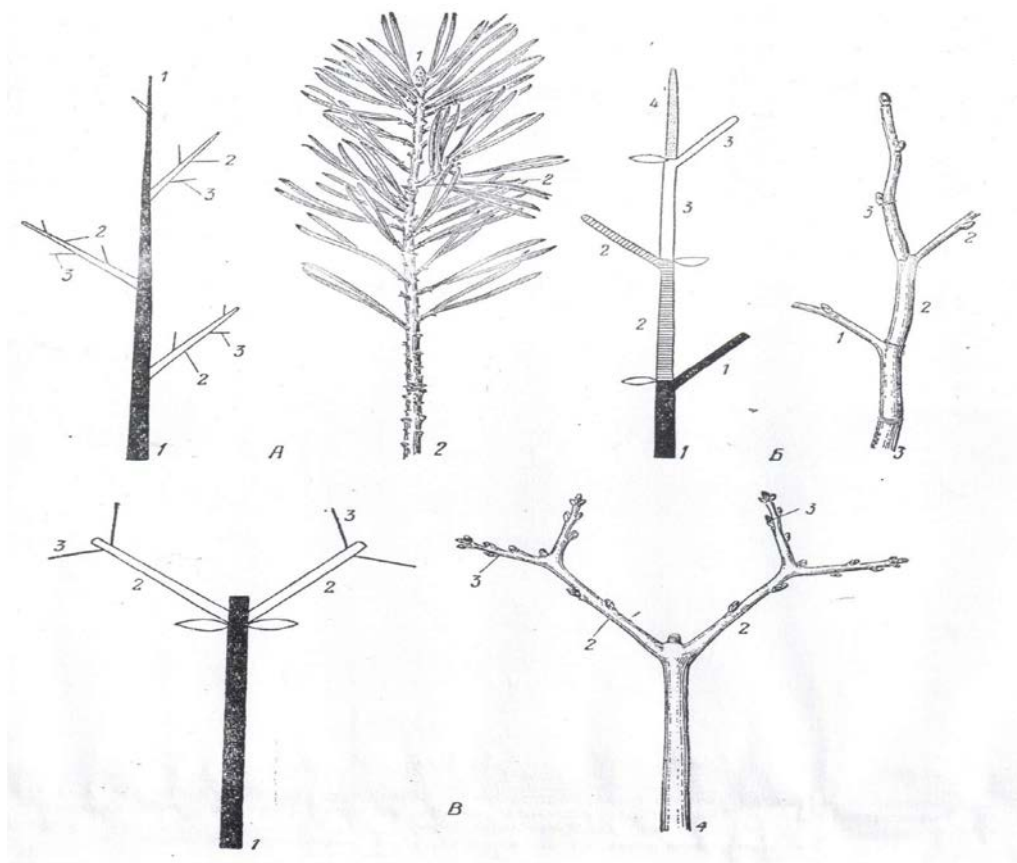


Рис. 92. Типи галуження пагонів:

А – моноподіальний у сосни (*Pinus sylvestris*); Б – симподіальний – черемхи (*Prunus padus*);
В – несправжньодихотомічний – клена татарського (*Acer tataricum*); 1 – схема, 2 – пагін сосни,
3 – пагін черемхи, 4 – пагін клена татарського

3. Розглянути й замалювати будову бруньки. Ознайомитись із типами бруньок за призначенням, за місцем розміщення їх на тілі рослини, ступенем захищеності меристематичної зони.

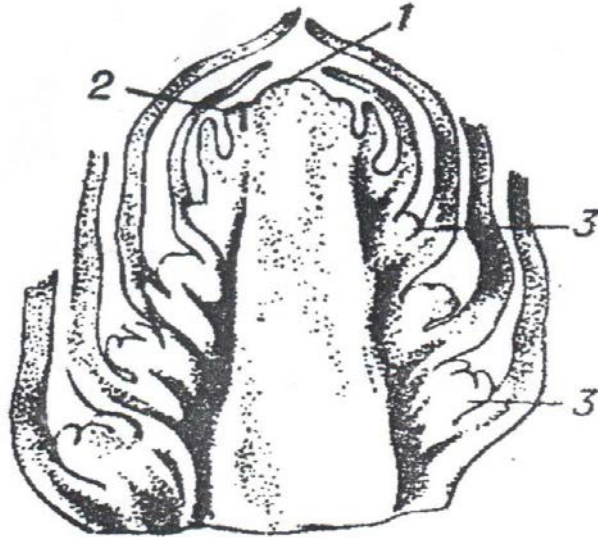


Рис. 93. Схема поздовжнього розрізу бруньки насінних рослин:
1 – конус наростання; 2 – листковий примордій; 3 – зачатки пазушних бруньок

Брунька – це зачатковий, нерозвинений пагін. Вона складається з меристематичної зачаткової осі, яка закінчується конусом наростання. Нижче конуса закладаються зачатки листків. Листки розташовані в бруньці один над одним. В пазухах зачаткових листків утворюються горбочки – зачатки бічних (пазушних) бруньок. Отже, вегетативна брунька – це пагін з усіма його елементами, кожен з яких перебуває в зачатковому стані.

У більшості дерев і кущів переважно холодного і помірного клімату в кінці літа на верхівці пагона, а також в пазухах листків уже є сформовані спочиваючі бруньки.

Для деяких рослин характерним є утворення поверхневого волосяного покриву (опушення), який посилює захист бруньки від надмірного випаровування води. Бруньки, що мають захисні луски називаються *закритими*. Серед рослин помірної зони лише незначна кількість їх мають зимуючі бруньки, які не захищені типовими захисними лусками – їх називають *відкритими*.

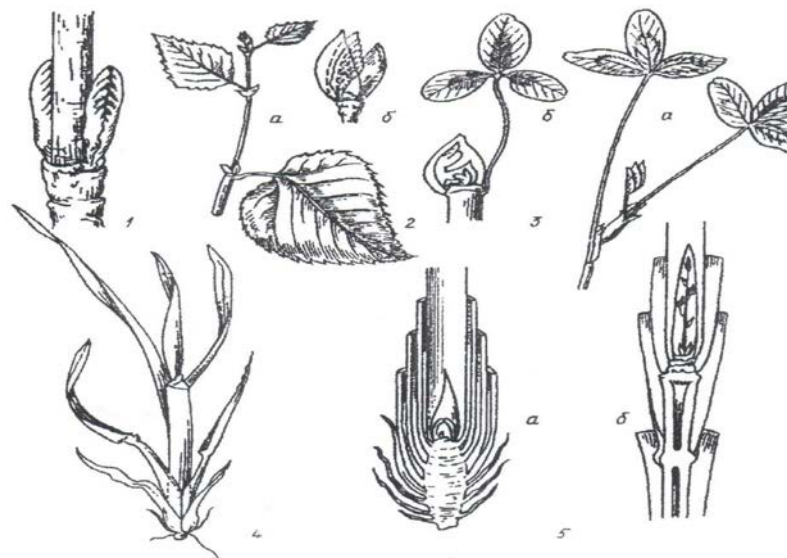


Рис. 94. Будова відкритих бруньок:

1 – зимуючі бруньки калини-гордовини; 2 – береза; 3 – конюшина, верхівка пагона (а) і внутрішня будова бруньки (б); 4 – пагін злака; 5 – схема поздовжнього розрізу його верхівкової бруньки, вегетативної (а) та вегетативно-генеративної (б)

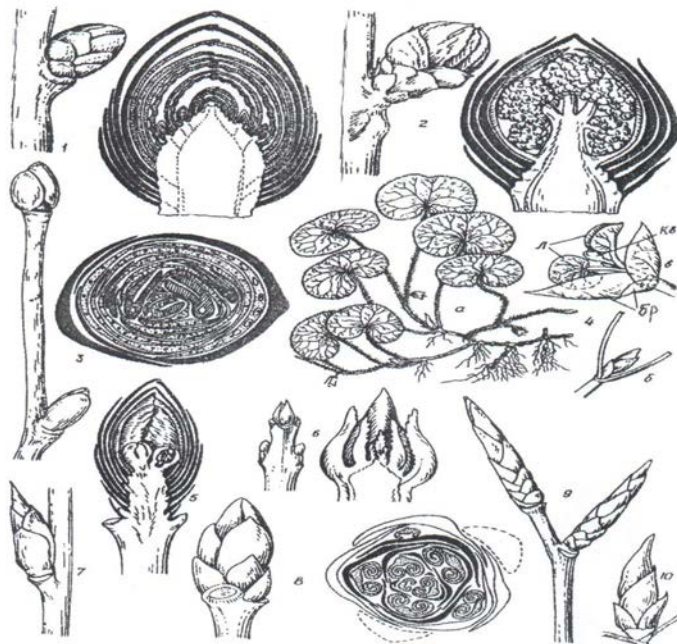


Рис. 95. Будова закритих бруньок:

1 – дуб, загальний вигляд і поздовжній розріз; 2 – у бузини; 3 – у липи; 4 – копитняк, загальний вигляд рослин (а), зимуючі бруньки (б), розгорнуті частини бруньки (в); 5 – вишня; 6 – ясен; 7 – черемха; 8 – тополя; 9 – бук; 10 – груша; 1, 3, 6 – вегетативні бруньки; 2, 4 – вегетативно-генеративні бруньки; 5 – генеративні бруньки; Бр – брунькові лусочки; Л – зачатки листків; Кв – зачатки квітки

Питання для самоконтролю та розвитку мислення:

1. Призначення і функції стебла.
2. Назвіть приклади рослин, у яких стебло пряmostояче витке, чіпке, повзуче, висхідне.
3. Характерні ознаки стебла дерев'янистої рослини.
4. Характерні ознаки стебла трав'янистої рослини.
5. Що являють собою мета мери стебла?
6. Пагін та його складові.
7. Охарактеризуйте моноподіальний, симподіальний, дихотомічний та несправжньо-дихотомічний типи галуження пагонів. Наведіть приклади.
8. Що являє собою брунька?
9. Наведіть приклади рослин, що утворюють лише вегетативні бруньки.
10. Наведіть приклади рослин, що утворюють окремі вегетативні та генеративні бруньки.
11. Для яких рослин характерне утворення вегетативно-генеративних або змішаних бруньок?
12. Охарактеризуйте поняття «відкрита брунька», «закрита брунька». Наведіть приклади рослин із відкритими та із закритими бруньками.

Матеріали та обладнання:

1. Вегетативні, генеративні та змішані бруньки, типи стебел за напрямом росту і положенням у просторі, схеми галуження пагонів – таблиці.
2. Роздатковий матеріал: пагони дуба, берези, бузку, сливи, калини, гіркокаштану, липи, лободи, стеноктусу однорічного, помідорів – живі екземпляри.

Література:

1. Васильев А.Е. и др. Ботаника. Морфология и анатомия растений. – М.: Просвещение, 1988. – С.178-186, 228-229.
2. Григора І.М., Шабарова С.І., Алейніков І.М. Ботаніка. – К.: Фітосоціоцентр, 2004. – С.37-39.
3. Потульницький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О. Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин. – К.: Вища школа, 1971. – С. 206 – 214.
4. Сербін А.Г., Сіра Л.М., Слободянюк Т.О. Фармацевтична ботаніка. – Вінниця: Нова книга. – С. 72 – 93.

Лабораторна робота №13

Тема: *Надземні і підземні видозміни пагонів.*

Мета: *Ознайомитись із структурою та функціями надземних і підземних видозмін пагонів.*

Теоретичні питання:

1. Видозміни пагонів, як пристосування рослин до умов середовища.
2. Надземні видозміни пагонів.
3. Підземні видозміни пагонів.

Завдання:

1. Розглянути та замалювати надземні видозміни пагонів – вуси (надземні столони), вусики, колючки, кладодії (філокладії), сукулентні форми.
2. На живому матеріалі ознайомитись із підземними видозмінами пагонів – кореневищами, бульбами, цибулинами, столонами. Замалювати їх.

Основні відомості

Порівнюючи з іншими органами рослин, пагін найбільш мінливий по зовнішньому вигляду. Це пояснюється його багаточисленними функціями. Зміна різних форм пагонів викликається як внутрішніми, так і зовнішніми причинами. Так, внутрішні причини викликають звичайну зміну форм росту одного й того ж пагона при зміні його функцій. Наприклад, у полуниць функцію захоплення території виконують вуса, а утворені на них розеткові пагони збільшують поверхню асиміляції і формують квітки і плоди, необхідні для подальшого розмноження. Зовнішні причини викликають пристосувальні до умов середовища зміни. Такі зміни пагонів під впливом зовнішніх факторів можна спостерігати у водному середовищі, у рослин пустель тощо. В ході пристосувальної еволюції відбуваються зміни всього пагона або окремих його частин, найчастіше стебел та листків, рідко бруньок. Тоді й утворюються спеціалізовані або метаморфозовані пагони, як надземні, так і підземні. Такі пагони, як правило, виконують нетипові для себе функції. *Метаморфозами* називають видозміни вегетативних органів рослини, що виникають у процесі еволюції внаслідок пристосування їх до виконання інших функцій [2].

Колючки. У деяких рослин цілі пагони або їх частини перетворюються на *колючки* (лат. *spina*). Найчастіше це явище відображає реакцію рослини на нестачу вологи і тенденцію до зменшення випаровуючої поверхні рослини. Ця особливість характерна для кактусів та молочаїв, що ростуть в пустелях. Колючки цих рослин мають листкове походження, в цілому змінюється вся пагонова система. У кактусів пучки колючок утворюються на метаморфозованих укорочених бічних пагонах — *ареолах*. Ці колючки — захисні структури, що перешкоджають поїданню рослин тваринами-фітофагами і сприяють виживанню колючих форм в процесі природного добору. Колючки листкового походження утворюються у барбариса, а в їх пазухах — бічні бруньки, що дають одразу укорочені пагони з асимілюючими листками (*рис. 96*). Отже, тут теж видозмінюється вся пагонова система. А у робінії, або білої акації, колючки — це видозмінені прилистки.



Рис. 96. Колючки та вусики різного походження:

1-4 – колючки: 1 – пагонова у глоду (*Crataegus*), 2 – листкова у барбарису (*Berberis*), 3 – із прилистків у білої акації (*Robinia pseudoacacia*), 4 – шипи у троянди (*Rosa*); 5 – 6 – вусики: 5 – листкові у гороху (*Pisum sativum*), 6 – пагонові у винограду (*Vitis vinifera*)

У багатьох рослин можна побачити колючки, які за своїм походженням є модифікованими пагонами, що розвиваються в пазухах листків. Це тверді здерев'янілі колючки пагонового походження у глоду, дикої груші, яблуні лісової, лимона, крушини проносної. У гледичії здерев'янілі колючки утворюються із сплячих бруньок. А от колючки у троянди не мають ні листового, ні пагонового походження. Це невеликі, більш або менш витягнуті гострі вирости кори та епідерми, що мають спеціальну назву — *шипи* (рис. 96.4).

Вусики (лат. *cirrus*; множина — *cirri*)— це видозмінені пагони або листки, які виконують механічну функцію — утримання пагона у більш-менш вертикальному положенні та прикріплення його до опори. Закручуючись навколо опори, вусики можуть утримувати тонкі та слабкі стебла у найбільш вигідному до світла положенні. Ці метаморфози можемо спостерігати у лаячих рослин. Вусики пагонового походження є у винограду справжнього та у дикого винограду, причому в останнього вони на кінці дисковидно розширені (рис. 96). На цих вусиках нерідко утворюються листки або квітки [2].

Цілий ряд рослин мають вусики листового походження. Так, у гороху, горошків, сочевиці у вусики перетворюються верхні частини листків, у чини — вся пластинка або більша її частина. Листкові вусики також розвиваються і у гарбузів, огірків, кавунів та інших гарбузових. У вусики можуть перетворюватись прилистки, як у кавказького сассапарилу.

Філокладії, кладодії, філодії. Сплюснені гілки, які приймають форму листків, називають *філокладіями* (грец. *phyllon* — листок, *klados* — гілка), або *кладофілами*. Їх можна побачити у рускуса понтійського та під'язикового, що ростуть в Криму та на Кавказі. В пазухах лусковидних листків у них утворюються листковидні філокладії, що відповідають пазушним пагонам і несуть квітки і плоди. Вони мають обмежений верхівковий ріст. Великі філокладії, що несуть багато квіток, утворюються у тропічних філантусів. Листкоподібні лінійні філокладії є у холодків, або спарж. Вони розміщуються по кілька в пазухах лусковидних листків і функціонують як фотосинтезуючі органи. У всіх цих рослин сплюснені зелені пагони функціонують як листки і повністю їх замінюють, але, порівнюючи з листками, зменшують поверхню випаровування.

Всі розглянуті листковидні пагони — філокладії часто називають *кладодіями*. Однак до кладодіїв краще відносити сплюснені стебла, які зберігають здатність тривалого верхівкового росту на відміну від філокладіїв, що мають обмежений ріст. Такі стебла є у австралійської мюленбекії, у мексиканської колеції, які можна побачити в оранжереях. Такі стебла виконують функцію асиміляції, замінюючи відсутні листки і загалом зменшуючи поверхню транспірації, несуть листки та квітки.

Філодії характерний для цілої групи австралійських акацій — так званих філодійних. Це розширений черешок листка, що теж забезпечує фотосинтез та зменшує випаровування води в сухих жарких умовах. Пластинка листка у цих акацій може взагалі не розвиватись (рис. 97).



Рис. 97. Філокладії, кладодії та філодії:

1 – філокладії рускуса (*Ruscus ponticus*), 2 – кладодії мюленбекії (*Muehlenbeckia platyclados*): а – звичайні, б – в умовах підвищеної вологості; 3 – філодії австралійської акації (*Acacia melanoxylon*)

Пагони сукулентів. Сукулентами (лат. *succulentus* — соковитий) називають рослини із соковитими тканинами, спеціалізованими на запасання води. Більшість з них росте в аридних регіонах або просто в умовах тривалої нестачі вологи. Водозапасаючими органами можуть слугувати стебла, листки, бруньки [2].

Стеблові сукуленти зустрічаються серед представників американських кактусів, африканських молочаїв та ластівневих. У цих рослин листки метаморфозуються в колючки або зникають зовсім, соковиті стебла запасують воду і здійснюють фотосинтез. Стебла у них стають колоновидними або кулястими, в результаті конвергентної еволюції в подібних умовах абсолютно схожими зовні, хоча рослини відносяться до різних родин, тобто не є родичами.

У стеблових сукулентів метаморфозовані цілі системи пагонів, а не лише складові їх частини, що і бачимо на прикладі вищерозглянутих рослин. Такі ж видозмінені системи пагонів є у представників родини лободових. Окремі соковиті членики стебла солянок — це метамери пагона.

Листкові сукуленти характерні для родини товстолистих, представники якої мають соковиті листки, що запасують воду. Сюди відносяться молодило, очитки, родіола рожева та інші рослини пісків та гірських районів. Листковими сукулентами є ряд рослин пустель, що культивуються в кімнатах: агава, алое, гастерія та ін. До листкових сукулентів можна віднести каланхоє Дегремона, що походить з Мадагаскару та вирощується в кімнатах під назвою "бріофілюм", або "дерево Гете".

Качан — метаморфозована велика брунька капусти, яка накопичує протягом першого року життя багато вологи та запасних речовин, переважно цукрів. Такий видозмінений пагін виник як пристосувальна форма у середземноморському кліматі, де запас води в качані дозволяє рослині пережити сухе жарке літо.

Ловильні апарати. Незвичайні видозміни листків зустрічаються у комахоїдних рослин, здатних за участю ферментів розщеплювати білки комах, рачків та інших дрібних тварин. пійманих за допомогою чутливих волосків, залозок, щетинок на пластинках або пухирців чи глечиків на їх кінцях (рис. 98). Так, на листках росички є червоні волоски з клейкими залозками на верхівці, до яких прилипає здобич. Листок згортається навколо комахи і перетравлює її ферментами.

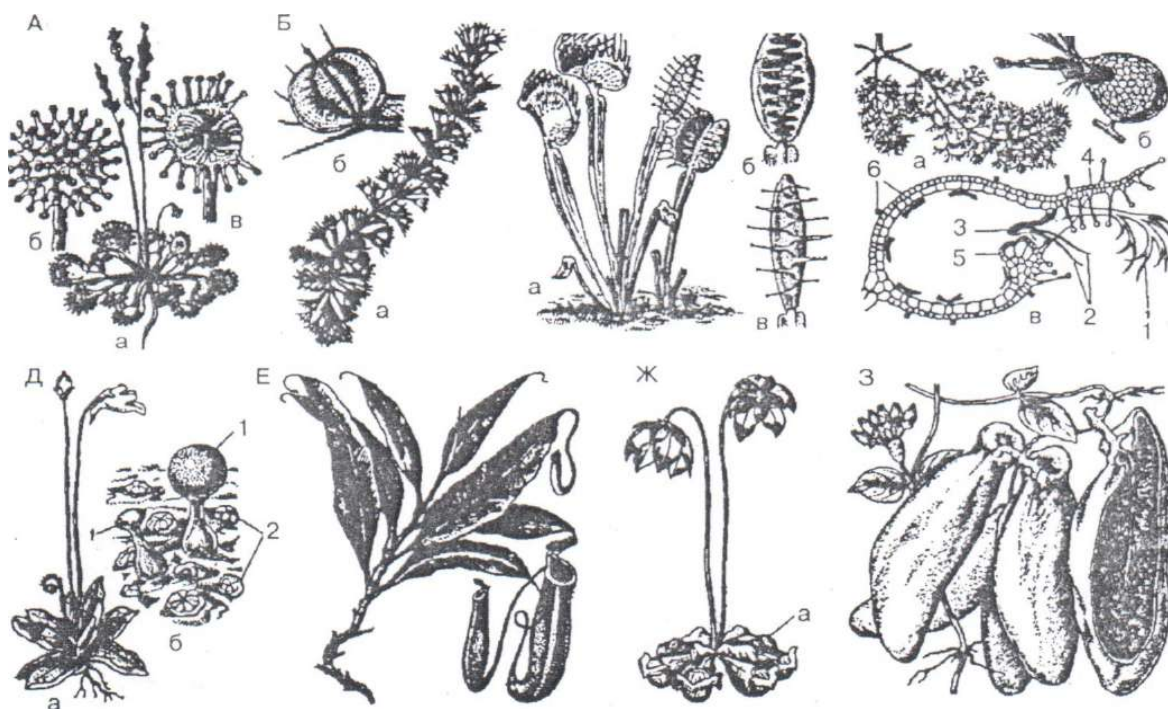


Рис. 98. Ловильні апарати комахоїдних рослин:

А – росичка круглолиста (*Drosera rotundifolia*): а – загальний вигляд, б, в – листки; Б – альдрованда пухирчаста (*Aldrovanda vesiculosa*): а – загальний вигляд, б – листок; В – венерина мухоловка (*Dionaea muscipula*): а – загальний вигляд, б – частина листка; Г – пухирник звичайний (*Utricularia vulgaris*): а – гілочка, б – пухирець, в – поздовжній розріз пухирця (1 – антена,

2 – щетинки, 3 – клапан, 4 – верхній край пухирця, 6 – залозисті волоски і залозки; Д – товстянка звичайна (*Pinguicula vulgaris*): а – загальний вигляд, б – слизові (1) і травні (2) залозки на листку; Е – непентес гібридний (*Nepentes hybrida*); Ж – сарраценія пурпурна (*Sarracenia purpurea*): а – листки; З – дісхідія Раффлеза (*Dischidia rafflesiana*)

Здерев'янілі стебла (стовбури та сучки дерев). Після втрати асиміляційної функції частина пагонів дерев залишається як основні скелетні осі, які виконують механічну, провідну та запасуючу функції протягом десятків років. Весь пагін видозмінюється: потовщується вісь за рахунок діяльності камбію, утворюється лігніфікована вторинна деревина, перидерма, кірка. Бруньки перетворюються в сплячі [2].

Надземні столони та вуса. *Надземними столонами* називають недовговічні повзучі пагони, які здійснюють фотосинтез і служать для захоплення території та вегетативного розмноження (*рис. 99*). Їх можна побачити у багатьох рослин: перстача гусячого, косяниці, зеленчука жовтого, мітлиці повзучої та ін. Надземні столони називають ще батогами. Вони вкриті невеликими зеленими листками. Пагін у горлянки живе 3 - 4 роки; його життя завершується цвітінням. А сам батіг захоплює нові території, фотосинтезує і, утворюючи нові розетки, слугує розселенню та вегетативному розмноженню. До початку цвітіння він руйнується і, відігравши свою роль, гине.

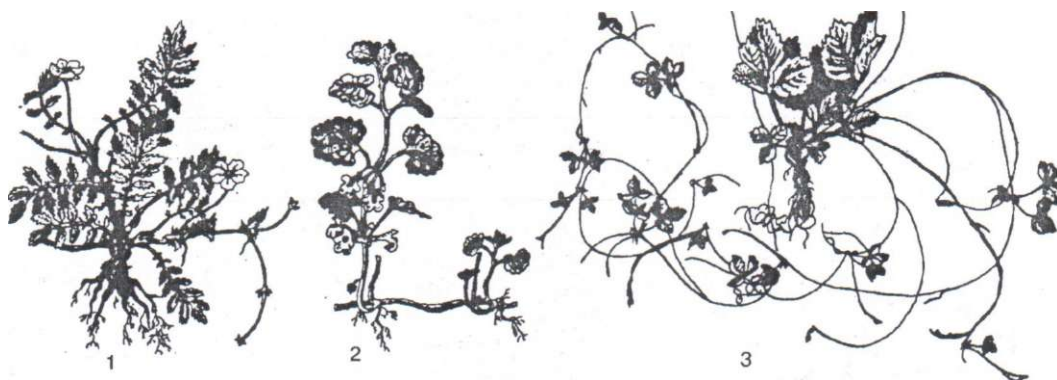


Рис. 99. Надземні столони:

1, 2 – батоги; 3 – вуса; 1 – перстач гусячий (*Potentilla anserina*), 2 – розхідник звичайний (*Glechoma hederacea*), 3 – суниця (*Fragaria vesca*)

У суниць надземні столони називають *вусами*. Ці столони, як і у інших згаданих вище рослин, не накопичують поживних речовин. Вони ще більш спеціалізовані для вегетативного розмноження, тонкі, слабкі, з дуже довгими міжвузлями, без зелених листків, а лише з лусковидними, з пазух яких можуть вирости бічні столони — вуса з дочірніми розетками. Майже одразу після вкорінення верхівкової бруньки вуса висихають і руйнуються, розетки відокремлюються в тому ж році або весною наступного року. Розеткові пагони багаторічні, у суниць цвітуть і плодоносять багато років підряд. У культурі на старих розетках урожай знижується, тому ділянку постійно обновлюють, розріджують і насаджують молоді розетки.

Запасання поживних речовин видозміненими пагонами

Каудекс. *Каудексом* (лат. *caudex* — стовбур, пень) називають багаторічний орган пагонового походження, який формується у багаторічних трав та напівчагарників з добре розвинутим стрижневим коренем, що зберігається протягом всього життя рослин. Разом з коренем він є коморою запасання поживних речовин і несе бруньки відновлення, в т.ч. і сплячі (*рис. 100*). Як правило, каудекс підземний, зрідка — надземний і утворюється з коротких основ відмираючих напіврозеткових квітконосів (волошки) або з коротких осей розеткових пагонів, що занурюються в ґрунт (конюшина гірська). Каудекс іноді називають *стеблокоренем*. Поступове руйнування і відмирання каудекса і потовщеного кореня на відміну від кореневища (останнє починає відмирати на найстарішому кінці) починається від центру до периферії. В центрі каудекса (в серцевині) утворюється порожнина, може відбуватись поділ його на окремі частини — *партикули* (лат. *pars, partis* — частина; *particula* — частинка). Цей процес поділу стрижне-кореневої рослини з каудексом на частини називають партикуляцією. Партикуляція — результат старечого розпаду рослини. Партикули, як і материнська рослина, вже не здатні цвісти і плодоносити, не служать розселенню та розмноженню. Каудексових рослин багато серед бобових (люцерна, конюшина, люпин), складноцвітих (полін, кульбаба, багаторічні волошки), зонтичних (борщівник, любисток, цикута) та ін.

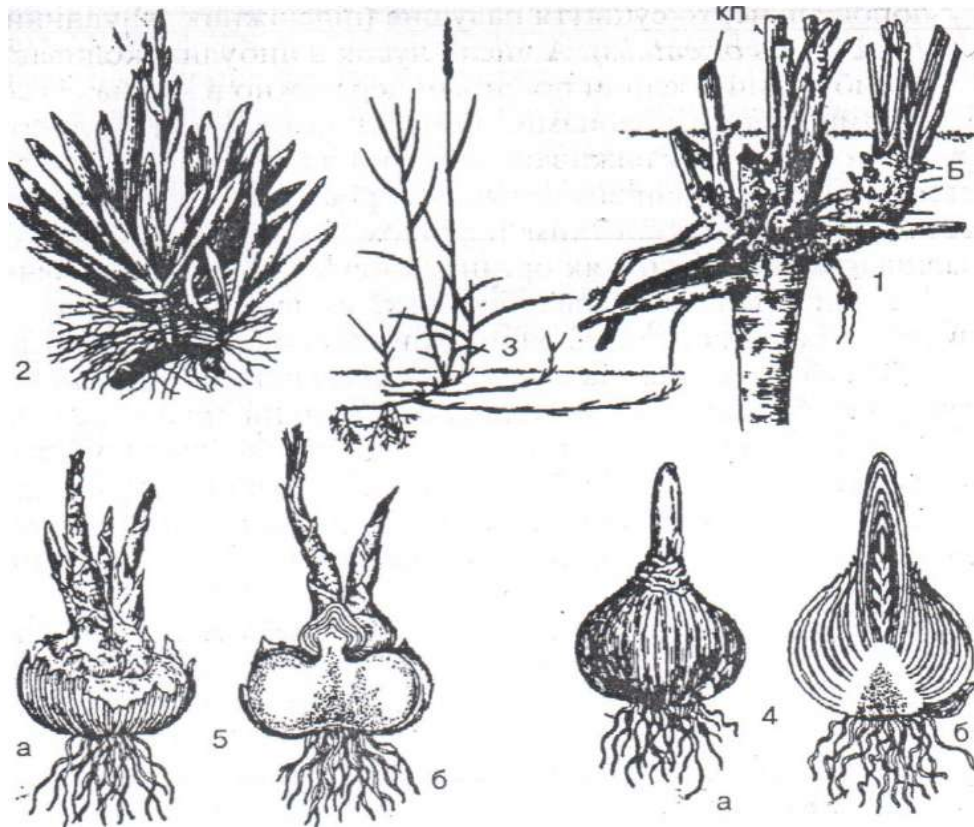


Рис. 100. Підземні видозмінені пагони (за Кучерявою Л.Ф.):

1 – каудекс люпину багатолістого (*Lupinus polyphyllus*); КП – квітучі пагони, Б – бруньки; 2 – кореневище коротке у півників німецьких (*Iris germanica*); 3 – кореневище довге у пирію повзучого (*Вуtrigia repens*); 4 – цибулина гіацинта (*Hyacinthus orientalis*): а – вигляд збоку, б – в розрізі; 5 – бульбоцибулина гладіолуса (*Gladiolus hybridus*): а – вигляд збоку, б – в розрізі

Кореневище. *Кореневищем* (лат. rhizoma) називають більш або менш довговічний підземний пагін, який виконує функції запасання речовин (переважно крохмалю), відновлення та інколи вегетативного розмноження. Кореневище може бути горизонтальним, косим та вертикальним. У деяких рослин одночасно є і кореневище, і каудекс (люцерна румунська, конюшина середня тощо). Від кореня кореневище відрізняється наявністю лусковидних листків, вузлів та міжвузлів, бруньок, а також більшою товщиною. На кореневищі утворюються численні додаткові корені, розміщені поодиночці чи групами у вузлах або у міжвузлях. З пазушних бруньок виростають бічні розгалуження кореневища або надземні пагони. Старі частини кореневищ поступово відмирають, а верхівки нарастають, відсуваючись поступово в нові місця [2].

Розрізняють *короткі* та *довгі кореневища* в залежності від довжини міжвузля, і відповідно є *короткочореневищні* (півники) та *довгокореневищні* (пирій) рослини (**рис. 100.3**). На розгалужених кореневищах може формуватись ціла куртина (група) надземних пагонів однієї особини, яка має і материнське, і дочірні кореневища, з'єднані між собою. При руйнуванні зв'язків частини кореневищ дають окремі особини, отже, відбувається вегетативне розмноження. Сукупність нових особин, які утворились від однієї материнської, називають *клоном* (грец. клон — паросток, гілка), а процес, що веде до утворення клону — *клонуванням*. Ми не раз спостерігали рослини, що ростуть у вигляді куртин — конвалія, пирій, яглиця тощо. Кореневища характерні для багаторічних трав'янистих рослин, але зустрічаються також у чагарників (бруслина), у чагарничків (чорниця). Тривалість життя кореневищ — від двох-трьох до кількох десятків років.

Кореневища можуть утворюватись шляхом моноподіального наростання — моноподій (вороняче око, гравілат) або симподіального — симподій (медунка, купина).

За місцем формування розрізняють *епігеогенні* та *гіпогеогенні кореневища*. До *епігеогенних* відносять кореневища, які утворюються як надземні пагони з зеленими листками, а після відмирання листків втягуються в ґрунт за допомогою додаткових коренів і перетворюються в

запасаючі органи (грец. ері — на, ге — земля, гeппао — утворити, епігеогенний — надземно утворений). Такі кореневища у копитняка, гравілату, ірисів, медунки, фіалки дивної тощо. *Гіпогеогенними* називають кореневища, які формуються з самого початку в ґрунті (грец. нуро — під, ге — земля, гeппао — утворити, гіпогеогенний — підземно утворений). Пагін починає рости з бруньки, розташованої під поверхнею ґрунту, і одразу стає кореневищем. Листки на ньому лише лусковидні, без хлорофілу, безбарвні або бурі. Через якийсь час верхівкова брунька згинається вгору і дає надземний пагін, який після цвітіння і плодоношення відмирає. Гіпогеогенні кореневища характерні для воронячого ока, пирію, конвалії, чорниці, вероніки довголистої тощо [2].

Які ж кореневища первинні? Можливо, у всіх предкових форм кореневища були лише епігеогенні, які утворились від надземних листконосних пагонів. Бічні ж їх бруньки розгортались в пагони не надземно, а підземно. Ця ознака виявилась біологічно корисною, бо бруньки захищені ґрунтом, і тому закріпилась еволюційно. Отже, епігеогенні кореневища, напевно були первинними.

Цибулина. *Цибулина* (лат. - *bulbus*) — це, як правило, підземний пагін з коротким сплющеним стеблом — денцем і лусковидними м'ясистими листками, які запасують воду з розчиненими в ній поживними речовинами, переважно цукрами. З верхівкової і пазушних бруньок виростають надземні пагони, а на денці утворюються додаткові корені. Цибулина — типовий орган вегетативного відновлення і розмноження. Цибулини утворюються у рослин з родим лілійні, амарилісові, цибулеві (*рис. 100*).

Цибулини можуть бути *плівчастими* (щільними) та *лускатими* (нешільними). До перших належить цибулина звичайної цибулі, в якій всі луски — це підземні піхви зелених асимілюючих листків, що потовщуються і щільно охоплюють кільцями одна одну. Лускаті (нешільні, пухкі, черепичасті) цибулини має лілія лісова, у якій запасуючі луски цибулини — це лише зовнішні низові листки, які не мають листкових пластинок. Цибулини можуть бути одно-, дворічними (цибуля порей) або багаторічними (лілії). Якщо наростання осі в них моноподіальне, то суцвіття пазушне (підсніжник звичайний), якщо симподіальне — суцвіття верхівкове (гіацинт *Hyacinthus orientalis*). А число лусок в цибуліні коливається від однієї (часник) до кількох сотень (лілія).

Цибулинні рослини поширені переважно в країнах із середземноморським типом клімату — з жарким літом і м'якими іншими сезонами. Тому запасання води з допомогою набухаючих і добре утримуючих її слизових речовин забезпечує виживання рослин в літню засуху. Найбільшого поширення цибулинні рослини набувають в степах, пустелях, напівпустелях, зустрічаються і в широколистяних лісах. Переважна більшість їх — *ефемероїди*, тобто рослини з коротким періодом розвитку. На початку літа надземна частина у них відмирає, в ґрунті залишається цибулина як орган відновлення та розмноження.

У вигляді виводкових бруньок, як відмічено вище, можуть утворюватись надземні цибулини із пазухах листків деяких рослин (лілія цибулинконосна, зубниця бульбиста) або в суцвіттях (часник).

Бульбоцибулина (лат. — *bulbotuber*) нагадує цибулину, але має і цибулину, і бульбу (*рис. 101*). Лусковидні листки цибулини тут не виконують функції запасу речовин, бо вони сухі і плівчасті. Запасаючим органом є стеблова потовщена частина бульбоцибулини, значно більша за цибулину. В зв'язку з цим бульбоцибулини слід трактувати як улиснену бульбу, а не цибулину. На осі цього пагона добре помітні вузли, міжвузля, пазушні бруньки, які можуть утворювати нові дочірні бульбоцибулини. Отже, бульбоцибулина також служить органом запасання речовин, органом відтворення та розмноження. Бульбоцибулину можна побачити у шафранів та косариків.

Бульби. *Бульбами* (лат. — *tuber*) називають видозмінені пагони, стебла яких з одного або кількох міжвузлів розростаються, потовщуються і накопичують запасні поживні речовини (крохмаль, олії) і воду. Бульба служить органом відновлення дво- і багаторічних рослин, переносить несприятливий період, здійснює відтворення та вегетативне розмноження рослин. На бульбах можуть утворюватись звичайні або лусковидні листки, інколи вони зовсім безлисті. У картоплі редуковані листки називають брівками. Розрізняють підземні та надземні бульби.

Походження бульб у різних рослин різне. *Підземні бульби* часто виникають на кінцях стolonів, як у картоплі, топінамбура, стрілолисту. Інколи бульби формуються шляхом розростання гіпокотилу, а іноді вони безлисті (цикламен). У випадку розростання епикотилу чи взагалі нижньої

частини головного стебла або бічних пагонів, вони несуть листки. Такою є надземна бульба кольрабі (*рис. 101*). Надземні бульби, як правило, зеленого кольору, фотосинтезують нарівні з листками.

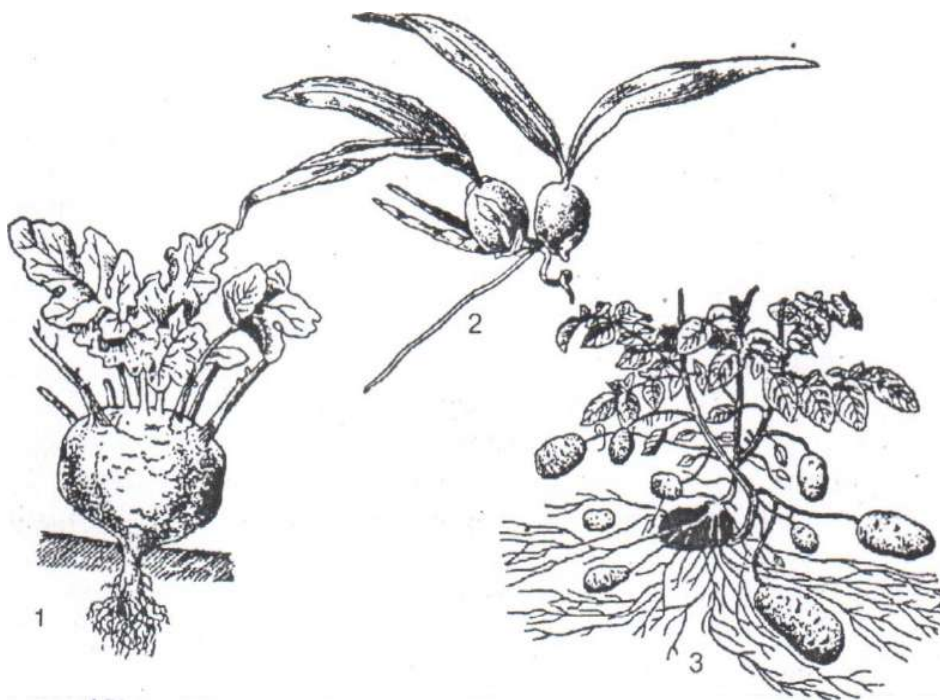


Рис. 101. Бульби пагонового походження:

1 – надземна у кольрабі (*Brassica oleracea*), 2 – надземні в орхідей, 3 – підземні на кінцях стolonів у картоплі (*Solanum tuberosum*)

Специфічні надземні бульби утворюються в епіфітних орхідей. Це потовщені соковиті верхівкові частини відрізків стебла, запас води в яких забезпечує рослинам перенесення несприятливого періоду. Вони часто нагадують за формою цибулину і називаються *псевдоцибулинами, повітряними бульбами, туберидіями*. Ці псевдобульби різного розміру та форми, утворені м'якими слизовими тканинами з товстостінною епідермою зовні, здійснюють також функцію фотосинтезу [2].

Дрібні надземні бульби можуть утворюватись в пазухах листків деяких рослин (пшінка весняна), в суцвіттях (гірчак живородний) і тут відіграють роль виводкових бруньок.

Підземні столони та підземні бульби. *Підземними столонами* називають недовговічні горизонтальні слабкі підземні пагони з лусковидними безбарвними листками та бульбами на верхівці. Вони, на відміну від кореневища, не виконують функції запасання поживних речовин, а верхівкові їх бруньки потовщуються, перетворюючись в бульби. Підземні столони утворюються у картоплі. На батьківщині — це багаторічна рослина, яка відновлюється та розмножується бульбами. У нас щорічно штучно висаджується бульбами заради одержання урожаю нових бульб. Весною з вічок виростають квіткові пагони, а з пазух підземних лусковидних листків, частково і надземних, засипаних ґрунтом, на цих пагонах утворюються білі столони, трохи товстіші від численних додаткових коренів. Після утворення бульб столони руйнуються, а бульби стають органами вегетативного розмноження. Бульби відрізняються від кореневищ підземного походження кулястою або овальною формою, більшою товщиною і подальшою редукацією листків, які стають лише брівками. Однак в природі є багато перехідних форм між бульбами та товстими кореневищами, як у ранника вузлуватого, чистецю болотного, м'яти польової тощо.

Хід роботи:

1. Розглянути та замалювати надземні видозміни вагонів – вуса (надземні столони), вусики, колючки, кладодії (філокладії), сукулентні форми.

Вуса – довгі і тоні пагони з редукованими листками, цим вони і відрізняються від батогів. *Вуса* – народна назва, наукова – надземні столони. Надземні столони можуть бути вкриті листям (у косяниці і зеленчука) і з редукованими листками (у суниці) (*Рис. 102 – 103*).

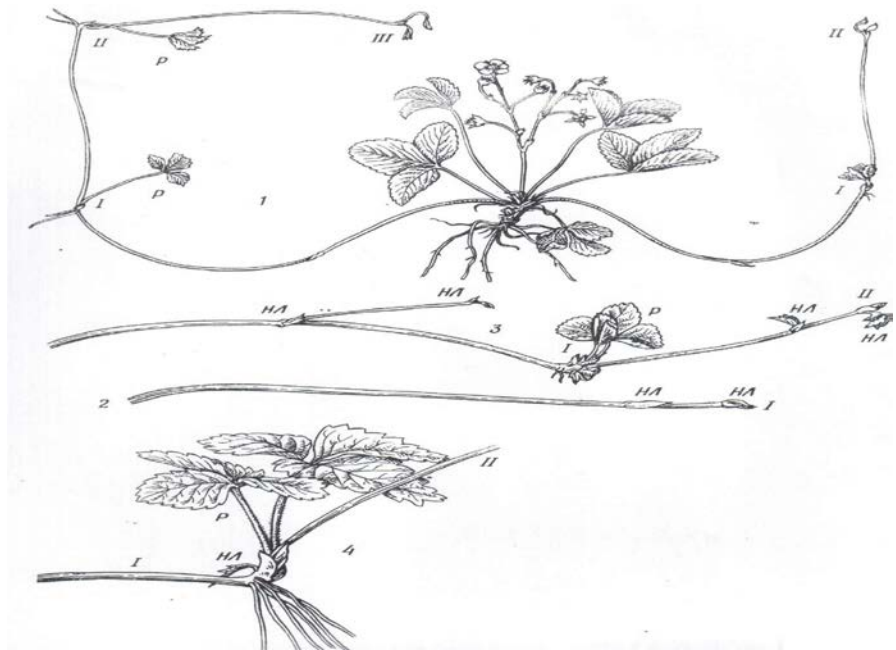


Рис. 102. Утворення пагонів у суниці (*Fragaria vesca*):

1 – загальний вигляд рослини; 2 – стolon, що росте; 3 – симподіальний стolon; 4 – дочірня розетка і спосіб галузнення столонa; НА – низові листки; Р – дочірні розетки; I, II, III – порядок галузнення столонa

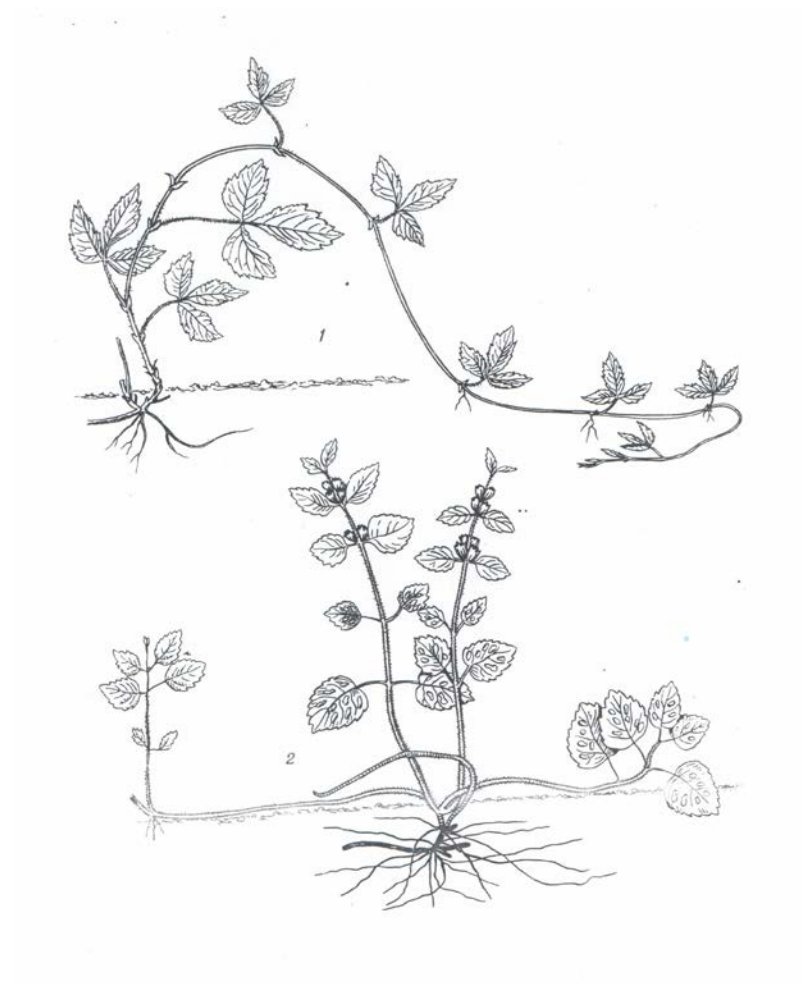


Рис. 103. Надземні столони:

1 – косяниця (*Rubus saxatilis*); 2 – зеленчук (*Galeobdolon luteum*)

Вусики можуть бути як метаморфози листків (у гарбузових, деяких бобових), так і пагонів (у виноградної лози). Основна функція їх зводиться до закріплення нестійкого стебла для більш раціонального використання сонячного світла. Вусиками пагін чіпляється до опори і таким чином завойовує собі простір для життя.

Виходять вусики з пазух листків (рис. 104).

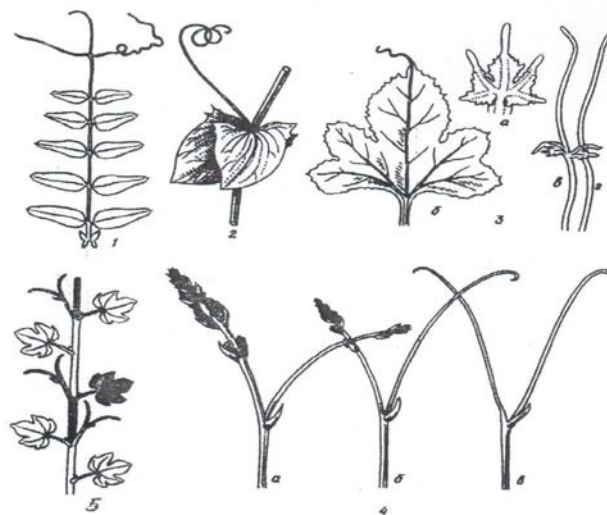


Рис. 104. Вусики різного походження:

1, 2, 3 – листкові; 4, 5 – пагонові; 1 – горошок (*Vicia sepium*); 2 – чина (*Lathyrus aphaca*); 3 – гарбуз (*Cucurbita pepo*); а – зачаток листка; б – г – різні ступінь метаморфозів суцвіття у вусики; 4 – виноград: а – в – різні ступінь метаморфозів суцвіття у вусики; 5 – схема симподіального росту винограду

Колючки виступають як метаморфози листків у барбарису, прилистків – у робінії, у вигляді емергенців – у шипшини. Окремою групою метаморфозів у вигляді колючок є пагони. Широкого розповсюдження вони набули у дводольних дерев'янистих рослин – лимона трилистого, глоду, диких видів яблуні, груші та інших рослин.

Колючки закладаються в пазухах листків. Головна функція цих метаморфозів пов'язана зі зменшенням поверхні випаровування води, що показує належність даних форм до склерофітної рослинності. Якщо такі рослини перенести в умови домашнього зволоження, то колючки можуть не розвиватися. Поряд з цим колючки виконують також і захисну функцію, застерігаючи рослини від поїдання тваринами.

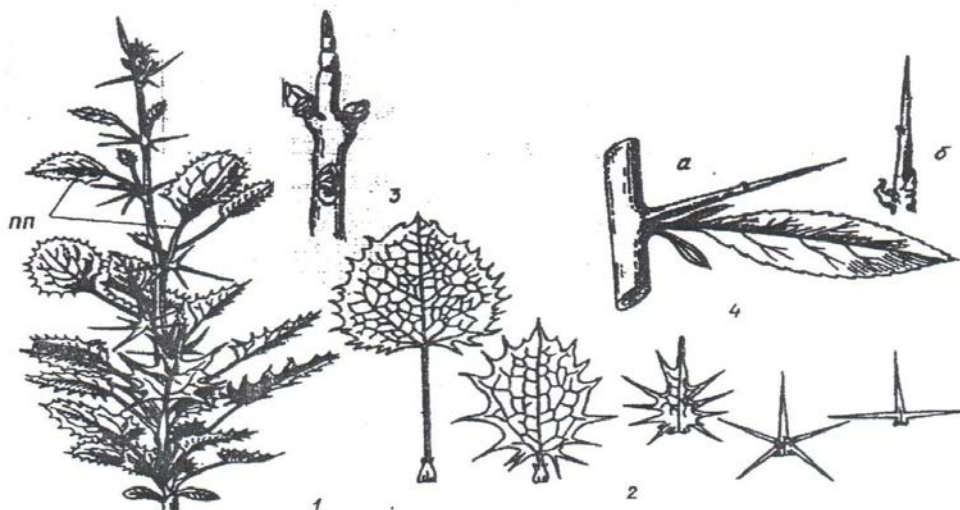


Рис. 105. Колючки різного походження:

1 – пагін барбарису з листковими колючками; 2 – переходи від листка до колючки у барбарису; 3 – пагонова колючка дикої груші; 4 (а і б) – пагонові колючки глоду; ПП – пазушні пагони

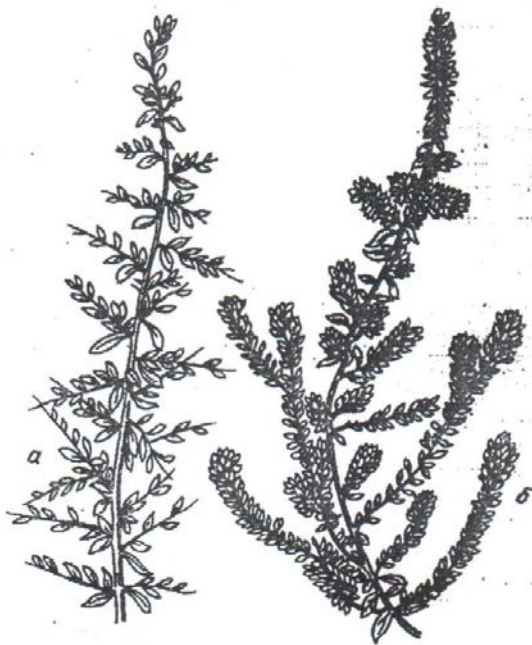


Рис. 106. Колючки дрiка англiйського (*Genista anglica*):

а – в звичайних умовах; б – перетворення в звичайнi пагони в умовах пiдвищеної вологостi



Рис. 107. Надземнi видозмiни пагонiв:

1 - вуса (*сунцiя*); 2 - надземнi бульби (*кольрабi*); 3 - вусики (*виноград*); 4,5- колючки пазушнi (*глiд*) i адвентивнi (*гледичiя*); 6 - частина стеблового сукулента - кактуса з кулястим соковитим зеленим стеблом i бiчними бородавчастими ареолами iз колючками замисть листкiв; 7, 8 - кладодiї з волосками (*зигокактус*) i ареолами (*опунцiя*); 9, 10 - розвиток фiлокладiїв (*холодок*); 11 - фiлокладiї з кiткою (*рускус пiд'язиковий*)

Філокладії – видозмінене стебло з редукованими листками у вигляді лусочок. З пазух редукованих листків виростають листоподібні кладодії. За формою і функцією вони подібні до листків, тому їх називають *філокладіями*. Вони виконують також функцію фотосинтезу. На філокладіях формуються квітки. Представником рослин з філокладіями є рускус колючий (*рис. 108.*)

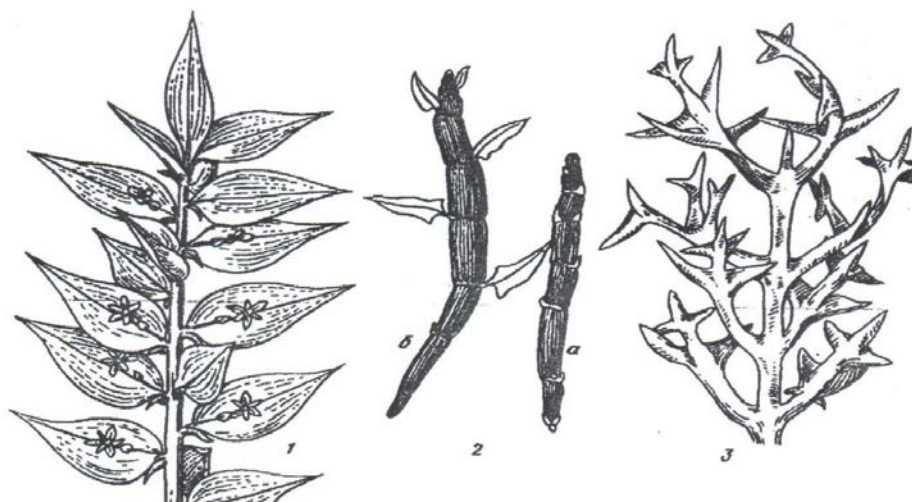


Рис. 108. Кладодії й філокладії:

1 – філокладії іглиці (*Ruscus aculeatus*); 2 – кладодії мюленбекії (*Muehlenbeckia platyclados*): а – нормальні, б – в умовах підвищеної вологості; 3 – кладодії колоції

Качан – це гігантська брунька, в якій потовщене стебло з розташованими на верхній його частині листками, що щільно налягають один на одного. Качан буває *зовнішній* – від кореневої шийки до нижнього листка і *внутрішній* – розташований у листковій зоні качана (*рис. 109.*)

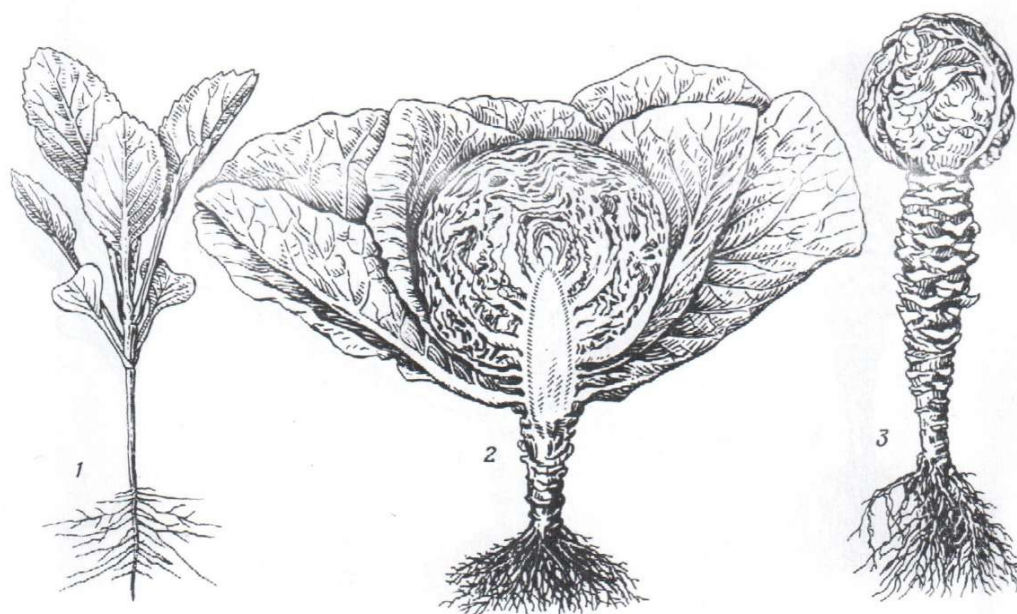


Рис. 109. Будова і розвиток качана капусти:

1 – молода рослина в стадії розетки; 2 – формування качана; 3 – кочерига і верхівкова брунька після зимівлі

У капусти качан формується в перший рік життя, а на наступний рік дає квітконосні стебла і відмирає. Таким чином, городня капуста – дворічна культура. Більшість листків, втративши хлорофіл, виконують функцію загасаючої тканини, де накопичується багато води і запасних продуктів у вигляді цукрів.

2. На живому матеріалі ознайомитись із підземними видозмінами пагонів – кореневищами, бульбами, цибулинами, столонами. Замалювати.

Кореневище – багаторічний підземний пагін, який розвивається в ґрунті. На кореневищі немає кореневого чохла і кореневих волосків, обов'язково є зачаткові листки у вигляді лусочок бурого кольору. Лусочки рано опадають, на їх місці залишаються невеликі рубці. У пазухах цих рубців закладаються бруньки, з яких розвиваються підземні і надземні пагони. Додаткові корені на кореневищі утворюються з вузлів. Росте кореневище за рахунок верхівкової бруньки, яка має конусоподібну форму (*рис. 110*).

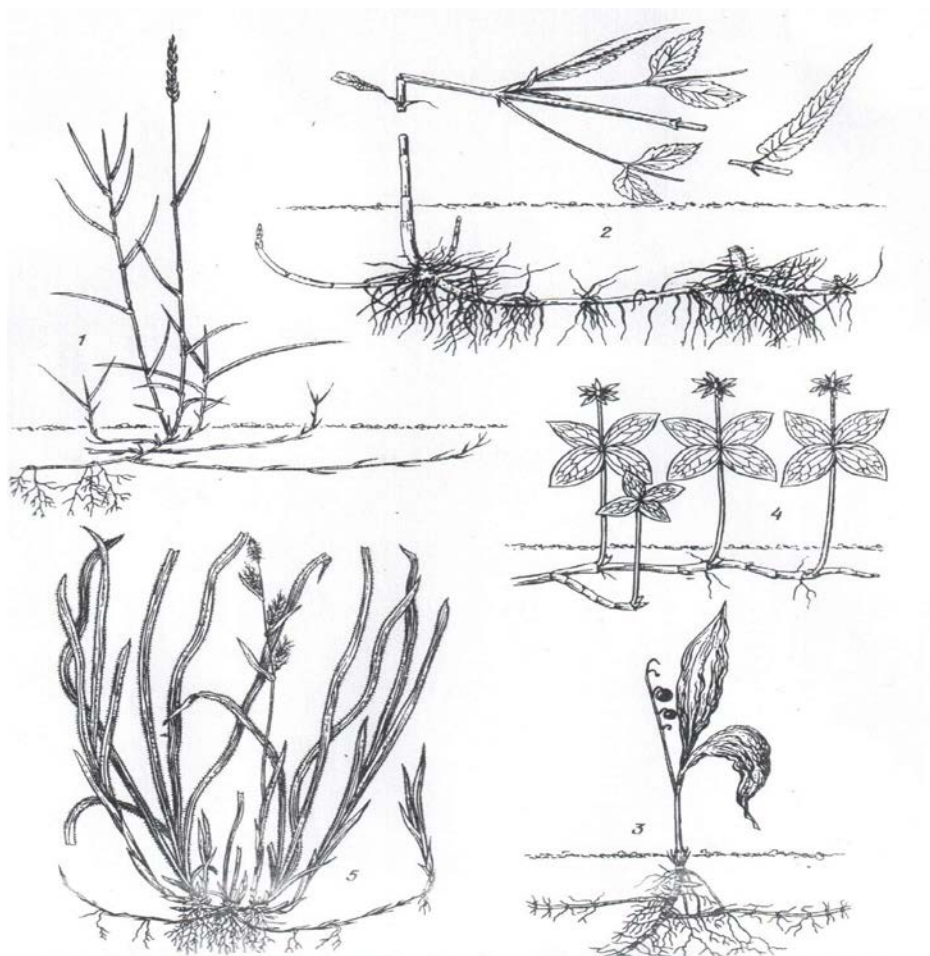


Рис. 110. Кореневища підземного походження і утворення купин:

1 – Пирій повзучий (*Agropyrum repens*); 2 – Вероніка довголиста (*Veronica longifolia*); 3 – Конвалія травнева (*Convallaria majalis*); 4 – Вороняче око (*Paris quadrifolia*); 5 – Осока волосиста (*Carex pilosa*)

Підземні столони - однорічні пагони з лускатими листочками та тонким стебельцем, яке майже не накопичує речовини. Верхівкова брунька може перетворюватися на бульбу (*рис. 110*), що резервує поживні речовини (картопля, одинарник). Після перезимівлі із бічних бруньок столона виростають молоді надземні пагони і він відмирає. У такий спосіб столони опановують нові території і утворюють кілька дочірніх особин, сукупність яких називають *клоном*.

Підземні бульби (tuber) резервують речовини у стебловій частині видозмінених пагонів. Вони можуть розвиватися з верхівкових бруньок бічних підземних столонів (топінамбур, картопля, діоскорейя, церапегія, стрілолист) (*рис. 111*), із пазушних бруньок кореневищ (хвощ) чи здатні формуватися внаслідок розростання гіпокотилу і розеткових меживузлів (ріпа, цикламен) (*рис.111*). Серед морфологічних ознак відмічається розвиненість звичайних чи лускоподібних листків, а у разі їх відсутності - наявність листкових рубців - брівок з пазушними бруньками - *вічками* (*рис. 111*).

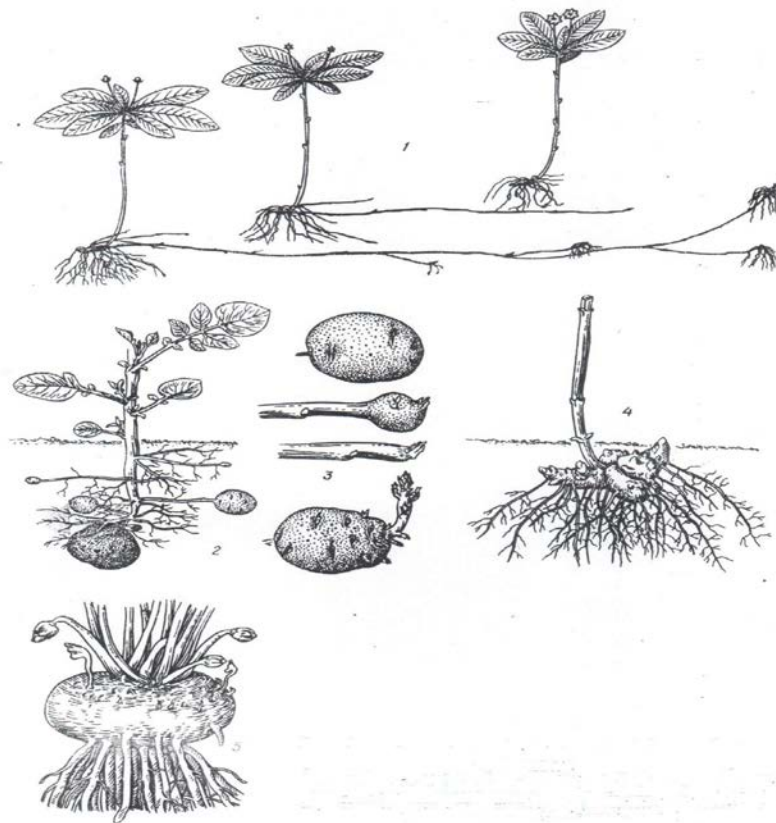


Рис. 111. Столони з бульбами і бульби стеблового походження:

1 – Одинарник європейський (*Trientalis eugoraea*); 1 – картопля (*Solanum tuberosum*, загальний вигляд нижньої частини рослини; 3 – стелон, формування бульби і початок проростання бруньок у картоплі; 4 – бульбоподібне кореневище ранника вузлуватого (*Scrophularia nodosa*; 5 – бульба цикламена (*Cyclamen persicum*)

Цибулина – це видозмінений укорочений пагін. Вона складається із вкороченого і розширеного стебла (денця). У верхній частині його зароджується брунька, з якої утворюються зелені листки. У нижній частині цибулини формується денце, звідки відходять додаткові корені у вигляді мичкуватої кореневої системи (*рис. 112*).

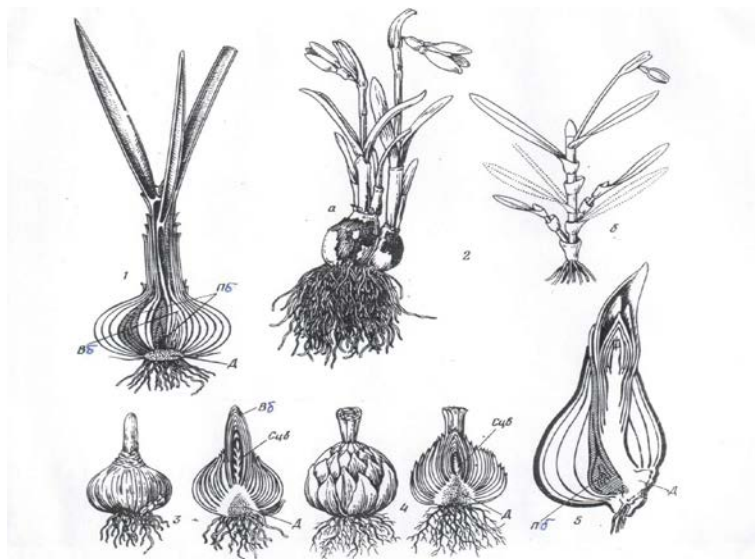


Рис. 112. Цибулини:

1- цибуля ріпчаста (*Allium sega*); підсніжник білий (*Galanhus*) (а – загальний вигляд всієї рослини, б – схема моноподіального утворення цибулини); 3 – гіацинт (*Hyacinthus*); 4 – лілія лісова (*Lilium martagon*); 5 – тюльпан (*Tulspa*); Бб – верхівкова брунька; Пб – пазушна брунька; Сцв – суцвіття; Д - денце

Цибулини бувають *справжні і несправжні*. Справжня має вкорочене стебло – денце, на якому містяться вегетативні та генеративні бруньки. Справжня цибулина має багато закритих лусок (цибуля ріпчаста, часник). Несправжня цибулина характерна тим, що в неї більше відкритих лусок, ніж у справжній. Несправжню цибулину мають цибуля –порей, батун, слизун.

Питання для самоконтролю і розвитку мислення:

1. Які умови середовища сприяють формуванню в рослин колючок, вусиків, наземних столонів?
2. Що являють собою сукулентні форми?
3. Яке призначення у квіткових деревних рослин видовжених та укорочених пагонів?
4. Де утворюються прикореневі розетки листків у трав'янистих рослин?
5. Для яких рослин характерне утворення надземних столонів?
6. У яких рослин формуються підземні столони?
7. Що являє собою бульба картоплі?
8. Чим відрізняється визначене кореневище від невизначеного?
9. З яких частин складається кореневище?
10. Які речовини відкладають прозапас рослини в кореневищах, бульбах, цибулинах?
11. Чому основною частиною цибулини вважається денце?
12. Чим відрізняється і для яких рослин характерні цибулини справжні і несправжні?

Матеріали та обладнання:

1. Надземні та підземні видозміни пагонів – таблиця.
2. Пагони з колючками глоду, терену, дикої груші, столони суниці, бульби картоплі, кореневища пирію повзучого, цибулини цибулі городньої, тюльпана, часнику – живі екземпляри.

Література:

1. Васильев А.Е., Воронин Н.С., Еленевский А.Г. и др. Ботаника. Морфология и анатомия растений. – М.: Просвещение, 1988. – С. 310 – 335.
2. Нечитайло В.А., Кучерява Л.Ф. Ботаніка. Вищі рослини. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – С. – 54 – 58.
3. Потульніцький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О. Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин. – К.: Вища школа, 1971. – С.226-234.
4. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995. – С. 235-245.

Лабораторна робота №14

Тема: Морфологічна будова листка.

Мета: Ознайомитись із морфологічними особливостями листків.

Теоретичні питання:

1. Призначення і функції листків.
2. Морфологічні частини листків.
3. Прості листки. Форми листків.
4. Класифікація простих листків за характером розчленування листкової пластинки.
5. Складні листки.

Завдання:

1. Ознайомитись із морфологічною будовою простих листків – черешкового, сидячого, з піхвою. Замалювати морфологічні типи простих листків.
2. На живих екземплярах рослин, гербарних зразках і таблицях розглянути морфологічні частини листка і характер їх зчленування між собою та із стеблом.
3. Ознайомитись із формами листкової пластинки, формами краю, верхівки, характером розчленування пластинки у простих листків.
4. Вивчити морфологічну будову складних листків.

Основні відомості

Листок є частина пагона, його бічний виріст, який виконує функції фотосинтезу, дихання і транспірації. Крім цього, в листку нерідко відкладаються запасні поживні речовини. Листок може також служити органом вегетативного розмноження, захисту тощо. Різноманітність функцій обумовлює велику пластичність цього органа як у формі, так і у внутрішній будові [3].

Морфологічно типовий листок характеризується дорзовентральною будовою і обмеженим ростом. Проте в деяких рослин листок може рости тривалий час, наприклад, у сосни кілька років, а в африканської рослини вельвічії — протягом кількох десятиріч. Це ж стосується і будови — у деяких ситників, городньої цибулі листки не плоскі, а циліндричні.

У будові листків здебільшого можна виявити три морфологічно відособлені частини: черешок, піхву і пластинку. Якщо черешок відсутній, то такі листки називають *сидячими* (рис. 113).

Черешок має звужену, близьку до циліндричної, форму. Нижній бік черешка округлий, а верхній може бути плоский, жолобчастий і рідше овальний. У деяких рослин, наприклад, у тополі черешки сплюснені. Міститься черешок між пластинкою і стеблом. За допомогою черешка пластинка може змінювати своє положення в просторі, орієнтуючись на світло. Черешок виконує також роль механічного буфера — послаблює удари по пластинці вітру, дощу, граду тощо.

Нижня частина листка, якою він прикріплюється до вузла, у багатьох рослин розширена, утворюючи піхву, що охоплює в якійсь мірі стебло. Особливо розвинена піхва у односім'ядольних рослин — злаків, осок, орхідних, а з дводольних — у зонтичних. У сидячих листків піхва переходить безпосередньо в пластинку. Піхва служить захистом для пазушних бруньок, а в злаків також для вставної меристеми, що міститься безпосередньо над вузлами стебла. У зонтичних піхва утворює при основі здуття, так званий несправжній розтруб. У багатьох злаків в місці переходу піхви в пластинку утворюється маленький півчастий виріст — *язичок*. Відгинаючи пластинку від стебла, язичок сприяє кращому освітленню листка.

При основі листка багатьох рослин утворюються вирости різної форми, які називають *прилистками*. Прилистки бувають звичайно парними і мають вигляд невеликих листочків або лусок, плівок, щетинок, колючок тощо. Великих розмірів, які не поступаються пластинкам звичайних листків, прилистки досягають у чини, гороху, підмаренників, маренки. В білої акації прилистки набувають форми колючок. У гречки, споришу, гірчаків, щавелю та інших представників родини гречкових прилистки зростаються, утворюючи *розтруб*. Вважають, що язичок у злаків утворився теж внаслідок зростання прилисток (рис. 114).

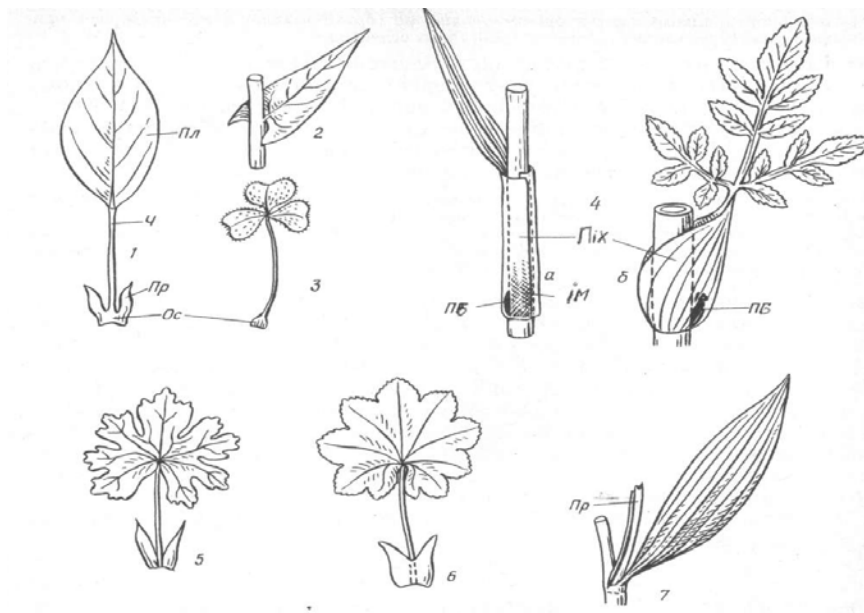


Рис. 113. Частини листка (схема):

1 – черешковий; 2 – сидячий; 3 – з подушечкою при основі; 4 (а і б) – з піхвою; 5 – з вільними прилистками; 6 – із зрелими прилистками; 7 – з пазушними прилистками; Пл – пластинка; Ос – основа; Піх – піхва; Пр – прилистки; Ч – черешок; ПБ – пазушна брунька; Ім – інтеркалярна меристема

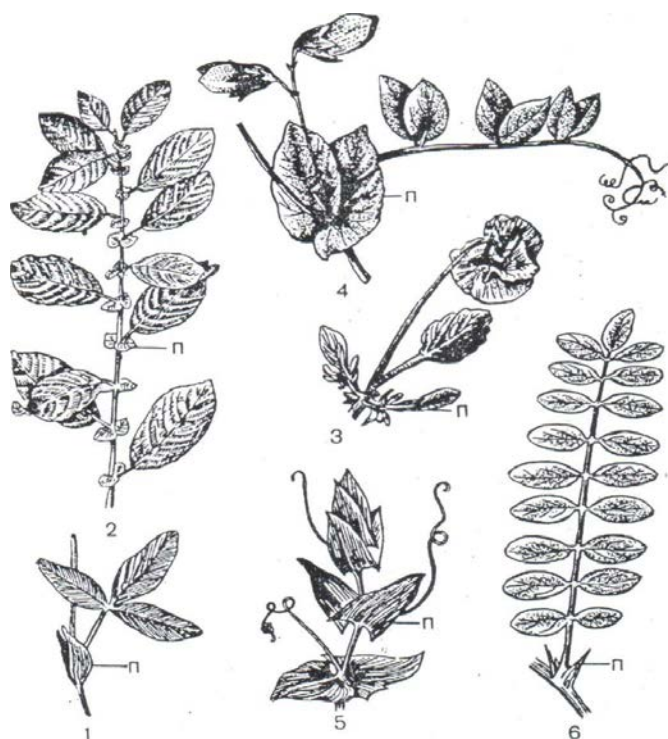


Рис. 114. Прилистки:

1 – коноюшини; 2 – верби; 3 – братиків; 4 – гороху; 5 – чини; 6 – білої акації; п - прилисток

Прилистки часто захищають пластинку листка на початку її розвитку, утворюючи зверху ковпачок, бо вони формуються в бруньці раніше. У багатьох рослин такі прилистки при розпукуванні бруньок засихають і опадають. Опадають прилистки в таких лісових порід, як дуб, граб, липа, осика, береза, черемха, а з плодових рослин — у яблуні, груші, вишні та ін. Іноді прилистки внаслідок зміщення виростають не по боках основи листка, а в пазусі листка [3].

Прилистки характерні для певних родин і служать однією з систематичних ознак їх. Переважно це родини, які стоять на низькому ступені філогенезу, тобто більш давні.

Морфологія пластинки. За розміром, формою і консистенцією листові пластинки дуже різноманітні. Назва форми листка в цілому ґрунтується як правило на формі пластинки, бо остання визначає його габітус. У більшості рослин листові пластинки мають двосиметричну будову, поділяючись на праву і ліву частини по лінії головної жилки. Одночасно пластинка є й дорзовентральною, бо верхня і нижня сторони відрізняються за типом будови [3].

Розрізняють листки *прості* — з однією пластинкою на черешку і *складні*, коли на черешку кілька пластинок — *листочків*. Прикріплюються листочки до головного черешка власними черешками і при осінньому листопаді відпадають здебільшого самостійно. Прикладом складних листків є листки акації, грецького горіха, конюшини, люпину, кінського каштана. Прості листки з дуже розчленованими пластинками наближаються до складних, і ці дві групи листків не завжди легко розрізнити.

Серед простих листків за загальною формою і обрисом пластинки розрізняють округлі, яйцевидні, зворотнояйцевидні, овальні, продовгуваті, ланцетні, зворотноланцетні, лінійні, голчасті, ромбічні, дельтовидні, лопатеві тощо (*рис. 115 А*).

За формою основи пластинки виділяють клиновидні, серцевидні, стріловидні, списовидні листки, а за формою верхівки пластинки — тупі, гострі, загострені [3].

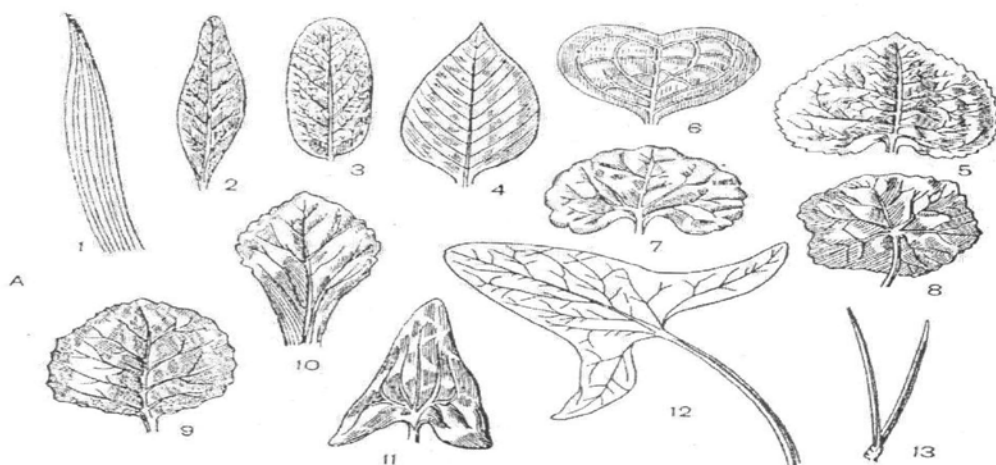


Рис. 115 А. Форми простих листків з нерозчленованою пластинкою:

1 – лінійний; 2 – ланцетний; 3 – еліптичний; 4 – яйцевидний; 5 – широко яйцевидний; 6 – обернено серцевидний; 7 – нирковидний; 8 – щитковидний; 9 – округлий; 10 – лопатевий; 11 – стріловидний; 12 – списовидний; 13 – голчастий

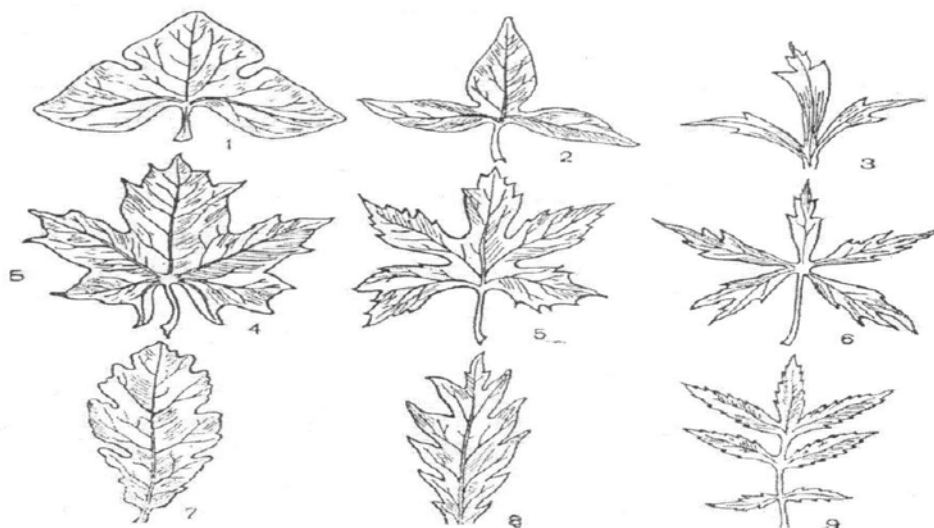


Рис. 115 Б. Форми простих листків з розчленованою пластинкою:

1 – трійчастолопатевий; 2 – трійчастороздільний; 3 – трійчасторозсічений; 4 – пальчато лопатевий; 5 – пальчато роздільний; 6 – пальчато розсічений; 7 – перистолопатевий; 8 – перистороздільний; 9 – перисторозсічений

За обрисом країв пластинки бувають *цільнокраїми*, коли немає ніяких виїмок, *цільними* — коли виїмки на краях дрібні. Серед цільних, залежно від характеру виїмок розрізняють: *зарубчасті* — коли виїмки гострі, а виступи округлі (у розхідника), *зубчасті* — коли краї пластинки гостротрикутні (у ліщини), *пилчасті*, коли виступи гострі і косокутні (у груші), *подвійнозубчасті*, *звивисті* тощо (*рис. 116*).

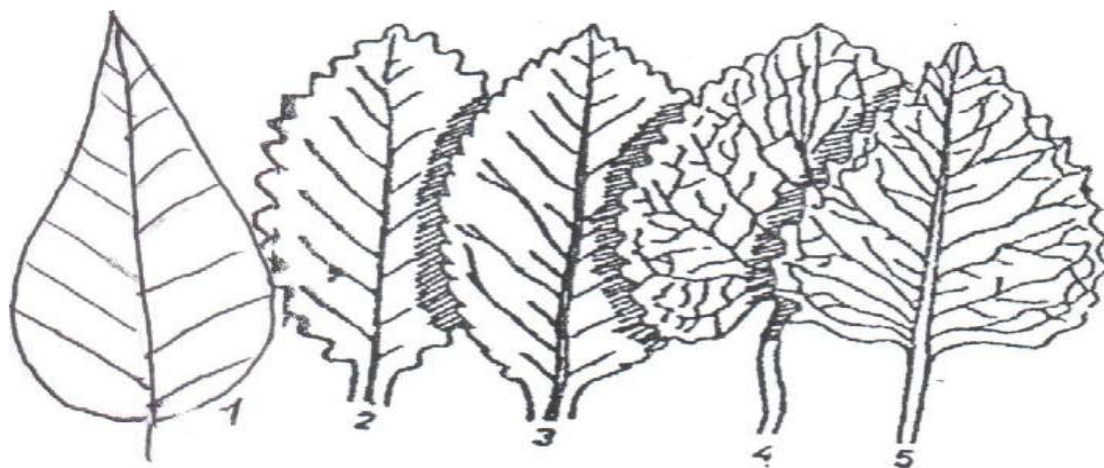


Рис. 116. Листки з різним обрисом краю пластинки:
1 – цілокрай; 2 – зубчастий; 3 – пилчастий; 4- зарубчастий; 5 - виїмчастий

Залежно від ступеня розчленування пластинки розрізняють також листки *лопатеві*, якщо виїмки становлять $1/4 - 1/3$ ширини половини листка; *роздільні* – розчленування $1/3 - 1/2$ ширини половини пластинки; *розсічені* – коли виїмки більші $1/2$ ширини половини пластинки і доходять до середньої жилки. Розташування лопатей в свою чергу може бути перисте або пальчасте, тому розрізняють листки *перистолопатеві*, *пальчатоопатеві*, *перистороздільні*, *пальчатороздільні*, *трійчасті*, *перисторозсічені*, *пальчаторозсічені*, *ліровидні*, *переривчасто розсічені* та ін. (*рис. 115Б*). Складні листки так само бувають перистоскладні, пальчatosкладні, а залежно від того, парні чи непарні листочки, їх називають *парноперистоскладні*, *непарноперистоскладні* (*рис. 117*). Перистими формами прийнято називати такі, в яких частки або листочки розташовані з обох боків жилки по її довжині, а пальчастими — коли з однієї точки радіально [3].



Рис. 117. Форми складних листків

Зустрічаються листки і складнішої форми, коли частки або листочки в свою чергу розчленовуються далі, утворюючи на бічних жилках частки і листочки другого, третього порядку тощо.

Хід роботи:

1. Ознайомитись із морфологічною будовою простих листків – черешкового, сидячого, з піхвою. Замалювати морфологічні типи простих листків.

Листок – бічний плагіотропний орган з обмеженим ростом. Основною частиною листка є його пластинка. У значній частині листків розвивається ще й черешок, з допомогою якого листок прикріплюється до стебла. Листки без черешків називаються *сидячими*. У деяких рослин кожна частина листка, розширюючись, утворює піхву, яка охоплює стебло (злаки, осоки, селерові) (*рис. 118*).

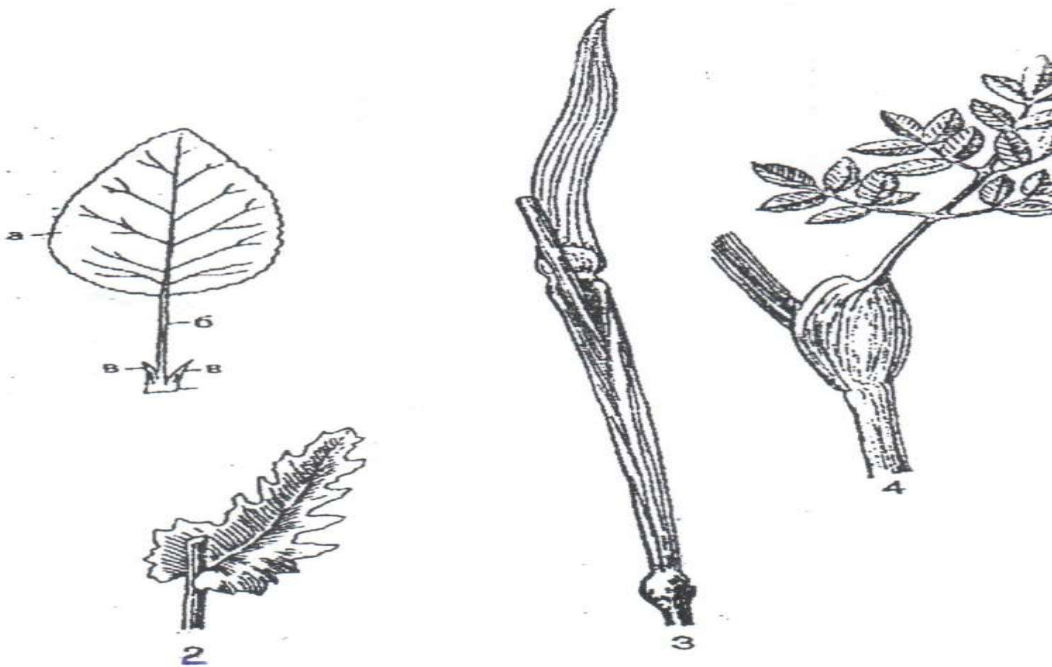


Рис. 118. Морфологічні типи простих листків:

1 – черешковий листок: а – пластинка, б – черешок, в – прилистки;
2 – сидячий листок без піхви; 3 – сидячий листок злака з піхвою; 4 – черешковий листок з піхвою (у гречкових)

Листки верби, фіалки, конюшини та ін. мають добре розвинені прилистки, які нагадують форму листків, колючок. На листках злаків при переході з піхви на пластинку є язичок і вушка. У представників гречкових над піхвою листка формується своєрідний виріст – розтруб. Він утворюється за рахунок зростання прилистки або виросту піхви і охоплює стебло.

2. На живих екземплярах рослин, гербарних зразках і таблицях розглянути морфологічні частини листка і характер їх зчленування між собою та із стеблом (рис. 119).

Черешок являє собою стеблоподібну частину між листовою пластинкою і основою листка, яка з'єднує листок зі стеблом, приймає участь у вставному наростанні, виконує функції опори, проведення речовин, регулювання положення пластинки у просторі, створення листової мозаїки, послаблення ударів по пластинці дощу, граду, тощо [4]. За довжиною, черешок може дорівнювати листовій пластинці, бути довшим, чи меншим від неї (листки вважаються відповідно довго- чи коротко черешковими). Досить часто черешки бувають реберчасті або з більш-менш глибоким жолобком на верхній чи нижній стороні, кильоваті, з бічними крилами тощо. У деяких рослин черешок має калус – різке потовщення у верхній чи нижній частині (тополя), у інших – розростається у плівчасту піхву (орхідні, селерові), що охоплює стебло. Найчастіше черешок і листові пластинка – єдине ціле, але інколи (рід цитрон) вони зчленовані (*рис. 119*) і пластинка при листопаді легко відокремлюється від черешка.

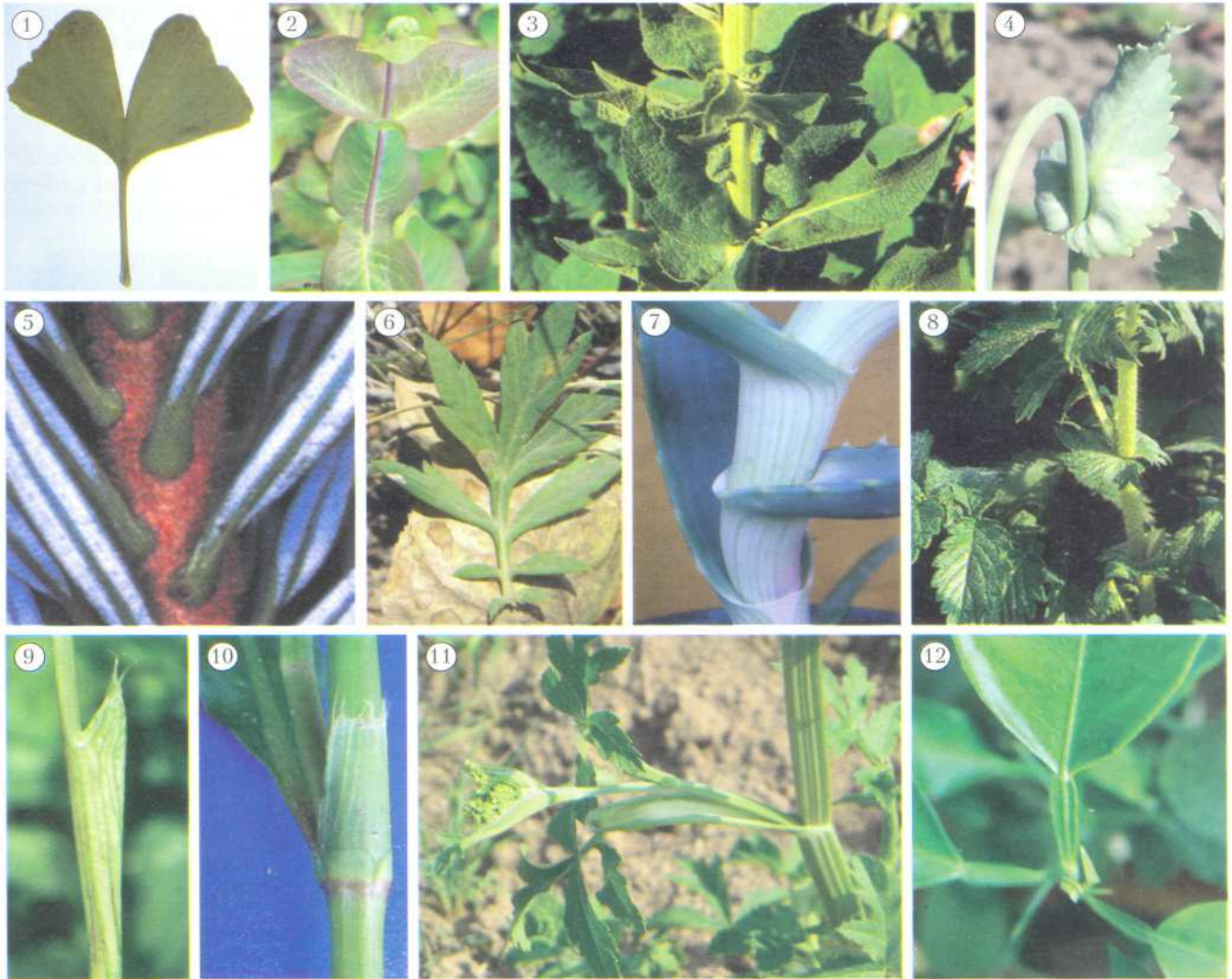


Рис. 119. Морфологія частин листка і характер їх зчленування між собою і зі стеблом: [4].

1 - черешковий листок з трохи потовщеною основою (*гінґо*), 2 - безчерешкові супротивно-зрослі, пронизані листки (*жимолость*), 3 - низбігаючі (*дивина*), 4 - стеблообгортний (*мак*), 5 - з подушечкою (*ялиця*), 6 - з вушками при основі (*полін звичайний*), 7 - сидячий з піхвою (*алоє*), 8 - черешковий з вільними прилистками (*парило*), 9 - з прилистками, зрослими між собою та з черешком (*конюшина*), 10 - з розтрубом (*гірчак*), 11 - листок з черешком, розрослим у піхву (*пастернак*), 12 - з крилатим черешком, зчленованим із листовою пластинкою (*лимон*).

3. Ознайомитись із формами листової пластинки, формами краю, верхівки, характером розчленування пластинки у простих листків.

Залежно від форми листової пластинки *простого листка*, розрізняють 2 його типи з нерозчленованою і розчленованою пластинкою. До *1-го типу* належать: голчастий, лінійний, довгастий, ланцетний, оберненоланцентний, овальний, округлий, лопатевий, ромбічний, щитоподібний, серцеподібний, ниркоподібний, стрілоподібний, списоподібний, ліроподібний (*рис.120*).

За обрисом країв листової пластинки листки бувають *цільнокраї*, без зазубленості (бузок) або з невеликими зазубленостями – *цільні*. До цільних належать: *городчасті*, коли загубленість країв округла (у буквиці), *зубчаста* – зазубленість відходить перпендикулярно від країв листка (у калюжниці), *пилчаста* – виступи гострі і спрямовані до верхівки листка (у суниці), подвійно пилчаста (у в'яза), виїмчаста (у лободи). Існують і проміжні форми (*рис. 121*).

Верхівки бувають *гострі* (у стрілолиста), *загострені* (у ліщини), *тупі* (копитняка), *гострокінцеві* (у робінії), *виїмчасті* (у вільхи). Основи мають форму: *округлу*, *клиноподібну*, *серцеподібну*, *ниркоподібну*, *стрілоподібну*, *списоподібну* (**рис. 121**).

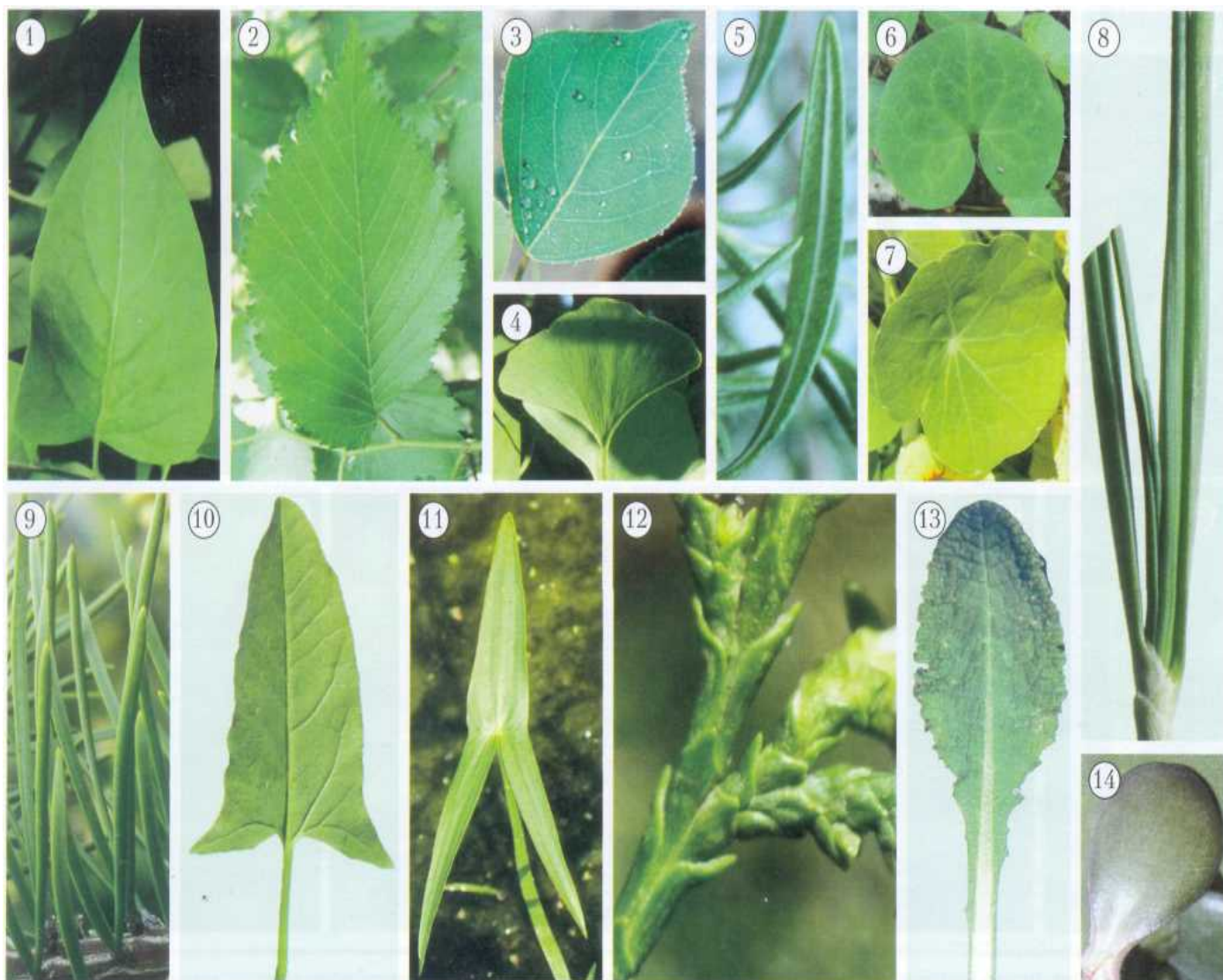


Рис. 120. Прості цілісні листки, різноманітні за формою (за Сербіним А.Г.):

1 - трикутно-яйцевидний, 2 - широкоеліптичний, різнобокий, 3 - ромбоподібний, 4 - віялоподібний, 5 - лінійно-ланцетний, 6 - ниркоподібний, 7 - округло-щитоподібний, 8 - циліндричні (дудчасті), 9 - голчасті, 10 - списоподібний, 11 - стрілоподібний, 12 - лускоподібні, 13 - лопатчастий, 14 - оберненояйцевидний.

Прості листки *2-го типу* називаються *розчленованими*. У них ступінь розчленування країв листової пластинки становить $1/4$ чи $1/3$ і доходить аж до центральної жилки. Залежно від глибини розчленування виділяють такі форми: *лопатеві* – коли виїмки не перевищують $1/3$ ширини половини листка; *роздільні* – коли виїмки становлять $1/3 - 1/2$ ширини половини листка; *розсічені* – коли виїмки доходять до головної жилки листка.

За розміщенням виїмок розрізняють листки *перистолопатеві* (дуб), *перистороздільні* (грицики), *перисторозсічені* (валеріана), *пальчаторопатеві* (клен), *пальчатороздільні* (в більшості видів герані), *пальчаторозсічені* (в деяких жовтеців (**рис. 121**)).

ФОРМИ ЛИСТКІВ



ФОРМА КРАЇВ



ФОРМА ВЕРХІВКИ



ФОРМА ОСНОВИ



РОЗЧЛЕНУВАННЯ ЛИСТКОВОЇ ПЛАСТИНКИ

а) Перисто-



б) Пальчато-



СКЛАДНІ ЛИСТКИ



Рис. 121. Схеми для морфологічного аналізу листків (за Потульницьким П.М., 1971 р.)

4. Вивчити морфологічну будову складних листків.

Характерним для *складних* листків є те, що вони мають по кілька листкових пластинок, які прикріплюються своїми черешками до *спільного* черешка – *рахіса*.

За розташуванням листочків складні листки бувають *пірчастоскладні*, *пальчастоскладні* і *трійчастоскладні* (рис. 122).

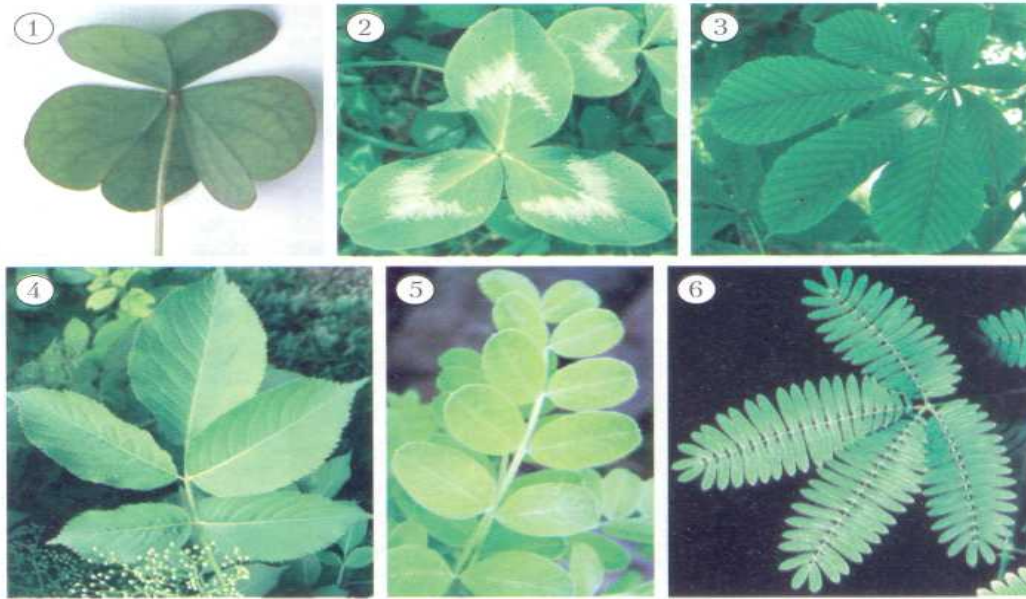


Рис. 122. Складні листки:

- 1, 2 - трійчастоскладні (*кислиці*, *конюшини*); 3 - пальчастоскладний (*гіркокаштана*);
4 - непарноперистоскладний (*бузини*); 5 - парноперистоскладний (*касії*);
6 - двічі-перистоскладний (*мімози*).

Питання для самоконтролю і розвитку мислення:

1. Дайте визначення поняття «листок».
2. Назвіть морфологічні частини простого листка.
3. Яка функція листкової піхви?
4. Назвіть приклади рослин, у яких листки черешкові, сидячі, з піхвою.
5. Чим відрізняються листки цілісні та розчленовані?
6. Дайте класифікацію простих листків за характером розчленування листкової пластинки.
7. Чим обумовлена назва форми листкової пластинки?
8. Чим відрізняються листки прості та складні?
9. Наведіть приклади рослин, у яких листки трійчастоскладні, перистоскладні, пальчато складні.

Матеріали та обладнання:

1. Прості та складні листки, схеми морфологічного аналізу листків, морфологічні типи листків – таблиці.
2. Живі екземпляри рослин із різними формами листкової пластинки, простими і складними листками.
3. Гербарій за темою «Морфологічна будова листка».

Література:

1. Визначник рослин України. – К.: Урожай, 1965. – С. 759-762.
2. Нечитайло В.А., Кучерява Л.Ф. Ботаніка. Вищі рослини. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – С.48-53.
3. Потульницький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О. Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин. – К.: Вища школа, 1971. – С. 214 – 226.
4. Сербін А.Г., Сіра Л.М., Слободянюк Т.О. Фармацевтична ботаніка. – Вінниця: Нова книга, 2007. – С.83-88.

5. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995. – С.170-177.

Лабораторна робота №15

Тема: *Розвиток листка в онтогенезі.*

Мета: *Ознайомитись з процесами формування листків та їх видозмінами.*

Теоретичні питання:

1. Онтогенез листка.
2. Типи листкорозташування. Листкова мозаїка.
3. Метаморфози листків.
4. Явище гетерофілії та анізофілії у рослин.

Завдання:

1. Ознайомитись із розвитком листка в онтогенезі рослин та морфологічними типами листкорозташування. Замалювати схеми.
2. На живих екземплярах рослин розглянути морфологічні типи жилкування листків. Замалювати схеми.
3. На гербарних екземплярах, таблицях і живих рослинах розглянути метаморфози листків – колючки, філокладії, вусики, ловильні апарати.
4. Ознайомитись із явищем гетерофілії та анізофілії у рослин.

Основні відомості

Жилкування листків. Всі листки пронизані жилками, або судинно-волокнистими пучками, які рельєфно виступають з нижньої сторони. Жилки виконують провідну і механічну функції: по них проходять вода і мінеральні солі, жилки є також опорою для листової паренхіми. У великих жилках, як і в черешках, розвинені механічні тканини — склеренхіма, коленхіма, а з провідних — судини і трахеїди. В дрібних жилках провідні і механічні функції виконують трахеїди. Початок свій жилки ведуть від черешка. В більшості листків добре виділяється головна жилка, яка далі розгалужується на дрібніші бічні (*рис. 123*) [2].



Рис. 123. Типи жилкування листків:

1 – паралельне; 2 – дуговидне; 3 – пальчасто сітчасте; 4 – перистосітчасте; 5 – дихотомічне

За характером розміщення розрізняють кілька типів жилкування. В однодольних поширене паралельне жилкування, як наприклад, у злаків, або дугове, як у тюльпана, конвалії та багатьох інших лілійних. Дугове жилкування, як виняток, зустрічається і серед дводольних, наприклад, у подорожника. При паралельному і дуговидному типах жилкування бічні розгалуження жилок розвинені слабо [2].

Серед двосім'ядольних переважає перисте і пальчасте жилкування, з густою мережею бічних жилок, що на схрещеннях зростаються між собою (анастомозують). При механічних ушкодженнях пластинок листків анастомози дрібних жилок дають можливість проводити обхідним шляхом воду

і поживні речовини. При дуже розвиненій мережі дрібних жилок, жилкуванню дають назву *сітчастого*. Сітчасте жилкування з анастомозами властиве здебільшого тим видам рослин, які піднялись на вищий ступінь еволюції [2].

У давніх викопних рослин поширеним типом жилкування було розвилчасте, яке називають ще дихотомічним. З сучасних видів рослин *дихотомічне* жилкування зустрічається в деяких папоротей і в голонасінної рослини гінго.

Розвиток листка в онтогенезі. Листки формуються з меристеми конусу наростання пагона як бічні його вирости. У мохів, папоротей, хвощів і плаунів листок закладається в поверхневих шарах меристеми, у так званій *туніці*; у насінних рослин, крім туніки в формуванні листків беруть участь здебільшого також клітини *корпусу*, тобто глибших шарів меристеми конусу наростання (*рис. 124*).

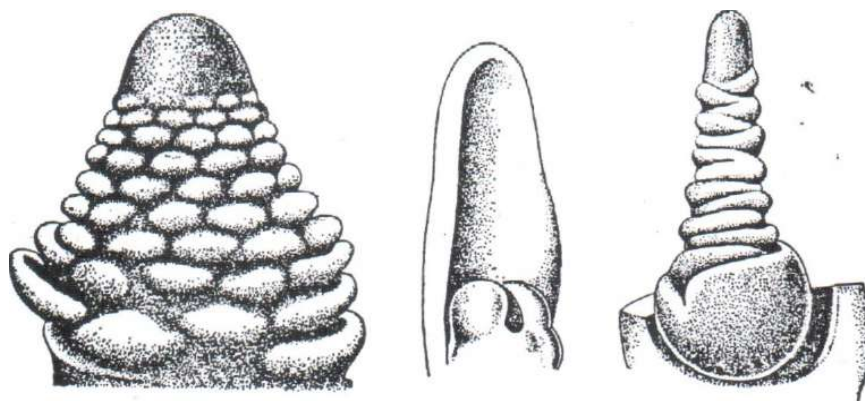


Рис. 124. Зачаткові листки на конусі наростання пагона (за Потульницьким П.М.):
1 – водяної сосенки; 2 – бузку; 3 – пахучого колоска

Ріст закладеного зачатка листка відбувається спочатку у всіх трьох напрямках, тобто у висоту, ширину і товщину. Але невдовзі ріст у товщину припиняється, внаслідок чого листковий зачаток набуває плоскої форми. Найбільш інтенсивно відбувається ріст у довжину в напрямку його майбутньої середньої жилки. Зачаткові листки в бруньці у вигляді нерозчленованої смужки називають *примордіальними*¹. Примордіальні листки складаються з меристематичних клітин. Далі настає розчленування примордія на дві частини — нижню і верхню. З нижньої (базальної) частини розвиваються прилистки і основа листка, а з верхньої (епікальної) — листкова пластинка і черешок. Найшвидше диференціюються прилистки, слідом за ними пластинка і останнім — черешок уже при виході листка з бруньки. Основа листка всередині бруньок звичайно не набуває інтенсивного росту (*рис. 125*).

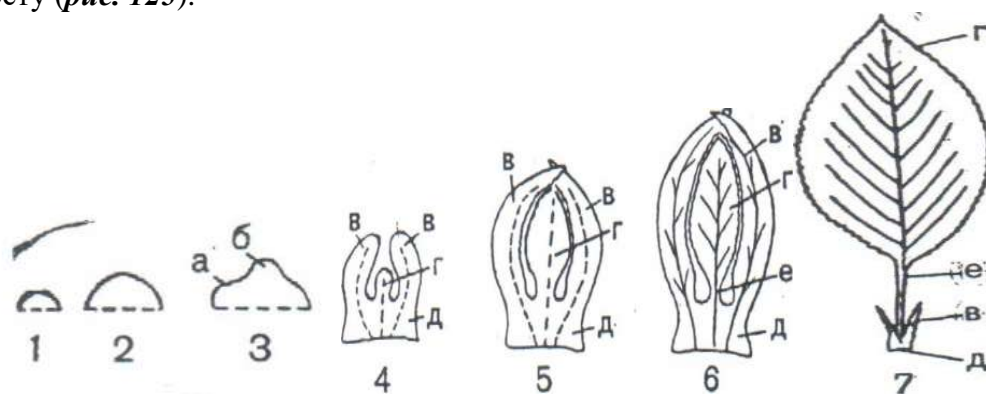


Рис. 125. Схеми формування листка у бруньці (за Серебряковим):

1, 2 – фази росту примордіального листка; 3 – диференціація зачатка на верхню і нижню частини; 4 – диференціація нижньої частини на основу і прилистки; 5-6 – фази дальшого розвитку листка; 7 – співвідношення частин листка в дорослому стані:

а – нижня частина листкового зачатка, б – верхня частина, в – прилистки, г – листкова пластинка, д – основа листка, е – черешок

¹ Від лат. «прнмордіум» — первісний початок.

Послідовність формування елементів листкової пластинки в поздовжньому напрямку у різних видів неоднакова. В одних, як у моркви, бегонії, астрагалів сегменти, лопаті і зубці простого листка та листочки складного листка закладаються згори вниз (в *акропетальному*¹ порядку); молодші частки тут знаходяться вище. В багатьох рослин, як у злаків, осок, лілійних, шипшини, кушира порядок закладання зворотний — *базипетальний*², тут молодшими частками будуть нижні. Розрізняють ще *дивергентний*³ тип формування пластинки, при якому старішими є середні частки, а вгору і вниз йдуть молодші (у багатьох складноцвітих, наприклад, у кульбаби), і *паралельний* тип — при якому елементи закладаються одночасно протягом всієї серединної жилки (у черемхи, тютюну і деяких пальм) (*рис. 126*). У всіх зазначених вище випадках першими формуються елементи пластинки, які розташовуються по головній жилці листка, а потім на бічних жилках. Формування зубців, лопатей і листочків відбувається далі лише в певних ділянках [2].

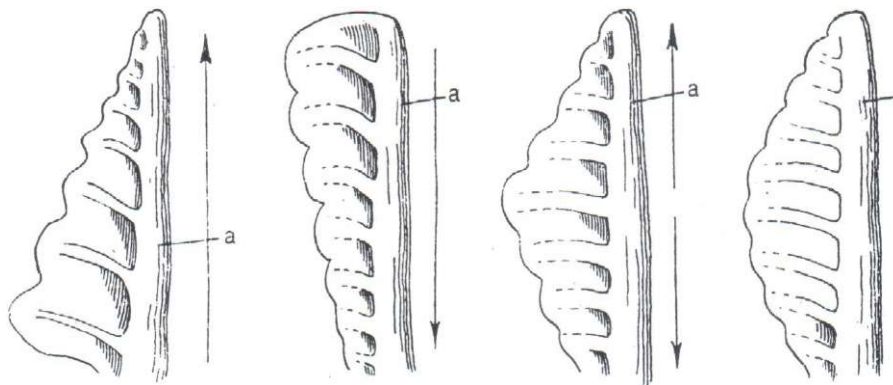


Рис. 126. Типи формування листкової пластинки (за Серебряковим):

1 – акропетальний; 2 – базипетальний; 3 – дивергентний; 4 – паралельний.

Стрілки показують послідовність закладання і формування пластинки: а – середня жилка

Після виходу листка з бруньки відбувається розростання закладених частин і диференціація анатомічної структури. При цьому змінюється порівняно з попереднім характер росту, внаслідок чого нерідко стає іншою загальна форма листка і зокрема його пластинка.

У більшості дводольних в цей час відбувається поверхневий ріст листка, при якому розростання пластинки в довжину і ширину відбувається рівномірно по всій її площі. Це збільшення площі листка при весняному рості йде як завдяки розтяганню клітин, так і завдяки їх поділу. В однодольних рослин переважає базипетальний ріст, при якому утворення нових тканин відбувається при основі листкової пластинки. У папоротей весняний ріст листків локалізований на верхівці.

Черешок наростає інтеркалярно між пластинкою і основою листка. Зачаток черешка добре видно уже в бруньці при закінченні формування пластинки, але основний ріст його відбувається після виходу листка з бруньки. Черешок у багатьох рослин росте рівномірно по всій довжині, у інших локалізується в певних точках — посередині або на кінцях. Коли черешок недорозвинений, утворюються сидячі листки. При розростанні черешка в ширину формуються утворення, що нагадують пластинки, так звані *філодії* у деяких видів акації і кислиці.

Основа листка розвивається з нижньої частини зачатка. Спочатку вона росте в ширину, за рахунок крайової меристеми на межі із стеблом, або по всій її довжині. Залежно від цього утворюються форми, близькі до конуса, чи до циліндра з різним ступенем охоплення стебла. Добре розвинені основи листків у злаків і осок у вигляді зелених піхв, які у деяких видів з недорозвиненими пластинками виконують у фотосинтезі основну роль. У багатьох цибулинних рослин основи листків виконують функцію запасуючих органів — городньої цибулі, гіацинтів, рясти.

¹ Від грец. «акрос» — вершина, «петомай» — прагну.

² Від грец. «базис» — основа.

³ Від лат. «дивергенція» — розходження.

Формації листків. В межах річного пагона можна виявити три формації листків: *низові*, *серединні* і *верхівкові*. *Низові листки* розвиваються звичайно при основі пагона і виконують функції захисту підземних бруньок; розвиваються на цибулинах, кореневищах і бульбах. Вони характеризуються широкою основою, невеликою довжиною і простим обрисом. Ці листки цільнокраї, позбавлені черешка і прилистків нагадуючи собою луску. Звичайно вони забарвлені у коричневий, жовтий, чорний або білий колір. Консистенція шкіряста, хрящувата або м'ясиста. До низових листків деякі ботаніки відносять також і сім'ядолі проростків, але за генезисом і функціями сім'ядолям належить особливе місце [2].

Серединні листки розвиваються на середній частині пагона, забарвлені в зелений колір і виконують основні фізіологічні функції — фотосинтез, транспірацію, дихання. Це звичайні листки, які морфологічно найбільш диференційовані (*рис. 127*).

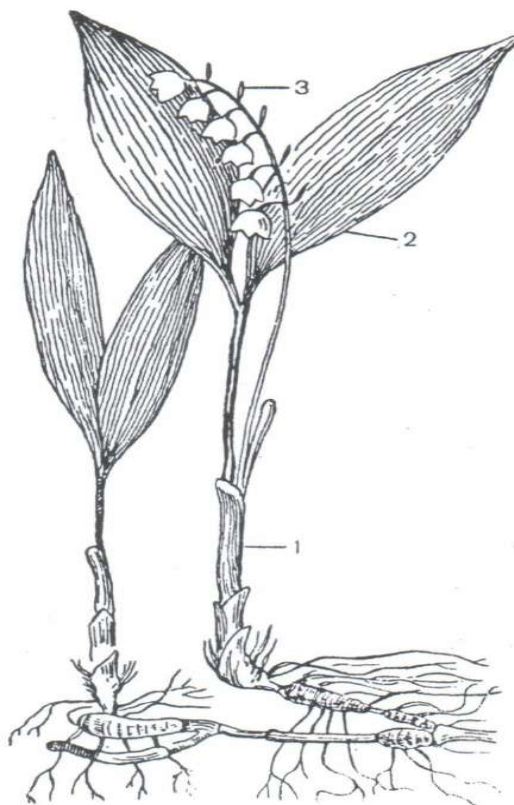


Рис. 127. Формації листків у конвалії:
1 – низові листки; 2 – серединні; 3 – верхівкові

Верхівкові листки розвиваються у верхній частині пагона, біля суцвіття, виконуючи функцію захисних покривних листків квіток або гілок суцвіть. Як і низові листки, вони також недорозвинені, але ступінь диференціації тут вищий: в них є звичайно вузька основа і подекуди слабо виявлені пластинки і черешок. Консистенція часто плівчата, шкіряста, забарвлення нерідко наближається до оцвітини квіток.

Слід відзначити, що морфологія листків змінюється також і в межах окремих формацій. Чим вище по стеблу, тим більш розчленовані лусковидні низові листки, утворюючи перехідні форми до серединних листків. Ці переходи добре виявлені в ялини, бузини, ясена, чорної смородини й ін. Подібне явище спостерігається також на межі між серединними і верхівковими листками. Все це свідчить про єдину морфологічну природу всіх трьох формацій листків (*рис. 128*).

Не на всіх пагонах утворюються зазначені три формації листків, можуть розвиватися лише одна або дві формації. У таких рослин, як осока пальчаста, вероніка лікарська, гравілат городський є лише серединні. У них з осені замість брунькових лусок формуються зелені листки, тільки менших розмірів і розчленування. Бруньки відновлення у таких рослин розташовані на поверхні землі і тому спеціальних лусок для захисту не потребують, бо в зимовий період від низьких температур і сухого повітря їх захищає шар опалого листя і сніговий покрив.

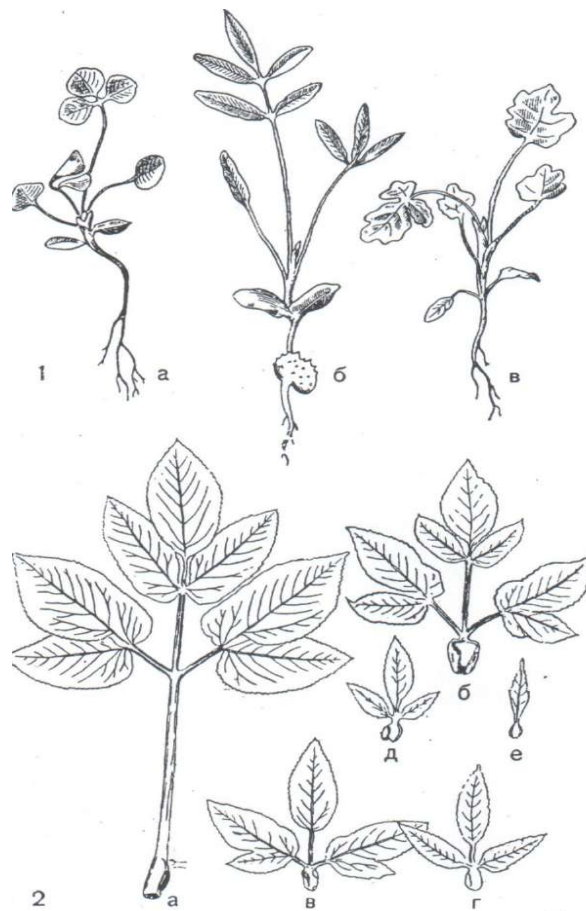


Рис. 128. Розвиток листків різних формацій

1 – переходи від сім'ядоль до серединних листків: а – суниці, б – еспарцету, в – чистотілу;
 2 – переходи від серединних листків до верхівкових у яглиці: а – асимілюючий розет очний листок,
 б, в, г, д, е – серединні і верхівкові листки з різним ступенем редукції пластинки

На спеціалізованих квітконосних пагонах часто розвиваються тільки низові і верхівкові листки, а серединні випадають, наприклад, у мати-й-мачухи, грушанки, верби козячої, осики. Редукція серединних листків у них пояснюється раннім зацвітанням.

Різноманітність серединних листків. Серединні зелені листки однорічного пагона, як і листки інших формацій, також не однакові за формою і розмірами. Зміни в формі і структурі листків на різних вузлах пагона в напрямку знизу догори мають закономірний характер і називаються гетерофілією. Листки верхніх вузлів відрізняються коротшим життєвим циклом, а в анатомічній будові — посиленням ступеня ксероморфності, тобто ознак, властивих рослинам, які зростають у посушливих умовах, — густим жилкуванням, зменшенням розміру клітин епідермісу, потовщенням його стінок тощо. Закономірність ця властива як трав'янистим, так і деревним рослинам і в своїй основі обумовлена віковою зміною точки росту пагона [2].

Гетерофілія різко виявлена у водяних рослин. У стрілолиста, наприклад, спочатку формуються стрічковидні листки, які розміщуються під водою; наступні листки, розташовані на поверхні води, розчленовуються на пластинку і черешок; в повітряному середовищі формуються стріловидні листки. Подібне явище спостерігається також в частухи, водяних жовтеців, деяких рдесників тощо. Гетерофілія тут обумовлена неоднорідністю середовища, але певною мірою вона успадковується: при основі пагона стрічковидні листки можуть утворитись навіть в наземних умовах (рис. 129).



Рис. 129. Гетерофілія:
1 – у стрілолиста; 2 – у шовковиці

Морфологічна різниця в листках по вертикалі пагона у наземних рослин часто має спадковий характер і обумовлена впливом філогенезу, тобто є проявом так званого біогенетичного закону. Добре виявлена така гетерофілія в евкаліптів, шовковиці, а з трав'янистих рослин — у хрніці пронизанолистої [2].

Крім гетерофілії розрізняють ще *анізофілію*, яка виявляється в різниці розмірів і рідше — у формі листків одного і того ж вузла, але зорієнтованих неоднаково щодо горизонту і світла. Анізофілія в різних рослин має неоднаковий характер. Наприклад, у жимолості листки краще ростуть зверху, а в клена, ясена, дуба, кінського каштана, — навпаки, — знизу. Притінені листки звичайно більші, ніж освітлені. Має значення і топографічне положення листків нових пагонів щодо материнського: краще ростуть листки, розташовані із зовнішнього боку. Анізофілія проявляється також в асиметрії листків (*рис. 137*).

Розміри листків. Розміри листків різних видів рослинного світу вимірюються в одних міліметрах, в інших — метрами. Найбільших розмірів досягають листки в пальм і тропічних папоротей. Перисторозсічені листки у пальм з роду рафії досягають довжини 15 — 20 м. Кількох метрів досягають цільні листки бананів. З рослин помірного поясу великі листки в тютюну, капусти, ревеня, деяких видів катрану, щавлю.

Збільшення асиміляційної площі в рослин досягається, проте, не великими розмірами листків, а шляхом *метамерії*, тобто утворенням великої кількості дрібних листків на одній особині. Так, сумарна поверхня листків однієї рослини червоної конюшини досягає 0,7 м², а листкова поверхня поля на площі 1 га під цією культурою понад 25 га.

Типи листкорозміщення. Характер взаємного розташування листків на стеблі називається листкорозміщенням і буває кількох типів: *почергове, або спіральне* (у вузлах по одному листку); *дворядно-супротивне і навхрест-супротивне* (у вузлах по два листки); *кільчасте, або мутовчасте* (у вузлах більше двох листків). Несправжнє кільчасте листкорозміщення (родина маренових) утворюється внаслідок розростання чи розщеплення прилистків. У разі значного зближення вузлів на вкороченому пагоні утворюється прикоренева розетка листків (*рис. 130*).

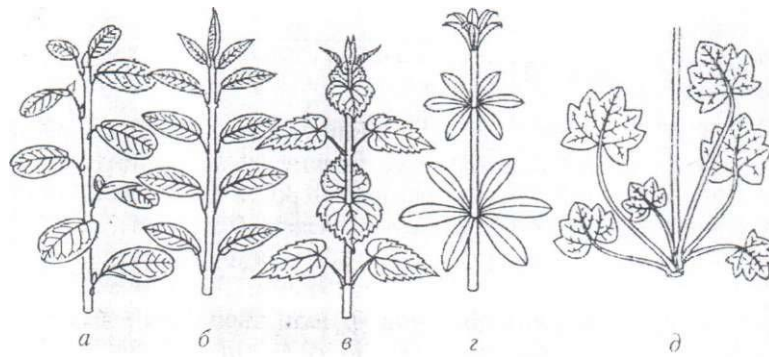


Рис. 130. Типи листкорозміщення:

А – почергове. Або спіральне, б – супротивне. в - навхрест-супротивне, г – кільчасте, або мутовчасте, д – розеткове

Незалежно від типу розташування на стеблі листки зорієнтовані таким чином, щоб на їх поверхню падало достатньо світла. Взаємне припасування в розміщенні листків, або *листова мозаїка*, досягається неоднаковими розмірами, асиметрією листових пластинок, нерівномірним ростом, згинанням, скручуванням черешків тощо.

Хід роботи:

1. Ознайомитись із розвитком листка в онтогенезі рослин та морфологічними типами листкорозташування. Замалювати схеми.

Листки і стебло мають спільний онтогенез — утворюються з конуса наростання. Конус, укорочене стебельце та зачаткові листки разом складають бруньку, розвиток якої приводить до росту пагона-стебла та листків.

В бруньці відбувається диференціація частин листка на пластинку, черешок і прилистки, формується його внутрішня будова.

При виході з бруньки листок має всі свої морфологічні частини. В цей час верхівковий ріст припиняється, частково листок може рости своєю основою, за рахунок інтеркалярної меристеми та шляхом збільшення розміру клітин. Особливо тривалий інтеркалярний ріст властивий листкам голонасінних та злаків. Завдяки діленню вставної меристеми у злаків утворюються довгі листові пластинки, а у дводольних — черешок.

Поряд з ростом іде остаточна диференціація клітин мезофілу і провідної системи листової пластинки. Верхня сторона листка називається *дорзальна*, а черевна — *вентральна*, тому це орган дорзовентральної будови, де верхня сторона відрізняється від нижньої. Виключенням є листки цибулі, ситнягу, які мають циліндрично-радіальну будову.

Порядок листорозміщення можна відтворити і у вигляді діаграми, на якій стебло позначається як горизонтальна проекція конусу, на оборотах спіралі якої ставлять точки розташування листків (*рис. 131*).

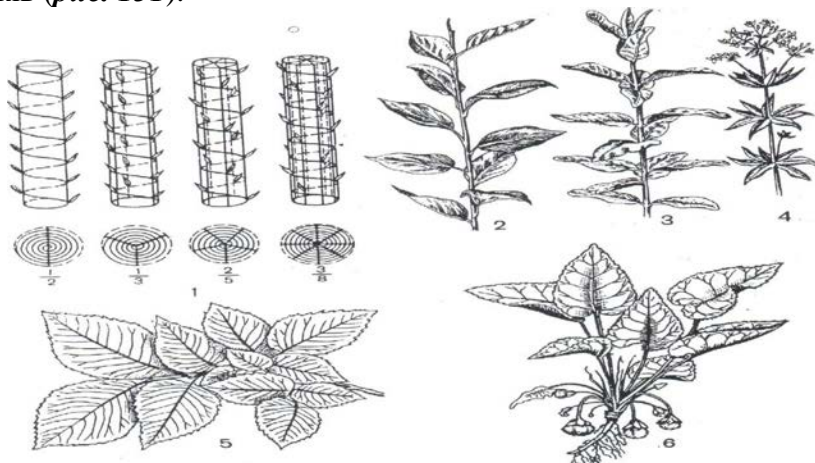


Рис. 131. Листкорозміщення на стеблі:

1-2 – чергове; 3 – супротивне; 4 – кільчасте; 5 – листкова мозаїка у в'яза; 6 – листкова розетка фіалки

Незалежно від типу розташування на стеблі листки зорієнтовані щодо світла так, щоб на поверхню їх падало якнайбільше світла. Коли глянути на облиственні пагони з боку напрямку світла, то неважко виявити, що пластинки одна одну не заслоняють. Досягається це нерівномірним ростом черешків, їх загинанням, скручуванням, повертанням пагона, неоднаковими розмірами і асиметрією пластинок листків тощо. Таке взаємне припасування в розміщенні листків називається *листяною мозаїкою*. Вона добре виявлена у більшості наших рослин. Проте зрідка спостерігається і зворотнє явище. Так, в евкаліпта для захисту від надто яскравого світла листки повернені до нього ребром пластинки.

2. На живих екземплярах рослин розглянути морфологічні типи жилкування листків. Замалювати схеми (рис. 132, 123).

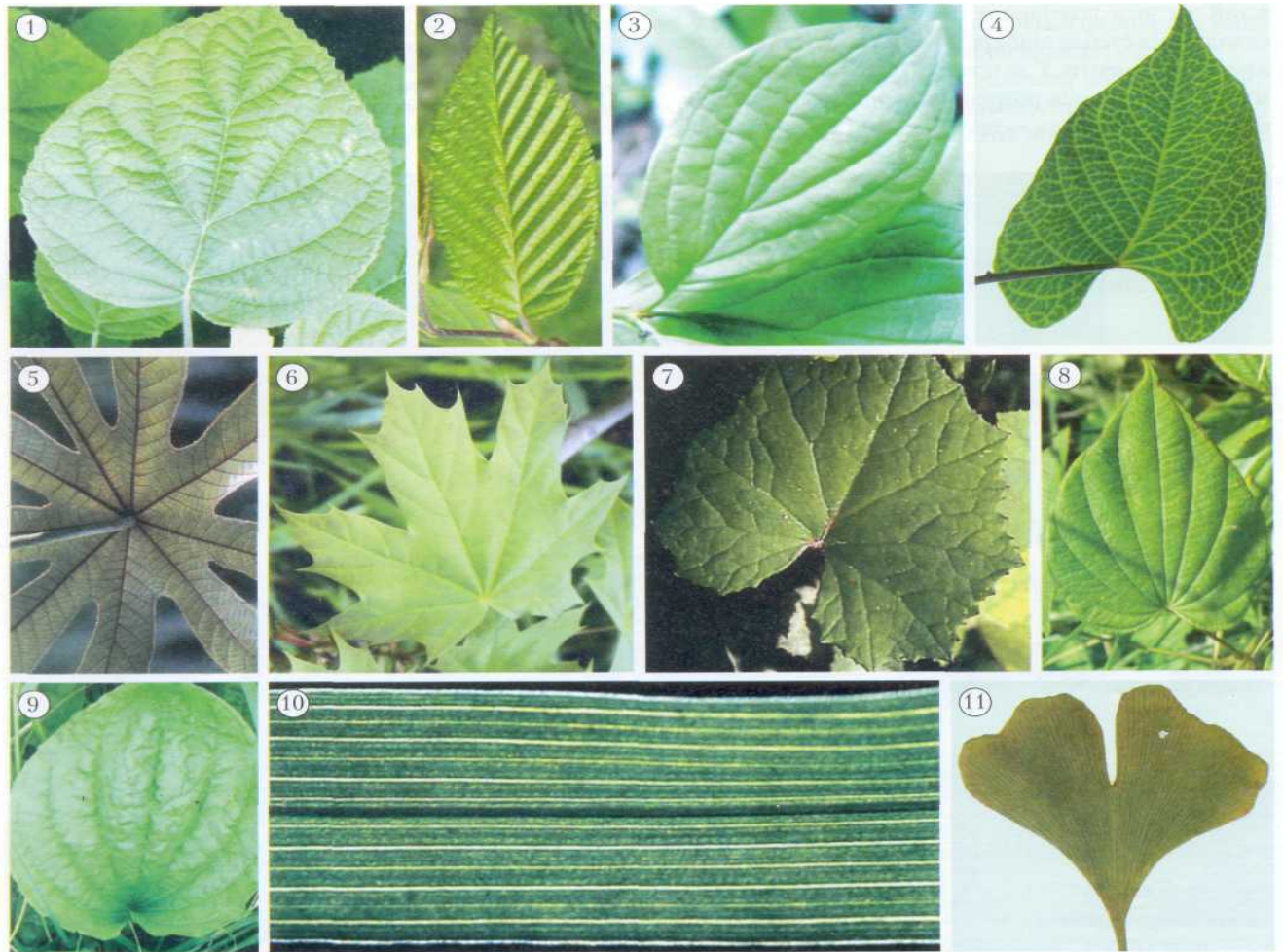


Рис. 132. Листки квіткових рослин з різними типами жилкування (за Сербіним А.Г.):

- 1 - перистопетльове, 2 - перистокрайове, 3 - перистодугове (кривобіжне), 4 - перистосітчасте,
 5 - пальчасте (листок щитковидний), 6 - пальчастокрайове, 7 - пальчastosітчасте,
 8 - пальчастодугове (кривобіжне), 9 - дугове, 10 - паралельне, 11 - дихотомічне

3. На гербарних екземплярах, таблицях і живих рослинах розглянути метаморфози листків – колючки, філокладії, вусики, ловильні апарати.

Листок в процесі еволюції набув різних пристосувальних функцій і може проявлятися у вигляді таких видозмін: *колючки* (у верблюжої колючки, барбарису, кактусів), *вусики* (у гороху, винограду, хмелю), *філокладії* (у рускусу) (рис. 133), *ловильні апарати* (у комахоїдних рослин – пухирника, росички, венериної мухоловки) (рис. 134, 135, 136).

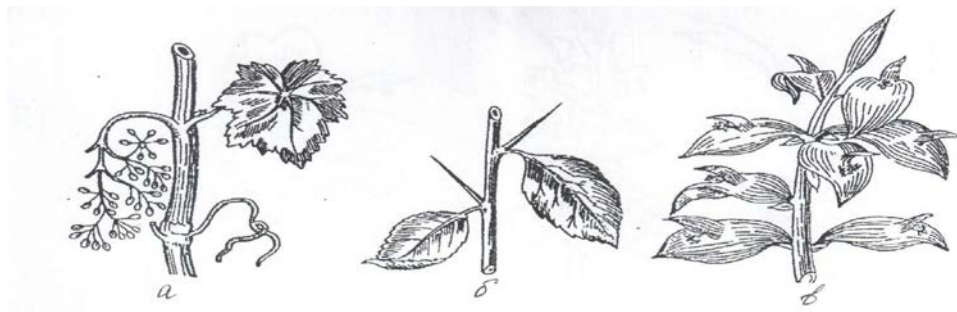


Рис. 133. Видозміни листка:

а – вусики винограду; б – колючки глоду; в – гілка рускусу-філокладії

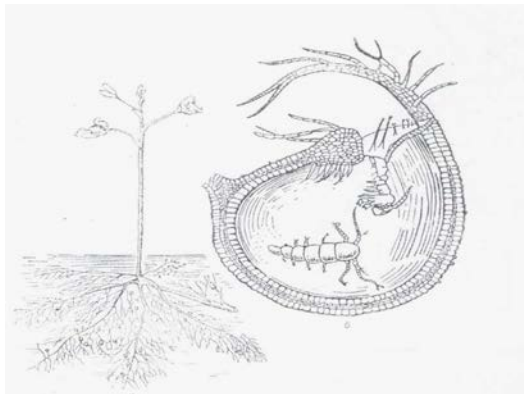


Рис. 134. Пухирник:

а – загальний вигляд; б – пухирець в оптичному зрізі

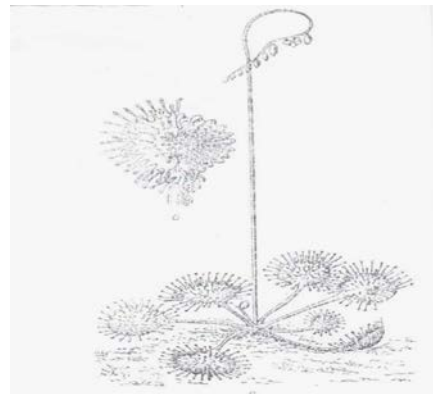


Рис. 135. Росичка:

а – загальний вигляд; б – листки з розправленими волосками

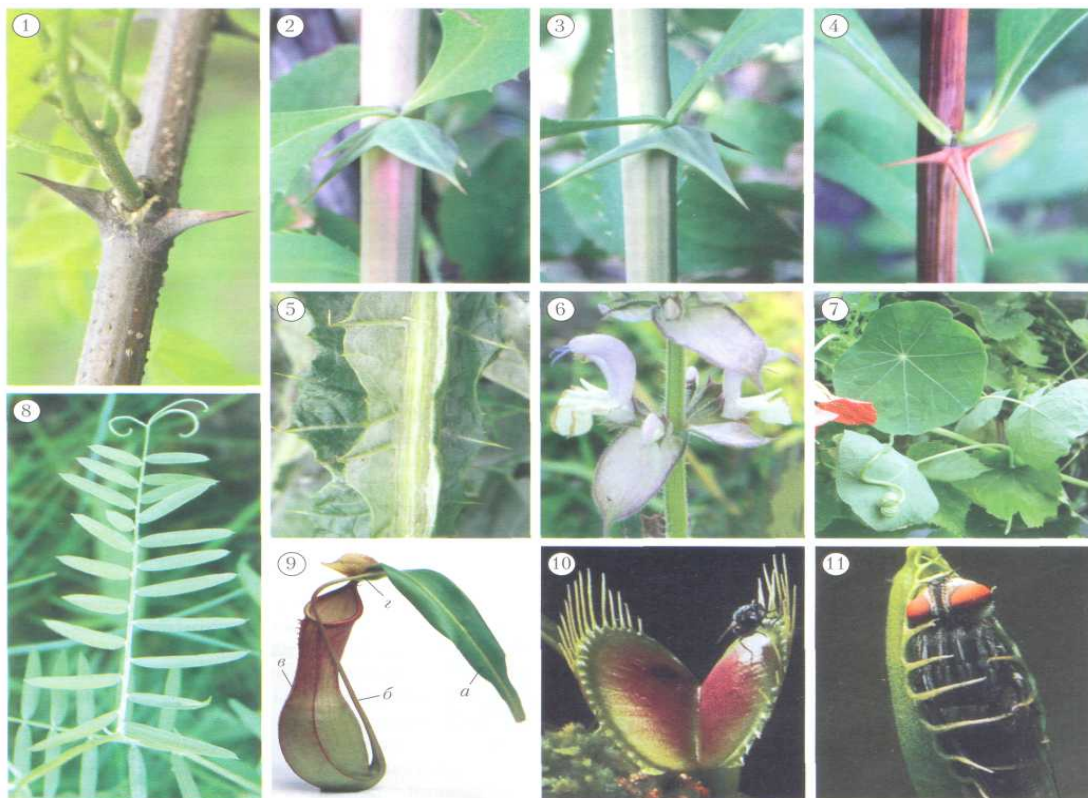


Рис. 136. Метаморфози листка і його частин (за Сербіним А.Г.):

1 - прилистки складного листка *білої акації*, видозміннені на колючки; 2-4 - стадії перетворення простого листка *барбарису* на трійчасту колючку з пазушним вкороченим вегетативним пагоном; 5 - листок *татарнику* з шилоподібними верхівками жилок; 6 - забарвлені приквіткові листочки *шавлії мускатної*; 7 - витки черешки листків *красолі*; 8 - вусики складного листка *чини*;

9 - ловильний апарат комахоїдного *непентесу*; 10, 11 - дволопатеві листки *венериної мухоловки* з зубчиками і чутливими на дотик щетинками (без комахи і з комахою); а-філодій, б- вусикоподібна частинка черешка, в- глечикоподібна частина черешка з нектаром, г- листкова пластинка у вигляді забарвленої кришечки глечика.

4. Ознайомитись із явищем гетерофілії та анізофілії у рослин (рис. 137).

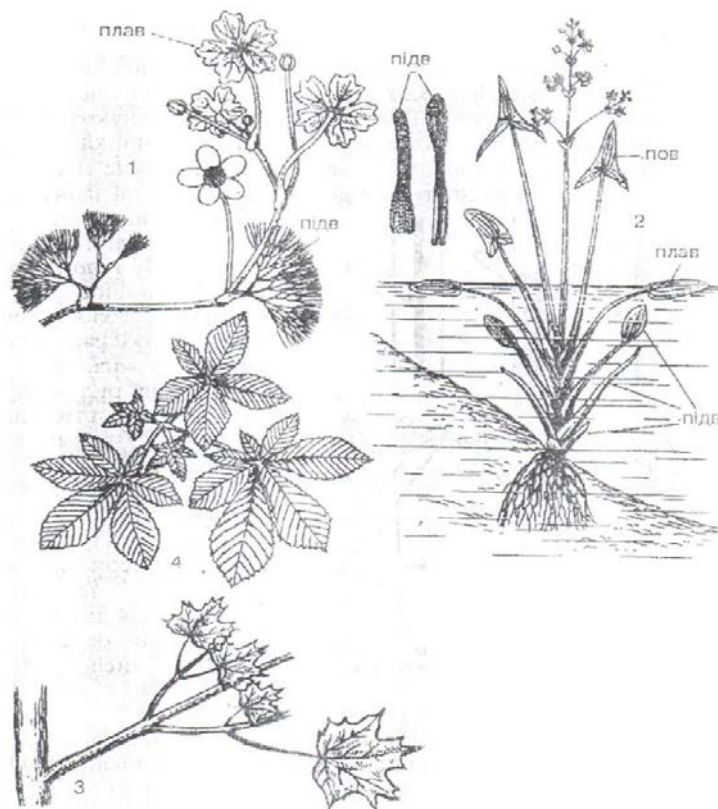


Рис. 137. Гетерофілія та анізофілія:

1-2 – гетерофілія: 1 – у водяного жовтецю (*Batrachium gilibertii*), 2 – у стрілолиста (*Sagittaria sagittifolia*), Плав – плаваючі листки, Підв – підводні, Пов – повітряні; 3-4 – анізофілія: 3 – у клена (*Acer platanoides*), 4 – у гірко каштана звичайного (*Aesculus hippocastanum*)

Питання для самоконтролю і розвитку мислення:

1. Що являє собою онтогенез листка?
2. Які Ви знаєте типи листоскладання у бруньці?
3. Охарактеризуйте почергове (спіральне), супротивне, дворядне та мутовчасте листкорозташування. Наведіть приклади.
4. Що являють собою метаморфози листків? Які фактори спричинюють метаморфози?
5. Наведіть приклади рослин, у яких проявляються метаморфози листків?
6. У яких рослин листки метаморфозували в ловильні апарати?
7. Наведіть приклади гетерофілії та анізофілії у рослин.

Матеріали та обладнання:

1. Онтогенез листка, типи листкорозташування у рослин, метаморфози листків – таблиці.
2. Гербарні зразки рослин з різними морфологічними типами жилкування та метаморфозами листків.
3. Живі екземпляри рослин з різними типами листкорозташування, жилкування та метаморфозами листків.

Література:

1. Нечитайло В.А., Кучерява Л.Ф. Ботаніка. Вищі рослини. – К.: Фітосоціоцентр, 200. – С.54-56.
2. Потульницький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О. Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин. – К: Вища школа, 1971. – С. 219 – 224.
3. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995. – С.184-195.

4. Сербін А.Г., Сіра Л.М., Слободянюк Т.О. Фармацевтична ботаніка. – Вінниця: Нова книга, 2007. – С.83-86, 93-94.

Лабораторна робота №16

Тема: *Внутрішня будова листків рослин мезофітів, ксерофітів та гідрофітів.*

Мета: *Вивчити анатомічну структуру листків рослин різних екологічних груп.*

Теоретичні питання:

1. Мезофіл, покривна тканина, продихи, провідні пучки, механічна тканина листка.
2. Вплив факторів середовища на формування анатомічної структури листка.
3. Внутрішня будова листка рослин мезофітів.
4. Особливості анатомічної структури листків рослин ксерофітів.
5. Внутрішня будова листка гідрофітів.

Особливості анатомічної структури листків світлолюбних та тіньовитривалих рослин.

Завдання:

1. Розглянути та замалювати внутрішню будову листків рослин мезофітів на прикладі редьки (*Raphanus raphanistrum*).
2. Вивчити особливості анатомічної структури листків ксерофітів, розглянувши постійний препарат поперечного зрізу листка сосни звичайної (*Pinus sylvestris*). Замалювати.
3. На прикладі глечиків жовтих (*Nuphar luteum*) розглянути особливості анатомічної структури листків гідрофітів (повністю занурених у воду та плаваючих). Замалювати.

Основні відомості

Анатомічна будова листка дводольних рослин – мезофітів. У зв'язку з функцією, яку виконує листок, формується і анатомо-морфологічна будова його. Листок має велику поверхню і дуже незначну товщину, що зв'язано з фотосинтезом та випаровуванням.

На поперечному перерізі пластинка листка складається з покривної, асиміляційної, провідної та механічної тканин [2].

Покривна тканина листка. Функцію покривної тканини листка виконує епідерміс. Утворюється епідерміс з конуса наростання при формуванні пагона (стебла та листків). Оскільки листок та стебло мають спільне походження і становлять один вегетативний орган-пагін, епідерміс з стебла поширюється на листки. В більшості це одношарова тканина і тільки в деяких рослин утворюється 2 - 3-шаровий епідерміс. Зовнішня оболонка верхнього епідермісу листка вкрита кутикулою, яка захищає його від випаровування. В епідермісі наземних рослин відсутні хлоропласти, тому ця тканина прозора і добре пропускає сонячне проміння в тканини листка. В порожнині окремих клітин епідермісу можна спостерігати вирости оболонки, проявляють вуглекислим вапном, які називаються цистолітами¹.

Клітини нижнього епідермісу утворюють менш потужний кутикулярний шар, тут частіше розвиваються волоски та продихи. Продихи необхідні для зв'язку листка, та і всієї рослини, з оточуючим середовищем. Розташування продихів з нижньої сторони листка забезпечує менше випаровування води, що є важливою умовою існування рослин в посушливих зонах та помірних широтах.

У водяних рослин, через надмірну їх забезпеченість водою та для кращого газообміну, продихи утворюються у верхньому епідермісі.

Асиміляційна тканина листка. Між верхнім та нижнім епідермісом міститься асиміляційна тканина листка, або *мезофіл*². В клітинах мезофілу знаходяться хлоропласти. Поки листок живий та діяльний, в його хлорофілових зернах переважає хлорофіл, який і надає зеленого забарвлення мезофілу. Тканина, клітини якої мають хлоропласти, називається хлоренхімою³. Хлоренхіма листка дводольних рослин ділиться на стовпчасту, або палісадну, та губчасту.

Палісадна паренхіма розвивається під верхнім епідермісом, найчастіше у два-три шари клітин. Клітини палісадної паренхіми видовжені, циліндричні, розміщені вертикально до поверхні листка, без міжклітинників, живі. Це головна асиміляційна тканина листка, вона багата на хлоропласти, які розташовуються в клітинах під оболонкою — постійно.

¹Від грец. «кюстіс» — пузир; «літос» — камінь.

²Від грец. «мезо» — середній, «філон» — листок.

³Від грец. «хлорос» — зелений, «енхіма» — наповнення.

Залежно від освітлення хлоропласти змінюють своє положення, щоб раціональніше використати світло в процесі фотосинтезу. Палісадна паренхіма утворюється, головним чином, при інтенсивному освітленні. Це світлолюбна тканина, краще розвинена на верхній, більш освітленій стороні листка. Якщо листок розміщений на стеблі вертикально, то палісадна паренхіма розвивається з верхньої і морфологічно нижньої сторони його. В затінених листках палісадна паренхіма часто зовсім відсутня [2].

Клітини палісадної паренхіми, або стовпчастої, мають особливу будову. Гострими кінцями вони скеровані до провідних пучків, а тупими, до верхнього епідермісу, який захищений кутикулою. Вакуоля їх розділена плазмотичною перетинкою. В зв'язку з цим в клітинах стовпчастої паренхіми на полюсах створюється не однаковий осмотичний тиск і різна сисна сила, що послідовно наростає в напрямку від нижнього полюса клітини до верхнього. Така будова забезпечує водоутримуючу здатність та переміщення води в клітинах. В зв'язку з цим вченими висловлюється думка, що стовпчаста паренхіма має більше значення в регулюванні транспірації листка, ніж продиhi.

Губчаста паренхіма розташована ближче до нижнього епідермісу. Тканина губчастої паренхіми має великі міжклітинники, тому вона пухка, як губка. Губчаста паренхіма займає більшу частину листка, клітини її мають невелику кількість хлоропластів (в 3 - 5 разів меншу, ніж в стовпчастій паренхімі), це свідчить про меншу участь її у фотосинтезі. Особливість будови губчастої паренхіми забезпечує випаровування води листком. Вода випаровується у міжклітинники, а потім через продиhi в оточуюче середовище. Крім того, через продиhi по міжклітинниках губчастої паренхіми повітря поступає до стовпчастої для здійснення процесів фотосинтезу та дихання. Таким чином, губчаста паренхіма разом з продиhами виконує важливу роль в газообміні рослини.

Клітини губчастої паренхіми, що прилягають до стовпчастої, називаються *збираючими*.

Провідна тканина листка. Провідна тканина диференціюється з прокаембію конуса наростання в акропетальному напрямку, тобто від основи до верхівки листка. Провідні тканини — судинно-волокнисті пучки, які знаходяться у мезофілі, зветься жилками листка. Вони проходять з листка в стебло і становлять спільну провідну тканину.

У дводольних вздовж листка проходить одна головна жилка, а від неї у всі боки відходять відгалуження — анастомози¹.

У однодольних в листковій пластинці спостерігається кілька поздовжніх жилок, які між собою з'єднуються поперечними анастомозами. У папоротей і голонасінних жилки майже не галузяться — анастомози не утворюються.

Оскільки провідна система листка тісно зв'язана з провідними тканинами стебла, то і будова їх спільна. В колатеральних судинно-волокнистих пучках стебла (ксилема яких розміщена ближче до центра, а флоема до периферії) при переході в листок ксилема розташовується в морфологічно верхній частині його, а флоема — в нижній. Судинно-волокнисті пучки деяких дерев'янистих рослин між флоемою і ксилемою мають камбій, але цей камбій в пучку листка мало діяльний, тому пучки вважаються закритими. Навколо судинно-волокнистих пучків листка, особливо біля головної жилки, розташовується паренхімна тканина у вигляді обкладки. Продукти асиміляції стовпчастої паренхіми передаються у збираючі клітини губчастої, з них поступають в клітини обкладки, а потім у провідну тканину — флоему і рухаються у всі частини організму.

Провідна тканина листка галузиться, об'єм кожної анастомози зменшується. Спочатку судинно-волокнистий пучок (жилка) втрачає типові ситовидні трубки, замість них утворюються клітини з нечіткими ситечками. Далі до краю листка ситовидні трубки у флоемі зовсім відсутні, їх роль виконують клітини-супутниці. Зрештою флоема у судинно-волокнистих пучках зникає вся. Подібний процес відбувається і з провідною тканиною-ксилемою. В напрямку до краю листкової пластинки в судинно-волокнистому пучку кількість провідних елементів зменшується та утворюються вони простішої будови. Замість судин провідна система закінчується поодинокими трахеїдами, які оточені одним рядом паренхімних клітин. Судинно-волокнистий пучок листка з усіма гістологічними елементами властивий тільки центральній жилці.

¹Від грец. «анастомозіс» — з'єднання.

Механічна тканина листка. Завдяки великій своїй поверхні листок підпадає впливам зовнішніх факторів — вітру, дощу, снігу. Щоб протидіяти впливу зовнішнього середовища, в ньому утворюється механічна тканина, яка і надає міцності, розташовуючись найчастіше навколо судинно-волокнистих пучків-жилок. У листків великого розміру механічна тканина може залягати суцільним шаром під краєм пластинки (півники, новозеландський льон). Хвоя сосни під епідермісом має суцільний шар потовщених клітин *гіподерми*¹, які теж виконують механічну роль.

Особливо укріплює свої тканини листок в місцях поділу на окремі долі, тут розвивається механічна тканина або потовщуються клітини епідермісу. Це захищає листок від розривів.

Механічна тканина представлена, головним чином, коленхімою та склеренхімою, але можуть бути і склереїди. У черешках листків пальми, юкки, драцени склеренхіма розвинена в такій мірі, що волокна її мають навіть промислове значення [2].

Анатомічна будова листка різних систематичних груп рослин відрізняється між собою та змінюється залежно від вологості, освітлення, розташування їх по стеблу.

Внутрішня будова листків засухоустійких рослин. А. Хвоя голонасінних. Листок сосни має ряд пристосувань, властивих ксерофітним рослинам. Поверхня пластинки зменшується, в зв'язку з чим у них утворюється голчастий листок. Епідерміс пройнятий кутикулою, вкритий восковим нальотом, прорихи в ньому занурені глибоко. Під епідермісом розташований шар клітин з потовщеними оболонками — гіподерма, яка виконує водозапашну та механічну функцію.

Мезофіл хвої сосни не поділений на стовпчасту та губчасту паренхіму, складається з клітин звивистої форми — *складчастої хлоренхіми*. Утворюється складчаста хлоренхіма в результаті припинення росту клітин епідермісу. В зв'язку з цим обмежується ріст пластинки листка, тому оболонка клітини складчастої хлоренхіми в рості в порожнину її й стає звивистою. В такому випадкові, не дивлячись на зменшення загальної площі листків, асиміляційна поверхня залишається великою, оскільки пластиди розміщуються в постійному шарі звивистих клітин. Серед хлоренхіми хвої розташовані смоляні ходи.

За складчастою паренхімою знаходиться шар клітин ендодерми, яка оточує стелу листка. За ендодермою розташована паренхіма з трахеїдоподібних клітин, вони передають воду з ксилеми пучків в хлоренхіму. Серед трахеїдоподібних клітин є живі, по яких речовини з хлоренхіми передаються у флоему пучка. В центрі стели листка проходить механічний тяж, а з боків його — два судинно-волокнистих пучки.

Подібну будову листка має ялина. У тиса і смереки мезофіл ділиться на стовпчасту і губчасту паренхіму. Листки араукарієвих і подокарпових (голонасінні) своєю анатомічною і морфологічною будовою схожі до листків дводольних рослин.

Б. Анатомічна будова листка однодольних рослин (злаків). Більшість злаків — це посуховитривалі — ксерофітні рослини. Листок злаків має цілий ряд пристосувань до збереження води та раціонального її використання, в зв'язку з цим і відповідну анатоμο-морфологічну будову. Одною з важливих ознак ксерофітного листка є значне зменшення пластинки, або повна її редукція (спрощення, зникнення органа).

Епідерміс, який вкриває листок, потовщується, кутинізується, утворює восковий наліт. Прорихи глибоко занурені в покривній тканині і прикриті волосками різної будови, восковими кришечками тощо. В епідермісі і у верхніх шарах мезофілу знаходиться спеціальний апарат з тяжів пухирчастих клітин, так званих моторних. Моторні клітини сприяють скручуванню листка, прорихами в середину, оберігаючи цим рослину від надмірного випаровування води. Найчастіше таке явище спостерігається при недостатці вологості в повітрі і ґрунті. Розташовуються моторні клітини вздовж жилки в один або декілька рядів (ковила, кукурудза, овес, тонконіг, типець). Останнім часом з'ясовано, що скручуванню листка сприяють не тільки моторні клітини, а й механічні тканини його (*рис. 138, Г*).

Асиміляційна тканина у листка злаків не поділена на палісадну й губчасту паренхіму, а являє собою одиоманітну тканину — хлоренхіму. Хлоренхіма складається з дрібніших клітин, ніж у рослин, що ростуть при достатньому зволоженні.

¹ Від грец. «гіпо» — під, «дерма» — шкіра

Провідна тканина представлена закритими судинно-волокнистими пучками, що проходять паралельно в пластинці листка. Пучки оточені обкладкою з великих паренхімних клітин, які передають продукти фотосинтезу з мезофілу у флоему [2].

Навколо судинно-волокнистих пучків у злаків особливо добре розвинена механічна тканина, вона часто може бути розміщена ще і по краю листка. Розширена нижня частина пластинки листка злаків зветься *півхою*, в ній паралельно проходять судинно-волокнисті пучки.

Листок дводольних ксерофітів має ряд анатомо-морфологічних пристосувань до збереження води (кутинізація, опушення тощо) (*рис. 138, II*).

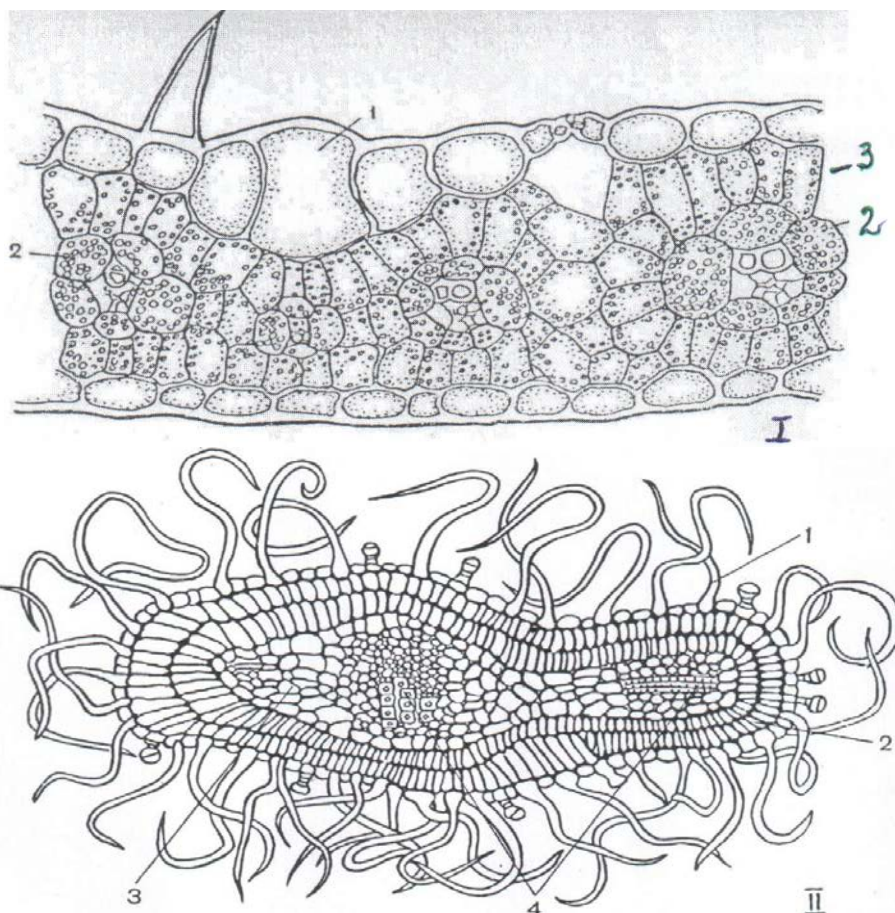


Рис. 138. Анатомічна будова листків ксерофітних рослин (за Потульницьким П.М.):

I. Розгорнутий листок кукурудзи на поперечному перерізі:

1 – моторні клітини в епідермісі; 2 – клітини обкладки біля провідного пучка; 3 – асиміляційна паренхіма.

II. Листок полину на поперечному перерізі:

1 – волоски; 2 – палисадна паренхіма; 3 – основна паренхіма; 4 – судинно-волокнисті пучки

Роботами В.Г. Александрова і Й.А. Максимова (1920) встановлено, що ксерофіти можуть нормально розвиватися і при дефіциті води, раціональніше використовувати її, порівнюючи з мезофітами (рослинами, які ростуть в умовах середнього зволоження). Після тривалого в'янення ксерофіти легко відновлюють нормальний тургор ний стан, що обумовлюється, в основному, стійкістю протопласта клітин, високим осмотичним тиском і в меншій мірі залежить від анатомічних особливостей їх структури.

Особливості анатомічної будови листків рослин-гідрофітів. Анатомічна будова листків водяних рослин (гідрофітів). Будова листків водяних рослин відрізняється від будови листків наземних тим, що вони не мають ніяких захисних пристосувань для збереження води. В них відсутня кутикула, продири розташовані з верхньої сторони, кількість їх незначна. Епідерміс у водяних рослин має пластиди і виконує фотосинтезуючу функцію. Мезофіл їх (хлоренхіма) має велику кількість хлоропластів і не диференційований на стовпчасту і губчасту паренхіму. В клітинах мезофілу низький осмотичний тиск, тому водоутримуюча здатність листка низька [2].

Анатомічна будова листків в залежності від освітлення. Тіньові листки утворюються в середині крони рослин, що ростуть в густих лісах, глибоких балках, куди не проникає пряме світло, де утруднюється рух повітря і в зв'язку з цим послаблюється випаровування. Тому такий листок має ряд пристосувальних властивостей, які проявляються в його анатомічній будові. Клітини епідермісу тонкостінні — без кутикули, продихи розташовані ближче до поверхні листка, розвинена система гідатод, через які виділяється краплиннорідка вода. Хлоренхіма слабо диференційована, хлоропласти великі, тому листок тіньових рослин має інтенсивно зелене забарвлення. Тіньовий тип будови листків мають проростки молодих рослин. Та ж сама рослина в старшому віці утворює листки світлової будови з диференційованим мезофілом (*рис. 139, I*).

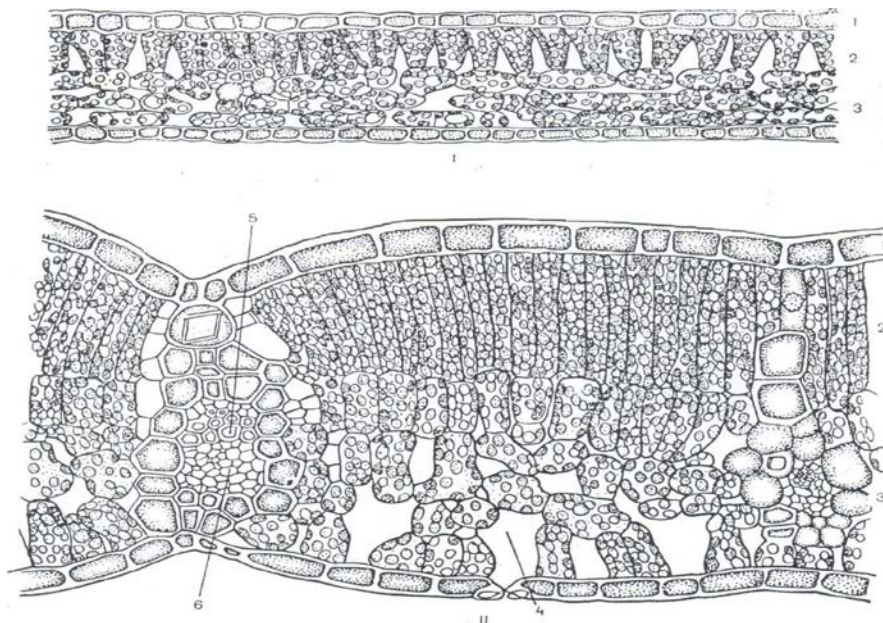


Рис. 139. I. Тіньовий листок бука (поперечний переріз) (за Потульницьким П.М.):

1 — епідерміс; 2 — палисадна тканина з одного ряду клітин; 3 — губчаста тканина.

II. Світловий листок бука (поперечний переріз):

1 — епідерміс; 2 — палисадна паренхіма; 3 — губчаста тканина; 4 — повітряна порожнина над продихом; 5 — ксилема провідного пучка; 6 — флоєма.

Світлові листки *грубіші*, мають більш товстостінний епідерміс, порівнюючи з листками тіньових та водяних рослин, продихи заховані в глибині і менші за розміром, а кількість їх на 1 кв. мм більша. Асиміляційна тканина — стовбчаста паренхіма розвинена добре, складається з двох-трьох шарів клітин. Хлоропласти у світлових листків бідніші на хлорофіл, тому вони не так інтенсивно забарвлені в зелений колір. Механічна тканина світлових листків розвинена краще, ніж у тіньових (*рис. 139, II*).

Хід роботи:

1. На постійному препараті розглянути будову листка рослин мезофітів на прикладі дикої редьки чи камелії.

З верхнього і нижнього боку листок дикої редьки вкритий одним шаром дрібних клітин епідерми з потовщеними зовнішніми стінками і прозорим вмістом. У багатьох рослин (камелія, клен, дуб та ін.) епідерма часто вкрита шаром кутикули.

Під верхньою епідермою, тісно притиснуті одна до одної, знаходяться клітини палисадної або стовпчастої хлоренхіми, що мають вигляд коротких стовпчиків або циліндрів і густо заповнені хлоропластами.

Основне призначення цієї тканини – фотосинтез.

Процесу утворення органічних речовин із вуглекислого газу і води сприяє розміщена нижче губчаста хлоренхіма, яка разом із продихами виконує функцію транспірації та газообміну.

Провідна система листка представлена судинами і ситоподібними трубками, що виконують функцію транспортування води з розчиненими в ній іонами мінеральних речовин до мезофілу листка та відтік органічних речовин – продуктів фотосинтезу.

У центральній жилці листка, між судинами та ситоподібними трубками, помітно шар камбію, який у сформованому листку уже не діючий (*рис. 140*).

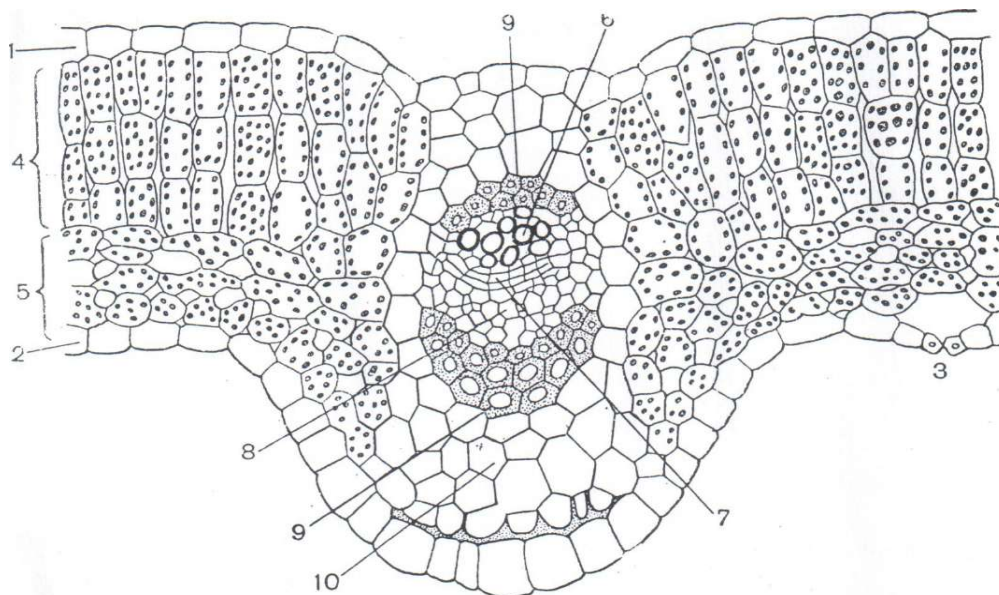


Рис. 140. Середня частина поперечного перерізу листка редьки:

1 – верхній епідерміс; 2 – нижній епідерміс; 3 – продири з повітряною порожниною; 4 – палисадна паренхіма; 5 – губчаста паренхіма. В центрі судинно-волоконистий пучок: 6 – ксилема; 7 – камбій; 8 – флоєма; 9 – склеренхіма; 10 – основна паренхіма

2. Вивчити особливості анатомічної структури листків ксерофітів, розглянувши постійний препарат поперечного зрізу листка сосни звичайної (*Pinus sylvestris*). Замалювати.

Анатомічна структура голкоподібних листків (хвоїнок) своєрідна. Епідерма містить клітини з товстими здерев'янілими стінками, кутикула дуже розвинена, продири лежать у заповнених зернятками воску ямках, їх замикаючі клітини мають здерев'янілі оболонки. За шкіркою лежить підшкірка, так звана *гіподерма*, що складається з одного або кількох шарів клітин, які витягнуті по довжині хвої і мають потовщені стінки. Під гіподермою розміщена асиміляційна тканина, яка оточує безбарвну центральну частину, що має один або два судинних пучки. Безбарвна, центральна частина мезофілу відокремлюється від зеленої, асиміляційної, шаром клітин, так званою *ендодермою*. Її радіальні стінки корковіють. Між цим шаром клітин і судинними пучками лежить *трансфузійна тканина*, яка частково складається з мертвих клітин з облямованими порами, що передають воду із судинного пучка хвої в зелену паренхіму. Частина клітин цієї тканини жива і передає у флоєму судинного пучка утворені в асиміляційній тканині пластичні речовини (*рис. 141*).

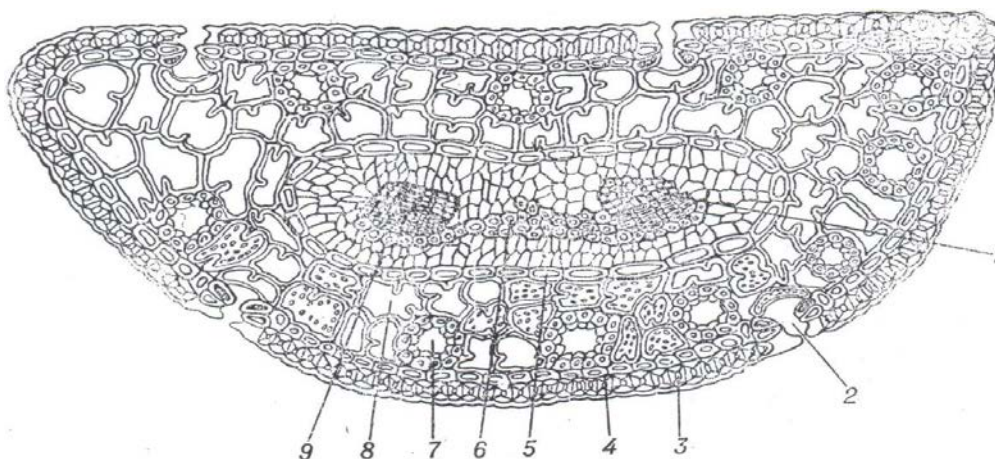


Рис. 141. Поперечний зріз хвоїнки сосни (*Pinus sylvestris*):

1 – ксилема; 2 – продири; 3 – епідерма; 4 – гіподерма; 5 – ендодерма; 6 – склеренхіма; 7 – смоляний хід; 8 – складчастий мезофіл; 9 – флоєма

Асиміляційна тканина хвойних побудована неоднаково. Так, у смереки, яка має плоску хвою, помітно поділ на палісадну і губчасту паренхіму, а у сосни та ялини такого поділу немає. Асиміляційна тканина у цих рослин складається з клітин одного типу. На поздовжніх розрізах хвої помітно, що асиміляційна тканина лежить шарами, перпендикулярними до поверхні. В ній є смоляні ходи, які йдуть уздовж хвої під гіподермою. Ці ходи оточені кільцем механічних волокон з целюлозними оболонками. Кількість та розміщення смоляних ходів беруть до уваги при визначенні видової належності хвойних рослин.

Асиміляційна тканина хвоїнки сосни своєрідної будови і носить назву *складчаста паренхіма*. Її називають так тому, що оболонки врастають, ніби складки, в порожнину клітини для збільшення поверхневого шару цитоплазми, збільшення кількості хлоропластів та їх поглинальної здатності.

3. На постійному препараті глечиків жовтих (*Nuphar luteum*) розглянути особливості анатомічної структури листків гідрофітів (повністю занурених у воду та плаваючих). Замалювати.

Анатомічна структура листків повністю занурених у воду характеризується цілим рядом пристосувальних ознак. Асиміляційна тканина у них розвинена слабо в зв'язку з недостатніми умовами освітлення та газообміну. Палісадної тканини немає, а у губчастій між верхньою та нижньою епідермою з'являються перегородки. Між перегородками утворюються великі повітряні порожнини. Покривна тканина не розвинена, і стінки епідерми не потовщені. Кутикула тоненька або її зовсім немає. У клітинах епідерми багато хлоропластів, які виконують функцію асиміляційної тканини. На листковій пластинці водяних рослин продихів не буває, бо пластинка у них дуже тоненька і може адсорбувати з води безпосередньо своєю поверхнею гази та поживні речовини. В епідермі листків та черешків деяких водяних рослин є особливі клітини або їх групи, що відрізняються від інших дрібними пластидами, величиною та формою і більшою проникністю оболонок. Вони називаються *гідропатами* (рис. 142).

У листковій пластинці підводних рослин ксилема розвинена слабо, судинних пучків мало. Дуже часто місце судин у ксилемі займає вузький міжклітинний хід. Флоема розвинена краще, ніж ксилема, але гірше, ніж у надземних рослин. Це пояснюється послабленням у них асиміляції. Добре розвинена система повітряних міжклітинників забезпечує листки плавучістю і є резервом CO₂ та кисню. У рослин, листки яких плавають на поверхні води, пластинка досить міцна, з товстим шаром кутикули. На верхньому боці такого листка розвивається багато продихів. У глечиків жовтих на верхній епідермі плаваючого листка є 460 продихів на 1 мм², а на нижній їх зовсім немає (рис. 142).

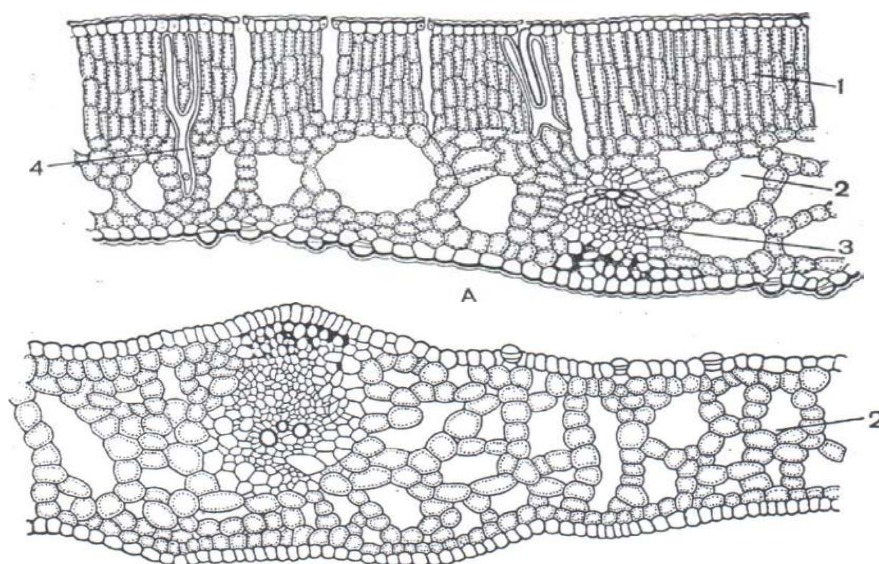


Рис. 142. Анатомічна будова листка глечиків жовтих:

А. Поперечний переріз плаваючого листка. Б. Поперечний переріз підводного листка глечиків жовтих. Тут стовбчаста тканина відсутня: 1 - стовбчаста тканина; 2 - губчаста тканина з повітряними порожнинами; 3 - провідний пучок; 4 - ідіобласти

Питання для самоконтролю і розвитку мислення:

1. Вкажіть особливості верхнього та нижнього епідермісу листків мезофітів. Розшифруйте поняття «продиховий апарат».
2. Чим відрізняється стовбчаста і губчаста хлоренхіма листка?
3. З яких елементів складаються провідні пучки листка?
4. Що являє собою механічна тканина або «арматура» листка мезофітів?
5. Особливості анатомічної будови листків сосноподібних.
6. До якої екологічної групи рослин належать тонконогові? У чому особливість будови мезофілу у злаків?
7. Вкажіть на характерні ознаки водоплаваючих і повністю занурених у воду листків гідрофітів.
8. Чим представлена механічна тканина листків рослин гідрофітів?
9. Які характерні ознаки продихів листків у рослин гідрофітів?
10. Чим відрізняється анатомічна структура листків у світлолюбних і тіньовитривалих рослин?

Матеріали та обладнання:

Мікроскопи, лупи, предметні та накривні скельця, листки рослин мезофітів, гідрофітів та ксерофітів, постійні препарати анатомічної структури листків редьки, камелії, сосни, полину, кукурудзи, глечиків та ін.

Література:

1. Брайон О.В., Чикаленко В.Г. Анатомія рослин. – К.: Вища школа, 1992. – С. 172-189.
2. Потолицький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О. Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин. – К.: Вища школа, 1971. – С. 152-161.
3. Сербін А.Г., Сіра Л.М., Слободянюк Т.О. Фармацевтична ботаніка. – Вінниця: Нова книга, 2007. – С. 90-93.
4. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995. – С.177-184.

Лабораторна робота №17

Тема: *Анатомічна будова стебла трав'янистих і дерев'янистих рослин.*

Мета: *Ознайомитись із первинною будовою стебла, перехідним типом та різними типами вторинної будови.*

Теоретичні питання:

1. Призначення і функції стебла трав'янистих і дерев'янистих рослин.
2. Провідна система стебла.
3. Механічна тканина стебла.
4. Покривна тканина стебла.
5. Провідні або судинно-волокнисті пучки стебла.
6. Запасаюча тканина стебла.
7. Відмінності в будові стебла трав'янистих і дерев'янистих рослин.

Завдання:

1. Розглянути та замалювати первинну будову стебла дводольних рослин на прикладі топінамбура (*Helianthus tuberosum*).
2. На прикладі пшениці (*Triticum aestivum*) вивчити будову стебла однодольних рослин. Замалювати і зробити позначення.
3. Ознайомитись з перехідним типом будови стебла дводольних рослин на прикладі соняшника (*Helianthus annuus*).
4. Розглянути та замалювати пучковий тип будови стебла трав'янистих дводольних рослин на прикладі конюшини (*Trifolium pratense*), жовтецю повзучого (*Ranunculus repens*) або кірказону (*Aristolochia clematitus*).
5. На прикладі льону (*Linum usitatissimum*) розглянути та замалювати не пучковий тип будови стебла.
6. На прикладі липи (*Tilia cordata*) розглянути та замалювати анатомічну будову стебла дерев'янистих рослин.
7. Розглянути на готовому препараті поперечний переріз стебла сосни (*Pinus sylvestris*). Замалювати схематичний сектор і зробити позначення гістологічних елементів та їх комплексів.

Основні відомості

Первинна і вторинна будова стебла трав'янистих рослин. З первинних меристем конуса наростання формується первинна будова стебла рослин. На рівні зачаткових листків закладається прокамбій, який формує первинні флоему і ксилему. Зовні від прокамбію з основної меристеми формується первинна кора, всередині — центральний циліндр. Поверхневий шар клітин конуса наростання диференціюється в епідерму. Так, у результаті діяльності первинних меристем виникає первинна будова. У первинній корі розрізняють епідерму, коленхіму, паренхіму кори і ендодерму — внутрішній шар первинної кори. У *центральному циліндрі* — перицикл (меристематичну тканину), флоему (провідну тканину, по якій рухаються органічні речовини вниз по стеблу), ксилему (провідну тканину, по якій рухається вода з мінеральними речовинами по стеблу вгору), серцевину (паренхімну тканину, в якій відкладаються поживні речовини). Прокамбій у пучках трав'янистих однорічних рослин припиняє свою роботу і не утворює камбію, у зв'язку з чим пучки складаються з провідних елементів первинної будови (*рис. 143.*) [4].

У багаторічних трав'янистих та деяких однорічних рослин у центральному циліндрі між первинною флоемою і первинною ксилемою закладається *пучковий камбій*, який у відцентровому напрямку формує вторинну флоему, а доцентровому — ксилему. З паренхіми серцевинних променів між провідними пучками в тангенціальному напрямку закладається *міжпучковий камбій*. Розростаючись, він з'єднується з пучковим, утворюючи *суцільне камбіальне кільце*, наприклад у соняшника (*Helianthus annuus*). У таких рослин, як гарбуз (*Cucurbita*), чистотіл (*Chelidonium*), хвилівник (*Aristolochia*) тощо, за вторинної будови зберігається пучкове розташування провідних тканин. Тут пучковий камбій також дає початок флоемі і ксилемі, а міжпучковий лише паренхімі, яка утворює серцевинні промені. В анатомічній будові стебла трав'янистих дводольних рослин розрізняють: епідерму, первинну кору, центральний циліндр, серцевину. Основними елементами центральної частини стебла є відкриті провідні пучки і добре розвинута великоклітинна паренхіма широких серцевинних променів. Саме тому індивідуальні провідні пучки не можуть зблизитись і

залишаються розмежованими протягом усього онтогенезу рослин. Здатність переходити до вторинної будови та ступінь вторинного потовщення у трав'янистих рослин різні залежно від індивідуальних особливостей та умов зростання [4].

Анатомічна будова стебла багаторічних деревних рослин. Ці рослини мають характерний безпучковий тип будови стебла. У багаторічних деревних рослин надземні частини залишаються живими тривалий час, їх постійний розвиток зумовлюється наявністю меристемних тканин — камбію і фелогену, які й визначають особливості будови їх стебла. Камбій забезпечує наростання вторинних флоєми і ксилеми, а фелоген — корку і фелодерми, тобто наростання об'єму стовбура і його захист. Чудово ілюструє безпучковий тип будови стебла деревних рослин гілка липи (*рис. 148*). У структурі стебла липи виділяються ділянки неоднорідні за своїм генезисом, віком і анатомічною будовою. Тому в анатомічній будові стебла виділяють такі блоки тканин: I — перидерму, II — первинну кору, III — вторинну кору, IV — камбій, V — вторинну ксилему, VI — первинну ксилему, VII — серцевину [4].

I. Перидерма. Молоді стебла покриті одношаровим епідермісом з кутикулою. Але епідерміс не довговічний і вже в кінці літа замість нього з'являється корок. Виникнення корку зумовлене діяльністю фелогену, що утворився в субепідермальній тканині. Його клітини відчленовують до периферії корок, до центру — фелодерму. На гілках 2 - 5-річного віку корок замінюється кіркою як більш надійною захисною тканиною. В сукупності корок, фелоген і фелодерма утворюють перший блок тканин в структурі стебла липи.

II. Первинна кора. Вона утворює другий блок тканин у стеблі і залягає під епідермісом молоді гілки. Зовнішню частину її складає 2-5-шарова пластинчаста коленхіма, клітини якої заповнені протопластом з хлоропластами. Хлоропласти містять і паренхіма первинної кори, яка утворена великими, витягнутими в горизонтальному напрямі, клітинами. Нерідко вони є місцем відкладання в запас поживних речовин. Деякі клітини містять друзи. Внутрішній шар клітин створює крохмаленосна піхва із запасним крохмалем, який збалансовує наростання зовнішніх і внутрішніх тканин.

III. Вторинна кора. За крохмаленосною піхвою починається центральний циліндр. Зовнішній шар його — перицикл, який над ділянками вторинної флоєми утворює склеренхіму із здерев'янілими оболонками. Глибше розміщена вторинна кора, або флоєма. За походженням вона є продуктом життєдіяльності камбію. Протягом тривалого життя рослини відкладається потужна вторинна флоєма у вигляді трапецієподібних ділянок. За своєю природою вона неоднорідна і складається із твердої та м'якої флоєми. Тверда флоєма утворюється луб'яними волокнами, оболонки яких частково дерев'яніють. Луб'яні волокна відзначаються високою міцністю і здатні витримувати великі навантаження на згинанні і в поєднанні з внутрішніми механічними тканинами забезпечують високу міцність стебла деревних рослин.

М'яка флоєма складається з ситоподібних трубок, клітин-супутниць і флоємної паренхіми. По ситоподібних трубках від листків до місць споживання і відкладання в запас по низхідній течії переміщуються поживні речовини. У флоємній паренхімі на зиму відкладаються запасні поживні речовини.

Тверда і м'яка флоєми чергуються між собою, але їх відкладання не відповідає річним приростам, бо протягом року виникає по кілька шарів.

Трапецієподібні ділянки вторинної флоєми розділяють частини первинних серцевинних променів. Первинними називають такі серцевинні промені, які пронизують тканини стебла від флоєми до серцевини. По них переміщуються поживні речовини в горизонтальному напрямі.

IV Камбій. У багаторічних деревних рослин камбій має вигляд суцільного кільця подільних клітин. Діляться вони тангентально: материнська клітина утворює дві дочірні, одна з яких залишається і функціонує як твірна, а інша спеціалізується як елемент ксилеми або флоєми. Так працює камбій протягом вегетації, оскільки клітини відкладаються радіальними рядами, то з наростанням маси деревини, а її виникає більше, ніж флоєми, то час від часу камбіальні клітини діляться радіально або сквозним способом, вклинюючись між сусідні клітини, і розширюють кільце камбію. Специфікою камбію є те, що морфологічно та генетично однорідні його клітини утворюють чисельні неоднорідні елементи вторинної ксилеми і вторинної флоєми, які поєднуючись з клітинами інших блоків тканин в єдину систему, забезпечують існування і стійкість такої складної і довготривалої споруди, якою є деревна рослина.

До центру камбій відкладає тільки вторинну ксилему або деревину. Основну масу її становлять судини і трахеїди, які є провідними елементами і лише частково виконують механічну функцію. Це, звичайно, досконалі драбинчасті й пористі судини. В центрі містяться також спіральні і кільчасті судини як залишки первинної ксилеми [4].

V. Вторинна ксилема. Механічна тканина ксилеми представлена лібриформом (деревинними волокнами). Його клітини прозенхімні з дуже потовщеними здерев'янілими оболонками. Наявність в стеблі значної кількості лібриформу зумовлює твердість порід, міцність і високі паливні якості деревини.

До ксилеми входить і основна деревинна паренхіма, яка рівномірно розподіляється між іншими елементами (дифузно) або навколо трахеїд чи судин (вазицентрично). Вона відзначається частковим здерев'янінням клітин і зберігає живий вміст, є місцем запасання поживних речовин.

У ксилемі містяться вторинні серцевинні промені, які виникають одночасно з наростанням деревини. Ці промені не досягають серцевини, губляться в ксилемі.

Отже, ксилема складається з провідних, механічних і основних тканин, щільність яких різна в окремих видів рослин.

Особливістю камбію багаторічних деревних рослин є не тільки періодичність, але й ритмічність його роботи. Особливо інтенсивно він ділиться весною і відкладає тонкостінні, великопористі, драбинчасті і пористі судини. Утворення значної кількості цих судин навесні забезпечує приплив великої кількості води і розчинених в ній поживних речовин до бруньок і листків, що розвиваються. Цю частину ксилеми називають весняною деревиною. Вона має пухку консистенцію.

У другій половині літа активність камбію послаблюється і він відчленовує товстостінні дрібнопористі елементи. Більша частина з них належить трахеїдам, які тут виконують не стільки провідну, скільки механічну функцію. Ця частина ксилеми щільна і називається осінньою деревиною.

Відкладена протягом року ксилема включає весняну й осінню і утворює річне кільце деревини. Оскільки ж осіння деревина минулого року і весняна поточного чітко різняться, то за річними кільцями можна визначити вік рослини.

VI. Первинна ксилема. Внутрішнє кільце деревини складає первинна ксилема, яка лише частково зберігається у вигляді кільчастих і спіральних судин та здавленої, недіяльної ксилемної паренхіми. З віком вона руйнується разом з прилеглою серцевиною і тоді в стовбурі виникає дупло.

VII. Серцевина. Центральну частину стебла займає серцевина. Клітини її великі, багатокутні, з тонкими оболонками, часто є місцем запасання поживних речовин. З віком вони руйнуються і посередині виникає порожнина, дупло.

З часом настають вікові зміни в стеблі деревних порід. На другий рік, наприклад, з'являється корок, а через деякий час — кірка, яка наростає за рахунок відкладання все нових шарів корку, а він в свою чергу закладається в глибших шарах первинної чи навіть вторинної кори. Ізольовані прошарком корку ділянки тканин, позбавлені доступу води і мінеральних поживних речовин, відмирають. В результаті щорічного наростання відмираючих тканин зростає потужність кірки. Під силою тиску наростаючої деревини в ній з'являються тріщини, через які внутрішні тканини сполучаються з навколишнім середовищем.

Зміни відбуваються і в деревині. На дев'ятий-десятий рік клітини деревини дуба в центрі стебла втрачають здатність проводити воду і поживні речовини, внаслідок затилювання судин. Тили нагромаджують дубильні речовини, ефірну олію, камеді. У вишні, клена, берези судини закупорюються мінеральними й органічними речовинами, в сосни заповнюються живицею. В результаті деревина змінюється, вона стає бурою чи коричневою. Таку деревину називають ядровою. Вона стійка проти пошкодження грибами і бактеріями, надає високої міцності рослинам.

Зовнішня частина деревини біла, продовжує функціонувати. Судини і трахеїди її не закупорюються і проводять воду та мінеральні солі. Таку деревину називають заболонною. У верби, липи, тополі деревина представлена здебільшого заболонною і тільки частково ядровою, оскільки більша частина останньої руйнується і стебло стає дуплистим.

Деревина широко використовується як будівельний матеріал, іде на виготовлення шпал, телеграфних стовпів, музичних інструментів, тари, паперу. Завдяки своєрідним візерункам

внутрішньої структури при розпилах вона широко використовується в меблевій промисловості. Нагромаджений деревиною вміст камедей, дубильних речовин, ефірної олії, живиці, каучуку тощо широко застосовується в хімічній промисловості, а виготовлені з них продукти — в медицині, електротехніці, побуті тощо.

Еволюція стели. Стелою (гр. *stela* — стовп) називають всю систему тканин, що розміщуються в центральному циліндрі стебла. Вчення про стелу вперше було розроблено французьким ботаніком Ф. Ван Тигемом. З еволюційної точки зору це питання висвітлювалось у роботах Е.Ч. Джефрі, а також сучасними вченими. Стелярна теорія підтвердилась на основі вивчення сучасних і вимерлих папоротеподібних і голонасінних рослин. Найбільш давнім і примітивним типом стели є гаплостела (гр. *haplos* — простий і *stela*), або протостела. *Гаплостела* складається з тяжа ксилеми, оточеного шаром флоєми. Вона властива теломам риніофітів, а також сучасним плаунам та деяким папоротям. Із гаплостели розвинулась *актиностела* (гр. *actis* — промінь і *stela*), ксилема якої на поперечному зрізі має вигляд зірки, протоксилема закладається на кінцях променів екзархно. *Актиностела* також характерна для багатьох примітивних рослин [4].

Наступний етап — перехід до *сифностели* (гр. *siphon* — трубка і *stela*), яка характеризується появою серцевини в центрі стебла; серцевина буває оточена суцільним кільцем провідних тканин. Вона характерна для вищих спорових та судинних рослин. У процесі дальшого розвитку паренхіма з ксилеми поширюється у флоємну частину, утворюючи серцевинні промені, які розділяють центральний циліндр на окремі групи, або провідні пучки. *Сифностела* дає початок *диктіостелі* (гр. *dictyon* — сіточка і *stela*), яка характеризується тим, що провідні тканини розділяються паренхімою на окремі ділянки; вона властива папоротям.

Черговим етапом в еволюції стели є *еустела*, в якій провідні тканини розміщуються по колу, утворюючи окремі пучки, відокремлені один від одного серцевинними променями. *Еустела* характерна для насінних рослин.

Найвища ступінь паренхіматизації центрального циліндра, де провідні пучки розміщені безладно й ізольовані один від одного не серцевинними променями, а оточені паренхімою, це — *атактостела* (гр. *a* — заперечна частка, *tactos* — розміщення у порядку). Вона властива однодольним.

Хід роботи:

1. Розглянути та замалювати первинну будову стебла дводольних рослин на прикладі топінамбура (*Heliantus tuberosum*).

Первинна будова стебла формується з первинних меристем конуса наростання. На рівні зачаткових листків закладається прокамбій, який формує первинні флоєму і ксилему. Зовні від прокамбію з основної меристеми формується первинна кора, всередину - центральний циліндр. Поверхневий шар клітин конуса наростання диференціюється в епідерму. Так у результаті діяльності первинних меристем виникає первинна будова. У первинній корі розрізняють епідерму, коленхіму, паренхіму кори і ендодерму - внутрішній шар первинної кори. У центральному циліндрі - перицикл, флоєму, ксилему, серцевину. Прокамбій у пучках трав'янистих однорічних рослин припиняє свою роботу і не утворює камбію, у зв'язку з чим пучки складаються з провідних елементів первинної будови (рис. 143).

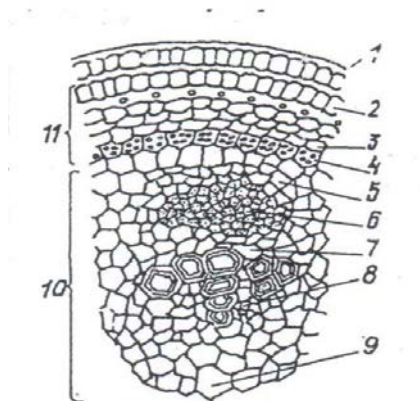


Рис. 143. Первинна будова стебла (за Григорою І.М.):

1 – епідерміс, 2 – коленхіма, 3 – паренхіма первинної кори, 4 – ендодерма, 5 – перицикл, 6 – флоєма, 7 – прокамбій, 8 – ксилема, 9 – серцевина, 10 – центральний циліндр, 11 – первинна кора

2. На прикладі пшениці (*Triticum aestivum*) вивчити будову стебла однодольних рослин. Замалювати і зробити позначення.

У більшості злаків стебло всередині має велику порожнину, не заповнену серцевиною, тому в них розвивається значно менше провідних пучків, ніж у рослин, що не мають порожнини і розміщені вони більш-менш в шахматному порядку в два, рідше в 3 ряди.

Зрізи пшениці виготовляють з молодої (зеленої рослини), обробляють їх флороглюцином і соляною кислотою і розглядають спочатку на малому, а потім на великому збільшенні. Можна скористатись і постійним препаратом стебла жита.

В полі зору мікроскопа видно, що в стеблі багато місця займає склеренхіма, виступи шару склеренхіми доходять до самої епідерми, між виступами склеренхіми лежать ділянки основної тканини – хлоренхіми, над ними можна побачити продихи (рис. 144).

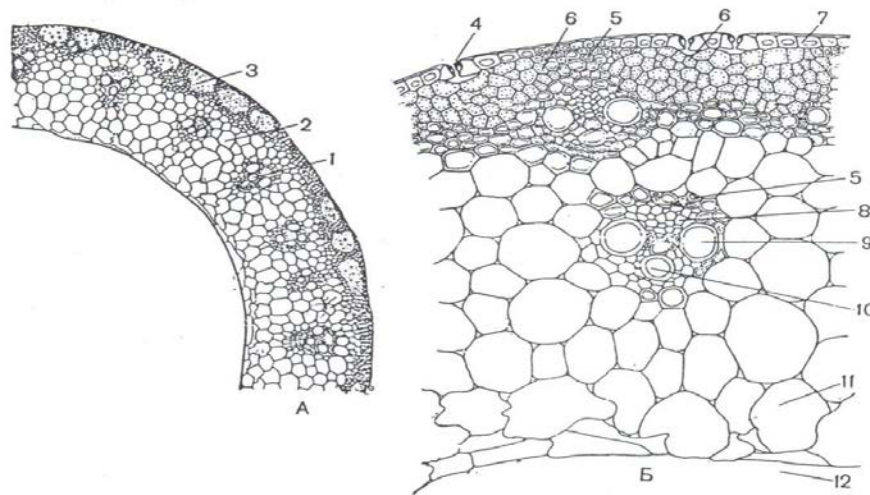


Рис. 144. Поперечний переріз стебла пшениці:

А. Загальний вигляд.

Б. Той же переріз в збільшеному вигляді: 1 – судинні пучки; 2 – хлоренхіма; 3 – механічна тканина; 4 – продих в епідермісі (7); 5 – механічна тканина навколо судинно-волокнистих пучків; 6 – хлорофілоносна паренхіма; 8 – флоєма; 9 – мета ксилема; 10 – протоксилема; 11 – паренхіма стебла; 12 – порожнина в центрі стебла

При великому збільшенні видно, що в кожному виступі склеренхіми, між ділянками хлорофілоносної паренхіми лежить невеликий провідний пучок, оточений склеренхімою з усіх сторін. Ближче до центра розміщені більші провідні пучки. Будова їх така ж, як і в кукурудзи. Великі пучки оточені великими клітинами паренхіми серцевини. В центрі серцевина не збереглась, при рості стебла в довжину клітини серцевини розриваються і утворюється порожнина, характерна для більшості злаків.

3. Ознайомитись з перехідним типом будови стебла дводольних рослин на прикладі соняшника (*Heliantus annuus*).

Розглядаючи зріз стебла соняшника, оброблений флороглюцном, при малому збільшенні бачимо всього один ряд провідних пучків, розміщених близько до поверхні стебла; всі пучки ніби зв'язані хвилястою смужкою дуже дрібних клітин з густим (темнішим) вмістом. Це - камбій, що утворився із паренхіми. Між більшими провідними пучками видно початок утворення нових пучків - як правило декілька судин ксилеми, а зовні від них за шаром камбію — ділянка дрібноклітинної флоєми (рис. 145) .

Зовні стебло вкрите епідермою з волосками. Під епідермою розміщена пластинчата коленхіма, яка часто переходить в куткову. За коленхімою лежить невеликий шар паренхімної кори, що закінчується крохмальною піхвою.

Центральний циліндр починається ділянками склеренхіми. Перицикл розміщений назовні від провідних пучків. До кожної ділянки склеренхіми прилягає великий відкритий колатеральний провідний пучок. Звертаємо увагу на те, що увігнута дуга пучкового камбію ніби виходить за межі пучка, переходячи в опуклу дугу міжпучкового камбію.

На зрізі, обробленому розчином йоду, знаходять крохмальну піхву і зображують побачене на малюнку.

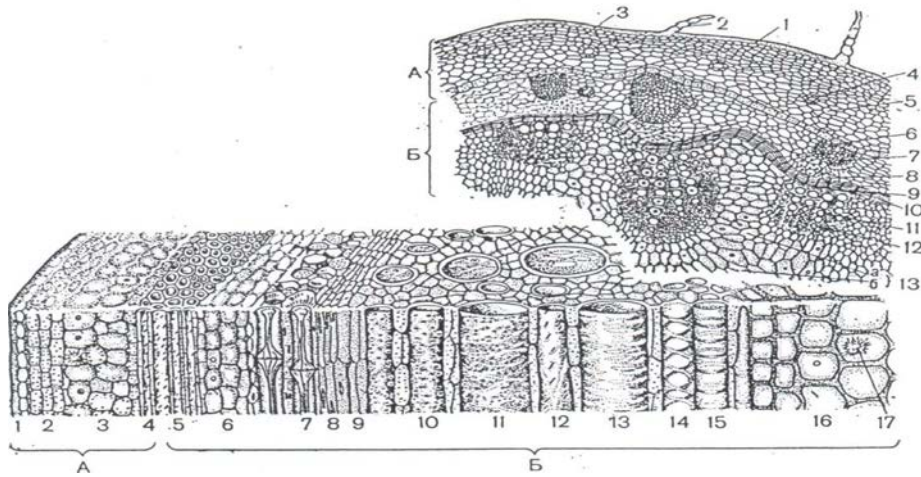


Рис. 145. Первинна будова стебла соняшника на поперечному і поздовжньому перерізах:

Частина поперечного перерізу стебла (зверху):

А. Первинна кора. Б. Центральний циліндр стебла: 1 — епідерміс з кутикулою на ньому; 2 — волоски; 3 — механічна тканина первинної кори; 4 — смоляний каналець; 5 — основна тканина первинної кори; 6 — крохмаленосна піхва (ендодерма); 7 — механічна тканина судинно-волокнистого пучка (склеренхіма); 8 — флоема пучка (ситовидні трубки з клітинами-супутниками); 9 - пучковий камбій; 10 — міжпучковий камбій; 11 — судини вторинної ксилеми; 12 — судини первинної ксилеми; 13 — паренхіма центрального циліндра: а — первинні серцевинні промені, б — серцевина.

Поздовжній переріз стебла у відповідності з поперечним (знизу):

1 — епідерміс з кутикулою; 2 — механічна тканина первинної кори (коленхіма); 3 — паренхіма кори з смоляними каналцями та кристаликами оксалату кальцію; 4 — крохмаленосна піхва (ендодерма); 5 — механічна тканина (склеренхіма); 6 — паренхіма флоєми; 7 — ситовидні трубки флоєми; 8 — камбій; 9 — паренхіма ксилеми; 10, 11, 12, 13, 14, 15 — судини ксилеми; 16 — серцевина; 17 — друзи в клітинах.

4. Розглянути та замалювати пучковий тип будови стебла трав'янистих дводольних рослин на прикладі конюшини (*Trifolium pratense*), жовтецю повзучого (*Ranunculus repens*) або кірказону (*Aristolochia clematidis*).

При малому збільшенні зрізу стебла жовтецю повзучого видно розміщені по колу в один ряд невеликі провідні пучки, розділені широкими прошарками основної паренхіми. При великому збільшенні видно, що під епідермою лежить хлорофілоносна паренхіма особливої будови: ряди клітин утворюють великі міжклітинні простори, характерні для аеренхіми. Таким чином хлоренхіма в жовтецю є водночас і аеренхімою. Переходячи до провідних пучків бачимо, що кожний з них оточений механічною обкладкою із склеренхіми; посередині пучка, назовні від почервонілої ксилеми, помітний невеликий шар камбію. Звідси - пучки тут відкриті, хоча розростаються вони слабо, а міжпучкового камбію не утворюється зовсім (*рис. 146*).

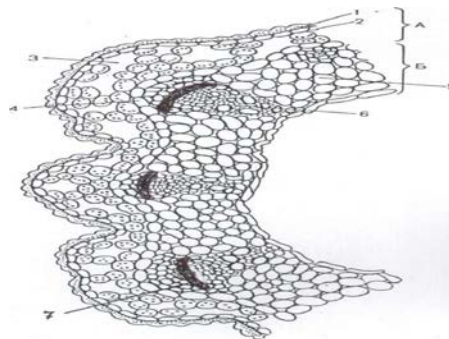


Рис. 146. Пучковий тип будови стебла трав'янистих дводольних рослин (жовтець отруйний):

А. Первинна кора. Б. Центральний циліндр стебла:

1 — кутикула; 2 — епідерміс; 3 — аеренхіма первинної кори; 4 — крохмаленосна піхва (ендодерма); 5 — паренхіма серцевинних променів; 6 — судинно-волокнисті пучки; 7 — камбій

5. На прикладі льону (*Linum usitatissimum*) розглянути та замалювати не пучковий тип будови стебла.

У льону (*Linum usitatissimum*) дуже рано з'являється суцільний шар камбію, що утворює пізніше суцільний циліндр деревини і лубу, тому стебло льону розглядається як таке, що має непучкову будову.

Тонкі поперечні зрізи льону обробляють хлорцинкйодом і розглядають спочатку при малому, а тоді при великому збільшенні мікроскопа. Перш за все кидається в очі суцільне широке кільце деревини, елементи якої розміщені правильними радіальними рядами; решта тканин, розміщені до периферії, а також і всередину від ксилеми зафарбувались в фіолетовий колір; в центрі наявна порожнина.

Після цього вибирають найтонше місце зрізу і переводять мікроскоп на велике збільшення. На краю зріза видно порівняно великі клітини епідерми, вкриті жовтуватою кутикулою. За епідермою лежить шар дрібних клітин хлорофілоносної паренхіми кори (*рис. 147*).

За хвилястим рядом клітин крохмальної піхви розміщені щільні групи товстостінних, порівняно великих клітин, округлих або багатограних; в більш грубих місцях зрізу вони залишилися білими блискучими, а в тонких місцях просочились хлор-цинк-йодом і стали фіолетовими. Це луб'яні волокна льону.

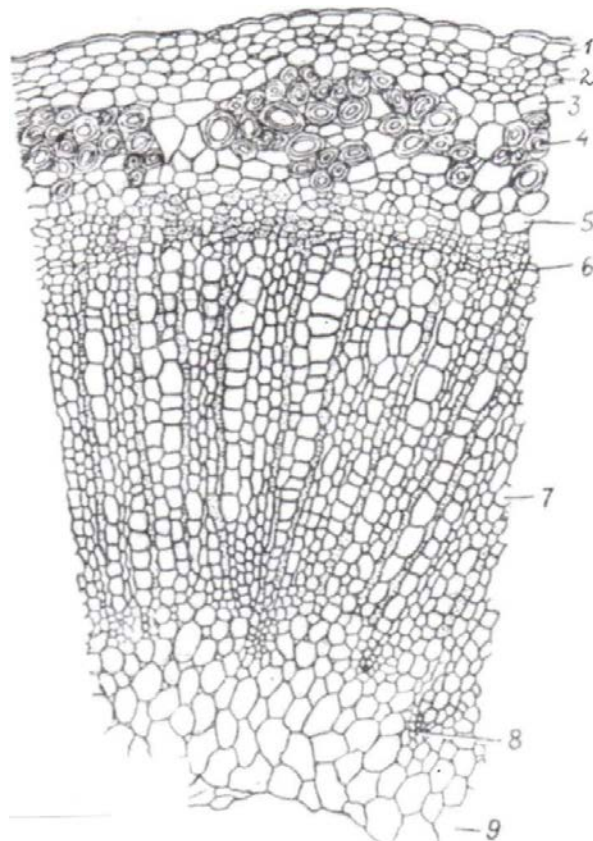


Рис. 147. Стебло льону (поперечний зріз):

1 – епідерма, 2 – кора паренхіма, 3 – ендодерма, 4 – луб'яні волокна, 5 – флоема (ситовидні трубки та клітини-супутниці), 6 – камбій, 7 – вторинна ксилема, 8 – первинна ксилема, 9 – серцевина

6. На прикладі липи (*Tilia cordata*) розглянути та замалювати анатомічну будову стебла дерев'янистих рослин.

На тонкому поперечному зрізі 3-4 річного пагона липи, обробленому флороглюцином і соляною кислотою при малому збільшенні мікроскопа видно, що навкруг невеликої серцевини розміщені концентричними кругами річні кільця деревини, окрашені реактивом в малиново-червоний колір. Навкруг деревини добре помітна темна смужка камбію. За камбієм розміщений ряд флоєми. Трикутники флоєми сплетені прошарками склеренхіми, що почервоніли від флороглюцину. Між ділянками флоєми розміщені трикутники паренхіми і від вузької вершини

паренхімного трикутника за камбієм в деревину тягнеться радіальний ряд клітин з темним вмістом - це радіальні (серцевинні) промені, що служать для переміщення речовин в горизонтальному напрямку, у флоемі вони розширені до периферії, а в ксилемі представлені одним рядом клітин. Ділянки флоєми і паренхіма серцевинних променів, що розділяє ділянки флоєми становлять так звану вторинну кору, на зовні від якої починається первинна кора (*рис. 148*).

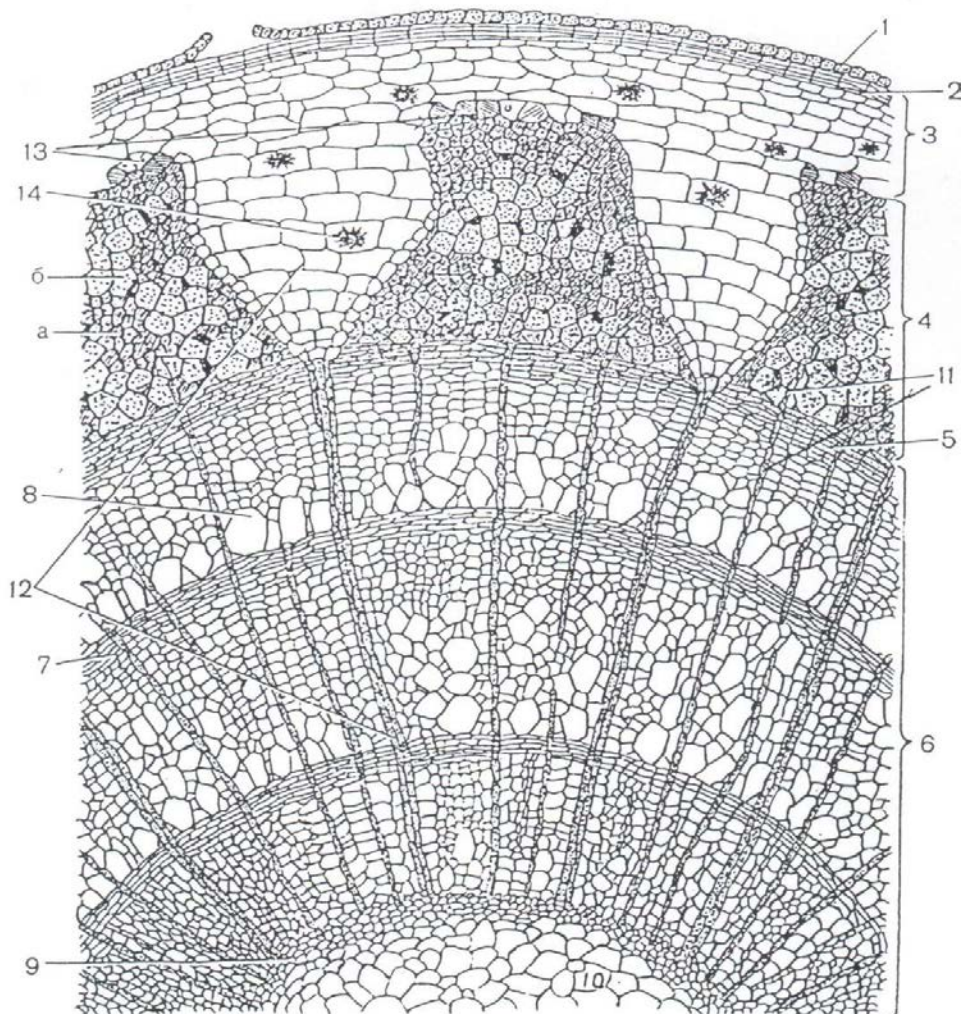


Рис. 148. Поперечний переріз через трирічну гілку липи:

1 – епідерміс; 2 – перидерма; 3 – первинна кора; 4 – луб, де чергуються твердий луб – луб’яні волокна (а) і м’який луб – ситовидні трубки; 5 – камбій з прилеглими до нього новоутвореним приростом; 6 – три річних кільця деревини; 7 – межа між ними (лібриформ); 8 – широко порожнинні судини деревини; 9 – залишки первинної ксилеми; 10 – серцевина; 11 – вторинні серцевинні промені; 12 – первинні серцевинні промені; 13 – залишки первинної флоєми; 14 – паренхімні клітини з кристаликами оксалату кальцію серед тканин первинної кори та первинних серцевинних променів

7. Розглянути на готовому препараті поперечний переріз стебла сосни (*Pinus sylvestris*). Замалювати схематичний сектор і зробити позначення гістологічних елементів та їх комплексів.

На постійному препараті сосни звичайної (*Pinus sylvestris*) здерев’янілі тканини окрашені в червоний колір, а нездерев’янілі - в фіолетовий або синій. При малому збільшенні в центрі видно невелику ділянку серцевини, навкруг якої правильними радіальними рядами розміщуються клітини деревини; остання складається з однорідних елементів, які тільки до периферії кожного річного шару стають дрібнішими. В деревині розкидані смоляні ходи, стінки яких утворені живими клітинами; з живих клітин складаються і вузькі радіальні промені. Шар камбію ясно відрізняється від деревини і ніби непомітно переходить у флоему. Флоєма складається з дуже дрібних плоских, вузьких елементів, що пересікаються тангентальними рядами більших округлих клітин (*рис. 149*).

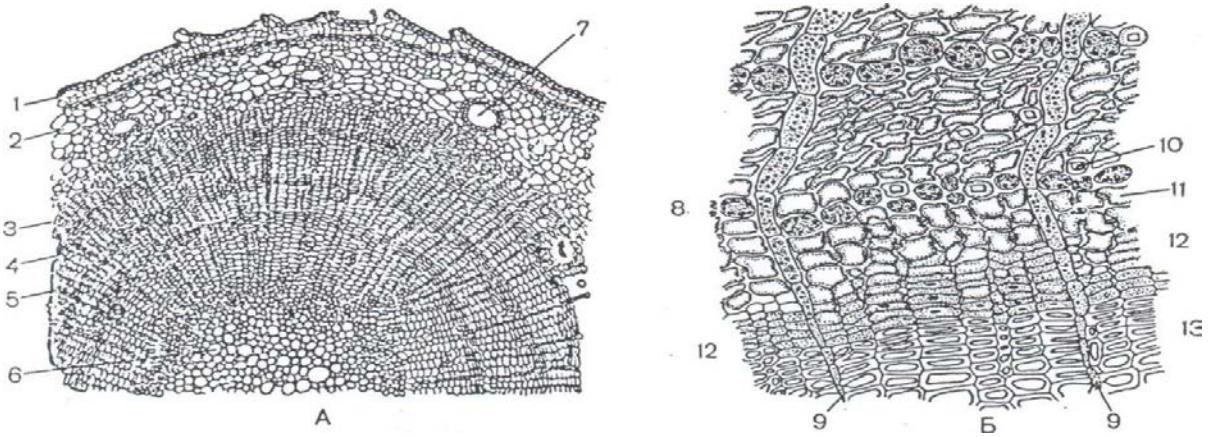


Рис. 149. Будова стебла сосни:

- А. Частина поперечного перерізу: 1 – перидерма; 2 – первинна кора; 3 – флоема; 4 – камбій; 5 – ксилема; 6 – серцевина; 7 – смоляний хід.
- Б. Флоема і камбій з прилягаючими трахеїдами: 8 – луб’яна паренхіма; 9 – серцевинні промені; 10 – клітини з кристалами; 11 – ситовидні трубки; 12 – камбій; 13 – ксилема

Перидерма сосни складається із неправильних шарів тонкостінних опробковілих клітин що змінюються дрібнішими, товстостінними, здерев’янілими клітинами.

Після цього розглядають елементи флоєми і ксилєми при великому збільшенні. Для цього в центрі поля зору ставлять шар камбію і досліджують елементи, що прилягають до нього з обох сторін.

Осіння деревина сосни складається з трахеїд з грубими оболонками і вузькою порожниною клітини. Ні трахей (судин) ні лібриформу у хвойних нема; трахеїди одночасно виконують роль провідної і механічної тканини.

У флоємі сосни відсутні клітини-супутники.

Питання для самоконтролю і розвитку мислення:

1. Охарактеризуйте призначення і функції стебла, як осьової частини пагона.
2. Якими структурами представлена провідна система стебла?
3. Які елементи входять до складу судинно-волокнистих пучків?
4. Опишіть первинну анатомічну будову стебла дводольних.
5. Які особливості анатомічної структури однодольних Ви знаєте?
6. Чому стебло соняшника представляє перехідний тип будови стебла?
7. Охарактеризуйте пучковий тип будови стебла.
8. Чим відрізняються відкриті і закриті провідні пучки? – повні і неповні?
9. Чим відрізняється механічна тканина стебла трав’янистих і дерев’янистих рослин?
10. Де розміщений діючий шар камбію в переважній більшості деревних рослин.
11. Які особливості анатомічної будови сосноподібних відомі Вам?
12. Що значить поняття «непучковий» тип будови стебла?

Матеріали та обладнання:

1. Різні типи анатомічної будови стебла трав’янистих і дерев’янистих рослин – таблиці.
2. Мікропрепарати: первинна будова стебла, перехідний тип будови стебла, пучковий тип будови стебла, непучковий тип будови стебла, будова стебла липи, поздовжній і поперечний зрізи стебла сосни.

Література:

1. Брайон О.В., Чикаленко В.Г. Анатомія рослин. – К.: Вища школа, 1992. – С. 133-172.
2. Григора І.М., Шабарова С.І., Алейніков І.М. Ботаніка. – К.: Фітосоціоцентр, 2004. – С.106-121.
3. Потульницький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О. Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин. – К.: Вища школа, 1971. – С.112-152.
4. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995. – С.204-229.

Лабораторна робота №18

Тема: Загальна будова квітки.

Мета: Ознайомитись із загальною будовою квітки, видами квітколожа, типами квіток за симетрією оцвітину, простою і подвійною, вільнопелюстковою і зрослопелюстковою оцвітину, навчитися писати формули і діаграми квіток.

Теоретичні питання:

1. Квітка, як репродуктивний орган рослин.
2. Оцвітину. Проста оцвітину. Подвійна оцвітину. Віночкоподібна оцвітину. Чашечкоподібна оцвітину. Квітки без оцвітину.
3. Основні та допоміжні члени квітки.
4. Симетрія квітки. Актиноморфні, зигоморфні та асиметричні квітки.
5. Формула квітки.

Завдання:

1. Ознайомитись із загальним планом будови квітки; основними та допоміжними її членами, типами квітколожа. Замалювати схеми.
2. Розглянути та замалювати подвійну зрослопелюсткову оцвітину дзвіночків і подвійну вільнопелюсткову оцвітину лобелії.
3. Розглянути та замалювати просту віночкоподібну оцвітину тюльпана або конвалії.
4. Розглянути та замалювати просту і подвійну оцвітину в рослин.
5. Розглянути та замалювати актиноморфну оцвітину картоплі та зигоморфну білої акації.
6. Скласти формули та діаграми квіток гороху, вишні, груші, тюльпана, шипшини, жовтецю.

Основні відомості

Квітка (flos) являє собою видозмінений, укорочений, нерозгалужений, обмежений у рості пагін, пристосований до утворення спор і гамет. Складається із безплідних (стерильних) і плідних (фертильних) частин (*рис. 150*). До *стерильних* частин стеблового походження відносяться квітконіжка і квітколоже, а листового походження - квітколистки, що складають *оцвітину*. До *фертильних* складових квітки, що забезпечують запилення і плодоутворення, належать: маточка - структурно-функціональна одиниця гінецей і андроцей - сукупність тичинок [3].

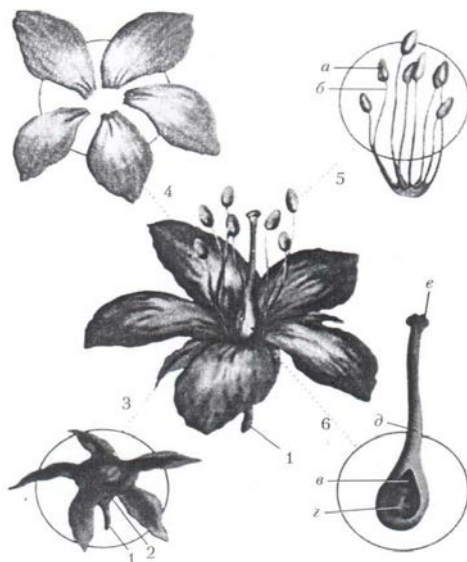


Рис. 150. Будова квітки:

1 – квітконіжка; 2 – квітколоже; 3, 4 – оцвітину: 3 – чашечка із чашолистків, 4 – пелюстки віночка; 5 – андроцей – сукупність тичинок: а – пиляк, б – тичинкова нитка; б – маточка: в – зав'язь, г – насінні зачатки, д – стовпчик, е – приймочка

У залежності від періодичності цвітіння розрізняють рослини *монокарпічні*, що розцвітають один раз у житті, і *полікарпічні*, що цвітуть декілька чи багато разів. Тривалість цвітіння також різна. Наприклад, кактус "цариця ночі" цвіте одну ніч, а деякі орхідеї - два місяці.

З метою умовного відображення будови і розміщення частин квітки використовують *формулу*, яка складається з сукупності букв, цифр та символів, наданих у певній послідовності. Користуються такими умовними знаками: морфологічно різні кола (кільця) складових частин квітки - позначають певними буквами (просту оцвітину чашечковидну - Ca, віночок - Co, андроцей - A, гінецей - G), кількість складових даного кола - цифрами; коли число їх не фіксоване чи велике - знаком нескінченності а повну відсутність - нулем; зрощення членів даного кола - дужками; розміщення тих чи інших органів кількома колами - знаком +; верхню і нижню зав'язь позначають рисою, під або над цифрою, що вказує число плодолистків; зигоморфність позначається стрілкою ↗ або вертикальною рисою з двома крапками по боках •|•, актиноморфність - зірочкою * або кружечком з хрестиком ⊕; одностатеві тичинкові квітки - знаком Марса ♂, одностатеві маточкові - знаком Венери ♀, двостатеві - ⊕♂♀. Також зазвичай складають *діаграму* - схематичну проекцію квітки на площину (*рис. 151*).

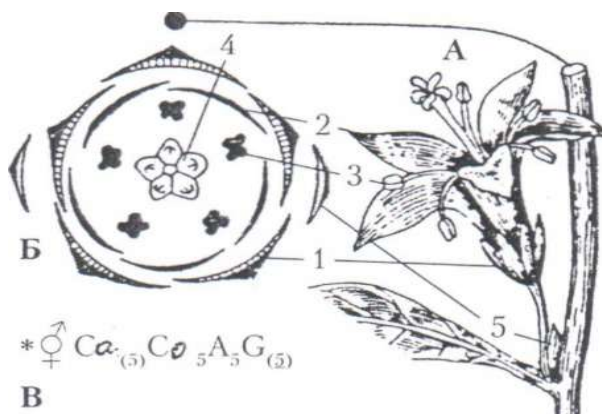


Рис. 151. Діаграма і формула квітки:

A – квітка, Б – діаграма квітки, В – формула квітки; 1 – чашолистки, 2 – пелюстки, 3 – тичинки (андроцей), 4 – маточка (ценокарпний гінецей), 5 – приквітка

Квітконіжка - стеблоподібна частина, за допомогою якої квітка прикріплюється до стебла. Вона характеризується такими ознаками, як довжина, товщина, форма у поперечному розрізі, положення в просторі, опушеність тощо. Якщо квітконіжка відсутня, квітка називається сидячою. Біля основи квітконіжки може бути 1 - 2 *приквітнички*, або *брактеї* [3].

Квітколоже - вкорочена головна вісь квітки із сильно зближеними вузлами, на якій кільцями (*циклічно*), або по спіралі (*ациклічно*), а іноді першим і другим чином (*геміциклічно*) розміщені всі інші частини квітки. Квітколоже може бути плоским, різною мірою опуклим, увігнутим і мати різну форму, розміри, виповненість, консистенцію (*рис. 152*). У разі середньої чи нижньої зав'язі чашо- або глечикоподібне квітколоже зростається з основою чашолистків, тичинкових ниток, зав'яззю і утворює *гіпантій* (*рис. 152, 6*).

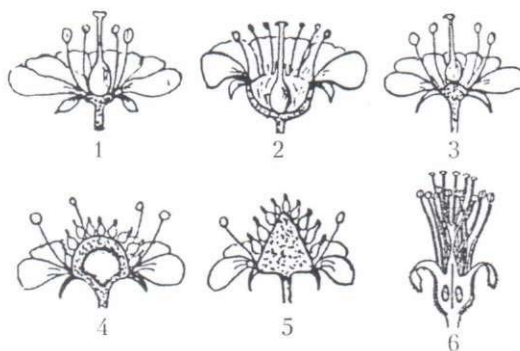


Рис. 152. Квітколоже за формою і будовою:

1 – плоске, 2 – увігнуте чашоподібне, 3 – опукле, 4 – напівкулясте, порожнє, 5 – конічне виповнене, 6 – гіпантій

Морфоструктура квітколожа враховується у систематиці, діагностиці рослин та лікарської рослинної сировини.

Оцвітина - perigonium (P) (*рис. 153*) - буває *подвійною, складною, або гетерохламідною*, якщо складається з різних за зовнішнім виглядом і забарвленням чашечки (Ca) і віночка (Co), і *простою, або однорідною*, якщо складається з однакових листочків: чи то зелених, непоказних, тоді оцвітина *чашечковидна, або монохламідна* (P^{Ca}), чи то яскраво забарвлених або білих, тоді оцвітина *віночковидна, або гомохламідна* (P^{Co}). У випадку відсутності оцвітини (P_0) квітка вважається *голою, безпокритою, або ахламідною* [3].

При зростанні квітколожа з листками оцвітини і тичинковими нитками утворюється *гіпантій, або квіткова трубка* (*рис. 153*) (розоцвіті, жостерові, гарбузові). Досить часто після запліднення гіпантій розростається і утворює соковитий оплодень (яблуко, гарбузина).

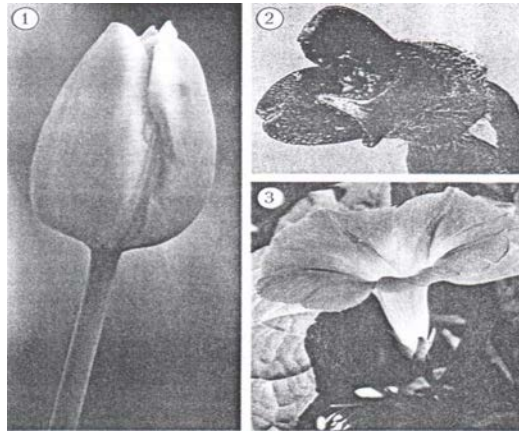


Рис. 153. Види оцвітини:

1 – оцвітина проста віночковидна, 2 – оцвітина проста чашечковидна, 3 – оцвітина подвійна

За характером *симетрії* (*рис. 154*) квітки підрозділяються на *симетричні актиноморфні, або правильні* (*) - осей симетрії дві і більше; *симетричні зигоморфні, або неправильні* (↗) - вісь симетрії одна; *асиметричні* (↘) - без жодної осі симетрії (каннові, зозулинцеві).

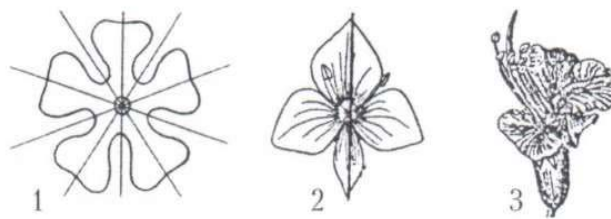


Рис. 154. Симетрія квітки (за Сербінім А.Г.):

1, 2 – квіти симетричні: 1 – правильна, актиноморфна, 2 – неправильна, зигоморфна; 3 – квітка асиметрична

Чашечка - calyx (Ca) - складається із зелених, інколи забарвлених чи видозмінених *чашолистків*: захищає внутрішні частини квітки від ушкоджень, температурних коливань, фотосинтезує, сприяє запиленню і поширенню рослин. Чашечка (*рис. 155*) характеризується симетрією (*правильна, неправильна*), наявністю і ступенем зростання чашолистків (*вільнолиста, зрослолиста* різною мірою: *лопатева, або зубчаста; розділена; розсічена*), кількістю і характером розташування чашолистків, формою, забарвленням, опушенням. За терміном існування та особливостями функціонування чашечка може бути такою, що швидко опадає, опадає разом з віночком, залишається при плодах, розростається, забарвлюється, видозмінюється у придатки, які сприяють розповсюдженню плодів (Ca^m), редукує (Ca^r) тощо. У деяких рослин (суниця, перстач, калачики, алтея) при основі чашечки розвиваються листочки, які утворюють *підчашу* (*рис. 155*). Усі ці ознаки чашечки мають систематичне і діагностичне значення.

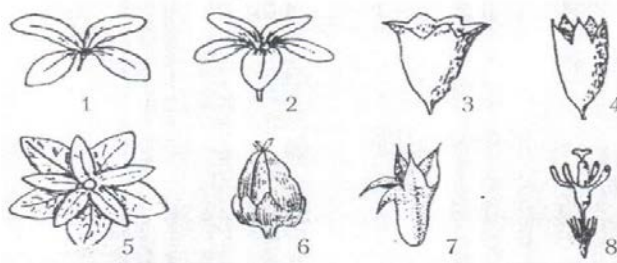


Рис. 155. Чашечка: різноманітність форм і метаморфозів:

1-2 – чашечки правильні вільно листі: 1 – хрестовина – чотири полярно супротивних чашолистки в одному (Ca_4) чи у двох колах (Ca_{2+2}), 2 – зірчаста Ca_5 – п'ять вільних чашолисток; 3-6 – чашечки пральні зрололисті: 3 – дзвоникувата, 4 – трубчаста – $Ca_{(5)}$ – чашолисток п'ять, трубка різної довжини і ширини, відгин невеликий, зубчастий, 5 – зірчаста з під чашею – $Ca_{(5)+(5)}$; 6 – розросла при плоді; 7 – чашечка неправильна, зросло листа, двогуба – чашолисток п'ять, з них три утворюють верхню губу, а два – нижню (чи навпаки), трубка коротка; 8 – чашечка редукована до волосистого чубчика (Ca^∞)

Віночок - corolla (Co) - внутрішня, яскрава чи біла частина подвійної оцвітини, що складається з *пелюсток*. Віночок захищає фертильні частини квітки, приваблює запилювачів. Пелюстки деяких квіток мають добре виражену звужену нижню частину - *нігтик* і розширену, відігнуту верхню частину - *відгин*. Пелюстки без нігтика називаються *сидячими*. Іноді пелюстки мають *нектарники* різної будови, у тому числі у вигляді медової ямки, прикритої чи не прикритої лусочкою (*рис. 156*). Якщо пелюстки вільні, то *віночок вільнопелюстковий*. *Зрослопелюсткові віночки* мають *трубочку*, *відгин* та *зів* на їх межі. Типи і форми віночків дуже різноманітні (*рис. 156*), видоспецифічні, тому разом з іншими морфологічними ознаками мають систематичне і діагностичне значення [3].

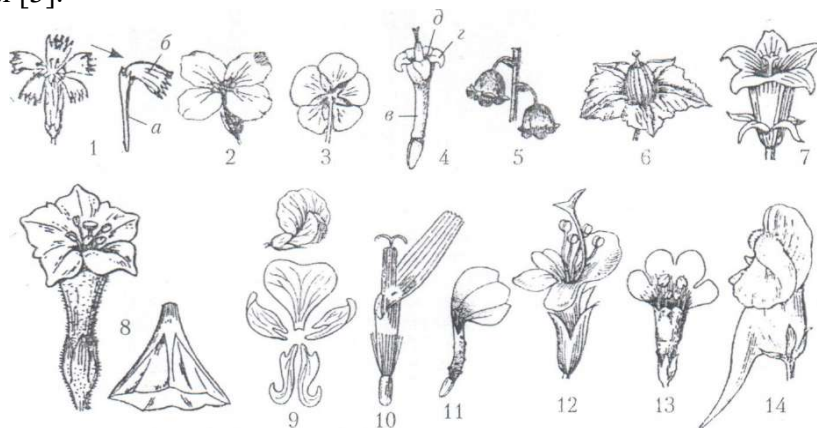


Рис. 156. Типи і форми віночків (за Сербінім А.Г.):

1-3 – правильні вільно пелюсткові: 1 – гвіздковидний з нігтиком (а) і відгином (б), 2 – хрестовидний, 3 – зірчастий;
 4-8 – правильні зрослопелюсткові: 4 – трубчастий із трубкою (в) і зубчастим відгином (г), 5 – бубенчастий,
 6 – колесовидний, 7 – дзвоникуватий, 8 – лійковидний, 9 – неправильний вільнопелюстковий – метеликовий;
 10-15 – неправильні зрослопелюсткові: 10 – язичковий, 11 – псевдо язичковий, 12 – двогубий, 13 – однозубий,
 14 – личинковидний зі шпоркою

Правильні вільнопелюсткові віночки (рис. 156): гвіздковидний - пелюсток п'ять, нігтик довгий, відгин широкий; *хрестовидний* - утворений чотирма попарно супротивними пелюстками, нігтик більш-менш виразний, відгин широкий; *зірчастий* - пелюсток п'ять, нігтик короткий, відгин широкий.

Правильні зрослопелюсткові віночки (рис. 156): трубчастий - утворений п'ятьма пелюстками, що зростаються в циліндричну трубку, відгин короткий зубчастий або невиражений; *кулястий (бубенчастий)* - трубка кулясто здута, відгин зубчастий; *колесовидний* - трубка дуже коротка, відгин широкий; *дзвоникуватий* — трубка до верхівки поступово розширена, відгин зубчастий або лопатевий; *лійковидний* - трубка довга, вузька, розширена вгорі, відгин цілісний, зубчастий чи лопатевий.

До *неправильних вільнопелюсткових віночків* відноситься *метеликовий* (бобові) (*рис. 156*), що складаються з п'яти пелюсток: однієї великої - *вітрила*, чи *прапора*, двох бічних дрібних, вільних - *весел*, і двох дрібних, частково зрослих, що утворюють *човник*.

Неправильні зрослопелюсткові віночки (*рис. 156*): *язичковий* (айстрові) - пелюсток п'ять, трубка дуже коротка, відгин довгий, п'ятизубчастий; *псевдоязичковий* - із трьох зрослих пелюсток, трубка дуже коротка, відгин язичковий, тризубчастий; *двогубий* (губоцвіті) - трубка більш чи менш розвинена, відгин двогубий - верхня губа дволопатева, нижня - трилопатева; *одногоубий* - це двогубий з недорозвиненою нижньою або верхньою губою; *личинковидний* - обидві губи розвинені, нижня дуже здута, біля основи має шпорку — вузький; загострений порожнистий виріст; *наперстковидний* — має косо зрізану трубку і невиразний відгин. *Асиметричні віночки* (*рис. 156*) складаються з пелюсток, які різні за формою, розмірами чи частково накладаються одна на одну. Іноді квітки мають додатковий віночок - *привіночок* (*рис. 156*).

Стать квітки визначається наявністю тичинок і маточок. *Квітки двостатеві* (♂♀) - з тичинками і маточками, *одностатеві* - тільки з тичинками, тоді вони *тичинкові*, або *чоловічі* (♂), чи тільки з маточкою, тоді вони *маточкові*, або *жіночі* (♀). *Квітки безстатеві*, або *стерильні*, без тичинок і маточок (A_0G_0). Якщо чоловічі і жіночі квітки знаходяться на одній особині, *рослина однодомна* (кукурудза, рицина, береза, дуб), якщо ж на різних особинах - *рослина дводомна* (кропива, хміль, обліпіха). Рослина вважається *багатодомною* у випадку, коли має і двостатеві, і одностатеві квітки.



Рис. 157. Приклади квіток з різноманітними ознаками оцвітини (за Сербіним А.Г.):

1-8 - квітки з *подвійною актиноморфною оцвітиною*: 1, 2 - чашечка п'ятирозсічена, залишається при плодах, віночок дзвоникуватий (*беладона*), 3, 4 - віночок коротколійковидний, чашечка дзвоникувата, п'ятилопатева, спочатку зелена, при плодах оранжева, велика, здута ліхтарикоподібно, на верхівці зімкнута лопатями (*фізаліс*), 5 - чашечка п'ятироздільна, з підчашею, залишається при плодах, віночок зірчастий (*лаватера*), 6 - чашечка із двох вільних, щільно зімкнених чашолистків, при бутоні ковпачкова, при розкритті квітки опадає (*ешольція*), 7 - чашечка трубчаста, віночок трубчато-лійковидний, відгин складчастий, п'ятилопатевий, у бутоні скручений (*дурман*), 8 - чашечка вільнолиста, забарвлена, пелюстки вільні, косо-лійковидні, зі шпоркою, направленою вниз (*орлики*); 9-14 - квітки з *подвійною зигоморфною оцвітиною*: 9 - чашечка глибоко-двогуба, віночок метеликовий (*люпин*), 10 - чашечка яскрава, соковита, при основі зрослолиста, віночок зрослопелюстковий, п'ятизубчастий, кишеньковидний (*гіпоцирта*), 11,12 - чашечка двогубо-дзвоникувата, з поперечним щитковидним виростом на верхній губі; при плодах розділяється на дві стулки, з яких верхня опадає, а нижня залишається; віночок з довгою, колінчасто зігнутою, поступово розширеною доверху трубкою і двогубим відгином; верхня губа шоломовидна, при основі з двома бічними лопатями (*шоломниця*), 13 - чашечка з п'ятьма яйцевидними чи ланцетними долями, віночок дещо неправильний, наперстковидний (*наперстянка*), 14 - чашечка п'ятироздільна, віночок двогубий, із закритим зівом і довгою шпоркою (*льон*); 15-18 - квітки з *простою оцвітиною*: 15 - оцвітина зигоморфна, віночкоподібна, квітколистків чотири: верхні два

зрослі, бічні вільні, нижній утворює мішковидно здуту губу (*зозуліні черевички*), 16 - оцвітину актиноморфна, чашечкоподібна з шести квітколистіків, розміщених двома колами, 17, 18 - оцвітину актиноморфна, віночкоподібна з дзвоникувато-трубчастим привіночком (*нарцис*), 19 - *асиметрична квітка*, віночок із п'яти пелюсток своєрідної форми (*фіалка*); 20 - *квітка з нектарниками* на пелюстках - медовими ямками, прикритими лусочкою (*пшінка*).

Хід роботи:

1. Ознайомитись із загальним планом будови квітки; основними та допоміжними її членами, типами квітколожа. Замалювати схеми.

Квітка – це вкорочений пагін, всі частинки якого зазнали глибокого метаморфозу і пристосувалися до забезпечення статевого процесу і утворення насіння та плодів. Квітка завжди розташована на кінці головної осі пагона або на бічних осях і має обмежений ріст. Усі частини квітки закладаються на квітколожі. Більшість квіток знаходиться на квітконіжках, але значна частина їх квітконіжок не мають, тому їх називають *сидячими*. Квітколоже буває *плоске* (у півонії), *конічне* (у малини), *втягнуте* (у гравілату), *увігнуте* (у вишні, троянди). Двостатева квітка має таку будову: на нижній частині квітколожа формуються чашолистки, за ними вище розташовані пелюстки, потім тичинки, в центрі – маточка, яка завершує вісь органа. Квітки бувають *двостатеві*, *різностатеві* і *стерильні*. У *двостатевих квіток* (дзвоникові, злакові) розвивається тичинка і маточка (*рис. 158, 159*).

Якщо чоловічі і жіночі квітки знаходяться на одній рослині, то такі рослини називаються *однодомними* (кукурудза, береза). У *дводомних* рослин на одних екземплярах формуються чоловічі квітки, на інших – жіночі.

Стерильні квітки зустрічаються у багатьох представників айстрових. Наприклад, у соняшника основну масу в кошику займають трубчасті квітки. Крайові ж стерильні, вони не дають плодів, їх називають *несправжніми*. Вони виконують функцію приваблювання комах для запилення.

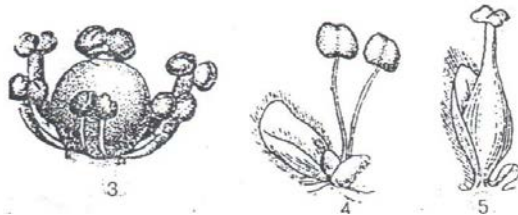
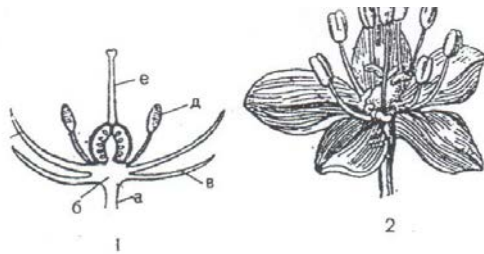


Рис. 158. Загальна будова квітки:

1 – схема двостатевої квітки: а – квітконіжка, б – квітколоже, в – чашечка, г – віночок, д – тичинка, е – маточка;
2 – квітка з простою віночковидною оцвітину у гречки;
3 – двостатева квітка без оцвітину у образків;
4 – тичинкова квітка верби; 5 – маточкова квітка верби



Рис. 159. Форми квітколожа:

1 – плоске; 2 – випукле; 3 – увігнуте

Чашечка – нижня частина квітки, яка складається з листочків (чашолистіків). У більшості випадків листочки зеленого забарвлення і нагадують віночок. За симетрією чашечка буває *актиноморфною* (через яку можна провести кілька площин симетрії) і *зигоморфною* - з однією площиною симетрії. Віночок розташований за чашечкою і утворює наступне коло кола оцвітину. Характерним для віночка є яскраве забарвлення. *Віночок* буває *актиноморфним* і *зигоморфним*.

2. Розглянути та замалювати подвійну зрослопелюсткову оцвітину дзвіночків і подвійну вільнопелюсткову оцвітину лобелії (рис. 160).

Оцвітину утворюють чашечка і віночок. Якщо оцвітину від диференційована на виразну чашечку і віночок, тоді її називають *подвійною* (у дзвоників, хрестоцвітних). У багатьох видів рослин оцвітину забарвлена в один колір, її називають *простою*. За характером забарвлення

проста оцвітина буває *чашечкоподібною* (у буряка, щавлю), або *віночкоподібною* (у тюльпана, лілії).

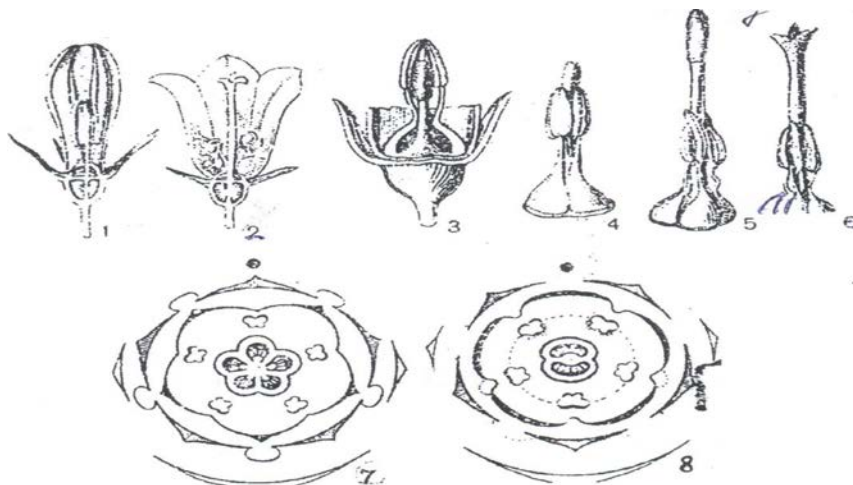


Рис. 160. Дзвоникові (Campanulaceae):

1,2 – поздовжні розрізи квіткі дзвоника (на різних стадіях); 3-6 – послідовні фази розвитку маточки і тичинки;
7 – діаграма квіткі дзвоника; 8 – діаграма квіткі лобелії

3. Розглянути та замалювати просту віночкоподібну оцвітину тюльпана або конвалії (рис. 161).

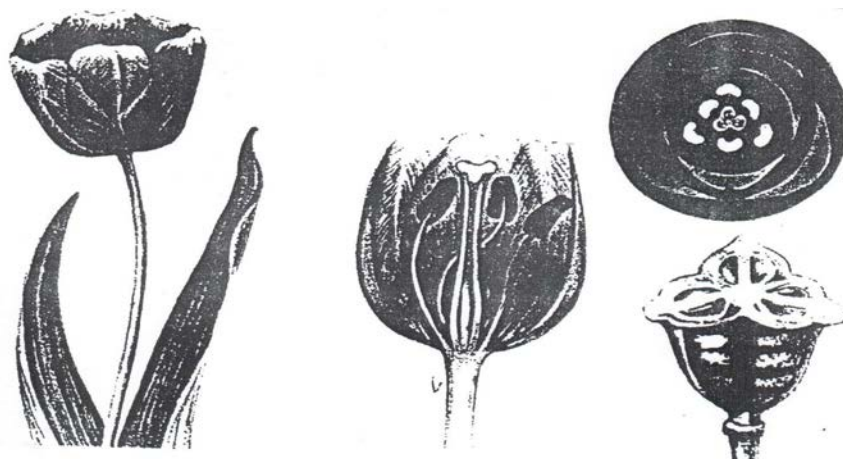


Рис. 161. Проста віночкова видна оцвітину тюльпана

4. Розглянути та замалювати просту і подвійну оцвітину в рослин (рис. 162).

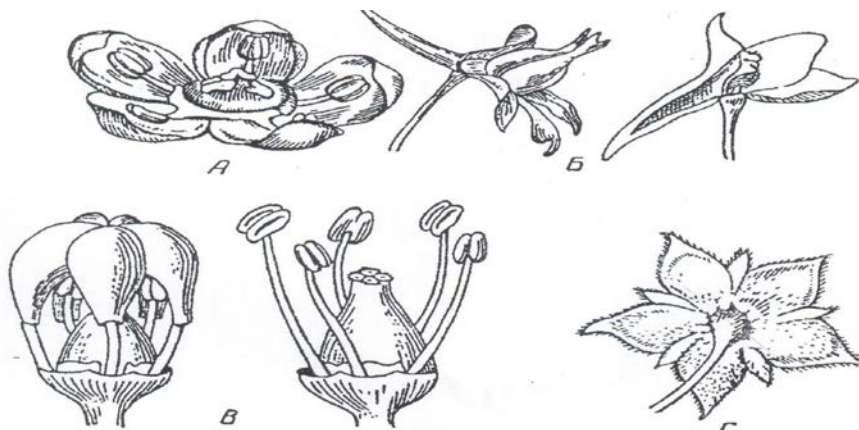


Рис. 162. Квіткі з різними видами оцвітини:

А – проста чашечковидна зелена оцвітину квіткі буряка; Б – проста віночкова видна асиметрична оцвітину квіткі сокирок;

В – подвійна, але з редукованою чашечкою оцвітина квітки винограду; Г – чашечка з підчашинням, утворена прилистками (вовче тіло болотне)

5. Розглянути та замалювати актиноморфну оцвітину картоплі та зигоморфну білої акації (рис.163).

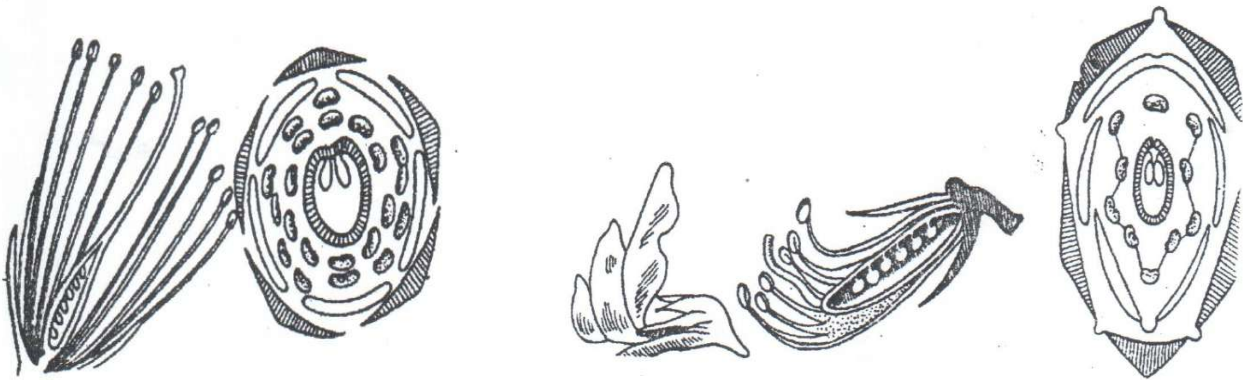


Рис. 163.

Актиноморфна оцвітину картоплі

Зигоморфна оцвітину білої акації

6. Скласти формули та діаграми квіток гороху, вишні, груші, тюльпана, шипшини, жовтецю (рис. 164, 165).

Будову квітки позначають відповідними формулами і діаграмами. Для формул застосовують умовні позначення, а також літерну і числову символіку. Діаграма квітки – схематична проекція її членів на площину.



Рис. 164. Груша (*Pyrus communis*):

1 – квітуча гілка; 2 – квітка в розрізі; 3 – плід у розрізі;
4 – діаграма квітки; 5 - формула

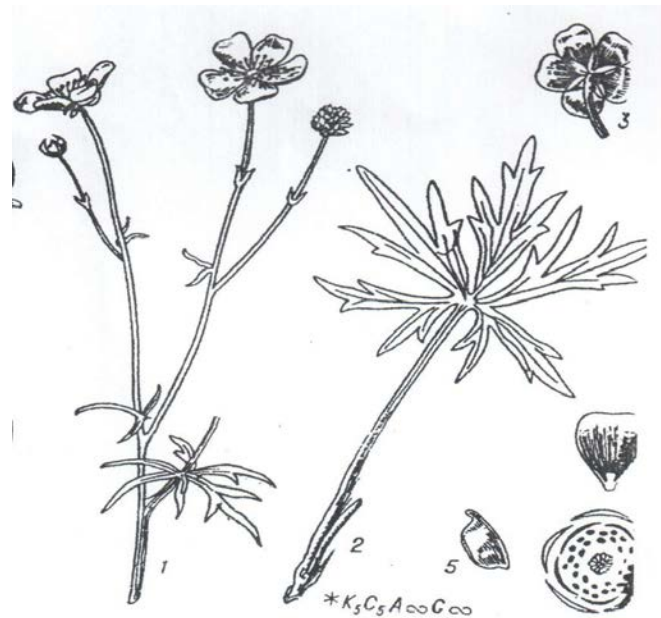


Рис. 165. Жовтець їдкий (*Ranunculus acris*):

1 – загальний вигляд; 2 – листок; 3 – квітка знизу;
4 – пелюстка з нектарником; 5 – плід;
6 – діаграма квітки; 7 – формула квітки

Питання для самоконтролю і розвитку мислення:

1. Що являє собою квітка?
2. Які елементи квітки утворюють оцвітину?
3. Чим характерна проста оцвітина?
4. Які елементи обов'язково входять до складу подвійної оцвітини?
5. Що означають поняття: квітка актиноморфна, зигоморфна, асиметрична? Наведіть приклади.
6. Що являє собою діаграма квітки?
7. Якими літерами позначають члени квітки при написанні формули? Як використовують числові позначення?
8. Чи може квітка виконувати свої функції без оцвітини? Наведіть приклади.
9. Що означає поняття «редукована оцвітина»? Наведіть приклади.

Матеріали та обладнання:

1. Будова квітки, основні та допоміжні члени квітки, типи оцвітини, форми квітколожа – таблиці.
2. Живі екземпляри рослин з різними типами оцвітини: актиноморфні, зигоморфні та асиметричні квітки.
3. Муляжні та гербарні зразки рослин.

Література:

1. Васильев А.В., Воронин Н.С., Еленевский А.Т. и др. Ботаника: Морфология и анатомия растений. - 2-е изд. - М.: Просвещение, 1988. - С.359-374.
2. Григора І.М., Шабарова С.І., Алейніков І.М. Ботаніка. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – С.121-128.
3. Сербін А.Г., Сіра Л.М., Слободянюк Т.О. Фармацевтична ботаніка. – Вінниця: Нова книга, 2007. – С. 109 – 115.
4. Стебляк М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995. – С.283-290.

Лабораторна робота №19

Тема: Суцвіття.

Мета: Вивчити морфологічну будову та класифікацію суцвіть.

Теоретичні питання:

1. Біологічна роль суцвіть.
2. Моноподіальні (ботричні) суцвіття.
3. Симподіальні (цимозні, верхоцвіті) суцвіття.
4. Прості та складні суцвіття.
5. Генетична класифікація суцвіть.

Завдання:

1. Розглянути та замалювати схеми простих і складних моноподіальних (ботричних) суцвіть.
2. Ознайомитись та замалювати схеми простих і складних симподіальних (цимозних) суцвіть.
3. Розглянути та замалювати схему генетичної класифікації суцвіть.
4. На гербарних зразках ознайомитись з різними видами суцвіть.

Основні відомості

Суцвіттям називають гілки або пагони з групою квіток, у яких звичайних вегетативних листків немає, а розвинені лише прицвітки.

За характером галуження суцвіття бувають *моноподіальні* (ботричні, бокоцвіті, необмежені) і *симподіальні* (цимозні, верхівкові, обмежені). У ботричних суцвіть цвітіння починається з нижніх квіток і йде у висхідному порядку; у цимозних суцвіть – у зворотньому.

У простих суцвіть розгалуження першого порядку завершується квітками, в складних – можуть бути ще розгалуження другого і третього порядків у вигляді вторинних суцвіть.

Прості моноподіальні (ботричні) суцвіття:

Китиця. На видовженій головній осі в пазухах прицвіток розташовані на квітконіжках приблизно однакової довжини поодинокі бічні квітки (хрестоцвіті, черемха, смородина, люпин, біла акація).

Колос. На видовженій осі в пазухах прицвіток розташовані сидячі квітки (подорожник, верба, граб).

Початок. Відрізняється від колоса потовщеною м'ясистою віссю (маточкові квітки кукурудзи, рогозу).

Щиток. Відрізняється від китиці тим, що квітконіжки нижніх квіток довші від верхніх, тому всі квітки розташовані в одній площині (груша, слива, яблуна).

Зонтик. На квітці головної укороченої осі бічні квітки відростають ніби з одного місця на квітконіжках однакової довжини, розміщуючись в одній площині або куполоподібно (цибуля, примула).

Головка. На укороченій головній осі щільно розташовано квітки з коротенькими квітконіжками (конюшина, черсак, миколайчики).

Кошик. Сидячі квітки розташовано щільно на укороченому потовщеному, дуже розширеному квітколожі, з опуклою, плоскою або увігнутою поверхнею. Зовні суцвіття прикрите обгорткою з одного або кількох рядів прицвіткових листків, зрослих або вільних (айстрові).

Сережка. Відрізняється від колоса тонкою віссю, що звисає. Після цвітіння все суцвіття опадає разом (тичинкові суцвіття верби, грецького горіха). Сережки вважають складними суцвіттями, бо на головній осі багатьох сережок розташовані не поодинокі квітки, а по декілька (тичинкові суцвіття ліщини, тополі, берези, осики).

Складні моноподіальні (ботричні) суцвіття:

Волоть. Характер розгалуження – складна китиця. Головна вісь на різній висоті дає відгалуження, які, в свою чергу, можуть також галузитись, утворюючи китиці, колоски або інші суцвіття (овес, полин, виноград).

Складний колос. На головній осі колосоподібно розташовано прості колоски (пшениця, жито, ячмінь).

Складний щиток. Головні бічні осі галузяться за типом щитка (горобина, калина, чорна бузина).

Складний зонтик. Складається з простих зонтиків, які називають зонтичками. При основі зонтиків і зонтичків нерідко є обгортки з прицвіткових листків (Зонтичні або Селерові).

Симподіальні (цимозні) суцвіття за кількістю бокових гілок поділяють на три групи: *однопроменеві* – монохазій; *двопроменеві* – дихазій і *багатопроменеві* – плейохазій.

Для них властивий симподіальний тип галуження, де бічні гілки переганяють головну.

Монохазій. Вісь кожного порядку суцвіття утворює лише одну квітку. Залежно від напрямку відходження гілок виділяють дві різновидності монохазії: *звивина* і *завійка*. Якщо осі суцвіття по чергово відходять то в один, то в другий бік, це буде звивина (гравілат). У завійки всі бічні осі і квіткі розташовані на один бік (медунка, незабудка, синяк).

Дихазій. Суцвіття з двома супротивними осями кожного порядку, за типом галуження нагадує несправжню дихотомію. Лише головна вісь закінчується єдиною квіткою, нижче якої закладається дві бруньки, що утворюють осі другого порядку. Кожна вісь, у свою чергу, закінчується квіткою і знову дає дві осі третього порядку і т.д. (гвоздичні).

Плейохазій, або несправжній зонтик. У цьому суцвітті вісь першого порядку закінчується квіткою, як і в дихазія, але з-під осі виходять не дві, а кілька осей, що завершуються квітками (молочай).

Хід роботи:

1. Розглянути та замалювати схеми простих і складних моноподіальних (ботричних) суцвіть.

2. Ознайомитись та замалювати схеми симподіальних (цимозних) суцвіть.

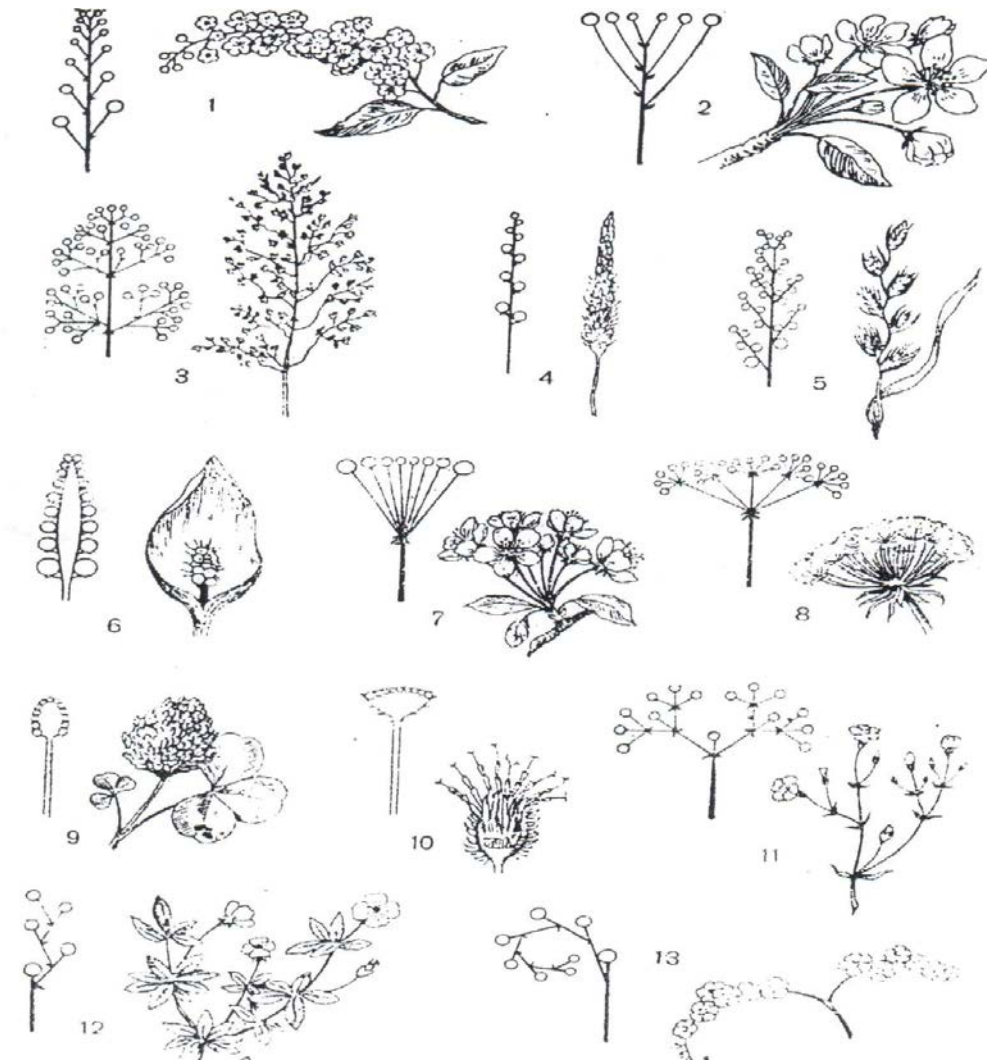


Рис. 166. Суцвіття:

Схема суцвіть: 1 – китиця, 2 – щиток, 3 – волоть, 4 – простий колос, 5 – складний колос, 6 – початок, 7 – простий зонтик, 8 – складний зонтик, 9 – головка, 10 – кошик, 11 – складний дихазій, 12 – звивина, 13 – завійка.

Суцвіття рослин: 1 – черемхи, 2 – груші, 3 – тонконога, 4 – подорожника, 5 – пшениці, 6 – білокрильника, 7 – вишні, 8 – моркви, 9 – конюшини, 10 – лопуха, 11 – гвоздики, 12 – перстача, 13 – незабудки



Рис. 167. Приклади суцвіть, різних за типом і морфологією:

1 - одностороння китиця (*мишачий горошок*); 2-5 - зонтики (*в'язіль, первоцвіт, цибуля, вишня*); 6 - головка (*астрагал*); 7, 8 - колос (*змійовик, подорожник*); 9 - початок з яскравим покривним листком (*антуриум*); 10 - сережка (*верба*); 11 - кошик (*артишок*); 12 - волоть (*бузок*); 13 - полігамний тирс: на верхівці чоловічі, а при основі жіночі суцвіття (*рицина*); 14, 15 - завійка і подвійна завійка (*живокіст*); 16, 17 - дихазії (*смілька, липа*); 18, 19 - мутовки дихазіїв у пазусі звичайних супротивних листків (*глуха кропива плямиста*) і розрослих, яскраво забарвлених супротивних приквіток (*бугенвілія*); 20 - переривчастий колос дихазіїв (*лаванда*)

3. Розглянути та замалювати схему генетичної класифікації суцвіть (схема 4).

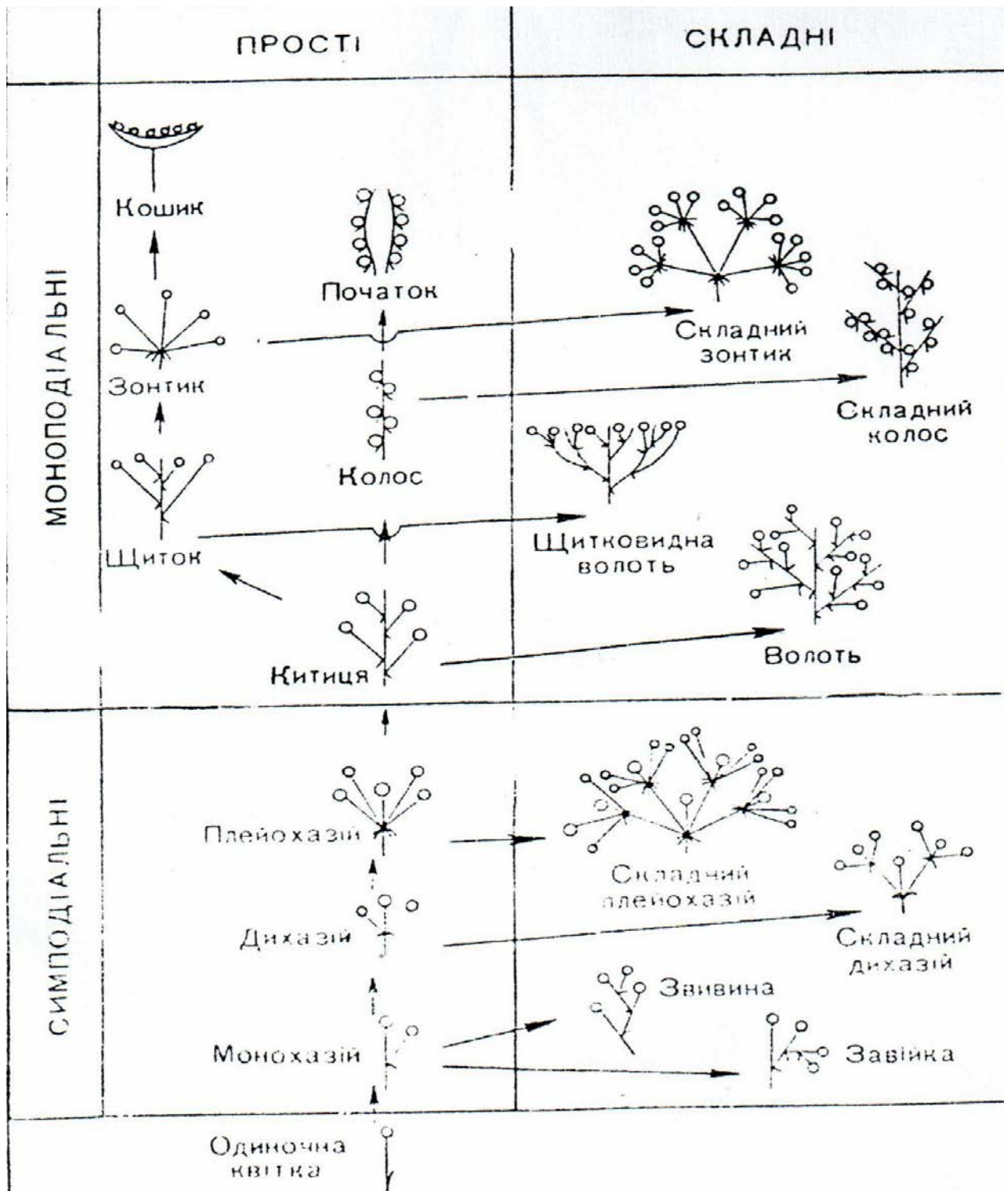


Схема 4. Генетична класифікація суцвіть

4. На гербарних зразках ознайомитись з різними видами суцвіть.

Питання для самоконтролю і розвитку мислення:

1. Що являє собою суцвіття?
2. Охарактеризуйте біологічну роль суцвіть.
3. Вкажіть характерні ознаки суцвіть китиця, зонтик, щиток. Наведіть приклади рослин.
4. Дайте ботанічну характеристику суцвіть простий колос, початок, головка, кошик. Наведіть приклади рослин.
5. Чим відрізняється сережка від простого колоса? Чому сережка вважається перехідним типом суцвіть між простими та складними?
6. Складні суцвіття – волоть, складний колос, складний щиток, складний зонтик.
7. Прості симподіальні (цимозні, верхоцвіті) суцвіття. Наведіть приклади.
8. Що означає поняття монохазій, дихазій, плейохазій?
9. Поясніть схему генетичної класифікації суцвіть.

Матеріали та обладнання:

1. Суцвіття, моноподіальні та симподіальні суцвіття, прості та складні суцвіття, схема генетичної класифікації суцвіть – таблиці.
2. Гербарні зразки суцвіть.
3. Живі екземпляри рослин з різними типами та видами суцвіть.

Література:

1. Васильев А.Е., Воронин Н.С., Еленевский А.Г. и др. Ботаника. Морфология и анатомия растений. – М.: Просвещение, 1988. – С. 295-310.
2. Потульницький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О. Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин. – К.: Вища школа, 1971. – С. 283-287.
3. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995. – С.311-317.

Лабораторна робота №20

Тема: *Андроцей.*

Мета: *Ознайомитись із типами андроцею, будовою тичинки, пиляка, пилкових зерен, процесами мікроспорогенезу.*

Теоретичні питання:

1. Визначення поняття «андроцей».
2. Тичинка, її призначення та будова.
3. Прості тичинки і розгалужені. Стамінодії.
4. Типи андроцею.
5. Мікроспора. Пилинка або пилкове зерно.
6. Мікроспорогенез.
7. Мікрогаметогенез.

Завдання:

1. Розглянути та замалювати типи андроцею та форми тичинок.
2. Розглянути на постійних препаратах і замалювати будову пиляка і пилкових зерен.
3. Ознайомитись із процесами мікроспорогенезу та мікрогаметогенезу у рослин.

Основні відомості

Тичинки (мікроспоролистки) – органи квітки, що несуть ознаки чоловічої статі і служать для утворення мікроспор та пилку. Сукупність тичинок у квітці називається *андроцеєм*.

Число тичинок може дорівнювати числу листків оцвітини (лілії); в інших випадках тичинок може бути дуже багато (шипшина, груша); інколи ж число тичинок мінімальне: одна (цинна, канна) або дві (бузок). Тичинки можуть розміщуватись колом (тюльпан, лілія) або спірально (жовтець, магнолія). Тичинки у квітці можуть бути неоднакової довжини. Наприклад, у деяких видів родини губоцвіті всього 4 тичинки, причому 2 з них довші від решти. Такий андроцей називається *двосильним*.

У видів родини капустяних загальне число тичинок 6, з них 4 - довгих і 2 – коротких. Такий андроцей називають *чотирьохсильним*.

Як правило, квітки утворюють цілком вільні тичинки – *багатобратній андроцей*. Іноді всі тичинки зростаються між собою – *однобратній андроцей*; якщо ж частина тичинок зрослась, а решта – вільні, то андроцей називають *двобратнім* (квасоля, горох).

У більшості випадків кожна тичинка складається з 3-ох частин: тичинкові нитки, пиляка і в'язальця. Найбільшою різноманітністю відрізняється тичинкова нитка. Так, у шипшини вона циліндрична, досягає 10-12 мм довжини. У інших рослин вузькоовальної форми (цибуля). У фіалки тичинкова нитка майже відсутня, через що пиляки називають *сидячими*. Тичинкові нитки бувають прості, нерозгалужені (у шипшини), в деяких від тичинкової нитки відходять бокові вирости різної форми (цибуля круглоголова). У рицини спостерігається особливий тип галуження, коли кожна із гілок закінчується пиляком.

В'язальце являє собою пластинку, прикріплену до верхівки тичинкової нитки. Воно має різну форму: вузьку або розширену (у барвінку, анемони), розростається на зразок коромисла (у шавлії), витягується над пиляками (у копитняка).

З боків в'язальця утворюються 2 мішкоподібні вирости пиляка. У більшості рослин вони всередині розділені на 2 гнізда, тобто всіх їх 4. Внутрішній вміст мікроспори складається з густої цитоплазми і запасних поживних речовин – цукрів та жиру.

У сформованому пилковому зерні виділяється *внутрішня оболонка* – тонка, еластична з целюлози або пектинових речовин – *інтина* і *зовнішня* – товста і кутинізована – *екзина*. Структура екзини різноманітна внаслідок різної структури виростів – шипів, гребінців, сіток.

Хід роботи:

1. Розглянути та замалювати типи андроцею та форми тичинок.

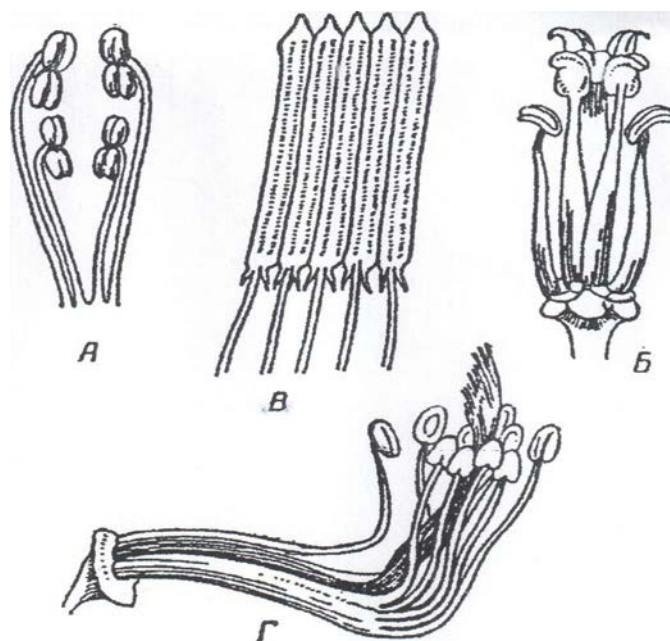


Рис. 168. Типи андроцею, характерного для родин:

А – двосильний губоцвітих; Б – чотирьохсильний хрестоцвітих; В – одностатевий складноцвітих; Г – двобратній бобових

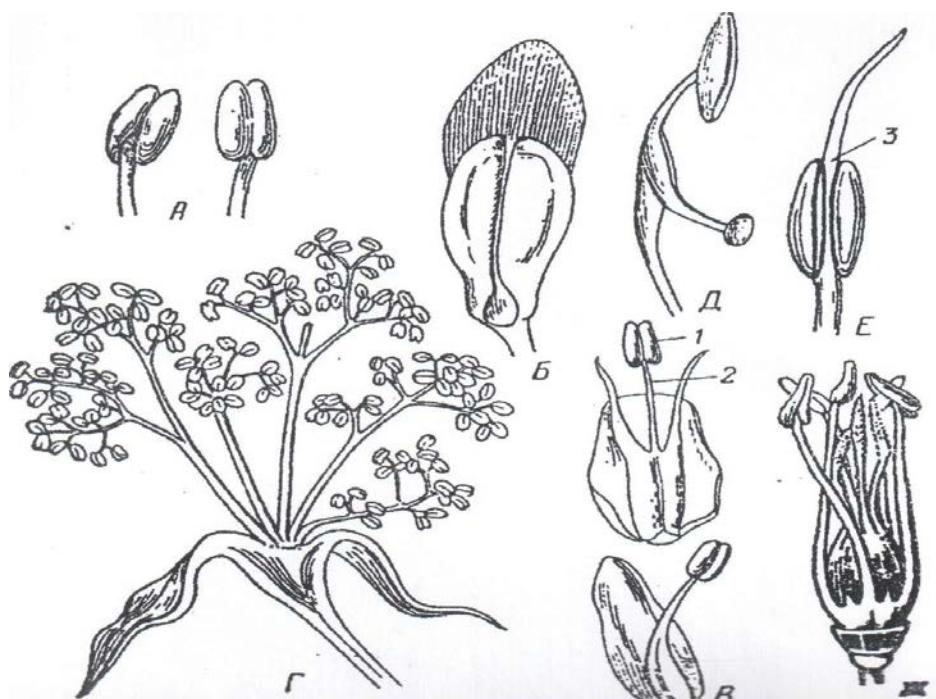


Рис. 169. Форми тичинок:

А – рози морщинистої; Б – фіалки і цибулі круглоголової; В – рицини; Г – шавлії; Д – льону;
1 – пиляк, 2 – тичинкові нитки, 3 – вязальця

2. Розглянути на постійних препаратах і замалювати будову пиляка і пилкових зерен.

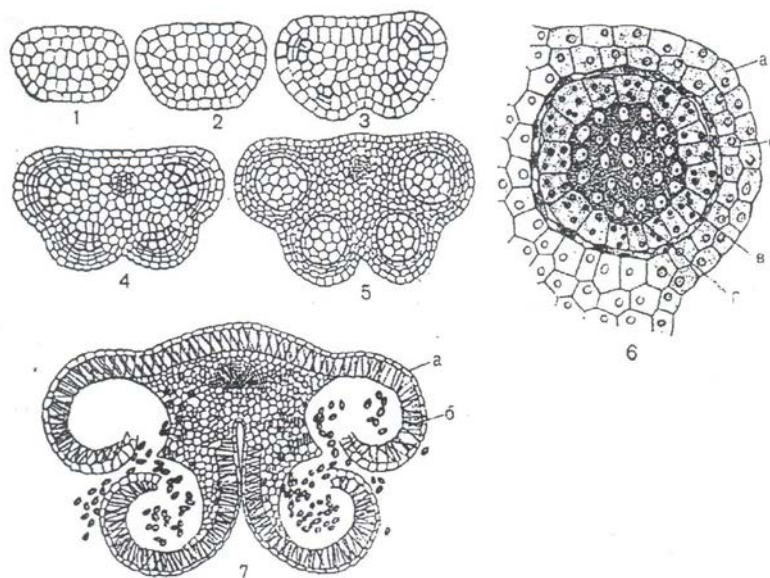


Рис. 170. Будова пиляка:

1-5 – етапи розвитку пиляка; 6 – сформоване пилкове гніздо з археспорієм; 7 – пиляк після розкриття:
а – епідерміс, б – субепідермальний шар, в – вистилаючий шар, г – спорогенна тканина

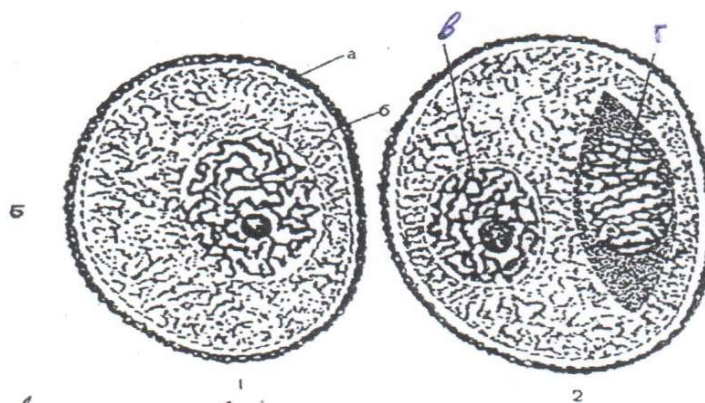
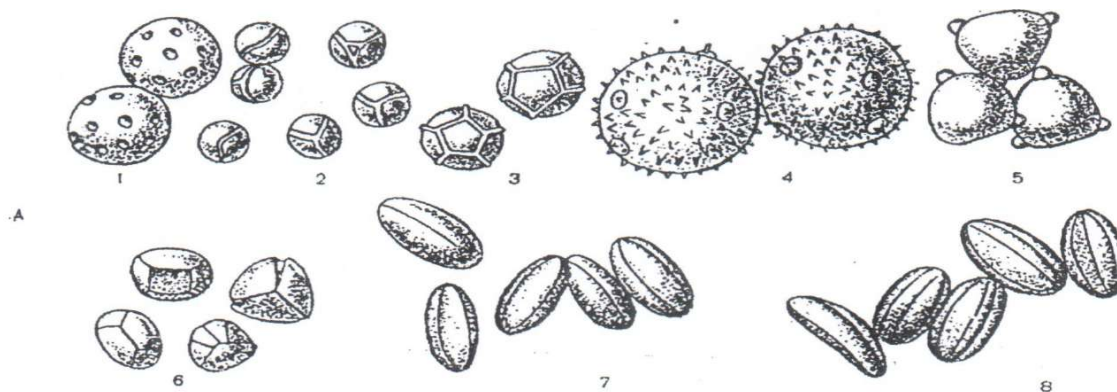


Рис. 171. Пилкові зерна:

А – форми пилкових зерен: 1 – берізки польової, 2 – коноплі, 3 – гвоздики, 4 – гарбуза, 5 – цирцеї, 6 – рясту, 7 – тирлича, 8 – шавлії;
Б - будова пилкового зерна: 1 – молоде пилкове зерно; 2 – стигле пилкове зерно: а – екзина, б – інтина, в – вегетативна клітина, г – генеративна клітина

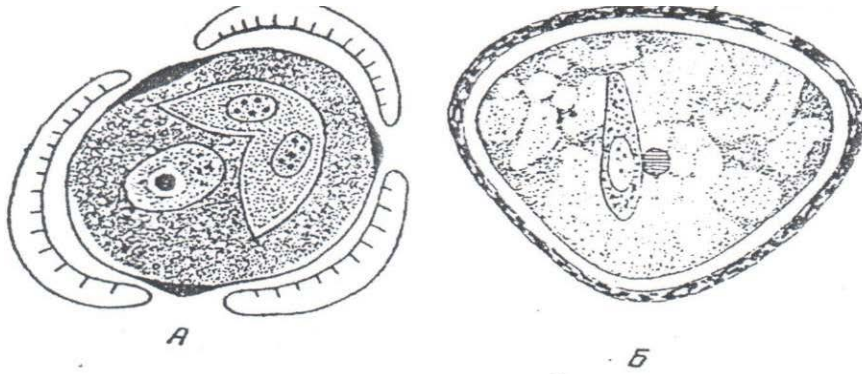


Рис. 172. Пилкові зерна з вегетативними ядрами і чоловічими клітинами:

А – повитиці; Б – люпину

3. Ознайомитись із процесами мікроспорогенезу та мікрогаметогенезу у рослин.

Мікроспорогенез - утворення мікроспор ,у пилкових гніздах.

Мікрогаметогенез - проростання мікроспор і формування чоловічих гамет - сперміїв.

На ранніх стадіях розвитку пиляка в субепідерміальній його тканині закладаються пилкові гнізда - мікроспорангії. Спочатку в місцях майбутніх чотирьох гнізд закладається по одній збільшеній клітині. Потім кожна з цих клітин ділиться тангентальною перегородкою на дві. З клітини, що відчленувалася дозовні шляхом дальшого тангентального поділу утворюється три шари клітин. Зовнішній шар, який розташований під епідермою пиляка, називають *фіброзним шаром* або *ендотецієм*. Він має великі клітини з нерівномірним сітчастим або спіральним потовщенням клітинних стінок, в яких відбувається фаза здерев'яніння. Тому при дозріванні пиляка клітинні стінки його нерівномірно підсихають, що призводить до розривання їх і відкривання пилкових гнізд.

Другий шар клітин, розташований безпосередньо під ендотецієм, при формуванні пилинок руйнується і вмістом його живиться пилок.

Третій шар віддиференційовується у напрямку до середини пиляка, його називають вистилаючим шаром або тапетумом (від грецького *tapetum* - килим, покривало). Тапетум покриває внутрішню тканину пиляка - археспорій, з якого й утворюються мікроспори.

Археспоріальна тканина формується паралельно з розвитком зовнішніх трьох шарів - відбувається поділ її клітин з утворенням материнських клітин археспоріальної тканини. Кожна материнська клітина археспорію ділиться двічі (мітотично і мейотично), що призводить до утворення тетради гаплоїдних клітин, які потім стають мікроспорами. У сформованих мікроспор клітинні оболонки ослизнюються, що сприяє їх роз'єднанню по завершенню формування.

Дозріла мікроспора являє собою одноядерну клітину з гаплоїдним набором хромосом.

Формування пилинки розпочинається з утворення в мікроспори двох оболонок – *екзини* та *інтини*. *Екзина* – зовнішня оболонка, вона частково кутинізована, має пори і може бути проникною для води і газів. У ній накопичуються каротиноїди.

Внутрішня оболонка (*інтина*) складається з пектинових речовин. Вона тоненька і м'яка, характеризується високою еластичністю при утворенні пилкової трубки.

За формою і розмірами пилинки дуже різноманітні. Розміри їх вимірюють мікрометрами. В одному пиляку їх може утворюватись декілька тисяч.

Мікрогаметогенез розпочинається в пилкових гніздах з мітотичного поділу мікроспори і утворення всередині кожної пилинки двох клітин – вегетативної (більшої) і генеративної (меншої). Таким чином *пилинка* являє собою двоклітинне утворення, обмежене двома оболонками.

Утворення сперміїв (чоловічих гамет) в переважній більшості рослин відбувається після запилення – на початку запліднення, після того як вегетативна клітина проросте у пилкову трубку, що починає рухатись (рости) в сторону зав'язі. Генеративна клітина в процесі руху по пилковій трубці мітотично ділиться, в результаті чого утворюються два спермії, котрі необхідні для здійснення подвійного запліднення.

Питання для самоконтролю і розвитку мислення:

1. Що являє собою андроцей?
2. Які типи андроцею за ступенем зростання тичинок між собою Ви знаєте?
3. Які бувають типи андроцею за кількістю тичинок, що більші від інших?
4. З яких елементів складається тичинка?
5. Що являють собою стамінодії?
6. Що формується раніше – мікроспора чи пилінка?
7. Що являє собою мікроспора?
8. Які клітини обов'язково мають бути в пилковому зерні?
9. Що являє собою запилення?
10. Коли і при яких умовах формуються спермії?
11. Чому з генеративної клітини утворюється саме два спермії? Яка біологічна роль сперміїв у квіткових рослин?

Матеріали та обладнання:

1. Андроцей і його типи, форми тичинок, будова та розвиток пиляка, будова пилкових зерен – таблиці.
2. Мікроскопи, мікропрепарати пилкових зерен.
3. Роздатковий матеріал: гербарні зразки квіток, фіксовані квіти.

Література:

1. Васильев А.Е., Воронин Н.С., Еленевский А.Г. и др. Ботаника. Морфология и анатомия растений. – М.: Просвещение, 1988. – С. 374-377.
2. Потульницький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О. Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин. – К.: Вища школа, 1971. – С. 265 - 270.
3. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995. – С.290-292, 302-305.

Лабораторна робота №21

Тема: *Гінецей.*

Мета: *Вивчити будову маточки, типи та види гінецею; ознайомитись із одностатевими та двостатевими квітками, однодомними та дводомними рослинами.*

Теоретичні питання:

1. Маточка, її будова, форма та пристосування до вловлювання пилку.
2. Типи та види гінецею квіток. Еволюція типів гінецею.
3. Одностатеві квітки.
4. Двостатеві квітки.
5. Однодомні рослини.
6. Двodomні рослини.
7. Процеси мегаспорогенезу та мегагаметогенезу.
8. Запліднення та розвиток зародка насінини.

Завдання:

1. Розглянути та замалювати будову маточки, їх форми та положення зав'язі у різних рослин.
2. Ознайомитись із типами та видами гінецею квіток різних рослин.
3. Розглянути та замалювати схему еволюції основних типів гінецею.
4. Ознайомитись із одностатевими та двостатевими квітками, однодомними та дводомними рослинами.
5. Вивчити процеси мегаспорогенезу та мегагаметогенезу у рослин.

Основні відомості

Маточка – основний орган квітки, що займає в ній центральне положення і складається з одного або кількох зрослих плодолистків (мегаспорофілів), у яких формується насінний зачаток, а пізніше – зародковий мішок, що містить яйцеклітину та інші елементи, котрі в процесі запліднення несуть ознаки жіночої статі.

У маточці виділяють такі частини:

- 1) нижня, розширена частина – зав'язь з насінними зачатками;
- 2) стовпчик, який бере участь у винесенні приймочок;
- 3) приймочки, які пристосовані для вловлювання пилку.

Зав'язь називається *верхньою*, коли вона вільно сидить на квітколожі, але всі інші частини квітки розташовані нижче (жовтець, горох, злаки).

Нижня зав'язь формується тоді, коли чашолистки, пелюстки, тичинки і рідше квітколоже зростаються з її стінками, а не зросла її частина розташована зверху (яблуна, груша, соняшник, кульбаба). Якщо інші частини квітки зростаються із стінками зав'язі частково, а сама зав'язь сидить на дні глечикоподібного утворення, то її називають *середньою* або *напівнижньою* (шипшина, слива, персик).

Типи зав'язі у квіток:

- а) верхня (вишня, горох);
- б) нижня (яблуна, груша);
- в) напівнижня (середня) (бузина, буряк).

Сукупність плодолистків або мегаспорофілів, що розвиваються у квітці називають *гінецеєм*. Якщо у квітці одна маточка, утворена одним плодолистком, то гінецей називають *простим апокарпним* (вишня, бобові). Якщо в одній квітці розвивається дві і більше маточок, то гінецей називають *складним апокарпним* (магнолієві, жовтцеві).

Зростання плодолистків зумовило утворення *ценокарпного* гінецею, який, в свою чергу, поділяється на *синкарпний* (зав'язь розділена справжніми перегородками – лілійні, вересові, дзвіночкові); *паракарпний* – представлений одногніздою зав'яззю, утвореною кількома плодолистками, що зрослися на периферії (злакові, вербові, айстрові); *лізикарпний* – гінецей, який на початку розвитку має справжні перегородки зав'язі, але пізніше вони зникають (первоцвіт, гречкові, деякі гвоздичні).

Двостатеві квітки – це такі, в яких формуються обидва головні члени – маточка (маточки) і тичинки. Такі квітки характерні для переважної більшості представників капустяних

(Brassicaceae), айстрових (Asteraceae), розових (Rosaceae), бобових (Fabaceae), губоцвітих (Lamiaceae), гвоздичних (Cariofillaceae), тонконогових (Poaceae), лілійних (Liliaceae) та ін.

Одностатеві квітки (тичинкові і маточкові або чоловічі та жіночі) - це такі, у яких формується лише один з головних членів – або тичинки або маточки. Характерні для представників родин гарбузові (Cucurbitaceae), букові (Fagaceae), березові (Betulaceae), деяких злакових (кукурудза - *Zea mays*), осокових (Cyperaceae), кропивових (Urticaceae) та ін.

Однодомні рослини – це такі, в яких чоловічі та жіночі квітки (тичинкові та маточкові) утворюються на одному екземплярі рослин. Це – представники родин гарбузові (огірки, гарбуз, диня, кавун), букові (дуб, бук, каштан їстівний), березові (береза, вільха, ліщина), деякі злакові (кукурудза). До групи однодомних рослин відносять також усі рослини, в яких формуються двостатеві квітки.

Двodomні рослини – це такі, в яких чоловічі та жіночі (тичинкові та маточкові) квітки утворюються на окремих екземплярах рослин. Двodomних рослин у природі зустрічається не багато - це, зокрема, верба (*Salix*), тополя (*Populus*), конопля (*Cannabis*), обліпіха (*Hippophae*) з родини маслинкові, кропива дводомна (*Urtica dioica*), шовковиця біла (*Morus alba*), деякі види осоки (*Carex*) та ялівця (*Juniperus*) і деякі інші.

Хід роботи:

1. Розглянути та замалювати будову маточки, їх форми та положення зав'язі у різних рослин (Рис. 173, 174).

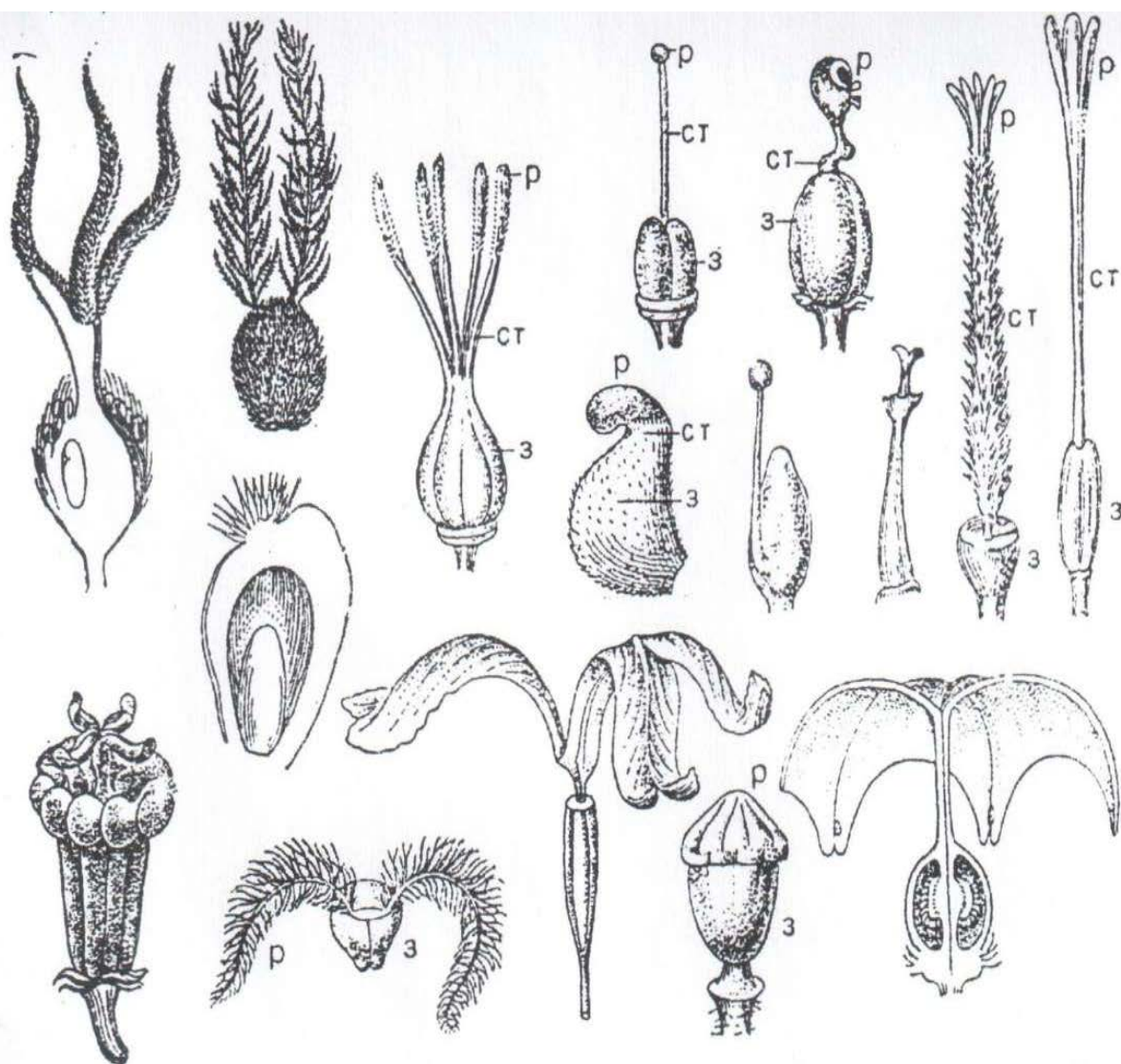


Рис. 173. Різні форми маточок:
З – зав'язь; Ст – стовпчик; Р – приймочка

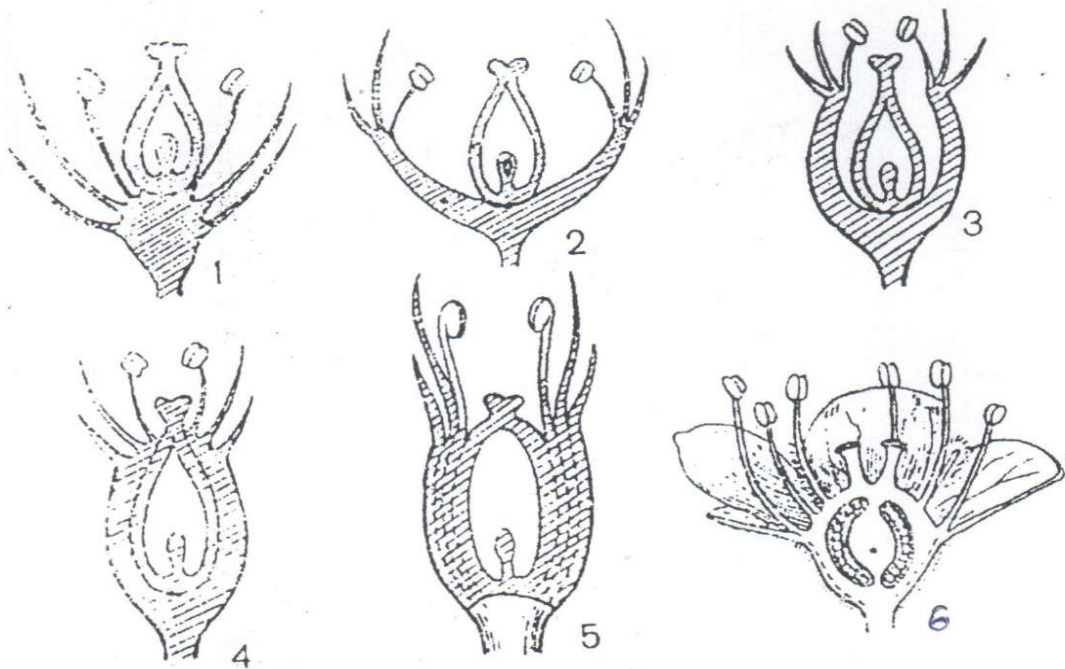


Рис. 174. Положення зав'язі у квітці:

1-3 – зав'язь верхня; 1 – квітка підматочкова; 2-3 – квітка навколоматочкова; 4 – нижня зав'язь, утворена плодолистками і квітколожем; 5 – нижня зав'язь, утворена плодолистками, оцвітиною і тичинками; 4-5 – квітки надматочкові; 6 – напівнижня зав'язь, квітка напівнадматочкова

2. Ознайомитись із типами та видами гінецею квіток різних рослин (Рис. 175).

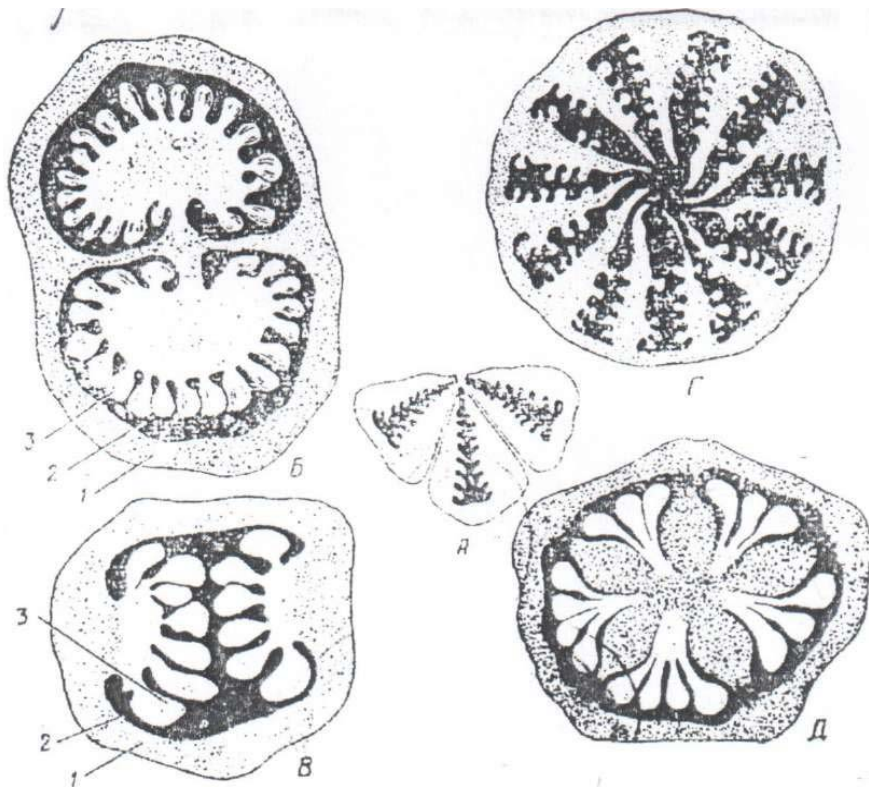


Рис. 175. Розрізи різних типів гінецею:

А – апокарпного (сусака); Б – власне синкарпного (беладонни); В – паракарпного (агрису); Г – паракарпного (маку); Д.- лізикарпного (первоцвіту); 1 – стінка зав'язі; 2 – гніздо зав'язі; 3 – насінний зачаток

3. Розглянути та замалювати схему еволюції основних типів гінецею.

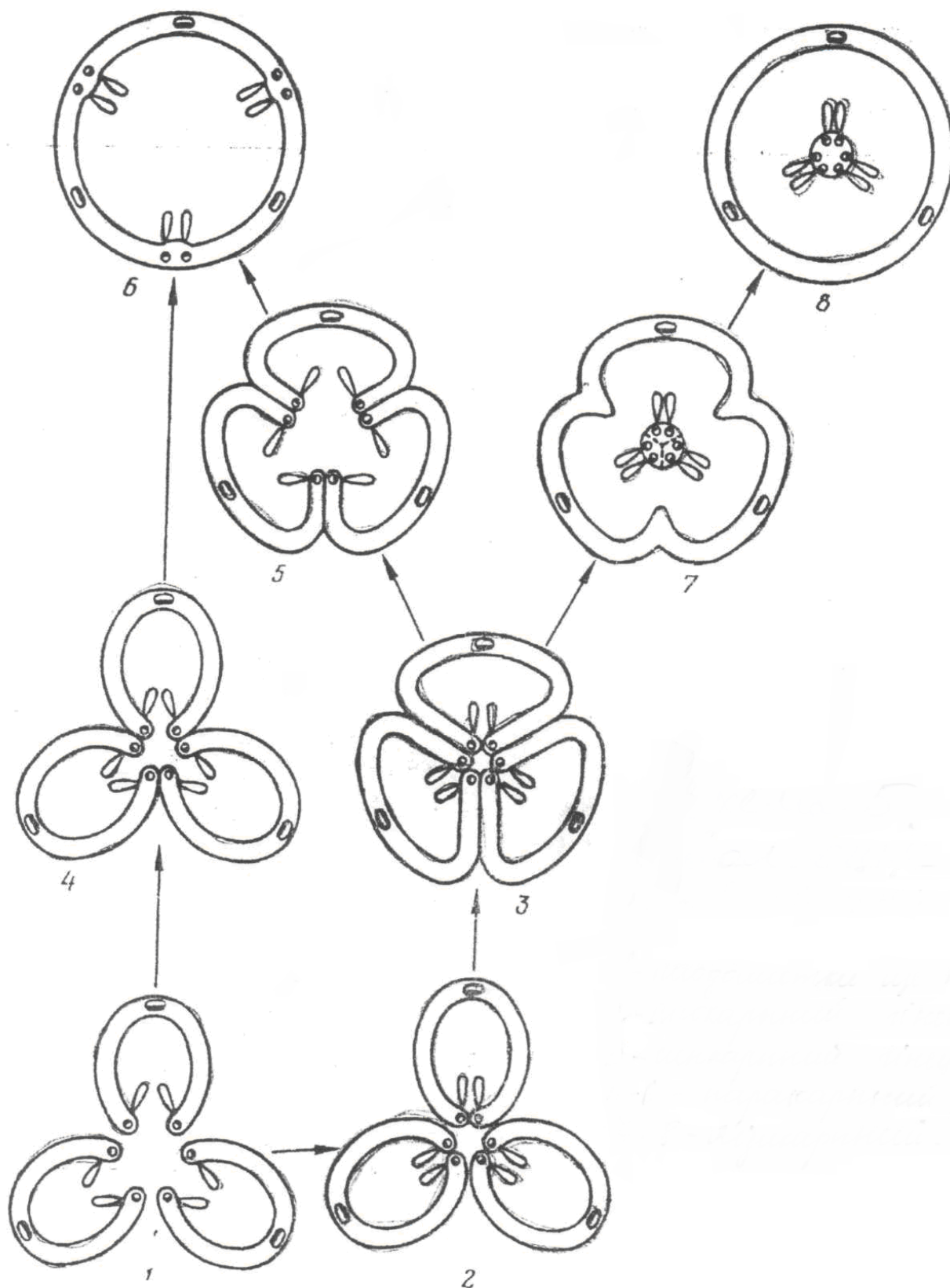


Схема 5. Еволюція основних типів гінецею:

1 – плодолистки ще не зімкнені; 2 – апокарпний гінецей; 3 – синкарпний гінецей; 4-6 – паракарпний;
7-8 – лізикарпний

4. Ознайомитись із одностатевими та двостатевими квітками, однодомними та дводомними рослинами (Рис. 176, 177, 178).

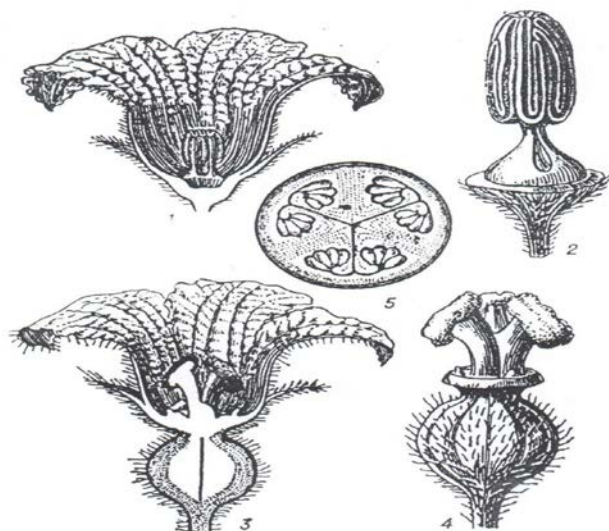


Рис. 176. Гарбуз звичайний (*Cucurbita pepo*):

1 – тичинкова квітка; 2 – зрілі тичинки; 3,4 – маточкова квітка з оцвітиною і без оцвітини; 5 - зав'язь у розрізі

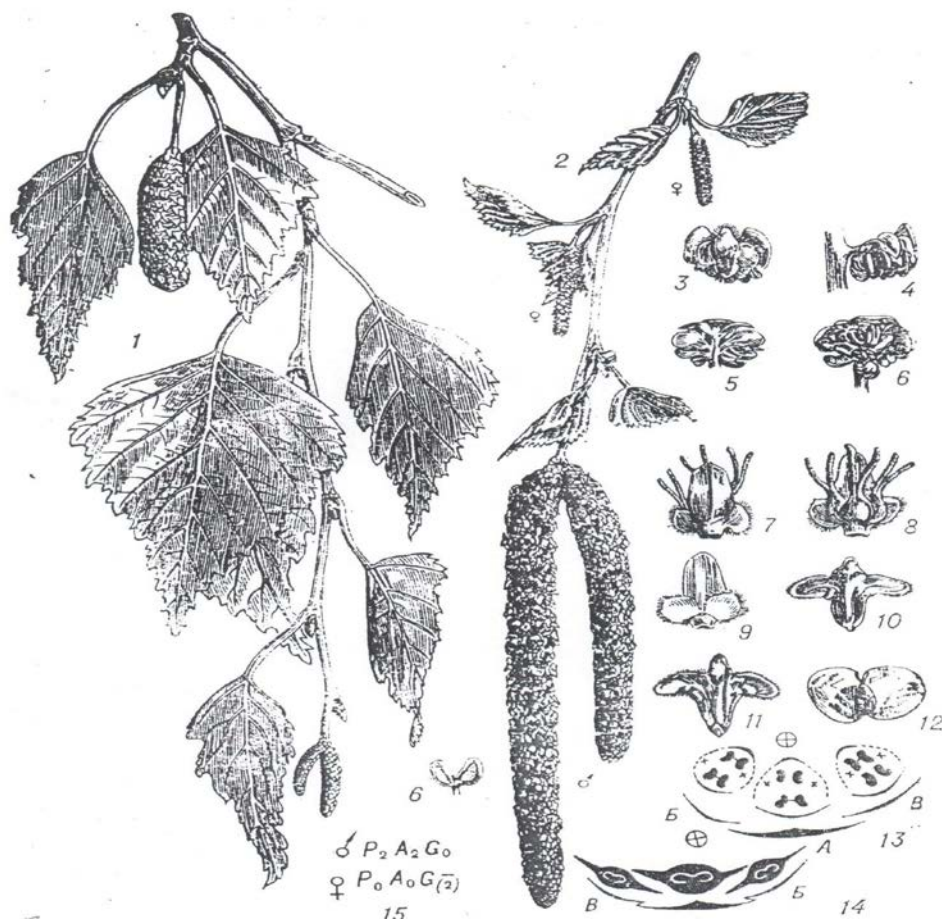


Рис. 177. Береза повисла, або бородавчаста (*Betula pendula*):

1 – гілка влітку; 2 – гілка навесні з маточковими і тичинковими суцвіттями; 3-6 – тичинкові квітки; 7,8 – дихазії маточкових квіток зовні і зсередини; 10, 11 – прицвітні луски; 12 – плід; 13 – діаграма дихазія маточкових квіток; 14 - діаграма дихазія тичинкових квіток: А – покривна луска; Б, В – прицвітки; 15 – формули квіток



Рис. 178. Верба козяча (*Salix caprea*):

1 – гілка з тичинковими сережками; 2 – гілка з маточковими сережками; 3 – тичинкова квітка; 4 – маточкова квітка; 5 – коробочка; 6 – гілка з листками; 7 – формули квіток

5. Вивчити процеси мегаспорогенезу та мегагаметогенезу у рослин.

Розвиток насінного зачатка і зародкового мішка (мегаспорогенез).

Утворення яйцеклітини (мегагаметогенез). Формування насінних зачатків починається в зав'язі за рахунок локального поділу субепідермальної тканини нуцелуса. В процесі росту насінного зачатка на мікропілярному полюсі нуцелуса закладається археспорій, який буває одно- або багатоклітинним. У більшості покритонасінних він представлений двома або однією клітиною, з яких пізніше й формується материнська клітина археспорію. Інколи спочатку відбувається поділ археспоріальної клітини на паріетальну (покривну, пристінну) і спорогенну. Спорогенна клітина стає материнською клітиною мегаспор, яка зазнає редукційного поділу, при цьому утворюється чотири гаплоїдні клітини, що розташовані одна над одною у напрямку до мікропіле. Жіночий гаметофіт (зародковий мішок) формується в основному з однієї нижньої клітини, а три верхні відмирають. Зародковий мішок розвивається також за рахунок інших гаплоїдних клітин (верхньої або середніх), проте їх роль в цьому процесі невелика. Гаплоїдна клітина, що залишилася розростається до великих розмірів з утворенням мегаспори. До запилення або після нього розпочинається її проростання.

Мегагаметогенез. При проростанні мегаспори зародкового мішка гаплоїдне ядро її ділиться мітотично на два. Утворені ядра розходяться до супротивних полюсів: одне - в бік мікропіле, друге - в напрямку халази. На полюсах кожне ядро ділиться ще двічі. Таким чином, на кожному полюсі утворюється по 4 ядерні структури. Потім з кожного полюса по одному ядру мігрує до середини мегаспори, там вони зливаються утворюючи вторинне (центральне) ядро зародкового мішка з диплоїдним набором хромосом. Біля кожного ядра, що залишилися на полюсах, згущується цитоплазма, утворюючи по 3 клітини на одному і другому полюсі. Утворені клітини голі або вкриті тонкою не целюлозною оболонкою білкового походження.

Новоутворені клітини на полюсах розвиваються по-різному: з трьох клітин, що розвинулися на мікропілярному полюсі, одна віддиференціюється в яйцеклітину, а дві інші стають синергідами. Яйцеклітина пізніше матиме більший розмір і розвинені вакуолі; вона розташована дещо далі від пилковоходу. Яйцеклітина і синергіди становлять яйцевий апарат.

Одночасно на халазному полюсі формується три гаплоїдні клітини, які називають антиподами. Роль антиподів остаточно не з'ясовано, але дехто гомологізує їх із заростком або другим архегонієм.

Стан зародкового мішка, в якому відбулося віддиференціювання яйцеклітини, синергид, антиподів і вторинного ядра вважають повністю сформованим і підготовленим до запліднення. Формування зародкового мішка і процес мегагаметогенезу включають й інші варіанти. Вони пов'язані із скороченням перебігу цих процесів. Виділяються ще два типи розвитку зародкового мішка, а звідси мегагаметогенезу - двоспоровий (біспоріальний) і чотириспоровий (тетраспоріальний).

Питання для самоконтролю

1. Що являє собою маточка?
2. З яких частин складається маточка?
3. Дайте визначення гінецею.
4. Чим відрізняється простий та складний апокарпний гінецей?
5. Що зумовлює формування ценокарпного гінецею?
6. Назвіть характерні ознаки синкарпного, паракарпного та лізикарпного гінецею. Наведіть приклади рослин, що утворюють різні типи гінецею.
7. Чим відрізняються одностатеві та двостатеві квітки? Наведіть приклади.
8. Що являють собою однодомні та дводомні рослини? Наведіть приклади.
9. Поясніть суть понять «насінний зачаток» та зародковий мішок.
10. Назвіть елементи сформованого зародкового мішка.
11. Поясніть суть процесів мегаспорогенезу та мегагаметогенезу.

Матеріали та обладнання:

1. Будова квітки, основні та допоміжні члени квітки, маточка та її складові, гінецей та його типи, типи зав'язі – таблиці.
2. Макети квітів із різними типами гінецею.
3. Гербарні зразки одностатевих та двостатевих квіток; однодомні та дводомні рослини.

Література:

1. Васильев А.Е., Воронин Н.С., Еленевский А.Г. и др. Ботаника. Морфология и анатомия растений. – М.: Просвещение, 1988. – С. 382-396, 403-407.
2. Потульницький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О. Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин. – К.: Вища школа, 1971. – С. 270-298.
3. Стеблянка М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995. – С.292-297, 305-308.

Лабораторна робота №22

Тема: *Статевий процес у рослин.*

Мета: *Ознайомитись із основними формами і проявами статевого процесу в рослин.*

Теоретичні питання:

1. Характерні ознаки статевого процесу в рослин.
2. Гаметогамія і її прояви у рослин.
3. Сифоногамія, як удосконалена форма оогамії.
4. Особливості подвійного запліднення у квіткових рослин.
5. Агаметогамія, як специфічний тип статевого процесу і її прояви у рослин.
6. Перевага статевого процесу у рослин над іншими способами розмноження.

Завдання:

1. Ознайомитись із формами і проявами статевого процесу в рослин у вигляді гаметогамії:
 - а) ізогамія;
 - б) гетерогамія;
 - в) оогамія.
2. Розглянути суть і значення сифоногамії, як удосконаленої форми оогамії у голонасінних та покритонасінних рослин.
3. Вивчити особливості подвійного запліднення у квіткових рослин, як найдосконалішої форми оогамії.
4. Ознайомитись із формами і проявами статевого процесу в рослин у вигляді агаметогамії:
 - а) хологамія;
 - б) кон'югація;
 - в) зигогамія;
 - г) соматогамія;
 - д) гаметангіогамія.

Основні відомості

Статеве розмноження на відміну від інших — вегетативного і нестатевого, характеризується тим, що перед утворенням нового покоління особин здійснюється статевий процес — злиття двох статевих клітин, які називають *гаметами*. Зливаються при цьому як цитоплазма, так і ядра клітин, утворюючи якісно новий продукт *зиготу*, яка зовні вкривається оболонкою [3].

Гамети формуються на певному етапі розвитку організму, у нижчих рослин в окремих клітинах — *гаметангіях*, а у вищих — у багатоклітинних утвореннях, які називаються статевими органами. Зовні гамети не мають захисної оболонки, тому дуже вразливі до зовнішнього середовища, зокрема до реакції водного розчину, висихання, тощо. Завершуючи цикл розвитку організму, біологічно гамети дуже складні, бо зосереджують у собі всю спадкову інформацію його.

При статевому процесі спадковий код батьківських і материнських ознак не просто підсумовується, а зазнає рекомбінацій, внаслідок чого нащадки бувають генетично більш різноманітні, іноді з новими ознаками і властивостями. Успадковуючи дві лінії розвитку організмів — батьківську і материнську, нащадки краще пристосовуються до зовнішнього середовища, тому вони стійкіші у боротьбі за існування. Статеве відтворення забезпечує оновлення життєвого потенціалу нащадків; вікові зміни, набуті батьками, зникають повністю, і потомству не передаються.

Переваги статевого розмноження відіграли величезну роль в еволюції рослинного світу. Види, які розмножуються статевим шляхом, стали пануючими в біосфері Землі. Статеве розмноження властиве переважній більшості видів рослин. Дослідженнями останніх років виявлено, що навіть у таких давніх і примітивних організмів, як бактерії, статевий процес можливий. Слід відмітити, що поряд із статевим розмноженням у багатьох рослинних видів паралельно існують також інші способи розмноження — вегетативне і нестатеве.

Форми статевого розмноження. Для рослинного світу характерні різні форми статевого розмноження, які відповідають певним етапам його еволюції. Оскільки водорості пройшли найдовший шлях еволюції, то серед них бувають і найрізноманітніші форми статевого процесу.

Найпримітивнішою формою статевого розмноження є хологамія¹, при якій копулюють морфологічно схожі вегетативні клітини. Буває хологамія серед одноклітинних зелених водоростей порядку вольвоксових. Наступним ступенем в еволюції статевого процесу є утворення спеціалізованих гамет, відмінних від вегетативних клітин не тільки властивою їм функцією, а й будовою. Розрізняють *ізогамію*, *гетерогамію* та *оогамію*¹ (рис. 179).

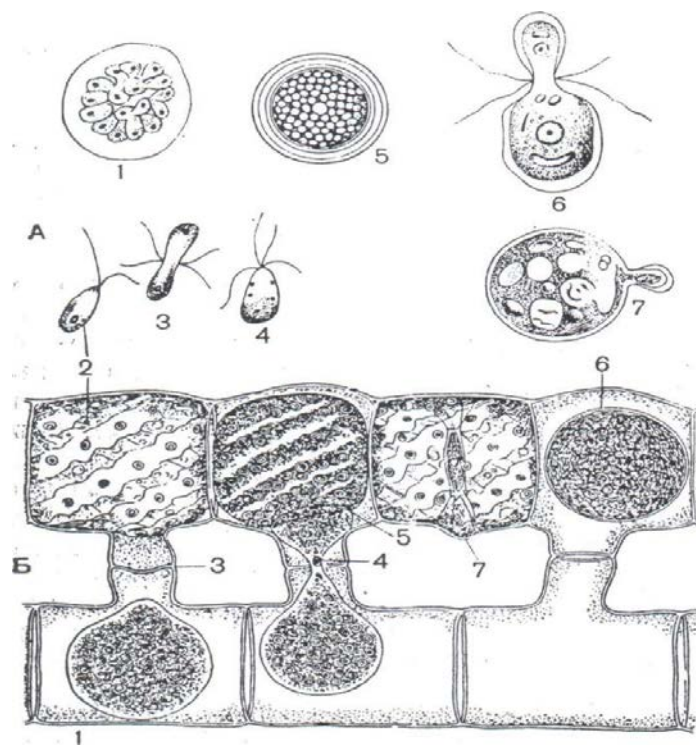


Рис. 179. Форми статевого розмноження у зелених водоростей (за Потульницьким П.М.):

А. Статевий процес у хламідомонади: 1-5 — ізогамія у *Chlamydomonas Steinii*: 1 — розвиток гамети всередині материнської клітини; 2 — гамета; 3-4 — копуляція; 5 — зигота; 6 — гетерогамія у *Chl. Braunii*; 7 — оогамія у *Chl. Coccifera*.

Б. Кон'югація у спірогіри: 1 — чоловіча гамета; 2 — жіноча гамета; 3 — копуляційний канал; 4 — переливання протопласту чоловічої гамети; 5 — місце злиття протопластів гамет; 6 — зигота; 7 — початок розвитку копуляційного виросту.

При *ізогамії* обидві гамети, що копулюють, схожі розміром і формою. На передньому кінці грушовидної клітини є джгутики, які зберігають рухливість навіть при копуляції. Копулюють гамети з різних особин, або з різних клітин однієї особини. Ізогамія буває у найпростіших водоростей і грибів [3].

Гетерогамія характеризується рухливістю обох гамет, але на відміну від ізогамії, розміри гамет тут неоднакові. Дрібнішу, більш рухливу, вважають за чоловічу, а більшу, з запасними речовинами всередині — за жіночу. Гетерогамія добре виявлена у зеленої водорості евдорини, деяких видів хламідомонади, бурої водорості ектокарпуса та ін. Гетерогамію слід вважати за проміжну форму статевого розмноження між ізогамією та оогамією.

Оогамія є вища форма статевого розмноження. Вона поширена у більшості представників нижчих рослин і, з деякими особливостями, у всіх вищих. При оогамії копулюючі гамети відрізняються формою, розміром і поведінкою. Чоловіча гамета, яку називають *сперматозоїдом*, дуже дрібна, рухлива, має джгутик, зверху тонкий шар цитоплазми і всередині відносно велике ядро. Жіноча гамета округлої форми, в зв'язку з відкладеними поживними речовинами, значно більшого розміру; джгутиків у неї нема, тому й здатність до активного руху втрачена. Жіночу гамету прийнято називати *яйцевою клітиною*, або скорочено *яйцеклітиною* [3].

Гаметангії у нижчих рослин звичайно одноклітинні, чоловічі називаються *антеридіями*, жіночі — *оогоніями*². Сперматозоїдів у гаметангіях дуже багато, яйцевих клітин — по кілька або по одній. Рухаються сперматозоїди до яйцеклітин завдяки дії хімічних речовин, виділених нею; всередину оогонія вони проникають крізь отвір, що виникає внаслідок розслизнення оболонки.

¹ Від грец. «холос» — цілий, «ізо» — рівний, «гетерос» — різний, «оон» — яйце, «гомос» — шлюб.

² Від грец. «антерос» — квітучий, «оон» — яйце, «гонос» — народження.

Після злиття гамет навколо утворюється товста оболонка; в такому вигляді *зигота* може переходити до стану спокою і витримувати несприятливий для росту період.

Еволюція форм статевого розмноження від хологамії до оогамії має очевидно ті переваги для виживання видів, що велика кількість і рухливість сперматозоїдів забезпечує їх зіткнення з яйцевою клітиною, а відкладені запаси поживних речовин в яйцеклітині використовуються зиготою, поки вона не перейде до самостійного живлення.

Для водоростей і грибів характерний також статевий процес у вигляді агаметогамії, коли спеціалізовані статеві клітини (гамети) не утворюються. Він може проявлятися у формі зигогамії, кон'югенції, соматогамії та гаметангіогамії.

Уже зазначалось, що в тих самих особин розмноження може відбуватись і статевим, і нестатевим шляхом. Так, зелена нитчаста водорість *улотрикс* утворює зооспорангії і гаметангії, в перших формуються чотириджгутикові зооспори, в других — дводжгутикові гамети. Копулювати між собою зооспори і гамети не можуть.

Хід роботи:

1. Ознайомитись із формами і проявами статевого процесу в рослин у вигляді гаметогамії:

- а) ізогамія;
- б) гетерогамія;
- в) оогамія.

Статевим називають такий тип розмноження, при якому нові особини утворюються внаслідок статевого процесу, суть якого полягає в злитті двох фізіологічно неоднорідних клітин. В результаті утворюється нова клітина – *зигота*.

Різноманітність форм статевого процесу можна об'єднати у 2 групи – *гаметогамію та агаметогамію*.

Суть гаметогамії полягає у злитті спеціалізованих зачатків – *гамет* (рис. 180).

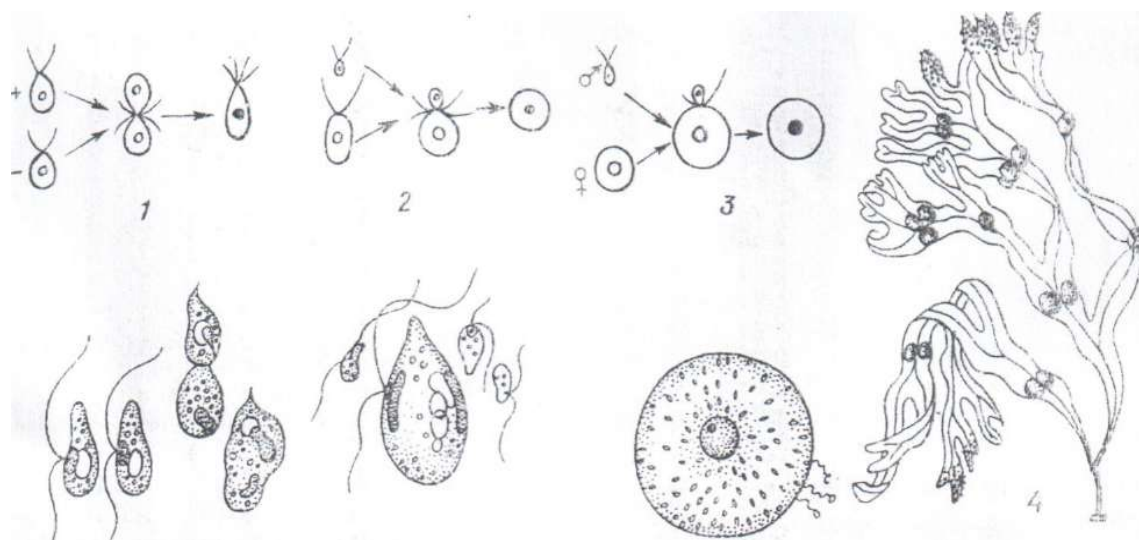


Рис. 180. Типи статевого процесу в рослин у вигляді гаметогамії (за Васильєвим А.Е.):

1 – ізогамія; 2 – гетерогамія; 3 – оогамія;

верхній ряд – схема; нижній ряд – ті ж типи у різних видів бурих водоростей; 4 – загальний вигляд *Fucus serratus* (оогамна рослина)

Типи гаметогамії:

Ізогамія – найпростіший тип статевого процесу. Гамети однакові, обидві рухливі, мають джгутики, однакові за формою і розмірами. Зливаючись, утворюють зиготу, яка вкривається оболонкою. Після деякого періоду спокою зигота проростає в нову особину. Ізогамія властива деяким водоростям.

Гетерогамія – обидві гамети рухливі, різні за розмірами, мають джгутики. Менша – чоловіча, а більша, часто менш рухлива – жіноча. Цей статевий процес властивий хітридієвим грибам, зеленим і бурим водоростям (евдорина, ектокарпус).

Оогамія – тип статевого процесу, при якому гамети дуже різні, чоловічі – дрібні і мають джгутики. Протопласт їх представлений ядром і невеликою кількістю цитоплазми. Вони дуже рухливі і називаються *сперматозоїдами*, утворюються в антеридіях. Жіноча гамета велика, нерухома. У цитоплазмі є багато поживних речовин. Характерний для найбільш розвинутих водоростей та для всіх вищих рослин.

2. Розглянути суть і значення сифоногамії, як удосконаленої форми оогамії у голонасінних та квіткових рослин.

У більшості насінних рослин (голонасінних і квіткових) в процесі еволюції гамети втратили джгутики і здатність самостійно рухатись. Вони називаються *сперміями*.

Можливість сперміям рухатись без участі води в напрямку до яйцеклітини забезпечується пилковою трубкою (сифоном). Формування пилкової трубки (сифона) здійснюється внаслідок проростання вегетативної клітини пилинки (чоловічого гаметофіту), що передує злиттю статевих клітин.

Форма статевого процесу пов'язана з утворенням пилкової трубки (сифона), називається *сифоногамією*.

3. Вивчити особливості подвійного запліднення у квіткових рослин, як найдосконалішої форми оогамії (за Кучерявою Л.Ф., 2000 р.).

Суть подвійного запліднення була з'ясована у 1898 році професором університету святого Володимира Сергієм Гавриловичем Навашиним у Києві.

Потрапивши на приймочку маточки, пилкове зерно починає проростати (*рис. 181*). Цьому сприяють речовини, які виділяють приймочки, відповідні температура і вологість та інші умови зовнішнього середовища. В процесі проростання вміст пилкового зерна випинається крізь пору екзини у вигляді тонкої трубочки, вкритої лише інтиною. Ця *пилкова трубка* починає видовжуватись і проникає в тканину стовпчика. Тут вона просувається по спеціальному каналу або по міжклітинниках, потім досягає зав'язі і прямує до мікропіле та насінного зачатка. Ріст пилкової трубки пов'язаний з обміном речовин, що відбувається між нею та внутрішніми клітинами. У більшості рослин пилкова трубка проникає до насінного зачатка крізь мікропіле (*порогамія*), у *берези, вільхи* і деяких інших — крізь халазу (*халазогамія*), у *в'яза* — крізь інтегументи (*мезогамія*). Потім пилкова трубка проникає до зародкового мішка. За період росту всередині маточки вміст пилкової трубки зазнає певних змін. *Вегетативне ядро*, яке спочатку знаходилося біля ростучої частини трубки і сприяло її видовженню, поступово розсмоктується. *Генеративне ядро* поділяється способом мітозу на дві чоловічі статеві клітини — *спермії* (щоправда у деяких рослин це відбувається значно раніше, ще у непророслій пилинці). При стиканні з зародковим мішком відбувається розчинення стінки пилкової трубки, а, увійшовши до зародкового мішка, вона розривається. З двох сперміїв, які звільнилися, один прямує до жіночої клітини — яйцеклітини і зливається з нею. З *диплоїдної зиготи*, що виникла, утворюється *зародок*. Другий спермії зливається з центральною диплоїдною клітиною зародкового мішка, і *триплоїдна клітина*, яка утворилася пізніше, сформує живильну тканину - *ендосперм*.

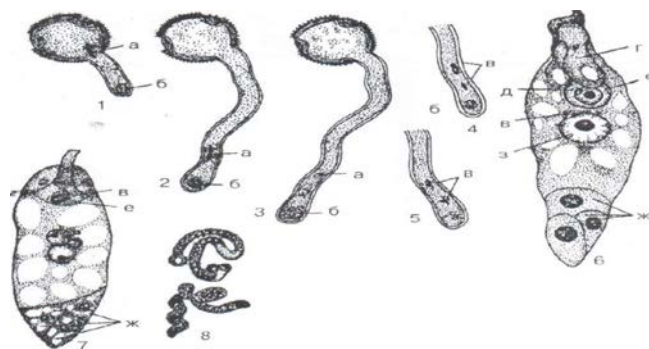


Рис. 181. Утворення сперміїв і подвійне запліднення:

1-5 — схема росту пилкової трубки і формування спермій; 6 — подвійне запліднення у лілії лісової (*Lilium martagon*); 7 — подвійне запліднення у соняшника; 8 — спермії соняшника; а — генеративне ядро; б — вегетативне ядро; в — спермії; г — синергіди; д — яйцеклітина; е — ядро яйцеклітини; ж — антиподи; з — центральна клітина

У цьому злитті двох спермій з двома клітинами зародкового мішка і полягає суть подвійного запліднення, притаманного лише покритонасінним рослинам. Після цього синергіди та антиподи повністю відмирають. *Насінний зачаток* (зародковий мішок) розростається і перетворюється в *насінину*.

Інтегументи, видозмінившись, сформують *шкірку насінини*. Зав'язь (а іноді і квітка в цілому) перетвориться в плід. Із стінок зав'язі сформується оплодень. Якщо в клітинах нуцелуса накопичуються поживні речовини, тоді утворюється особлива тканина — *перисперм*. З часу потрапляння пилинки на приймочку маточки до процесу подвійного запліднення у різних рослин проходить від 20-30 хв. до кількох діб. В результаті подвійного запліднення, як уже відмічалось, із зав'язі формується плід, а з її стінок оплодень. Насінина ж формується з насінного зачатку, шкірка насінини з інтегументів, перисперм з нуцелуса, ендосперм — з центральної клітини, зародок з заплідненої яйцеклітини.

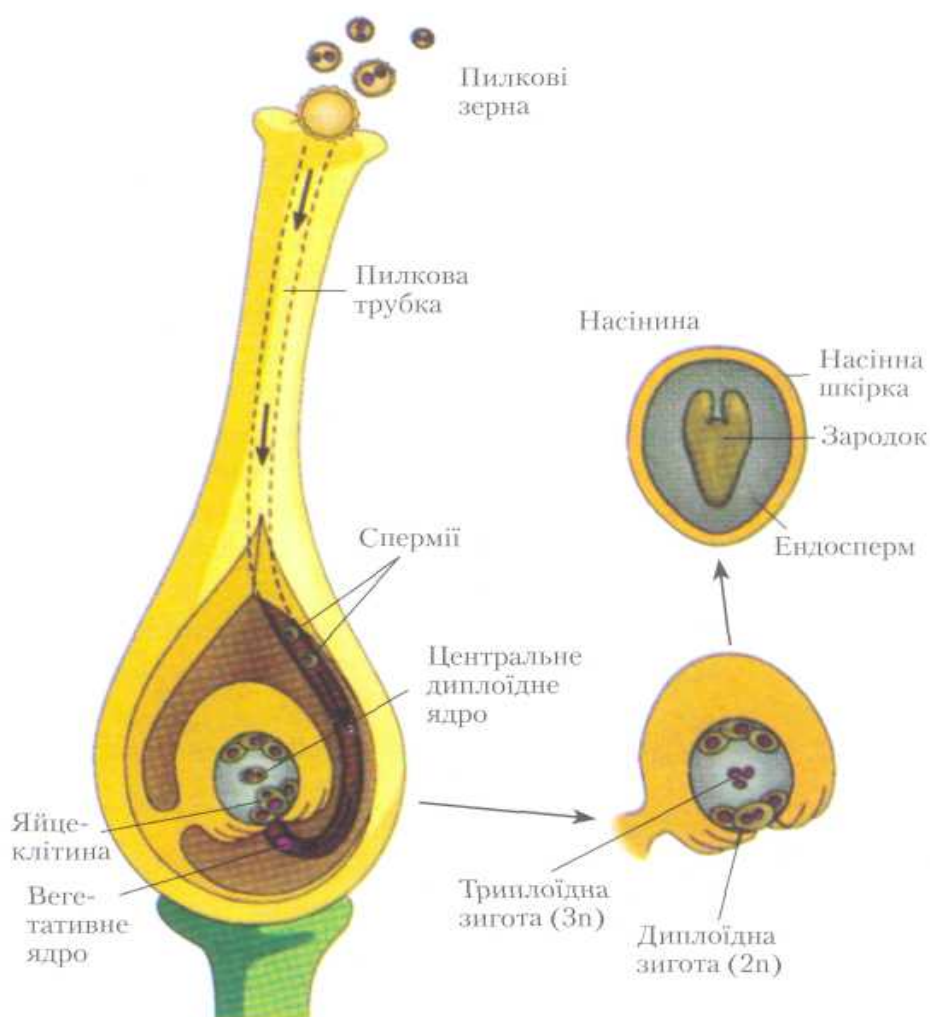


Рис. 182. Подвійне запліднення і розвиток насінини

4. Ознайомитись із формами і проявами статевого процесу в рослин у вигляді агаметогамії:

- а) хологамія;
- б) кон'югація;
- в) зигогамія;
- г) соматогамія;
- д) гаметангіогамія.

Агаметогамія характеризується злиттям гаплоїдних соматичних клітин, а не спеціалізованих гамет. Зустрічається у грибів і нижчих рослин [2].

Основні форми:

Хологамія – проявляється у злитті протопластів двох одноклітинних особин. Зустрічається в одноклітинних зелених водоростей кластеріума і дуналієли. Веде до скорочення числа особин.

Кон'югація – полягає у злитті протопластів двох рівноцінних клітин. При цьому протопласт з однієї клітини переливається в іншу. Властива нитчастим зеленим водоростям (спірогіра) (*рис.183*).

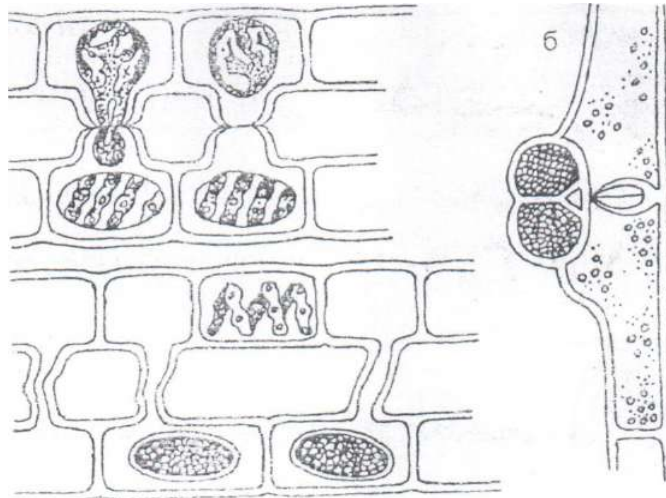


Рис. 183. Кон'югація у зигнемових:
а — драбинчаста, б — бічна

Кон'югація буває драбинчаста, коли зливаються протопласти клітин двох сусідніх ниток, бічна, коли кон'югують дві сусідні клітини однієї нитки. При бічній кон'югації в бічних стінках сусідніх клітин однієї нитки утворюються отвори, що відкриваються в копуляційний канал, паралельний нитці. Через цей канал відбувається кон'югація. Ядро зиготи після періоду спокою ділиться мейозом на чотири ядра: три маленьких, що дегенерують, і одне - велике, що проростає в проросток і дає початок одній нитці [2].

Статевий процес *зигогамія*, при якому зливається вміст двох особливих клітин (гаметангіїв) одного або різних міцеліїв (копуляція). Він може відбуватися у одностатевій формі, як це має місце у представників гомоталічних видів і двостатевій - у гетероталічних. Копулюють одноклітинні відріжки бічних відгалужень гіф. Обидва відріжки можуть бути однаковими (ізогамні) або неоднаковими (гетерогамні) (*рис. 184*).

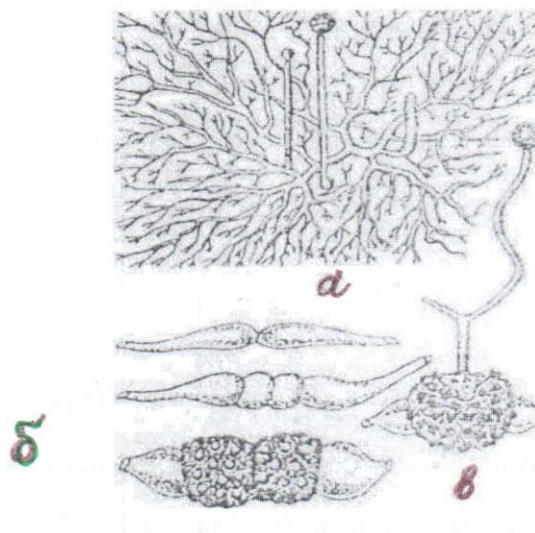


Рис. 184. Зигогамія у мукових:

а — загальний вигляд міцелію, б — статевий процес (зигогамія), в — зріла зигота та її проростання

Внаслідок статевого процесу утворюється зигота (зигоспора) - одноклітинне утворення з багатошаровою оболонкою. Вона формується у місці сполучення верхівок копулятивних відрогів. Ядра у зигоспорах зливаються відразу ж після їх формування, перед проростанням або під час їх проростання. Після періоду спокою зигота проростає у гіфу із зародковим спорангієм, у якому утворюються спори [2].

Статевий процес *соматогамія*. Статевих органів немає. Статевий процес здійснюється злиттям двох вегетативних клітин гаплоїдного (первинного) міцелію, що виростає з базидіоспори і складається з одноядерних клітин (рис. 185).

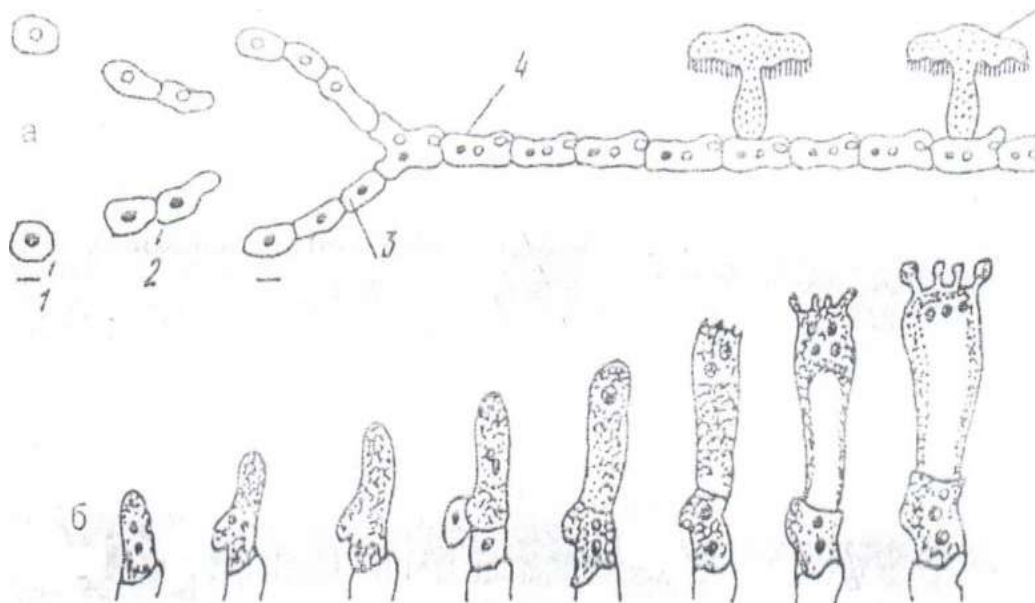


Рис. 185. Схема соматогамії (а) і розвитку базидії (б):

1 — базидіоспора, 2 — проростання базидіоспор, 3 - первинний (гаплоїдний) міцелій, 4 — вторинний (дикаріонний) міцелій, 5 — плодове тіло

У гомоталічних видів зливаються гіфи одного й того ж міцелію, у гетероталічних - клітини гіф, що беруть початок від спор, фізіологічно протилежних (умовно із знаками плюс і мінус). При цьому зливаються цитоплазми (плазмогамія), а ядра зближуються у пари - дикаріони, які потім діляться синхронно, утворюючи вторинний міцелій. Такий дикаріонний міцелій (з двоядерними гаплоїдними клітинами), пронизуючи субстрат (грунт, деревину, стебла і листки рослин-живителів) може існувати досить тривалий час. Саме дикаріонний міцелій уражає рослини, зумовлюючи появу хвороби. У деяких базидіальних грибів (трутовики) міцелій багаторічний [2].

Після періоду вегетативного росту вторинного міцелію гаплоїдні ядра дикаріона зливаються (каріогамія). Так завершується статевий процес і утворюється клітина-зигота, яка розвивається у базидію - орган статевого спороношення.

Суть *гаметангіогамії* полягає у злитті вмісту гаметангіїв (антеридію і аскогона) не диференційованого на гамети. При заплідненні вміст антеридія по трихогіні переливається в аскогон. При цьому гаплоїдні ядра антеридія і аскогона — зближуються попарно, утворюючи дикаріони. Згодом аскогон проростає і з нього виростають аскогенні гіфи, в яких ядра дикаріона синхронно діляться. Аскогенні гіфи галузяться і діляться на двоядерні клітини. На кінцях аскогенних гіф відособляється клітина з одним дикаріоном. Це материнська клітина сумки, з неї розвиваються сумки. Кінцева клітина аскогенної гіфи, що містить дикаріон, загинається гачком. Ядра дикаріона знаходяться у місці перегину і один раз діляться. Пара ближчих ядер різної статі залишається в місці перегину гачка, а з другої пари одне ядро- переходить у верхівку аскогенної

гіфи, а друге - в основу. Потім утворюються перетинки, що відокремлюють дикаріон від одноядерних кінцевої і базальної клітин (*рис. 186*).

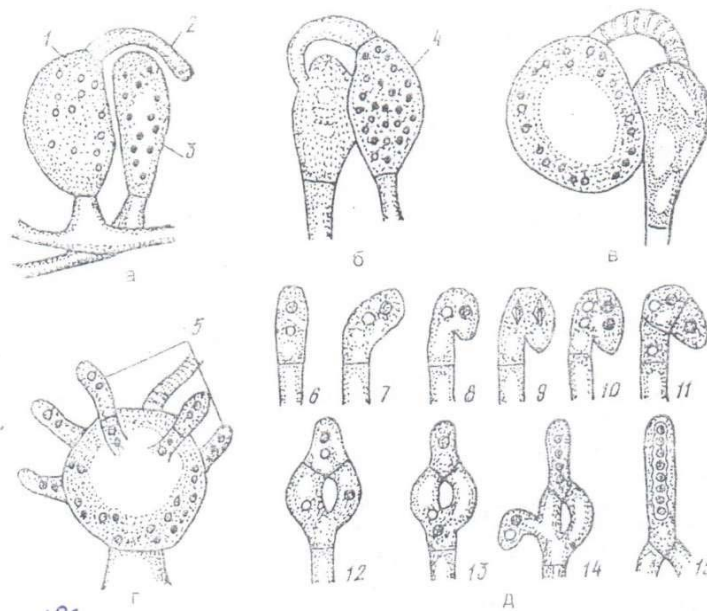


Рис. 186. Статевий процес і утворення сумок з аскоспорами у аскоміцетів:

а - статеві органи, б, в — статевий процес, г — розвиток аскогенних гіф на аскогоні, д — утворення сумок і аскоспор, 1 — архікарп. 2 — трихогіна, 3 — антеридій, 4 — аскогон, 5 — аскогенні гіфи, 6-15 — стадії утворення сумки з аскоспорами

Кінцева і базальна клітини, зливаючись, утворюють дикаріон і знову гачок. Середня двоядерна клітина розвивається в сумку, яка збільшується в розмірах, ядра дикаріона зливаються, утворюючи диплоїдне ядро. Це ядро ділиться мейозом, а потім мітозом, внаслідок чого утворюється вісім гаплоїдних ядер. Навколо цих ядер формуються клітини - аскоспори. Цитоплазма аскоспор багата на органічні речовини. При дозріванні аскоспор в середині сумок утворюється високий осмотичний тиск, внаслідок чого аски тріскаються і аскоспори з силою викидаються назовні [2].

Питання для самоконтролю і розвитку мислення:

1. У чому суть статевого процесу?
2. Чим відрізняється гаметогамія від агаметогамії?
3. Поясніть суть ізогамії, гетерогамії та оогамії. Наведіть приклади.
4. У чому полягає суть сифоногамії, як удосконаленої форми оогамії?
5. Охарактеризуйте подвійне запліднення у квіткових рослин, як найдосконалішу форму статевого процесу.
6. Дайте коротку характеристику хологамії, як форми агаметогамії.
7. Поясніть суть зигогамії, соматогамії, кон'югації та гаметангіогамії, як форм агаметогамії для грибів.

Матеріали та обладнання:

1. Статевий процес у рослин, цикл розвитку голонасінних, подвійне запліднення у квіткових рослин – таблиці.
2. Мікропрепарати: зигогамія, гаметангіогамія у грибів, кон'югація у водоростей.

Література:

1. Васильев А.В., Воронин Н.С., Еленевский А.Т. и др. Ботаника: Морфология и анатомия растений. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 1988. – С. 342-352.
2. Григора І.М., Шабарова С.І., Алейніков І.М. Ботаніка. – К.: Фітосоціоцентр, 2004. – С.144-147, 174-175.
3. Потульницький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О. Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин. – К.: Вища школа, 1971. – С. 243-245.
4. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995. – С.259-277.

Лабораторна робота №23

Тема: *Вегетативне розмноження рослин.*

Мета: *Ознайомитись із основними формами і прийомами вегетативного розмноження рослин.*

Теоретичні питання:

1. Вегетативне розмноження рослин, як різновид нестатевого розмноження.
2. Гетерогенність і тотипотентність рослинної клітини – генетична основа вегетативного розмноження.
3. Розмноження рослин вегетативним способом у природі.
4. Штучне вегетативне розмноження рослин.
5. Мікроклональне розмноження рослин.

Завдання:

1. Ознайомитись із основними формами вегетативного розмноження рослин у природі.
2. Освоїти форми і методи штучного вегетативного розмноження рослин.
3. Ознайомитись із методикою мікроклонального розмноження рослин.

Основні відомості

Вегетативне розмноження відбувається при прямій участі вегетативних органів — кореня, стебла, листка або їх частин. Здатність рослин відтворювати цілий організм з будь-якої його вегетативної частини називається *регенерацією*. Вона властива як нижчим, так і вищим рослинам.

У нижчих рослин розмноження одноклітинних організмів внаслідок поділу можна вважати однією з форм вегетативного розмноження. Багатоклітинні водорості, гриби і лишайники розмножуються часто з окремих відламаних частин талому. У грибів і вищих спорових рослин — мохів, плаунів, хвощів, папоротей вегетативне розмноження відбувається також відособленням окремих ділянок талому або пагона в результаті відмирання старих його частин. У папоротей і хвощів здебільшого відмирають старі підземні пагони — кореневища, а з молодих відростають самостійні рослини. Печіночні мохи і деякі папороті вегетативно розмножуються виводковими бруньками, які відпадають від материнської рослини і, проростаючи, дають початок новим особинам. Дріжджеві гриби розмножуються в основному брунькуванням [3].

Однорічні і дворічні насінні рослини в природних умовах вегетативно не розмножуються. У багаторічних трав'янистих рослин, у дерев і чагарників вегетативне розмноження досить поширене і є для деяких з них основним способом. Вегетативне розмноження широко використовується і в практиці розведення культурних рослин — у плідівництві, овочівництві, ягідництві, декоративному садівництві тощо.

Групу нащадків, що виникли внаслідок вегетативного розмноження будь-якого рослинного організму, називають *клоном*.

Природне вегетативне розмноження насінних рослин. Способи вегетативного розмноження насінних рослин у природі різноманітні: нові бруньки можуть виникати на коренях, стеблах, листках і навіть на квітках та плодах [3].

Розмноження *відчленуванням пагонів*, які стають новими особинами, зустрічається у рясок, кактусів, молодила. Воно нагадує собою брунькування дріжджів і базидіальних грибів. За сприятливих умов розмноження брунькуванням проходить дуже швидко, що спостерігається на ставках у рясок, які за кілька тижнів вкривають суцільним шаром поверхню води на великих площах.

З *допомогою повзучих пагонів* розмножується багато трав'янистих багаторічників — суниця, перстач-гусяча лапка, нечуйвітер волосистий, розхідник, котяча м'ята, конюшина повзуча та ін. На вузлах пагонів закладаються додаткові корені і бруньки, з яких відростають нові пагони. Старіші частини повзучих пагонів відмирають, а укорінені нові пагони стають самостійними особинами.

Розмноження кореневищами поширене у багатьох трав'янистих рослин. Кореневищні рослини швидко опановують площі. На сіножатях, де трави викошують до плодоношення, видовий склад луків зберігається завдяки розмноженню кореневищами (*рис. 187*).

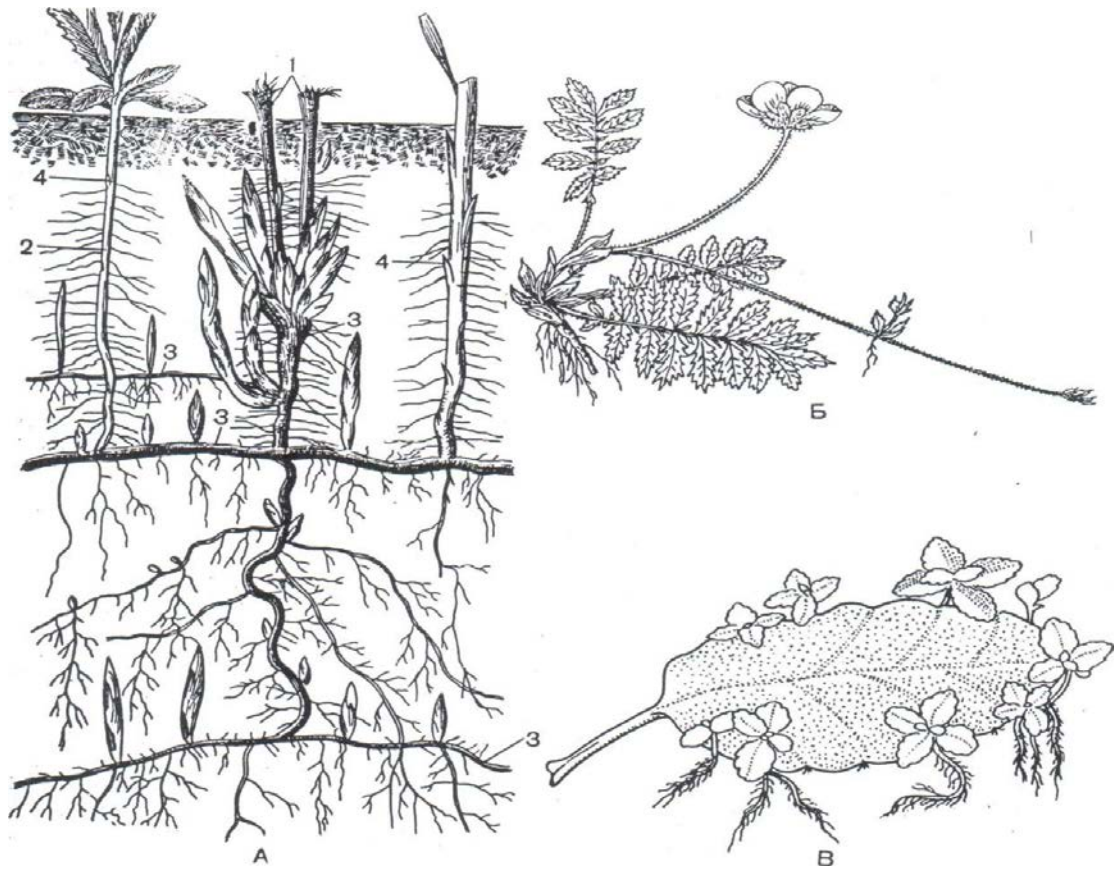


Рис. 187. Природне вегетативне розмноження рослин (за Потульницьким П.М.):

А. Корневими паростками осоту польового:

1 — центральна рослина, яка виросла з насіння; 2 — кореневища; 3 — корені; 4 — додаткові корені.

Б. Повзучими пагонами перстача гусячого.

В. Листками бріюфіллюма.

Розмноження цибулинами і бульбами властиве теж багатьом травам, особливо серед однодольних. В орному шарі ґрунту на площі одного гектара знаходили по 400 — 600 кг цибулин дикого часнику.

Корневими паростками розмножуються деякі дерева, чагарники і трави. Здатність деяких бур'янових рослин до вегетативного розмноження корневими паростками і підземними пагонами утруднює з ними боротьбу. На забур'янених полях у Норвегії підрахували бруньки, придатні до розвитку: осоту польового було близько 5 мільйонів, осоту жовтого - 16 мільйонів, мати-й-мачухи — 26 мільйонів на 1 га [3].

У місцевостях з коротким вегетаційним періодом, високогірних і посушливих степових, рослини розмножуються виводковими бруньками, які формуються в пазухах листків або в суцвіттях на місці квіток. Так розмножуються тонконіг бульбистий, ситник бульбистий, зубниця бульбиста, ломикамінь бульбистий.

У сукулентної кімнатної рослини бріюфіллюма на краях листків формуються ряди зачатків рослин, які опадають і продовжують свій ріст у ґрунті.

У водяних рослин-рдесників, водяного різака, пухирника, жабурника під осінь на верхівках пагонів утворюються особливі зимуючі бруньки — туріони. Вони зимують на дні разом з пагоном, а весною після згнивання пагона випливають наверх, даючи початок новій рослині.

У деяких дерев і кущів — агрусу — нижні гілки прилягають до землі і в місцях стику утворюють додаткові корені. Пізніше після вкорінення пристовбурна частина може відмерти і бічний пагін стає самостійною особою.

Штучне вегетативне розмноження. Здатність рослин до вегетативного розмноження людина широко використовує у практичній діяльності. При цьому більшою або меншою мірою застосовуються хірургічні прийоми для відокремлення частин пагона чи кореня. До штучного

вегетативного розмноження вдаються тоді, коли рослина утворює мало насіння, або коли при розмноженні насінням не зберігаються властивості материнської рослини.

Із способів штучного вегетативного розмноження застосовують такі:

Розмноження бульбами, цибулинами і кореневищами. З культурних харчових і кормових рослин бульбами розмножують картоплю, земляну грушу, або топінамбур, а в тропічних країнах батат і ямс. З декоративних рослин бульбами розмножують жоржини, анемони, бульбоносні бегонії; бульбо-цибулинами — косаріки. В кліматичних умовах України бульби на зиму викопують, за винятком топінамбура, який може перезимувати в ґрунті [3].

Цибулинами розмножують з овочевих рослин городню цибулю і часник, а з декоративних — лілії, тюльпани, нарциси, гіацинти, кринуми та ін. Закладання діток можна стимулювати зрізуванням денця або просверлюванням його. На зрізі при основі лусок утворюються цибулинки-дітки, які через кілька місяців висаджують у ґрунт.

Бульби і цибулини іноді висаджують частками; бульби спочатку розрізають, а у цибулин відчленовують луски. Луски садять у вологий пісок так, щоб верхівки залишались на поверхні. У ґрунт їх висаджують через рік. Цибулинки-дітки завершують свій розвиток і зацвітають через 3 - 5 років.

Кореневищні рослини — м'яту, ревінь, спаржу, півники, бамбуки, конвалії — розмножують частками кореневища або відокремленням паростків.

Розмноження паростками. Кореневими паростками розмножують деякі дерева і кущі — малину, ожину, вишню, сливу, черемху та ін. При цьому, звичайно, материнську рослину не викопують, а відокремлюють лише самі паростки і пересаджують на нові місця.

Надземними стебловими паростками розмножують суниці, а також деякі декоративні кімнатні рослини — традесканцію, хлорофітум тощо. Кореневищними паростками розмножують канни.

Розмноження поділом кущів. Багато декоративних рослин розмножують розрізуванням кущів на кілька частин. При цьому стежать, щоб кожна частина була з кореневою системою. Так розмножують, наприклад, півонії, стокротки, флокси, спірею, примули. Кущі бульбоносних рослин — жоржин, бегоній, анемон, глоксиній — ділять так, щоб кожна частина мала принаймні одну бруньку. Поділом кущів розмножують також і деякі овочеві рослини — щавель, ревінь.

Розмноження відгілками. Відгілками називають пригнуті і присипані землею бічні пагони маточної рослини. Верхівкам відгілків надають вертикального положення над ґрунтом. Під дією вологи і утрудненого, внаслідок пригинання, пересування пластичних речовин, на відгілках закладаються додаткові корені і бруньки, з яких розвиваються паростки. Такі паростки відокремлюють і розсаджують. Розмножують відгілками звичайно такі рослини, які в природних умовах паростків не утворюють, а живцюванням приживаються погано: агрус, ліщину, шовковицю, виноград, підщепи карликових плодових дерев і деякі декоративні — олеандр, драцени, фікус, азалію, юку, гвоздики, троянди, магнолії тощо (*рис. 188*).

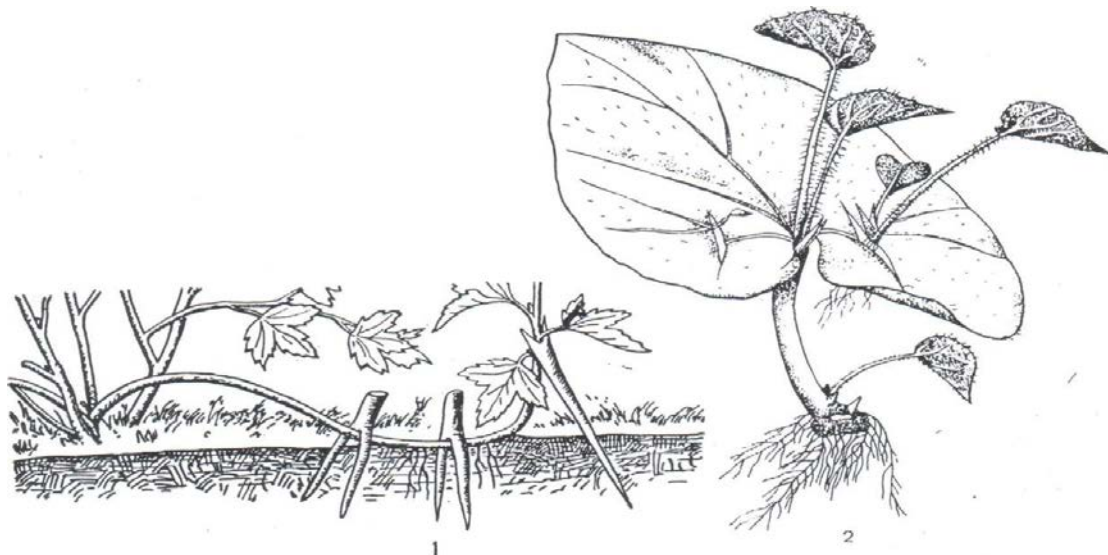


Рис. 188. Штучне вегетативне розмноження рослин (за Потульніцьким П.М.):

1 — відгілками смородини; 2 — листовими живцями бегонії

Варіацією розмноження відгілками є підв'язування до пагона, який хочуть відчленувати, горшка (розпиленого попереду надвоє вздовж). Горщок наповнюють землею і підтримують її весь час у вологому стані. Укоріненню сприяє надрізання корової частини, яке роблять на пагоні у місці, що припадає на нижню частину горшка. До такого способу відгілкування вдаються тоді, коли пагони розташовані високо над землею і пригнути їх до ґрунту важко.

Розмноження живцями. Цей спосіб розмноження є одним з найпоширеніших. Живцем називають відрізок пагона чи кореня, який хочуть укорінити. У висаджених у ґрунт живців за сприятливих умов тепла і вологи через певний час, який визначається насамперед видом рослини, у нижній частині утворюються додаткові корені, а з верхніх пазушних бруньок відростають пагони. Додаткові корені закладаються у камбії. Перед цим спостерігається часто утворення напливу — *калюса* завдяки розростанню паренхімної тканини, яка затягає з країв рану [3].

У розвитку стеблових живців, як правило, добре виявлено полярність: нові пагони формуються з морфологічно верхньої частини, а корені, навпаки,— з морфологічно нижньої частини. Якщо живець верби повісити у вологому повітрі верхнім кінцем униз, то на цьому кінці розвинуться, все-таки, не корені, а пагони. Припускають, що полярність тут обумовлена нерівномірним розподілом особливих ростових речовин, які пересуваються лише в одному напрямку — з морфологічно верхнього до нижнього кінця і там скупчуються. Проте явище полярності у живців з старих пагонів може зникати, і корені закладаються залежно від того, як живець зорієнтовано в просторі.

Найчастіше застосовують стеблові живці, які поділяють на *зимові і літні*. Зимові живці зрізають у безлистому стані в період зимового спокою. Для живцювання придатні одно- дво- і трирічні пагони. Довжина живців буває різною: у смородини та інших кущів здебільшого 15 - 25 см, у винограду, верби, тополі — 40 - 60 см і більше. Якщо живці зрізано восени, то протягом зими їх зберігають у траншеях у піску, укладаючи нижніми кінцями доверху, а весною висаджують на грядки.

Літні, або зелені живці нарізують з пагонів однорічного приросту. Живець завдовжки 3 - 4 см повинен мати 1 - 2 міжвузля з бруньками на вузлах. Нижній зріз роблять безпосередньо над вузлом. Щоб зменшити випаровування, пластинки листків наполовину обрізують. Повністю видаляти листки не слід, щоб не припинялась асиміляційна діяльність, бо в зелених живцях мало запасних речовин. Якщо пластинки дрібні, то їх можна й не укорочувати. На поверхні свіжого зрізу утворюється плівка, а під нею закладається корковий камбій. Пізніше виникає каллюс. Садять літні живці в парнички, в яких створюють високу вологість повітря і оптимальне тепло. В сонячні дні такі парники притіняють і час від часу провітрюють. Зелені живці використовують для розмноження у таких рослин, як троянди, туї, огірки, дині, помідори, баклажани, червоний перець.

Листкові живці. У деяких рослин листки здатні утворювати додаткові корені й пагони. Цю особливість і використовують для вегетативного розмноження квіткових рослин — бегоній, колеусів, гіацинтів, глоксиній і деяких лілій. Відокремлені листки разом з черешками подібно до зелених стеблових живців розміщують у спеціальних парничках з високою вологістю повітря, щільно укладаючи нижньою стороною пластинки до піску. Великі жилки перерізають, щоб локалізувати пластичні речовини вище місць надрізів і цим сприяти закладанню додаткових коренів та бруньок. Пагони у листових живців утворюються значно важче, ніж корені, тому деяка частина їх не приживається.

Кореневі живці. Якщо стеблові живці приживаються погано, то вдаються до розмноження кореневими живцями. Таким способом розмножують рози, вишні, сливи, малину, ліщину, деякі яблуні, цикорій, флокси, фінікову пальму, бруслину, камфорний лавр. Краще приживаються живці, вирізані у молодих сіянців з бічних коренів першого порядку.

Довжина живців 10 - 20 см. Заготовляють їх звичайно восени і зберігають взимку у піску, як і стеблові живці. Навесні їх висаджують в парники неглибоко в ґрунт у похилому або вертикальному положенні.

Ростові речовини. При вегетативному розмноженні рослин живцями останніми роками в лісівництві і в сільському господарстві дедалі більшого значення набувають ростові речовини. Досліди з гетероауксином, гібереліном, індоліл-масляною, альфанафтїл-оцтовою кислотами та деякими іншими речовинами показали, що вони активізують процеси росту і сприяють утворенню на живцях додаткових коренів та пагонів. Всі зазначені речовини дістають, внаслідок синтезу, і в

рослинних організмах вони не зустрічаються, за винятком гетероауксину та гібереліну. Застосовують ростові речовини у вигляді пудри (суміші з тальком), але найчастіше у водному розчині малих концентрацій. Живці витримують у розчині ростових речовин від двох годин до двох діб, залежно від виду рослини, температури тощо, і тоді висаджують у пісок. Застосування ростових речовин дало можливість розмножувати живцями багато таких рослин, які без цього звичайно не укорінюються. Тепер майже всі деревні породи, як голонасінні, так і квіткові, завдяки ростовим речовинам можна розмножувати живцями.

Розмноження щепленням. Щепленням, або трансплантацією здійснюють пересадження живця чи бруньки однієї рослини на іншу для їх зрощування. Прищеплюваний живець називають прищепкою, а рослину з коренем, до якої прищеплюють,— підщепкою, або дичкою. Прищепка не утворює власних коренів і постачається водою та мінеральними речовинами з допомогою кореневої системи підщепи. Звичайно, прищепкою бувають культурні рослини, що їх треба розмножити, а за підщепу правлять рослини з потужною кореневою системою, витривалі до місцевого клімату і ґрунту, стійкі проти хвороб, шкідників тощо, які, проте, самі практичної цінності не мають. Розмноження щепленням поширене головним чином у плідництві, оскільки інші способи вегетативного розмноження тут менш ефективні, а при розмноженні насінням плодів дерева, якщо вони гібридного походження, втрачають властиві їм господарські властивості [3].

Важливою умовою зростання компонентів при щепленні є збіг їх камбіїв. Між прищепкою і підщепкою спочатку в місці стику просвіт виповнюють відмерлі клітини поверхні зрізу, потім вони розсмокчуються і їх заміняє новоутворена паренхімна тканина обох компонентів, що врастають один в одного. Ще пізніше провідні тканини з'єднуються тяжами, які виникають з паренхіми. Після зростання місце щеплення залишається помітним завдяки зовнішньому напливу, який зміцнює зв'язок між прищепкою і підщепкою. Однодольні рослини не щеплюються, це пояснюється головним чином тим, що судинно-волокнисті пучки в них закритого типу (без камбію) і розміщені розсіяно.

Щеплення дводольних рослин, як правило, вдається тим легше, чим ближче споріднені прищепка і підщепка (в межах виду між сортами і расами легше, ніж в межах роду між видами). Ще важче вдається здійснити міжродові щеплення у межах родини, і зовсім рідко між представниками різних родин. Проте слід відмітити, що в цьому відношенні є багато специфічного для тих чи інших родин. У деяких родин всі види й роди в межах їх легко прищеплюються (родина пасльонових і гарбузових). Порівняно легко відбуваються міжвидові щеплення також у родині розоцвітих і бобових. Міжвидові щеплення відомі також у виноградарстві. Завдяки їм було врятовано від небезпечного кореневого шкідника — філоксери найцінніший у культурі європейський виноград (*Vitis vinifera*). Прикладом міжродових щеплень у плідництві є щеплення абрикоси на сливі, персика на абрикосі, груші на айві, черешні на вишні тощо. З вдалих щеплень між представниками різних родин можна навести такі: портулак на кактусі, лимон на груші, настурцію на хризантемі.

Способи щеплень. З багатьох способів щеплень більш поширеними є аблакування, копулювання, щеплення під кору, уступом, у розщип, вічком.

Аблакування, або щеплення внаслідок зближення, можливе тільки у рослин, які зростають поруч — у розсадниках, при горшковій культурі, в теплицях тощо. У прищепи і підщепи знімають однакові смужки кори з частиною деревини, щільно притулюють їх у місцях зрізів і обв'язують. Через рік-два, коли рослини зростуться, пагін прищепи зрізають нижче місця зростання, а пагін підщепи — вище місця зростання. Одночасно знімають обв'язку, а місця ран замазують. Якщо пагони компонентів товсті, то при зближенні роблять не гладенькі надрізи, а з язичками, що дає можливість міцніше притулити прищепу до підщепи. До аблакування вдаються тоді, коли інші способи щеплень не ефективні — у дубів, буків, жимолості тощо.

Копулювання застосовують, коли прищепка і підщепка приблизно однакової товщини. Роблять косі зрізи і стулюють так, щоб камбій принаймні одного боку щільно прилягав до камбію підщепи. Як і при аблакуванні, кращі наслідки дає зрізування не гладеньке, а фігурне, з язичком. Місце щеплення обв'язують. Живець прищепи беруть з однорічних пагонів з двома, трьома бруньками (рис. 189).

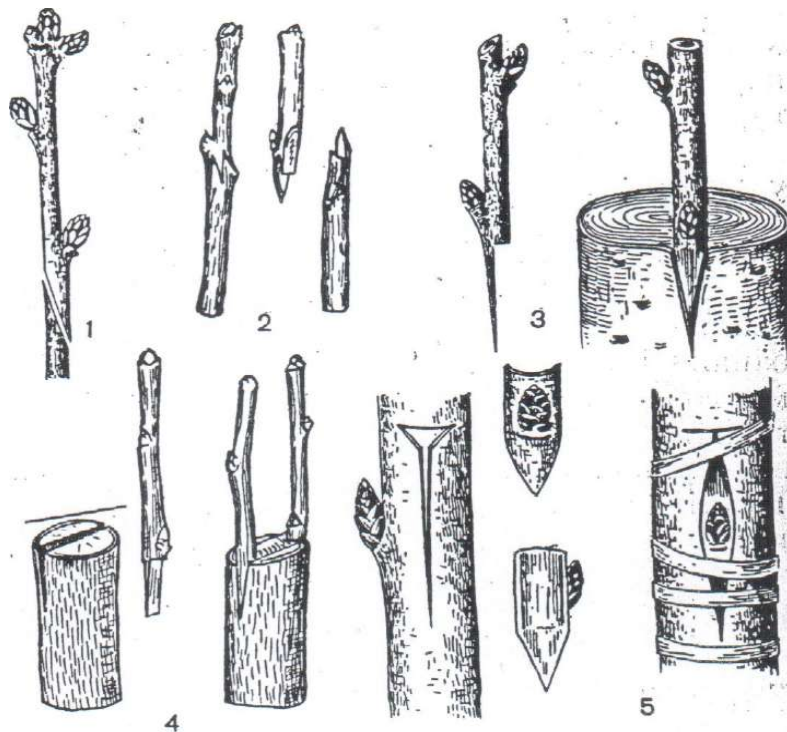


Рис. 189. Способи щеплення рослин (за Потульницьким П.М.):

1 — копулівкою; 2 — поліпшеною копулівкою; 3 — за кору; 4 — в розсіп; 5 — окулірвою

Щеплення під кору. Роблять так щеплення тоді, коли пагін підщепи товстий і кора добре відстає, тобто в період інтенсивної діяльності камбію, навесні. На зрізаній горизонтально підщепі роблять вертикальний розріз кори, в який вставляють вирізаний з уступом живець прищепи. Після обв'язування всі поранені місця замазують садовим варом.

Щеплення уступом. Збоку зрізаної підщепи роблять надріз кори разом з частиною деревини відповідно до товщини прищепи. На прищепі зріз мусить мати невелике плече (уступ), яким він упирається зверху на зріз прищепи.

Щеплення в розсіп, як і щеплення під кору, застосовують тоді, коли підщепа товща за прищепу. Таке щеплення забезпечує міцне зростання і придатне також для щеплення трав'янистих рослин.

Окулірування, або щеплення вічком. За прищепу беруть лише одну бруньку з невеликим шматочком кори й деревини, який називають щитком. Окулірування застосовують майже у всіх, деревних і чагарникових порід і воно є основним способом щеплення у плодовництві. Проводять окулірування, як правило, у другій половині літа, вибираючи час, коли бруньки на річних пагонах сформувались і діяльність камбію ще інтенсивна. Можна здійснювати окулірування і навесні. При окуліруванні на корі підщепи роблять Т-подібний надріз і, відвернувши з допомогою ножа краї кори, вставляють під неї вічко з щитком, натискаючи на черешок обрізаного листка. Вічка для прищепи беруть з середньої частини річних (літніх) пагонів, де вони найкраще розвинені. Пов'язки знімають через рік після окулірування. Вічко зростається з підщепою днів через 12 – 15. Зростання розпізнають по вигляду черешка листка; якщо він пожовк і легко відпадає — прищеплення вдаль, коли почорнів і зморщився — зростання не відбулось [3].

Щеплення застосовують у декоративному садівництві для виправлення форми крон, у плодовництві для заміни сортів, для забезпечення перехресного запилення, для надання стійкості проти низьких температур, хвороб, шкідників тощо. Серед трав'янистих рослин щеплення певною мірою застосовується у квітництві, овочівництві і баштанництві. Щепленням динь, кавунів і люфи на гарбузові вдається вирощувати ці теплолюбні культури у центральних районах України.

Взаємовплив прищепи і підщепи. Компоненти щеплення — прищепа і підщепа, як правило, зберігають свої морфологічні ознаки і фізіологічні властивості. На цьому власне і побудовано розмноження культурних сортів у плодовництві і цікавих форм у декоративному садівництві шляхом щеплення. З кількох сортів яблуни чи груші, прищеплених на одній підщепі, кожний зберігає свої особливості. Томат, прищеплений на картоплі, утворює властиві йому плоди, а

картопля — підземні бульби; з топінамбура, зрощеного з соняшником, інулін не переходить у соняшник. Проте це ще не є підставою для узагальнення про відсутність взаємовпливу між підщепою і прищепою, бо відомо, що у прищепи під впливом підщепи змінюються потужність росту, строки плодоношення, якість плодів, стійкість проти морозу, посухи тощо. Наприклад, великорослі породи плодкових дерев, будучи прищеплені на малорослих (груша на айві, черешня на степовій вишні), утворюють карликові форми дерев, які недовговічні, але починають швидко плодоносити, і у плодів їх часто підвищений вміст цукрів. [3].

Біохімічні зміни у компонентів щеплення виявив у дослідях з тютюнами А.А. Шмук. Якщо прищеплювати тютюн на томат, дурман, паслін, в яких не буває алкалоїду нікотину, в листках тютюну нікотин зникає. Але якщо прищеплювати пасльонові на тютюні, то можна виявити синтез нікотину листками прищепи. Це свідчить про важливий вплив кореневої системи підщепи на властивості прищепи. Тривалі багатолітні дослідження І.В. Мічуріна виявили складний взаємовплив компонентів щеплення. Мічурін вважав, що особливо великий вплив підщепи має на прищепу, коли прищепою є пагін молодого сіянця гібридного походження, а підщепою — доросла рослина місцевого походження, наприклад, лісова яблуня або дика груша. З другого боку, прищепи з старого сформованого сорту може змінювати властивості молодого підщепи походження гібридного. Грунтуючись на взаємовпливі компонентів щеплення, Мічурін у селекційній роботі по виведенню нових сортів плодкових культур розробив метод *ментора*¹.

Метод ментора зводиться до того, що у крону молодих гібридних сіянців прищеплюють на певний час живці сортів, властивості і ознаки яких селекціонер хоче посилити в новому сорті. Метод ментора дає змогу керувати формуванням властивостей гібридів, і Мічурін з успіхом використовував його при виведенні багатьох сортів плодкових рослин. Так, у гібрида яблуні, одержаного від запилення сорту Бельфлер жовтий пилком Китайки, вистигання плодів виявилось раннім і лежкість їх незадовільна. На другому і третьому роках плодоношення Мічурін прищепив на цьому гібриді живці Бельфлера та інших зимових сортів і цим збільшив лежкість плодів на півтора місяці. Щоб збільшити розміри плодів, було прищеплено ще сорт Антоновки шестисотграмової. Пізніше, через 2 – 3 роки, прищеплені пагони вирізували, але вплив їх зберігався й надалі. Так було виведено один з кращих сортів Бельфлер-Китайка. В іншому випадку, при виведенні сорту Кандиль-Китайка, щоб підвищити його морозостійкість, за ментора використано Китайку як підщепу, для чого вічко молодого гібрида закульовано в крону материнського сорту.

Химери. В результаті щеплення іноді виникають рослини з тканинами обох компонентів — підщепи і прищепи. Звуть такі рослини *химерами*. Якщо у копульованого чи прищепленого в розщип пагона зробити поперечний розріз у місці зростання, то згодом на рані утвориться наплив. Частина додаткових бруньок, які закладаються на напливі у місцях стику прищепи і підщепи може мати в конусі наростання тканини обох компонентів. Розрізняють химери *секторіальні* і *периклиналильні* залежно від розміщення різнорідних тканин. У секторіальних химер тканини підщепи і прищепи розміщено обабіч секторами, наприклад, одна половина квітки з червоним віночком, а друга з синім. У периклиналильних химер епідермальні тканини одного компонента обгортають внутрішні тканини другого. Химери насіння не утворюють і розмножують їх вегетативно.

Хід роботи:

1. Ознайомитись із основними формами вегетативного розмноження рослин у природі.

Природне вегетативне розмноження рослин – це розмноження у природі, без втручання людини. Найбільш розповсюджене у насінних рослин вегетативне розмноження кореневищами, надземними повзучими пагонами, цибулинами, коренями, на яких утворюються додаткові бруньки.

Надземні повзучі пагони (вуса, столони) у вузлах утворюють додаткові корені, а в пазухах листків бруньки, що дають вертикальні пагони, вкриті листками. Міжвузли повзучих пагонів відмирають і нові рослини втрачають зв'язок з материнською (суниця, перстач).

Кореневищами розмножується більшість багаторічних трав. На кореневищах утворюються бруньки, з яких формуються надземні пагони, що перетворюються в самостійні рослини. Так розмножуються хвощ, осоки, деревій, яглиця, півники, пирій повзучий та інші рослини.

Цибулинами розмножується багато трав'яних, головним чином однодольних рослин з родин цибулевих, лілійних і амарилісових (цибуля, тюльпан, лілія та ін.).

¹ «Ментор» у перекладі з старогрецької мови означає «вихователь», «наставник».

Бульбами розмножується картопля, жоржини, цикламен. Вони бувають стеблового і кореневого походження, а також підземні і надземні.

Кореневими паростками розмножується осот, шипшина, бузина. При цьому пагони розвиваються з додаткових бруньок, які утворюються на коренях.

Виводкові бруньки – це маленькі зачаткові пагони, що утворюються в пазухах листків або в суцвіттях. Опадаючи з материнських рослин, вони вкорінюються (росичка, гірчак живородний, мітлиця бульбиста, стрілолист та ін.) (*рис. 190*).

Частинками стебла (стебловими живцями) розмножуються кактуси, елодея, верба.

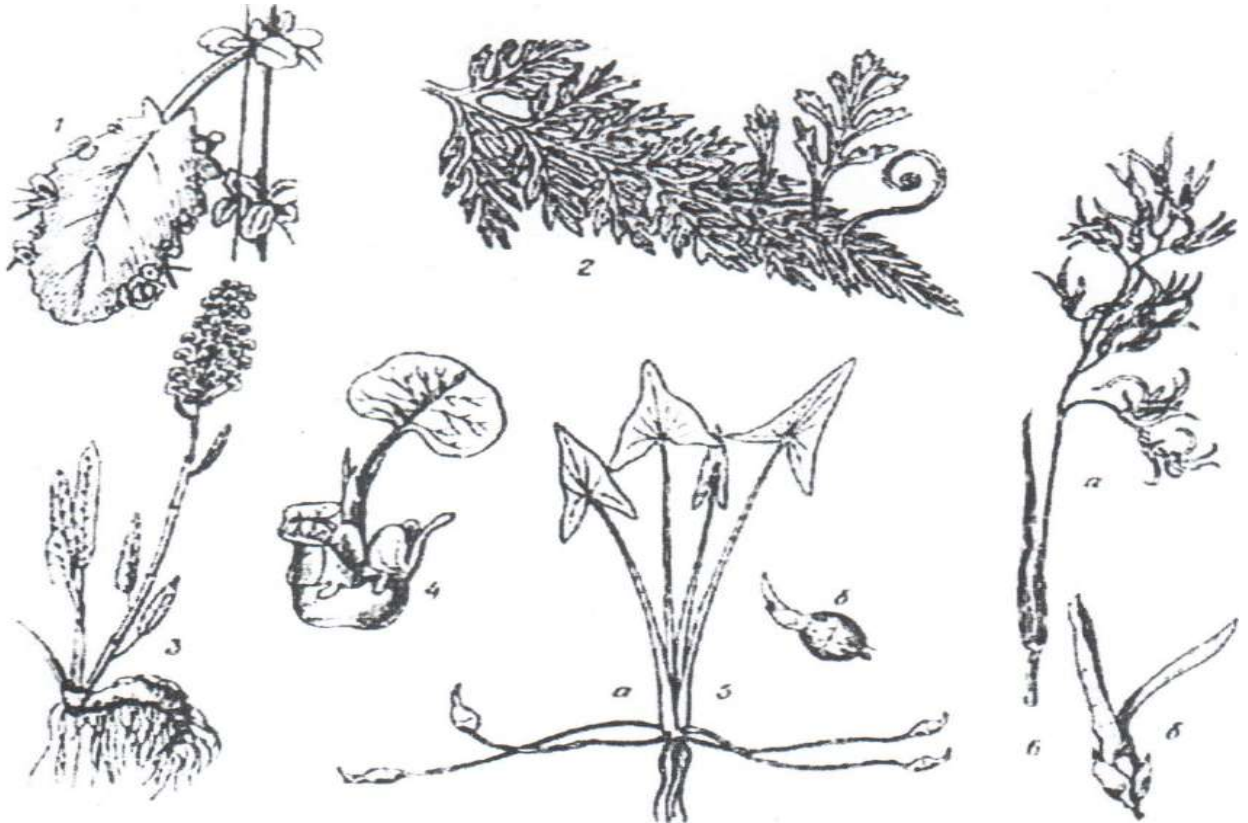


Рис. 190. Виводкові і зимуючі бруньки:

- 1 – Bryophyllum – частина пагона і листок з виводковими бруньками; 2 – папороть Asplenium – частина листка з виводковими бруньками; 3 – Polygonum viviparum, виводкові бруньки в суцвітті замість квіток; 4 – його окрема брунька; 5 – стрілолист: а – загальний вигляд рослини, б – зимуюча брунька; 6 – Poa bulbosa: а – суцвіття з виводковими бруньками, б – окрема брунька

2. Освоїти форми і методи штучного вегетативного розмноження рослин.

Штучне розмноження – це вегетативне розмноження, яке не має місця у природі і пов'язане з хірургічним відокремленням від рослин її частин. Існує багато способів штучного вегетативного розмноження:

Розмноження паростками. Так розмножують малину, вишню, сливу, ожину, черемху.

Поділ куща застосовують при розмноженні деяких кущових (смородина) і декоративних трав'яних багаторічників (примула, флокси) і овочевих рослин (щавель, ревінь).

Розмноження відгілками здійснюється методом присипання землею пригнутих бічних пагонів маточної рослини. Так розмножують агрус, фікус, троянду (*рис. 191*).

Живцювання. Живець – частина вегетативного органа, яку використовують для розмноження. Він може бути *стебловим, кореневим і листковим*.

1. *Стебловими живцями* розмножують виноград, троянду, смородину, вербу, тополю. Стеблові живці поділяються на зимові і літні – зелені, з листками.

2. *Корневими живцями* розмножують хрін, шипшину, троянду, сливу, вишню, малину, ліщину.

3. *Листковими живцями* розмножують бегонію, глоксинію, портулак, колеус, томати. Пагін формується з пазушних бруньок.

Щеплення (трансплантація) – зрощування зрізаних живців або бруньок однієї рослини – розмножуваної (прищепи) з іншою укоріненою (підщепкою) (*рис. 191*).

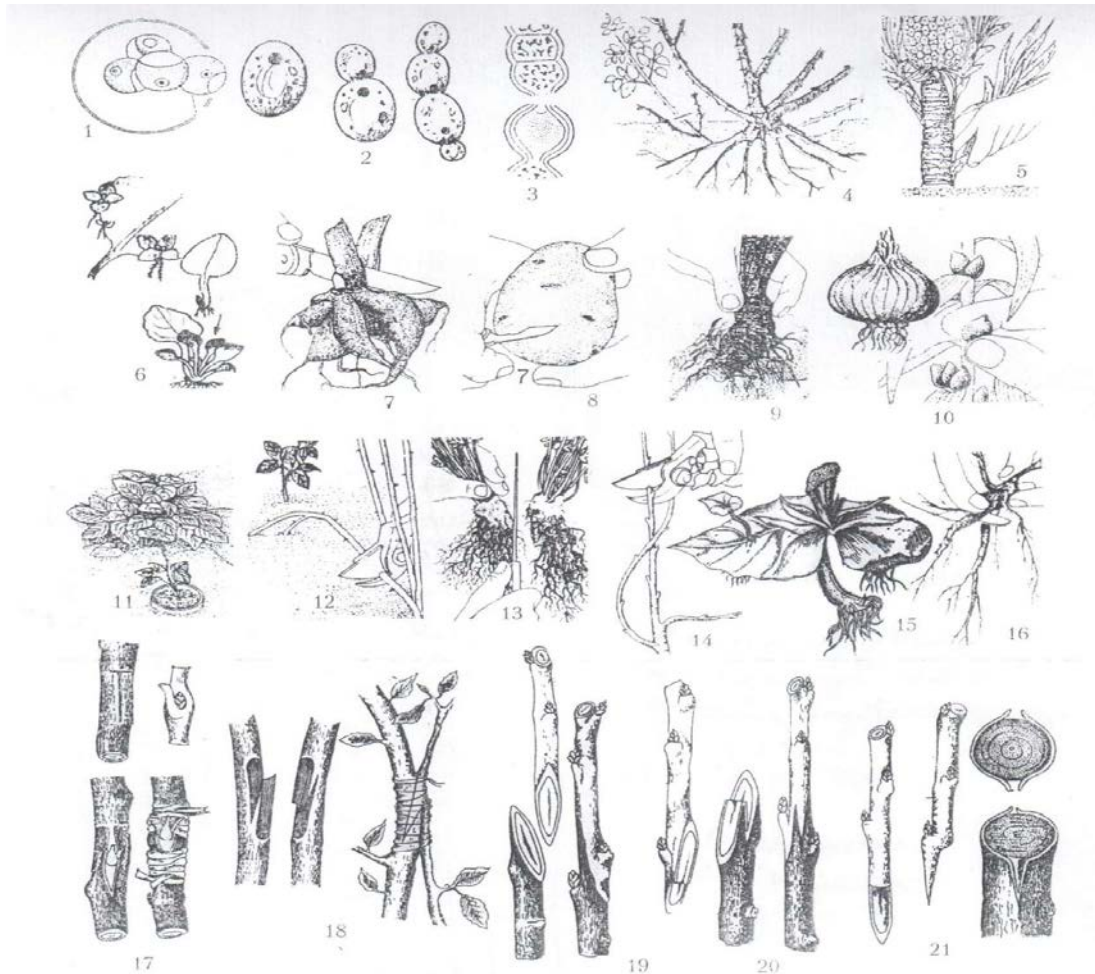


Рис. 191. Типи, форми і способи вегетативного розмноження (за Сербіним А.Г.):

- 1 – прямий поділ клітин (одноклітинні водорості); 2 – брунькування (дріжджі); 3 – фрагментація (нитчасті водорості); 4, 5 – паростками корневими і пагоновими; 6 – виводковими бруньками, або листковими зародками; 7 – коренебульбами; 8 – вічками бульб; 9 – кореневищами; 10 – цибулинами підземними і повітряними; 11 – вусами; 12 – пагоновими живцями; 13 – поділом куща, 14, 15, 16 – живцями пагоновими, листковими, корневими; 17, 18 – окулірування: Т-подібне вічками і язичкове; 19, 20, 21 – щеплення живців: копуляція, у розщип, під кору.

3. Ознайомитись із методикою мікроклонального розмноження рослин.

Під поняттям «клон» розуміють вегетативне потомство однієї рослини (наприклад, картоплі).

Мікроклональне розмноження – вегетативне розмноження в асептичних умовах поза організмом, при якому отримують рослини генетично ідентичні вихідній батьківській формі. Має такі переваги:

- економія вихідного матеріалу;
- отримання великої кількості копій з мінімальної кількості дослідного матеріалу;
- отримання генетично однорідного матеріалу; можливість отримувати оздоровлений від вірусної інфекції рослинний матеріал;
- економія площ.

У якості вихідного матеріалу при мікроклональному розмноженні використовують меристематичні зони бруньок рослин, із яких, виходячи із явищ гетерогенності і тотипотентності

добиваються відтворення вихідних рослин в специфічних умовах «invitro» методом мікроклонування.

Питання для самоконтролю і розвитку мислення:

1. Що являє собою вегетативне розмноження?
2. Якими органами можуть розмножуватись рослини? Наведіть приклади.
3. Які рослини утворюють виводкові бруньки?
4. Наведіть приклади рослин, що розмножуються в природі наземними столонами, кореневищами, бульбами, цибулинами, кореневими паростками.
5. Назвіть відомі Вам методи щеплення.
6. Що означає поняття «прищеп» та «підщеп»?
7. Чому плодові дерева та картоплю розмножують виключно вегетативно?
8. Що необхідно для зростання тіла прищепи та підщепи при щепленні?
9. Що являє собою клон?
10. Що служить генетичною основою мікроклонального розмноження?

Матеріали та обладнання:

1. Вегетативне розмноження рослин у природі, штучне вегетативне розмноження рослин, способи щеплення - таблиці.
2. Живі екземпляри рослин суниці, бегонії, малини, стрілолиста та ін. з органами, що забезпечують вегетативне розмноження у природі.
3. Окулірувальний ніж, прищеп та підщеп яблуні, лико, садовий вар.

Література:

1. Васильев А.Е., Воронин Н.С., Еленевский А.Г. и др. Ботаника. Морфология и анатомия растений. – М.: Просвещение, 1988. – С. 335-342.
2. Григора І.М., Шабарова С.І., Алейніков І.М. Ботаніка. – К.: Фітосоціоцентр, 2004. – С.138-143.
3. Потульницький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О. Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин. – К.: Вища школа, 1971. – С.235-243.
4. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995. – С.249-258.

Лабораторна робота №24

Тема: *Розмноження рослин спорами.*

Мета: *Ознайомитись із особливостями власне нестатевого розмноження рослин.*

Теоретичні питання:

1. Спори: зооспори і апланоспори.
2. Спорангії. Типи спорангіїв.
3. Міто- і мейоспори.
4. Рівноспорові та різноспорові рослини.
5. Заросток, гаметофіт або статеве покоління в циклі розвитку вищих спорових рослин.
6. Різносторовість і редукція заростка.

Завдання:

1. Ознайомитись із одноклітинними спорангіями у нижчих рослин та багатоклітинними – у вищих спорових. Розглянути міто- та мейоспори. Замалювати.
2. На прикладі нижчих рослин розглянути організми, що продукують зооспори, а на прикладі вищих спорових – організми, що продукують апланоспори.
3. На прикладі щитника чоловічого (*Dryopteris filix-mas*) ознайомитись із рівноспоровими рослинами, а на прикладі сальвінії плаваючої (*Salvinia natans*) та марсилії чотирилистої (*Marsilea quadrifolia*) – з різноспоровими. Розглянути та замалювати двостатеві та одностатеві гаметофіти (заростки) цих рослин.

Основні відомості

Нестатеве розмноження здійснюється внаслідок утворення спеціальних клітин, які називаються *спорами* нестатевого розмноження¹. У нижчих рослин (водоростей, грибів) спори формуються в результаті звичайного поділу клітин – мітозу і називаються мітоспорами. Спори, проростаючи, в процесі дальшого розвитку відтворюють нову особину, схожу на материнську. Такий цикл розвитку може повторюватись багаторазово.

Вищі рослини — мохи, плауни, хвощі і папороті — також розмножуються спорами, але ці спори виникають тут після редукційного поділу (через що називаються мейоспорами); і при проростанні їх материнський організм відтворюється не безпосередньо, а через формування заростка, гаметофіта чи статевого покоління і лише після статевого процесу. Спори статевого розмноження бувають і в нижчих рослин, зокрема в бурих і червоних водоростей [3].

У водоростей спори здебільшого округлої або овальної форми, у грибів вони різноманітніші — нитчасті, серповидні тощо. Залежно від способу пересування розрізняють *зооспори* і *аутоспори* (*апланоспори*). Зооспори з допомогою протоплазматичних виростів- джгутиків активно рухаються у водному середовищі. Назву свою вони дістали за схожість з одноклітинними тваринами. Зооспора водоростей складається з цитоплазми, ядра, хроматофора, пульсуючої вакуолі і у деяких також червоного вічка. Зовні зооспори не мають здебільшого ніякої оболонки, у деяких є пектинова оболонка, але при проростанні всі вони втрачають джгутики і вкриваються оболонкою. Зооспори бувають у водоростей і грибів, які розмножуються у воді. Аутоспори джгутиків не мають і активно рухатись не можуть. Розносяться вони вітром або водою. Зовні аутоспори завжди вкриті оболонкою (*рис. 192*).

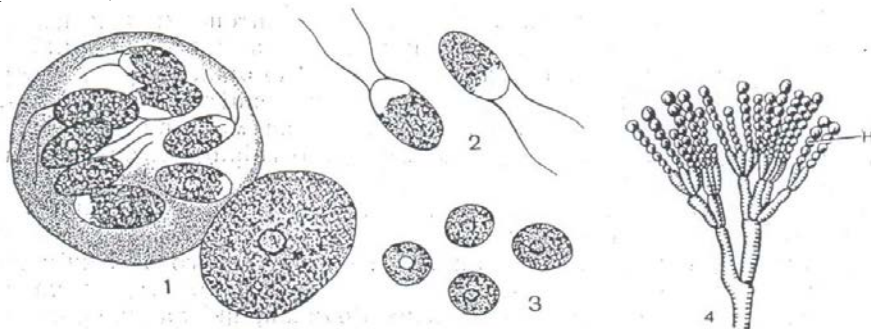


Рис. 192. Нестатеве розмноження водоростей і грибів:

1 - 3 — зелена водорість хлорокок: 1 — вегетативна клітина і утворені в ній 8 зооспор; 2 — вільні зооспори; 3 — зооспори, одягнені оболонкою; 4 — пальчаста цвіль пеніциліум: к — конідії

¹Нестатеве розмноження іноді розуміють більш широко, включаючи сюди і вегетативне розмноження.

В одноклітинних організмів спори виникають з усього протопласта клітини, а в багатоклітинних - з протопластів спеціалізованих клітин, часто збільшеного розміру, які називаються *спорангіями*. Із спорангія зооспори виходять крізь отвори, які виникають внаслідок розслизнення оболонки. по одній на кінці особливих виростів міцелію. Такі спори зовнішнього походження називаються *конідіями*. У цвільових грибів — аспергіла і пеніцила спочатку вони тримаються разом у вигляді ланцюжків, а пізніше розпадаються [3].

Рослини здатні утворювати численні дрібні спори, які легко розносяться вітром, водою, тваринами. Завдяки цьому, нестатевим розмноженням за сприятливих умов проростання спор рослини, протягом короткого часу, можуть розселюватись на великих площах.

Хід роботи:

1. Ознайомитись із одноклітинними спорангіями у нижчих рослин та багатоклітинними – у вищих спорових. Розглянути міто- та мейоспори. Замалювати.

2. На прикладі нижчих рослин розглянути організми, що продукують зооспори, а на прикладі вищих спорових – організми, що продукують апланоспори.

Нестатеве розмноження - це розмноження рослин і грибів за допомогою *спор* — репродуктивних диплоїдних чи гаплоїдних клітин, здатних при відокремленні від материнської особини, без злиття з іншими клітинами проростати й утворювати нові особини, що подібні (у нижчих) чи не подібні (у вищих) до материнської. Оболонка, яка вкриває спори, потовщена нерівномірно і через тонкі місця відбуваються проростання протопласта, багатого поживними речовинами. Рухливі *зооспори* нижчих рослин і деяких грибів активно переміщуються у воді за допомогою *джгутиків* - зовнішніх нитковидних органел, що здійснюють коливальні рухи. Нерухливі, безджгутикові *апланоспори* переносяться вітром, водою, тваринами чи людиною. Спори утворюються в спеціальних структурах - *спорангіях*, а зооспори в *зооспорангіях* (*рис. 193*).

Спорами розмножуються нижчі організми, а у вищих рослин розмноження спорами пов'язано зі статевим розмноженням у життєвому циклі відтворення.

Для забезпечення не статевого розмноження рослини утворюють колосальну кількість спор, та лише невеликий відсоток їх проростає, а основна маса гине в несприятливих умовах.

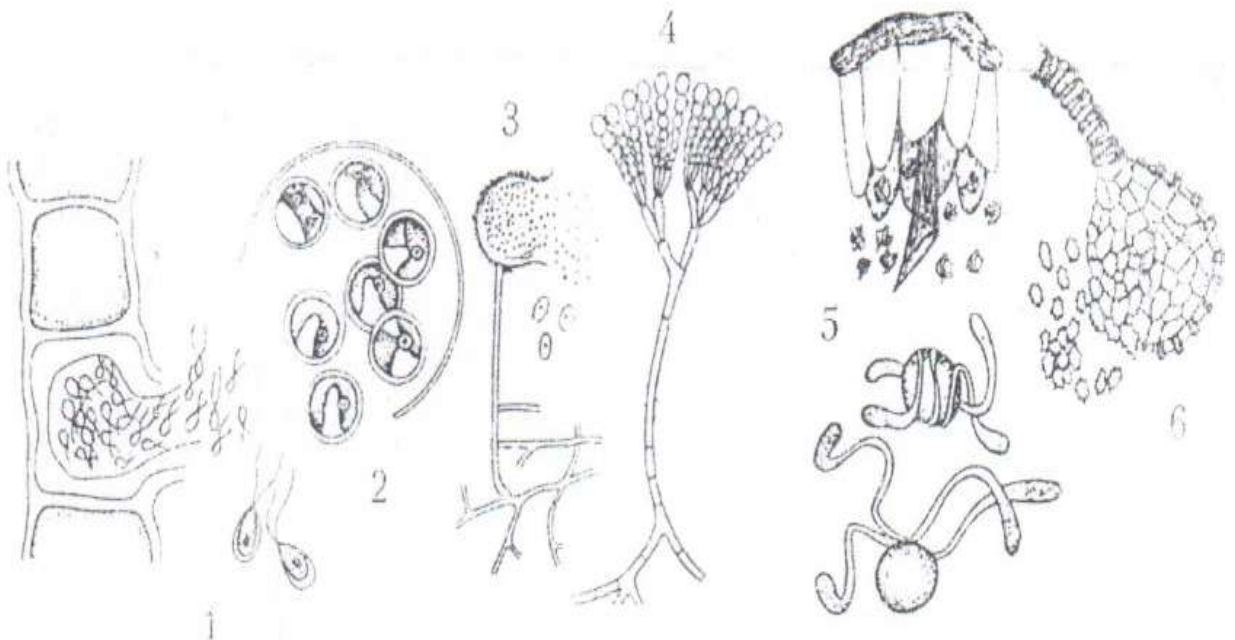


Рис. 193. Спороутворюючі структури і типи спор у водоростей, грибів і вищих спорових рослин:

1 - зооспори зеленої водорості (*Ulotrix*), 2 - апланоспори зеленої водорості (*Chlorella*), 3 ендогенні спори гриба (*Mucor*), 4 - екзогенні конідіоспори зеленої цвілі (*Aspergillus*), 5 - спорофіли зі спорангіями і спори з елатерами хвоща (*Equisetum arvense*). 6 - спорангій і спори папороті (*Dryopteris filix-mas*).

3. На прикладі щитника чоловічого (*Dryopteris filix-mas*) ознайомитись із рівноспоровими рослинами (рис. 194), а на прикладі сальвінії плаваючої (*Salvinia natans*) та марсилії чотирилистої (*Marsilia quadrifolia*) – з різноспоровими (рис. 195).

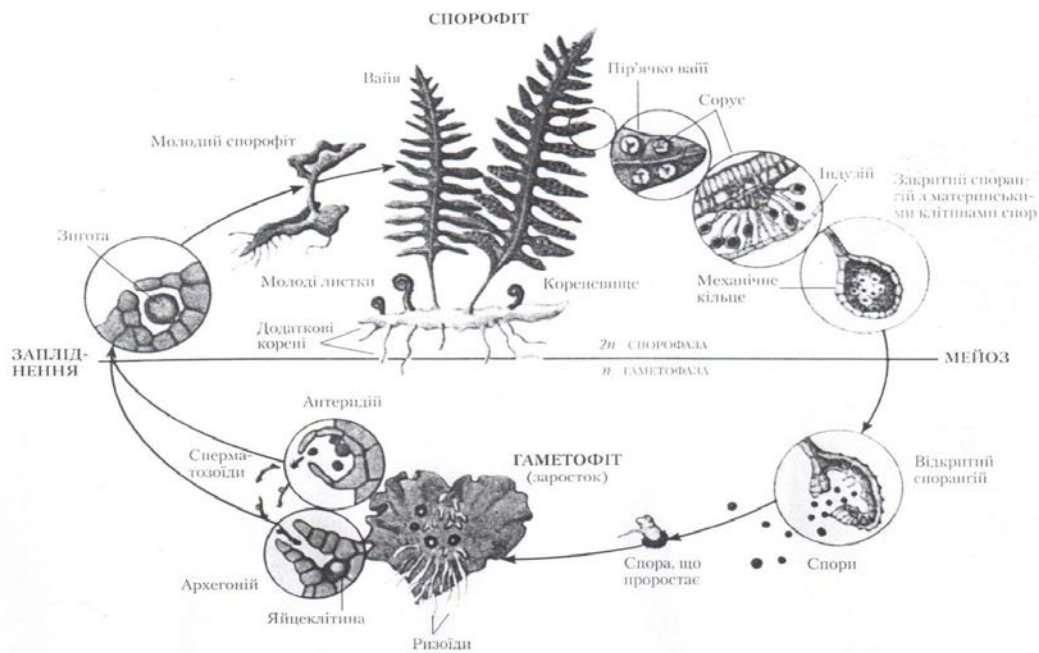


Рис. 194. Життєвий цикл рівноспорової папороті

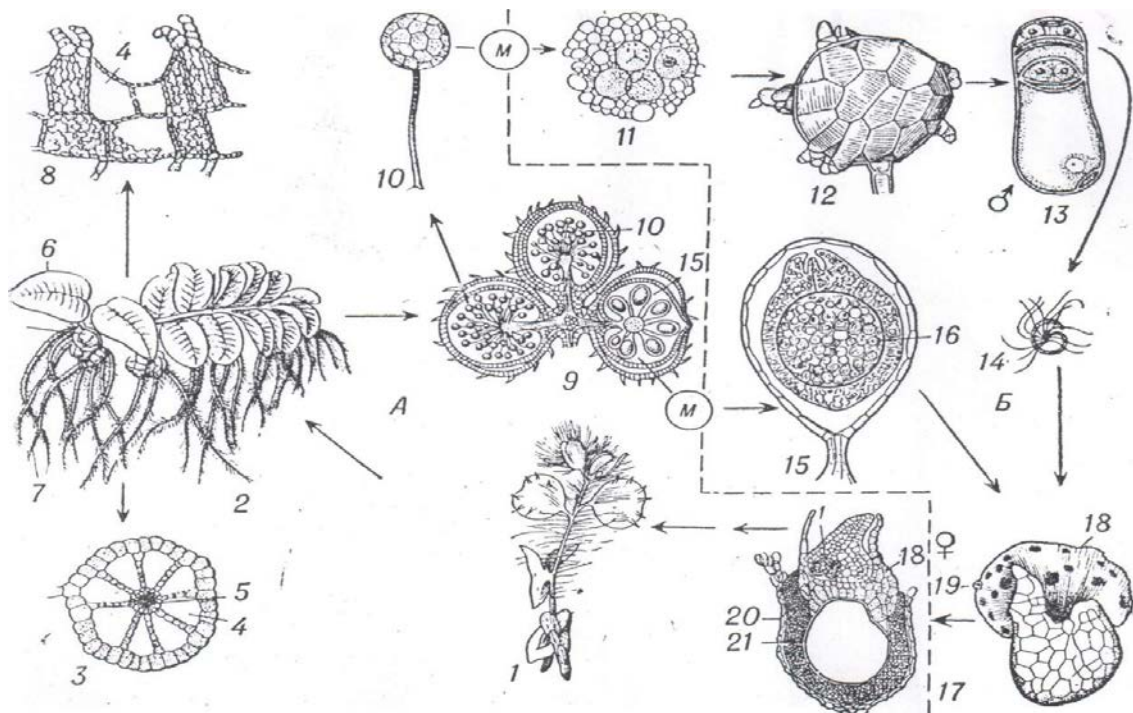


Рис. 195. Розмноження різноспорової папороті сальвінії плаваючої:

А — спорофіт; Б — гаметофіт; М — мейоз; 1 — зародок спорофіта; 2 — дорослий спорофіт; 3 — стебло (поперечний розріз); 4 — порожнина; 5 — центральний циліндр з провідним пучком у центрі; 6 — плаваючий листок; 7 — підводний листок; 8 — листок (поперечний зріз); 9 — соруси; 10 — мікроспорангій; 11 — мікроспори; 12 — мікроспорангій із пророслими мікроспорами; 13 — чоловічий гаметофіт; 14 — сперматозоїд; 15 — мегаспорангій; 16 — мегаспора; 17 — мегаспорангій з пророслою мегаспорою; 18 — жіночий гаметофіт; 19 — архегоній; 20 — оболонка мегаспорангія; 21 — стінка мегаспори

Явище рівноспоровості та різноспоровості характерне для вищих спорових рослин. Рівноспорові рослини утворюють один тип спорангіїв, що продукують мейоспори, від проростання яких формується двостатевий гаметофіт. На гаметофіті рівноспорових утворюються статеві органи – архегонії та антеридії, в яких, відповідно, продукуються яйцеклітини та сперматозоїди. У вологому середовищі відбувається оогамія; з утвореної зиготи починає формуватись спорофітна стадія рослини (Щитник чоловічий, Безщитник жіночий, Папороть-орляк та ін.).

Різноспорові рослини утворюють два типи спорангіїв і, відповідно, два типи спор – мікроспори та мегаспори. Від проростання мікроспор у воді формуються антеридії, які продукують сперматозоїди.

Мегаспори проростають з утворенням архегоніїв на тілі материнської рослини. Дозріла яйцеклітина запліднюється плаваючими у воді сперматозоїдами. Із зиготи, на тілі материнської рослини, починає формуватись спорофітна стадія рослини, яка з часом відокремлюється від материнського організму (Сальвінія плаваюча, Марсилія чотирилиста та ін.).

Питання для самоконтролю і розвитку мислення:

1. Що являє собою спора?
2. Де утворюються спори у спорових рослин?
3. Чим відрізняються зооспори та апланоспори?
4. Для яких рослин характерні мітоспори, а для яких мейоспори?
5. Що являє собою заросток? Чи схожий заросток ззовні на материнську рослину?
6. У яких рослин спорангії одноклітинні, а в яких – багатоклітинні?
7. Що являють собою рівноспорові рослини? Які спори вони продукують? Наведіть приклади.
8. Які заростки (гаметофіти) характерні для різноспорових рослин.
9. Що означає поняття «різноспоровістьі редукція заростка»? Наведіть приклади.

Матеріали та обладнання:

Нижчі та вищі спорові рослини, типи спорангіїв, міто- та мейоспори, рівноспорові та різноспорові рослини – таблиці.

Література:

1. Васильев А.Е., Воронин Н.С., Еленевский А.Г. и др. Ботаника. Морфология и анатомия растений. – М.: Просвещение, 1988. – С. 342-343.
2. Григора І.М., Шабарова С.І., Алейніков І.М. Ботаніка. – К.: Фітосоціоцентр, 2004. – С.143-144.
3. Потульницький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О. Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин. – К.: Вища школа, 1971. – С. 243-244.
4. Стеблянка М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995. – С.258-259.

Лабораторна робота №25

Тема: *Будова насіння і проростків однодольних і дводольних рослин.*

Мета: *Вивчити будову насіння. Ознайомитись із формуванням проростків у дводольних та однодольних рослин.*

Теоретичні питання:

1. Формування зародка і насінини із зиготи.
2. Будова зародка і насіння дводольних рослин.
3. Будова зародка і насіння однодольних рослин.
4. Умови, необхідні для проростання насіння.
5. Процеси формування проростків із насіння дводольних та однодольних рослин.

Завдання:

1. Розглянути та замалювати насіння і зародок дводольних рослин на прикладі квасолі.
2. Розглянути та замалювати насіння і зародок однодольних рослин на прикладі пшениці.
3. Ознайомитись із процесами формування проростків із насіння дводольних рослин на прикладі квасолі. Замалювати.
4. Ознайомитись із процесами формування проростків із насіння однодольних рослин на прикладі кукурудзи. Замалювати.

Основні відомості

Подвійне запліднення викликає в рослині ряд складних процесів, внаслідок яких виникають насіння і плоди. Насінина (лат. *semen*) являє собою насінний зачаток, видозмінений в результаті запліднення (або *апоміксису*). Основна видозміна пов'язана з розвитком із зиготи *зародка*. Після злиття одного зі сперміїв з яйцеклітиною утворюється зигота (вона завжди диплоїдна). Зигота формує целюлозну оболонку і деякий час лишається в спокої. Разом з тим, після злиття другого спермія з диплоїдною центральною клітиною зародкового мішка, негайно формується триплоїдний ендосперм. Він виникає від поділу способом мітозу заплідненої центральної яйцеклітини. В одних рослин цей поділ спочатку відбувається без утворення целюлозних оболонок. Ці оболонки виникають пізніше, коли весь зародковий мішок буде заповнений ядрами, що утворилися (ядерний тип утворення ендосперму). У інших рослин запліднена центральна клітина відразу ділиться з утворенням перегородок (клітинний тип утворення ендосперму) [2].

Ендосперм служить для живлення зародка, і утворення ендосперму починається трохи раніше від формування зародка.

Після деякого періоду спокою запліднена яйцеклітина (зигота) починає ділитися способом мітозу і формує спочатку дві диплоїдні клітини. З клітини, розміщеної ближче до пилковходу, внаслідок поперечного поділу виникає один ряд клітин підвісок. З другої клітини, що ділиться в різних напрямках, формується восьмиклітинний *передзародок*, який при подальшому поділу клітин утворює *зародок* (*рис. 196*).

В останньому формуються *брунька, сім'ядолі, підсім'ядольне коліно і корінець*. У зародку, що сформувався, у дводольних, як правило, є дві сім'ядолі, у однодольних — лише одна, а друга припиняє свій ріст. Рідко зародок може утворюватися і без запліднення, коли він розвивається з незаплідненої яйцеклітини. Це явище називають *партеногенезом*.

Клітини інтегументів після процесу подвійного запліднення теж видозмінюються і з них виникає шкірка насінини, яка у різних рослин має специфічну будову. Весь насінний зачаток перетворюється в насінину, яка складається з зародка і запасних поживних речовин, вкритих насінною шкіркою (*спермодермою*).

Насінина — це орган, з допомогою якого розмножуються і поширюються насінні рослини. У несприятливих для проростання умовах (значна сухість, низькі температури) насінина може певний час перебувати у стані спокою. З настанням сприятливих умов температури і вологості і при наявності повітря насінина проростає.

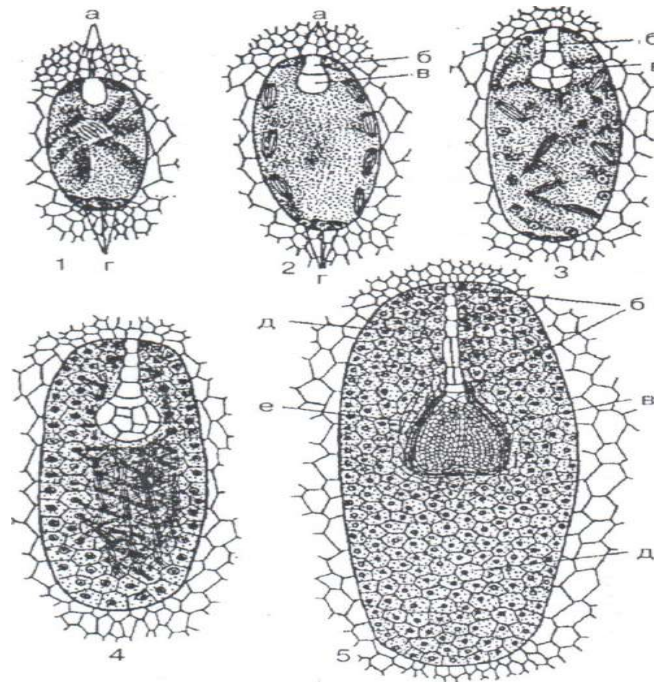


Рис. 196. Схема послідовного розвитку ендосперму та зародка у дводольних (1-5):

а — синергіди; б — підвісок; в — зародок; г — антиподи; д — ендосперм; е — ендосперм, за рахунок якого живиться зародок

Зовнішня будова насіння. Насіння різних рослин мають відмінні зовнішній вигляд, масу, форму, колір, опушеність [2].

Маса насіння варіює в дуже широких межах: від десятих часток міліграма (в *орхідних*) до 10-15кг (у деяких пальм), хоча в більшості видів рослин вона незначна (від кількох міліграмів і до кількох десятків міліграмів).

Дуже різноманітна і форма насіння: овальна, округла, нирковидна, видовжена, тригранна тощо.

Насіння може бути білого, жовтого, червоного, коричневого, чорного кольору, або строкате чи з різними візерунками.

Насіння буває гладеньким і опушеним, із зачіпками та остями.

У деяких видів зовні на насінні утворюються вирости — *принасінники*, заповнені поживними речовинами, які приваблюють мурашок, котрі розносять насіння в різні місця і сприяють, таким чином, розселенню виду.

Слід на насінні, де вона прикріплювалася до насінної ніжки, називають *рубчиком* (**рис. 197**). Біля нього є отвір — *сім'явхід*, що відповідає пилковходові насінного зачатка.

Кількість насіння, що його утворює одна особина, дуже різна: від кількох чи кількох десятків (зернівки злаків) до десятків мільйонів (у тополі).

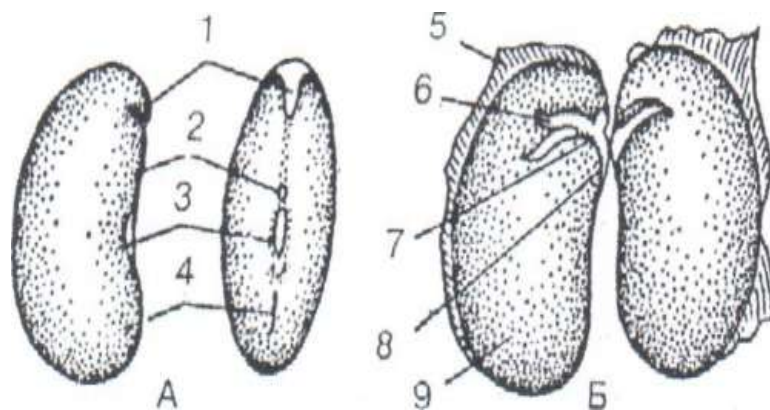


Рис. 197. Будова насінини квасолі (*Phaseolus vulgaris*) та її проростка:

А — зовнішня будова; Б — внутрішня будова насінини; 1 — корінець; 2 — мікропіле; 3 — рубчик; 4 — насінний шов; 5 — шкірка; 6 — брунечка; 7 — стебельце; 8 — корінець; 9 — сім'ядолі

Внутрішня будова насіння. Отже, насінина складається із зародка та різного роду запасних тканин, вкритих насінною оболонкою. Зародок насінини складається із зародкової бруньки, сім'ядолей, підсім'ядольного коліна (зародкового стебельця) і зародкового корінця. Зародкова брунька має вкорочену вісь першого порядку і маленькі зародкові листки, що не розкрилися. Сім'ядолі (у дводольних, рослин їх, як правило, дві, в однодольних — одна) (рис. 198) є і першими зародковими листками. Вони можуть бути товстими і щільними (якщо в них сконцентрований запас поживних речовин) або тонкими і ніжними (якщо запасні поживні речовини знаходяться поза ними) [2].

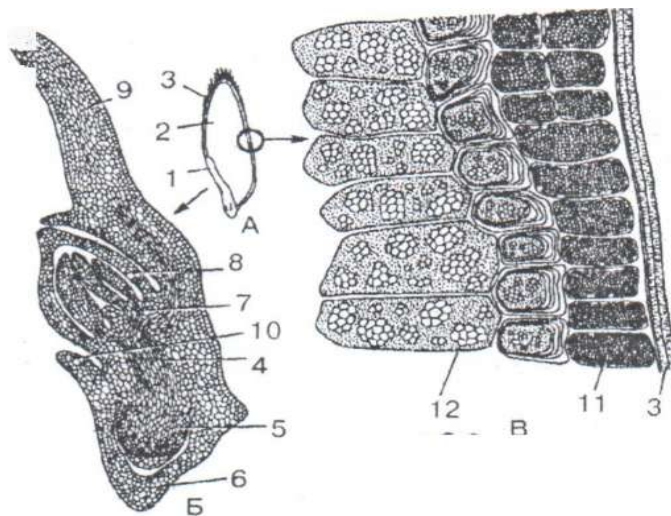


Рис. 198. Будова зернівки вівса (*Avena sativa*):

А — схема поздовжнього розрізу зернівки; Б — будова зародку; В — будова ендосперму: 1 — зародок; 2 — ендосперм; 3 — оплодень, що зрісся з шкіркою насінини; 4 — стебельце; 5 — корінець; 6 — колеориза; 7 — брунечка; 8 — колеоптиле; 9 — сім'ядоля (шиток); 10 — епібласт; 11 — алейроновий шар; 12 — клітини із запасним крохмалем

Класифікація насіння. Залежно від того, де відкладаються запасні поживні речовини, розрізняють п'ять типів насіння (рис. 199).

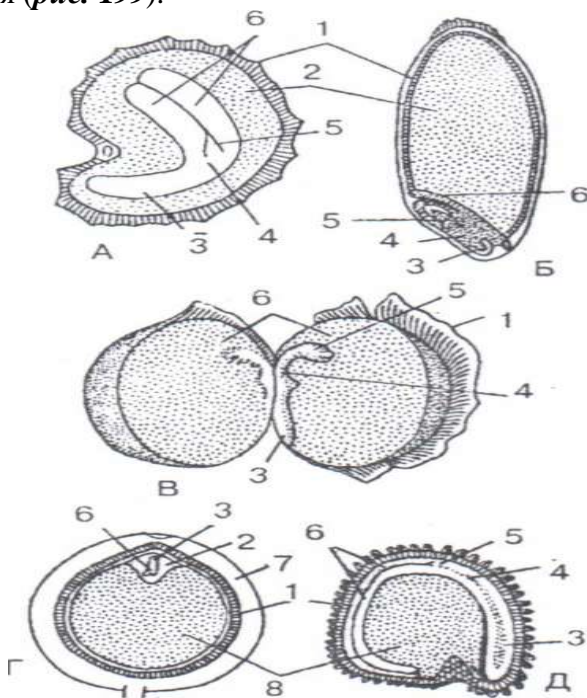


Рис. 199. Типи насіння:

А - з ендоспермом, що оточує зародок (мак снодійний — *Papaver somniferum*); Б — з ендоспермом, що лежить поряд з зародком (пшениця — *Triticum aestivum*); В — з запасними речовинами, які відкладені в сім'ядолях зародка (горох посівний — *Pisum sativum*); Г — з ендоспермом, що оточує зародок і потужним периспермом (перець чорний — *Piper nigrum*); Д — з периспермом (кукіль — *Agrostemma githago*): 1 — насінна шкірка; 2 — ендосперм; 3 — корінець; 4 — стебельце; 5 — брунечка; 6 — сім'ядоля (3-6 — зародок); 7 — оплодень; 8 — перисперм

1. Насіння без ендосперму і перисперму, або безбілкове. Запасні поживні речовини відкладаються в самому зародку, переважно в його сім'ядолях. У процесі формування зародок використав усі поживні речовини і не дав можливості утворюватися іншим живильним тканинам (*горох, квасоля, соняшник, редька, гарбуз, огірок тощо*). Якщо зняти з такого насіння насінну шкірку, то воно (у дводольних) легко розпадеться на дві сім'ядолі, з'єднані зародковим стебельцем з зародковою брунечкою та зародковим корінцем. З однодольних таке насіння мають стрілолист і частуха [2].

2. Насіння з ендоспермом, або білкове. Поживні речовини містяться поза зародком, зокрема в клітинах ендосперму (*зернівки злаків, мак, березка, рицина, хурма тощо*).

3. Насіння з периспермом. Після подвійного запліднення поживні речовини концентруються в клітинах нуцелуса, власне, в ядрі насінного зачатка (*звездикові, лободові, лататтєві тощо*). Утворена таким чином запасуюча тканина називається периспермом (ендосперм не розвивається).

4. Насіння з ендоспермом і периспермом. Насіння такого типу зустрічається рідше (*лотос, чорний перець, імбир*). В цьому випадку поживні речовини відкладаються одночасно як в ендоспермі, так і в периспермі.

5. Насіння, в якого поживні речовини накопичуються як в ендоспермі так і в зародку.

Форма зародка та його положення в насініні бувають різними, вони спадково закріплені і є чіткою систематичною ознакою.

Потрапляючи в сприятливі умови, насіння проростає, і з нього утворюється проросток. У проростка розрізняють головний корінь, що розвинувся із зародкового корінця, та бокові корені; стебло, сім'ядолі; перше міжвузля стебла (між кореневою шийкою і сім'ядолями) називається підсім'ядольним коліном або гіпокотилем; друге (між сім'ядолями і першим справжнім листком), — надсім'ядольним коліном або епикотилем. Будова перших листочків завжди простіша, ніж у тих, що розвиваються пізніше, а в багатьох деревних рослин перші листочки бувають лусковидними. При проростанні насіння сім'ядолі виходять на поверхню ґрунту і зеленіють (наприклад, у *гарбуза, огірка, квасолі, соняшника*) або залишаються в ґрунті (наприклад, у *дуба, гороху, вишні* та ін.) [3].

В типовому випадку насініна квіткової рослини складається із зародка, ендосперму і насінної шкірки. Зародок, як похідне зиготи, має у своїх клітинах подвійний набір хромосом. Таким чином, і морфологічно і цитологічно зародок та ендосперм (як два багатоклітинні тіла в насініні) дуже різні.

Функція зародка очевидна: він є зачатком нової рослини. Складається зародок повністю або переважно з *меристеми*. Функція ендосперму — забезпечення живлення зародка, який від самого початку живиться готовими органічними речовинами, незважаючи на те, що досить часто зародки на перших етапах розвитку мають зелене забарвлення і, ймовірно, здатні до самостійного фотосинтезу.

В зрілому насінні різних квіткових рослин дуже варіює співвідношення розмірів зародка і ендосперму, обриси і положення самого зародка в насініні.

В одних рослин (наприклад у *магнолієвих, лілійних, пальм*) зародок дуже малий, і ендосперм займає майже весь об'єм насіння, в інших, навпаки, зародок до часу дозрівання насіння розростається настільки, що витісняє і поглинає ендосперм, від якого залишається тільки невеликий шар клітин під насінною шкіркою (наприклад, у *яблуні, мигдалю*) або взагалі нічого не залишається. В останньому випадку зріла насініна складається лише із зародка і насінної шкірки (наприклад, у *бобових, айстрових, гарбузових*). Між цими крайніми варіантами є перехідні.

Підраховано, що з 250 досліджених видів квіткових 85% мали насіння з ендоспермом (великим чи малим) і лише 15% його не мали. В цьому разі або сам зародок (а частіше його сім'ядольні листки) стає вмістилищем запасних поживних речовин, або вони відкладаються в так званому периспермі — запасуючих клітинах нуцелуса.

Формування органів квіткових рослин в процесі індивідуального розвитку. Зачатки вегетативних органів у насінних рослин закладаються в зародку насініні. У більшості видів зачаткові корінець і пагін вже чітко сформовані в зародку і їх неважко виявити ще до проростання.

За будовою розрізняють два типи насініні: без ендосперму і з ендоспермом. В першому випадку поживні речовини зосереджені в тканинах самого зародку, найчастіше в сім'ядолях, в другому — у спеціальній тканині — ендоспермі, яка в хвойних рослин закладається ще до запліднення, а у квіткових — відразу після запліднення. Насініні без ендосперму поширені в

рослин з родини бобових, гарбузових, складноцвітих (соняшника), розоцвітих (яблуні), березових, кленових та інших; з ендоспермом — у рослин з родини злакових, осокових, пасльонових (картоплі), зонтичних (моркви) тощо (рис. 200).

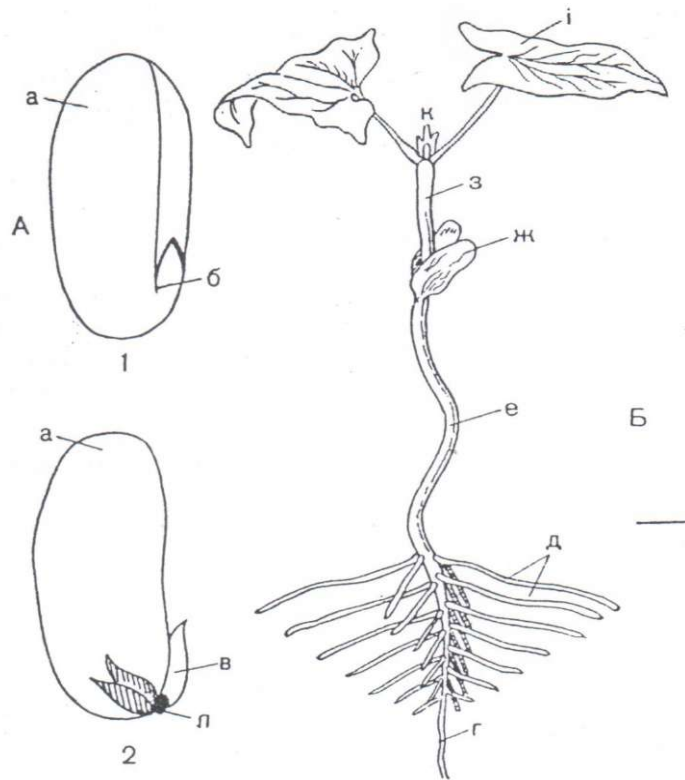


Рис. 200. Будова насінини і проростків дводольних рослин:

- А. Насінини квасолі після видалення шкірки (1) і однієї сім'ядолі (2): а — сім'ядоля, б — місце прикріплення другої сім'ядолі, в — зародковий корінь, л — зародкова брунька;
 Б. Проросток квасолі: г — головний корінь, д — бічні корінці, е — підсім'ядольне коліно-гіпокотиль, ж — сім'ядолі, з - надсім'ядольне коліно-епікотиль, і — перші справжні листки, к — верхівкова брунька

При необхідних умовах (вода, тепло, повітря) у багатьох рослин після певного періоду спокою насінини проростають, внаслідок чого зародок розвивається у проросток. На відміну від зародка проросток уже здатний до самостійного живлення, хоча протягом певного часу і використовує ще поживні речовини, відкладені в насінині [3].

Послідовність розвитку проростка здебільшого така. Спочатку починає рости зачатковий корінець, перетворюючись на головний корінь, слідом за ним витягується стебельце — *гіпокотиль*, далі розростаються сім'ядолі і останньою розгортається верхівкова брунька, даючи початок головному стеблю. Ранній розвиток кореня забезпечує прикріплення проростка до субстрату і постачання його водою та мінеральними речовинами; з ростом гіпокотилу перші асимілюючі органи виносяться на поверхню ґрунту до світла. Така послідовність біологічно виправдана, бо лише після цього можливе формування надземного пагона проростка.

У багатьох рослин можуть бути ті чи інші відхилення. Зокрема, нерідко спостерігається припинення росту гіпокотилу, внаслідок чого сім'ядолі після проростання залишаються під землею, а першими асимілюючими органами стають первинні справжні листочки, які виносяться на поверхню завдяки посиленому росту епікотилу. Таке підземне проростання характерне для гороху, дуба, ліщини, волоського горіха, латаття тощо. Сім'ядолі в цих випадках виконують роль запасуючих органів.

Де в чому відмінний і процес проростання зернівок злаків. Внаслідок бічного залягання, зародок при проростанні розриває плодову оболонку (перікарп) і виходить назовні. Слідом за головним корінцем відразу починають рости додаткові корінці на гіпокотилі. Плівчаста піхва над брунькою, *колеоптіле*, витягується і крізь неї виносяться на поверхню ґрунту первинні листки (рис.201).

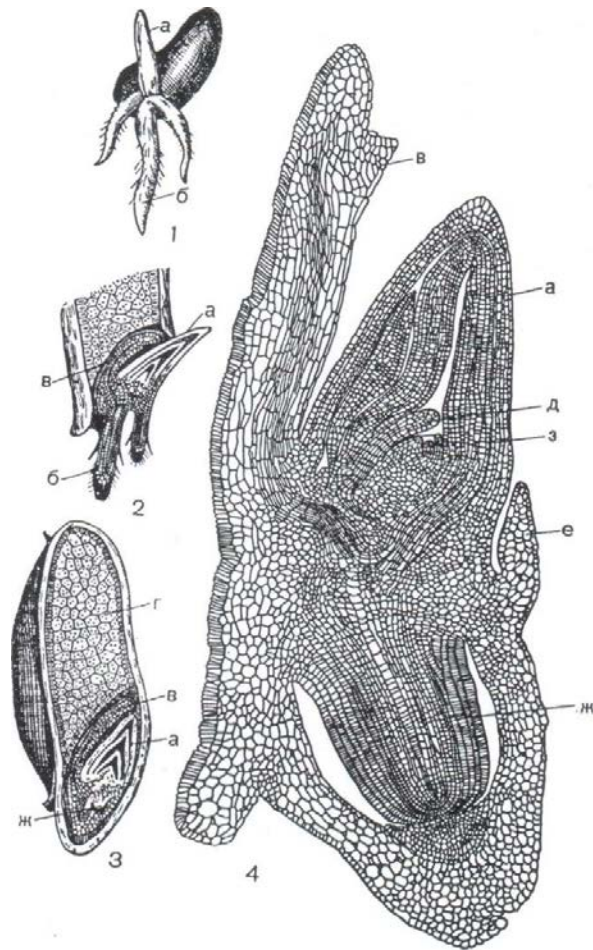


Рис. 201. Будова насінини і проростка однодольної рослини — пшениці:

1 — зовнішній вигляд проростка; 2 — позовжній розріз через проросток; 3 — позовжній розріз через зернівку; 4 — позовжній розріз через зародок насінини: а — колеоптіле, б — головний корінь, в — щиток, г — ендосперм, д — зародковий листок, е — епібласт, ж — зародковий корінь, я — конус наростання

З проростка починається самостійний життєвий шлях рослинного організму. Характерною ознакою проростків є наявність у них зародкових листків — сім'ядоль. В однорічних рослин стан проростка триває від кількох днів до кількох тижнів, у багаторічних звичайно не довше одного вегетаційного періоду [3].

Наступний в онтогенезі період після проростків, який триває до статевозрілого стану рослин, називають *ювенільним*. Якщо проростки, поряд із самостійним живленням, використовують також поживні речовини материнських рослин, то в ювенільний період, щодо живлення організми цілком самостійні. Своєю формою і будовою ювенільні рослини звичайно відрізняються від дорослих. Первинні листки ювенільних рослин характеризуються здебільшого слабою диференціацією пластинки. Так, перший лист конюшини і суниці не трійчатий, а простий; перисті листки вики і шипшини в молодому віці мають лише 1 — 2 пари листочків, замість великої кількості в дорослому стані; у настурції первинні листки мають прилистки, у дорослих рослин прилисток немає; у туї і кипарису в ювенільному стані хвоя не луската, а голчаста. Своєрідне листорозміщення у ювенільних рослин; здебільшого воно супротивне, тоді як у дорослих форм спіральне. Для деяких рослин у ювенільному стані властива розеточна форма росту, а в дорослому стані вони утворюють довгі стебла, наприклад, у лісової суниці, в конюшини. Відрізняється і коренева система: у ювенільних рослин вона здебільшого представлена головним коренем, який розвинувся із зародкового корінця, тоді як в дорослому стані у багаторічників переважає система додаткових коренів, що виникають на стеблі. У деяких рослин спостерігається і зміна типу галуження, від моноподіального в ювенільному віці до симподіального в дорослому, наприклад, у примули, суниць, жовтеця їдкоого, дзвіночків. Отже, ювенільні рослини в структурі окремих органів і в загальному плані будови мають ряд особливостей, відтворюючи дещо скорочено шлях філогенетичного розвитку даного виду.

Ювенільний період в однорічних рослин триває від кількох днів до кількох тижнів, а в багаторічних рослин — ряд років залежно від виду.

Між морфологічними ознаками проростків і ювенільних рослин з одного боку і біологічними властивостями дорослих організмів — з другого нерідко спостерігаються корелятивні зв'язки, які можна використовувати для прогнозу в практичній селекційній і насінницькій роботі. Ефективність таких прогнозів в галузі плодючості довів І.В. Мічурін.

В цьому напрямі провів також ґрунтовні дослідження Н.П. Кренке, зокрема щодо раннього визначення скороплідності сортів яблуні та скороспілості сортів коноплі, бавовнику, льону, гречки та інших сільськогосподарських культур. Він виявив, що в кожному конкретному випадку можна виділити дуже чутливу до вікових змін ознаку, за якою і ставиться прогноз властивостей дорослих особин. Наприклад, у капусти такою ознакою є довжина черешка, і ті молоді рослини, у яких ця довжина менша, порівняно з довжиною пластинки, є більш скороспілими, бо для дорослих особин властиві сидячі (безчерешкові) листки. У коріандра такою ознакою є ступінь розчленування листової пластинки, і ті проростки, у яких розчленування відбувається швидше, розвинуться в скоростиглі індивідууми (рис. 202).

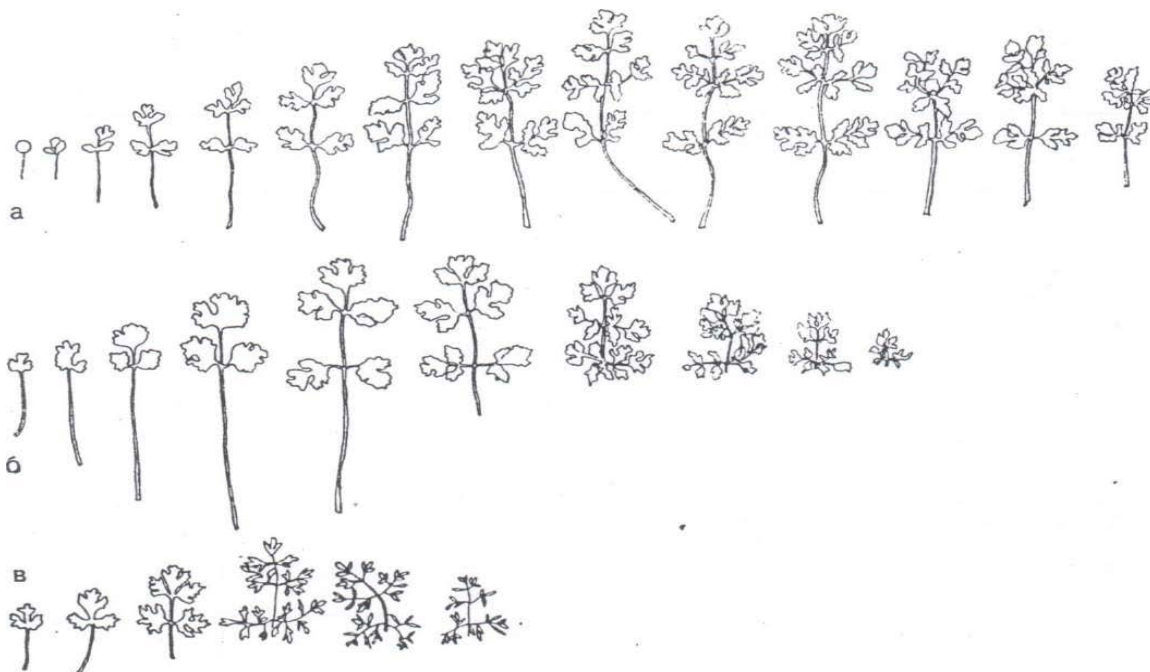


Рис. 202. Послідовні ряди листків у коріандра (за Кренке):

а — пізньостигла, б — середньостигла, в — ранньостигла раси.

Хід роботи:

1. Розглянути та замалювати насіння і зародок дводольних рослин на прикладі кvasолі.

Для вивчення насіння і зародка дводольних рослин найкраще скористатися насінням кvasолі (рис. 203).

Насінина кvasолі оточена порівняно щільною блискучою шкіркою. Вона має трохи сплюснуту або округлу, витягнуту форму з угнутістю з одного боку. Повернувши насінину увігнутістю, можна помітити маленький виступ, направлений до центральної частини насінини. Це корінець зародка. Він направлений до особливої, витягнутої по довжині насінини овальної плями, яка являє собою місце прикріплення сім'яноїжки і називається *насінневим рубчиком*. Між насінневим рубчиком і кінчиком виступу корінця у набухлій насінини можна побачити маленький отвір, який веде всередину насінини — сім'явхід, колишній пилковхід насінного зачатка. Насінні зачатки бобових належать до типу обернених, а останні часто зростаються з сім'яноїжками, від яких на насінині залишається слід у вигляді довгастого горбика, що називається *сім'яшвом*.

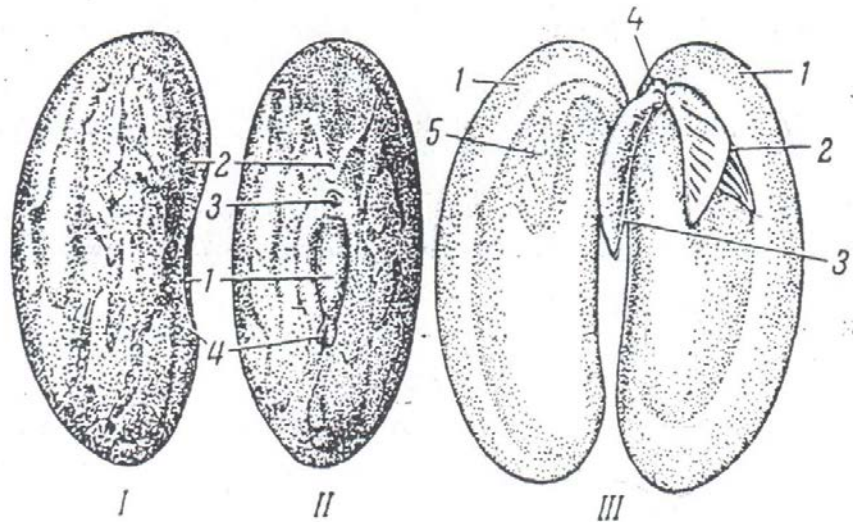


Рис. 203. Насіння квасолі:

I – вигляд збоку; II – вигляд з боку рубчика: 1 – рубчик, 2 – місце знаходження кореня, 3 – сім'явхід, 4 – сім'яшов;
 III – зародок квасолі: 1 – сім'ядоля, 2 – брунька, 3 – корінець, 4 – стебло, 5 – відбиток зародка на другій сім'ядолі

Під шкіркою знаходиться зародок. Насіння бобових належить до типу безбілкових (без ендосперма), тому всю насінину займає зародок, що складається з двох сім'ядолей, на які розпадається внутрішній вміст насінини. Сім'ядолі є первинними листочками, в яких через відсутність ендосперма і перисперма відкладаються запаси поживних речовин.

Власне зародок складається із чітко вираженого корінця, бруньки, а також дуже короткої ділянки стебла між корінцями і брунькою, до якої прикріплені зародкові листочки. У бруньки виділяються два складених вздовж листочки, між якими затиснутий конус наростання стебла.

2. Розглянути та замалювати насіння і зародок однодольних рослин на прикладі пшениці.

Кращим об'єктом для вивчення насіння однодольних є зернівка пшениці (*рис. 204*).

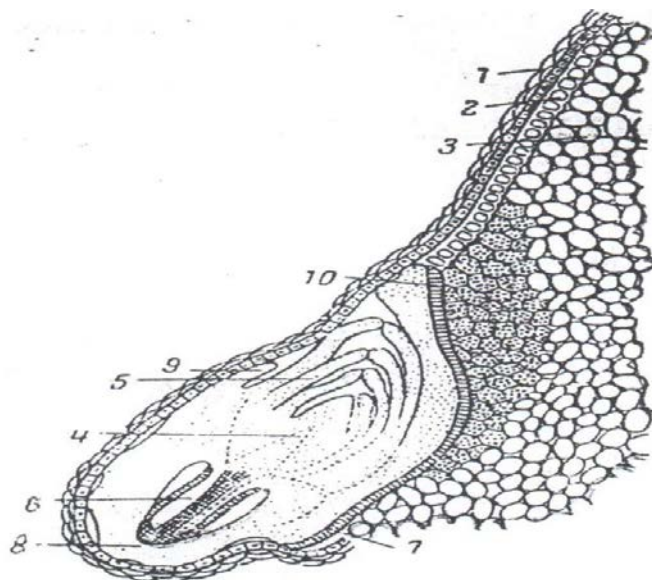


Рис. 204. Поздовжній розріз через зародок і ендосперм зернівки пшениці:

1 – оплодень і насінна шкірка; 2 – алейроновий шар; 3 – клітина ендосперма з крохмалем; 4 – стебло зародка і конус наростання;
 5 – листки; 6 – корінь; 7 – всмоктуюча частина щитка; 8 – коренева піхва; 9 – зародкова луска; 10 – щиток

Форма зерна довгаста, округло опукла. З одного боку є борозенка, яка йде вздовж усієї зернівки. На боці, протилежному борозенці, розміщений довгастий виступ – це *зародок*. За своїм об'ємом він займає незначну частину зерна. Ендосперм – найбільш розвинута частина зерна.

Зародок і ендосперм оточені покривом, який складається з кількох шарів клітин, сплюснутих паралельно поверхні зерна. Ці клітини подвійного походження: *поверхневі* є оплоднем, а *внутрішні* – шкіркою насінини.

У зародку розрізняють три основні частини – *бруньку*, *стебло*, *корінець*. *Брунька* має вигляд надітих один на одного конічних ковпачків, які є поздовжніми розрізами зачатків листків. *Корінь* знаходиться на протилежному боці і має вигляд первинної меристеми. У ньому видно власне корінь і кореневий чохлак. Корінь знаходиться в порожнині, створеній кореневою піхвою – *колериною*. *Стебло* зародка укорочене і закінчується конусом наростання, розміщеним у бруньці.

З боку стебла, в напрямі до ендосперма, при відокремленні його від зародка, знаходиться щиток. Він є зв'язуючою ланкою між зародком і ендоспермом. Щиток складається з паренхімних клітин стовпчастої форми, що прилягають до ендосперма. Шар клітин щитка називають *всмоктуючим шаром*. Він відіграє важливу роль в процесі проростання насіння.

Ендосперм складається з однорідних паренхімних клітин, багатих на крохмальні зерна. Шар, що прилягає до покриву зерна, різко відрізняється від решти частин кубічною формою клітин та своїм вмістом і складається з дрібних округлих тілець, не схожих на крохмальні зерна. Це – алейроновий шар, клітини якого містять велику кількість конституційних білків.

3. Ознайомитись із процесами формування проростків із насіння дводольних рослин на прикладі квасолі. Замалювати (рис. 205).

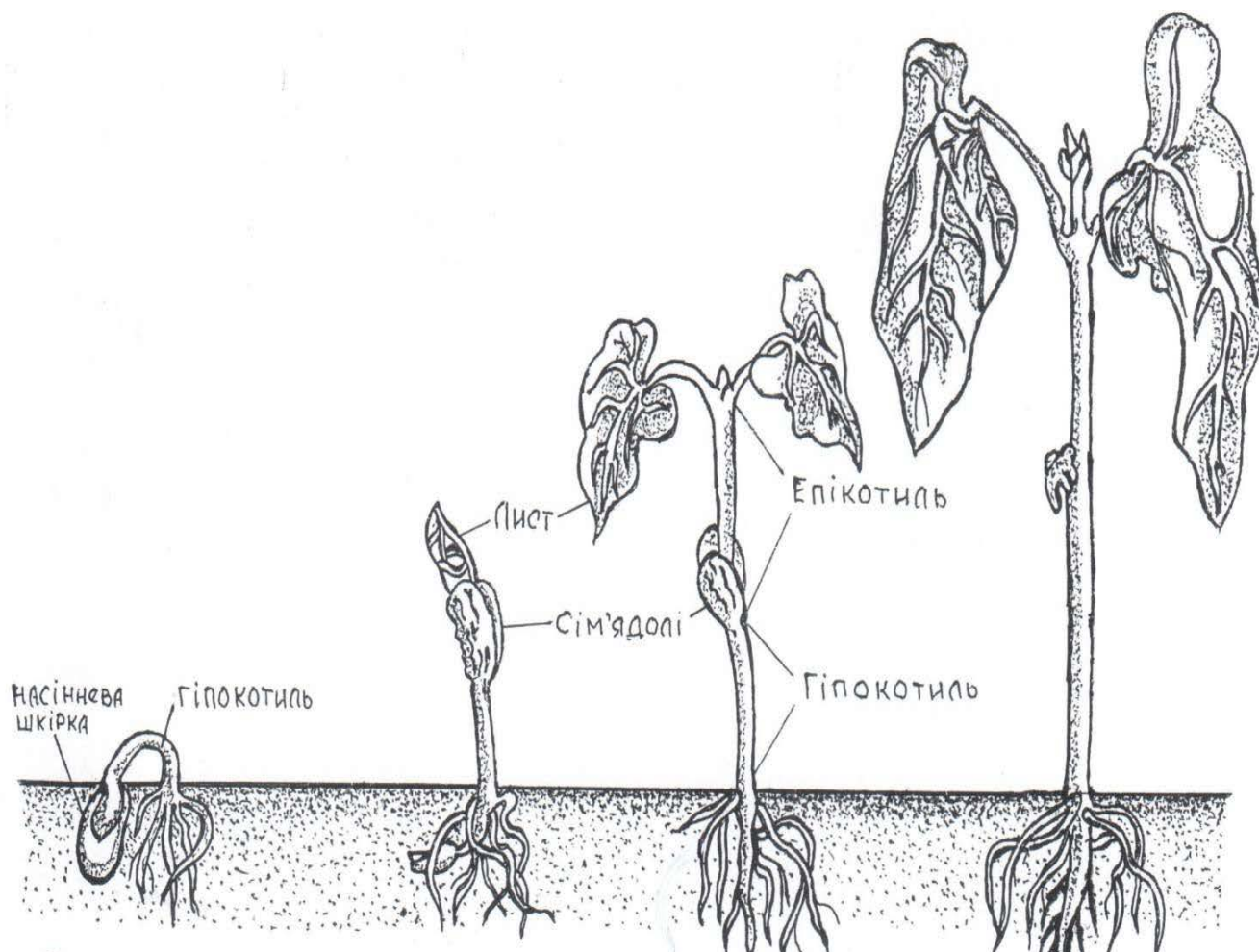


Рис. 205. Проростання насіння квасолі

4. Ознайомитись із процесами формування проростків із насіння однодольних рослин на прикладі кукурудзи. Замалювати (рис. 206).

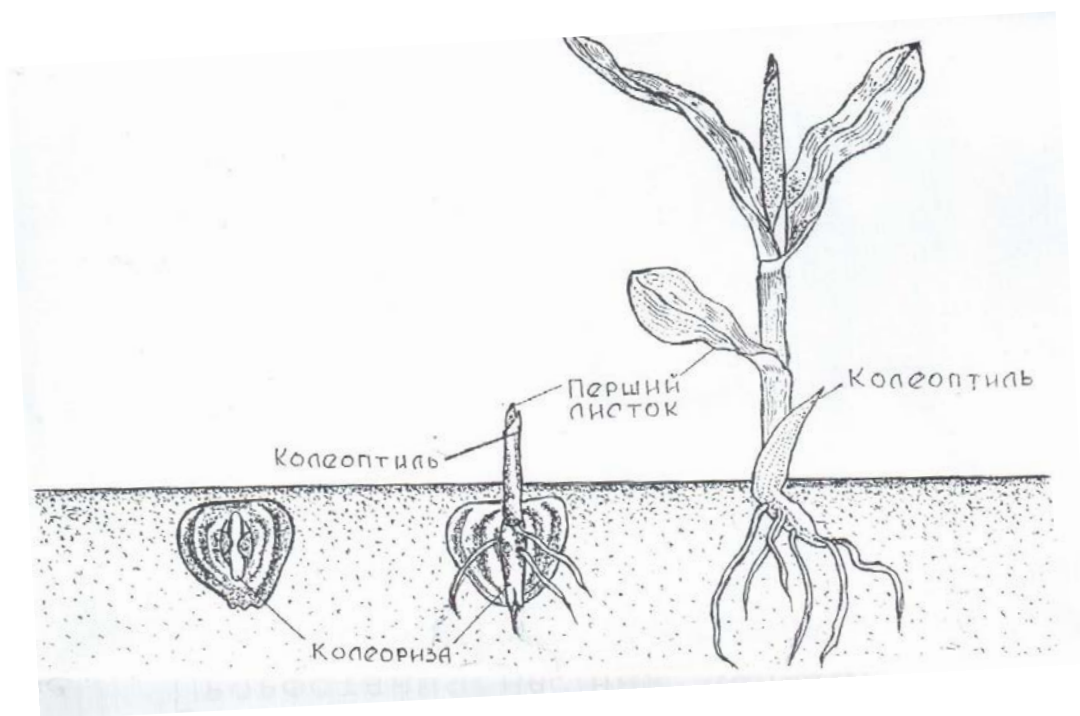


Рис. 206. Проростання насіння кукурудзи

Питання для самоконтролю і розвитку мислення:

1. Опишіть послідовність формування зародка із зиготи у дводольних та однодольних рослин.
2. Що являє собою насінина у квіткових рослин? З яких елементів вона складається?
3. Дайте ботанічну характеристику зародка і насіння дводольних рослин на прикладі квасолі; зародка і насіння однодольних рослин на прикладі пшениці.
4. Чим відрізняється проросток від зародка і від сформованої рослини?
5. Опишіть послідовність формування проростка із зародка насінини у дводольних та в однодольних рослин.
6. Які умови середовища необхідні для формування проростка?
7. Що являє собою насіння з ендоспермом, з периспермом та ендоспермом і периспермом? Наведіть приклади.

Матеріали та обладнання:

1. Будова насіння і зародка дводольних та однодольних рослин, формування проростків із насіння дводольних та однодольних рослин – таблиці.
2. Набухле насіння квасолі, мікропрепарат насіння і зародка пшениці.
3. Живі проростки квасолі, пшениці, кукурудзи.

Література:

1. Васильев А.Е., Воронин Н.С., Еленевский А.Г. и др. Ботаника. Морфология и анатомия растений. – М.: Просвещение, 1988. – С. 413-431.
2. Нечитайло В.А., Кучерява Л.Ф. Ботаника. Вищі рослини. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – С.86–88.
3. Потульницький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О. Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин. – К.: Вища школа, 1971. – С. 97-306.
4. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995. – С.330-335.

Лабораторна робота №26

Тема: Морфологічна будова плодів.

Мета: Ознайомитись із основними видами і характерними ознаками соковитих і сухих плодів.

Теоретичні питання:

1. Характерні ознаки плоду, як продукту статевого процесу в покритонасінних рослин.
2. Соковиті плоди. Будова оплодня.
3. Сухі плоди. Розкривні та нерозкривні плоди.
4. Супліддя.
5. Розповсюдження плодів і насіння.

Завдання:

1. Розглянути будову оплодня та основні види соковитих плодів. Замалювати.
2. Ознайомитись із характерними ознаками та будовою сухих нерозкривних плодів. Замалювати.
3. Розглянути та замалювати сухі розкривні плоди.
4. Вивчити генетичну класифікацію плодів.
5. Ознайомитись із будовою суплідь.
6. Ознайомитись із способами поширення плодів і насіння у природі.

Основні відомості

У покритонасінних рослин, як правило, після запліднення з насінних зачатків утворюється насіння, а з усього гінецею — плід або плоди (найхарактерніший орган покритонасінних рослин) — своєрідні структури, які сформувалися в процесі еволюції для захисту, забезпечення дозрівання та розповсюдження насіння. Плід утворюється в результаті тих змін, які відбуваються у квітці після запилення, через що його іноді визначають як зрілу квітку. Починають формуватися плоди внаслідок перетворення гінецею, власне його зав'язі (стовпчик та приймочка частіше засихають) після подвійного запліднення або апоміксису. *Апоміксис* (грец. аро — без, *mixis* — змішування) — спосіб розмноження рослин, не пов'язаний із злиттям статевих клітин (гамет). При цьому розрізняють дві основні форми апоміксису: *апогамія* (грец. аро — без *igamos* — шлюб) — розвиток зародка без запліднення з клітин гаметофіта (із синергід чи антипод) або спорофіта (з клітин нуцелуса чи інтегументів); та *партенокарпія* (грец. *parthenos* — незайманий і *karpos* — плід) — утворення плодів без насіння (трапляється у деяких сортів *винограду*, *лимону*, інших *цитрусових*, *бананів*, *ананасів* та ряду інших плодових та овочевих культур, які зрештою розмножуються лише вегетативно [2]).

Різноманітність плодів визначається трьома групами ознак: будовою оплодня; способом розкривання чи розпаданням плодів; особливостями, пов'язаними з їх поширенням. Якщо в утворенні плоду бере участь апокарпний гінецей, плід нерідко називають *простим* (*горох*). Плід, сформований кількома незрослими маточками однієї квітки (*малина*, *жовтеці*), називають *складним*, або *збірним*, плодом. Складові такого плоду (колишні окремі карпели апокарпного гінецею або окремі маточки) часто називають *плодиками*.

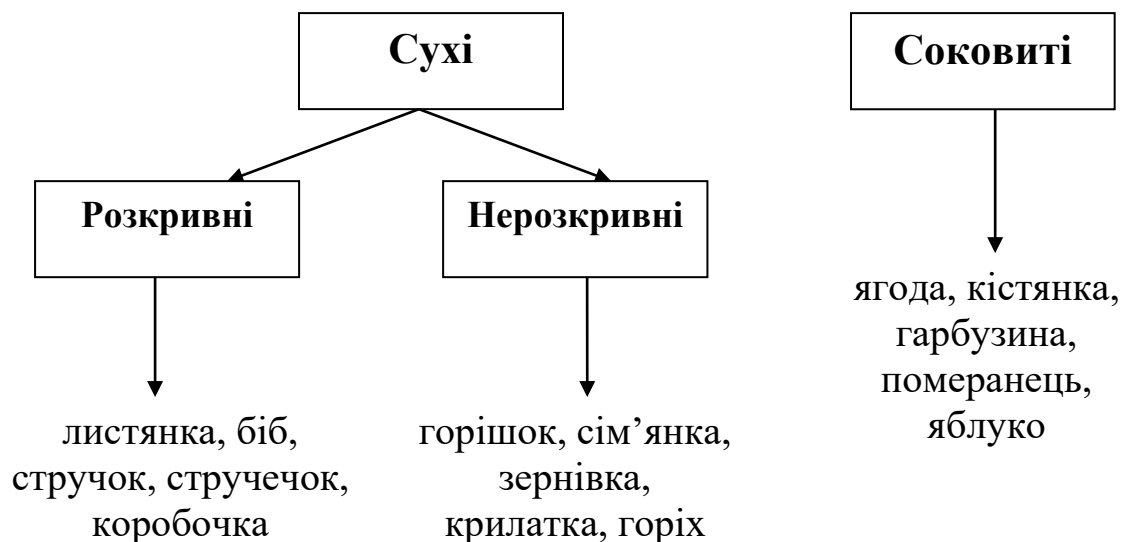
Найсуттєвішу частину плоду складає гінецей, проте в дуже багатьох рослин, особливо у тих, які мають нижню зав'язь, в утворенні плодів приймають участь і інші частини оцвіттини. В основному плід зберігає ознаки тих частин квітки, з яких він виникає, проте вихідні структури часто зазнають досить глибоких змін, через що на перший план виступають ознаки власне самого плода, які дуже суттєво відрізняють плід від тих структур (частин квітки), які його породили. Лише в простих випадках (*бобові*, *жовтецеві*) дозрілі плоди мало відрізняються від гінецею — тільки розмірами. Але в більшості випадків вони набувають настільки своєрідних рис, що важко навіть встановити, з якого гінецею вони виникли.

Дуже часто в утворенні стінки плоду — оплодня, або *перикарпія* (грец. *Peri* — навколо, *karpos* — плід) приймають і інші частини квітки: основи тичинок, пелюсток і чашолистків, наприклад у яблуні та груші. Нерідко у формуванні плоду дуже помітна участь квітколожа. В плані філогенетичного розвитку формування складних плодів відбувається на базі апокарпного гінецею. З них утворюються найбільш архаїчні — багатолістянки, характерні для магнолієвих, півонієвих, жовтецевих та інших близьких до них родин. Крім того, лістянку слід розглядати як вихідну

модель плоду біб, звичайного для представників порядку бобовоцвітих, а також *багатогорішок* (*анемона, жовтець*), *багатосім'янка* (*перстач, суніця* — смачний соковитий утвір якої є розрослим квітколожем), *багатокістянка* (*малина, ожина*).

Знання класифікації плодів надзвичайно важливе для визначення рослин. Загальну традиційну схему класифікації плодів наведено у наступній схемі, а їх характеристики подаються нижче.

Схема класифікації простих плодів



При утворенні плодів стінки зав'язі видозмінюються у двох напрямках: у одних рослин оплодень стає сухим, а у інших — соковитим. В оплодні розрізняють три частини: зовнішню — позаоплодень (*екзокарпій*), середню — міжоплодень (*мезокарпій*) і внутрішню — середоплодень (*ендокарпій*). Позаоплодень утворюється з верхньої шкірки, звичайно він тонкий і зазнає незначних змін. Середня частина стінки зав'язі, що утворює міжоплодень, часто зазнає найбільших змін і найбільше розростеться. У сухих плодах оболонки клітин у неї можуть здерев'яніти, і міжоплодень стає твердим (*ліщина*); у соковитих, навпаки, міжоплодень стає здебільшого м'ясистим, соковитим (*вишня, слива, абрикос*). Середоплодень може стати плівчастим, шкірястим або видозмінитися в кісточку (*черешня, слива, персик*). Під час достигання у клітинах оплодня хлорофілові зерна звичайно руйнуються або перетворюються в хромопласти (*горобина, помідори*). Крохмаль та інші сполуки нерідко перетворюються на цукор, через що плоди стають солодкими. У *вишні, сливи, винограду* забарвлення плодам надає антоціан. Квітконіжка перетворюється у плодоніжку.

Різноманітність плодів у світі рослин виключно велика. Вона викликала різні причини, але головним чином пристосуванням плодів до поширення. Поширюються плоди, як і насіння, за допомогою різноманітних агентів: тварин (в тому числі птахів, ссавців, комах), людини, а також вітру, води тощо. Це дуже ускладнює створення природної, а тим більше філогенетичної класифікації плодів, пов'язаної із загальною еволюцією покритонасінних.

Морфолого-екологічна класифікація плодів. Оскільки ще немає достатньо повної, а тим більше філогенетичної системи плодів, яка могла б широко застосовуватись в повсякденній практиці визначення рослин, часто дотримуються морфолого-екологічної класифікації, яка в значній мірі є штучною. В її основу покладені ознаки: консистенція оплодня перикарпія (сухий чи соковитий); кількість насінин (одна чи багато); нерозкритий (замкнутий) плід або розкритий (в останньому випадку вказують спосіб розкриття); кількість плодолистків, які утворюють плід.

Сухі плоди. У сухих плодах всі шари оплодня висихають. Ці плоди можуть бути розкриті і нерозкриті.

Розкриті сухі плоди містять більш ніж одну насінину. Під час досягання вони розтріскуються і насіння висипається. До таких плодів належать листянка, біб, стручок, стручечок, коробочка (рис. 207).

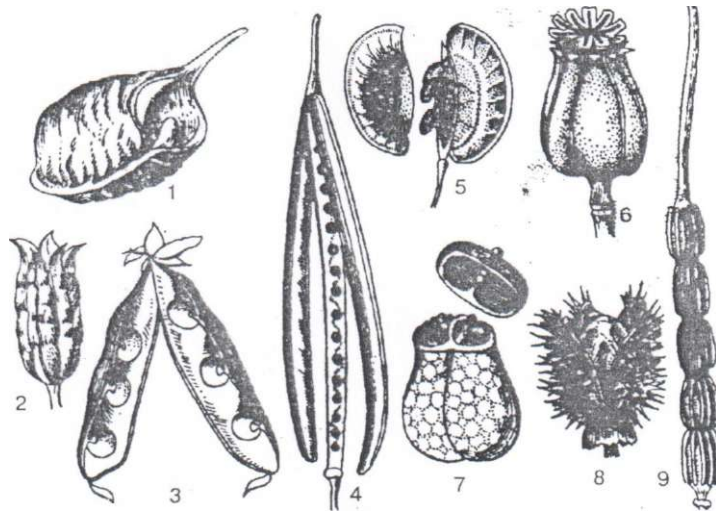


Рис. 207. Сухі розкриті плоди:

1 — листянка (морозник — *Hellebotus* sp.); 2 — складна листянка (орлики звичайні — *Aquilegia vulgaris*); 3 — біб (горох звичайний — *Pisum sativum*); 4 — стручок (капуста городня — *Brassica oleracea*); 5 — стручечок (талабан польовий — *Thlaspi arvense*); 6-8 — коробочка (6 — мак дикий — *Papaver rhoeas*, 7 — блекота чорна — *Hyoscyamus niger*, 8 — дурман звичайний — *Datura stramonium*); 9 — стручок, що розламується впоперек

Листянка — одногніздий плід, який утворився з одного плодолистка. Розкривається по одному черевному шву, який є лінією зростання країв плодолистка (*дельфіній, сокирки*). Зі складного гінецея, де є кілька окремих плодолистіків (*орлики, калюжниця, півонія*) розвивається плід, який називається *багато листянка* [2].

Біб — одногніздий плід, який утворився з одного плодолистка, але розкривається від верхівки до основи по черевному шву і середній жилці плодолистка, яку неправильно називають спинним швом, утворюючи при цьому дві стулки. Характерний для представників родини бобових (*квасоля, горох, боби*).

Стручок — двогніздий плід, який утворився з двох плодолистіків, має несправжню перегородку і розкривається від основи до верхівки двома опадаючими стулками. Насіння залишається на рамці перегородки, яка лишається на плодоніжці і зветься *несправжньою* тому, що походить не зі стінок плодолистіків (утворилася з виростів плаценти). Довжина стручка в 4 рази і більше перевищує його ширину (*капуста, ріпак*).

Стручечок - невеликий плід, за будовою аналогічний стручку, але довжина його не більше, як у 3 рази перевищує ширину (*грицики, талабан, хрінниця*).

Стручки можуть бути *членистими*, тобто розламуються на окремі членики (*дика редька*).

Коробочка - одногніздий або багатогніздий плід, утворений більше як одним плодолистом (від двох до багатьох), який може розкриватися різними способами. Отже, у різних рослин способи розкриття коробочки неоднакові. Так, у *маку* коробочка розкривається отворами, дірочками під приймочкою: у *блекоти* — кришечкою; у *гвоздики* — зубчиками. У ряду видів коробочка відкривається стулками, але по-різному: по швам між стулками (*чемериця*), стінковідкривно по швам (*дурман*), або по середній жилці плодолистка, по серединній стулці (*тюльпан*).

Стручок і стручечок, по суті, є теж коробочками, але специфічної будови.

Нерозкриті сухі плоди усі однонасінні: горіх, горішок, сім'янка, зернівка, крилатка. Насінина звільняється або після зруйнування оплодня, або після зруйнування його швів (рис. 208).

Горіх — плід, що утворився здебільшого з двох плодолистіків при нижній зав'язі з твердим дерев'янистим оплоднем, при основі одягнутий плюскою зі зрослих приквіток (*ліщина*). Насінина розміщується в плоді вільно. Якщо горіх має мисочку зі зрослих приквіток, а оболонки плода не повністю дерев'яніють, а стають шкірястими, його називають *жолудем* (дуб).

Горішок відрізняється від горіха меншими розмірами і є сухим однонасінним плодом з верхньої зав'язі та виникає в більшості випадків у результаті редукції насінних зачатків потенційно багатонасінних плодів (*еспарцет, гречка, липа, осока*). У *суниці, жовтецю* з багатьох вільних маточок утворюється плід, який називається *багатогорішок*, хоча деякі автори ці плоди класифікують як *багатосім'янку* (*еспарцет, гречка, липа, осока*).

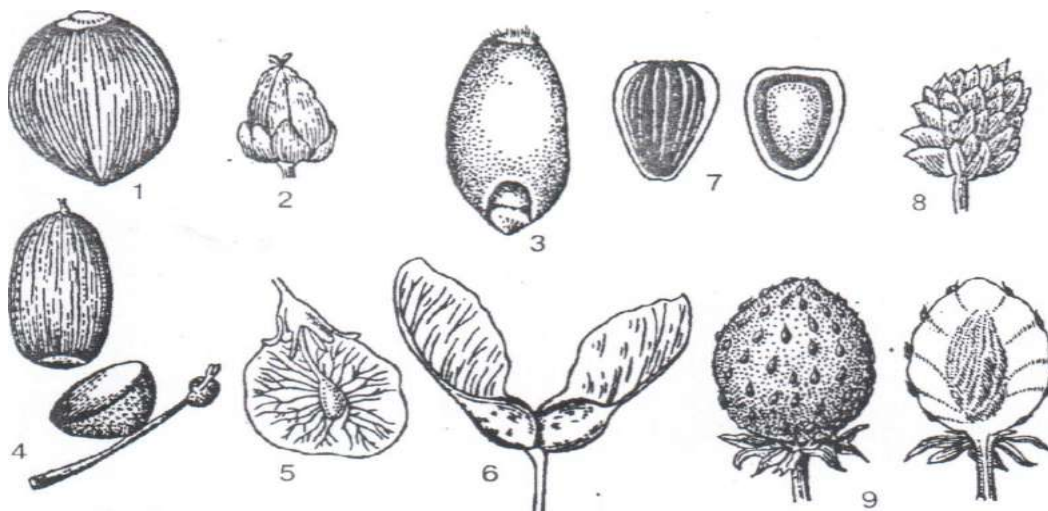


Рис. 208. Нерозкривні плоди:

- 1 — горіх (ліщина звичайна — *Corulus avellana*); 2 — горішок (гречка посівна — *Fagopyrum sagittatum*); 3 — зернівка (пшениця м'яка — *Triticum aestivum*); 4 — жолудь (дуб звичайний — *Quercus robur*); 5 — крилатка (в'яз граболистий — *Ulmus carpinifolia*); 6 — двокрилатка (клен гостролистий — *Acer platanoides*); 7 — сім'янка (соняшник однорічний — *Helianthus annuus*); 8 — багатогорішок жовтецю (*Ranunculus* sp.); 9 — багатогорішок (суничина) суниці (*Fragaria vesca*)

Сім'янка — плід зі шкірястим оплоднем, який не приростає до насінини. Він утворився здебільшого з двох плодолистків при нижній зав'язі (*соняшник, череда, сафлор*) [2].

Зернівка. Її плівчастий оплодень повністю зростається зі шкіркою насінини. Утворюється головним чином з двох плодолистків при верхній зав'язі (*жито, пшениця, рис*).

Крилатка — плід, який утворився з одного-двох плодолистків, зі шкірястим або плівчастим оплоднем, який розростається у крилатий придаток (*в'яз, береза, ясен*).

У клена з двох окремих плодів такого типу формується двокрилатка.

Розпадний, або роздрібний плід виникає з однієї дво- або багатогніздої зав'язі, яка при утворенні плоду розщеплюється уздовж по гніздах і дає два або більше окремих плодиків. До роздрібних плодів належать плоди *губоцвітих, шорстколистих*, а також *двосім'янка* (*кріп, морква, борщівник*) та *двокрилатка* (*клен*).

Членистий плід також утворюється з однієї зав'язі. Достигши, він розпадається в поперечному напрямі на окремі однонасінні плодики (*дика редька, солодушка*).

Соковиті плоди. До соковитих плодів відносять ягоду, кістянку, яблуко, гарбузину, померанець, гранат. Якщо ягоду розглядають окремо, то всі інші перелічені тут плоди об'єднують під загальною назвою *ягодоподібні плоди* (**рис. 209**).

Ягода — багатонасінний плід, утворений одним або кількома плодолистками з соковитими середнім та внутрішнім шаром і шкірястим зовнішнім шаром; багатогніздий або одногніздий, з верхньої або нижньої зав'язі (*виноград, помідор, агрус, смородина*). Насіння не має твердої здерев'янілої оболонки, а у деяких ягід насіння має навіть м'ясисту шкірку.

Кістянка утворюється здебільшого з верхньої одногніздої (рідко з багатогніздої) зав'язі, одногніздий однонасінний плід з тонким шкірястим екзокарпієм і звичайно м'ясистим, соковитим (рідко шкірястим) мезокарпієм та твердим здерев'янілим ендокарпієм (**рис. 210**). Прикладом кістянки з однією кісточкою є *вишня, абрикос, слива, мигдаль, грецький горіх*, а прикладом багатокісточкової кістянки — *бузина, крушина*. У випадку, коли у квітці було багато маточок і формується багато кістянок, тоді формується плід збірної кістянки або багатокістянка.

Яблуко — багатонасінний плід, утворений з нижньої зав'язі з кількох плодолистків в результаті обростання їх *гіпантієм*, тобто розширеним квітколожем з прирослими до нього основами оцвітини і тичинкових ниток. У *яблуні* в плоді можна бачити п'ять гнізд, в яких

міститься по дві насінини. Гнізда утворені хрящуватим (пергаментним) ендокарпієм. Уся м'ясиста, соковита частина — це мезокарпій, а екзокарпій шкірястий, утворений гіпантієм з прирослими до нього основами тичинкових ниток та основами чашолистків. Такий плід характерний також для *груші*, *айви*, *горобини*, *глоду*, *хеномелесу* тощо.

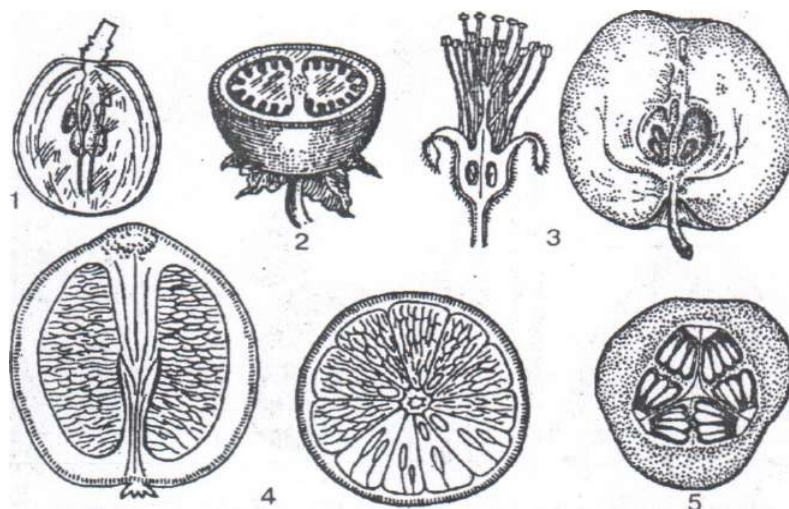


Рис. 209. Соковиті плоди:

1 — ягода винограду справжнього (*Vitis vinifera*) в поздовжньому розрізі; 2 — ягода картоплі (*Solanum tuberosum*) в поперечному розрізі; 3 — яблуко яблуні лісової (*Malus sylvestris*); 4 — гесперидій апельсина (*Citrus sinensis*); 5 — гарбузина огірка посівного (*Cucumis sativus*)

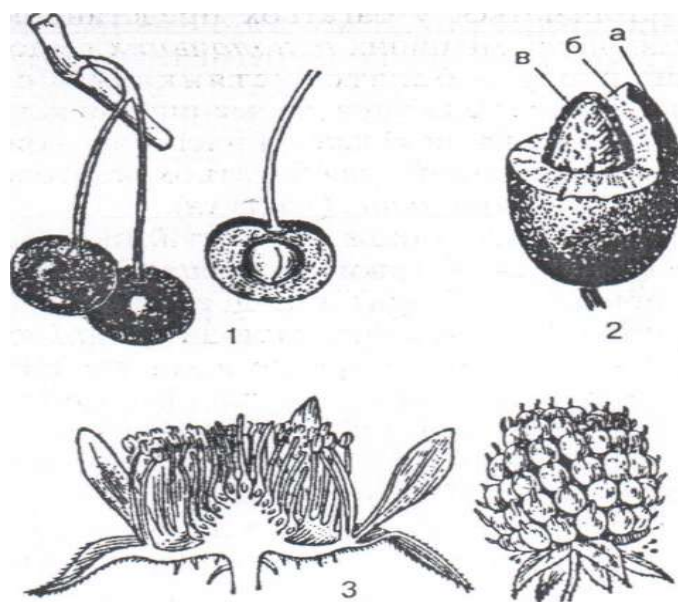


Рис. 210. Кістянковидні плоди:

1 — кістянки вишні звичайної (*Cerasus vulgaris*); 2 — кістянка сливи домашньої (*Prunus domestica*); 3 — багатокістянка малини (*Rubus idaeus*): а — екзокарп; б — мезокарп; в — ендокарп

Гарбузина — багатонасінний плід, який виникає з нижньої зав'язі і утворений трьома плодолистками. Зовнішня частина оплодня тверда (огірок, кавун), іноді навіть здерев'яніла (*гарбуз*, *кабачок*, *лагенарія*). Мезокарпій і ендокарпій соковиті, в більшій своїй частині м'якуш утворений розрослими численними плацентами [2].

Померанець, або *гесперидій* — багатонасінний плід, утворений кількома плодолистками з верхньої зав'язі. Екзокарпій товстошкірястий, яскраво забарвлений, з численними ефіроолійними

залозками, багатими на ефірній олії. Мезокарпій губчастий, сухуватий, білого забарвлення. Соковита частина, яка заповнює плід, утворена розрослими м'ясистими волосками — виростами ендокарпії, якими обростає вся внутрішня поверхня плодолистків (*лимон, апельсин, мандарин, грейпфрут*).

Гранат — плід, утворений нижньою зав'яззю, складеною з чотирьох зрослих плодолистків. Власне шкірка плода досить шкіряста, забарвлена і слабо диференційована на екзо, мезо- та ендокарпій. М'ясистим і соковитим у ньому є зовнішній шар насінної шкірки при кожній з багатьох насітин, які заповнюють шкірястий кількохкамерний плід.

Банан — багатонасінний плід з трьох плодолистків при нижній зав'язі зі шкірястим і відносно товстим екзокарпієм, а обидва внутрішні шари утворюють соковитий борошністий м'якуш. Відомі культивовані форми переважно безнасінні [2].

Супліддя. На відміну від плоду, простого чи складного (збірного), супліддя формується не з однієї квітки (хоч і багатоматочкової), а з цілого суцвіття або його частин. В утворенні супліддя крім квіток беруть участь осі суцвіття, тобто супліддя є результатом видозміни (після процесу запліднення) не лише квіток, а й осей суцвіття. В типових випадках супліддя імітує плід і відповідає йому функціонально. Супліддя представлені значною різноманітністю, в зв'язку з чим існують їх класифікації, які ми тут не розглядаємо. В одних випадках, як наприклад у *шовковиці (Morus alba)* супліддя утворюються зі зрослих маточкових суцвіть, кожна з квіток яких сформувала кістянку, а основою їстівної їх частини є розрослі м'ясисті оцвітини (*рис. 211*).

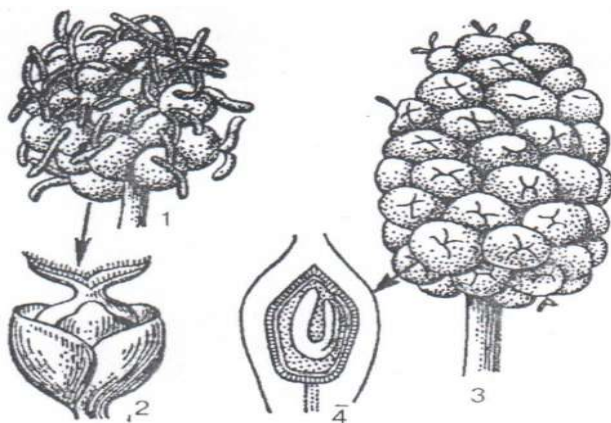


Рис. 211. Суцвіття і супліддя шовковиці білої (*Morus alba*):

1 — суцвіття маточкових квіток; 2 — окрема маточкова квітка; 3 — супліддя; 4 — один плід в поздовжньому розрізі

Супліддя *буряка (Beta vulgaris)* утворюються в результаті зростання груп плодів-горішків (від 2 до 8). Вони представляють собою клубочки з цупким покривом, який утворився із здерев'янілої оцвітини. Висіяні клубочки дають 2-8 проростків, які обов'язково потребують проривки. Тепер виведені і однонасінні цукрові буряки (з одним горішком у суплідді), які дають один проросток і не погребують типової проривки.

Супліддя *ананаса (Ananasa sativa)* — це розросла м'ясиста вісь суцвіття колос, що зрослась в одну структуру разом з безнасінними соковитими плодами ягодами і м'ясистими покривними листками, верхівки яких добре спостерігаються зверху на суплідді. Верхівку ж супліддя продовжує листкостебловий пагін у вигляді своєрідного султана, який використовується для вегетативного розмноження, оскільки насіння у ананаса відсутнє.

Їстівна частина супліддя *інжиру (Ficus carica)* утворена частково розрослими м'ясистими оцвітинами і розрослими осями на дуже потовщеному загальному ложі суцвіття, на внутрішній поверхні якого з численних квіток формуються плоди-горішки.

Морфогенетична класифікація плодів. Сучасні морфогенетичні класифікації плодів базуються на будові і еволюції загальновідомих типів гінецею: апокарпного, синкарпного, паракарпного і лізікарпного. У відповідності з типом гінецею і плаценталії плоди ділять на *апокарпні, синкарпні, паракарпні і лізікарпні*. У морфогенетичній класифікації враховують також характер зав'язі (верхня чи нижня) та деякі інші ознаки [2].

Апокарпні плоди. Апокарпні плоди, як і апокарпний гінецей, є найпримітивнішими серед всіх типів плода і зустрічаються у багатьох представників підкласу магнолід: у *жовтецевих,*

півонієвих, розоцвітних, бобових, деяких примітивних *однодольних* тощо. Найбільш примітивний, можливо, один з вихідних для покритонасінних тип плоду — *багатолистянка*, яка є зібранням листянок (*магнолія, півонія*). В родині *жовтецевих*, очевидно, мала місце тенденція до зменшення кількості маточок, а отже, і листянок до однієї (*у дельфінію, сокирок*).

Зменшення кількості насінин у кожному апокарпному плодику до однієї веде до утворення багатогорішка, характерного для багатьох *жовтецевих* (*жовтець, горицвіт, анемони, мишачий хвіст*), *розоцвітних* (*перстач*) і деяких *однодольних* (*частуха*).

Важливо також відмітити, що листянки після дозрівання насіння залишаються на квітколожі, а горішки осипаються. У деяких *жовтецевих* і *розоцвітних* (гравілат) *стилодії*, які іноді зберігаються і служать причіпками (сприяють зоохорії), а іноді стовпчики покриті довгими, густими волосками, що сприяє анемохорії. До багатогорішків відносять також плоди *суниці*, які мають те ж походження, що і плоди гравілату, перстачу та інші. Однак, беручи до уваги розросле соковите квітколоже, цей плід краще розглядати окремо як *суничину*. Не дивлячись на зовнішні відміни, до плодів *суниці* досить близький плід *шипшини* (*Rosa*), який називається *цинародій*. Головна його відміна в тому, що замість випуклої осі є бокаловидний змішаного походження гіпантій, в нижній частині якого прикріплені горішки; довгі стовпчики висовуються через вузький отвір гіпантія назовні. У лотоса ж дуже розростається квітколоже, і кожен плодик виявляється зануреним у особливе заглиблення.

Серед апокарпних однонасінних плодів нерідко зустрічаються *багатокістянки* (малина, косяниця, ожина) і *кістянки* (вишня, слива, абрикос), які вже розглядалися вище.

Інший напрямок еволюції листянки привів до виникнення *бобу*, який завжди розвивається з мономерного гінецею і здебільшого розкривається двома стулками. У деяких бобових, зокрема у верблюжої колючки, членисті боби поперечно розпадаються на окремі членики. Редукція кількості насінних зачатків веде до виникнення однонасінних нерозкривних, подібних до горішків, бобів (багато видів конюшини, деякі еспарцети, люцерни, дроки).

Ценокарпні плоди — це плоди, що утворюються в результаті зростання між собою двох чи більше плодолистків. Вони поділяються на *синкарпні, паракарпні та лізикарпні* [2].

Синкарпні плоди утворюються з синкарпного гінецею. Найпримітивніші серед них — синкарпні багатолистянки, характерні для чорнушки з родини жовтецевих. При повному зростанні плодолистків, кількість яких іноді важко встановити за зовнішнім виглядом плоду, виникає плід синкарпна коробочка, з кількістю гнізд відповідно до кількості зрослих плодолистків. Такі коробочки, як уже відмічалось, розкриваються різними способами, в тому числі і кришечками, як у *амаранта, блекоти та подорожника*. Дуже різноманітні серед синкарпних і розпадні плоди, які по вертикальних перегородках розпадаються на мерикарпії, що відповідають окремим плодолисткам. В простіших випадках вони ще близькі до розкривних плодів (*молочай*). Добре відомі розпадні на однонасінні мерикарпії плоди мальвових (*калачики, шток-роза*), які практично не розкриваються. До розпадних плодів відносяться і двокрилатка клена, горішкоподібні плоди підмаренників з родини *маренових* (розпадаються на два кулястих мерикарпії), *вислоплідники селерових* (морква, кріп) та характерні для багатьох *глухокропивних* (шавлія, м'ята) та шорстколистих (синяк, воловик) розпадні плоди *ценобії* — *чотиригорішки*. У останніх розпаданні відбувається не лише по перегородці між двома плодолистками, а й по додатковій перегородці, перпендикулярній першій.

Багато рослин утворюють синкарпні соковиті плоди. *Верхня синкарпна ягода* характерна для *винограду, помідорів, картоплі, воронячого ока*. Своєрідні соковиті синкарпії *цитрусових* утворюються з верхньої зав'язі. Це — *гесперидії, або померанці*, які є соковитими багатогніздими плодами з центральнокутовою плацентажією.

Синкарпним вважається плід яблуко, який утворюється з нижньої зав'язі. Хрящуваті листянокоподібні внутрішні стінки цього плоду є лише ендокарпієм.

Серед синкарпних плодів зустрічаються і *однонасінні* — *кістянка кокосового горіха, горіх ліщини*, у яких перегородка двогніздої зав'язі зникає, і формується лише одна насінина. Те ж саме спостерігаємо і у тригніздій спочатку зав'язі *дуба*, де зрештою в жолуді залишається лише одна насінина.

Паракарпні плоди утворюються з паракарпного гінецею. Сюди включають як багатонасінні, так і однонасінні плоди. До початкових типів паракарпних плодів належать *паракарпні коробочки*

(макові) і *стручки та стручечки* (капуста, грицики). Паракарпні соковиті плоди з нижньої зав'язі характерні для *гарбузових* — *гарбузина*. Однонасінні паракарпні плоди з верхньої зав'язі характерні для *злаків і осокових*, у яких відповідно є *зернівка та паракарпний горішок*. З нижньої паракарпної зав'язі розвиваються *сім'янки айстрових* (соняшник, айстра) та *черсакових*.

Лізикарпні плоди утворюються з лізикарпного гінцею. Для них характерна центральна колонка, а еволюційно їх виводять від синкарпних коробочок. Лізикарпні коробочки характерні для більшості *гвоздичних* (гвоздика, мильнянка) та *первоцвіту*. Однонасінні лізикарпні плоди горішки розвиваються у деяких *гвоздичних, лободових, амарантових, гречкових*.

Хід роботи:

1. Розглянути будову оплодня та основні види соковитих плодів. Замалювати.

Соковиті плоди мають соковитий оплодень. До них належать ягода, кістянка, яблуко, гарбузина і помаранча (померанець, гесперидій) (*рис. 212*).

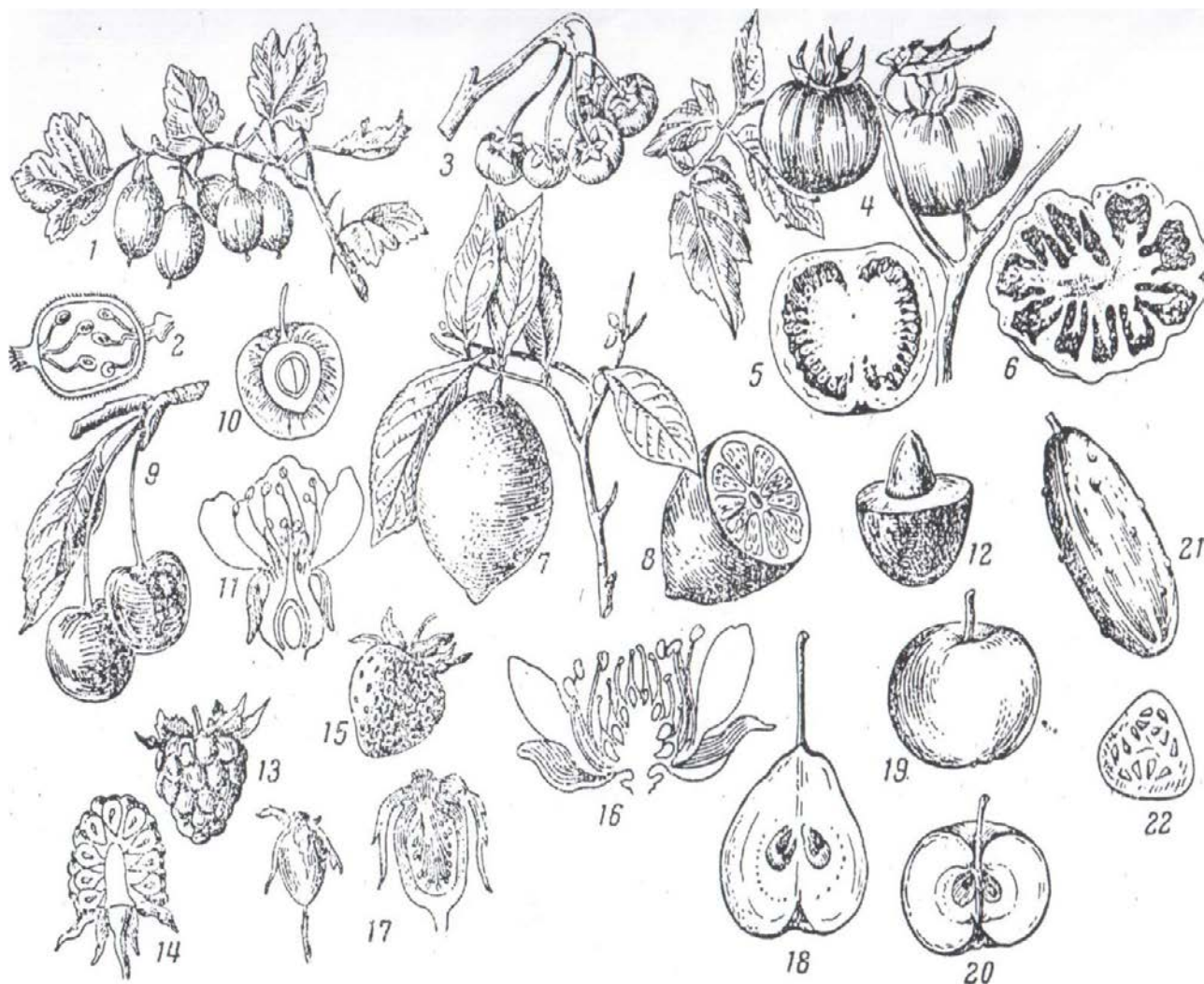


Рис. 212. Соковиті плоди:

1 — ягоди агрусу, 2 — ягода агрусу в розрізі, 3 — ягоди пасльону чорного, 4 — ягоди помідора, 5 — ягода помідора в поздовжньому розрізі, 6 — ягода помідора в поперечному розрізі, 7 — багатогнізда ягода лимона, 8 — те ж в розрізі (м'якуш складається із соковитих волосків, що вистеляють гнізда плодів), 9 — кістянка вишні, 10 — те ж у розрізі, 11 — квітка вишні в розрізі, 12 — кістянка сливи, 13 — складна кістянка малини, 14 — те ж у розрізі, 15 — несправжня ягода суниці (справжні плоди — сім'янки), 16 — квітка суниці з квітколожем, що розростається, 17 — несправжня ягода шипшини, 18 — поздовжній розріз несправжньої ягоди груші, 19 — несправжня ягода яблуні, 20 — те ж у поздовжньому розрізі, 21 — несправжній плід огірка, 22 — те ж у поперечному розрізі

Ягода характеризується соковитим енто- і мезокарпієм. Як правило це багатонасінний плід, але бувають і однонасінні ягоди (фініки). Ягода утворюється в журавлини, агрусу, смородини, чорниці, барбарису, помідора, картоплі та інших рослин.

Кістянка - однонасінний плід з яскраво вираженими трьома шарами. Екзокарпій шкірястий, ендокарпій дерев'янистий (утворює кісточку), мезокарпій м'ясистий, добре розвинутий, рідше сухий, губчастий. Кістянка характерна для вишні, сливи, персика та інших рослин. Суха кістянка у мигдалю.

Яблуко - багатонасінний плід, у формуванні якого беруть участь не тільки стінки зав'язі, а й інші частини квітки (квітколоже, основи чашолистків, пелюсток, тичинок). Зі стінок зав'язі утворюються хрящуваті перетинки, що прикривають насіння всередині плода. Плід яблуко розвивається у яблуні (*Malus*), груші (*Pyrus*), айви (*Cydonia*), горобини (*Sorbus*) тощо.

Гарбузина - має дерев'янистий екзокарпій; в її утворенні бере участь квітколоже. Ендо- і мезокарпій соковитий. Плід гарбузина мають гарбуз (*Cucurbita*), кавун (*Citrulus*), Диня (*Melo*), огірок (*Cucumis*).

Помаранча - плід цитрусових (апельсина, мандарина, лимона) - багатонасінний з товстошкірим екзокарпієм і великою кількістю залозок, що виділяють ефірні олії. Мезокарпій губчастий, волокнистий і сухий, білого кольору. Ендокарпій м'ясистий, соковитий.

2. Ознайомитись із характерними ознаками та будовою сухих нерозкривних плодів. (*рис. 213*). *Сім'янка* утворюється з двох плодолистків і має шкірястий оплодень. Насіннина не зростається зі стінками плода. Сім'янка характерна для айстрових і черсакових.

Зернівка - однонасінний плід, в якому оплодень зростається з насінною і становить єдине ціле, тому зернівка є одночасно і плодом і насінням. Зернівка утворюється у злакових.

Горіх - однонасінний плід, що має дерев'янистий оплодень, який не зростається з насінною. Характерний для дуба, бука, берези, конопель, гречкових, ліщини та інших.

Горішок - утворюється з одного плодолистка, має шкірястий оплодень. Розвиваються вони в жовтецевих, деяких розових. Якщо на одному квітколожі формується кілька горішків, утворюється плід багатогорішок (жовтець). Полуниці і суниці мають плід, що складається з багатьох горішків, занурених в м'ясисте, розросле квітколоже.

3. Розглянути та замалювати сухі розкривні плоди. Сухі розкривні плоди за характером розкривання поділяються на листянку, біб, коробочку, стручок, стручечок (*рис. 213*).

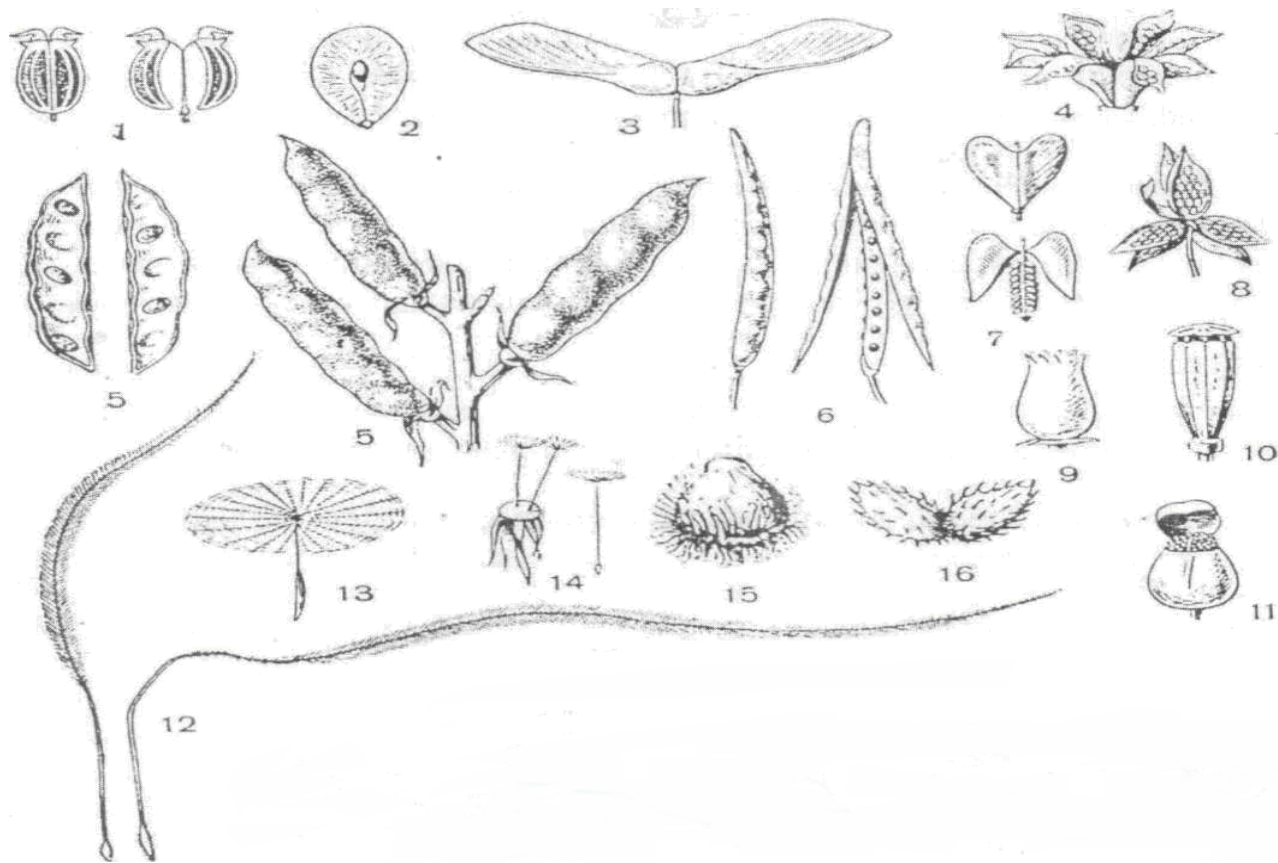


Рис. 213. Сухі плоди:

1 — двосім'янка рослини з родини зонтичних; 2 — сім'янка з крилаткою (в'яз); 3 — двокрилатка (клен); 4 — складна листянка (калюжниця); 5 — біб (люпин); 6 — стручок (рапс); 7 — стручечок (грицики); 8 — коробочка (фіалка); 9 — коробочка (коронарія);

10 — коробочка (мак); 11 — коробочка (блекота); 12 — сім'янка з лютючкою (ковила); 13 — сім'янка з лютючкою (козельці); 4 — сім'янка з лютючкою (кульбаба); 15 — супліддя лопуха з причіпками; 16 — сім'янка з причіпками (нетреба овечий реп'яшок)

Листянка - багатонасінний плід, ще утворюється з одного плодолистка і розкривається по одному шву (дельфіній, сокирки). Якщо на одному квітколожі формується кілька листянок, то це – багатолістянка (орлики, калюжниці, півонія).

Біб - одногніздий, одно- або багатонасінний плід, який формується з одного плодолистка. Розкривається двома швами (черевним і спинним).

Коробочка - багатонасінний плід, у формуванні якого бере участь два або більше плодолиstkів. Вона буває одно-, дво- і багатогнізда. Плід коробочка у блекоти, портулака, подорожника, орхідних, фіалки, лілійних, тютюну, дурману, льону, вересових, ранникових, молочайних та ін.

Стручок - видовжений двогніздий багатонасінний плід, у середині якого розвивається несправжня перетинка, до якої прикріплюється насіння. Розкривається плід від основи до верхівки двома стулками. Характерний для більшості хрестоцвітих.

Різноманітністю стручка є *стручечок*. Стручечки майже однакової довжини і ширини. Іноді довжина перевищує ширину, але не більше, ніж у 3 рази. Такі плоди розвиваються у грициків, талабана, хрінниці та деяких інших хрестоцвітих.

4. Вивчити генетичну класифікацію плодів. Генетична класифікація плодів відбиває їх еволюційні зв'язки, побудована на особливостях будови гінцею і квітки взагалі.

У зв'язку з типом гінцею розрізняють плоди *апокарпні* (багатолістянка, листянка, багатогорішок, горішок, кістянка, біб). Формуються вони з апокарпного гінцею, при цьому окремі плодолистки гінцею залишаються вільними і після досягання, утворюючи кожний окремий плід; *ценокарпні* (формується за рахунок ценокарпного гінцею), серед яких виділяють *синкарпні*, *паракарпні* і *лізикарпні* - одногнізді.

У *паракарпних* плодах насіння прикріплюється до стінки, а в *лізикарпних* знаходиться в центрі плода.

Основними типами синкарпних плодів є коробочка, ягода, горіх, яблуко, гранатина тощо.

До *паракарпних* плодів належать стручок, стручечок, ягода, коробочка, зернівка, сім'янка, гарбузина тощо. Серед *лізикарпних* плодів є коробочки, кістянки і горіхоподібні плоди.

5. Ознайомитись із будовою суплідь.

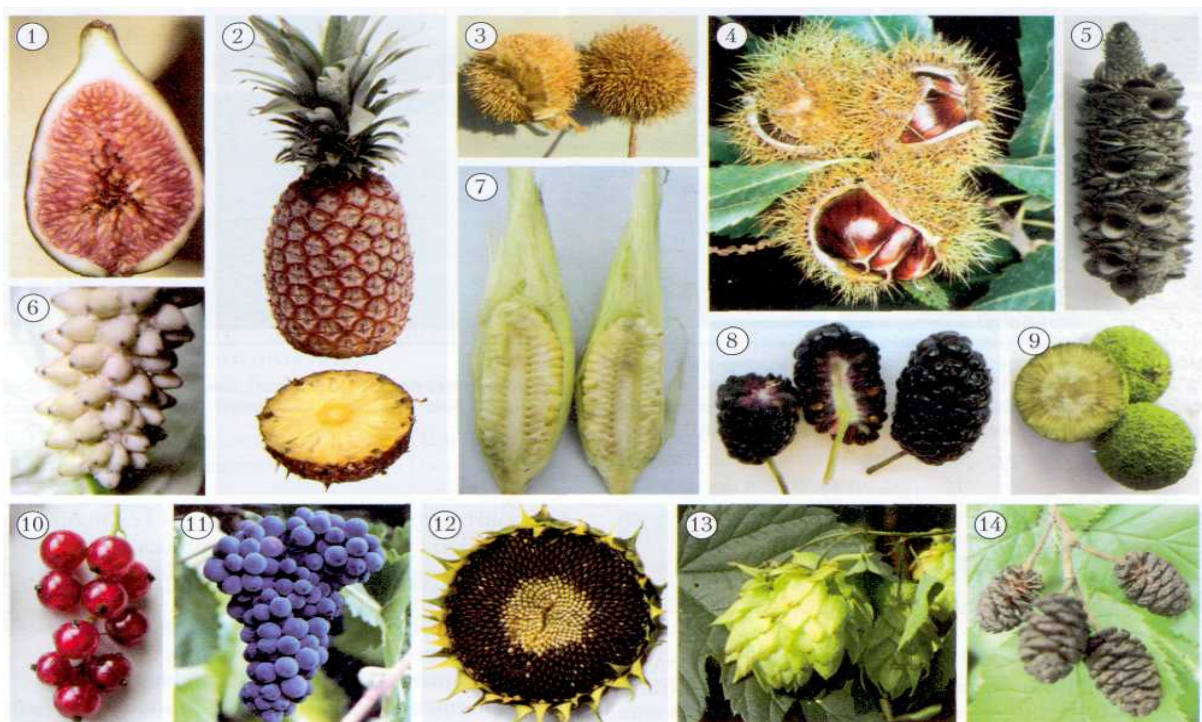


Рис. 214. Супліддя, різноманітні за морфологією і ступенем спеціалізації:
1 - сиконії з горішками (*смоква*); 2-А- головки: ягід (*ананас*), багатогорішків (*платан*), коробочок (*каштан їстівний*);

5 - колос листянок (*банксія*); 6, 7 - початки: ягід (*каладіум*), зернівок (*кукурудза*); 8, 9 - ягодоподібні супліддя - соковиті сім'янки (*шовковиця*) і горішки (*макляра*); 10, 11 - грона ягід (*смородина червона, виноград*); 12 - кошик сім'янок (*соняшник*), 13, 14 - шишки (*хміль, вільха*)



Рис. 215. Приклади плодів, різноманітних за типом і морфологією:

1,2- п'ятилистянки - незріла, закрита та зріла, відкрита (*півонія*); 3 - трилистянка (*дельфіній*); 4 - соковита багатолістянка (*лимонник китайський*); 5 - багатосім'янка (*гравілат*); 6 - цинародій - горішки у соковитому гіпантії (*шиштина*); 7,8- багатогорішки (*жовтець, лотос*); 9, 10 - членисті боби (*солодушка, в'язіль*); 11 - суха однокістянка (*мигдаль*); 12, 13 - боби нерозкриті: підземний біб з дерев'янистим оплоднем (арахіс) та надземний із соковитим оплоднем (*софора японська*); 14 - соковиті кістякоподібні горішки (*обліпиха*); 15 - горіх (*ліщина*); 16 - яблуко кістякоподібне (*глід*);

17 - яблуко ягодоподібне (*аронія*); 18 - роздрібний калачик (*мальва*); 19 - гарбузина (*кабачок*);
 20 - ценокарпна дволистянка (*олеандр*); 21 - коробочки (*цибуля*); 22 - гесперидії (*грейпфрут, понцирус*) і соковитий мішечок,
 відділений від м'якоті ендокарпа

6. Ознайомитись із способами поширення плодів і насіння у природі (рис. 216, 217).

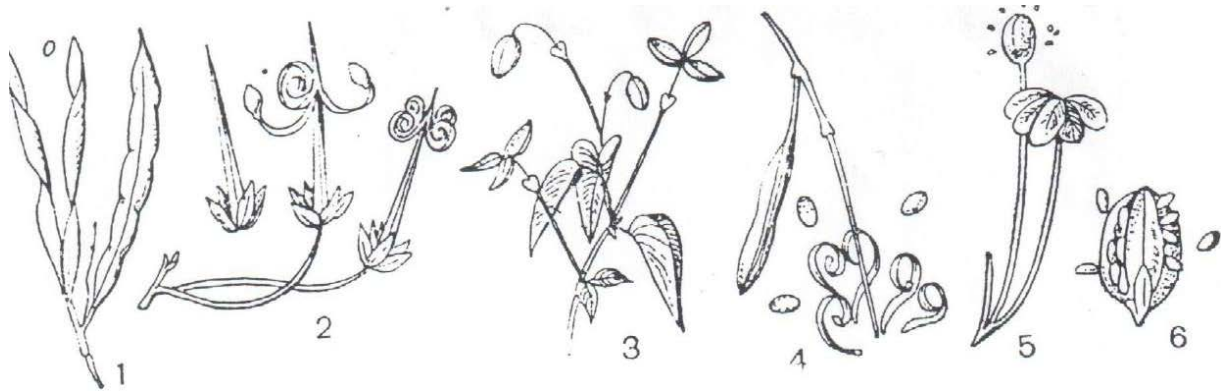


Рис. 216. Розповсюдження плодів і насіння активним розкидуванням:

1 – чина лісова; 2 – герань; 3 – фіалка; 4 – бальзамін не-чіпай-мене; 5 – кислиця; 6 – коробочка кислиці

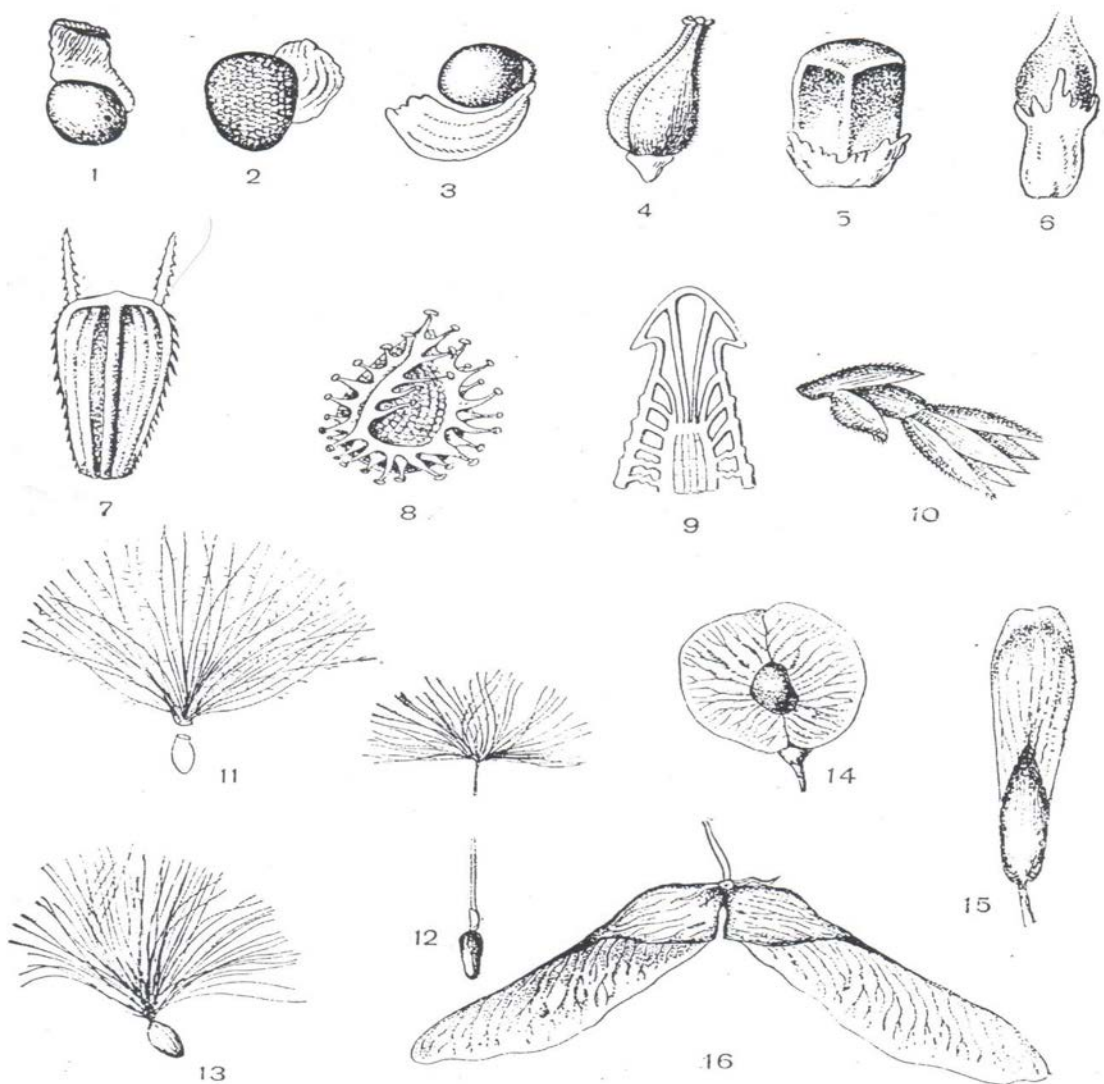


Рис. 217. Розповсюдження плодів і насіння тваринами та вітром:

1-6 плоди і насіння з м'ясистими придатками, розповсюджуються мурашками (мірмекохори); 7-10 — плоди з зачіпками, розповсюджуються тваринами (зоохори); 11-13 — плоди з летючкою, розповсюджуються вітром (анемохори); 14-16 - плоди-крилатки, розповсюджуються вітром

Питання для самоконтролю і розвитку мислення:

1. Що являє собою плід?
2. Які шари характерні для оплодннн соковитих плодів?
3. Назвіть характерні ознаки плодів ягода, кістянка, яблуко, гарбузина, помаранча. Наведіть приклади рослин.
4. Чим відрізняються плоди соковиті і сухі, розкривні та нерозкривні?
5. Охарактеризуйте плоди сім'янка, зернівка, горіх, горішок. Наведіть приклади рослин.
6. Чим відрізняються плоди: горіх і горішок, стручок і біб?
7. Вкажіть характерні ознаки плодів: листянка, біб, коробочка, стручок і стручечок. Наведіть приклади рослин.
8. Чим характерні несправжні плоди? Наведіть приклади.
9. Які способи розповсюдження плодів і насіння відомі Вам?

Матеріали та обладнання:

1. Соковиті плоди, сухі плоди, розкривні плоди, нерозкривні плоди, поширення плодів і насіння – таблиці.
2. Колекція соковитих і сухих плодів різних рослин.

Література:

1. Васильев А.Е., Воронин Н.С., Еленевский А.Г. и др. Ботаника. Морфология и анатомия растений. – М.: Просвещение, 1988. – С. 403-407.
2. Григора І.М., Шабарова С.І., Алейніков І.М. Ботаніка. – К.: Фітосоціоцентр, 2000. – С. 129 – 132.
3. Потульницький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О. Ботаніка. Анатомія і морфологія рослин. – К.: Вища школа, 1971. – С. 300-316.
4. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. – К.: Вища школа, 1995. – С.335-350.

ДЛЯ НОТАТОК

Навчальне видання

Демчук Василь Володимирович

**ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ З БОТАНІКИ
(анатомія і морфологія рослин)**

Навчально-методичний посібник для студентів напряму підготовки 6.040102 «Біологія»

Комп'ютерний набір, верстка – О.К. Пилипчук

Технічний редактор – О.Ю. Третяк

Лабораторні роботи з ботаніки (анатомія і морфологія рослин): Навч.-метод. посібн. для студ. напряму підготовки 6.040102 «Біологія» / В.В. Демчук. – Рівне: РДГУ, 2015. – 221 с. з іл.

Посібник складено у відповідності з програмою курсу „Ботаніка” для студентів напряму підготовки 6.040102 „Біологія”. В ньому наведено теоретичний матеріал за темами лабораторних робіт з анатомії та морфології рослин, завдання та методичні розробки до них. Призначений для студентів, викладачів лабораторних занять та вчителів ботаніки.