

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт з дисципліни
«Фармацевтична ботаніка»
(для здобувачів вищої освіти спеціальності
226 Фармація, промислова фармація)

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри ФВТ
Протокол № 8 від 15.03.2024 р.

Київ
2024

УДК 582. 29

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Фармацевтична ботаніка» (для здобувачів вищої освіти спеціальності 226 Фармація, промислова фармація) / Укладачі: Любимова-Зінченко О.В., Корчуганова О.М. – Київ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2024 – 76 с.

Наведено стислий матеріал, необхідний для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Фармацевтична ботаніка». Описані правила роботи з мікроскопом, мета лабораторних робіт, порядок виконання, лабораторні прилади, методика та техніка виконання різних дослідів, контрольні завдання.

Методичні вказівки можуть бути використані здобувачами вищої освіти як денної, так і заочної форм навчання.

Укладачі

О.В. Любимова-Зінченко, к.т.н., доц.
О.М. Кочуганова, к.т.н., доц.

Рецензент

В.Ю. Тарасов, д.т.н., проф.

Зміст

ВСТУП	4
ОФОМЛЕННЯ ЖУРНАЛУ ЛАБОРАТРИХ РОБІТ	4
МЕТОДИКА РОБОТИ З МІКРОСКОПОМ	5
ТЕМА 1. РОСЛИННА КЛІТИНА	7
Лабораторна робота 1. БУДОВА РОСЛИННОЇ КЛІТИНИ; РУХ ЦИТОПЛАЗМИ, ПЛАСТИД	7
ТЕМА 2. ТКАНИНИ	9
Лабораторна робота 2. ПОКРИВНІ ДІЛЯНКИ (ЕПІДЕРМІС, ПЕРИДЕРМА І КІРКА)	10
Лабораторна робота 3. ПРОВІДНІ ТКАНИНИ. КСИЛЕМА І ФЛОЕМА	12
ТЕМА 3. АНАТОМІЯ ВЕГЕТАТИВНИХ ОРГАНІВ	15
Лабораторна робота 4. МІКРОСКОПІЧНА БУДОВА ЛИСТА	15
Лабораторна робота 5. СТЕБЛО І ДЕРЕВИНА ГОЛОНАСІННИХ РОСЛИН	19
Лабораторна робота 6. МІКРОБУДОВА СТЕБЛА ТРАВ'ЯНИСТИХ РОСЛИН	25
Лабораторна робота 7. БУДОВА ТА МЕТАМОРФОЗИ КОРЕНЯ	27
Лабораторна робота 8. АНАТОМІЧНА БУДОВА КОРЕНЯ	34
ТЕМА 4. ГЕНЕРАТИВНІ ОРГАНИ РОСЛИН. КВІТИ, СУЦВІТТЯ, ПЛОДИ	38
Лабораторна робота 9. БУДОВА КВІТКИ	39
Лабораторна робота 10. АНДРОЦЕЙ. ГІНЕЦЕЙ	46
Лабораторна робота 11. ОПИС КВІТКОВОЇ РОСЛИНИ	53
Лабораторна робота 12. ТИПИ СУЦВІТЬ	58
Лабораторна робота 13. ПЛОДИ	65
ЛІТЕРАТУРА	72
ДОДАТОК	73

ВСТУП

Фармацевтична ботаніка — комплексна наука, що досліджує рослини і водорості, вищі гриби і фотосинтезуючі бактерії, враховуючи запити і потреби фармації.

Завдання лабораторного практикуму передбачає закріплення і розвиток студентами знань, отриманих на лекціях і в процесі самостійної роботи над навчальною літературою в області внутрішньої будови рослин. Лабораторний практикум закладає знання та практичні навички, які знаходять своє втілення і поповнення при розгляді питань пошуку джерел природних біологічно активних речовин, їх біосинтезу, виділення, встановлення структури та властивостей, виготовлення фітопрепаратів, їх застосування тощо.

ОФОРМЛЕННЯ ЖУРНАЛУ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Кожен студент мусить вести лабораторний журнал. На обкладинці журналу слід вказати прізвище, ініціали, номер групи. Оформляти лабораторний журнал слід за формою:

- 1) дата виконання;
- 2) назва лабораторної роботи;
- 3) назва досліджу;
- 4) спостереження, схеми приладів, розрахунки, таблиці, графіки, рисунки;
- 5) висновки.

Лабораторний журнал заповнюється в процесі виконання роботи. У кінці роботи журнал перевіряє викладач.

Після закінчення лабораторного заняття необхідно вимити руки, прибрати робоче місце, прилади.

МЕТОДИКА РОБОТИ З МІКРОСКОПОМ

Біологічний мікроскоп - це оптичний прилад, за допомогою якого можна отримати збільшене зворотне зображення досліджуваного об'єкта і розглянути дрібні деталі його будови, розміри яких лежать далеко за межами роздільної здатності очей (рис. 1).

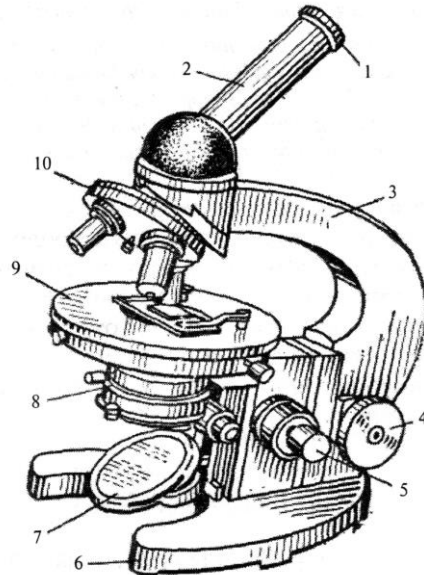


Рис. 1. Мікроскоп МБР-1:

1 – окуляр; 2 – тубус; 3 – тубусодержатель; 4 – винт грубой наводки; 5 – микрометренний винт; 6 – подставка; 7 – зеркало; 8 – конденсор и ирисовая диафрагма; 9 – предметный столик; 10 – револьвер с объективами

У мікроскопі МБР-1 (біологічному робочому мікроскопі) оптична і механічна системи розділені. Механічна система включає в себе підставку, трубку, трубкотримач, револьверну головку з гніздами для лінз, грубий гвинт, гвинт-мікрометр, а також предметний столик з клемми для затиску предметного скла.

Оптична схема складається з лінз різної кратності (остання позначається на об'єктивах цифрами - x8, x40, x90); окуляри зі збільшенням x7, x10, x15; освітлювальний прилад, що складається з дзеркала і конденсатора з діафрагмою. Щоб визначити загальне збільшення мікроскопа, помножте збільшення об'єктива на збільшення окуляра.

При роботі з мікроскопом необхідно дотримуватися наступних правил і послідовності операцій.

1. Мікроскоп розміщують на краю столу так, щоб окуляр знаходився навпроти лівого ока, і мікроскоп не рухався під час роботи.

2. Робота з мікроскопом **завжди починається з малого збільшення об'єктивом x8.**

3. Дивлячись в окуляр лівим оком і за допомогою увігнутого дзеркала, світло направляють в об'єктив і **рівномірно висвітлюють поле зору.**

4. Екземпляр розміщується на сцені і затискається клемми. Об'єктив опускають грубим гвинтом так, щоб між лінзою об'єктива та препаратом була відстань від 3 до 5 мм.

5. Дивлячись в окуляр, об'єктив піднімається за допомогою грубого гвинта (макрогвинта) до тих пір, поки зображення не стане різким. **Не можна дивіться в окуляр і опускати об'єктив,** обертаючи грубий прицільний гвинт від себе, оскільки ви можете розчавити покривну накладку та пошкодити заготовку.

6. Для вивчення будь-якої частини об'єкта при великому збільшенні цю область поміщають в центр поля зору. Після цього револьверну головку повертають так, щоб об'єктив x40 зайняв робоче положення (об'єктив не піднімати!). Досягається мікроскопічний **гвинт, який можна обертати в одну сторону не більше ніж на півоберта.**

7. Після закінчення роботи великого збільшення башту повертають, встановлюють мале збільшення і виймають зразок. **Не виймайте виріб з-під об'єктива x40, оскільки можна пошкодити об'єктив.**

При роботі лінзи слід оберігати від механічних пошкоджень і від контакту з рідинами. Після закінчення роботи оптичну систему мікроскопа протирають м'якою ганчіркою. Мікроскоп накривають поліетиленовим пакетом і поміщають в шафу, а мікроскоп беруть обома руками: одна тримає тримач тюрбика, інша - підставку. Накладки кришки промивають під проточною водою і протирають, притримуючи їх за краї.

У даному практикумі передбачені наступні теми курсу: «Рослинна клітина», «Тканини рослин», «Будова вегетативних органів рослин».

ТЕМА 1. РОСЛИННА КЛІТИНА

Клітина є елементарною (найменшою) одиницею будови і життєдіяльності всіх живих організмів. Особливості будови рослинної клітини пов'язані з особливим типом живлення рослин – автотрофним, в основі якого лежить процес фотосинтезу. До основних особливостей будови рослинної клітини можна віднести:

1. наявність в них особливих органел – пластид (хлоропласт, хромопласт, лейкопласт);
2. щільна, еластична целюозна оболонка;
3. розвинена система вакуолей.

Лабораторна робота 1

БУДОВА РОСЛИННОЇ КЛІТИНИ; РУХ ЦИТОПЛАЗМИ, ПЛАСТИД

Матеріал: листя елодеї (*Elodea canadensis* Rich.) або мха мніум (*Mnium cuspidatum* Dill.), плоди горобини (*Sorbus aucuparia* L.) або шипшини (*Rosa canina* L.); лист традесканції (*Tradescantia* sp).

Мета роботи: вивчення особливостей будови рослинної клітини.

Завдання: дослідити рослинну клітину зі складовими її частинами – мембраною, цитоплазмою, ядром, пластидами, ознайомитися з розташуванням цитоплазми та її рухом.

Порядок роботи

1. Виготовити препарат листа елодеї і мха мніум. При великому збільшенні дослідити будову клітини, виявити обертальний рух цитоплазми в клітинах середньої жилки листка. Намалювати одну клітинку і за допомогою стрілок позначите напрямок руху цитоплазми. Позначте хлоропласти (рис. 2, 3).

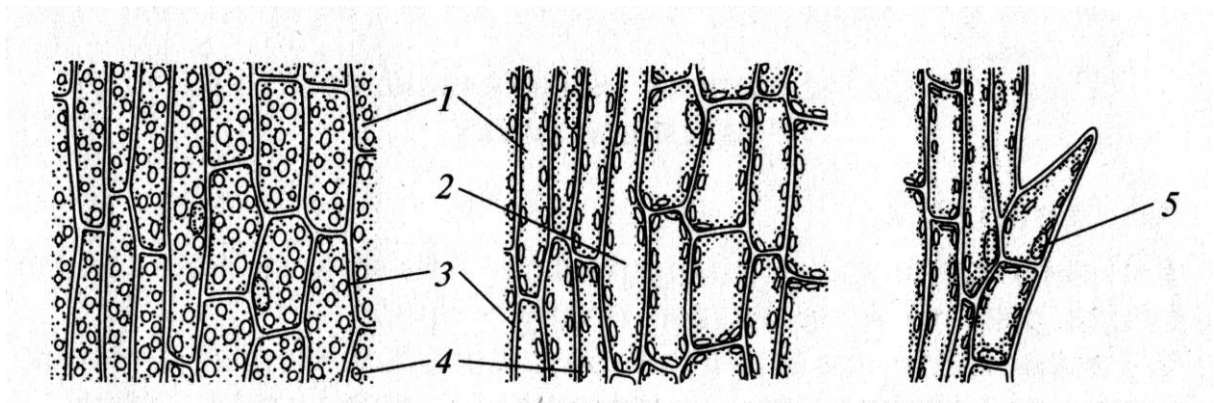


Рис.2. Клітина листка елодеї:

1. – піхви; 2 – цитоплазма; 3 - сердечник; 4 – хлоропласти; 5 – вакуоль

Зверніть увагу на наявність незалежної мембрани в кожній клітині і на серединні пластинки, що з'єднують сусідні клітини.

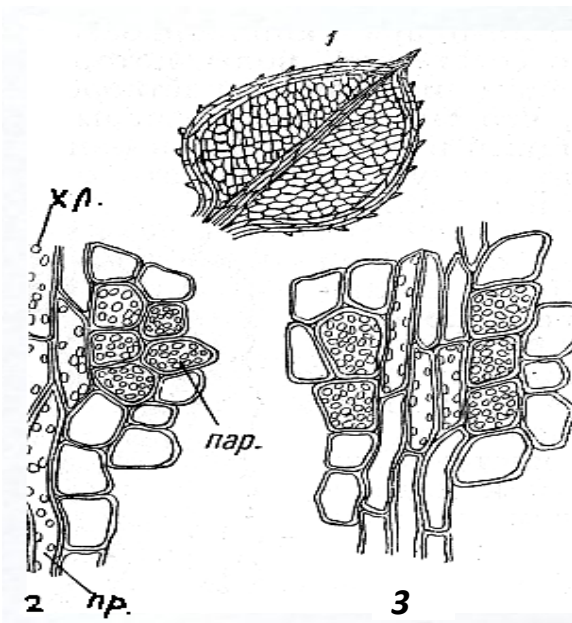


Рис. 3. Лист мха мніум:
 1 – загальний вигляд листа при малому збільшенні;
 2 - зовнішній край листа при великому збільшенні: паренхіматозні клітини; PR – прозенхімальні клітини; зерна хлорофілу;
 3 - ділянка вени з прилеглими паренхіматозними клітинами

2. Виготувати препарати з клітин м'якоті томата або шипшини (рис. 4). Дослідити вміст клітин при великому збільшенні і вивчити форму хромопластів. Намалювати одну-дві клітини м'якоті плоду і зробити позначки.

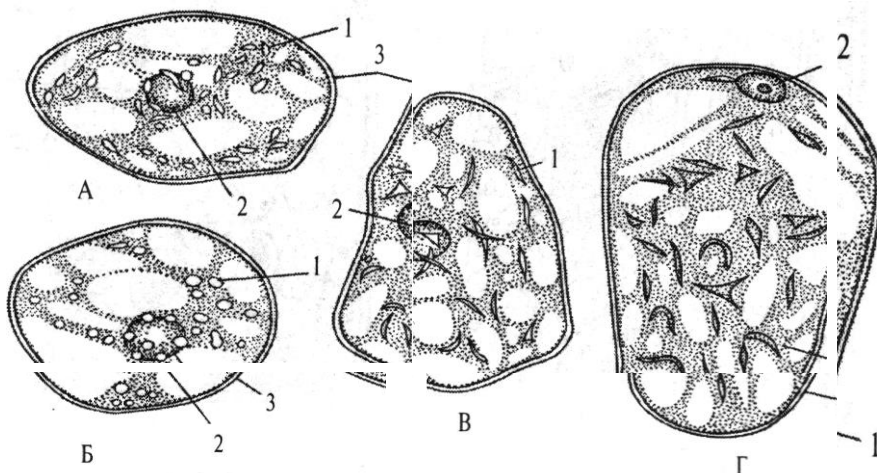


Рис. 4. Клітини м'якоті стиглих плодів:
 А – шипшина (*Rosa canina*); Б – конвалія (*Convallaria majalis*)
 В – горобина (*Sorbus aucuparia*); Г – глід (*Crataegus sanguinea*)
 1 – хромопласти; 2 – ядро; 3 – клітинна стінка

3. Виготовити препарат нижнього епідермісу листа традесканції. Дослідити вміст клітин при великому збільшенні, знайти лейкопласти. Намалювати одну-дві клітинки і скласти умовні позначення (рис. 5).

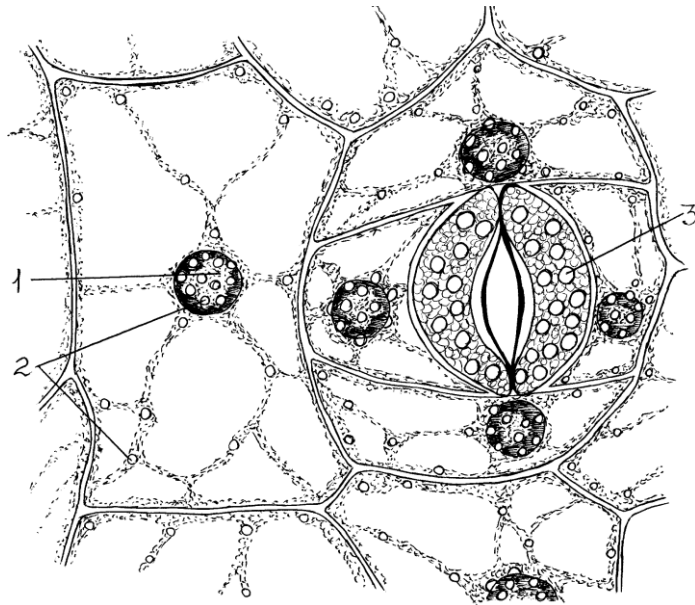


Рис. 5. Епідерміс листа традесканції:
1 - ядро;
2 - лейкопласти;
3 – хлоропласти в клітинах-мешканцях

4. Зробити висновок про особливості будови і функції ростової клітини.

Питання для самоконтроля

1. Які частини клітини можна розглянути за допомогою оптичного мікроскопа?
2. З яких органел складається субмікроскопічна будова цитоплазми?
3. Чим відрізняється ядро від цитоплазми за хімічним складом?
4. Що таке плазмоліз?
5. Які існують форми і розміри клітин у рослин?
6. Які пластиди містяться в клітинах зелених рослин і які їх функції?
7. Які взаємні перетворення існують між пластидами?
8. Чим відрізняється рослинна клітина від тваринної?
9. У яких органах знаходяться пластиди і як вони розташовані в клітинах?

ТЕМА 2. ТКАНИНИ

Організація вищих рослин заснована на принципі клітинної спеціалізації, який полягає в тому, що кожна клітина організму виконує не всі властиві їй функції, а лише деякі, але більш повно і досконало.

Групи клітин, які структурно і функціонально схожі між собою і зазвичай мають спільне походження, називаються тканинами.

Існують різні класифікації тканин, але всі вони досить умовні. Тканини рослин поділяються на кілька груп залежно від їх основної функції:

1. меристеми, або освітні тканини;
2. покривні;
3. провідна;
4. механічні;
1. складники;
5. секреторна або екскреторна секреторна;
6. фотосинтезуючий.

Лабораторна робота 2

ПОКРИВНІ ДІЛЯНКИ (ЕПІДЕРМІС, ПЕРИДЕРМА І КІРКА)

Покривні тканини розташовуються на поверхні органів рослин і захищають внутрішні тканини від температур, механічних пошкоджень, патогенних мікроорганізмів. Крім того, покривні тканини здійснюють транспірацію (регулюють газообмін і випаровування). У зв'язку з цим покривні тканини мають такі особливості будови:

1. щільне з'єднання клітин без міжклітинних;
2. модифікації клітинних стінок (кутинізація і пробка);
3. структури, що виконують транспіраційну функцію.

Залежно від походження і будови покривних тканин розрізняють: епідерміс (епіблілема біля кореня), перидерма (пробка) і кора.

Матеріал: перманентні мікрослайди лусочки цибулі, епідерміс листка герані (*Geranium sp.*) з волосками, перманентна мікропрепарованість поперечного зрізу гілки бузини (*Sambucus racemosa L.*), зрізи древніх рослин.

Метою роботи є вивчення особливостей будови покривних тканин: епідермісу, перидерми та корки.

Завдання: ознайомитися з будовою покривних тканин та основними типами епідермісу та продихового апарату.

Порядок роботи

1. Розглянемо перманентну мікропідготовку епідермісу герані і структуру волосків. Намалюйте різні типи епідермісу та продихів апаратів (Рис. 6). Зробіть малюнки та символи.

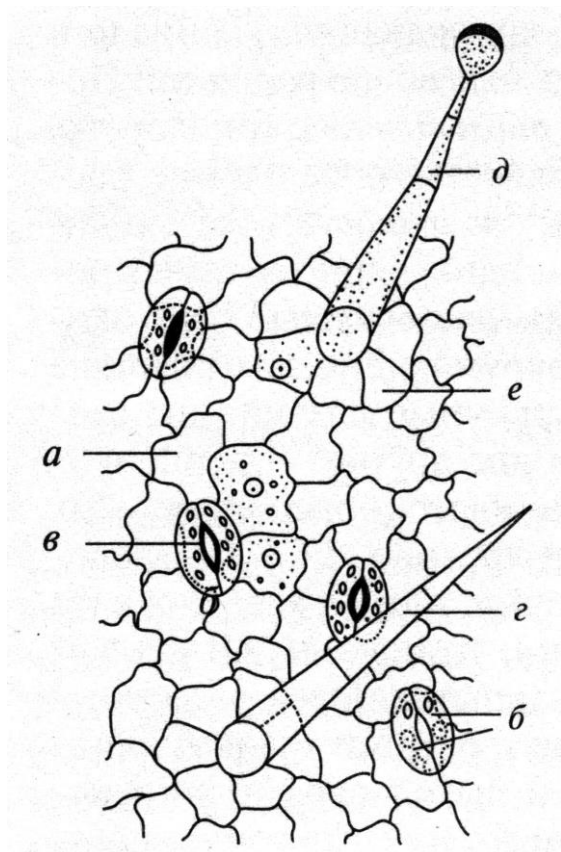


Рис. 6. Епідерміс нижньої сторони листа герані:

a – основні клітини епідермісу; *б* –
 продихові замикаючі клітини; *с* –
 продихова щілина;
д – покривне волосся;
д - залозистий волос;
E - навколоволосні клітини

2. Для вивчення особливостей вторинної покривної тканини – перидерми. Огляньте структуру перидерми стебла бузини на постійному препараті. Зверніть увагу на феллоген (корковий камбій), фелему (пробку) і феллодерму (коркову паренхіму) (рис. 7).

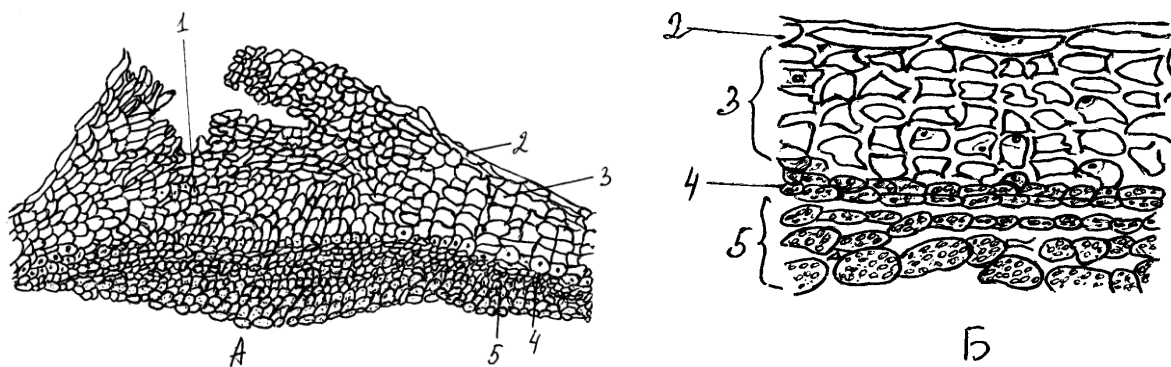


Рис.7. Перидерма стебла бузини (*Sambucus racemosa*):

A - сочевиця; B - область перидерми: 1 - виступаюча тканина;
 2 - залишки епідермісу; 3 - пробка (фелема); 4 - корковий камбій
 (феллоген); 5 – Феллодерма

3. Розглянути і намалювати утворення і зовнішній вигляд багаторічної кори деревних рослин (рис. 8, 9).

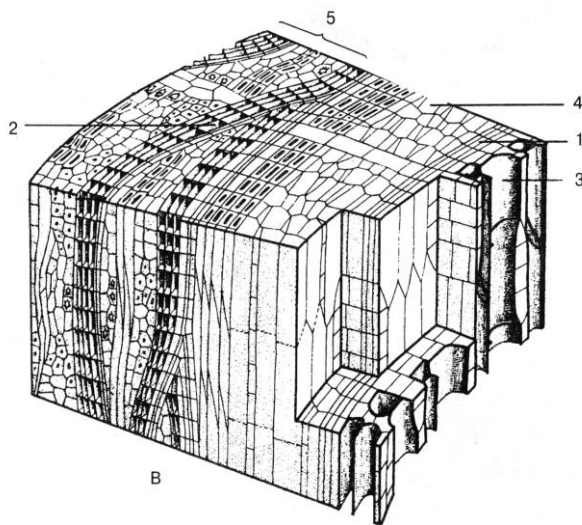


Рис. 8. Будова кори і розташування тканин в корі:
1 – камбій; 2 – повторювані перидерми;
3 – ксилема; 4 – вторинна флоема;
5 – скоринка

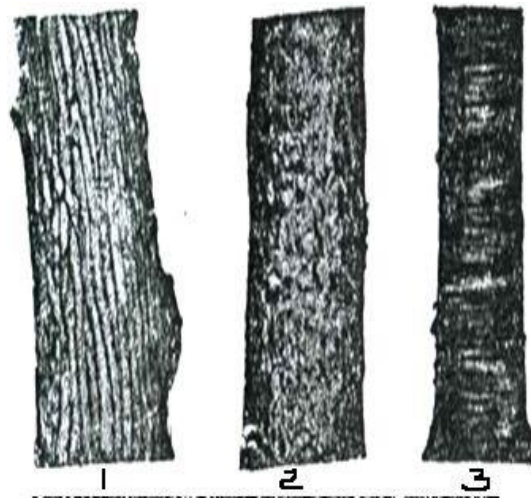


Рис. 9. Зовнішній вигляд скоринки:
1 – дубова таблична кірка,
2 – луската кірка ялини,
3 – луцильна пробка на стовбурі берез

4. Зробити висновок про особливості будови і формування покривної тканин.

Питання для самоконтроля

1. Чому перидерму називають вторинною покривною тканиною?
2. Як утворюється перидерма і з яких структур вона складається?
3. У яких рослин є сочевиця, яка її будова і для чого її використовують?
4. Від чого утворюється скоринка і з яких тканин вона складається?

Лабораторна робота 3

ПРОВІДНІ ТКАННИНИ. КСИЛЕМА І ФЛОЕМА

Провідні тканини забезпечують рух води в рослині за допомогою розчинів мінеральних солей (ксилеми) і продуктів фотосинтезу (флоем), що утворюються в листках. Основними елементами провідних тканин є судини, трахеїди і ситоподібні трубки.

Судини являють собою довгі порожнисті трубки, по яких водні і сольові розчини піднімаються вгору по стеблу. Клітинні стінки судин мають різноманітні потовщення і дерев'яніють.

Трахеїди - це окремі відмерлі клітини прозенхімальної форми зі скошеними кінцями. Клітинна стінка трахеїд сильно потовщена, обурюється, пронизана порами з бахромою.

Ситові трубки з осередками-компаньйонами являють собою живі провідні елементи, що складаються з прозенхімальних клітин, поперечні перегородки між якими частково руйнуються, утворюючи ситові поля і ситові пластинки.

Матеріал: Постійні препарати стебла кукурудзи (*Zea mays L.*), провідні елементи ксилеми в стеблі соняшнику (*Helianthus annuus L.*).

Метою роботи є вивчення особливостей будови провідних тканин.

Завдання: ознайомитися з елементами, з яких складаються провідні тканини.

Порядок роботи

1. Огляньте будову трахеїд на поздовжньому розрізі деревини сосни. Намалуйте структуру трахеїда, зверніть увагу на потовщену клітинну стінку і облямовані пори (рис. 10).

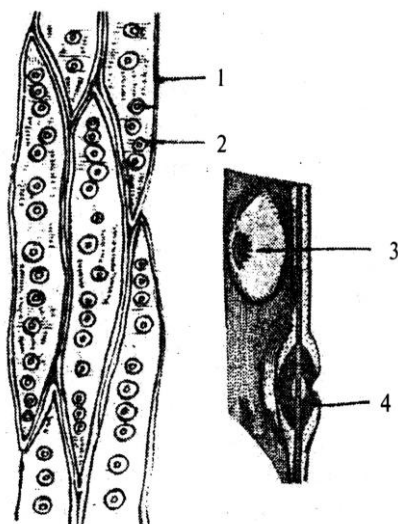


Рис. 10. Трахеїди соснової деревини (*Pinus silvestris L.*):

- 1 – трахеїдна клітина;
- 2 – пори з бахромою; 3 – вторинна мембрана облямованої пори;
- 4 – первинна оболонка з торусом

2. Розглянемо постійний апарат поперечного зрізу стебла кукурудзи і ознайомтеся з будовою провідного пучка. Намалуйте струмопровідний промінь і позначте всі тканини, з яких він складається (рис. 11).

3. Розгляньте провідні елементи ксилеми в стеблі соняшнику на постійному препараті і намалуйте всі типи судин, що зустрічаються, і зробіть відповідні позначення (рис. 12).

4. Зробити висновок про особливості будови і походження провідних тканин.

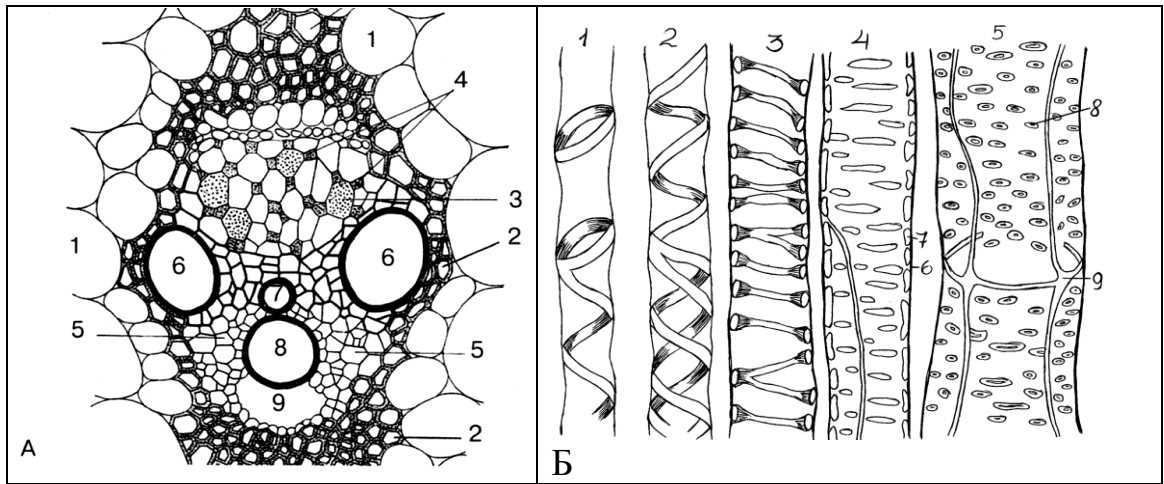


Рис. 11. Провідний пучок кукурудзи: А – поперечний переріз; б – поздовжній розріз;
 1 – головна паренхіма; 2 – склеренхіма (механічні волокна);
 3 – ситові трубки; 4 – клітини-компаньйони; 5 – дерев'яниста паренхіма;
 6 – пориста посудина; 7 – спіральна посудина; 8 – окільцьована посудина;
 9 – повітряна порожнина

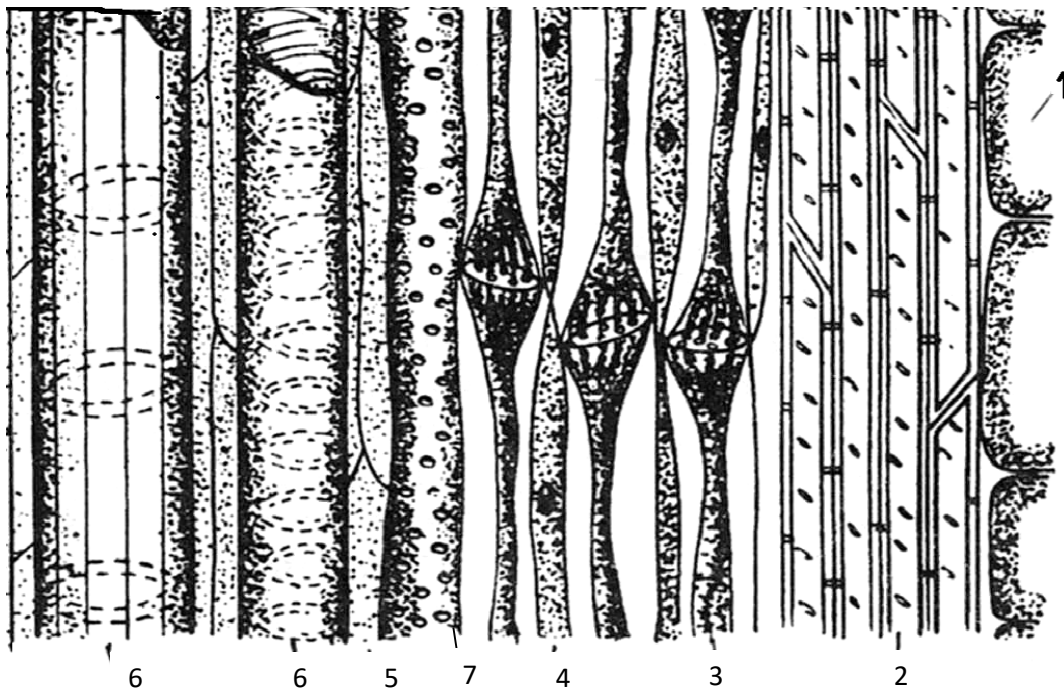


Рис. 12. Судини на поздовжньому розрізі стебла соняшнику (*Helianthus annuus*):
 1 - спірально-кільцева посудина; 2 - спіральний посудину; 3 - спіральний посудину в розрізі; 4 - судно-драбина; 5 - пористий посудину; 6 – вторинна оболонка;
 7 - пори з бахромо

Питання для самоконтролю

1. Які речовини (органічні або мінеральні) рухаються по судинах і трахеїдах ксилеми, а які - по ситових трубках флоеми?
2. Чим відрізняються судини від ситових трубок?
3. Де і як розвиваються клітини-компаньйони і яке їх значення?
4. У яких рослин тільки у трахеїд розвиваються стебла і чим вони відрізняються від судин?

ТЕМА 3. АНАТОМІЯ ВЕГЕТАТИВНИХ ОРГАНІВ

Лабораторна робота 4

МІКРОСКОПІЧНА БУДОВА ЛИСТА

Матеріал: постійні мікропрепарати листа камелії (*Camellia sp.*), сосни (*Pinus sp.*).

Метою роботи є вивчення відмінних рис внутрішньої будови листя різних рослин.

Завдання: ознайомитися з основними закономірностями будови пластинчастих листків і листя хвойних рослин, з деяким розпізнаванням ксероморфізму на прикладі будови хвої.

Порядок роботи

1. Вивчіть і намалюйте мікроскопічну будову листя: камелія (дводольна рослина), сосна (хвойна).

На поперечному зрізі листа, починаючи з верхньої сторони, розрізняють такі тканини: верхній епідерміс, мезофіл з включеннями провідні пучки і нижній епідерміс (рис. 13, 14). Зручним об'єктом для вивчення плоского (пластинчастого) листа є лист кімнатної деревної рослини – камелії (див. рис. 13).

Епідерміс листа складається з живих безбарвних паренхіматозних клітин, розташованих в один шар і щільно з'єднаних один з одним. На верхній поверхні клітин епідермісу є кутикула, плівка з жироподібної речовини кутина, що підсилює захисні властивості епідермісу.

Клітини верхнього епідермісу більші, з товстими зовнішніми стінками і більш товстим кутикулярним шаром. Серед клітин нижнього епідермісу можна помітити численні продихи. Мезофіл є асиміляційною тканиною і представлений живими паренхіматозними клітинами, що містять хлоропласти. Найважливіший фізіологічний процес – фотосинтез – відбувається в мезофілі.

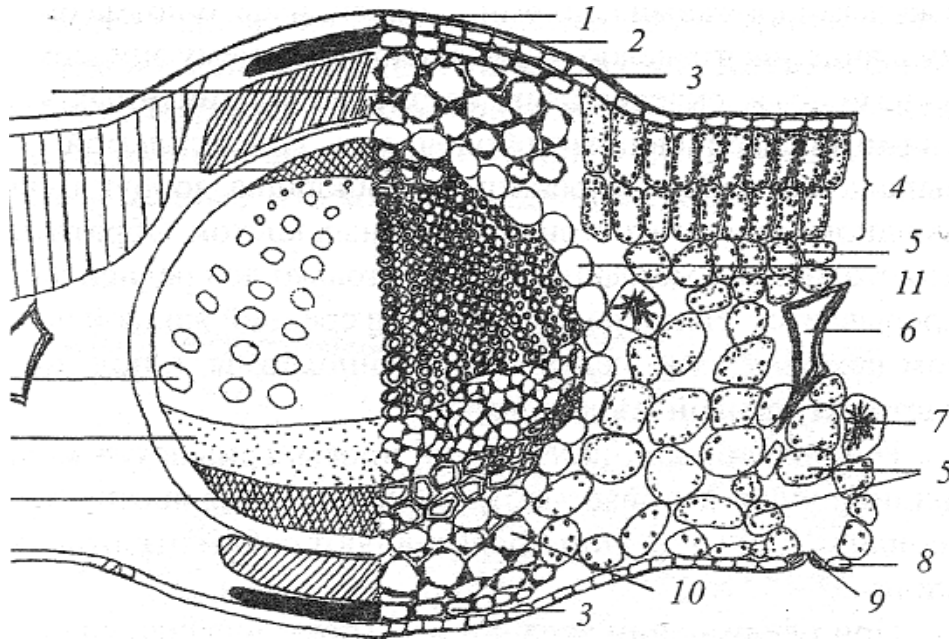


Рис. 13. Поперечний переріз листа камелії:

- 1 – кутикула; 2 – верхній шар епідермісу; 3 – гіподерма;
 4 – стовпчастий мезофіл; 5 – губчастий мезофіл; 6 – склерейд;
 7 – друза оксалату кальцію; 8 – нижній епідерміс; 9 – продиховий апарат;
 10 – коленхіма; 11 – паренхіматозна вистилка; 12 – ксилема; 13 – флоема;
 14 – склеренхіма (Уткіна, Бетехтіна, 2009)

Клітини мезофілу, що прилягають до верхнього епідермісу, мають витягнуту форму, щільно змикаються один з одним, не мають міжклітинних клітин. Являє собою стовпчасту (частокіл) паренхіму. Знизу розташована губчаста паренхіма, представлена клітинами різної форми з великими міжклітинними між ними. Міжклітинні клітини з'єднані між собою і мають зв'язок із зовнішнім середовищем через продихові щілини.

Провідні і механічні тканини листа зосереджені в жилках. За своєю природою вони є провідними пучками. Структуру провідного пучка найкраще проглядати на головній вені. При малому збільшенні добре розрізняють ксилему, звернену до верхньої сторони листка, і сусідню флоему, звернену до нижньої сторони. Ксилема складається з водопровідних елементів – судин і трахеїд – і деяких паренхіми ксилеми. Мембрани клітин ксилеми здерев'янілі. Клітини судин і трахеїди не мають живого протопласта. Флоема представлена ситоподібними трубками і клітинами-компаньйонами з тонкими неодревесневшими оболонками і живим протопластом. Через клітини флоеми відбувається відтік продуктів фотосинтезу з листа в інші органи рослини. Біля провідного пучка, переважно з верхньої і нижньої його сторін, розташовуються полігональні клітини з товстими здерев'янілими стінками, позбавлені протопласта. Це механічні склеренхімальні волокна.

До провідного пучка примикає паренхіматозна вистилка, що складається з одного шару тонкостінних живих клітин, які не містять хлоропластів. Вистилання вен служить для зв'язування їх з мезофілом.

Як і плоский лист, хвоя покрита епідермісом і містить хлорофілоносну тканину – мезофіл – і провідні тканини у вені. Однак кожна з голчастих тканин має свої відмінні риси від відповідних елементів плоскої структури листа. Крім того, в хвої містяться тканини, які відсутні в плоскому листі (см. рис. 14).

Покривна тканина хвої – епідерміс – складається з одного шару паренхіматозних клітин з потовщеними оболонками і товстим шаром кутикули.

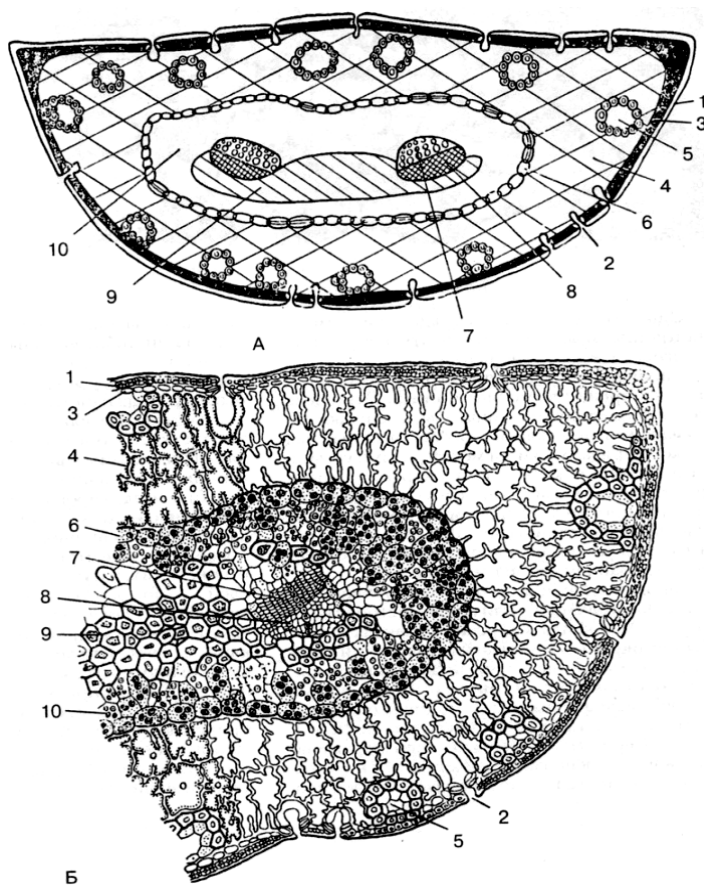


Рис. 14. Поперечний переріз хвої сосни звичайної (*Pinus sylvestris*): А – загальна схема; Б – лист фрагмент; 1 – епідерміс; 2 – стома; 3 – гіподерма; 4 – складчастий мезофіл; 5 – пасаж смоли; 6 – ентодерма; 7 – ксилема; 8 – флоема; 9 – склеренхіма; 10 – трансфузійна тканина

Продихи розташовуються по обидва боки від голок глибше клітин епідермісу на рівні гіподерми під епідермісом. Гіподерма являє собою одиночний ряд клітин (2-3 ряди по кутах голок) механічної тканини з потовщеними і здеревілими мембранами.

Асиміляційна тканина, що становить основну масу хвої, називається складчастою паренхімою. Ці клітини однорідні, щільно зімкнуті, тонкостінні. Їх раковини утворюють численні складки для збільшення площі асиміляційної

поверхні. У всіх клітинах складчастої паренхіми хлоропласти численні і рівномірно розподілені. Під гіподермою серед клітин складчастої паренхіми видно смоляні ходи. Канал такого проходу вистелений тонкостінними епітеліальними клітинами, які виділяють смолу. Смоляний прохід оточений шаром товстостінних здерев'янілих волокон, які представляють собою механічну підкладку. Смоляні ходи хвої не з'єднуються зі смоляними ходами втечі, а закінчуються біля основи хвої.

У центрі хвої розташований центральний циліндр з двома провідними пучками, оточений одним рядом тонкостінних живих клітин ентодерми. Провідні пучки складаються з ксилеми і флоєми. Ксилема звернена плоскою стороною голок і представлена товстостінними трахеїдними клітинами, які виконують водопровідну функцію. Між рядами трахеїд можна побачити ряди вузьких живих клітин. Це серцевинні промені. Флоєма складається з живих тонкостінних ситоподібних клітин, які здійснюють відтік продуктів фотосинтезу з листа. Між провідними пучками добре видно клітини з сильно потовщеними мембранами – склеренхімальні волокна. Їх функція - механічна. Решта простору між ентодермою і провідними пучками заповнюється трансфузійною тканиною, яка з'єднує мезофіл з провідними пучками хвої.

Питання для самоконтролю

1. Яку роль відіграють листя рослин, яка їх основна функція?
2. Яка морфологічна будова листя?
3. Чому лист має найрізноманітніші морфологічні ознаки? З чим це пов'язано?
4. Як за мікроскопічною будовою мезофілу та епідермісу визначити нижню або верхню сторону листка?
5. Чим відрізняються стовпчасті, губчасті та складчасті мезофіли?
6. Які бувають жилки в анатомічній будові листя?

АНАТОМІЯ СТЕБЛА

АНАТОМІЧНА БУДОВА СТЕБЛА ДЕРЕВНИХ РОСЛИН

Будова стебла деревних рослин (непучкова структура) вивчають в одній з трьох площин: перпендикулярно осі стебла – бічний зріз, по осі по радіусу стебла – радіальний розріз, по осі, перпендикулярній радіусу – тангенціальний зріз (рис. 15).

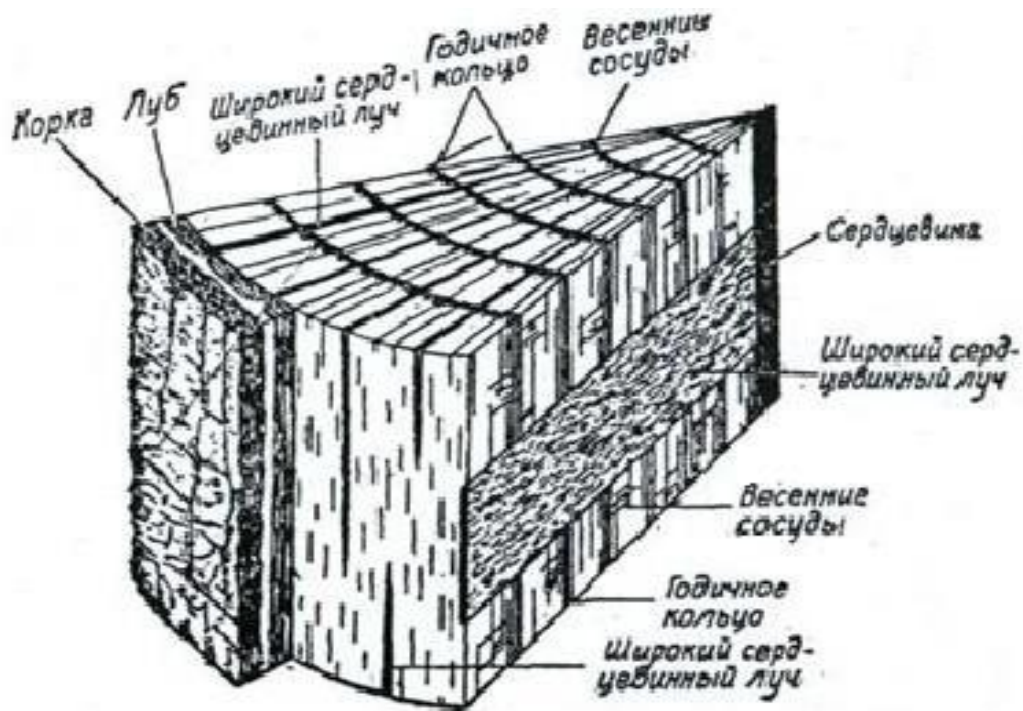


Рис 15. Схема трьох зрізів на одному пеньку стовбура:
Видаляється частина кори і оголюється тангенціальна поверхня деревини,
поперечна поверхня зверху і радіальна поверхня збоку

На кожній поверхні серцевинні промені мають різний вид.

Лабораторна робота 5

СТЕБЛО І ДЕРЕВИНА ГОЛОНАСІННИХ РОСЛИН

При малому збільшенні розглядається постійна мікроскопія поперечного зрізу молодої гілки сосни або ялини. У поперечному розрізі легко виділити три основні ділянки: кору, деревину (ксилему) і серцевину (рис. 16, 17, 18).

Кора. Якщо зріз проводиться на початку вегетації, то молодий (однорічний) пагін сосни одягається первинною покривною тканиною – епідермісом. Епідерміс являє собою одношарову тканину з добре розвиненою кутикулою. Під епідермісом знаходиться гіподерма, клітини якої витягнуті уздовж осі втечі.

Якщо зріз проводиться в середині або в кінці вегетаційного періоду, то на однорічному пагоні формується перидерма, закладка якої викликає відмирання і відшарування епідермісу і гіподерми.

Перидерма, що представляє собою комплекс тканин, складається з декількох шарів. Її зовнішній шар - пробка (фелема) - складається з декількох рядів великих клітин, позбавлених протопласта, з потовщеними клітинними стінками, просоченими суберином.

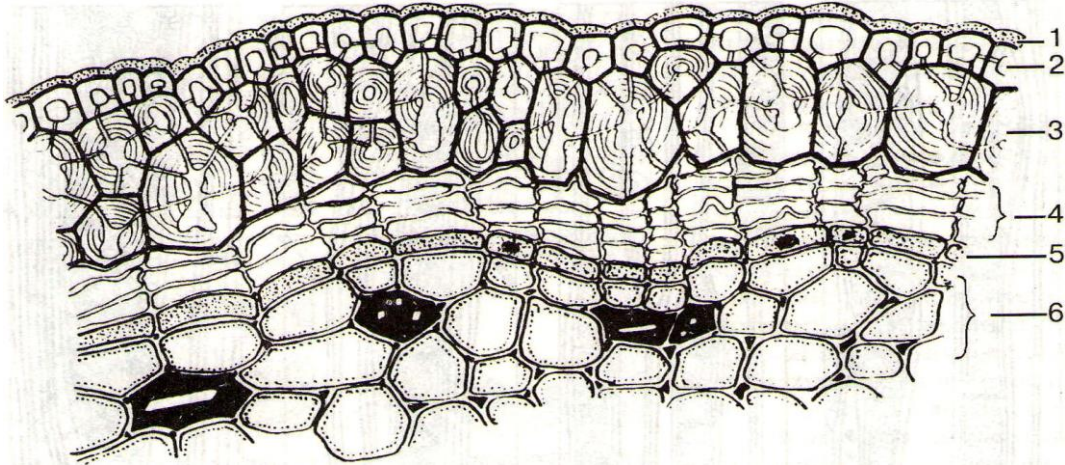


Рис. 16. Поперечний переріз периферійної частини однорічного стебла сосни приморської: 1 – кутикула; 2 – епідерміс; 3 – гіподерма, представлена склереїдами; 4 – фелема; 5 – феллоген; 6 – феллодерма

Під пробкою знаходиться шар тонкостінних, сплюснених живих клітин коркового камбію (феллогену). Знизу добре видно великі паренхіматозні живі клітини феллодерми (коркової паренхіми).

Під перидермою в молодому пагоні чітко виділяються шари хлорофіловмісної живої паренхіми первинної кори, серед яких виділяються досить великі смоляні ходи.

Перші з них великі, еліпсоїдні в поперечнику, розташовані ближче до лубу; другі - окружні, вдвічі менші за діаметр основних, і видно ближче до периферії первинної кори. Структурно обидва типи ходів однакові: з внутрішньої сторони вони вистелені одним шаром епітеліальних клітин, зовні оточені 1-2 шарами клітин супутньої паренхіми, яка відрізняється від паренхіми кори більш товстими оболонками.

За паренхімою кори до центру втечі окремими ділянками розташовується первинна флоема, що складається з провідних і запасуючих елементів, які до кінця вегетації стискаються і втрачають свою функцію.

Далі до центру втечі виділяється ділянка вторинної флоєми (лубу), що складається з провідних, що зберігають і видільних елементів. Струмопровідними елементами лубу є ситові осередки. Поперечні перерізи осередків сита, як правило, прямокутні. У поперечному розрізі можна побачити, що осередки сита розташовані групами. Це клітини з тонкостінною целюлозною мембраною, заповненою сильно зрощеною цитоплазмою. Запасуючою тканиною вторинної флоєми є луб'яна паренхіма, яка розташовується правильними рядами. Її клітини тонкооболонкові, з живим

протопластом. Деякі з них мають кристали оксалату кальцію. Запасну функцію виконують також живі паренхіматозні клітини радіальних променів, які здійснюють зв'язок між корою і деревиною. Деякі з променів містять горизонтальні смоляні прогулянки, але кількість останніх невелика.

У вторинній флоєми сосни відсутні механічні елементи.

Камбій. На кордоні між лубом і деревиною знаходиться вторинна освітня тканина – камбій, в результаті якого відбувається нове утворення лубу і деревних елементів. Клітини камбію відрізняються від клітин сусідніх тканин дещо сплющеною формою і меншими розмірами. Порожнина цих клітин заповнена протопластом, вони живі і здатні до постійного поділу.

Деревина. Деревина (вторинна ксилема) сосни має досить однорідну структуру (рис. 17, 18). Вона складається з водопровідних, запасуючих і видільних тканин. До водопровідних тканин відносяться трахеїди, що представляють собою клітини, позбавлені протопласта, з потовщеною здерев'янілої (просоченою лігніном) мембраною. У деревині соснових пагонів розрізняють два типи трахеїд: клітини з відносно тонкою мембраною і широкою порожниною – ранні трахеїди з водопровідною функцією, і клітини з товстою оболонкою і вузькою порожниною – пізні трахеїди з механічною функцією. Радіальні промені, які проходять через деревину, складаються з двох типів клітин. Середня частина пучка складається з 2-5 і більше рядів живих паренхіматозних клітин, які мають правильні обриси і забезпечені великими простими порами. Через ці клітини відбувається горизонтальний потік органічних речовин, а запасні речовини відкладаються в них. Крайові клітини променя (1-2 ряди) позбавлені протопласта. Це радіальні трахеїди, які мають неправильні обриси і численні дрібні бахромчасті пори на стінках. Вода транспортується горизонтально через ці клітини. Більшість радіальних балок є однорядними. Зрідка зустрічаються потовщені в середній частині промені. Такі стрижневі промені містять горизонтальні смоляні проходи.

У деревині, крім горизонтальних, є ще й вертикальні смоляні ходи, більшість з яких розташовані в пізній деревині. Вертикальні і горизонтальні смоляні проходи з'єднуються між собою і утворюють смолосодержащую систему деревини. Метою останніх є синтез, накопичення і виділення особливого захисної речовини під назвою смола. Смола являє собою розчин смоляних кислот в скипидарі і являє собою густу в'язку рідину, яка швидко втрачає леткі фракції на повітрі і твердне. Утворюючи тверду кірку на поверхні рани, вона обмежує доступ хвороботворних мікроорганізмів в тканини стовбура.

В остаточно сформованому смоляному проході виділяють канал, вистелений по периферії епітеліальними клітинами. Це великі тонкостінні клітини з активним протопластом, в якому відбувається синтез смоли з цукрів, що надходять в деревину. Шар епітеліальних клітин смоляного тракту оточений системою паренхіматозних живих клітин, які обов'язково

з'єднуються з паренхіматозними клітинами стрижневого променя. Серед них є кілька відмерлих паренхіматозних клітин, частково заміщених трахеїдами.

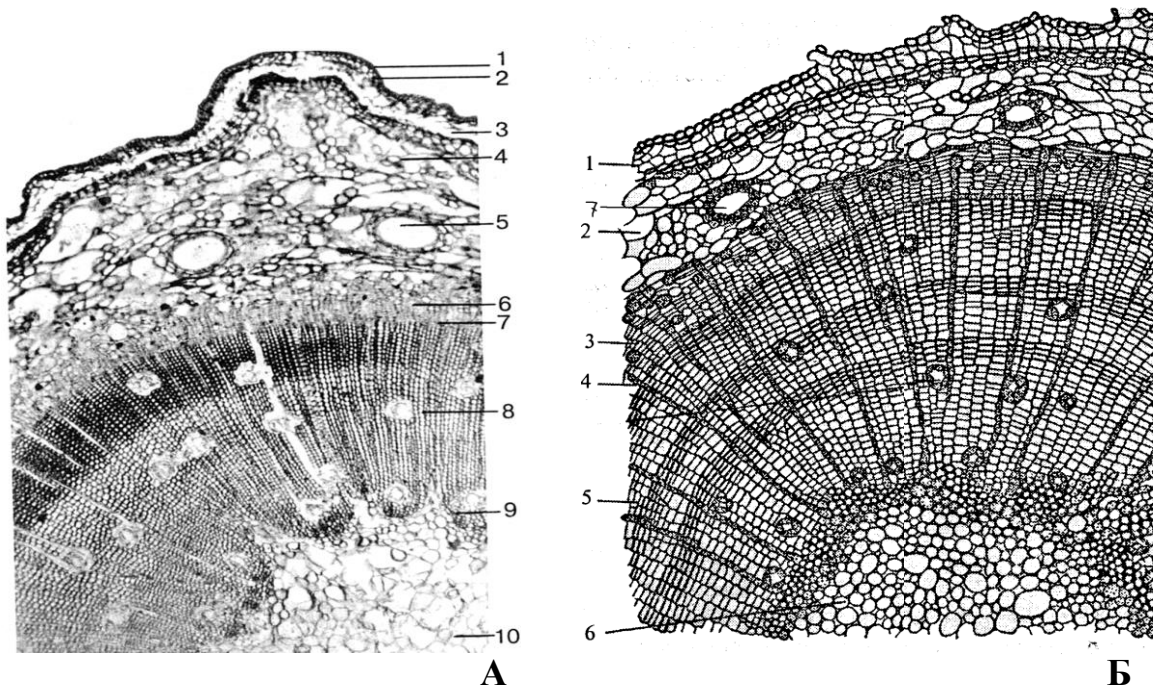


Рис. 17. Поперечний переріз однорічної гілки сосни звичайної (*Pinus sylvestris*):

А - вид під мікроскопом: 1 – епідерміс; 2 – гіподерма; 3 – фелема; 4 – первинна кора; 5 – смоляні ходи первинної кори; 6 – вторинна флоема; 7 – камбій; 8 – вторинна ксилема; 9 – первинна ксилема; 10 – ядро;

Б – Схема клітинної структури: 1 – перидерма; 2 – первинна кора; 3 – вторинна кора; 4 – камбій; 5 – деревина; 6 – сердечник; 7 – смоляний прохід.

Основні. У центрі соснової гілки знаходиться серцевина, представлена великими паренхіматозними клітинами. У молодих пагонів всі клітини серцевини живі і, як і звичайні паренхіматозні клітини, виконують запасальну функцію. Однак у міру старіння втечі велика частина цих клітин відмирає і наповнюється повітрям.

На кордоні між деревиною і серцевиною на молодому пагоні можна виділити невелику зону первинної ксилеми. Від вторинної ксилеми відрізняється найменшими розмірами трахеїд і певною кількістю паренхіматозних клітин.

Мікроструктура деревини голонасінних рослин, а також будова стебла вивчають в поперечному, поздовжньому і тангенціальному розрізах (див. рис. 17, 18, 19).

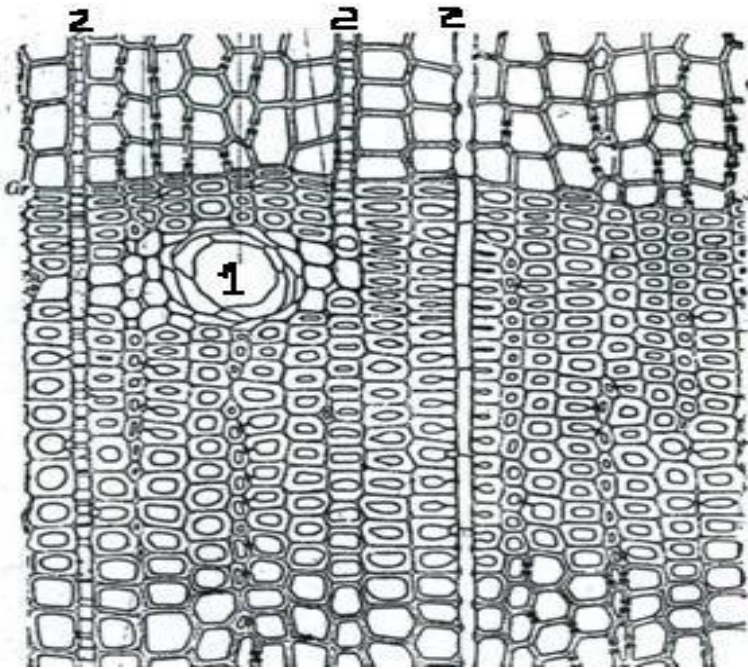


Рис.18. Поперечний переріз деревини сосни:
 1– смоляний пасаж,
 2– стрижнева балка.
 У верхній частині видно межа річного шару між ранніми і пізніми трахеїдами двох послідовних років

Радіальний зріз. У радіальному розрізі трахеїди, що складають основну масу деревини, являють собою витягнуті довгі клітини, зазвичай з загостреними кінцями (рис. 19). На радіальних стінках трахеїд добре помітні торочкуваті пори у вигляді двох концентричних кіл. Через них розчини надходять з однієї трахеїди в іншу. На відміну від простої пори (яка має канал однакового діаметра по всій довжині), облямована пора має більший діаметр каналу в місці з'єднання двох осередків і менший діаметр на виході в порожнину клітини (рис. 10). Чітко видно відмінність між ранніми і пізніми трахеїдами. Ранні деревні трахеїди характеризуються широкими порожнинами, тонкою стінкою і великими торочкуватими порами; Пізні трахеїди мають вузькі порожнини, товсті стінки і рідкісні дрібні бахромчасті пори.

Трахеїди перетинаються серцевинами. По краях пучка є 1-2 ряди відмерлих трахеїдних порожнистих клітин з дрібними облямованими порами. У середній частині пучка знаходяться живі паренхіматозні клітини, витягнуті в горизонтальному напрямку. У деяких серцевинних променях можна розрізнити горизонтальні смоляні ходи.

Горизонтальний смоляний прохід проходить через паренхіматозні клітини пучка. Вертикальні смоляні ходи йдуть паралельно трахеїдам. Зазвичай в радіальному розрізі можна побачити живі паренхіматозні клітини смоляного проходу. Решта частини смоляного проходу не видно.

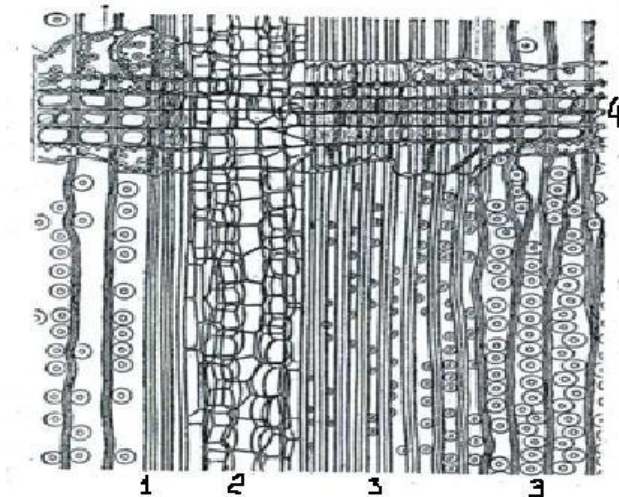


Рис. 19. Радіальний розпил
деревини сосни:
1 – межа річного шару,
2 – смоляний прохід, покритий
паренхімою, 3 – трахеїдні
клітини променя з облямованими
порами, 4 – радіальний промінь

Тангентальний переріз. На тангентальному розрізі (рис. 20) можна побачити трахеїди або ранньої, або пізньої частини кільця росту. Трахеїди тут видно як довгі витягнуті клітини з загостреними кінцями. На тангенціальних стінках ранніх трахеїд не видно торочкуватих пір; Пори на стінках пізніх трахеїд нечисленні і дрібні. Серцевинні промені видно у вигляді однорядних ланцюжків паренхіматозних клітин. Виняток становлять лише ті стрижневі промені, через які проходять горизонтальні смоляні ходи (рис. 21). Промені, що містять смоляний прохід, ширші та вищі за решту серцевинних променів і виглядають у поперечному розрізі як багаторядні ланцюжки паренхіматозних клітин. Горизонтальний смоляний прохід тут влаштований так само, як і вертикальний смоляний прохід на поперечному розрізі, тобто всередині є круглий отвір каналу мола, вистелений епітеліальними клітинами і оточений живими паренхіматозними клітинами.

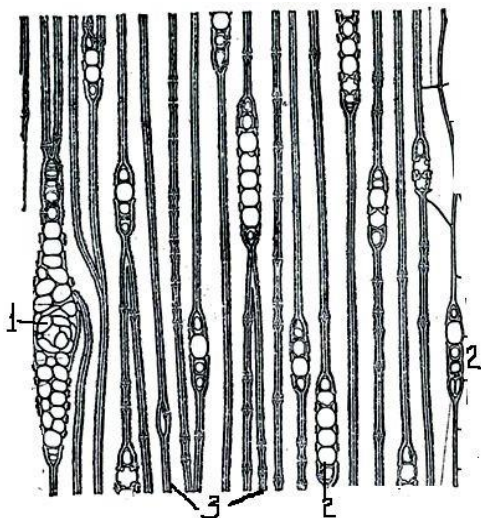


Рис. 20. Дотичний зріз деревини
сосни:
1 – смоляний пасаж у деревині та
серцевинному промені;
2 – серцевинні промені;
3 – трахеїди з торочкуватими порами

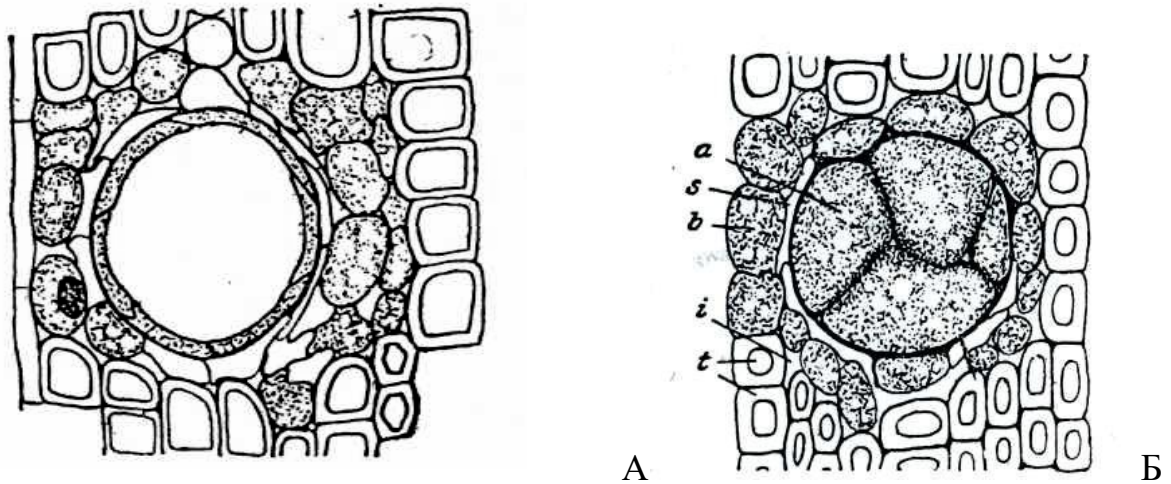


Рис. 21. Смоляний пасаж:
А – заповнений смолою; Б – після витоку смоли

Питання для самоконтролю

1. Як визначити вік стовбурів багаторічних дерев при розпилюванні?
2. Чим відрізняється анатомічна будова стебла голонасінної рослини від стебла дерев'янистої покритонасінної?
3. Назвіть гістологічні елементи первинної та вторинної кори.
4. Чим відрізняється заболонь від серцевини?
5. Яка будова і значення стрижневих променів?

Лабораторна робота 6

МІКРОБУДОВА СТЕБЛА ТРАВ'ЯНИСТИХ РОСЛИН

Матеріал: Мікрогірки стебла кукурудзи (*Zea mays L.*), липи *серцеві* (*Tilia cordata Mill.*), соняшник (*Helianthus annuus L.*), кірказон (*Aris- tolochia sp.*).

Метою роботи є вивчення особливостей будови стебел у різних рослин.

Завдання роботи: ознайомитися із загальним планом будови стебел однодольних та дводольних рослин, а також з видами вторинних змін провідної системи дводольних рослин (пучкових, перехідних, непучкових).

Порядок роботи

1. Вивчіть будову стебла кукурудзи (первинна будова). Намалюйте схематично і зробіть позначки.
2. Вивчіть будову стебла кірказона (пучкова структура). Намалюйте один сектор і зробіть розмітку.

На поперечному зрізі стебла кукурудзи звертають увагу на розташування провідних пучків. У центрі стебла пучки більші, ніж розташовані на периферії (рис. 22).

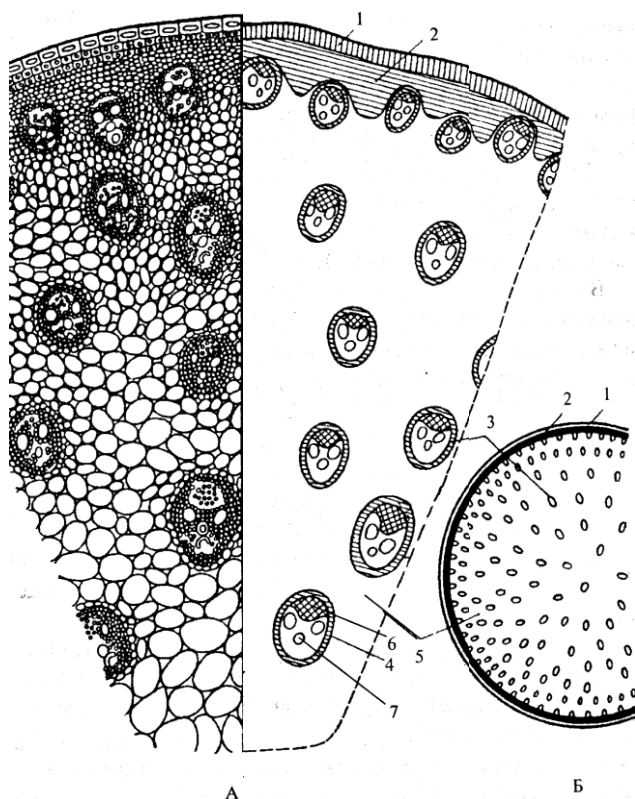


Рис. 22. Мікроскопічна будова стебла кукурудзи (*Zea mays*):

А – сегмент поперечного перерізу і схема розташування тканин;

В – поперечний переріз через шток; 1 – епідерміс;

2 – склеренхіма;

3 – струмопровідна балка;

4 – склеренхімальна вистилання пучка;

5 – головна паренхіма стебла;

6 – первинна флоема;

7 – первинна ксилема

При великому збільшенні видно розташування тканин стебла. Стебло покритий одношаровою покривною тканиною, яка називається епідермісом. Клітини епідермісу зовні покриті шаром кутикули.

Первинна кора відсутня, а під епідермісом знаходиться товстий шар опорної тканини – *склеренхіма*. Клітинні стінки склеренхіми дерев'яніють і товщають. Весь простір всередину від склеренхіми заповнений клітинами тонкостінної *головної паренхіми* стебла. Паренхіматозні клітини хаотично розташовані провідними пучками, в яких флоема звернена до периферії, а ксилема - до центру стебла. Між ксилемою і флоемою немає камбію, тому ці пучки називаються *замкнутими*. Результатом відсутності камбію є нездатність стебла кукурудзи та інших однодольних рослин відростати в товщину. Навколо кожного провідного пучка розташована механічна вистилка зі склеренхімальних клітин.

Стебло кірказону як дводольної рослини різко відрізняється від стебла однодольної рослини (кукурудзи), про яку йшлося вище. Навіть при малому збільшенні мікроскопа видно, що провідні пучки в ніжці кірказона розташовуються в один ряд, утворюючи переривчасте кільце (рис. 23).

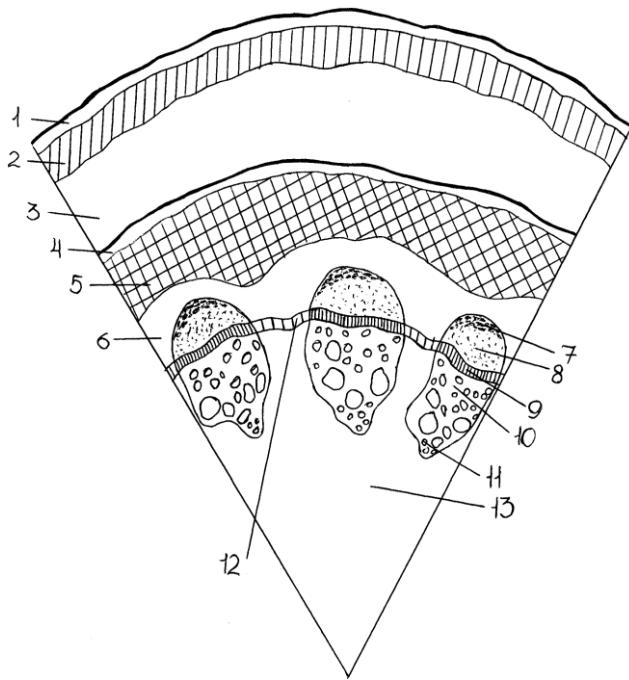


Рис. 23. Схема будови стебла кірказону (*Aristolochia* sp.):
 1– Епідермісу;
 2– коленхіма первинної кори;
 3– паренхіма первинної кори;
 4 – ентодерма;
 5– склеренхіма; 6 – паренхіма перициклу; 7 – первинна флоема; 8 – вторинна флоема;
 9– пучковий камбій;
 10– вторинна ксилема;
 11– первинна ксилема;
 12– межпучковий камбій;
 13– ядро

Ксилема (спрямована до центру стебла) і флоема (спрямована до периферії стебла) в пучках розділені шаром клітин вторинної освітньої тканини - *камбієм*. Особливістю будови стебла кірказону є наявність ділянок камбію і між пучками. *Пучковий* (розташований в пучку) і *непучковий* (розташований між пучками) камбій зливаються між собою, утворюючи суцільне *камбіальне кільце*. Провідні пучки, які містять камбій, називаються *відкритими*, і стебло в цьому випадку здатний до вторинного росту в товщину, але на відміну від деревних рослин тривалість цього зростання велика, так як камбій працює недовго, а не все життя рослини. Як деревні рослини. Пучки занурені в паренхіматозну тканину, яка заповнює всю центральну частину стебла. Паренхіматозні тяжі між пучками утворюють *серцевинні промені*. Шар паренхіми, розташований назовні від провідних пучків, прилягає до механічної *тканини* у вигляді суцільного кільця. Тканина утворена склеренхімальними клітинами з потовщеними здерев'янілими клітинними стінками. Стебло покритий епідермісом з розташованою під ним первинною корою, найглибший ряд якої утворений клітинами ентодерми.

Лабораторна робота № 7

БУДОВА ТА МЕТАМОРФОЗИ КОРЕНЯ

Матеріал: Кукурудза звичайна (*Zea mays* L.), Морква дика (*Daucus carota* L.), Ріпа (*Brassica rapa* L.), Гадючник звичайний (*Filipendula vulgaris*)

L.), Лілія лісова (*Lilium martagon* L.), Таксодій звичайний (болотний кипарис) (*Taxodium distichum* Rich.), Люпин багатолістий (*Lupinus polyphyllus* Lindl.), Плющ звичайний (*Hedera helix* L.), Омела біла (*Viscum album* L.).

Метою роботи є вивчення особливостей будови кореня у різних рослин.

Порядок роботи. Ознайомлення з будовою типового кореня. Різноманітність коренів. Типи кореневих систем.

Корінь (radix) один із основних вегетативних органів вищих рослин, в типових випадках – це осьовий підземний орган з радіальною симетрією, який невизначено довго наростає в довжину верхівкою. Характерними особливостями кореня є те, що він не розділений на вузли і міжвузля, точка росту його (апикальна меристема) прикрита чохликом або кишенькою (у деяких водних рослин), ніколи не утворює листків, галуження та закладання бруньок проходить ендогенно.

Корінь виконує різноманітні функції: поглинає воду, мінеральні речовини і частково органічні речовини з ґрунту і передає їх до стебла; закріплює рослину в субстраті; синтезує деякі органічні сполуки (наприклад, вітаміни та ферменти) та переміщує їх до інших органів; виділяє деякі продукти обміну (наприклад, органічні кислоти – оцтову, вугільну, мурашину тощо); здійснює зв'язок з мікроорганізмами ґрунту – грибами, бактеріями; нагромаджує запасні поживні та інші речовини; слугує для вегетативного розмноження.

Залежно від *походження* розрізняють головний корінь, додаткові (адвентивні) та бічні. Головний корінь утворюється тільки з зародкового корінця, який у насінних рослин закладається в зародку насінини. Додаткові корені беруть початок від стебла і листка або їх видозмін (рис. 24). Від головного та додаткових коренів відходять бічні корені – осі другого та наступних порядків галуження. Закладання бічних коренів залежить як від природи рослин так і від екологічних факторів. Бічні корені закладаються ендогенно за рахунок клітин первинної кори, перициклу, серцевинних променів та камбію.

По формі корені виключно різноманітні: нитковидні (пшениця), веретеноподібні (морква), ріпоподібні (редька), шнуроподібні, конусоподібні, бульбоподібні тощо.

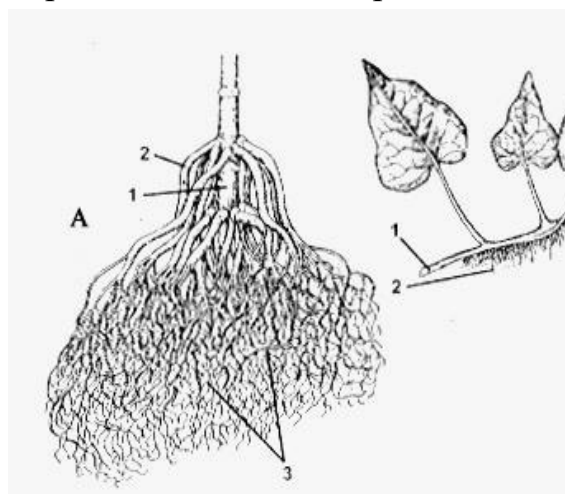


Рис. 24. Додаткові корені:
А – кукурудзи; В – плюща;
1 – стебло, 2 – додаткові корені, 3 – бічні корені

По відношенню до субстрату розрізняють корені: ґрунтові (підземні), водяні (плаваючі, містяться в товщі води), повітряні (властиві епіфітам) і гаусторії (корені-присоски рослин-паразитів).

Коренева система. Це сукупність всіх коренів рослин, що утворюється в результаті їх наростання і галуження. Є три основних типа корневих систем

(рис. 25): головного кореня, що утворюється з корінця зародка і складається з головного кореня (вісь першого порядку) і бічних коренів різних порядків (за походженням – первинна); додаткових коренів, що утворюються з будь-якої частини стебла або листка (за походженням – вторинна); **змішана**, що складається з одночасно функціонуючих системи головного кореня та системи додаткових коренів (соняшник, суниця, фісташка).

По **формі** кореневі системи бувають **стрижневі**, коли вісь першого порядку переважає над іншими по розміру (у бобових); **мичкуваті**, що складаються з багатьох однакових по розміру коренів (у злаків); **гілчасті**, коли осі другого порядку по потужності мало уступають осі першого порядку (у дерев) тощо.

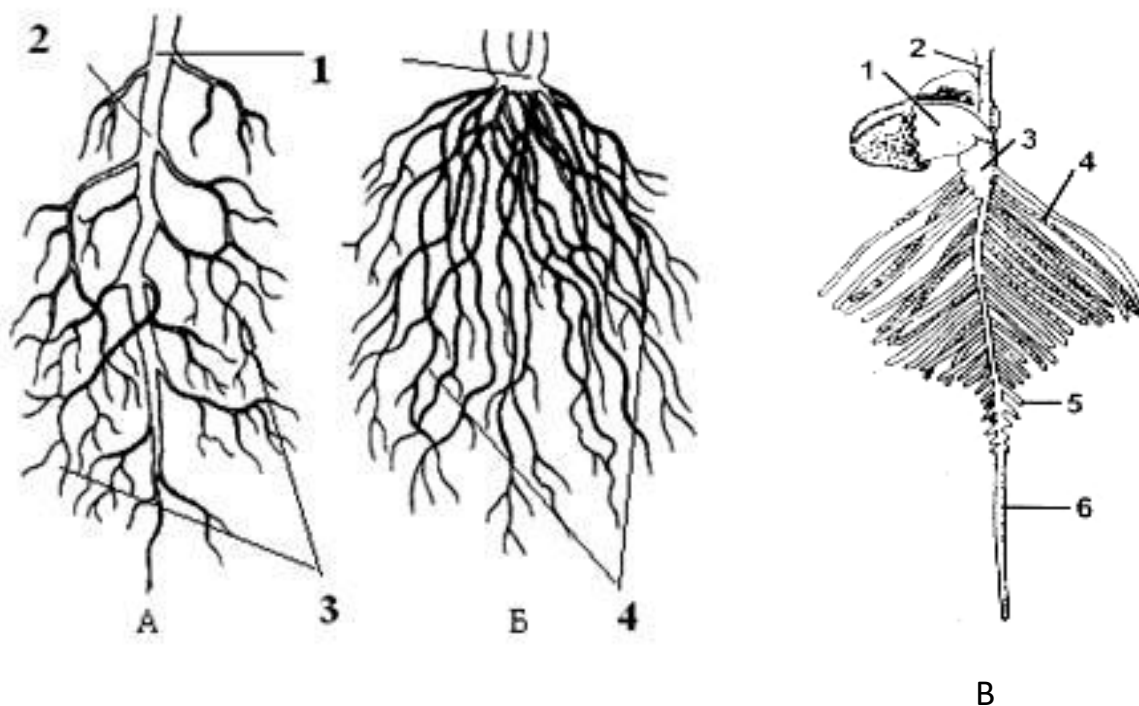


Рис. 25. Типи корневих систем:

А – стрижнева, Б – мичкувата: 1 – коренева шийка, 2 – головний корінь, 3 – бічні корені, 4 – додаткові корені; В - змішана коренева система: 1 - сім'ядолі; 2 - епікотиль; 3 – гіпокотиль; 4 - додаткові корені; 5 – бічні корені, 6 - головний корінь

Завдання: ЗАРИСУВАТИ: головний та бічні корені, додаткові корені у кукурудзи; різні типи корневих систем.

2. Видозміни (метаморфози) кореня.

Метаморфози – це успадкована в формі та будові видозміна органу рослини чи його частини, що пов'язана з виконанням різних й (або) непрямих йому функцій. Залежно від специфічних функцій, які виконують корені, розрізняють такі видозміни коренів: - запасаючі корені. Видозміни виникають у результаті розростання паренхіми в зв'язку з відкладенням в ній запасних поживних речовин. За походженням розрізняють два типи запасаючих коренів – *коренеплоди* та *кореневі бульби*. Коренеплоди формуються з головного кореня. У їх утворенні бере участь також гіпокотиль. У коренеплоду розрізняють: головку – укорочену стеблову частину з листками; шийку - найбільш товсту частину, що утворюється за рахунок розростання гіпокотіля; власне корінь, від якого відходять бічні корені (рис. 26а). Довжина шийки коренеплоду різних видів рослин може бути різною. Коренеплодами називають також рослини, що вирощують для господарського використання (морква, буряк, ріпа, петрушка, пастернак тощо);

Кореневі бульби (кореневі шишки) утворюються в тому випадку, коли запасні продукти відкладаються в бічних і додаткових коренях (рис. 26б). На кореневих бульбах часто є додаткові бруньки, які можуть слугувати для вегетативного розмноження. Кореневі бульби розвиваються у жоржини, пшінки весняної, гадючника звичайного, любки дволистої, аконіту, деяких орхідей тощо;

- **втягуючі** (контрактильні, скоротливі) корені формуються у цибулі, проліски, шафрана, лілії, гладіолуса, нарцисів, деяких первоцвітів, у кореневища купини, косариків тощо (рис. 27). Вони мають своєрідну будову потовщеної частини коренів, тобто наявність поперечних кільцевих зморшок, які утворюються в паренхімі кори. При зневодненні корової паренхіми корінь скорочується в повздовжньому напрямку, і надземна частина рослини притискається до поверхні ґрунту. Якщо в таких рослин формується цибулини чи бульби, то вони втягуються в ґрунт. Так рослини захищаються від несприятливих умов;

- **опорні корені** укріплюють рослину в субстраті й одночасно беруть участь у живленні рослин. Наприклад, такі корені формуються у кукурудзи. До опорних коренів належать і **дошкоподібні** корені. Являють собою видозмінені великі бічні корені (звичайно другого порядку), по всій довжині яких утворюється плоский дошкоподібний вирост (висотою до 3-5 м). Характерні для дерев верхнього і частково середнього ярусу тропічних дощових лісів, довжина яких сягає 35 м;

- **стовпоподібні корені** (корені-підпорки, кореневі стовбури) – видозміни додаткових коренів. Ростуть прямовисно (в напрямку від гілок вниз), набувають значної товщини; характерні для тропічних фікусів;

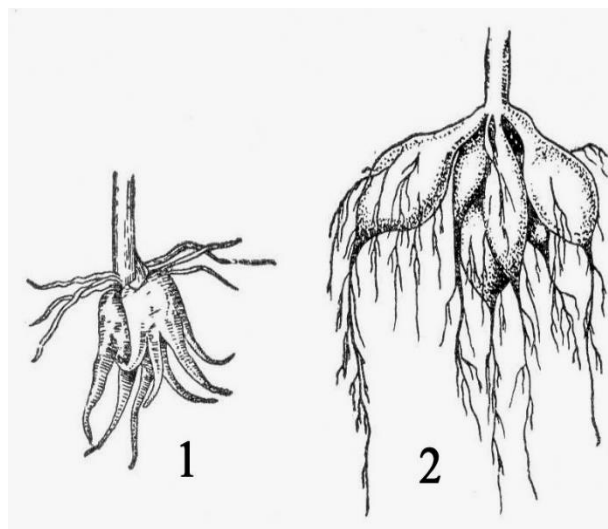
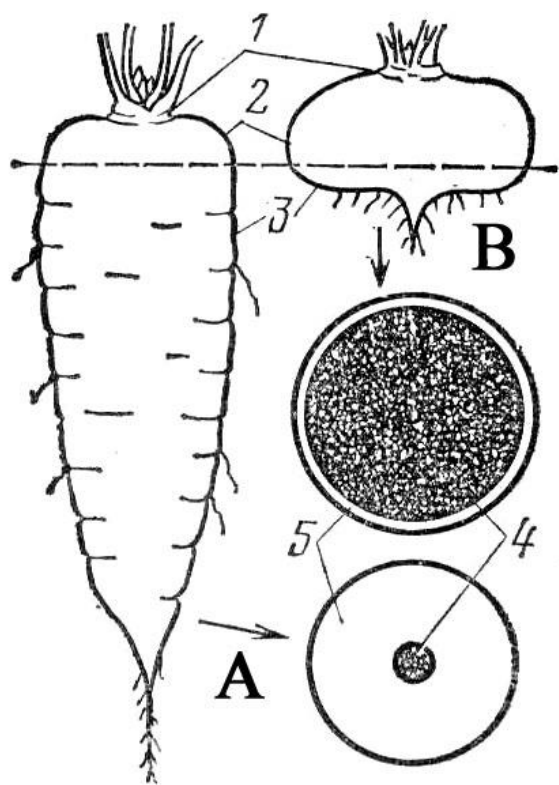


Рис. 26б. Кореневі бульби орхідеї (1) та жоржини (2).

Рис. 26а. Коренеплоди моркви (А) і ріпи (В):
1 – головка, 2 – шийка; 3 – власне корінь; 4 – ксилема; 5 – флоєма

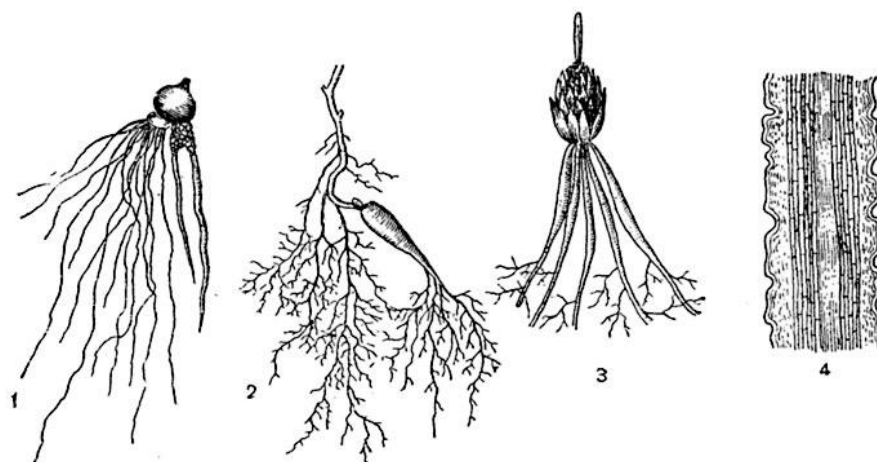


Рис. 27. Втягуючі корені: 1 - шафран; 2 - квасениця; 3 - лілія;
4 - схематичний повздовжній переріз втягуючого кореня лілії

- **ходульні корені** – видозмінені додаткові корені, що утворюються на гіпокотилі і на головному стовбурі. Такі корені є у представників мангрової

рослинності, яка зростає на болотистих ґрунтах морських лагун (в зоні припливу і відливу), утворюючи великі зарослі;

- **повітряні корені** утворюються у багатьох тропічних трав'янистих епіфітів, що живуть на гілках дерев, не паразитуючи, а використовуючи їх як субстрат і підпорку для підняття ближче до світла. Ці корені вільно звисають у повітрі і пристосовані для поглинання води із повітря;

- **дихальні корені (пневматофори)** – видозмінені бічні корені. Виходять з ґрунту вертикально вгору (від'ємний геотропізм) (рис. 28). Повітря до паренхіми коренів надходить через отвори, що розвиваються на їх верхівках. Через пневматофори повітря надходить до підземної частини коренів в область ризосфери. Зустрічаються у болотних рослин тропічних регіонів з бідним кисневим середовищем (болотні кипариси, авіценії тощо);

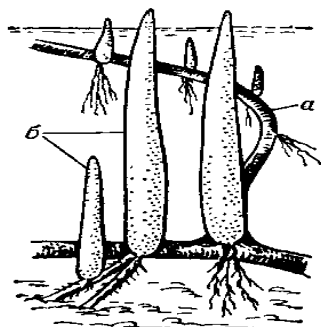


Рис. 28. Пневматофори - **корені-причіпки** властиві деяким ліанам, за допомогою яких рослини своїми пагонами фіксуються на скелях, стінах, стовбурах дерев тощо. До цих рослин належать деякі види фікусів, теком, плющів (рис. 29);

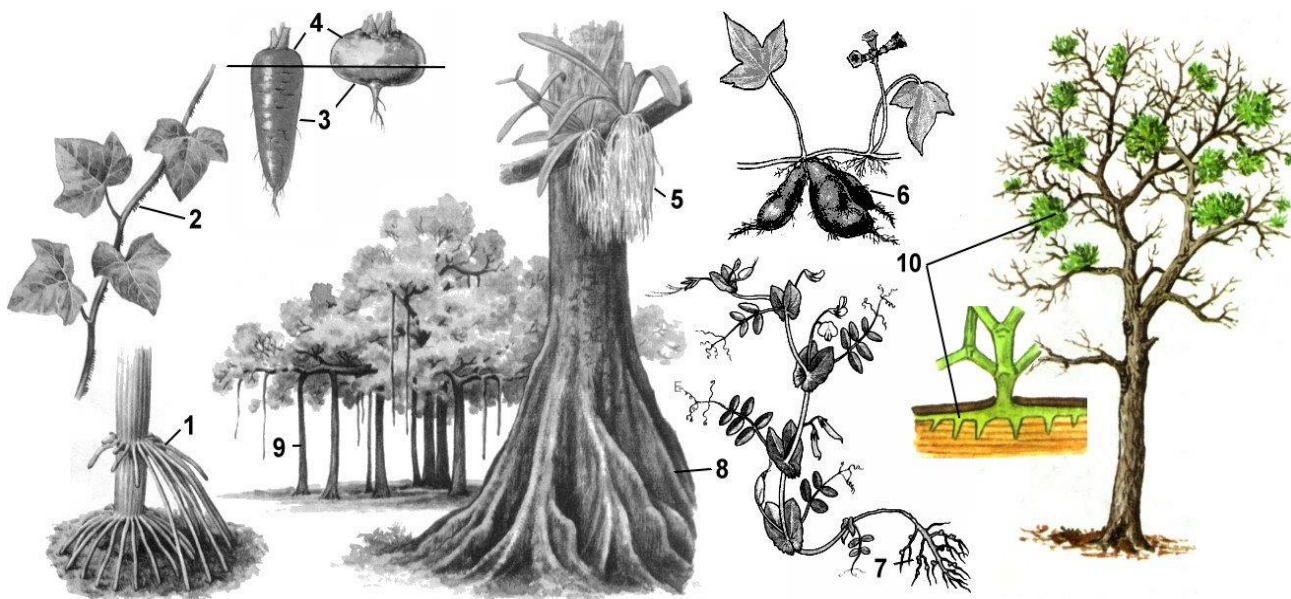


Рис. 29. Видозміни коренів:

1 – опорні корені кукурудзи; 2 – корені-причіпки плюща; 3 – коренева частина коренеплоду; 4 – стеблова частина коренеплоду; 5 – повітряні корені орхідей; 6 – кореневі бульби; 7 – бульбочки на коренях гороху; 8 – дошкоподібні опорні корені; 9 – корені-підпорки бан'яну; 10 – корені-присоски (гаусторії) напівпаразита омели.

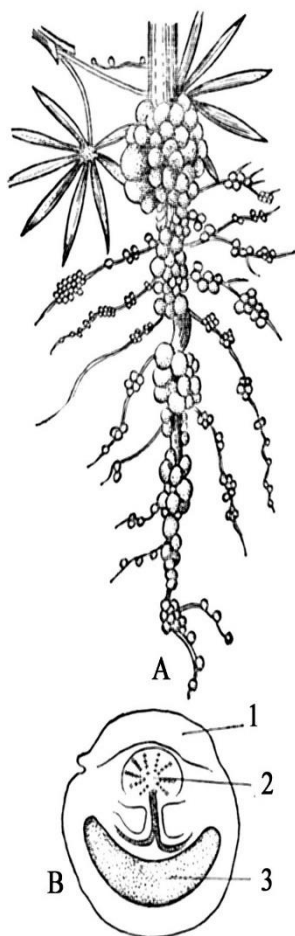
- **асиміляційні корені** зустрічаються рідко. У представників місцевої флори такі корені розвиваються у водяного горіха, закладаються вони на підсім'ядольному коліні.

Завдання: ЗАРИСУВАТИ: 1) коренеплід у моркви і ріпи. Відмітити: а) головку, б) шийку, в) власне корінь; 2) кореневі бульби гадючника та жоржини; 3) пневматофори жюсієї кореневої; 4) корені-причіпки у плюща.

3. Особливості спеціалізації коренів.

Яскравим проявом спеціалізації коренів є їх співжиття з нижчими формами живих організмів – грибами і бактеріями.

Симбіоз міцелію грибу і коренів вищої рослини називають мікоризою. Гриб, оселяючись на корені рослини, харчується органічними речовинами з тканин останнього і в той же час доставляє йому з ґрунту воду з розчиненими в ній мінеральними солями. Ферменти, що є в грибі, мінералізують органічні сполуки ґрунту і цим сприяють засвоєнню їх рослинами. У природі існує три різних види мікоризи – **екзотрофна**, **ендотрофна** (гіфи гриба живуть тільки в клітинах кореня) і **екзоендотрофна** (гіфи гриба частково проникають в клітини кореня). При екзотрофній мікоризі гіфи гриба оплітають кінчики коренів у вигляді так званих корневих чохла і проникають тільки між клітинами епідермісу, утворюючи так звану сітку Гартінга. При цьому кореневі волоски відмирають. Гриби ендотрофної мікоризи оселяються на коренях багатьох дерев (дубу, клену, сосни, липи, берези, граба, ялини тощо) та чагарників (ліщини, верби). Ендотрофна мікориза розвивається всередині клітин, утворюючи клубочки міцелію. Кореневі волоски розвиваються нормально. Зустрічається у багатьох трав'янистих рослин.



Вищі рослини, які живляться за рахунок мікоризних грибів називаються мікотрофними. Вони не можуть існувати без співжиття з грибною флорою.

Бульбочки. В коренях бобових рослин, як культурних, так і дикорослих, поселяються особливі бактерії із роду **різобіум** (*Rhizobium*), що здатні засвоювати атмосферний азот. Бактерії харчуються цукрами і мінеральними речовинами, а рослина вживає азотисті сполуки, синтезовані бактеріями. Потрапивши на корінь, бактерії спричиняють розростання тканини кореня у вигляді пухлин, що називаються бульбочками (рис. 30).

Завдання: ЗАРИСУВАТИ бульбочки на коренях люпину. Відмітити: кору, ксилему, бактеріальну тканину.

Рис. 30. Бульбочки на коренях люпину:

А – коренева система; В – бульбочка – поперечний переріз;
1 – кора; 2 – ксилема; 3 – бактеріальна тканина.

Лабораторна робота 8

АНАТОМІЧНА БУДОВА КОРЕНЯ

Матеріал: мікропрепарати кореня ірису (*Iris germanica*) і гарбуза (*Cucurbita pepo*).

Метою роботи є вивчення анатомічних особливостей коренів первинної та вторинної структури. З'ясувати особливості переходу до вторинної будови кореня.

Завдання: ознайомитися з будовою первинного кореня на прикладі молодого кореня ірису і з будовою зрілого кореня на прикладі кореня гарбуза.

Порядок роботи

1. Вивчіть будову кореня ірису в зоні поглинання (первинна структура). Накресліть відрізок і схему будівлі, зробіть позначення.

2. Вивчіть будову кореня гарбуза на ділянці (вторинна структура). Намалюйте один сектор і зробіть символи.

3. Охарактеризувати особливості переходу до вторинної будови кореня. З'ясувати особливості формування багаторічних коренів деревних рослин.

У будові молодого кореня прийнято виділяти стільки ж зон: 1 – зона поділу, 2 – зона розтягування, 3 – зона всмоктування, 4 – зона провідності. Незважаючи на відсутність різких переходів між зонами, кожна з них виконує свої функції і відрізняється за будовою (рис. 31).

Зона поділу представлена клітинами апікальної меристеми, які постійно діляться. Це дрібні клітини з великими ядрами і щільною цитоплазмою. Зона поділу покрита *кореневою оболонкою* у вигляді ковпачка, що складається з дрібних сплюснених клітин. Зовнішній шар клітин поступово відмирає, відшаровуючись від тертя кінчика кореня грудочками ґрунту. Кореневий покрив забезпечує рух кореня в ґрунті і захищає зону поділу від пошкоджень.

У зоні *поділу* клітини перестають ділитися і збільшуються в розмірах. Ріст клітин супроводжується *диференціюванням* клітин. Центральний циліндр (комплекс провідних тканин) формується з прокамбію, а клітини покривної тканини *протодерми* утворюють *епіклею* з виростами, що утворюють *кореневі волоски*. Епілема з кореневими волосками називається *ризодермою*. Клітини головної меристеми утворюють первинну кору кореня.

Зона поглинання добре виділяється завдяки наявності *корневих волосків*, що представляють собою вирости покривної тканини *кореня епілеми*. Кореневі волоски розмножують поверхню зіткнення коренів з ґрунтом, забезпечуючи активне поглинання поживних речовин з ґрунтового розчину.

Із зони поглинання поглинені речовини потрапляють в зону *провідності* і піднімаються вгору по кореню до всіх вищерозташованих органів рослини.

Будова первинного кореня розглянуто на прикладі молодого кореня ірису в зоні поглинання (рис. 32).

Корінь покритий клітинами кореневища. Це клітинний шар клітин з корневими волосками. Більша частина поперечного перерізу кореня представлена широким кільцем клітин первинної кори, що складається з трьох шарів: екзодерми, мезодерми і ентодерми. Зовнішній шар первинної кори - *екзодерма* - складається з великих полігональних клітин, які щільно зчеплені між собою. Мембрани клітин екзодерми опробковані. Серединний шар, *мезодерма*, представлений великими, округлими, нещільно розташованими паренхіматозними клітинами.

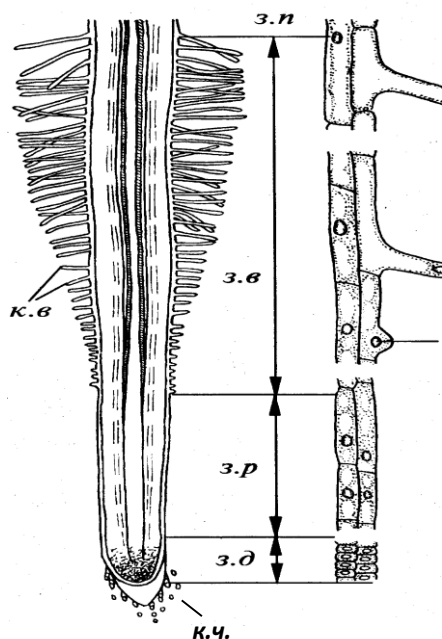


Рис. 31. Будова кореня проростків пшениці (*Triticum aestivum*):

- к.ч. – коренева шапочка;
- з.т. – зона тиску;
- з.р. – зона розтягування;
- з.в. – зона всмоктування;
- з.п. – зона проведення;
- к.в. – кореневе волосся

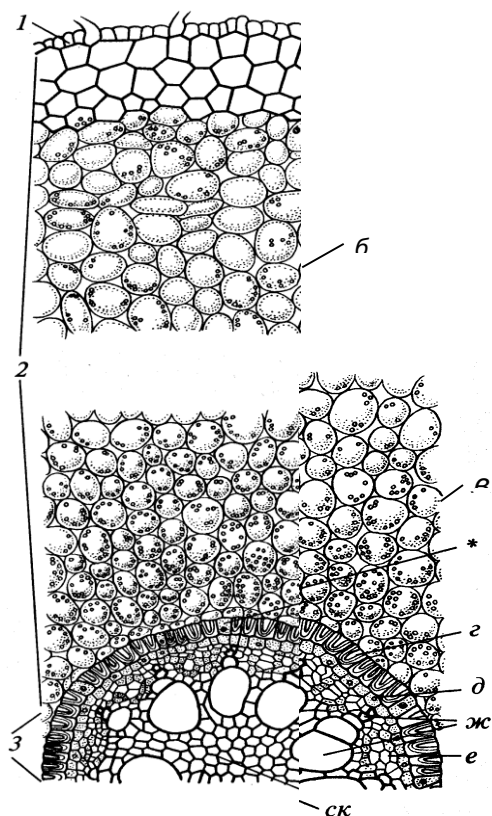


Рис. 32. Ірис німецький (*Iris germanica*) на поперечному зрізі
 1 – кореневище;
 а – кореневий волосок;
 2 – первинна кора;
 б – екзодерма,
 в – мезодерма,
 г – ентодерма,
 * – клітка доступу;
 3 – центральний циліндр;
 д – перицикл,
 е – флоема, ж – ксилема,
 ск – склерема

Клітини містять крохмальні зерна і кристали солі. Внутрішній шар - *ентодерма* - утворений одним шаром щільно зімкнутих клітин. Їх радіальна і внутрішня стінки потовщені, тому в поперечному розрізі вони схожі на підковоподібні потовщення – *пояси Каспарі*.

Серед товстостінних клітин є тонкостінні *прохідні клітини*. Вони розташовані навпроти променів ксилеми. Центральну частину поперечного перерізу займає *струмопровідний пучок*. Вона оточена одним шаром дрібних клітин *перицикла*. Провідні тканини центрального циліндра розташовані радіально. Тяжі первинної ксилеми мають вигляд багатопроменевої зірки. Промені утворені судинами різного діаметру. Наймолодші і найбільші судини розташовані в центрі. Первинна флоема розділена ділянками між променями ксилеми. У центрі пучка розташована механічна тканина з клітинами з здерев'янілими оболонками.

Перехід у вторинну структуру кореня пов'язаний з закладкою і діяльністю камбію. Камбій утворюється з живих клітин, розташованих між променями первинної флоеми і первинної ксилемою (*fasciculate cambium*) і клітинами перицикла (*межпучкової камбій*). При з'єднанні пучка і межпучка камбію утворюється суцільний камбіальний шар (рис. 33).

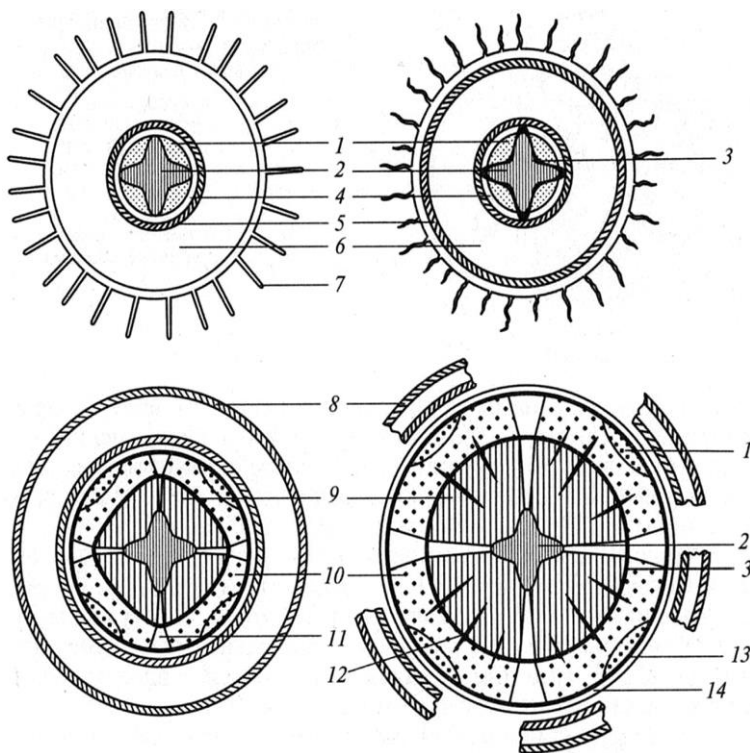


Рис. 33. Перехід від первинної будови кореня до вторинної:
 1– первинна флоема;
 2– первинна ксилема;
 3– камбій; 4– перицикл;
 5– ентодерма; 6– мезодерма;
 7– ризодерма; 8– екзодерма;
 9– вторинна ксилема;
 10– вторинна флоема;
 11, 12 – луб і дерев'яні балки;
 13– феллоген; 14– пробка

Одночасно з появою камбію перицикл утворює феллоген, який починає утворювати перидерму. Зовні відкладається пробка, а всередині - феллодерма.

Робота камбію призводить до утворення вторинних флоем і ксилеми, які розташовуються в широких радіальних променях.

Вторинне потовщення кореня призводить до розриву і відшарування кори багаторічників (рис. 34). Таким чином, на поверхні вторинного кореня залишається тільки шар перидерми. Під перидермою знаходиться один шар клітин феллогену (камбійної пробки). Під ним знаходиться феллодерма у вигляді добре вираженого кільця, що оточує центральну частину кореня. У центрі зберігається первинна ксилема у вигляді 4-5 променів з ланцюжків дрібних судин. Вторинна ксилема представлена великими судинами, волокнами і дрібними паренхіматозними клітинами. Зона ксилеми оточена широким камбіальним кільцем, по периферії якого розташована вторинна флоема із залишками первинної флоєми.

Між струмопровідними пучками є паренхіматозна тканина у вигляді радіальних луб'яних променів .

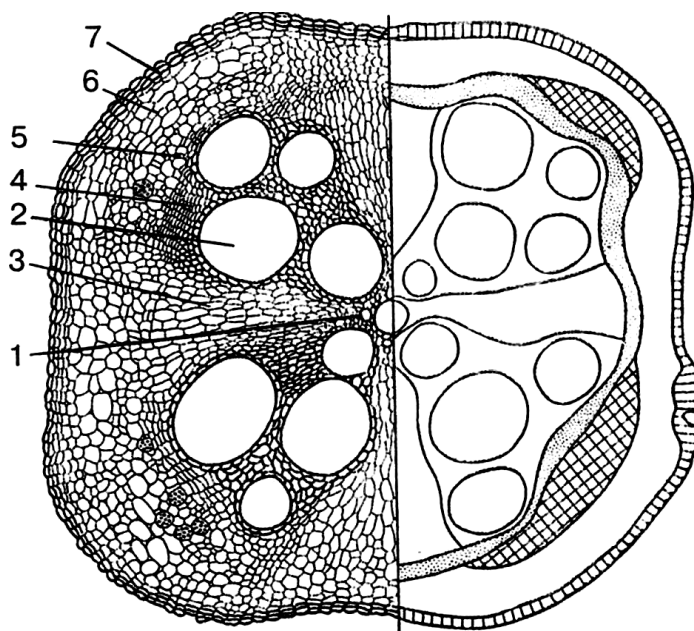


Рис. 34. Поперечний переріз кореня гарбуза (*Cucurbita pepo*) вторинної будови:

- 1– первинна ксилема;
- 2– вторинна ксилема;
- 3–радіальна лубодра – пружинна балка;
- 4–камбій;
- 5–первинна і вторинна флоєма;
- 6– основна перенхіма;
- 7–пробка

У багаторічних коренях деревних рослин камбій працює циклически, відкладаючи, як і в стеблі, річні кільця деревини (ксилему) (рис. 35).

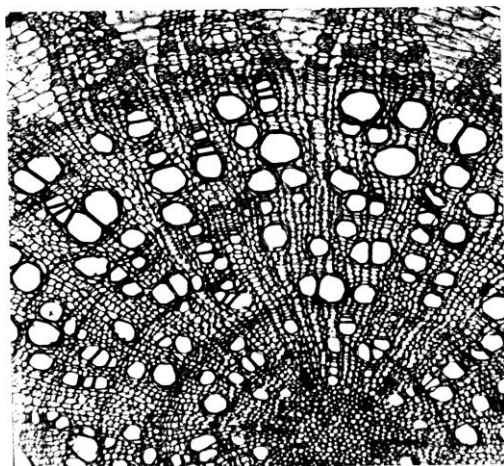


Рис. 35. Поперечний переріз кореня липи багаторічної

Порівняльна характеристика анатомічної будови стебла і кореня

Зберігаючи загальну схему будови, корінь і стебло деревних рослин відрізняються дуже істотно:

1. Ростові кільця деревини набагато вужчі біля кореня, а межі між ними виражені менш чітко;
2. Перехід від ранньої до пізньої деревини кардинально більш поступовий.
3. У деревині кореня краще розвинені провідні тканини, число смоктань більше і вони більш розсіяні, трахеїди мають більш тонкі стінки, в поперечному перерізі вони більші, ніж в деревині стебла;
4. У деревині кореня краще розвинена паренхіма (запасаюча тканина) і менш розвинена лібриформна;
5. Кірка біля коріння утворюється пізніше і не досягає такої товщини, як у стебел (Бавтуто, 2001).

Питання для самоконтролю

1. З чого розвивається головний корінь?
2. Які існують типи кореневих систем за походженням?
3. Що таке кореневі зони, яка їх будова? Яку функцію виконує кожна коренева зона?
4. Чому будова кореня германського іриса називають первинним?
5. З яких тканин складається первинна кора і яка їх структура?
6. Де знаходиться центральний циліндр кореня і яка його будова?
7. Яка будова провідного пучка кореня райдужної оболонки?
8. Які анатомічні особливості відмінності кореня первинної структури від кореня вторинної структури?
9. Які тканини утворюються з камбію?
10. Яку будову має корінь гарбуза?
11. З яких тканин складається корінь у вторинній структурі?

Тема 4. ГЕНЕРАТИВНІ ОРГАНИ РОСЛИН. КВІТИ, СУЦВІТТЯ, ПЛОДИ

Генеративні (лат. organa generativa) чи репродуктивні (лат. o. reproductiva) органи — органи, за допомогою яких відбувається розмноження рослин.

Квітка – генеративний орган покритонасінних рослин, який утворився в ході еволюції з пагона в результаті спеціалізації та метаморфозу його частин.

Суцвіття. Суцвіття – спеціалізована для утворення квіток частина пагона. Більшість верхівкових меристем у суцвітті утворюються квітки, тому такі пагони втрачають здатність до подальшого розвитку.

Лабораторна робота 9

БУДОВА КВІТКИ

Матеріал: Шипшина звичайна – *Rosa canina* L., Півонія білоцвіта – *Paeonia lactiflora* L., Жовтець повзучий – *Ranunculus reptans* L., Зірочник повзучий – *Stellaria media* (L.) Vill., Буряк звичайний – *Beta vulgaris* L., Сокирки польові – *Consolida arvensis* (L.) Opiz., Дельфіній середній – *Delphinium intermedium* Soland., Фізалис (марунка) звичайна – *Physalis alkekengi* L., Нарцис вузьколистий – *Narcissus angustifolius* Curt., Гвоздика армерійовидна – *Dianthus armeria* L.

Метою роботи є вивчення будови квітки.

Порядок роботи. Ознайомитися з загальною будовою і симетрією квітки. Квітка – це видозмінений вкорочений нерозгалужений пагін з обмеженим ростом. Квітка розвивається з верхівкової бруньки головного або бічного пагону і ніколи не утворюється на листках. На вкороченій осі – стебловій частині квітки, що називається *квітколожем* або *тором*, розташовані всі частини, які являють собою видозмінені листки цього вкороченого пагону (рис. 36). У повній квітці, де є всі частини, нижні листки утворюють оцвітину, яка часто складається з чашечки та віночка; дещо вище розташовані тичинки, сукупність яких називається *андроцеєм*; ще вище знаходиться маточка або маточки, що складають *гінецей*.

Видовжена частина квіткового пагону під квіткою називається *квітконіжкою*; довжина квітконіжки по відношенню до квітки і напрямок її росту бувають різними; у випадку її відсутності квітка називається *сидячою*.

Листок, з пазухи якого виходить квітка, називається *криючим* по відношенню до цієї квітки. У багатьох рослин на самій квітконіжці є невеликі листочки – приквітки, у однодольних – один, що розташований на боці, що обернена до головної осі (адаксіально), у дводольних – звичайно два приквітки, і вони розташовані по бокам квітконіжки (трансверзально). Криючі листки і приквітки частіше бувають дрібними, мало помітними, плівчастими, іноді вони не відрізняються від вегетативних листків або яскраво забарвлені, що робить все суцвіття більш помітним (перестріч гайовий).

Суттєвою ознакою квітки є характер симетрії в розташуванні і формі його органів, особливо віночка (рис. 37). Якщо через квітку можна провести декілька площин симетрії, а пелюстки або частки зрослопелюсткового віночка однакові за розміром – квітка називається *правильною* або *актиноморфною*; якщо площина симетрії тільки одна, а пелюстки або частки зрослопелюсткового віночка відрізняються за формою і розміром – її називають *зигоморфною* або *неправильною*. До неправильних відносяться квітки губоцвітих і так званій метеликовий віночок у бобових. Дуже рідко зустрічаються квітки асиметричні, де не можна провести ні одної площини симетрії (канна, валеріана).

У більшості випадків площина симетрії проходить по медіані, але іноді зустрічаються зигоморфні квітки з поперечною симетрією (рутка, ряст).

Завдання: ЗАРИСУВАТИ схему квітки покритонасінної рослини; актиноморфну, зигоморфну (з меридіальною і поперечною симетрією) і асиметричну квітки.

2. Ознайомлення з типами розташування частин квітки, з різними формами квітколожа, простої оцвітини.

Суттєвою ознакою квітки є розташування його частин. За цією ознакою розрізняють квітки *циклічні* (частини квітки розміщені по колу), *ациклічні* або *спіральні* (частини квітки розміщені по спіралі) та *геміциклічні* (одні частини квітки розміщені по колу, інші по спіралі). В природі частіше зустрічаються квітки з циклічним розташуванням органів; звичайно квітки бувають п'ятиколовими або чотирьохколовими, рідше з більшим, або, навпаки, меншим числом кіл (злаки).

З числом і розташуванням частин квітки пов'язана форма квітколожа (*receptaculum*) (або *тора* (*torus*) - осі квітки). У більш примітивних квітках квітколоже часто буває *конічним* (малина) або *опуклим* (жовтець), часто досягаючи значної довжини - *видовжене* (магнолія). В інших квітках – *плоским* (півонія), витягнутим, розширеним тощо (рис. 38). Особливим утвором є *гіпантій* – квіткова трубка, що утворилася в результаті зростання головним чином нижніх частин оцвітини та ниток тичинок, а за формою нагадує увігнуте квітколоже). Зустрічається серед представників родини розоцвітих (шипшина, вишня). У деяких рослин частини квітки можуть бути розсунуті внаслідок видовження між ними квітколожа. Наприклад, у смолянки звичайної квітколоже видовжене між чашечкою і віночком. Видовжене квітколоже між тичинками і маточкою, що утворює **ніжку**, називається **гінофор** (жовтець, гравілат, гвоздичні, каперси колючі, деякі види астрагалів). Квітколоже може бути видовжено між оцвітиною і тичинками, тоді тичинки і маточки сидять на **ніжці**, що називається **андрогінофор** (пасіфлора) (рис. 39).

Оцвітина (*Perigonium*) називається *простою*, якщо всі її листочки однакові (рис. 40). Вона може бути *чашечкоподібною*, якщо листочки зелені, і *віночкоподібною*, якщо вони яскраво забарвлені. Проста оцвітина може бути як *роздільнолистою* (тюльпан), так і *зрослолистою* (конвалія, гіацинт, чоловіча квітка у дуба, бука). Листочки його розміщені в один або два кола; частіше всього вони однакові за формою, розмірами та забарвленням, але іноді відрізняються (півники, орхідея).

Оцвітина не є обов'язковою частиною квітки. Якщо її не має, то квітка свої функції не втрачає. Бувають квітки голі, безпокривні (ясен, верба, образки) Квітки бувають двостатеві, різностатеві або стерильні. У двостатевих квіток розвивають і тичинки і маточки, у різностатевих – або тичинки, або маточки (рис. 41). **Завдання:** ЗАРИСУВАТИ різні види квітколожа; квітки з простою оцвітиною.

3. Ознайомлення з складовими частинами і різними формами чашечки і віночка.

Подвійна оцвітину складається із чашечки і віночка.

Чашечка – *Calyx* – зовнішнє коло оцвітину, що виконує переважно функції захисту; листочки її – *чашолистки* – бувають зеленими, але в окремих випадках, у зв'язку з додатковими функціями (приваблення комах-запилювачів або птахів, що розповсюджують плоди) чашолистки яскраво забарвлені.

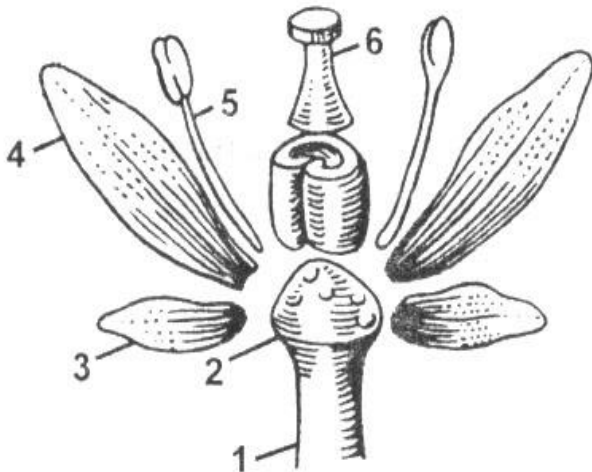


Рис. 36. Загальна будова квітки (схема):

1 – квітконіжка; 2 – квітколоже; 3 – чашолистик;
4 – пелюстка; 5 – тичинка; 6 – маточка

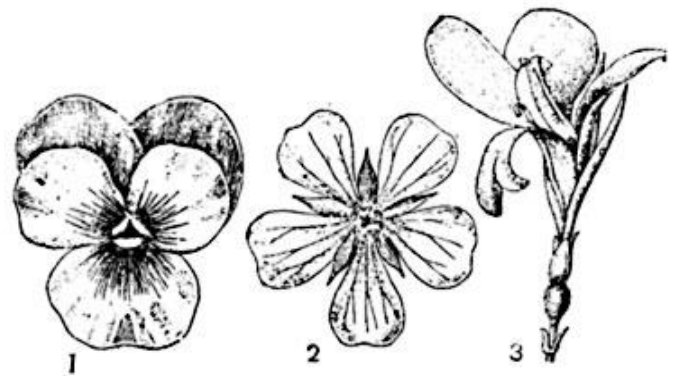


Рис. 37. Симетричність квіток:
1 – зигоморфна; 2 – актиноморфна;
3 – асиметрична

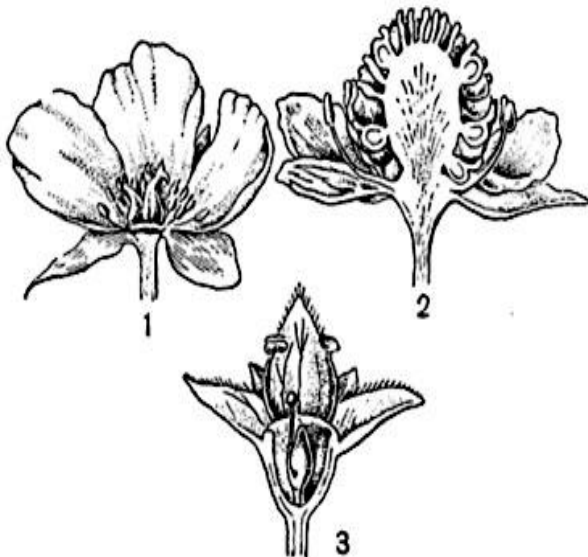


Рис. 38. Форма квітколожа:

1 – плоске (півонія);
2 – опукле (жовтець);
3 – гіпантій (шипшина)

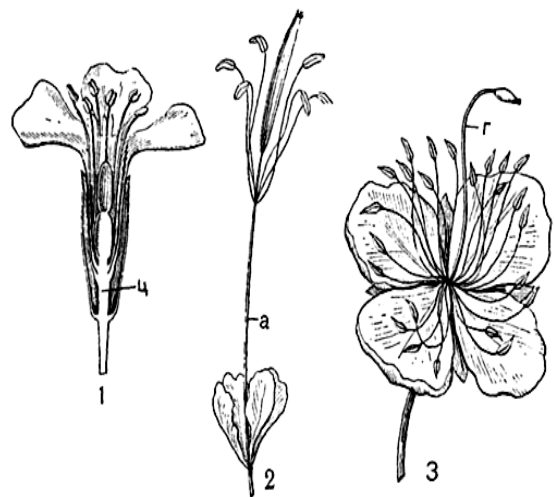


Рис. 39. Видовження квітколожа:
1 – між чашечкою і віночком (ц);
2 – між оцвітиную і тичинками (а – андрогінофор); 3 – між тичинками і маточкою (г – гінофор)

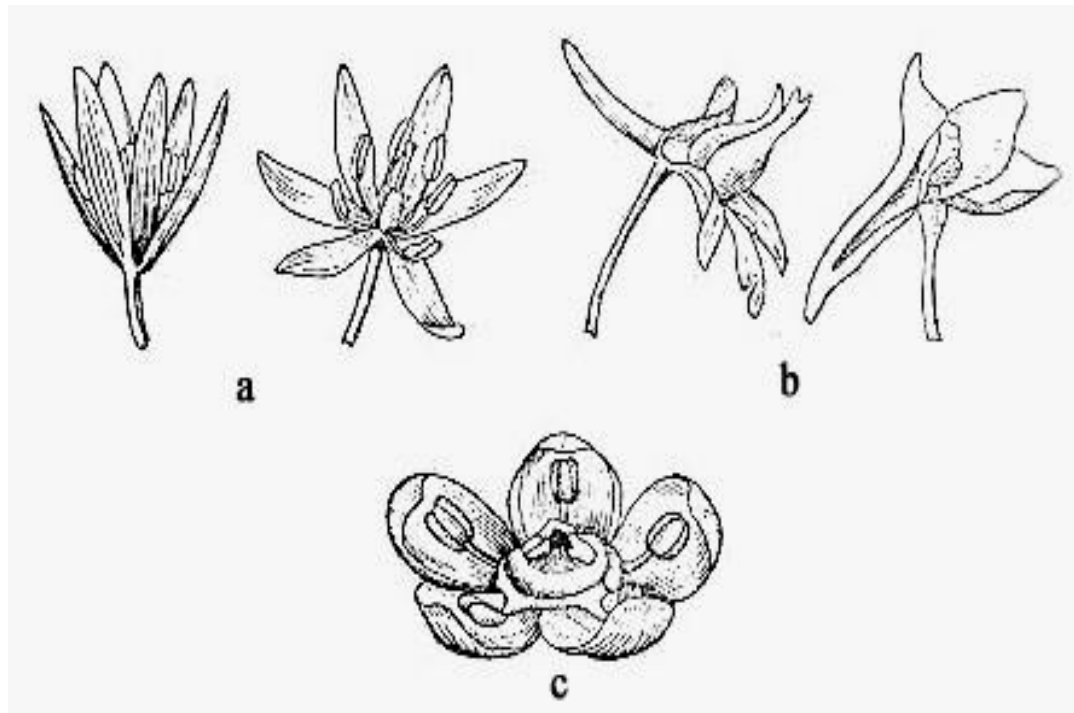


Рис. 40. Квітки з простою оцвітиною:
 а – віночкоподібна оцвітина квітки зірочок; б – віночкоподібна квітка сокирок; с -
 чашечкоподібна квітка буряків

Чашечка буває роздільнолистою або зрослолистою; в останньому випадку ступінь зростання може бути дуже різною, від чого залежить співвідношення трубчастої частини і зубців або часток, що звичайно відповідає числу чашолистків. Форма чашечки залежить також і від рівномірності зростання: вона буває правильною – дзвоникоподібною, циліндричною, вздутою тощо, і неправильною, наприклад, двогубою (рис. 42).

Чашолистки бувають різної і деколи дуже своєрідної форми, наприклад, шолом (рис. 43) і шпорка. Шпорками називають вузькі, звичайно порожнисті вирости (рис. 40b), що утворилися на чашолистиках або пелюстках.

У деяких родин є так звана підчаша, коли у основи чашечки знаходиться ніби друга чашечка (рис. 44). Підчаша буває різна за походженням. Так, у розоцвітих, підчаша виникає в результаті попарного зростання приквітників, або прилистків (перстач, суниця); у родини мальвових – з наближених до квітки приквітних листків.

Чашечку називають *опадаючою* чи *неопадаючою*, в залежності від того зберігається вона при дозріванні плоду, чи ні. Чашечка, що залишається при плоді, може при цьому сильно розростатися (фізаліс, рис. 42д), а у деяких

рослин вона видозмінюється і слугує пристосуванням для розповсюдження плодів (чубок на сім'янках складноцвітих).

Віночок – *Corolla* – найбільш помітна частина квітки, що слугує для приваблення комах. Листочки, що складають віночок, називаються *пелюстками*. Віночок буває *роздільнопелюстковим* і *зрослопелюстковим*.

У *роздільнопелюсткових* квіток в пелюстці нижня, більш вузька його частина – *нігтик*, може помітно відрізнятись від верхньої, розширеної – *пластинки* або *відгину*. Розрізняють пелюстки з довгим нігтиком (гвоздика) і коротким (шипшина) (рис. 45). У деяких рослин в основі відгину є вирости у вигляді зубчиків (рис. 46), що називаються *привіночком* або *коронкою* (представники родини гвоздичних, нарцис, підсніжник, пасіфлора).

У *зрослопелюстковому* віночку розрізняють зрослу його частину – *трубочку*, верхню, складену вільними кінцями пелюсток, розширену і звичайно відігнуту – *відгин* і *зів* – місце переходу трубочки у відгин. Кількість зубчиків, лопатей або часток відгину вказує на число пелюсток, що зрослися. У випадку, коли є коронка, в зіві помітні вирости тієї чи іншої форми. Форми віночку розрізняють в залежності від співвідношення трубки і відгину і від форми та величини відгину (рис. 47):

- колесоподібний – трубочка мала або відсутня, відгин розвернутий у площину (картопля, вербозілля, незабудка);
- лійкоподібний – трубочка велика, лійкоподібна, відгин порівняно невеликий (тютюн, березка польова, дурман);
- дзвоникоподібний – трубочка сферична, чашоподібна, поступово переходить у малопомітний відгин (дзвоники, конвалія);
- трубчастий – трубочка циліндрична без відгину або з коротким відгином (центральної квітці кошику соняшника, осоту, ромашки, нагідок);
- блюдцеподібний – трубочка циліндрична з широким відгином (бузок);
- ковпачковий – пелюстки зростаються верхівками (виноград)

Завдання: ЗАРИСУВАТИ різні форми чашечки; квітку дельфініума (відмітити шпорку); різні форми пелюсток (відмітити нігтик, відгин, коронку); типи правильних і неправильних віночків; квітці без оцвітини.

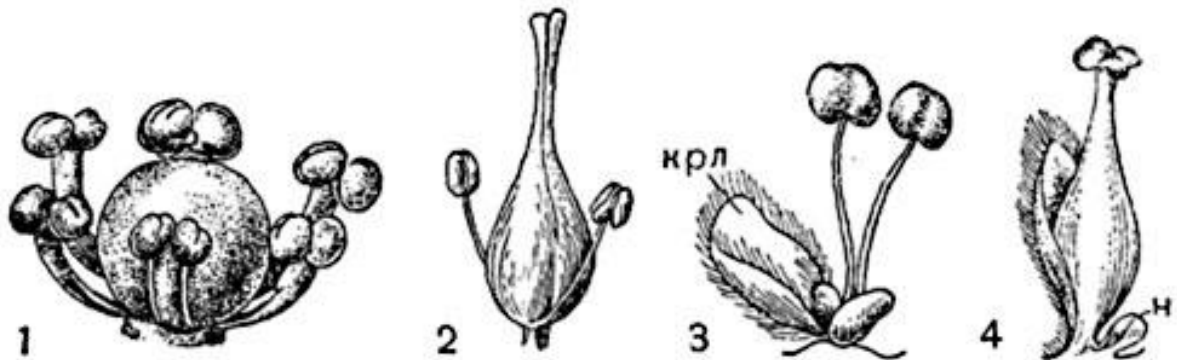


Рис. 41. Квітці без оцвітини:

- 1 – двостатева образків; 2 – двостатева ясена; 3-4 – одностатеві квітці верби:
3 – тичинкова; 4 – маточкова; крл – покривний листок; н – нектарник

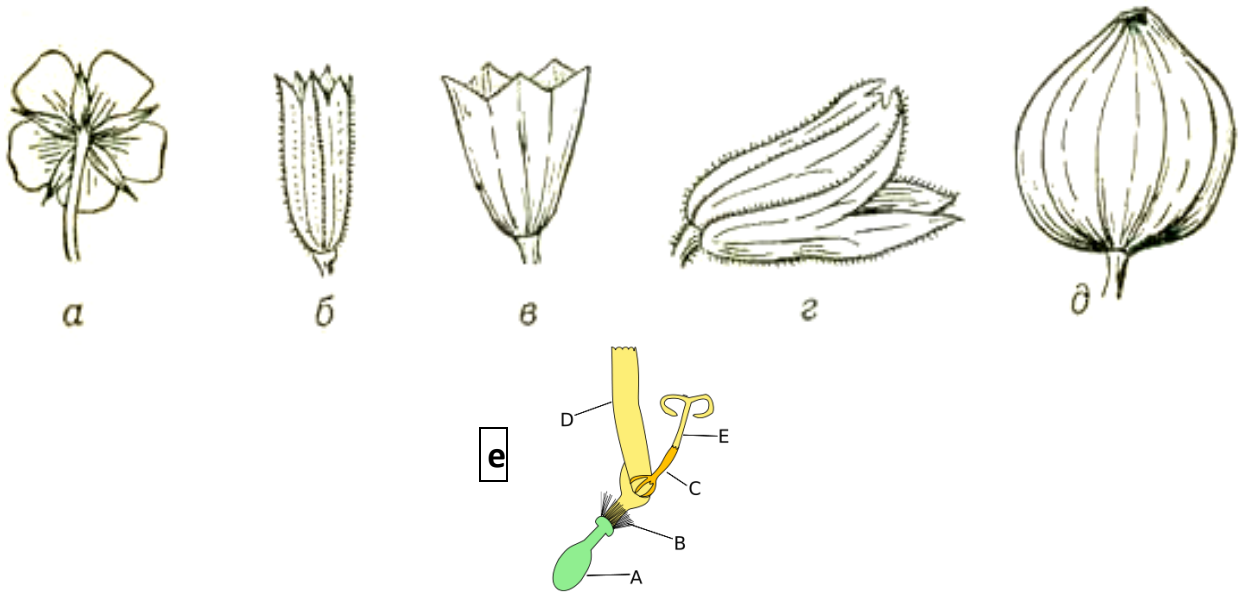


Рис. 42. Різні форми чашечки:
 а – роздільнолисна; б, в, г, д – зрослолисна: б – циліндрична,
 в -дзвоникоподібна, г - двогуба, д – здута; е – язичкова квітка айстрових
 (В – видозмінена чашечка – чубок)

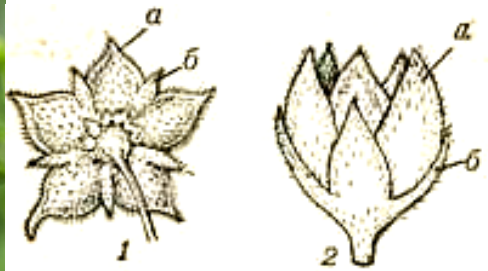


Рис. 43. Віночкоподібна чашечка аконіту
 з шоломом (вказано стрілками)

Рис. 44. Підчаша:
 1 – у рослин родини розоцвітих;
 2 – у рослин родини мальвових;
 а – чашолистки;
 б – листочки підчаші



Рис. 45. Пелюстки:
 А – сидяча (жовтець);
 Б – з нігтиком (гвоздика);
 1 – нігтик; 2 – відгин; 3 – луска,
 що прикриває нектарну ямку



Рис. 46. Будова квітки нарцису:
 стрілкою показана коронка
 (привіночок)

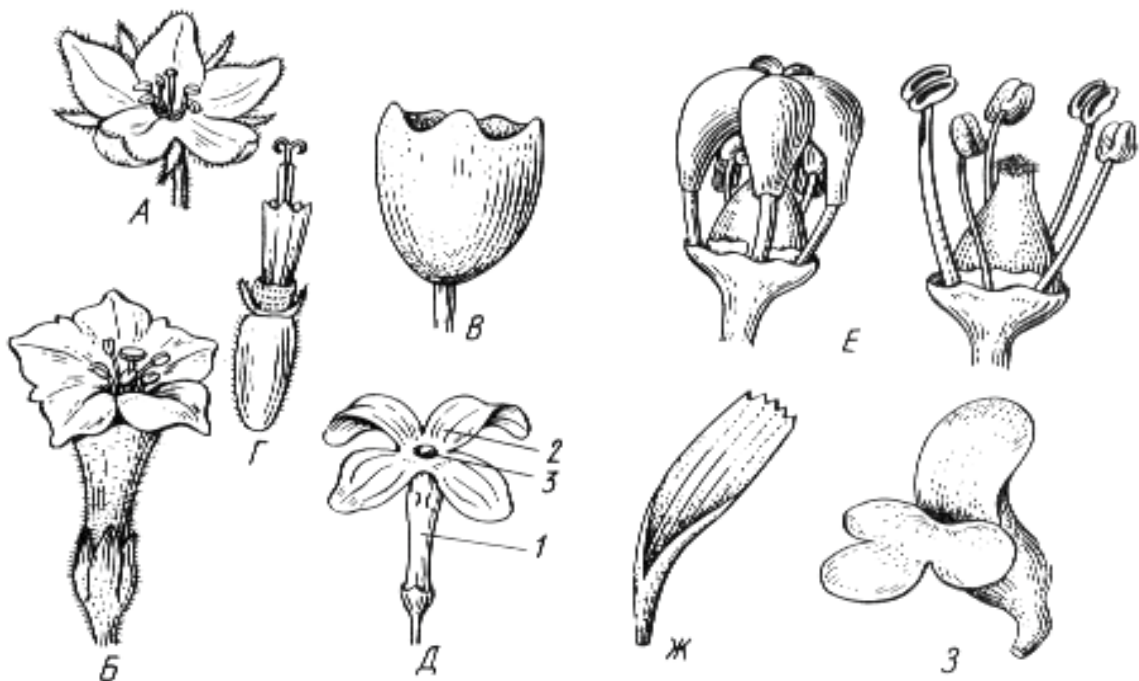


Рис. 47. Види правильних зрослопелюсткових віночків:
 А – колесоподібний (вербозілля); Б – лійкоподібний (тютюн);
 В – дзвоникоподібний (конвалія); Г – трубчастий (соняшник); Д – блюдцеподібний
 (бузок);
 Е – ковпачковий (виноград); Ж – язичковий (кульбаба); З – двогубий (губоцвіті);
 1 – трубка; 2 – відгин; 3 – зів (за Г.П. Яковлевим, В.А. Челомбітько)

Питання для самоконтроля

1. Що називають квіткою?
2. Які основні функції виконує квітка?
3. Які існують види квітів залежно від їх будови та наявності або відсутності оцвітини?
4. Які квітки називаються двостатеві, а які дводомні?
5. Які рослини називають однодомними, які дводомними?
6. Яке розташування частин квітки?
7. Що таке андроцей і яка його загальна характеристика?
8. Де і як розвивається чоловічий гаметофіт у покритонасінних рослин, яка його будова і функції?
9. Що таке гіноцеум і яка його загальна характеристика?
10. Яка будова яйцеклітини квіткових рослин?
11. Де і як розвивається жіночий гаметофіт у покритонасінних рослин? Яка його будова і як він називається?
12. Які особливості подвійного запліднення у покритонасінних рослин? Ким і коли він був відкритий?
13. Які особливості циклу розвитку квіткових рослин?

Лабораторна робота 10

АНДРОЦЕЙ. ГІНЕЦЕЙ

Матеріали: Шипшина звичайна – *Rosa canina* L., Півонія білоцвіта – *Paeonia lactiflora* L., Жовтець повзучий – *Ranunculus repens* L., Горох посівний – *Pisum sativum* L., Барбарис звичайний - *Berberis vulgaris* L., Кульбаба лікарська – *Taraxacum officinale* Web. et Wigg., Бузок звичайний – *Syringa vulgaris* L., Береза звисла – *Betula pendula* Roth. (*B. verrucosa* Ehrh.), Тиква звичайна - *Lagenaria vulgaris* Ser., Глуха кропива біла - *Lamium album* L., Калачики непомітні – *Malva neglecta* Wallr., Канна індійська – *Canna indica* L., Льон звичайний, довгунець – *Linum usitatissimum* L., Фіалка ранкова, братки – *Viola matutina* Klok., Первоцвіт весняний – *Primula veris* L., Яблуня лісова – *Malus silvestris* Mill.

Порядок роботи.

Ознайомитися з будовою тичинки.

Андроцей – *Androceum* – сукупність тичинок квітки. Кількість тичинок в одній квітці у різних покритонасінних варіює від одної до декількох сотен.

Тичинка складається з тичинкової нитки, пиляка і в'язальця (рис. 48). За допомогою тичинкової нитки тичинка прикріплюється до квітколожа; нитка буває нитковидною, іноді до низу розширеною, рідше – широкою пелюсткоподібною.

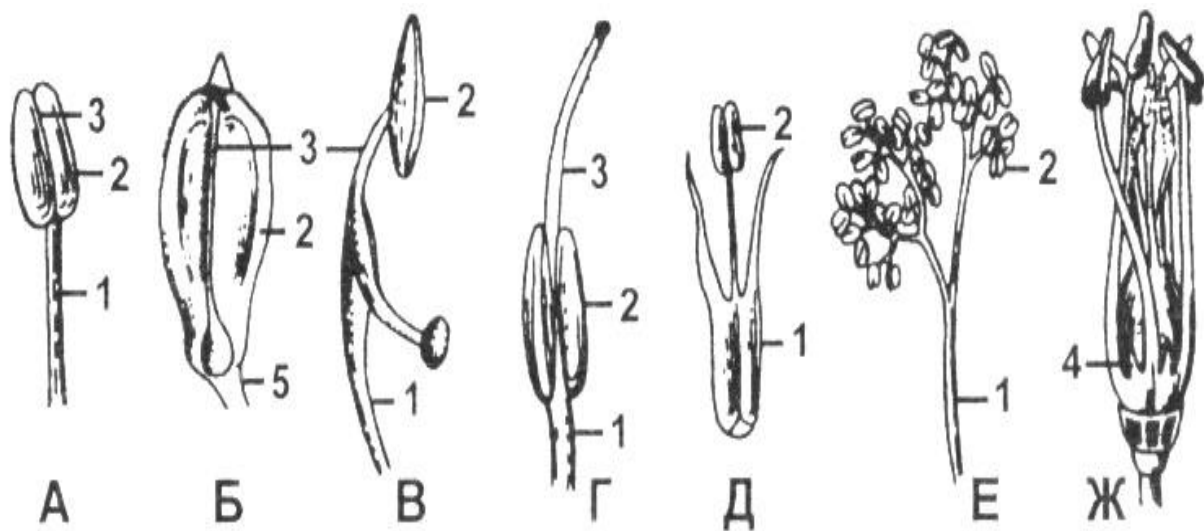


Рис. 48. Форми тичинок:

А – з нерухомим пиляком (шипшина); Б – з сидячим пиляком (фіалка); В – з в'язальцем у вигляді коромисла (шавлія); Г – з довгим в'язальцем (вороняче око; Д – з бічними виростами тичинкової нитки (цибуля); Е – з розгалуженою тичинковою ниткою (рицина); Ж – стамінодій (льон); 1 – тичинкова нитка; 2 – пиляк; 3 – в'язальце; 4 – стамінодій; 5 – квітколоже (за В.Г. Хржановським і співавт.)

Інколи тичинкової нитки немає, тоді пиляк називають *сидячим*. У більшості рослин тичинкові нитки *нерозгалужені* (шипшина). Однак зустрічаються і *розгалужені*, внаслідок чого утворюються складні тичинки. Зустрічаються вони у берези, ліщини, рицини. Пиляк в типових випадках складається з двох половинок, в кожній з яких утворюється по два пилюкових гнізда, де і розвивається пилок. Форма і величина пиляків дуже різноманітна. До тичинкової нитки пиляк прикріплюється *нерухомо*. Однак в таких рослин, як лілії, злаки, глуха кропива біла та ін., пиляк прикріплюється до нитки своєю серединою і коливається.

В'язальцем називають тканину, що поєднує між собою половинки пиляка. При нерівномірному його розростанні всі чотири гнізда виявляються дещо повернутими або до центру квітки (*інтрозні* пиляки) або до його периферії (*екстрозні* пиляки). Форма в'язальця, довжина і форма тичинкової нитки і пиляка пов'язані з різними способами запилення і є постійними ознаками.

Тичинки частіше всього лишаються вільними. Інколи зростаються між собою (рис. 49) нитками в загальну трубку (*однобратній* андроцей – аморфа кушова, люпин, кислиця), або групами (*двобратній* андроцей) – частина тичинок зростається, а частина – ні.

Наприклад, у кавуна чотири тичинки зрослися попарно, а п'ята вільна; у люцерни, квасолі дев'ять тичинок зрослися нитками, десята вільна. В деяких родин (складноцвіті) тичинки злипаються своїми пиляками в трубочку, що охоплює стовпчик маточки. Є квітки, в яких тичинки зростаються нитками в

кілька пучків (звіробійні). Буває, що тичинкові нитки зростаються з нижньою частиною віночка або простої оцвітини (примула, живокіст); рідше вони зростаються з маточкою (орхідні).

Розташовані тичинки на квітколожі частіше *циклічно*, в один (гаплостемонні), два (диплостемонні) або декілька кіл, рідше по *спіралі*. При циклічному їх розташуванні, вони чергуються з пелюстками, або супротивні їм.

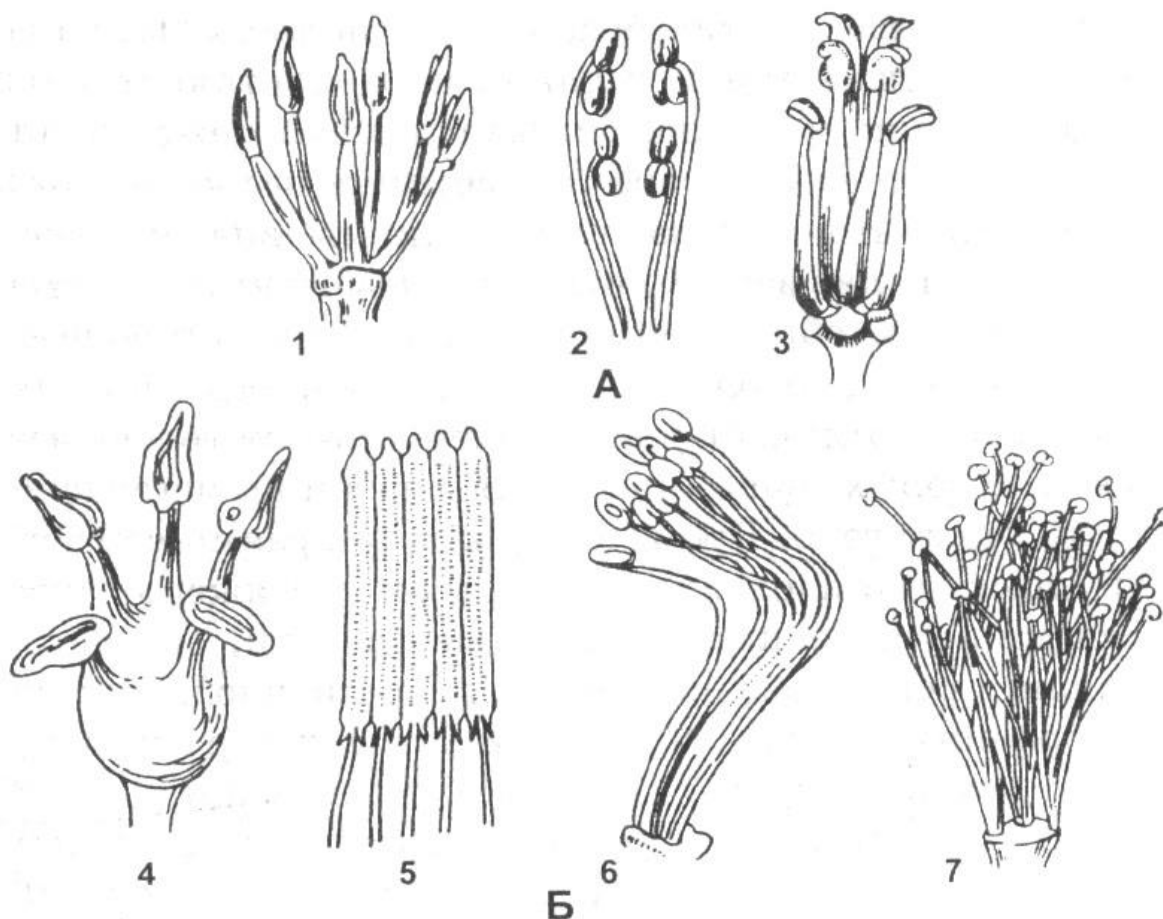


Рис. 49. Типи андроцею:

А – вільний: 1 – тюльпан; 2 – двосильний у губоцвітих; 3 – чотирьохсильний капустяних;
 Б – зрослий: 4 – односторонній у вербозілля; 5 – односторонній айстрових;
 6 – двосторонній бобових; 7 – багатосторонній у звіробію (за В.Г. Хржановським з співавт.)

Тичинки з редукованими пиляками, що не дають пилку, називають *стамінодіями*. Вони часто приймають своєрідну, часто пелюсткоподібну форму або виконують функцію нектарників (орлики, ранник).

Кількість тичинок у квітці дорівнює кількості листочків оцвітини або в кілька разів перевищує кількість її членів. Є квітки з однією тичинкою (канна), з двома (бузок, орхідні) і багатьма (жовтець).

Завдання: ЗАРИСУВАТИ будову тичинки. Відмітити: пиляк, тичинкову нитку, в'язальце, тичинку з нерухомими пиляком; тичинку з пиляком, що коливається; тичинки з зрослими нитками; тичинки, що зрослися пиляками.

2. Ознайомитися з будовою пилкового зерна, і, зокрема, елементами будови, що використовуються в систематиці.

Пилкове зерно (*granum pollinis*) – чоловічий гаметофіт насінної рослини. Починає розвиток з мікроспори в мікроспорангії і завершує його після запилення. Пилкове зерно вкрите спородермою, зовнішній шар якої – *екзина* – має різноманітну будову і має високу стійкість до зовнішніх дій (пилкові зерна можуть зберігатися мільйони років в геологічних відкладах, завдяки основному компоненту - *спорополеніну*). В екзині також виділяють два шари: зовнішній – ектекзина і внутрішній – ендекзина. На дослідженні структури екзини заснований метод споро-пилкового аналізу.

Будова пилку є важливою систематичною ознакою. При цьому враховуються наступні елементи будови (рис. 50, 51):

1) **Полярність.** Пилкові зерна утворюються в материнських тетрадах. Частина поверхні пилкового зерна, що обернена до центру тетради називається проксимальною поверхнею, частина, обернена назовні – дистальною. Центри цих поверхонь називаються полюсами. Лінія, що з'єднує між собою полюси і проходить через центр материнської тетради, називається полярною віссю.

2) **Симетрія.**

3) **Форма.** Залежить від співвідношення між полярною віссю і екваторіальним діаметром (площина, що перпендикулярна полярній осі, знаходиться на рівній відстані від полюсів і ділить зерно на дві полярні півкулі). Виділяють такі основні форми:

- сферична (полярна вісь дорівнює екваторіальному діаметру);
- сплющено-сферична (полярна вісь менша від екваторіального діаметру);
- еліптична (полярна вісь більше екваторіального діаметру).

4) **Обриси.** Можуть бути самими різними в залежності від типу симетрії, форми, а також положення зерен у препараті:

- радіальне положення – округлі, кутувато-округлі, кутові;
- екваторіальне положення – еліптичні, ромбічні, прямокутні, прямокутно-стиснуті, плоско-опуклі, опукло-увігнуті.

5) **Розміри** (від 10 до 200 мкм);

6) **Поодинокі та зібрані.** Більшість рослин має поодинокі пилкові зерна, однак зустрічаються такі види, у яких вони з'єднані по два (шейхцерія), чотири (деякі орхідні, багато представників родини вересових) або навіть по 8, 12, 32 або 64. Останні називаються поліадами і зустрічаються у ряду видів мімоз і деяких видів родини орхідних.

7) **Апертури** – тонка або перфорована частина поверхні пилкового зерна, яка може слугувати місцем виходу пилкової трубки або клітинного вмісту. Апертури бувають прості (щілини, борозенки, пори) і складні (борозно-порові, борозно-орові, порово-орові).

Борозни – витончені ділянки в екзині. Розташування полярне, екваторіальне і глобальне. Число їх коливається від 1 до 40, однак найчастіше зустрічається пилки з числом від 1 до 3.

Кольна – полярна борозна, що пересікає екватор, розташована більш-менш меридіально.

Пори – це більш-менш продовгуваті або вкриті мембраною апертури з відношенням довжини до ширини 1:1.

Ора – внутрішня частина складної апертури, що витягнута екваторіально і утворюється в результаті витончення або повної відсутності внутрішніх шарів екзини.

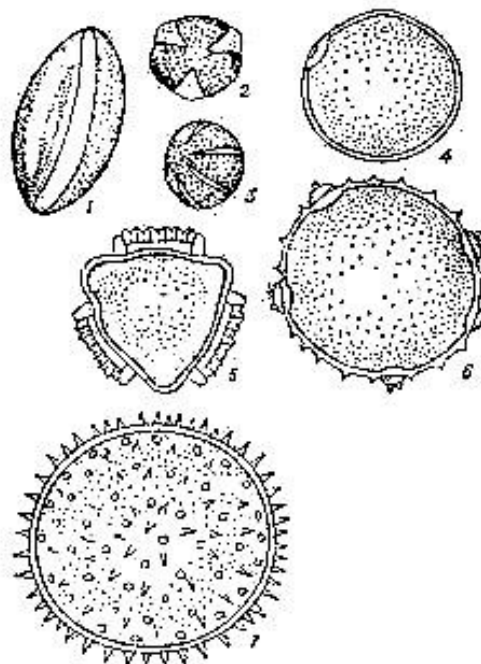


Рис. 50. Форма пилкових зерен:
 1 – одnobорозенчасте у магнолії;
 2 – трьохборозне у півонії;
 3 – багатоборозенчасте у гіменократера;
 4 – однопорове у багаторічної пшениці;
 5 – трьохпорове у коксагізу;
 6 – багатопорове у гарбуза; 7 - велетенське багатопорове у хатьми

8) **Скульптура**. Визначається різним розташуванням скульптурних

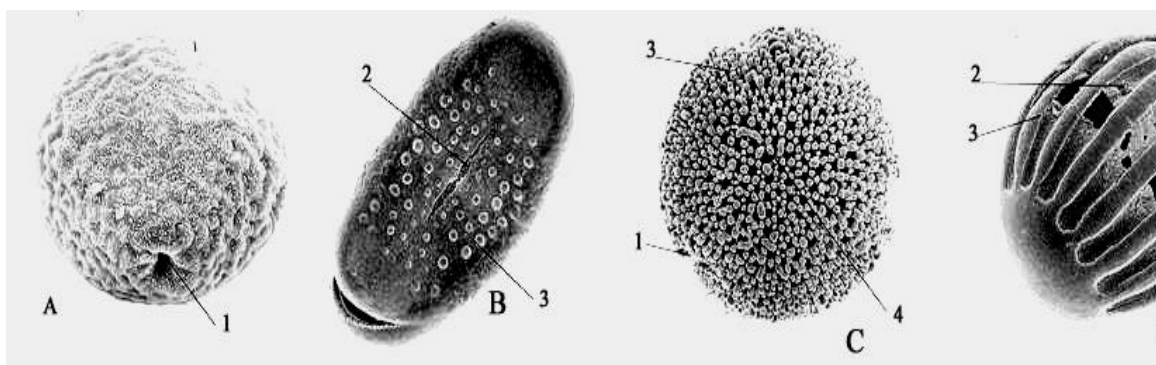


Рис. 51. Мікрофотографії пилкових зерен:
 А – в'яз малий; В – джастія золотиста; С – герань лучна; Д – китятки самшитові;
 1 – пора, 2 – борозна, 3 – екзина, 4 – стовпчик, 5 – екваторіальний пояс

елементів (горбиків, стовпчиків, ямочок, шипиків, зерняток, зморшок, зубчиків тощо) на поверхні пилкових зерен. Це характерно для ентомофільних рослин. Вирости пилкових зерен сприяють фіксації пилку на тілі комахи. У

анемофільних рослин, що запилюються за допомогою вітру (береза, ліщина, сосна тощо), пилкові зерна мають гладку поверхню, тобто скульптура може бути відсутня.

9) **Текстура** – рисунок поверхні пилкового зерна, що обумовлений внутрішньою структурою, тобто розташуванням структурних елементів під покривом (плямиста тощо).

10) **Колір**. Розрізняють пилкові зерна із забарвленням екзини. У малини воно майже біле, у яблуні – світло-жовте, соняшника – золотисто-жовте, клену – жовто-зелене, липи – світло-зелене, каштану кінського – червоне або бурочервоне, фацелії – фіолетове.

Завдання: ЗАРИСУВАТИ різні форми пилкових зерен. Відмітити борозни, пори, елементи скульптури.

3. Ознайомитися з будовою маточки, основними типами гінецею, положенням зав'язі у квітці.

Гінецеєм (*Gynaecium*) називається сукупність плодолистиків у квітці, що утворюють один або декілька (деколи багато) маточок.

Маточка складається із зав'язі – нижньої, розширеної, порожнинної частини, в якій розвиваються насінні зачатки, та стовпчика і приймочки (рис. 52). Якщо стовпчик не розвинутий, то приймочка називається *сидячою* (мак). Форма приймочки пов'язана з числом *плодолистиків*, систематичним

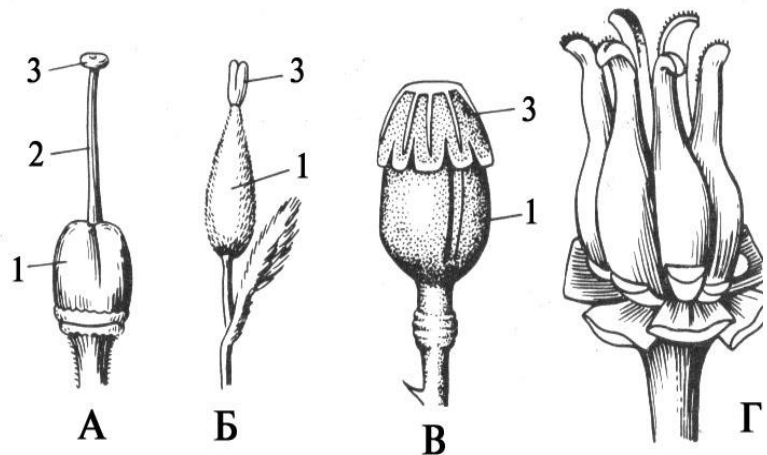


Рис. 52. Гінецей:

А – В - ценокарпний (маточка складна);
Г – апокарпний; А – тютюн; Б – верба;
В – мак; Г – сусак;
1 – зав'язь; 2 – стовпчик; 3 – приймочка

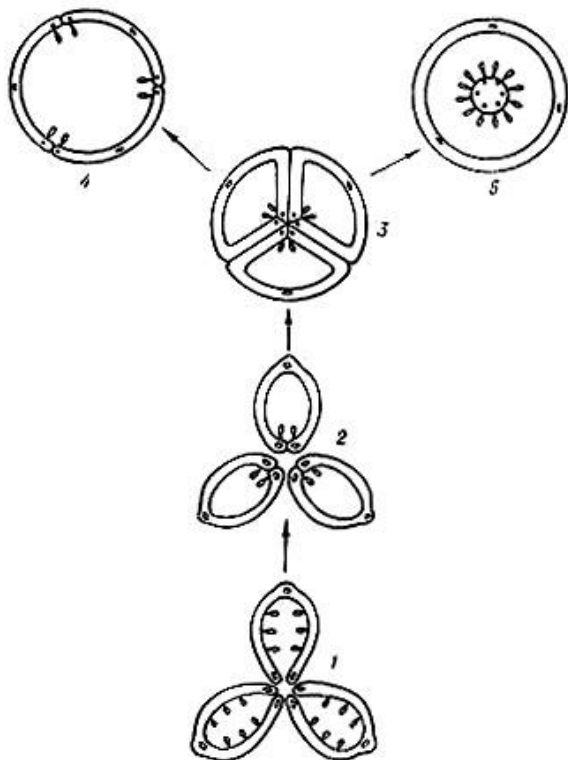
положенням і зі способом запилення. Вона буває цілісною, головчастою, лопатевою, нитковидною, пірчастою, китицеподібною, зірчастою.

Типи гінецею. Якщо кожен плодолистик утворює окрему маточку і у квітці їх декілька, гінецей називають *апокарпним*. Зростання плодолистиків зумовило утворення *ценокарпного* гінецею. Виділяють такі етапи еволюції ценокарпного гінецею: *синкарпний*, *паракарпний*, *лізикарпний* (рис. 53).

Положення зав'язі. Зав'язь у квітці порівняно з іншими її частинами може займати різне положення. Виділяють *верхню*, *середню*, *нижню* і *напівнижню* зав'язь (рис. 54, 54а). Якщо зав'язь вільно сидить на квітколожі, а всі інші частини квітки розташовані нижче, то вона буде *верхньою*.

Квітки, що мають верхню зав'язь, називаються *підматочковими* (жовтець, горох, злаки).

Середня зав'язь (слива, персик, вишня та інші рослини) сидить на дні увігнутого глечикоподібного утворення, яке розвивається за рахунок квітколожа, інколи у його формуванні бере участь ще й зроста



нижня частина оцвітини і тичинок (у вишні). Стінки середньої зав'язі не зростаються з іншими частинами квітки, вона сидить вільно і тому така зав'язь є різновидом верхньої. Нижня зав'язь формується тоді, коли чашолистки, пелюстки, тичинки, рідше, квітколоже зростаються з її стінками, а незроста частина їх розташована зверху зав'язі і займає верхнє положення в квітці. Така квітка буде надматочковою (яблуня, груша, айва, соняшник, кульбаба).

Напівнижньою називають таку зав'язь, у якої стінки з іншими членами квітки зрослися лише до половини її висоти, як у бузку, жимолості, ломикаменевих.

Рис. 53. Схема еволюції основних типів гінецею:
1, 2 – апокарпний; 3 – синкарпний;
4 – паракарпний; 5 – лізикарпний

Завдання: ЗАРИСУВАТИ загальну

будову маточки (відмітити зав'язь, стовпчик, приймочку); основні типи гінецею; різні положення зав'язі в квітці.

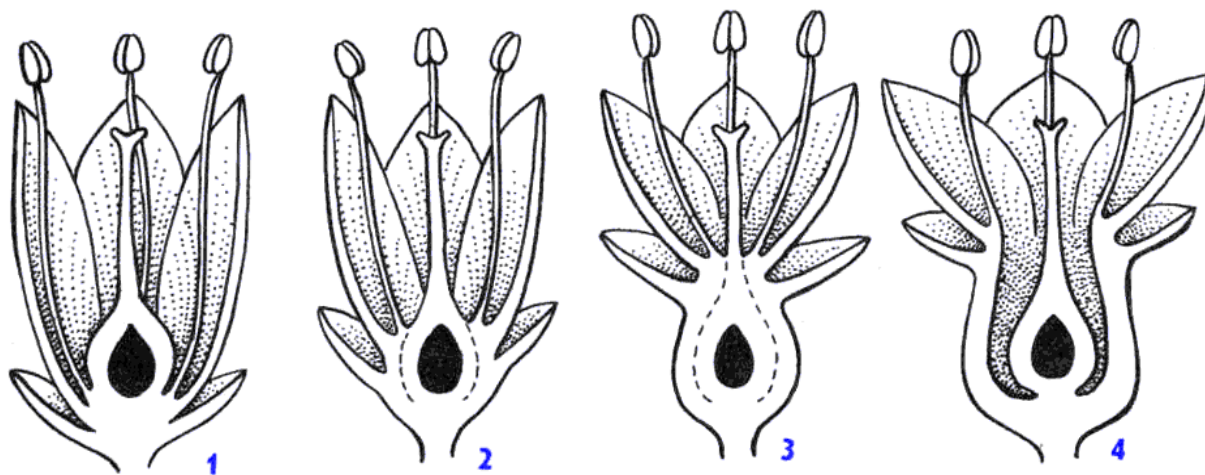


Рис. 54. Положення зав'язі в квітці:
1 - верхня, 2 - напівнижня, 3 - нижня,
4 - верхня, оточена стінками гіпантію (або середня)

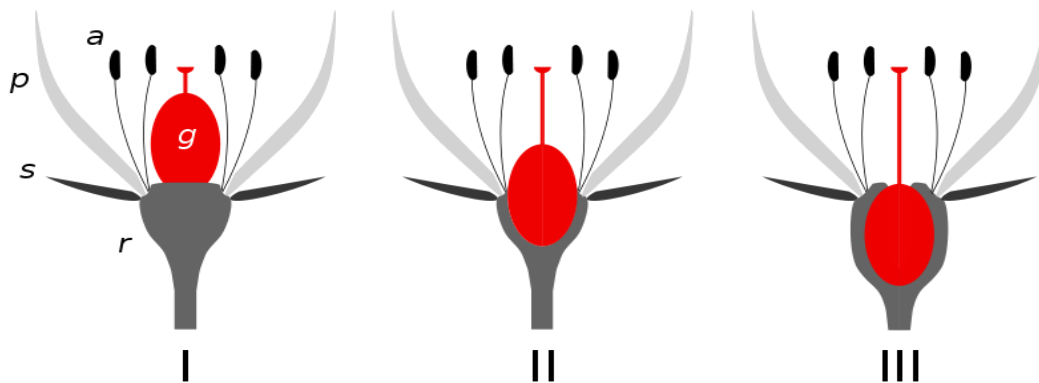






Рис. 54а. Положення зав'язі в квітці:
 I - верхня зав'язь, II - напівнижня зав'язь, III - нижня зав'язь

Лабораторна робота 11

ФОРМУЛИ І ДІАГРАМИ КВІТОК

Матеріал: Магнолія Кобус – *Magnolia Kobus*, Пшениця м'яка – *Triticum aestivum* L., Горох посівний – *Pisum sativum* L., Шипшина звичайна – *Rosa canina* L., Капуста городня - *Brassica oleraceae* L., Тюльпан - *Tulipa gesneriana* L., Жовтець повзучий – *Ranunculus repens* L.

Завдання: За допомогою формули та діаграми виразити основні ознаки будови квіток таких рослин: капуста городня, жовтець повзучий, горох посівний, магнолія, картопля, шипшина, тюльпан, пшениця.

Будову квітки позначають відповідними формулами і діаграмами. Для формул застосовують різні умови позначення, а також літерну і числову символіку. У формулі прийнято спочатку позначати симетричність квітки. Здебільшого її визначають за формою віночка (у квіток з подвійною оцвітиную) або за простою оцвітиную. Спіральну квітку позначають формою спіралі , актиноморфну, або правильну, - зірочкою * або кружечком з хрестиком , двосиметричну – стрілочками навхрест , асиметричну – ламаною стрілочкою .

зигоморфну – стрілочкою, спрямованою вниз ↓ або вгору ↑, інколи лінією з двома крапками | •. Елементи квітки позначають літерною символікою. Чашечку позначають літерою **K** – *Kalyx* (від нім. *Keleh* – чашечки, від лат. *calyx* – чашечка) або **Ca** – *Calux*, віночок прийняв символ **Co** – *Corolla*, просту оцвітину позначають літерою **P** – *Perigonium* (від гр. *peri* – кругом, *gonium* – коліно); сукупність тичинок – **A** (*Androceum*), сукупність плодолистків квітки – **L** (*Lynoeseum*).

Числова символіка показує кількість однорідних елементів квітки, а якщо вони розташовані кількома колами, то ставлять значок +, вільні або зрслі позначають дужками.

Положення зав'язі позначають рисою знизу або зверху числа, яке ставлять праворуч біля гінецею. Якщо рисочка буде знизу, під числом, значить зав'язь верхня, і, навпаки, верхня рисочка над числом показує нижнє положення зав'язі.

Залежно від наявності статі у квітки – тичинок чи маточки (маточок) позначки будуть такі: одностатеву жіночу квітку позначають астрономічним значком планети Венери ♀, чоловічу одностатеву значком Марса ♂.

Формули деяких квіток

Жовтець: * Ca₅C₅A ∞ G ∞

Свиріпа:  Ca₂₊₂C₄A₂₊₄G₍₂₎

Півники: *P₃₊₃A₃₊₀G₍₃₎

Цикорій: ↑ Ca₀C₍₅₎A₍₅₎C₍₂₎

Осока волосиста ♂P₀A₃G₀ ♀P₀A₀G₍₃₎

Діаграма квітки – схематична проекція її членів на площину, як проходить перпендикулярно до осі квітки (рис. 55).

Доцільно користуватись і формулою і діаграмою квітки, які доповнюють одна одну.

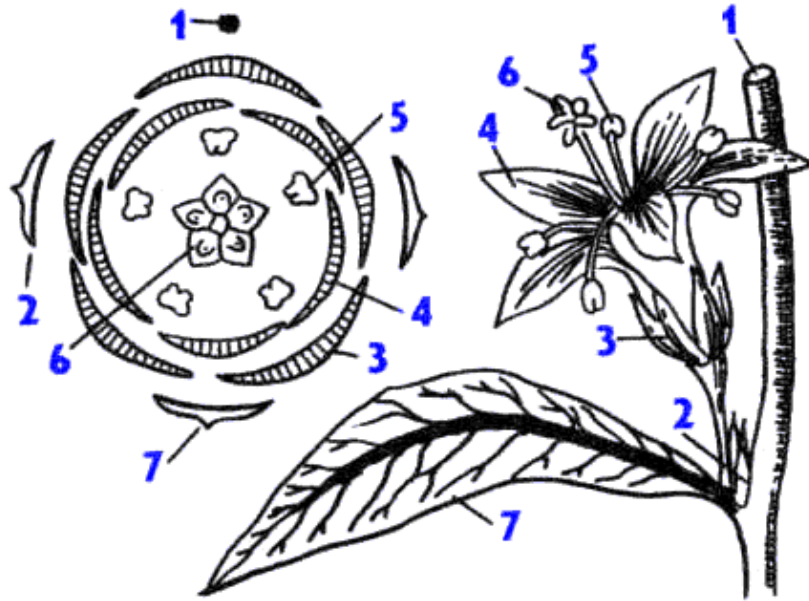


Рис. 55. Діаграма квітки:
 1 – вісь суцвіття; 2 – приквітка; 3 – чашолистик;
 4 – пелюстка; 5 – тичинка; 6 – гінецей;
 7 – криючий листок.

Лабораторна робота № 11

ОПИС КВІТКОВОЇ РОСЛИНИ

При вивченні та описі рослин прийнято притримуватися певної послідовності, яка відбита в плані опису рослини. Дотримання цієї послідовності полегшує і прискорює аналіз об'єкта, що вивчається, робить ці описи однотипними та діє можливість їх легко співставляти. Ця послідовність прийнята в систематиці при співставленні видових описів.

План опису квіткової рослини.

Рослина: тривалість життя (дерев'яниста, трав'яниста, багаторічна, дворічна, однорічна), висота в см; характер поверхні, опушення, його рівномірність, густина, форма волосків, їх довжина та напрямок (якщо характер поверхні більш чи менш однорідний для всіх наземних органів рослин).

Корінь: походження, форма, ступінь галуження, товщина, видозміни.

Кореневище: напрямок росту, ступінь галуження, довжина, товщина.

Бульба: величина, форма.

Цибулина: одна чи більше на кореневищі, форма, величина, характер і забарвлення лусок.

Булбоцибулина: форма, величина, забарвлення лусок.

Стебло: ступень галуження, напрямок гілок, напрямок росту, поперечний переріз, ступень розвитку міжвузль, характер поверхні.

Листок: прилистки, їх форма, наявність черешка, наявність і характер розтрубу; окремо по ярусним категоріям: склад, листкорозміщення, прикріплення, форма пластинки, основи, верхівки, краю, тип жилкування, почленованість, видозміни (характер поверхні).

Квітковорозміщення: тип суцвіття, квітконіжка (форма, довжина), наявність і форма криючого листка, приквітків.

Квітка: повнота, розташування органів, симетрія.

Квіtkоложе: форма.

Оцвітина:

проста (чашечкоподібна, віночкоподібна) – зростання, число листочків, число кіл, форма і колір листочків.

подвійна: чашечка – зростання, число, форма і колір чашолистиків або зубців, опадає або залишається при плоді; **підчаша:** число і форма листочків; **віночок** – зростання, число пелюсток, їх форма і забарвлення, форма нігтика, відгину, наявність привіночку, шпорки; для зрослопелюсткового віночка – його форма, число зубців, форма і забарвлення трубки, зіва, відгину.

Андроцей: зростання, кількість, прикріплення, розташування тичинок по відношенню до оцвітини; довжина і форма тичинкової нитки, форма пиляку, спосіб його прикріплення і розкривання.

Гінецей: тип гінецею, число маточок і плодолистків.

Зав'язь: положення, кількість гнізд і насінних зачатків, плацентажія.

Стовпчик: число, форма, довжина.

Приймочка: кількість, форма.

Плід: тип, розкривання, число гнізд і насіння, консистенція оплодня.

Насіння: величина, форма, характер поверхні, колір, блиск, опушення.

Діаграма.

Формула.

Рисунок рослини, квітки, його частин.

Назва родини, роду і виду. Назва виду дається за автором.

План опису включає перелік різних ознак. Природно, що не всі вони повинні найти місце в кожному описі. Так, в нашій флорі, розтруб характерний тільки для родини гречкових, підчаша – для розових та мальвових і в інших випадках про них просто не згадують; форма квіtkоложа може бути дуже різною і має систематичне значення переважно для родин, квітки яких мають багато членів, тоді, як при слабо вираженому квіtkоложі ця ознака може бути опущена. Поряд з тим для деяких родин, що мають специфічні ознаки, ознак, що перераховані в плані, недостатньо. Так, наприклад, для родин айстрових і

злаків, крім ознак, що є в загальному плані, слід звернути увагу на наступні типові для них особливості.

Родина айстрові – Asteraceae

Будова суцвіття:

Кошики: поодинокі або зібрані в складні суцвіття.

Наявність загальної або часткової обгортки.

Форма обгортки: циліндрична, кулеподібна, напівкулеподібна, яйцеподібна, глечикоподібна тощо.

Розташування листочків обгортки: обгортка однорядна, дворядна, багаторядна, черепитчаста тощо.

Листочки обгортки: трав'янисті, плівчасті, забарвлені, наявність, форма і колір придатків.

Ложе кошику: плоске, опукле, суцільне, порожнисте.

Поверхня ложа кошику: гола, точково-ямчаста, ячеїста або з криючими листками у вигляді плівок, щетинок, волосків.

Квітки, що входять до складу кошику: тільки трубчасті, крайові несправжньо-язичкові або лійкоподібні; всі язичкові (рис. 6 додатку).

Наявність зубців, коронки або чубка на зав'язі або на сім'янці.

Волоски чубка: одно- двох- багаторядні; гладкі, з зазублинами, пірчасті, двічі пірчасті, або мохнаті, м'які або щетинисті.

Подальший опис іде по звичайному плану.

Родина злаки – Poaceae

Характер куціння злаку: кореневищний, пухко-кущовий, щільно-кущовий.

Листова пластинка: ширина в мм, бруньки, форма верхівки.

Піхва листка: відкрита чи замкнена, закруглена, сплющена або кілевата.

Язичок листка: наявність, форма, розміри в мм.

Вушка: ступінь розвитку, форма.

У злаків біля основи листкової пластинки є плівчастий придаток – язичок, іноді – ще два витягнуті бічні вирости вушка (рис. 56). Язичок може бути гострий, тупий, виїмчастий, бахромчастий, пірчастий та ін.

Суцвіття: складний колос, китиця або волоть, несправжній колос. Кількість волосків, що сидять на одному виступі головної осі складного колосу. Положення колоска на осі.

Колоскові луски: кількість, розміри відносно колоску, форма, наявність кіля. Число жилок на верхній та нижній колоскових лусках.

Число квіток в колоску.

Нижня (зовнішня) квітова луска: форма, число жилок, наявність остюка, місце його виходу, форма і розміри відносно луски.

Верхня (внутрішня) квітова луска: форма, число жилок.

Лодикули: наявність, число і форма пиляків.

Маточка: число і форма приймочок, місце їх прикріплення.

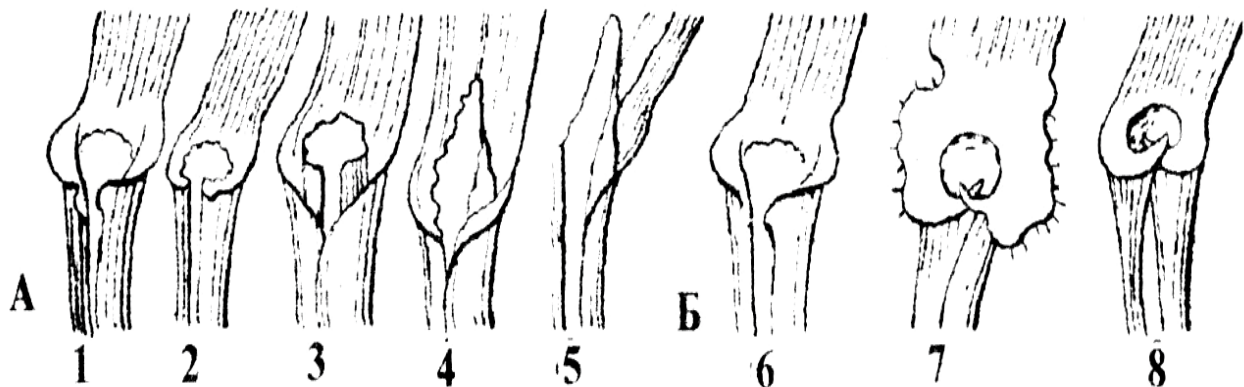


Рис. 56. Язички (А) і вушка (Б) листків злаків:
 1 – костриця лучна; 2 – житняк; 3 – тимофіївка лучна; 4 – тимофіївка степова;
 5 – тонконіг болотний; 6-7 – костриця; 8 – пирій повзучий

Лабораторна робота 12

ТИПИ СУЦВІТЬ

Матеріал: Конюшина лучна - *Trifolium pratense* L., Образки болотні - *Calla palustris* L., Морква дика – *Daucus carota* L., Звіробій продирявлений – *Hypericum perforatum* L., Незабудка лісова – *Myosotis sylvatica* Hoffm., Кульбаба лікарська – *Taraxacum officinale* Web. et Wigg., Бузок звичайний – *Syringa vulgaris* L., Вероніка лікарська – *Veronica officinalis* L., Груша звичайна - *Pyrus communis* L., Зірочник повзучий – *Stellaria media* (L.) Vill., Конвалія звичайна – *Convallaria majalis* L., Первоцвіт весняний – *Primula veris* L., Любка дволиста - *Platanthera bifolia* (L.) Rich., Молочай кипарисовидний – *Euphorbia cyparissias* L.

Метою роботи є вивчення типів і класифікації суцвіть на гербарії.

Порядок роботи. Ознайомлення з загальною будовою суцвіття.

Квітки бувають поодинокі, коли стебло або його гілки несуть тільки по одній квітці або ж зібрані по кілька в суцвіття.

Суцвіття може бути визначено як частина пагону, пагін або система видозмінених пагонів, що несуть квітки. Суцвіття звичайно більш або менш відмежовані від вегетативної частини рослини. Звичайно вони групуються біля верхньої частини рослини на кінцях гілок, але деколи, особливо у тропічних рослин, виникають на стовбурах або товстих гілках (*кауліфлорія*), наприклад у шоколадного дерева (*Theobroma cacao*).

Будь-яке суцвіття має головну вісь, або вісь суцвіття, і бічні осі, які можуть бути розгалужені або ні. Кінцеві їх відгалуження – квітконіжки - несуть квітки. Вісь суцвіття ділять на вузли і міжвузля. На вузлах осей суцвіття розташовані листки і приквітники (рис. 57).



Рис. 57. Загальна схема суцвіття:
 1 – головна вісь; 2 – бічна вісь (паракладій) 3 - вузли;
 4 – міжвузля; 5 – приквітники; 6 – квітконіжки;
 7 – квітки

Суцвіття несе видозмінені (приквітники або брактеї) або не видозмінені (асимілюючі) листки. Суцвіття, що несуть не видозмінені листки називаються фрондозними, видозмінені – брактеозними; без листків – абрактеозними.

Суцвіття, у яких бічні осі галузяться, називаються складними. У простих суцвітті бічні осі не розгалужені і називаються квітконіжками. У складного суцвіття бічні осі несуть парціальні суцвіття.

Головна вісь може закінчуватися верхівковою квіткою; у цьому випадку суцвіття обмежено в рості і отримало назву закритого. У відкритих суцвітть головна вісь має необмежений ріст і квітки розташовані збоку від морфологічної верхівки.

Завдання: ЗАРИСУВАТИ загальну схему будови суцвіття.

2. Ознайомлення з ботричними суцвіттями.

За способом галуження і наростання осей суцвіття можна поділити на два типи): *моноподіальні* або *ботричні* (*рацемозні, невизначені, незавершені, бокоцвіті*) і *симподіальні*, або *цимозні* (*верхоцвіті, обмежені, визначені, завершені*).

Ботричний тип суцвіття характеризується моноподіальним галуженням, має добра виражену головну вісь суцвіття, що наростає необмежено довго. Крім того, квітки у ньому розкриваються в акропетальному порядку, тобто знизу вгору, і верхівкова квітка (кінцева) розкривається останньою або до центру суцвіття, якщо квіти розташовані в одній площині (рис. 58). Якщо вісь суцвіття вкорочена, тоді розкривання квіток має доцентровий характер (кошик, щиток). Число бічних гілок невизначене. Ботричні суцвіття, в свою чергу, поділяють на дві групи: прості і складні. Прості ботричні суцвіття мають нерозгалужену квіткову вісь, на ній безпосередньо розташовані квітки. До цієї групи суцвітть належать: китиця (черемха, гіацинт), простий колос (подорожник, вербена), початок (рогіз, кукурудза, антуріум), щиток (груша, глід), сережка (верба), зонтик (цибуля, первоцвіт, вишня), головка (конюшина, скабіоза), кошик (кульбаба, соняшник). Характеристику простих суцвітть здійснюють за довжиною та станом головної осі, наявністю та довжиною квітконіжок. Наприклад, **китиця** – на *видовженій* головній осі суцвіття розміщені на деякій відстані одна від одної, на *квітконіжках майже однакової довжини*, окремі квітки. Якщо квітконіжки знаходяться тільки з одного боку осі, то утворюється *однобічна китиця* (конвалія, деякі види бобових: лядвенець рогатий, горошок мишачий, чина лісова). **Колос** – на видовженій головній осі суцвіття розміщені сидячі квітки. **Початок** – суцвіття із видовженою потовщеною м'ясистою віссю, густо вкрите сидячими квітками. **Сережка** – повислий колос, тобто колос з м'якою віссю, після цвітіння звичайно опадає (горіх, тополя).

Суцвіття, яке за формою та зовнішнім виглядом нагадує одну квітку називається **антодій** (головка, кошик).

Складні суцвіття – на головній осі суцвіття розміщені не окремі квітки а прості суцвіття (рис. 59): складний колос (жито, пшениця, інші злаки); волоть або складна китиця (бузок, виноград); складний початок (жіноче суцвіття кукурудзи); складний колос (злаки); складний зонтик (селерові); складний щиток (горобина, калина, чорна бузина).

Крім перерахованих суцвіть, існує ще ряд типів, у яких особливості галуження головної осі відрізняються від особливостей галуження парціальних суцвіть. Їх називають *агрегатними* суцвіттями (рис. 60). Наприклад, волоть зонтиків (аралія висока); волоть кошиків, китиця кошиків (череда поникла), колос кошиків (сухоцвіт лісовий). Можливі й інші типи агрегатних суцвіть.

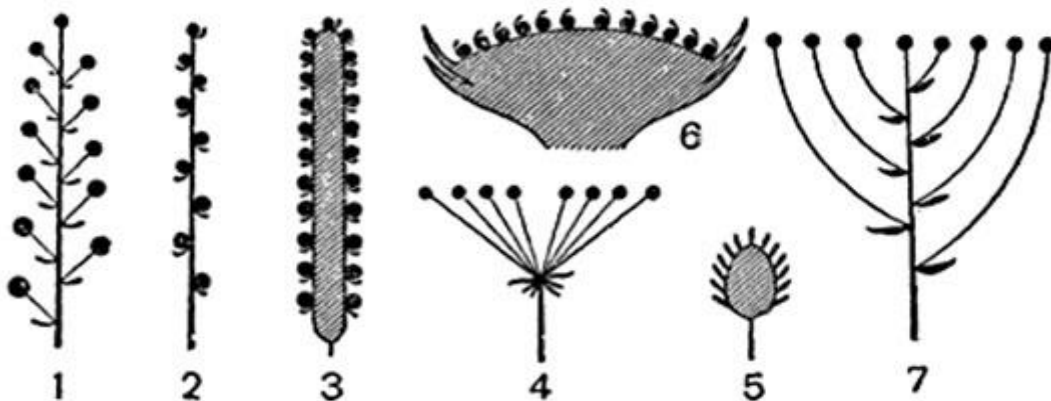


Рис. 58. Типи простих ботричних суцвіть:
1 - китиця; 2 – колос; 3 – початок; 4 – зонтик; 5 – головка; 6 – кошик; 7 – щиток

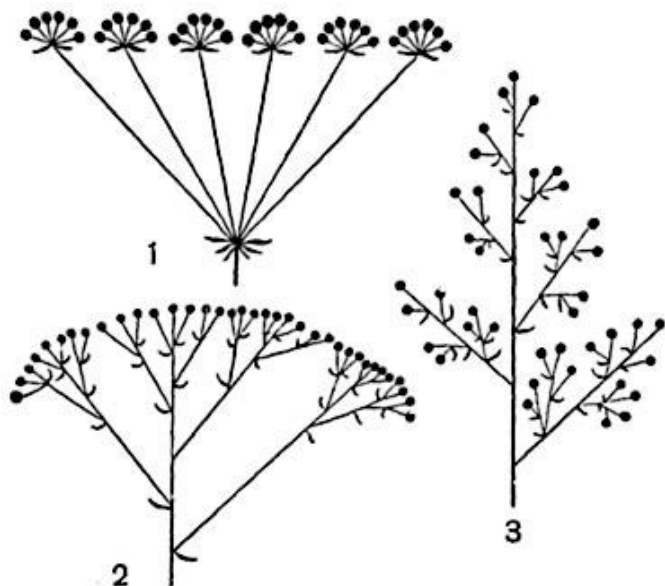


Рис. 59. Типи складних ботричних суцвіть:
1 – складний зонтик;
2 – складний щиток;
3 – волоть (складна китиця)

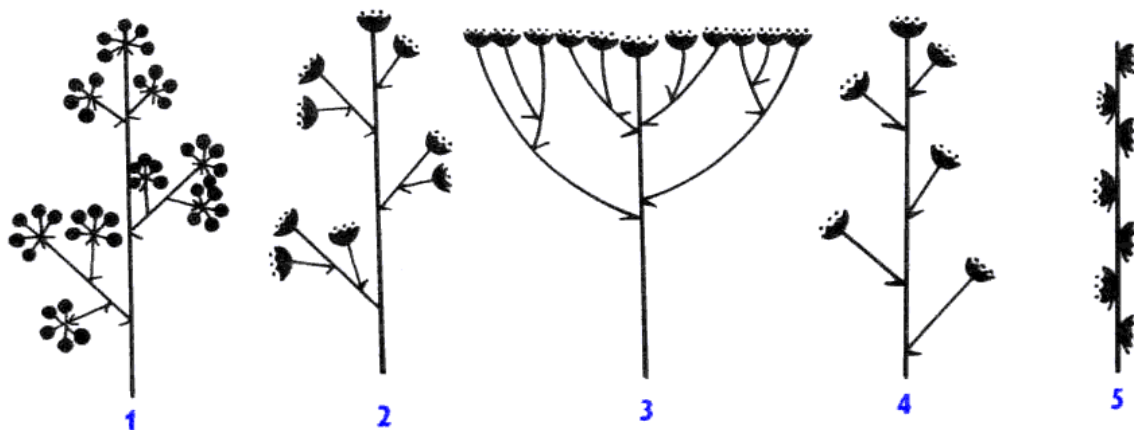


Рис. 60. Агрегатні суцвіття:
 1 - волоть зонтиків; 2 - волоть кошиків, 3 - щиток кошиків;
 4 - китиця кошиків; 5 - колос кошиків

Завдання: ЗАРИСУВАТИ загальну схему суцвіття, прості і складні ботричні суцвіття, агрегатні суцвіття.

3. Ознайомлення з цимозними суцвіттями.

Цимозні суцвіття характеризуються обмеженим ростом головної осі і симподіальним галузненням. Воно складається з осей першого, другого і наступних порядків. Кожна вісь закінчується квіткою. Квітки розкриваються базипетально (від верхівки до основи). До цимозних суцвіть (рис. 61, 62) належать: монохазій: (звивина – бічні одноквіткові осі відходять послідовно в два протилежних боки (косарики, гравілат, незабудка, росичка) і завійка – вісь формує ряд квіток у одному напрямку, до і на початку цвітіння закручені спіралью, верхівкою всередину (медунка, синяк)); дихазій або розвилка – головна вісь закінчується квіткою, а під нею утворюються дві супротивні осі, кожна з яких закінчується квіткою (гвоздичні); плейохазій або несправжній зонтик – від головної осі суцвіття, яка несе одну верхівкову квітку, відходять декілька бічних осей, які утворюють кільце з монохазіїв або дихазіїв (очиток, картопля). Квітки розпускаються від центру до периферії. Розрізняють простий плейохазій – від головної осі відходять лише осі другого порядку (жовтецеві) та складний від осей другого порядку відходять декілька осей третього порядку (бузина, калина). Для роду молочай (*Euphorbia*) характерний особливий вид цимоїдного суцвіття, що отримав назву *циатія*. Циатій

складається з верхівкової маточної квіткої і 5 тичинок, що виникли в результаті крайньої редукції 5 тичинкових парціальних суцвіть. Ціатій оточений обгорткою, що складається з листків редукованих парціальних суцвіть.

Тирси. Побудовані складніше ніж цимоїди. Це суцвіття, ступінь розгалуженості яких зменшується від основи до верхівки. Головна вісь тирса наростає моноподіально, але парціальні суцвіття того чи іншого порядку є цимоїдами. Тирси зустрічаються у рослин досить часто. Наприклад, тирс – суцвіття кінського каштану, дивини, смілки. Тирси різних типів являють собою суцвіття всіх губоцвітих. Суцвіття берези – сережкоподібний тирс.

Завдання: ЗАРИСУВАТИ прості і складні цимозні суцвіття.

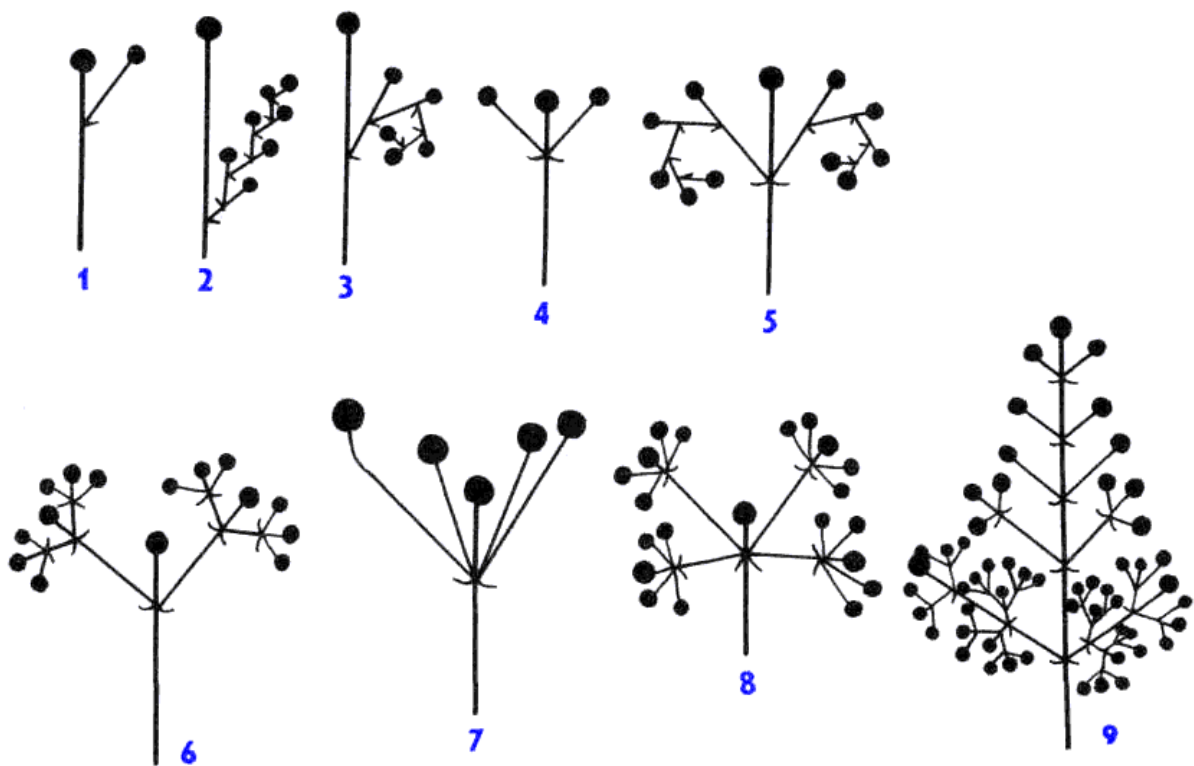


Рис. 61. Цимозні суцвіття:

- 1 – “елементарний” монохазій; 2 – звивина; 3 – завійка; 4 – подвійна завійка;
 5-6 – дихазії: 5 – дихазій; 6 – потрійний дихазій; 7 – плейохазій;
 8 – подвійний плейохазій; 9 – приклад тирса

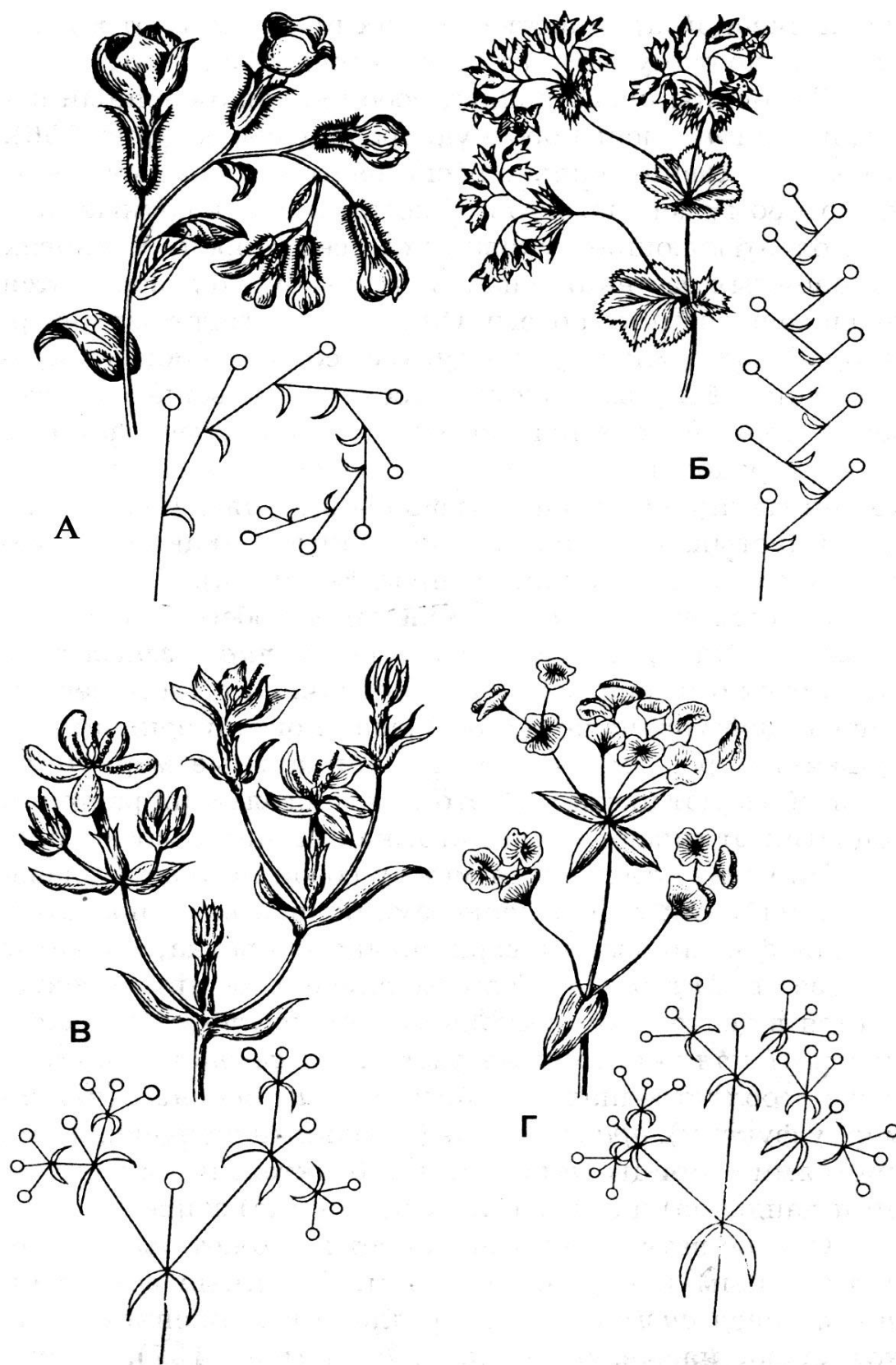


Рис. 62. Цимозні суцвіття:
 А – завійка (живокіст); Б – звивина (манжетка); В – дихазій – розвила (гвоздичне);
 Г – плейохазій – циатій (молочай) (за В.Х. Туляюк)

Лабораторна робота 13

ПЛОДИ

Матеріали: Виноград справжній – *Vitis vinifera* L., Агрис відхилений – *Grossularia reclinata* (L.) Mill., Яблуня садова – *Malus domestica* Borkh., Огірок посівний – *Cucumis sativus* L., Лимон – *Citrus limon*, Вишня звичайна, садова – *Cerasus vulgaris* Mill., Горіх грецький – *Juglans regia* L., Малина – *Rubus idaeus* L., Соняшник однорічний – *Helianthus annuus* L., Пшениця м'яка – *Triticum aestivum* L., Перстач гусячий, гусячі лапки - *Potentilla anserina* L., Ліщина звичайна - *Corylus avellana* L., Каштан їстівний - *Castanea sativa* Mill., Дуб звичайний – *Quercus robur* L., Коноплі посівні – *Cannabis sativa* L., Полуниця - *Fragaria x ananassa*, Ясен звичайний - *Fraxinus excelsior* L. Клен звичайний (к. гостролистий) - *Acer platanoides* L., Клен несправжньо-платановий, явір - *A. pseudoplatanus* L., Дельфіній – *Delphinium* sp., Чемерник зелений - *Helleborus viridis* L., Горох посівний – *Pisum sativum* L., Капуста городня - *Brassica oleraceae* L., Редька посівна - *Raphanus sativus* L., Грицики звичайні – *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic., Лунарія однорічна – *Lunaria annua* L., Мак снотворний-*Paraver somniferum* L.

Порядок роботи.

1. Ознайомитися з плодами різних видів рослин і визначити їх тип і назву. Для того, щоб визначити тип плоду, треба встановити: простий плід чи збірний; оплодень соковитий чи сухий (в останньому випадку слід також визначити розкривний плід чи ні); число насінин, число гнізд.

Плід (*fructus*) – це орган, що призначений для захисту насіння, а також для їх розповсюдження. Плід утворюється з квітки в результаті змін, що проходять в ньому після запліднення. В утворенні плоду головну роль відіграє гінецей. У деяких рослин плід утворюється без запліднення. Такі плоди називаються партенокарпічними, як правило не містять насіння (деякі сорти винограду, груші, цитрусових). На відміну від плодів супліддя утворюються з декількох квіток, що зрослися між собою (буряк), або з усього суцвіття (шовковиця, ананас).

Плід складається з оплодня і насіння. Стінка плоду – оплодень, перикарпій – формується із стінки зав'язі, а часто і з других частин квітки (чашолистиків, пелюсток, тичинок, квітколожа). Оплодень складається з трьох шарів: зовнішнього – екзокарпія, середнього – мезокарпія, внутрішнього – ендокарпія.

Класифікація. Різноманітність плодів дуже велика. Це пов'язано з величезною різноманітністю систематичних груп покритонасінних рослин і способами розповсюдження плодів. Це дуже ускладнює створення загальної філогенетичної класифікації плодів. Сучасна філогенетична класифікація оснований на типі гінецею. Плоди, що утворені з примітивного апокарпного гінецею, називаються апокарпіями, а з ценокарпного – ценокарпіями (рис. 63, 64). На жаль, подальша класифікація цих двох груп дуже складна і не може бути використана для практики визначення рослин. Тому приходиться дотримуватися морфологічної класифікації плодів, що є штучною.

Плід називають **простим**, якщо в його утворенні приймає участь тільки одна маточка. Сухі ценокарпні плоди, які розпадаються на частини (*мерикарпії*), що відповідають плодолистикам або поздовжньо по гніздам називаються *дробними* (мальва, зонтичні). Якщо плоди розламуються по поперечним (несправжнім) перетинкам на однонасінні членики, то вони називаються *членистими* (мальвові, геранієві, губоцвіті, шорстколисті). Плід, що утворений декількома маточками однієї квітки, називають *збірним* або *складним*. В основу подальшої класифікації простих і складних плодів покладені наступні ознаки: консистенція оплодня (сухий чи соковитий), число насінин (одне чи багато), розкриття оплодня (розкривається чи ні, спосіб розкриття), число плодолистиків, що утворюють плід (рис. 65 – 75).

Морфологічна класифікація плодів

СУХІ	СОКОВИТІ
<i>Багатонасінні</i>	
Листянка Біб Коробочка Стручок і стручечок Членисті плоди	Ягода Ягодоподібні плоди: (яблуко, гарбузина, померанець або гесперидій)
<i>Однонасінні</i>	
Горішок Горіх Жолудь Сім'янка Зернівка Крилатка	Кістянка

Завдання: ЗАРИСУВАТИ: синкарпну ягоду винограду і паракарпну агрусу; ягодоподібні плоди – яблуко (груші або яблуні), гарбузину огірка або дині, померанець (гесперидій) лимону; кістянку вишні і горіху грецького; складну кістянку малини; сім'янку соняшника; складну сім'янку перстача; зернівку пшениці; горіх ліщини або каштану їстівного; жолудь дуба; горішок конопель; збірний багатогорішок полуниці; крилатку ясена і подвійну крилатку клена; листянку дельфінію або чемерника; біб гороху; стручок капусти; членистий стручок редьки; стручечок лунарії або грициків; коробочку мака.

Відмітити консистенцію оплодня (сухий чи соковитий), число насінин (одне чи багато), розкриття оплодня (розкривається чи ні, спосіб розкриття), тип гінецею. В соковитих плодах відмітити екзокарпій, мезокарпій, ендокарпій, в збірних – окремі плодики, в несправжніх – частини квітки, які беруть участь у формуванні плоду.

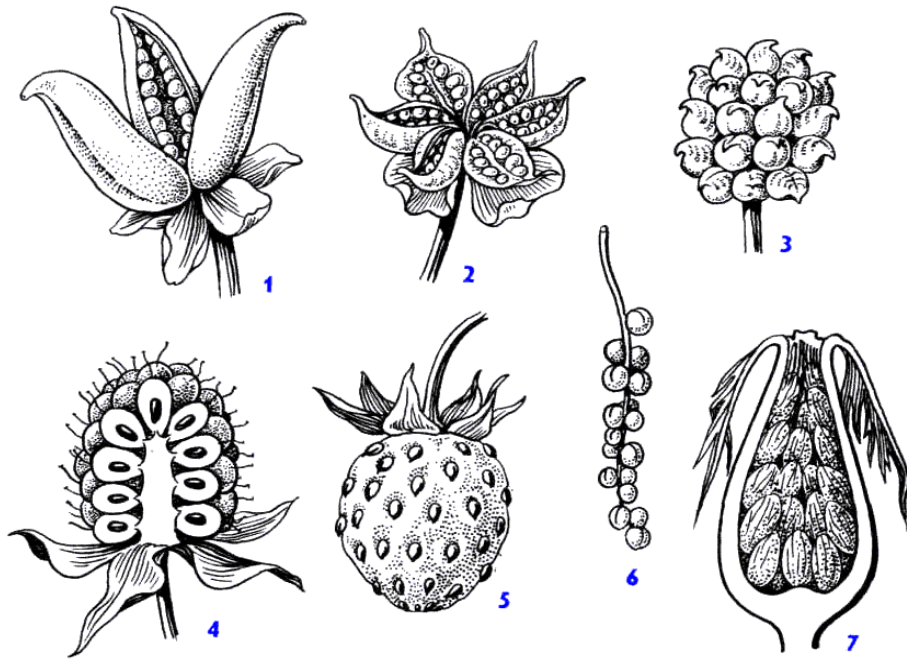


Рис. 63. Сухі та соковиті апокарпії - плоди, утворені декількома (або багатьма) вільними ПЛОДОЛИСТКАМИ:

- 1 – суха багатолістянка півонії, 2 - суха багатолістянка калюжниці,
 3 – багатогорішок анемони, 4 – соковита багатокістянка малини,
 5 – сунична – багатогорішок з розрослим соковитим квітколожем суниць і полуниць,
 6 - соковита багатолістянка з видовженим квітколожем лимонника,
 7 - цинародій – багатогорішок з розрослим соковитим гіпантієм шипшини

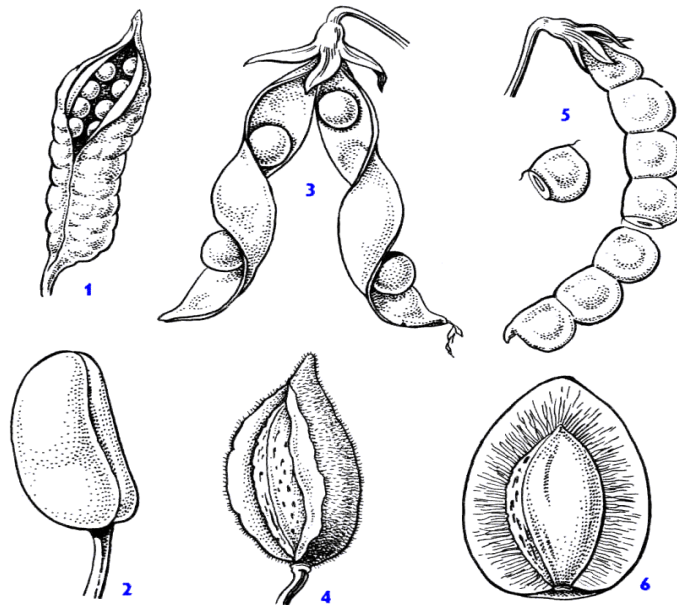


Рис. 64. Сухі та соковиті монокарпії - плоди, утворені одним ПЛОДОЛИСТКОМ:

- 1 - суха однолістянка сокирок, 2 - соковита однолістянка воронця , 3 - біб мишачого горошка, 4 – суха однокістянка миглалю, 5 - членистий біб копійника ,
 6 - соковита однокістянка слива

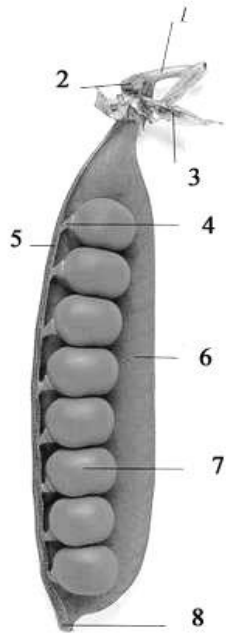


Рис. 65. Біб (горох посівний):
 1 – квітконіжка; 2 – квітколоже;
 3 – залишки чашолистика; 4 – ніжка, що
 прикріплює насінину до плаценти;
 5 – плацента;
 6 – перикарпій (стінка зав'язі); 7 - насіння;
 8 – залишки стовпчика і приймочки

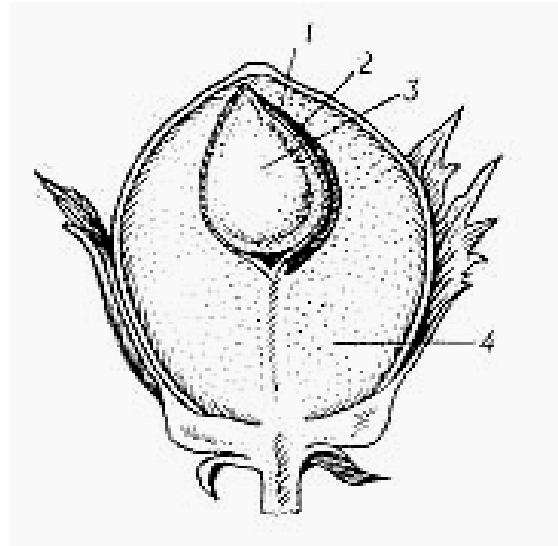


Рис. 66. Плід горіх у ліщини:
 1 – насінина; 2 – колонка;
 3 – абортований насінний зачаток;
 4 – ендокарпій

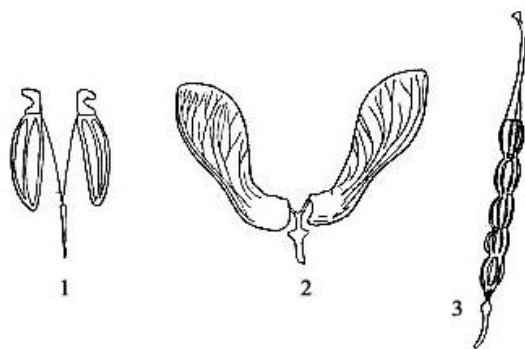


Рис. 67. Членисті плоди:
 1 – вислоплідник; 2 – двокрилатка;
 3 – членистий стручок

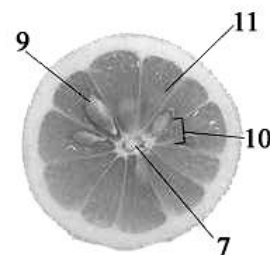
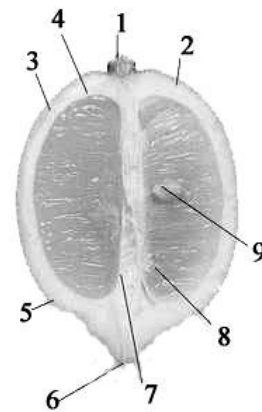


Рис. 68. Померанець (гесперидій) лимону
 (різновид ягоди):
 1 – квітконіжка;
 2 – екзокарпій; 3 – мезокарпій;
 4 – ендокарпій; 5 – ефіро-олійна залозка;
 6 – залишки стовпчика; 7 – плацента;
 8 - везикула (волосок, що заповнений
 соком); 9 – насінина; 10 – плодолистик;
 11 – стінка плодолистика

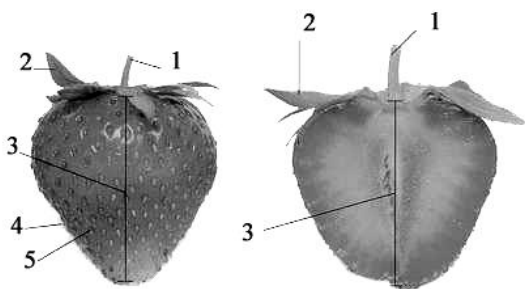


Рис. 69. Багатогорішок (суниці):
 1 – квітконіжка; 2 – чашолистик;
 3 – квітколоже, що розрослося; 4 – залишки
 приймочки і стовпчика; 5 – горішок

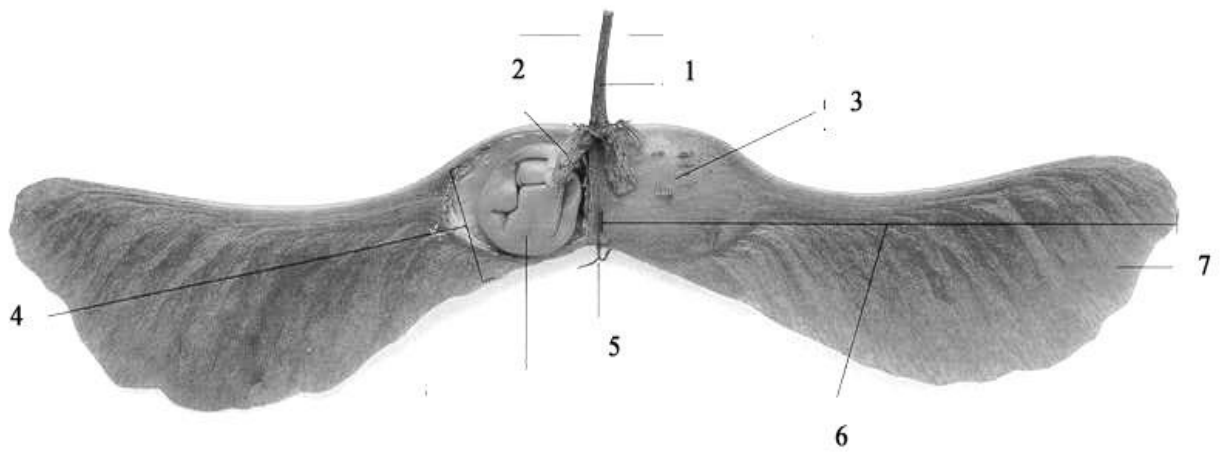


Рис. 70. Двокрилатка (клен-явір):

- 1 – квітконіжка; 2 – залишки чашолистика; 3 – оплодень (стінка плоду, що оточує насінину);
 4 – насінина; 5 – залишки стовпчика і приймочки; 6 – мерикарпій (половина плоду);
 7 – крило (широкий плоский оплодень)

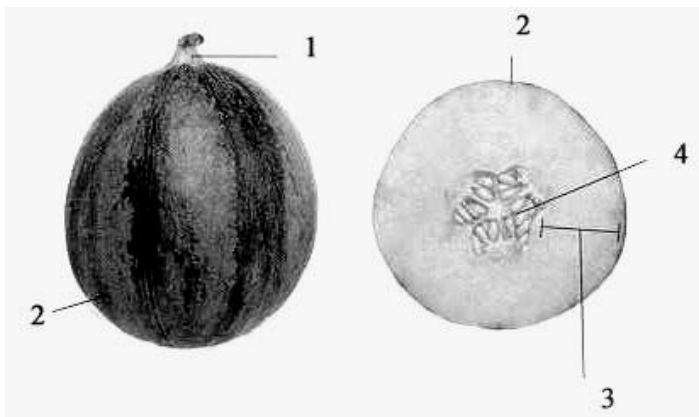


Рис. 71. Гарбузина (різновид ягоди) дині:
 1 – квітконіжка; 2 – шкірка (квітколоже і екзокарпій, що зрослися); 3 – мезокарпій і ендокарпій;
 4 – насінина

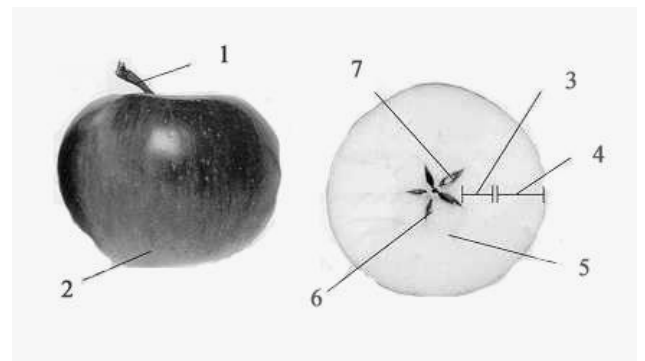


Рис. 72. Плід яблуко (несправжній плід):
 1 – квітконіжка; 2 – шкірка; 3 – мезокарпій і екзокарпій; 4 – квітколоже, що розрослося, основи чашолистків, плюсток, тичиник;
 5 – провідний пучок; 6 – ендокарпій;
 7 – насінина

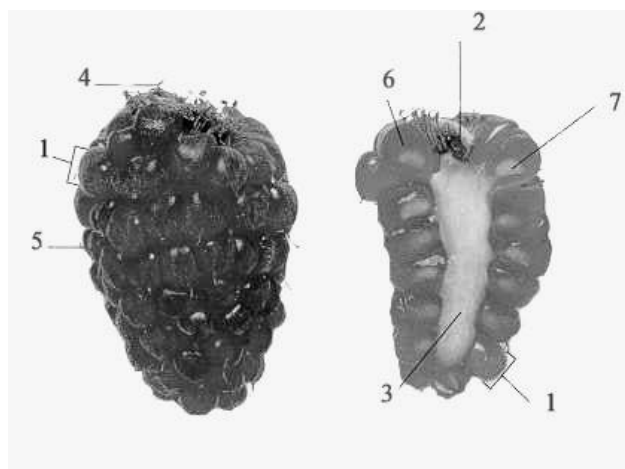


Рис. 73. Складний плід (малина звичайна):

- 1 – кістяночка; 2 – квітконіжка; 3 – квітколоже; 4 – залишки тичинки; 5 – залишки стовпчика; 6 – мезокарпій і екзокарпій; 7 – кісточка (насінина, що оточена ендокарпієм)

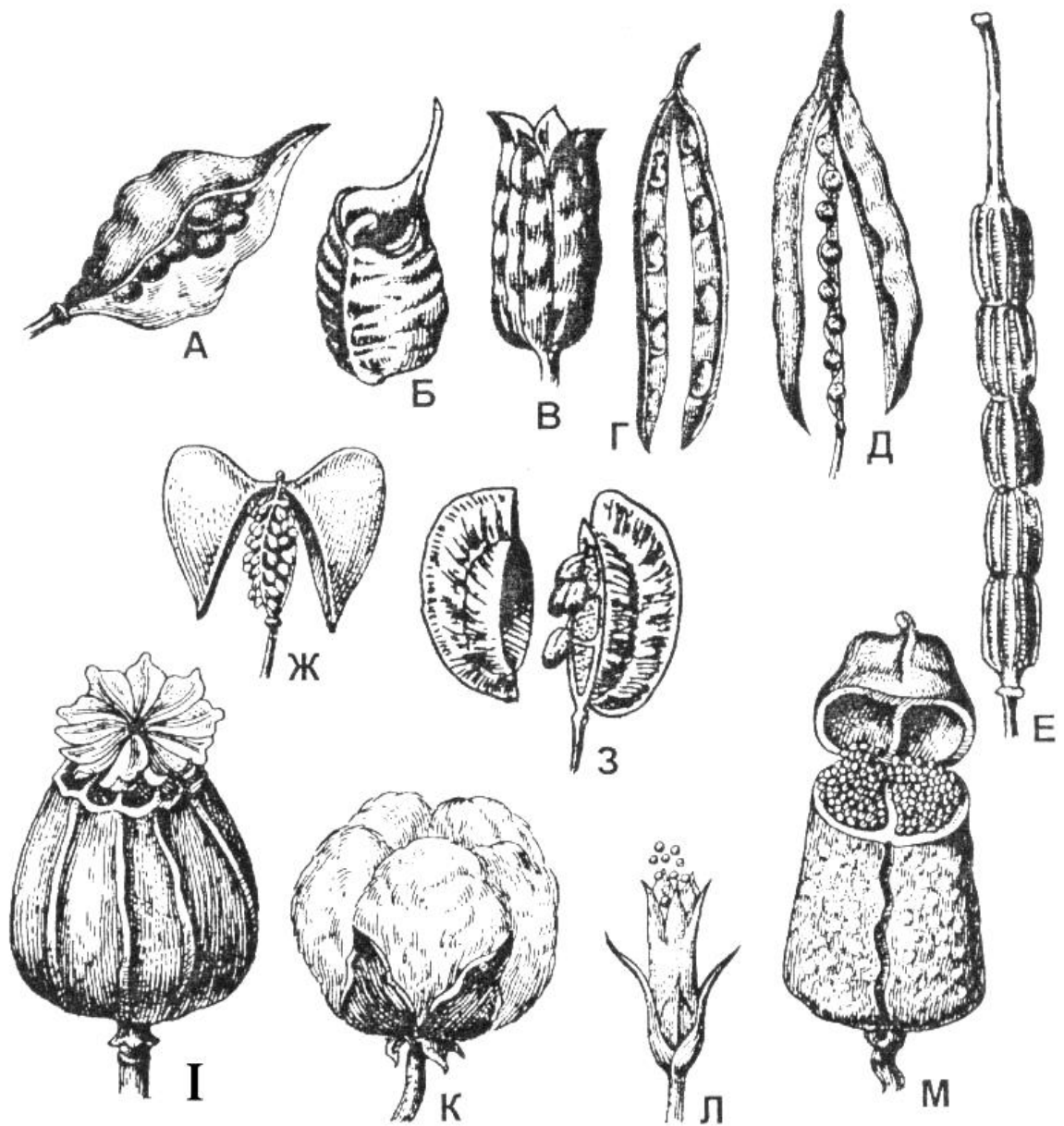


Рис. 74. Розкривні сухі плоди: А – листянка (дельфіній); Б – листянка (чемерник); В. – збірна листянка (орлики); Г – біб (квасоля); Д – стручок капусти; Е – членистий стручок (редька); Ж – стручечок (грицики); З – стручечок (талабан); І – М – коробочки, що розкриваються: І – отворами (мак); К – щілинами (бавовна); Л – верхівковою щілиною (гвоздика); М – кришечкою (блекота) (за В.Х.Туцаюк)

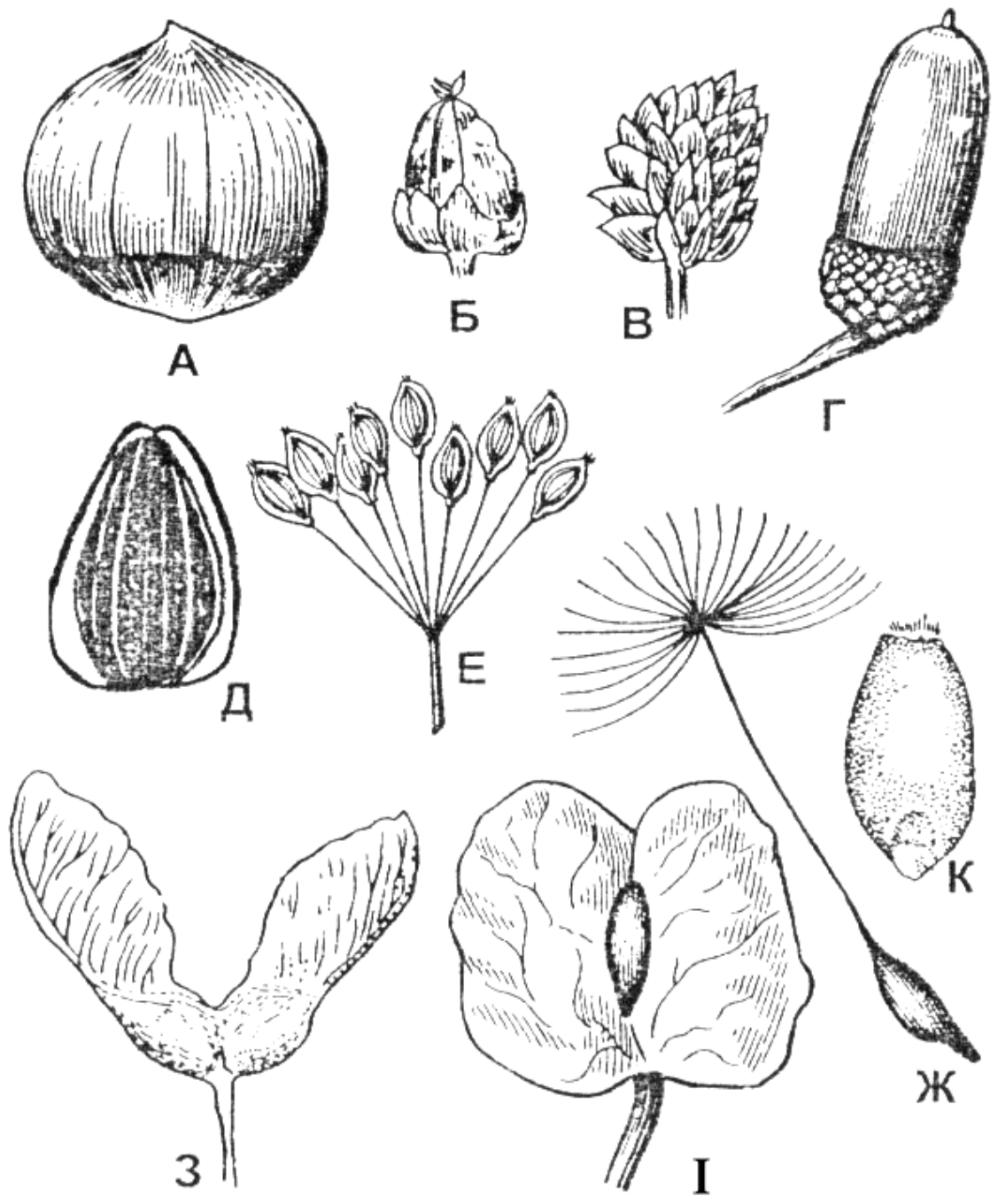


Рис. 75. Нерозкривні сухі плоди: А – горіх (ліщина звичайна); Б – горішок (гречка); В – збірний горішок (жовтець); Г – жолудь (дуб); Д – сім'янка (соняшник); Е – двосім'янка (кріп пахучий); Ж – сім'янка з чубчиком (кульбаба лікарська); З – крилатка (клен); І – крилата сім'янка (в'яз гірський); К – зернівка (пшениця) (за В.Х. Тутаюк)

ЛІТЕРАТУРА

1. Барна М.М. Ботаніка. Терміни. Поняття. Персоналії. – К.: Вид. центр «Академія», 1997.
2. Билич Г.Л., Крыжановский В.А. Биология. Полный курс. В 3-х т. Том 2. Ботаника. – М., 2002. – 544 с.
3. Войтюк Ю.О., Кучерява Л.Ф., Баданіна В.А., Брайон О.В. Морфологія рослин з основами анатомії та цитоембріології – К.: Фітосоціоцентр, 1998. – 216 с.
4. Григора І.М., Верхогляд І.М., Шабарова С.І., Алейніков І.М., Якубенко Б.Є. Морфологія рослин. Навчальний посібник для аграрних університетів. – Київ: Фітосоціоцентр, 2004. – 143 с.
5. Медведева В.К. Ботаника. – М.: Медицина, 1985. – 288 с.
6. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка: анатомія і морфологія рослин – К.: Вища школа, 1995. – 384 с.
7. Ткаченко Н.М., Сербін А.Г. Ботаніка: Підручник. – Х.: Основа, 1997. – 432 с.
8. Український термінологічний словник з фармацевтичної ботаніки / Ткаченко Н.М., Сербін А.Г. та інші/ - Х.: УкрФА, 1993. – 88 с.
9. Фёдоров Ал. А., Кирпичников М. Э., Артюшенко З. Т. [Атлас по описательной морфологии высших растений. Лист](#) / Академия наук СССР. Ботанический институт им. В. Л. Комарова. Под общ. ред. чл.-кор. АН СССР П. А. Баранова. Фотографии В. Е. Синельникова. — М.—Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1956. — 303 с.
10. Хржановский В.Г., Пономаренко С.Ф. Практикум по курсу общей ботаники. – М.: Высшая школа, 1979. – 422 с.
11. Хржановский В.Г. Курс общей ботаники. – М.: Высшая школа, 1982. – Ч. 1. – 385 с.; Ч. 2.. – 544 с.
12. Яковлев Г.П., Челомбитько В.А. Ботаника. – Высшая школа, 1990. – 467 с.

ДОДАТОК

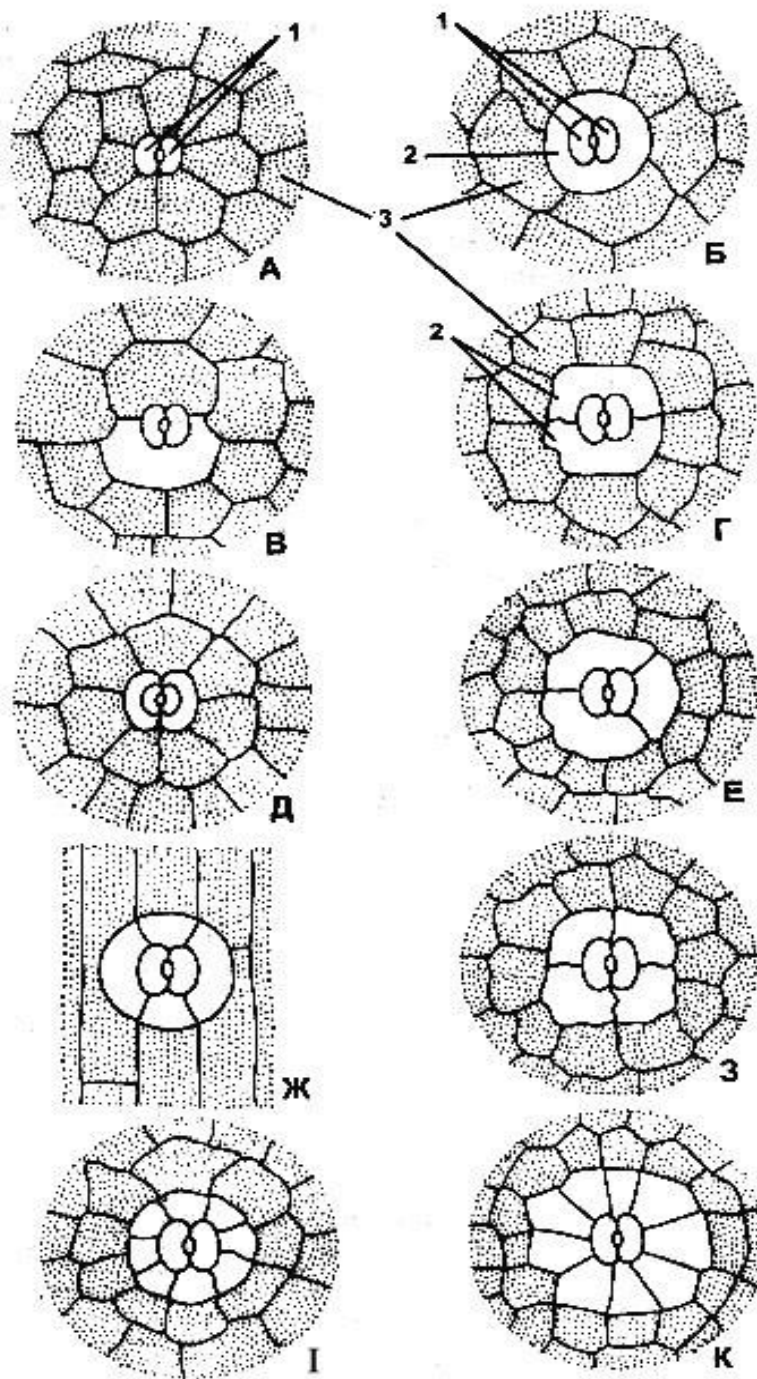


Рис. 1. Типи продихів:
 А – аномоцитний; Б – пероцитний; В – полоцитний;
 Г – діацитний; Д – парацитний; Е – анізоцитний;
 Ж – тетрацитний; З – ставроцитний;
 І – енциклоцитний; К – актиноцитний;
 1 – замикаючі клітини продиха; 2 – побічні клітини;
 3 – основні клітини епідерми
 (за А.А. Яценко-Хмелевським)

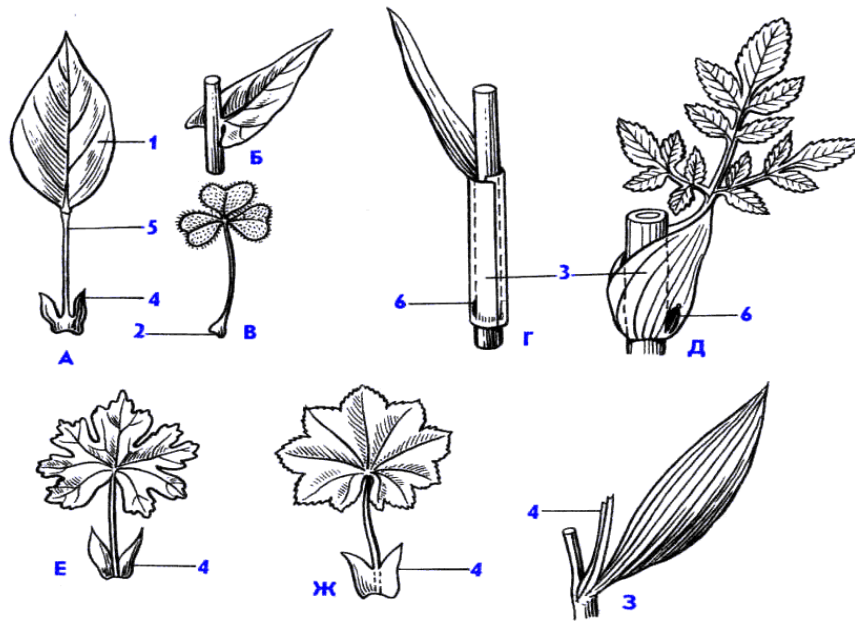


Рис.2. Листки:

А – черешковий, Б – сидячий, В – з подушечкою при основі черешка,
 Г і Д – піхвові, Е – З – листки з прилистками: Е – вільними,
 Ж – прирослими до черешка, З – пазушними зрослими
 1 – пластинка листка, 2 – основа черешка, 3 – піхва, 4 – прилистки,
 5 – черешок, 6 – пазушна брунька

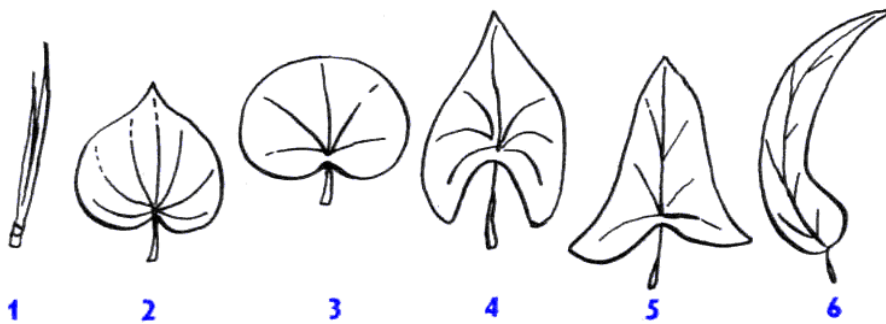


Рис. 3. Особливі форми листкових пластинок:

1 – голчаста, 2 – серцеподібна, 3 – ниркоподібна, 4 – стрілоподібна,
 5 – списоподібна, 6 – серпоподібна

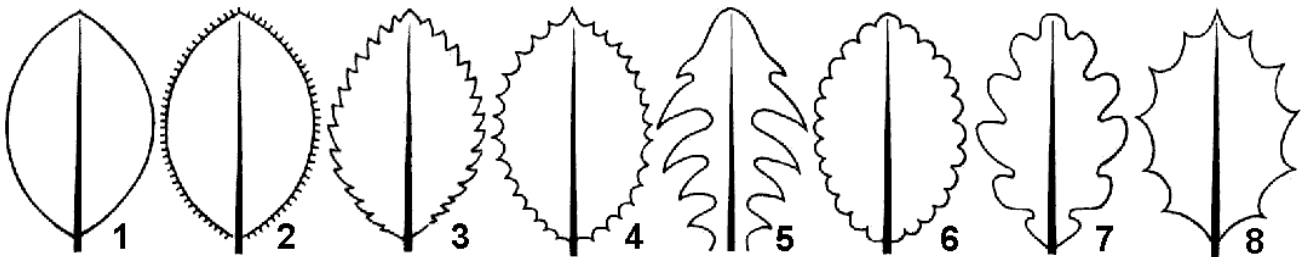


Рис. 4. Форма краю листкової пластинки:

1 – цілокрая; цілісні: 2 – війчаста; 3 – пилчаста; 4 – зубчаста; 5 – струговидна;
 6 – городчаста; 7 – хвиляста; 8 – виймчаста

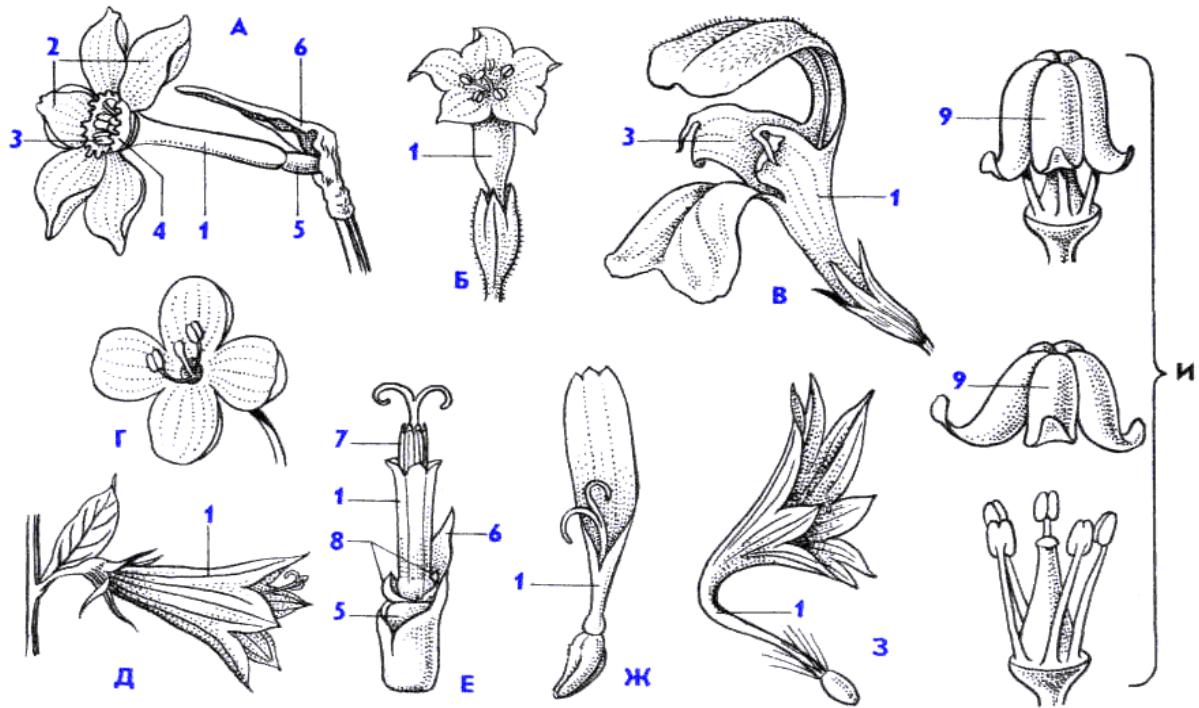


Рис. 5. Деякі форми зрослопелюсткових віночків:

А - трубчастий, з блюдцевидним відгином, одна з пелюсток видалена, нарцису поетичного - *Narcissus poeticus* ; Б - лійковидний тютюну - *Nicotiana tabacum* ; В - двогубий глухої кропиви ієлої - *Lamium album* ; Г - колесовидний вероники дібравної - *Veronica chamaedrys* ; Д - дзвоникovidний дзвоників ріпчастовидних - *Campanula rapunculoides* , Е - трубчастий соняшнику - *Helianthus annuus* , Ж - язичковий календули лікарської - *Calendula officinalis* , З - лійковидний волошки синьої - *Centaurea cyanus* , И - ковпачковий винограду - *Vitis vinifera*. 1 - трубка віночка, 2 - відгин, 3 - зів, 4 - привіночок (коронка), 5 - зав'язь, 6 - приквітний листок, 7 - тичинки, 8 - чашолистик, 9 - віночок, опадаючий у вигляді ковпачка

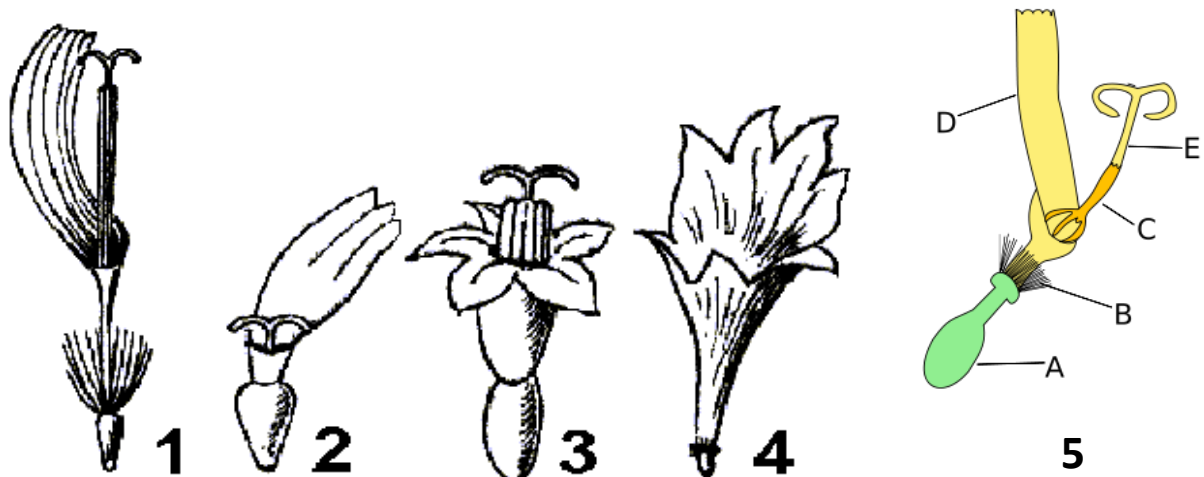


Рис. 6. Квітки айстрових:
 1 — язичковий; 2 — несправжньо-язичковий;
 3 — трубчастий; 4 — лійкоподібний;
 5 – будова язичкової квітки

Язичкова квітка айстрових:
 А. зав'язь
 В. чубок
 С. пиляк
 Д. язичок
 Е. тичинка

Навчальне видання

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт
з дисципліни
„Фармацевтична ботаніка”**

Укладачі : О.В. Любимова-Зінченко, к.т.н., доц.
О.М. Корчуганова, к.т.н., доц.

Комп'ютерна верстка

О.В. Любимова-Зінченко

Підписано до друку _____
Формат 60x84 1/8. Папір типогр. Гарнітура Times
Друк офсетний. Умов.др.арк. _____ Уч.вид _____
Тираж прим. Вид№ _____ Зам. _____ Ціна договірна

Видавництво СНУ ім. Володимира Даля
Адреса видавництва : вул. Іоанна Павла II, 17, м. Київ, 01042
E-mail: e-mail: uni@snu.edu

