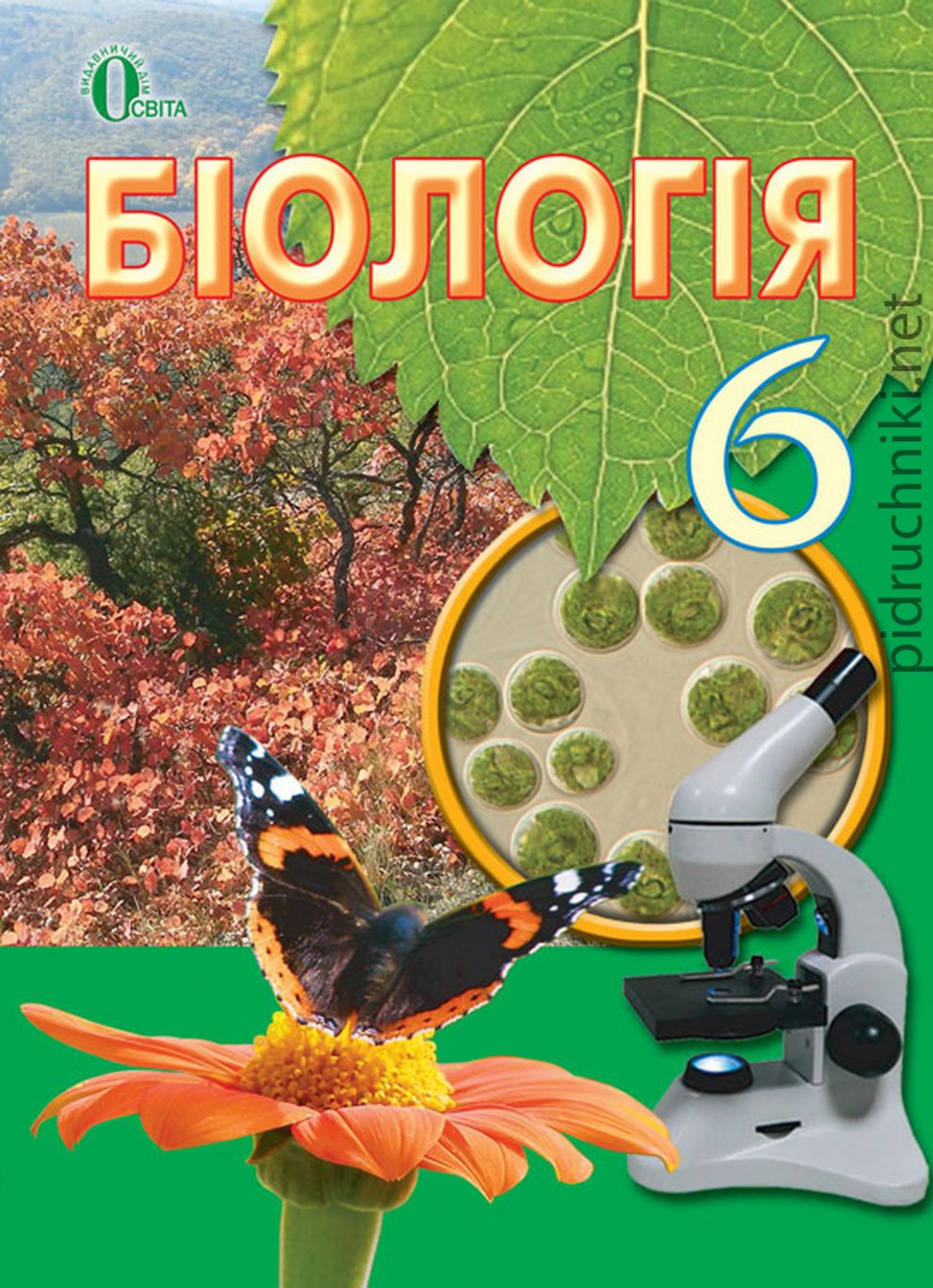


БІОЛОГІЯ

6

pidruchniki.net



І. Ю. Костіков, С. О. Волгін, В. В. Додь,
А. В. Сиволоб, І. В. Довгаль, О. В. Жолос,
Н. В. Скрипник, Г. В. Ягенська, Г. М. Толстанова,
О. Є. Ходосовцев

БІОЛОГІЯ

**ПІДРУЧНИК ДЛЯ 6 КЛАСУ
ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ**



Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Київ
Видавничий дім «Освіта»
2014

УДК 57(075.3)
ББК 28я721
К72

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ Міністерства освіти і науки України від 07.02.2014 р. № 123)*

ВИДАНО ЗА РАХУНОК ДЕРЖАВНИХ КОШТІВ. ПРОДАЖ ЗАБОРОНЕНО

Наукову експертизу здійснював Інститут ботаніки
ім. М. Г. Холодного Національної академії наук України
Рецензент — *С. Л. Мосякін*, директор Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного,
член-кореспондент НАН України, доктор біологічних наук, професор

Психолого-педагогічну експертизу здійснював Інститут педагогіки
Національної академії педагогічних наук України
Рецензент — *Т. В. Коршевнюк*, старший науковий співробітник
Інституту педагогіки НАПН України, кандидат педагогічних наук

Відповідальні за підготовку підручника до видання:
С. С. Фіцайло, головний спеціаліст департаменту загальної середньої
та дошкільної освіти МОН України;

О. В. Белявська, методист вищої категорії відділу науково-методичного
забезпечення змісту освіти основної і старшої школи Інституту інноваційних
технологій і змісту освіти МОН України

Костіков І. Ю.

К72 Біологія : підруч. для 6 кл. загальноосвіт. навч. закл. /
І. Ю. Костіков та ін. — К. : Видавничий дім «Освіта», 2014. —
256 с. : іл.

ISBN 978-617-656-308-2.

**УДК 57(075.3)
ББК 28я721**

ISBN 978-617-656-308-2

© І. Ю. Костіков, С. О. Волгін, В. В. Додь,
А. В. Сиволоб, І. В. Довгаль, О. В. Жолос,
Н. В. Скрипник, Г. В. Ягенська, Г. М. Толстанова,
О. Є. Ходосовцев., 2014
© Видавничий дім «Освіта», 2014



Вступ

ЩО ТАКЕ ЖИТТЯ ТА ЯК ЙОГО ДОСЛІДЖУЮТЬ

Вивчаючи цю тему, ви дізнаєтеся про:

- ✓ головну таємницю життя;
- ✓ різноманітність живого на нашій планеті та те, як його досліджують





Ви дізнаєтеся про найважливіші властивості живого, які відрізняють живий організм від його неживого оточення.



Я хотіла б ще більше дізнатися про життя та розвиток організмів у природі.

Погляньте на світ довкола себе. Скрізь ви побачите неживі об'єкти і організми — живі створіння. У чому відмінність між ними? Чим відрізняється живе від неживого? У чому сутність життя? Вже багато століть людство шукає відповіді на ці прості запитання, але щоразу стикається в новими таємницями живої природи, — і пошук продовжується. Провідником людини у вивченні живого є наука біологія. Її назва походить від старогрецьких слів «біос» — життя та «логіс» — слово, вчення. Зрозуміти, що вивчає біологія, вам допоможуть живі організми довкола нас — слід лише бути уважними та спостережливими.

Головною властивістю живих організмів, на відміну від неживої природи, є їхня здатність до розмноження. **Розмноження** — це утворення батьківськими організмами нових подібних до себе дочірніх особин.

Кожен організм існує лише обмежений час, але завдяки розмноженню життя безперервно передається від покоління до покоління. На нашій планеті цей процес не переривається більше трьох мільярдів років. Усі процеси, які відбуваються у живому організмі, спрямовані саме на забезпечення передачі життя наступним поколінням.

Перш ніж утворити нащадків, організм має досягти певних розмірів, маси, накопичити певну кількість речовин, які будуть використані при побудові дочірніх особин. Тобто організму необхідно **рости**. **Ріст** — це ще одна з основних властивостей живих організмів, яка полягає у збільшенні їх розмірів. Щоб забезпечити ріст, організм поглинає із зовнішнього



Ріст рослин



середовища різноманітні речовини — «будівельний матеріал». Поглинання речовин з навколишнього середовища та їх засвоєння називають *живленням*.

Все спожите організмом перетворюється на ті речовини, з яких він буде своє тіло. При цьому утворюється певна кількість шкідливих речовин — відходи, від яких організм позбавляється. Видалення шкідливих речовин називають *виділенням*. Таким чином, у процесі живлення та виділення організм здійснює *обмін речовинами* з навколишнім середовищем.

Обмін речовинами відбувається постійно. Саме завдяки цьому хімічний склад організму повністю оновлюється через певний проміжок часу навіть тоді, коли жива істота не змінює своєї маси та розмірів.

Поглинання речовин, їх перетворення та включення до складу тіла, виведення шкідливих речовин, — все це вимагає енергії. Її організми також отримують із зовнішнього середовища — або у вигляді світла, або у вигляді органічних речовин. Частина енергії витрачається організмом на забезпечення росту та розмноження, решта — виділяється у вигляді тепла. Тобто, окрім обміну речовинами, організми здійснюють ще й *обмін енергією* з навколишнім середовищем.

Прийстосування до навколишнього середовища — це такі зміни живого в мінливому оточенні, які дають змогу вижити і залишити потомство.

Наприклад, у рослин посушливих місць вростання корені проникають на значну глибину, де розташовані ґрунтові води (*верблюжа колючка*), а деякі вдатні накопичувати воду в своїх органах, а потім економно її використовувати (*кактус, алоє*).



Сонячне світло та органічні речовини — основні джерела енергії для забезпечення життєдіяльності організмів

1. Головна властивість живого — це здатність до розмноження, яка забезпечує неперервність життя на Землі.
2. Інші важливі властивості живого — ріст та взаємодія із зовнішнім середовищем — спрямовані на забезпечення процесу розмноження.
3. Взаємодія організмів із зовнішнім середовищем полягає в обміні речовинами та енергією, а також у пристосуванні до змін зовнішнього середовища.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Ріст, розмноження, обмін речовинами та енергією, пристосування до навколишнього середовища.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Яка головна риса відрізняє живий організм від неживого тіла?
2. Завдяки яким процесам відбувається обмін речовинами?
3. Відомо, що кристали ростуть. Чому їх не вважають живими?

ЗАВДАННЯ

Деякі електронні пристрої живляться від сонячних батарей і в процесі роботи нагріваються. У чому їхня схожість з живими організмами, а в чому — відмінність?

§ 2. РІЗНОМАНІТНІСТЬ ЖИТТЯ



Ви дізнаєтесь, які основні групи живих організмів мешкають на нашій планеті, скільки відомих видів серед них нараховується, а також про ті форми життя, які перебувають на межі між живим і неживим.



Скільки видів живих організмів існує на Землі? Скільки видів рослин, грибів та тварин існує в природі?

З давніх часів до XVIII ст. біологи розрізняли лише дві великі групи живих істот — *рослини* і *тварини*. Проте вивчення живого переконало вчених, що лише цих груп недостатньо для опису різноманітності життя. По-перше, у природі постійно знаходили види із дивним сполученням ознак рослин і тварин, наприклад, *гриби*. По-друге, деякі види мали властивості, не притаманні ані рослинам, ані тваринам. До таких видів належить, зокрема, величезна кількість непомітних без використання збільшувальних прила-



дів організмів. Тому в другій половині ХХ ст. біологи виділяли у живій природі вже чотири основні групи — *рослини, тварини, гриби*, а також істот, дуже дрібних і непомітних без використання збільшувальних приладів, — *бактерії*.

До сьогодні вченими підраховано: загальна кількість відомих людині видів живих організмів, що існують нині на Землі, становить понад 1,9 мільйона. З них 1,4 млн видів — це тварини, 250 тис. видів — рослини, понад 100 тис. видів — гриби. Вливаюко 150 тис. видів припадає на інші різноманітні організми, з яких 30 тис. видів — бактерії. Значна кількість видів живих організмів (особливо бактерій) все ще залишається невідомою.

На Землі, за винятком жерл вулканів та деяких створених людиною звалищ токсичних відходів, немає жодного квадратного метра, де б не було хоча б одного живого організму. В гарячих пустелях ґрунт насичений багатьма мікроскопічними істотами. Сніги та льодовики є притулком для холодолюбних мікробів та непомітних без збільшувальних приладів водоростей і грибів. Живі істоти населяють гарячі джерела, мертві, на перший погляд, надсолоні озера, голі неприступні гірські скелі. Життя вирує в прозорій морській воді та в чорній безодні найглибших океанічних западин.

Живі організми постійно змінюють обличчя планети. Вони руйнують гірські масиви, перетворюють піски, глину та каміння на родючий ґрунт. Вони також «доглядають» за планетою — прибирають відмерлі рештки, контролюють вміст газів у атмосфері, очищують забруднену воду, постійно перерозподіляють в земній корі неорганічні речовини.

Усі живі істоти, як ви незабаром дізнаєтеся, складаються з найменших живих «цеглинок» — *клітин*. Але біологія вивчає також *віруси*. Віруси не є організмами, вони являють собою неклітинні форми життя. Їх місце особливе, адже вони перебувають на межі живого і неживого. *Віруси* — це подібні до кристалів структури, які, потрапивши в організм, змушують його утворювати нові покоління вірусів. Вірус контролює та направляє цей процес. При цьому сам він не росте, не живиться, не виділяє продуктів обміну. Багато



Рослини



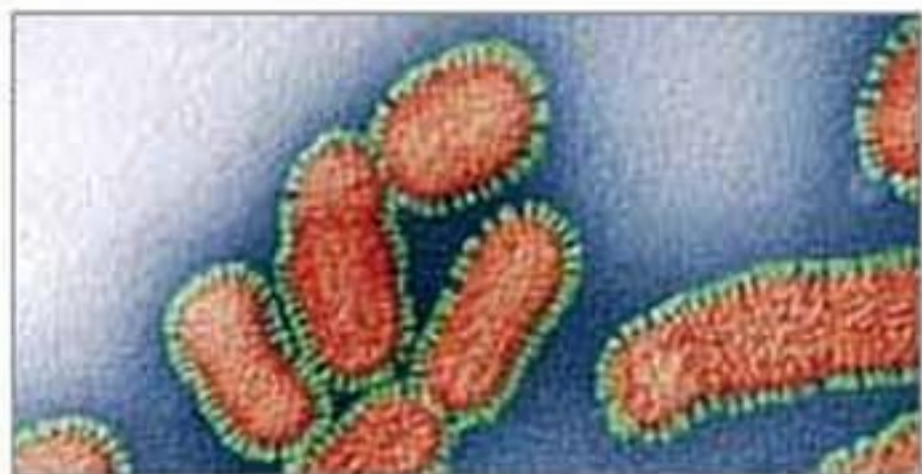
Тварини



Гриби



Бактерії



Вірус грипу при збільшенні
у 230 тис. разів

вірусів, оселившись в організмах, викликають важкі хвороби. Наприклад, захворювання на кір і грип, віспу і СНІД спричинюють саме віруси. Віруси також спричинюють багато захворювань рослин. Наразі відомо близько 10 тис. видів вірусів.

Величезна різноманітність організмів та вірусів є наслідком трива-

лого історичного розвитку життя на нашій планеті, під час якого одні види живих організмів перетворюються на інші. Цей процес називається **еволюцією**.

ВИСНОВКИ

1. Живі організми дуже різноманітні.
2. Основні групи живих організмів становлять бактерії, рослини, тварини та гриби.
3. Наразі на Землі відомо понад 1,9 млн видів живих істот.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Віруси, еволюція.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Як основні групи організмів ви можете назвати?
2. Чому віруси не вважають живими організмами, хоча вони «вміють» розмножуватися?

ЗАВДАННЯ

Розташуйте основні групи організмів у порядку зростання кількості їх видів.

§ 3. ОСНОВНІ РОЗДІЛИ БІОЛОГІЇ



Ви дізнаєтеся, які науки вивчають життя.



Із яких розділів складається біологія?

Біологія вивчає життя в усіх його проявах. В ній існує багато підпорядкованих наук, які можна об'єднати у три великі розділи: «Різноманітність», «Структура», «Функції». Кожен з цих



розділів шукає відповідь на одне з трьох основних запитань: 1. На скільки різноманітним є світ живих організмів? 2. Із чого складаються та як побудовані організми? 3. Які процеси відбуваються в живій речовині та як саме?

До наук, що вивчають різноманітність організмів, належать ботаніка, зоологія, мікологія, мікробіологія та вірусологія. Найдавнішими є: ботаніка (наука про рослини) та зоологія (наука про тварин). У XIX ст. народились мікологія (наука про гриби) та мікробіологія (наука про бактерії). На початку XX ст. виникла наука про неклітинні форми життя — вірусологія.



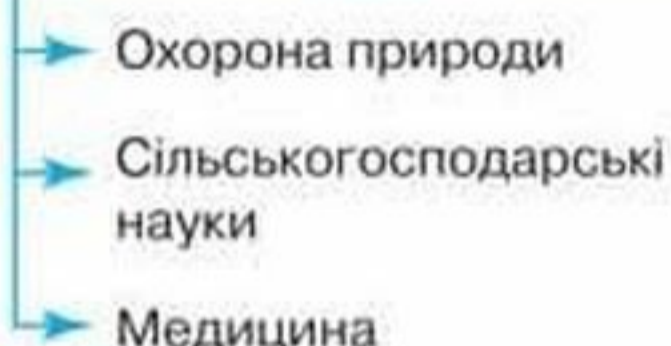
Більшість багатоклітинних організмів (до таких належить і людина) складаються з органів, органи — з тканин, тканини — з клітин, клітини — з молекул, а молекули — з атомів. Це називають *рівнями організації живого*. Атомарний та молекулярний рівні організації однакові як для живої, так і для неживої природи, і їх вивчають небіологічні науки — фізика і хімія. Сполучною ланкою між хімією та біологією є біохімія, а між фізикою та біологією — біофізика. Більш високі рівні організації, починаючи від клітинного, є цариною біології. Клітини вивчає цитологія, тканини та органи — гістологія й анатомія, а організм у цілому — морфологія.



«ФУНКЦІЇ»



ПРИКЛАДНІ НАУКИ



Науки, що входять до розділу «Функції», пов'язані з двома головними властивостями, за якими живе відрізняється від неживого. По-перше, живі організми ростуть, по-друге, — розмножуються. Процеси, що забезпечують ріст, вивчає фізіологія, а процеси, що забезпечують розмноження, — генетика. Крім того, організми взаємодіють із навколишнім середовищем та організмами, що їх оточують. Внаслідок цього жива та нежива природа загалом і різноманітні організми між собою виявляються взаємопов'язаними та взаємозалежними. Такі взаємодії та зв'язки вивчає екологія.

Здобутки біології широко використовуються людиною у її практичній діяльності. Цим займаються прикладні науки:

✓ *охорона природи*, що займається збереженням, раціональним використанням і відновленням природних ресурсів Землі;

✓ *сільськогосподарські науки*, які розвивають та вдосконалюють сільськогосподарське виробництво;

✓ *медицина*, що вивчає хвороби людини, правила поведінки, які дозволяють їх уникнути, та способи боротьби з хворобами.

ВИСНОВКИ

1. Біологія — це наука про життя, яка складається з багатьох підпорядкованих наук, об'єднаних у кілька розділів.
2. Основні розділи біології вивчають різноманітність, структуру та функції організмів.
3. Прикладні науки допомагають використати здобутки біології у практичній діяльності людини.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. За якими принципами біологія поділяється на окремі науки?
2. Які науки вивчають різноманітність організмів? Що вивчає кожна з них?
3. Які науки вивчають структуру живих організмів?
4. Що вивчають фізіологія, генетика, екологія?

§ 4. НАУКОВИЙ МЕТОД У БІОЛОПІ



Ви дізнаєтеся, що таке науковий метод, наукове припущення, наукова гіпотеза та наукова теорія.



Як працюють учні?

Вивчення організмів завжди починається зі спостереження. Якщо дослідник стикається в неарозумілими чи невідомими властивостями організму, він ретельно їх описує й намагається знайти подібні вже відомі властивості в інших організмів. Під час такого пошуку дослідник порівнює власні дані в уже відомими і формулює в ході порівняння можливі припущення щодо сутності виявлених ним нових властивостей.

Будь-яке наукове припущення потребує перевірки. Для цього на основі припущення створюється прогноз, який має бути перевірений експериментом або багаторазовими новими спостереженнями. Якщо в ході перевірки прогноз справджується, припущення вважається доведеним і науково обґрунтованим. Якщо ні, припущення визнається хибним.

Такий метод дослідження називається **науковим**. А знання, отримані на його основі, вважаються науковими.

Припущення, в яких прогнози підтверджуються багаторазовими новими спостереженнями, але не пройшли перевірки експериментом, називають **науковими гіпотезами**. Гіпотези, що підтверджені численними експериментами, стають **теоріями**.

Застосування наукового методу вченими-біологами можна пояснити на прикладі досліджень дерев, які скидають або не скидають листя взимку.

Нас з вами оточують різноманітні рослини. У деяких з них (наприклад, у берези) за несприятливих для росту умов (зменшення світлового дня та температури взимку) відбувається відмирання та опадання всіх листків. Такі рослини називають **листопадними**.

НАУКОВИЙ МЕТОД

Спостереження

Припущення

Прогноз

Нові спостереження

Гіпотеза

Експеримент

Теорія

Існують також і *вічнозелені* рослини. Їхні листочки (голки) замінюються поступово, але всі повністю не опадають протягом усього періоду життя (наприклад, сосна).

Першим етапом наукового дослідження процесів опадання листків у дерев були тривалі спостереження за березами та соснами у наших кліматичних умовах.

Спостерігаючи за березою і сосною, учені також вивчали ці властивості в інших рослин нашого краю і ретельно *описували результати своїх спостережень*.

Потім учені вивчали це явище у рослин різних географічних широт та визначали риси подібності й відмінності з результатами, які були отримані раніше для рослин нашого регіону. *Порівняння результатів спостережень* — це наступний етап наукового дослідження.

На основі своїх спостережень, їх опису та порівняння, учені висунули припущення про можливі причини цих явищ у листопадних і вічнозелених рослин.

На основі припущень були створені прогнози результатів нових досліджень.

Ці прогнози перевірилися спочатку багаторазовими новими спостереженнями, що привело до виникнення гіпотези про причини існування листопадних і вічнозелених рослин.

Пізніше прогнози підтвердилися багаторазовими експериментами, у ході яких учені виявили, чому і під дією яких чинників природи відбуваються явища опадання листків, і висунута ними раніше гіпотеза стала науковою теорією.

ВИСНОВКИ

1. Біологія спирається на науковий метод.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Науковий метод, гіпотеза, теорія.

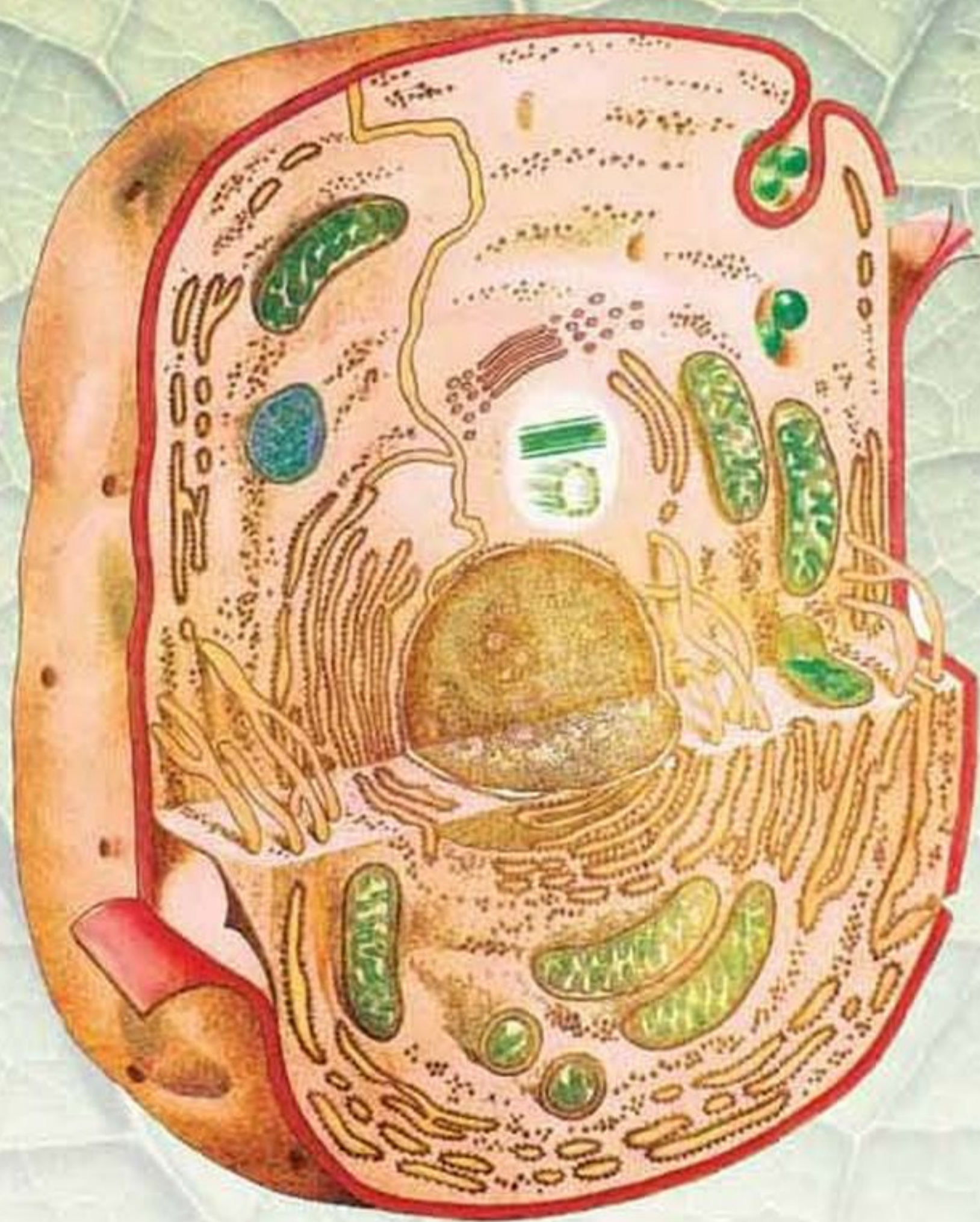
КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Виконання яких «кроків» потребує науковий метод?
2. Чим гіпотеза відрізняється від теорії?

Тема 1. КЛІТИНА

Вивчаючи цю тему, ви дізнаєтеся:

- ✓ з яких найменших живих «цеглинок» складаються організми, як вони побудовані та як працюють;
- ✓ про сутність процесів живлення, травлення, фотосинтезу, дихання та виділення;
- ✓ як правильно працювати з мікроскопом



§ 5. МІКРОСКОП ТА ДОСЛІДЖЕННЯ КЛІТИНИ: ЕКСКУРС В ІСТОРІЮ



Ви дізнаєтесь, як завдяки винаходу та вдосконаленню мікроскопа було знайдено найменші живі цеглинки, з яких побудовані всі живі істоти — клітини.



З чого складаються рослини? З чого складаються тварини? Чи є клітини у бактерій? Що спільного між рослиною і людиною?



Мал. 1.
Лупа



Мал. 2.
Оптичний
мікроскоп

Оптика — розділ фізики, який вивчає світло та пов'язані з ним явища. Прилади, робота яких ґрунтується на використанні властивостей світла, називають **оптичними**.

Питання «З чого складаються живі тіла?» тривалий час залишалося без відповіді, оскільки структури, спільні для всього живого, мають дуже малі розміри і не помітні без збільшувальних приладів. Відповідь було знайдено лише з винаходом **мікроскопа**. Його попередником є найпростіший оптичний прилад — **лупа**, або збільшувальне скло (*мал. 1*).

Мікроскоп, який став прототипом сучасного (*мал. 2*), був винайдений наприкінці XVI ст. Із XVII ст. мікроскоп став одним з основних інструментів біологів.

Одні з перших наукових спостережень біологічних об'єктів



1665

Р. Гук вперше увів термін «клітина»



1673–1683

А. ван Левенгук відкрив світ мікроскопічних організмів, включаючи бактерії, одноклітинні тварини, водорості та гриби



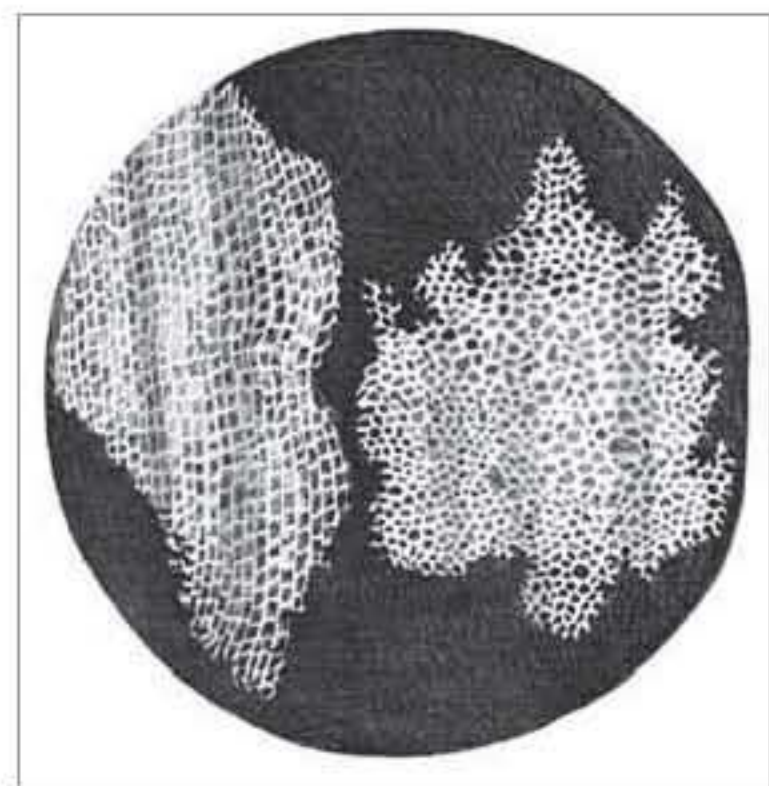
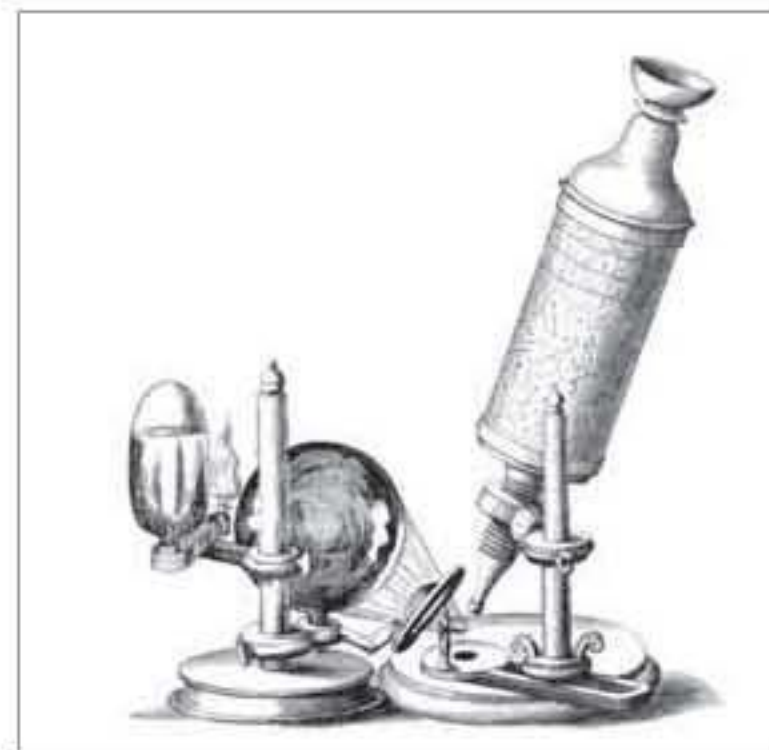
1838–1839

М. Шлейден та Т. Шванн сформулювали клітинну теорію, згідно з якою живі організми складаються з клітин; клітина є найменшою одиницею життя



за допомогою мікроскопа були виконані в середині XVII ст. англійським фізиком та натуралістом Робертом Гуком (1635–1703 рр.). Зокрема, на зрізі *корка* Р. Гук побачив та замалював численні порожнисті камери, які нагадали йому бджолині соти. Він назвав їх «клітинами» (мал. 3). У 1665 р. у книзі «Мікрографія» він опублікував цей малюнок разом з низкою інших зображень мікроскопічних структур каменів, різноманітних матеріалів, рослин та тварин. Структури, які Р. Гук назвав «клітинами», у дійсності були лише їхніми порожніми оболонками. Проте цей термін згодом прижився.

Книга Р. Гука справила велике враження на голландського натураліста Антоні ван Левенгука. За допомогою мікроскопа він відкрив цілий світ мікроскопічних організмів, які назвав «анімалькулями». Серед знаменитих Левенгуківських «анімалькуль» (мал. 4) — мікроскопічні водорості та тварини, одноклітинні мікроскопічні гриби — *дріжджі*. Левенгук також відкрив клітини крові, описав мертві клітини шкіри та будову м'язів людини, деталі ока комах та клітинну будову коренів водної рослини *ряски*.



Мал. 3. Мікроскоп Р. Гука, зріз через корок

*Omnis
cellula e
cellula*



1858

Р. Вірхов обґрунтував принцип: «Кожна клітина походить від іншої існуючої клітини»



1931

Е. Руска розробив прототип електронного мікроскопа. Нагороджений у 1986 р. Нобелівською премією



1950–1963

Д. Е. Паладе, А. Клод, К. де Дюв створили структурно-функціональну модель клітини. Нагороджені у 1974 р. Нобелівською премією

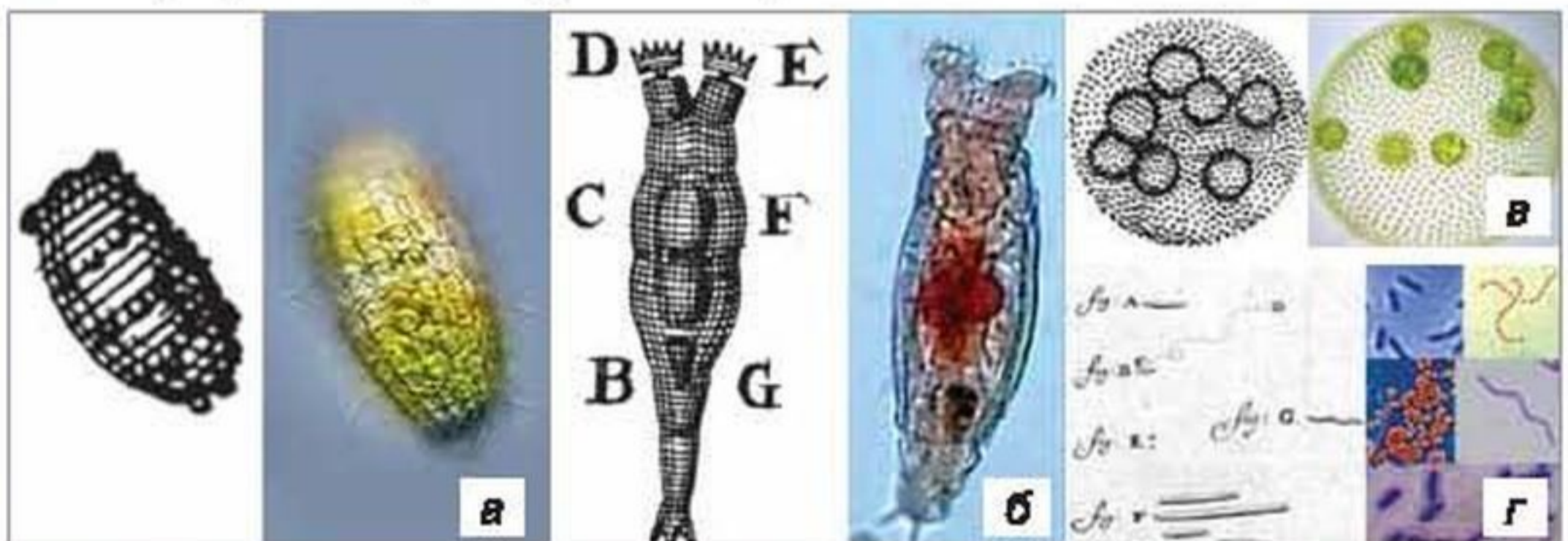
На межі XVIII та XIX ст. було винайдено спосіб виготовлення дуже якісних об'єктивів, які за великого збільшення не спотворювали зображення. За допомогою такого удосконаленого об'єктива англійський ботанік Роберт Броун у 1831 р. відкрив у рослинних клітинах нову структуру — *ядро*. Тогочасні біологи також звернули увагу на те, що ядро знаходиться у в'язкій рідині, якою заповнена клітина. Ця рідина, що утворює внутрішнє середовище клітини, отримала назву *цитоплазма* (від грецького «цитос» — клітина та «плазма» — вміст).

У 1838–1839 рр. ботанік Маттіас Шлейден та зоолог Теодор Шванн дійшли висновку, що основним і обов'язковим елементом будь-якого живого організму є клітина. Вони сформулювали чотири положення, які склали основу запропонованої ними клітинної теорії:

1. Всі рослини та тварини складаються з клітин.
2. Рослини та тварини ростуть за рахунок утворення нових клітин.
3. Клітина є найменшою живою одиницею, і поза клітиною життя не існує.
4. Клітини різних організмів загалом подібні за будовою.

Автори клітинної теорії не змогли правильно пояснити, яким чином утворюються нові клітини. На це питання в 1858 р. відповів видатний німецький вчений Рудольф Вірхов (1821–1902 рр.). Він зробив висновок, що нові клітини виникають лише внаслідок поділу вже існуючих клітин. Р. Вірхову належить крилатий вислів, який перекладається з латини так: «Кожна клітина — від клітини».

Зі створенням клітинної теорії виникла нова наука — *цитологія* (від грецького «цитос» — клітина, вмістилище, та «логос» — вчення, наука), або наука про клітину.



Мал. 4. Деякі «анімалькулі», відкриті та замальовані Левенгуком (XVII ст.) та їх мікрофотографії, зроблені на сучасних оптичних мікроскопах (XXI ст.):
 а — прісноводна мікроскопічна одноклітинна тварина (Інфузорія колепс);
 б — прісноводна мікроскопічна багатоклітинна тварина (коловертка);
 в — прісноводна мікроскопічна зелена водорість (вольвокс);
 г — різноманітні бактерії

У другій половині ХІХ ст. цитологія розвивалася стрімко, при цьому оптичні мікроскопи постійно вдосконалювалися, дозволяючи спостерігати структури, розмір яких становив лише 0,2 мкм, що приблизно у 400 разів менше від товщини людської волосини.

У 1931 р. в Німеччині фізиком Ернстом Рускою було створено прототип електронного мікроскопа. Це привело до того, що з'явилася можливість побачити структури у тисячу разів менші від тих, які помітні в оптичний мікроскоп.

Завдяки електронному мікроскопу (мал. 5) в 50–60-х роках ХХ ст. в біології відбулася справжня революція: було з'ясовано внутрішню будову клітини, виявлено спільні та відмінні риси клітин рослин, тварин, грибів та бактерій.

Ці дослідження дали змогу не лише побачити як побудована клітина, а й зрозуміти, як вона працює.

Мікромір, або мікрон (мкм), — одиниця виміру довжини, яка дорівнює одній мільйонній частині метра.



Мал. 5. Електронний мікроскоп

ВИСНОВКИ

1. Вдосконалення методів мікроскопії було необхідною умовою розвитку біології.
2. Оптичний мікроскоп дав змогу побачити клітину.
3. Завдяки оптичному мікроскопу було встановлено, що клітина є найменшою одиницею живого й усі живі організми складаються з клітин.
4. Завдяки електронному мікроскопу вдалося встановити внутрішню будову клітини та з'ясувати, як вона працює.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Клітина, цитоплазма, цитологія.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Хто першим побачив клітину?
2. Хто відкрив світ мікроскопічних організмів?
3. Які положення клітинної теорії сформулювали М. Шлейден та Т. Шванн?

Підготуйте відповіді на запитання школярів, наведені на початку параграфа.

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

Перші фотографії клітини під електронним мікроскопом

Перший електронний мікроскоп для біологічних досліджень був сконструйований фірмою SIEMENS та в 1944 р. встановлений у Рокфелерівському Інституті медичних досліджень у м. Нью-Йорк. Вже через рік, у 1945 р., трьома біологами під керівництвом К. Р. Портера було опубліковано перші фотографії тваринних клітин, виконані за допомогою цього приладу. На цих світлинах були добре помітні загальні обриси клітини, її неоднорідний вміст, у якому розрізнялося ядро та деякі трубкоподібні структури — мітохондрії. У 60-х роках ХХ ст. групою вчених Рокфелерівського інституту було детально вивчено будову клітин тварин, рослин та грибів, а також деяких мікроскопічних одноклітинних організмів, відкритих ще Левенгуком. У цей же період інша група того самого Інституту дослідила будову найдивовижніших об'єктів, які не були помітні в оптичний мікроскоп — вірусів, встановивши при цьому, що віруси не мають клітинної будови, і, таким чином, знаходяться на межі між живим та неживим.

§ 6. БУДОВА МІКРОСКОПА



Ви ознайомитеся з будовою мікроскопа та дізнаєтесь, як розраховувати його збільшення.



*Чи будемо ми працювати з мікроскопом?
Що можна побачити в мікроскоп, окрім бактерій?*

Мікроскоп (від грецького «мікрос» — малий та «скопео» — дивитись, роздивлятись) — це збільшувальний прилад, який дозволяє розглядати предмети дуже малого розміру. Конструкція шкільного мікроскопа майже така сама, як у найкращих дослідницьких мікроскопів першої половини ХХ ст. (мал. 6). При правильному налаштуванні шкільний мікроскоп дозволяє побачити не лише клітину, але й окремі її внутрішні структури. А за наявності певного досвіду — навіть виконувати деякі цікаві експерименти.

Мікроскоп складається з корпусу та елементів оптичної системи, через які проходить світло.

Частинами корпусу є:

✓ основа;



Мал. 6. Зовнішній вигляд та основні складові шкільного мікроскопа

- ✓ предметний столик, на якому розміщується дослідний зразок, що закріплюється на столику за допомогою двох гнучких тримачів;
 - ✓ штатив зі змінним кутом нахилу, на якому знаходяться великий гвинт грубого налаштування чіткості (макрогвинт), та менший гвинт точного налаштування чіткості (мікрогвинт);
 - ✓ тубус, на нижній частині якого кріпиться революверна насадка з об'єктивами, а у верхню частину вкладається окуляр.
- До елементів оптичної системи мікроскопа належать:
- ✓ увігнуте дзеркало, яке можна повертати;
 - ✓ діафрагма, що знаходиться під предметним столиком;
 - ✓ революверна насадка з об'єктивами різного збільшення;
 - ✓ окуляр, в який спостерігають об'єкт дослідження.

Дзеркало використовують для налаштування найкращого освітлення препарату. Діафрагмою регулюють контрастність та яскравість зображення: якщо діафрагма закрита, зображення дуже контрастне, проте темне; якщо діафрагма повністю відкрита, то контрастність мала, а світла забагато, тому зображення переосвітлене.



Мал. 7. Об'єктиви (а), окуляр (б) шкільного мікроскопа та їх маркування

Об'єктив. Шкільний мікроскоп має три об'єктиви: дуже малого (4-кратного), малого (10-кратного) та великого (40-кратного) збільшення. Для легкої їх зміни вони вкручені в револьверну насадку. Об'єктив, який розташований вертикально вниз, у напрямку до об'єкту дослідження, увімкнений в оптичну систему, інші — вимкнуті. Повертаючи револьверну насадку, можна змінювати робочий об'єктив і, таким чином, переходити від одного збільшення до іншого. При вклученні іншого об'єктива в оптичну систему чути легке клацання — це спрацьовує пружинний фіксатор револьверної насадки.

Об'єктив є головним елементом оптичної системи мікроскопа. На об'єктиві цифрами позначені його технічні характеристики. У верхньому рядку першою цифрою позначається збільшення об'єктива (мал. 7).

Добуток збільшення об'єктива та збільшення окуляра показує **загальне збільшення мікроскопа**. Наприклад, при ввімкненому 4-кратному об'єктиві та 10-кратному окулярі загальне збільшення мікроскопа становить: $4 \cdot 10 = 40$ (разів).

При роботі з мікроскопом на предметний столик кладуть дослідний зразок, закріплюють його тримачами, вмикають об'єктив малого збільшення (10-кратний). Обертаючи дзеркальце, направляють на препарат світло, і макрогвинтом налаштовують чіткість. Далі, за потреби, вмикають об'єктив великого збільшення, підрегулюють чіткість мікрогвинтом та контрастують зображення діафрагмою.

Працюючи з мікроскопом, дотримуйтеся таких правил:

1. Лінзи окуляра та об'єктивів потрібно оберігати від забруднення та механічних ушкоджень: не торкатись пальцями і твердими предметами, не допускати попадання на них води та інших речовин.

2. Забороняється розкручувати оправу окуляра і об'єктивів, розбирати механічні деталі мікроскопа — їх ремонтують лише у спеціальних майстернях.
3. Переносити мікроскоп треба двома руками у вертикальному положенні, тримаючи прилад однією рукою за штатив, а іншою — за його основу.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Об'єктив, загальне збільшення мікроскопа.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. З яких елементів складається оптична система мікроскопа?
2. Які елементи оптичної системи мікроскопа забезпечують загальне збільшення?
3. Для чого використовується увігнуте дзеркало?
4. Яке призначення діафрагми?
5. Який об'єктив вмикають на початку роботи з мікроскопом?
6. Яке максимальне збільшення можна отримати при застосуванні об'єктивів та окуляра, зображених на малюнку 7?
7. Яких правил потрібно дотримуватися при роботі з мікроскопом?

ЗАВДАННЯ

Уважно розгляньте ваш шкільний мікроскоп, знайдіть всі його складові. Запишіть збільшення окуляра та об'єктивів. Розрахуйте збільшення мікроскопа для кожного з об'єктивів. Результати запишіть у таблицю в зошиті.

Збільшення об'єктива	Збільшення окуляра	Загальне збільшення мікроскопа

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

Як визначити розмір найменших об'єктів, які можна побачити в оптичний мікроскоп?

Розмір мінімального об'єкта, який можна побачити за допомогою ока чи збільшувального приладу, визначається його роздільною здатністю.

Роздільна здатність — це найменша відстань між двома точками, на якій їх зображення ще розділені й не зливаються в одне. Роздільна здатність ока людини становить 200 мкм (0,2 мм), оптичного мікроскопа — 0,2 мкм (0,0002 мм), електронного мікроскопа — 0,0002 мкм (0,0000002 мм). Якщо розмір об'єкта менший від роздільної здатності, то цей об'єкт роздивитись вже неможливо, і навпаки. Таким чином, саме від значення роздільної здатності залежить, що можна побачити в мікроскоп, а що — ні.

Значення показника, за яким розраховують роздільну здатність об'єктива, нанесено на його корпусі відразу після показника збільшення об'єктива. Він називається **апертурою об'єктива**.

За апертурою розраховують роздільну здатність об'єктива:

Роздільна здатність (у мкм) = 0,3355 / апертура об'єктива.

Отримане значення округлюють до десятих.

Приклад: на об'єктиві з червоним кільцем (мал. 7) у верхньому рядку нанесено маркування: «4 / 0,10». Цифра «4» вказує на збільшення об'єктива — чотирикратно, а «0,10» — апертуру. Роздільна здатність цього об'єктива буде така:

$$0,3355 / 0,10 = 3,355 \approx 3,4 \text{ (мкм)}.$$

§ 7. БУДОВА КЛІТИНИ



Ви зможете зазирнути у таємничий світ клітини та ознайомитесь з її будовою та роботою.



Я чула, що людина утворена з клітин. Чи є у клітин щось усередині та як вона працює?

Усі живі організми складаються з клітин. Клітини інколи називають «фабриками життя». Фабрика виробляє певну продукцію. Текстильна фабрика — тканини, меблева — меблі, кондитерська — цукерки. А що виробляє клітина? Клітина виробляє складні речовини, з яких будуються нові клітини. Давайте порівняємо клітину з фабрикою (мал. 8).

Виробничі приміщення фабрики мають стіни з дверима та воротами. Так само будь-яка клітина оточена **клітинною мембраною**, яка розпізнає та пропускає в клітину все, що є сировиною для її роботи, забезпечуючи процес живлення клітини. Мембрана також розпізнає та забезпечує виділення непотрібних речовин.



Мал. 8. Фабрика та тваринна клітина

Таким чином, клітинна мембрана — це стіна з воротами, на яких діє суворий контроль та пропускний режим.

Подібно до того, як фабрика має свій внутрішній простір, клітина має *цитоплазму*. Але основа цитоплазми — це не повітря, а в'язка рідина, що за хімічним складом подібна до морської води. Рідина цитоплазми містить до 90 % води, у якій розчинені солі (неорганічні речовини) та прості органічні речовини.

На фабриці є чимало різних приміщень та виробничих ділянок: цехи, склади, транспортні мережі. Цитоплазма також поділена на різні частини — *органели*.

Деякі органели оточені власними мембранами, схожими на клітинну мембрану.

Органели — постійні структури цитоплазми, які виконують певну важливу для клітини функцію.

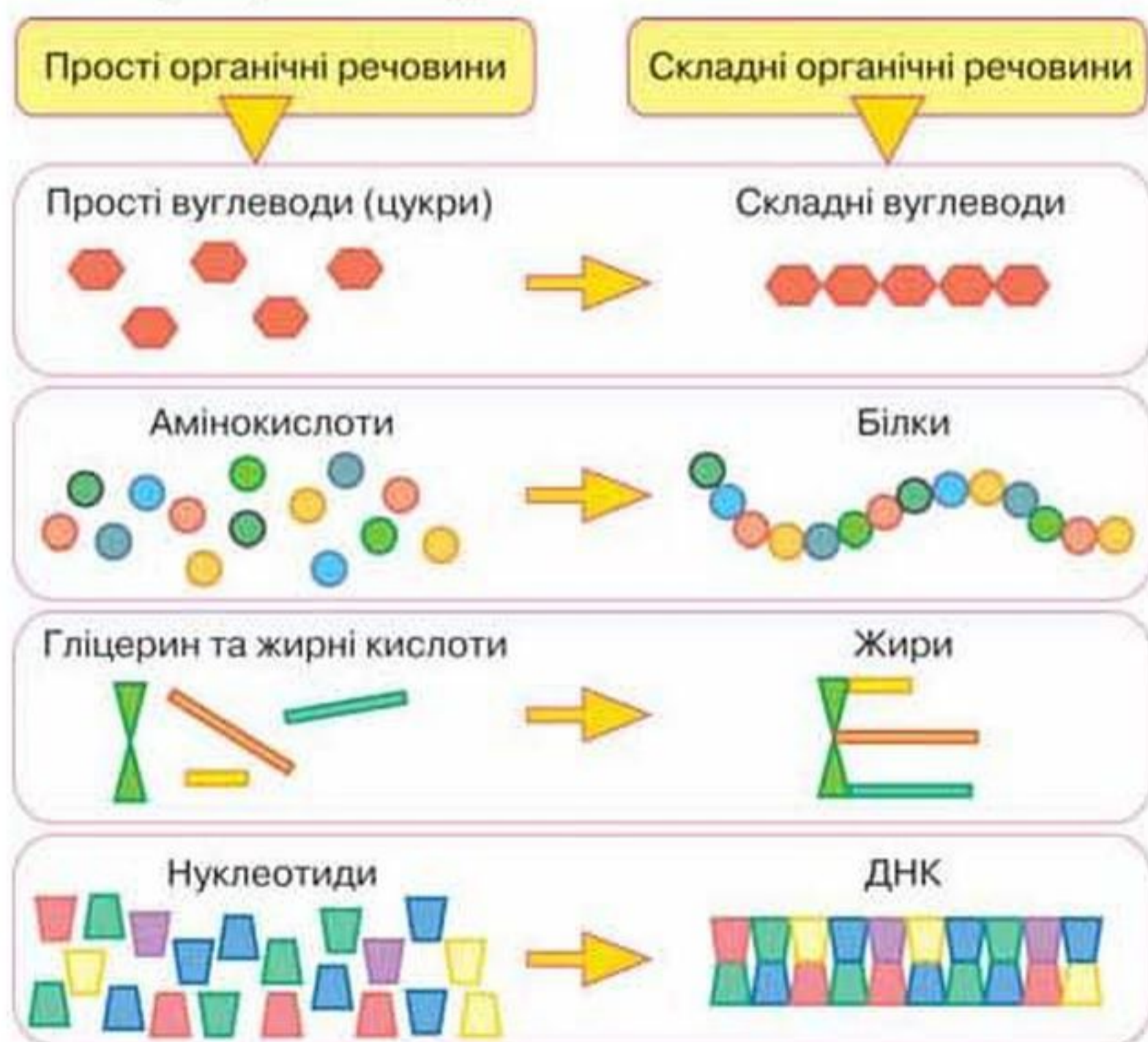
На фабриці є головний офіс, у якому перебуває директор. Головною структурою клітини є *ядро*, у якому знаходяться *молекули ДНК*. Подібно до того, як директор керує роботою фабрики, молекули ДНК керують роботою клітини.

Отже, ми розглянули основні складові частини клітини. Ці та інші складові клітини та їх функції наведені в порівняльній таблиці 1.

Порівняння складових частин клітини та фабрики

Частини фабрики	Функція	Структури та органели клітини
Фабричний корпус із дверима та воротами	Відмежування виробничого простору та забезпечення пропускну режиму	Клітинна мембрана
Внутрішній простір фабрики	Розташування приміщень та виробничих ділянок	Цитоплазма
Кабінет директора	Керування	Ядро
Збиральний конвеєр	Збирання основного продукту	Рибосоми
Електростанція	Забезпечення енергією	Мітохондрії

Основні речовини, з яких клітина себе будує, — це білки, жири та вуглеводи. Спочатку всі ці хімічні сполуки клітина споживає сама — вона включає їх у своє тіло і тому *росте*. Врешті-решт вона виростає і збільшуватися вже не може. Тоді вона *ділиться* — і з однієї клітини утворюються дві.



Мал. 9. Складні органічні речовини утворюються в клітині з простих органічних речовин

«Виробничий процес» у клітині — це велика кількість певних хімічних реакцій. При одних реакціях з простих речовин «збираються» складні, при інших — складні сполуки розкладаються на прості або перетворюються в інші складні речовини. В різних цехах фабрики відбуваються окремі виробничі процеси, а в різних частинах клітини — певні хімічні реакції. За здійснення кожної реакції відповідають спеціальні білки. Якщо клітина — це фабрика життя, то білки — її робітники. Майже кожна хімічна реакція у клітині здійснюється за допомогою певного білка.

Головні складні органічні речовини, які виробляє клітина — це білки, жири, вуглеводи, а також ДНК та деякі інші молекули. З них будується тіло клітини.

Клітини будують складні органічні речовини з простих органічних речовин (мал. 9). Наприклад, молекули простого вуглеводу — глюкози — з'єднуються в довгі ланцюжки — складні вуглеводи. Молекули простих органічних речовин — амінокислот — на рибосомах з'єднуються в довгі ланцюжки й утворюють білки.

В інших органах клітини з простіших органічних речовин збираються складні органічні сполуки — жири. Ланцюжок із простих органічних речовин — нуклеотидів — утворює складну органічну молекулу — ДНК, яка є носієм спадкової інформації.

ВИСНОВКИ

1. Клітина складається з води, неорганічних та органічних речовин.
2. Основні складові клітини — це структури та органели, які взаємодіють між собою у процесі життєдіяльності клітини.
3. У результаті взаємодії структур та органел виробляються складні органічні речовини.
4. Складні органічні речовини необхідні для росту клітини, який завершується її поділом.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Органели, клітинна мембрана, ядро.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке органела?
2. Яку функцію виконує клітинна мембрана?
3. З яких речовин складається клітина?

§ 8. СПІЛЬНІ ОЗНАКИ РОСЛИННОЇ І ТВАРИННОЇ КЛІТИН



Ви дізнаєтеся, що клітини рослин та тварин схожі за тими структурами, які керують роботою клітини, зберігають спадкову інформацію, обумовлюють ріст клітини та забезпечують клітину енергією.



Що таке ДНК? Чи є ДНК у тварин? Чи дихають рослини?

На малюнках 10 і 11 зображено схеми будови тваринної та рослинної клітин. Не зважаючи на досить різний вигляд, у обох типів клітин є багато подібного: *клітинна мембрана, ядро, рибосоми, мітохондрії*. Ці структури та органели виконують функції, спільні як для тваринних, так і для рослинних клітин.

Клітинна мембрана — це структура, яка є в будь-якій клітині. Вона дуже тонка і в оптичний мікроскоп не помітна. Мембрана утворена плівкою жироподібних молекул, у яку «вбудовані» молекули білків. Жироподібні молекули роблять мембрану непроникною, а білки визначають, які речовини пропустити всередину, а які — випустити назовні.

Кожна клітина заповнена **цитоплазмою**. Цитоплазма не залишається нерухомою. Рух цитоплазми полегшує транспортування неорганічних та простих органічних речовин до різних органел.



Мал. 10. Тваринна клітина

І рослинна, і тваринна клітини мають ядро, яке можна роздивитись в оптичний мікроскоп. Ядро — це структура, яка відмежована від цитоплазми ядерною оболонкою і містить молекули ДНК.

ДНК — це довга молекула, що є носієм інформації про виробництво всіх необхідних клітині білків. Ділянка ДНК, яка містить інформацію про один білок, має назву ген. При кожному поділі дочірні клітини у спадок отримують копію ДНК материнської клітини. Тому *молекула ДНК* не лише керує роботою клітини, а є також носієм спадкової інформації.

Таким чином, ядро є центром керування роботою клітини та місцем збереження носіїв спадкової інформації — молекул ДНК.

В усіх клітинах є *рибосоми* — органели, на яких відбувається синтез білків. Вони помітні лише під електронним мікроскопом. Таким чином, рибосома — це, фактично, клітинний конвеєр, на якому відбувається збирання білків.

Як у рослинної, так і у тваринної клітини також є *мітохондрії*. *Мітохондрія* — це органела, яка забезпечує клітину енергією. Вона помітна лише під електронним мікроскопом.

Синтез — це процес з'єднання простих розрізнених частин у складне ціле. Наприклад, синтез білків — це процес, при якому прості речовини (амінокислоти), з'єднуючись одна з одною у певній послідовності, утворюють складну сполуку — білок.



Мал. 11. Рослинна клітина



Мал. 12. Схема роботи мітохондрії

Мітохондрія працює аналогічно до теплової електростанції: в ній «пальне» взаємодіє з киснем. Цей процес називають *диханням*, він подібний до горіння, але без полум'я. Частина енергії, що виділяється при цьому, заряджає «хімічні батарейки» — особливі молекули, які називаються АТФ. Залишок енергії розсіюється у вигляді тепла. «Пальним» для мітохондрії, на відміну від теплоелектростанції, є не вугілля, а вуглевод — глюкоза. Глюкоза в мітохондріях при взаємодії з киснем розкладається на вуглекислий газ і воду (мал. 12).

Але між роботою електростанції та мітохондрії є суттєві відмінності. Електростанція виробляє електричну енергію, а мітохондрія — хімічну. На відміну від електростанції, роботу мітохондрії не можна призупинити — клітина майже відразу загине.

ВИСНОВКИ

Органелами та структурами, спільними для тваринної та рослинної клітин є ті, що:

- ✓ керують роботою клітини та зберігають спадкову інформацію (ядро з ДНК);
- ✓ у процесі дихання забезпечують клітину енергією (мітохондрія);
- ✓ забезпечують синтез білків (рибосоми);
- ✓ контролюють поглинання та виділення клітиною речовин, а також відмежовують цитоплазму від зовнішнього середовища (клітинна мембрана).

Мітохондрії, ДНК, рибосоми, дихання.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

Назвіть органелу або клітинну структуру, яка:

- виробляє енергію для забезпечення клітинних процесів;
- дозволяє потрібним речовинам потрапляти в клітину та запобігає надходженню непотрібних або шкідливих речовин;
- керує роботою клітини та зберігає спадкову інформацію;
- забезпечує синтез білків.

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ**Органели, що забезпечують транспорт речовин у клітині**

За транспортні функції у рослинній та тваринній клітинах відповідають, у першу чергу, ендоплазматична сітка та диктіосоми. Ендоплазматична сітка — це розгалужена система тонких каналів (мал. 10, 11). Канали ендоплазматичної сітки є своєрідними внутрішньоклітинними шляхами, які визначають маршрути руху різних органічних речовин, у першу чергу, — білків. Зовнішні стінки каналів ендоплазматичної сітки є також місцем прикріплення рибосом. Ендоплазматична сітка помітна лише під електронним мікроскопом.

Диктіосоми — це органели, які отримують речовини від ендоплазматичної сітки, сортують їх, готують до відправлення та «пакують» у маленькі мембранні пухирці (мал. 10, 11). Далі ці пухирці відправляються за призначенням — або до інших частин клітини, або до клітинної мембрани, звідки виводяться назовні.

Наявність диктіосом є спільною ознакою і рослинної, і тваринної клітин, проте у тварин диктіосоми утворюють досить складну структуру — комплекс Гольджі. Диктіосоми помітні під оптичним мікроскопом, але їх будову можна вивчити лише з допомогою електронного мікроскопа.

Скільки різних білків працює на фабриці життя?

Для того щоб клітина була живою — тобто могла рости та розмножуватись, їй потрібно багато різноманітних білків. Згідно з розробленою у другій половині ХХ ст. гіпотезою «мінімальної клітини», вважалось, що клітині, щоб бути живою, необхідно синтезувати 800–1000 різних типів білків. Сучасні оцінки мінімальної кількості необхідних білків показали, що клітина може бути живою, якщо її ДНК кодує приблизно 310–380 білків. У 2010 р. молекула ДНК з мінімальною кількістю генів була штучно створена та введена в клітину бактерії, з якої була вилучена її власна ДНК. Така бактеріальна клітина в лабораторних умовах почала рости та ділитися. Таким чином було доведено, що навіть мінімальної кількості генів достатньо для забезпечення повноцінної життєдіяльності клітини.

§ 9. ВІДМІННІ РИСИ БУДОВИ РОСЛИННОЇ І ТВАРИННОЇ КЛІТИН



Ви довідаєтеся, чому, незважаючи на схожість будови, клітини рослин та тварин мають суттєві відмінності.



З чого рослини виробляють кисень? Що таке фотосинтез? Чому рослини зелені? Чи існують рослини, що живляться сонячними променями або повітрям? Які поживні речовини отримують рослини від сонячних променів? Чи правда, що рослини очищують повітря?

З § 7 ви вже знаєте, що прості органічні речовини — це сировина, з якої будуються складні органічні речовини. Але звідки з'являються в клітині прості органічні речовини? Саме в способі отримання простих органічних речовин полягає головна відмінність рослин від тварин.

Рослини самі утворюють прості органічні речовини з неорганічних у процесі фотосинтезу. При фотосинтезі за допомогою

Фотосинтез — це процес утворення простих органічних речовин з вуглекислого газу та води за допомогою енергії світла.

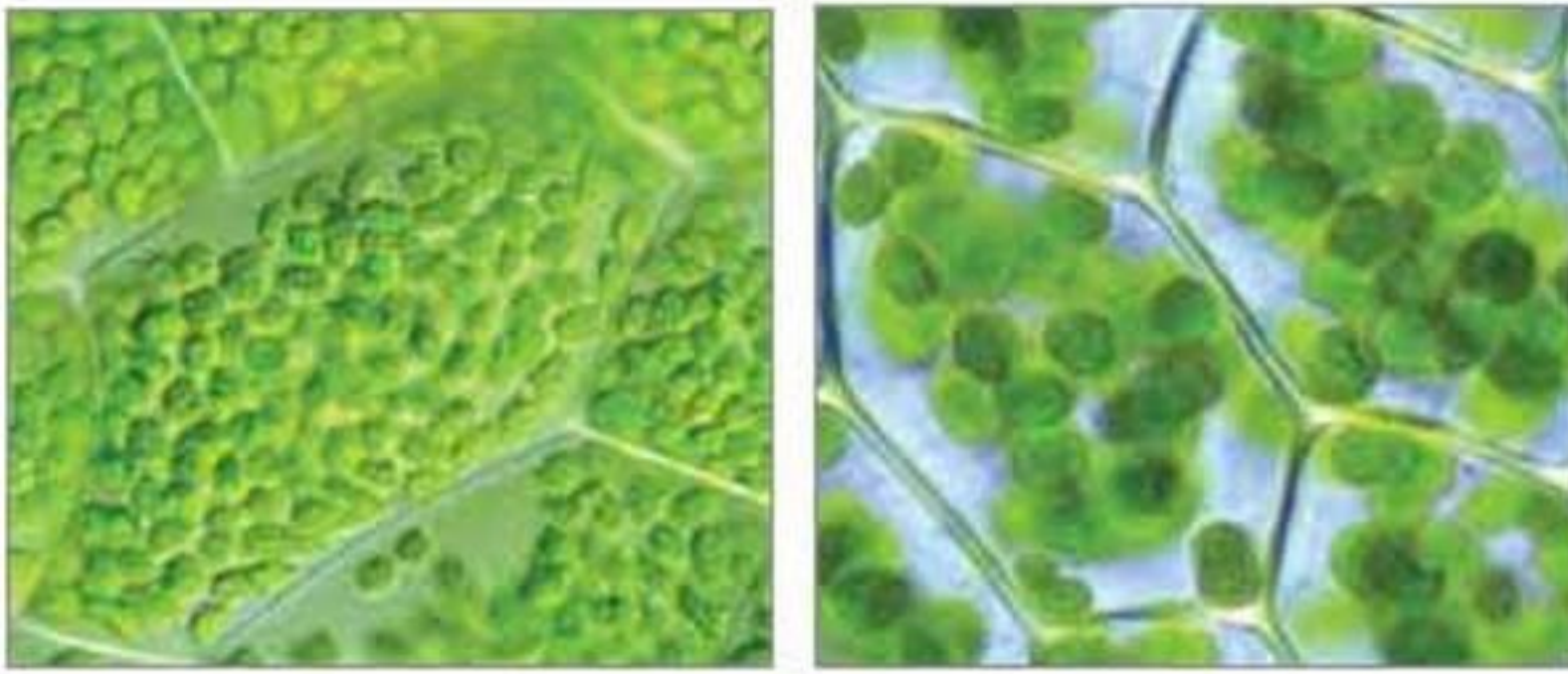
світла з вуглекислого газу та води утворюються прості органічні речовини. Як правило, це глюкоза. Фотосинтез здійснюється в особливих органелах — *хлоропластах*.

Тварини не здатні утворювати прості органічні речовини з неорганічних. Тваринні клітини поглинають вже готові органічні речовини. Прості органічні сполуки поглинаються за допомогою клітинної мембрани й одразу можуть бути використані клітиною для побудови потрібних складних органічних речовин.

Чимало тваринних клітин здатні поглинати також складні органічні сполуки. В цьому випадку складна речовина спочатку розкладається на прості органічні речовини. Цей процес відбувається в клітині і тому називається *внутрішньоклітинним травленням*. Далі прості речовини використовуються як сировина для синтезу інших складних органічних сполук, які в даний момент потрібні клітині. Внутрішньоклітинне травлення у тваринних клітинах відбувається в *лізосомах*.

Саме спосіб живлення визначає основні відмінності у будові рослинної та тваринної клітин.

Рослинна клітина, на відміну від тваринної, має хлоропласти, клітинну оболонку, велику вакуолю з клітинним соком. Тваринна клітина, на відміну від рослинної, має органели, в яких здійснюється внутрішньоклітинне травлення, — лізосоми.



Мал. 13. Клітини з хлоропластами під оптичним мікроскопом

Хлоропласти — одні з найбільших органел рослинної клітини (мал. 13). Вони добре помітні в оптичний мікроскоп. Хлоропласти містять речовину, яка вловлює світло — **хлорофіл**. Хлорофіл завжди забарвлений у зелений колір. Саме тому рослини зелені.

При фотосинтезі в хлоропласт надходять вуглекислий газ і вода. В цей же час хлорофіл уловлює сонячне світло та перетворює його в хімічну енергію, завдяки якій з вуглекислого газу та води утворюється глюкоза. При цьому вивільняється кисень (мал. 14).

Глюкоза, яка утворилася під час фотосинтезу, може бути використана для:

- ✓ утворення складних вуглеводів (наприклад, запасна речовина **кромбаль**);
- ✓ перетворення на інші прості органічні речовини, з яких згодом утворюються білки, жири, ДНК тощо;
- ✓ виробництва необхідної клітині енергії у мітохондріях.



Мал. 14. Процес фотосинтезу

Кисень, що утворюється при фотосинтезі, є «відходом виробництва». Для клітини він небезпечний — адже може «спалити» чимало потрібних речовин, пошкодити чимало клітинних структур та органел. Тому більша частина кисню, за винятком того, що споживається мітохондріями, виводиться за межі клітини і потрапляє у повітря. Саме завдяки кисню, що утворився у процесі фотосинтезу, наша планета має кисневу атмосферу.

Цікаво знати

У рослинній клітині під час фотосинтезу утворюється так багато кисню, що існує загроза пошкодження ним самого хлоропласта. Проте цього не відбувається, бо в хлоропласті кисень зв'язують особливі захисні речовини — *антиоксиданти*. Антиоксиданти рослинного походження часто додають до різних продуктів харчування — вони захищають клітини людини від ушкодження киснем.

Клітинна оболонка — це структура, яка додає рослинній клітині міцності. Клітинна оболонка знаходиться зовні від клітинної мембрани. Вона у 20–1000 разів товща за клітинну мембрану, і тому добре помітна в оптичний мікроскоп. Каркас клітинної оболонки утворює складний вуглевод — *целюлоза*.

Клітинна оболонка не пропускає до клітинної мембрани великі молекули, зокрема складні органічні речовини. Натомість вона проникна для води та розчинених у ній солей, вуглекислого газу та кисню. Клітинна оболонка не лише додає міцності, а й разом з вакуолею надає рослинній клітині пружності.

Вакуоля — одна з найбільших органел рослинної клітини, яка добре помітна в оптичний мікроскоп. Вона відмежована від рідини цитоплазми мембраною.

Основна речовина, яку містить вакуоля, — це вода. Рослинна клітина постійно поглинає її з навколишнього середовища і накопичує у вакуолі. Вода поступово розтягує вакуолю, стінки вакуолі тиснуть на цитоплазму, яка, у свою чергу, тисне на клітинну мембрану. Від цього тиску клітинна мембрана не розривається лише тому, що над нею є міцна клітинна оболонка. Як наслідок, клітина набуває пружності. Якщо запас води у вакуолі зменшується, наприклад, при посухах, клітини втрачають пружність. Одним з проявів цього є *в'янення рослин*.

Крім води, у вакуолі запасуються прості цукри та органічні кислоти — лимонна, яблучна, щавельна. Саме завдяки клітинному соку вакуолей фрукти та овочі мають кисло-солодкий смак.

Вакуоля також частково виконує функції складу та клітинного смітника. Тобто вона накопичує деякі речовини, які будуть використані пізніше та шкідливі продукти життєдіяльності клітини.

Лізосоми — це органели, в яких у тваринній клітині відбувається внутрішньоклітинне травлення. Вони мають вигляд дрібних пукирців, які містять клітинний «травний сік» і відмежовані від цитоплазми мембраною. В оптичний мікроскоп вони зазвичай непомітні. У лізосомах складні органічні речовини, які поглинула тваринна клітина, розкладаються на прості органічні сполуки. Лізосоми також є «цехом» з утилізації вторинної сировини — в них частини органел, що вийшли з ладу і потребують заміни, розкладаються на прості органічні речовини, які клітина використовує повторно.

ВИСНОВКИ

1. Клітини рослини, на відміну від тваринних клітин, мають хлоропласти, клітинну оболонку, вакуолі, а тваринні клітини — лізосоми.
2. Відмінності у будові рослинної та тваринної клітин зумовлені різними способами живлення.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Хлоропласти, вакуоля, клітинна оболонка, лізосома, фотосинтез.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які органели є у рослинної клітини, але відсутні у тваринної, і навпаки?
2. Які з наведених речовин споживають клітини рослин, а які — клітини тварин: кисень, вода, вуглекислий газ, білки?
3. Для чого тваринним клітинам потрібне внутрішньоклітинне травлення?
4. Що таке фотосинтез?

ЗАВДАННЯ

1. Клітинну оболонку часто плутають із клітинною мембраною. Знайдіть якнайбільше відмінностей між клітинною оболонкою і клітинною мембраною.
2. Клітина рослин оточена клітинною оболонкою. Здавалося б, що клітинна оболонка не завадила б і тваринній клітині, але вона відсутня. Спробуйте пояснити чому.
3. Порівняйте малюнки, де зображено принципи роботи мітохондрії та хлоропласта (мал. 12 і мал. 14). Що спільного й відмінного в роботі цих органел?
4. Натуральні соки отримують із фруктів і овочів. Де саме у рослинній клітині міститься сік? Чому соки не отримують із тваринної сировини (наприклад, із м'яса)?

Відповіді на деякі запитання школярів

«Чи існують рослини, що живляться сонячними променями чи повітрям?»

Майже всі рослини (за винятком деяких рослин-паразитів) живляться вуглекислим газом з повітря, водою та енергією сонячних променів. Живитись тільки сонячними променями або тільки повітрям рослини не можуть.

«З чого рослини виробляють кисень?»

Кисень, молекули якого складаються з двох атомів Оксигену, виділяється рослинами як один із продуктів фотосинтезу. До хлоропласту, де відбувається фотосинтез, Оксиген надходить у зв'язаному стані у складі молекули води. У ході проміжних реакцій фотосинтезу під дією світла, хлорофілу та деяких інших речовин Оксиген вивільняється і виводиться з клітини у складі кисню. Таким чином, вихідним джерелом кисню є вода.

«Які поживні речовини рослини отримують від сонячних променів?»

Поживних речовин від сонячних променів рослини не отримують. Сонячні промені — це джерело енергії. Світло лише активує молекулу хлорофілу, яка, у свою чергу, починає перетворювати вуглекислий газ і воду на молекулу глюкози. Якщо уявити собі хлорофіл молотком, воду і вуглекислий газ — гвіздками та дошками, а кінцевий продукт — дерев'яним ящиком — глюкозою, то сонячний промінь — це та рука, яка приводить молоток у рух. Зрозуміло, що при цьому ніяких речовин ящик від руки не отримує.

«Чи правда, що рослини очищують повітря?»

Залежно від того, що вважати повітряним брудом... Якщо вуглекислий газ, то це правда. Адже саме його рослини поглинають у процесі фотосинтезу. Проте від інших речовин, що забруднюють повітря, — сірчаного та чадного газів, мікроскопічних часток сажі тощо — рослини повітря не очищують і так само ушкоджуються ними, як і решта організмів.

§ 10. ПОДІЛ КЛІТИН

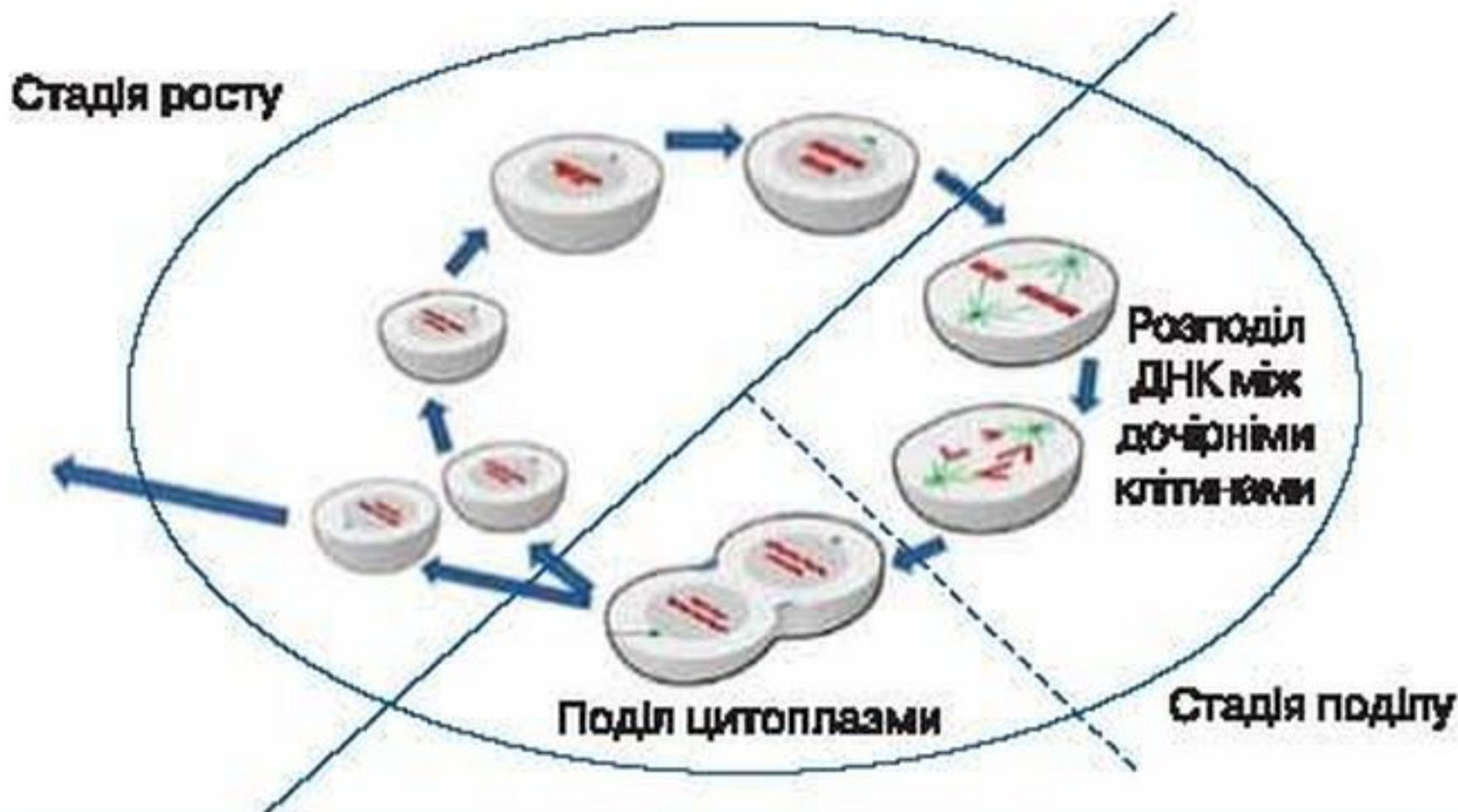


Ви дізнаєтесь, як клітина готується до найважливішої події свого життя — поділу, і що під час цієї події з клітиною відбувається.



Чому ДНК є в кожній людині? Від чого виникає небезпечне захворювання — «рак»?

Ріст клітини та всі процеси, які його забезпечують (зокрема живлення, фотосинтез або внутрішньоклітинне травлення, виділення, дихання), є підготовкою клітини до найважливішої події в її житті — клітинного поділу. При поділі з однієї материнської



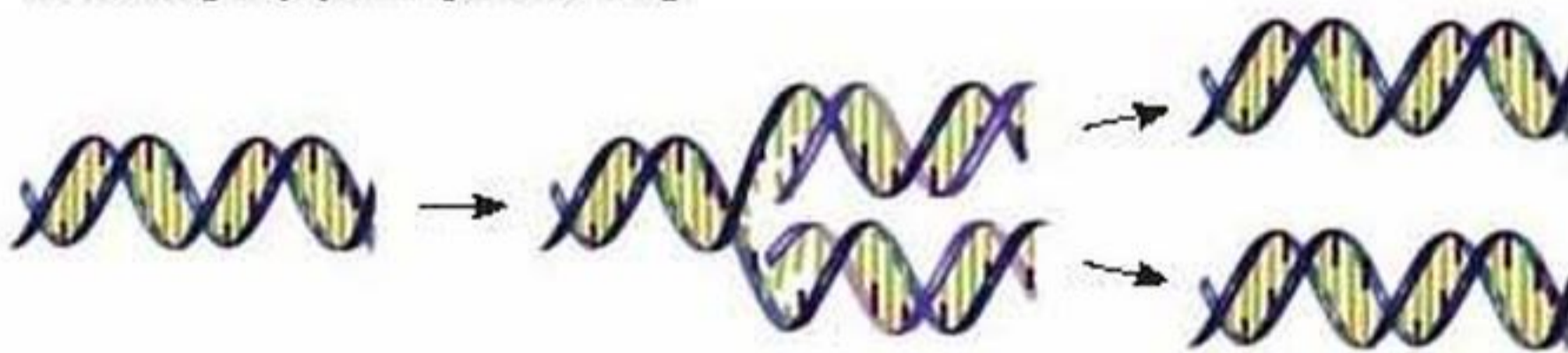
Мал. 15. Клітинний цикл

клітини утворюються дві «нові» — дочірні. Таким чином, біологічне значення поділу клітини полягає у передачі естафети життя новим поколінням клітин.

Розвиток клітини від її утворення (після поділу материнської клітини) до завершення власного поділу — називається **клітинним циклом**. Він включає дві стадії: *стадію росту* та *стадію поділу* (мал. 15). Протягом більшої частини клітинного циклу клітина знаходиться на стадії росту. Ця стадія, залежно від типу клітини, може продовжуватися від кількох годин до кількох місяців. Стадія поділу короткочасна: її тривалість зазвичай становить від 30 хв до 2 год.

У *стадії росту* клітина синтезує складні органічні речовини. Як наслідок, клітина збільшується.

Далі в ядрі відбувається подвоєння носіїв спадкової інформації — молекул ДНК (мал. 16).



Мал. 16. На стадії росту молекули ДНК подвоюються

Молекула ДНК має вигляд тонкої, але дуже довгої нитки. Вона складається з двох спіральних закручених ланцюжків. Одна молекула ДНК, упакована за допомогою спеціальних білків, називається **хромосомою** (мал. 17). До початку поділу клітини хромосоми розміщуються в ядрі у вигляді рихлої переплутаної маси, де окрема нитка в оптичний мікроскоп не помітна.

**Цікаво
знати**

Якщо витягнути в одну лінію молекули ДНК, що містяться в хромосомах однієї клітини людини, то її довжина перевищить 2 м; при цьому діаметр ядра, де розташовуються молекули ДНК, в середньому становить лише 5 мкм. Якщо ж витягнути в довжину всі молекули ДНК, які містяться в клітинах організму однієї дорослої людини (близько одного квадрильйона клітин), то відстань у 10 тис. разів перевищить відстань від Землі до Сонця.

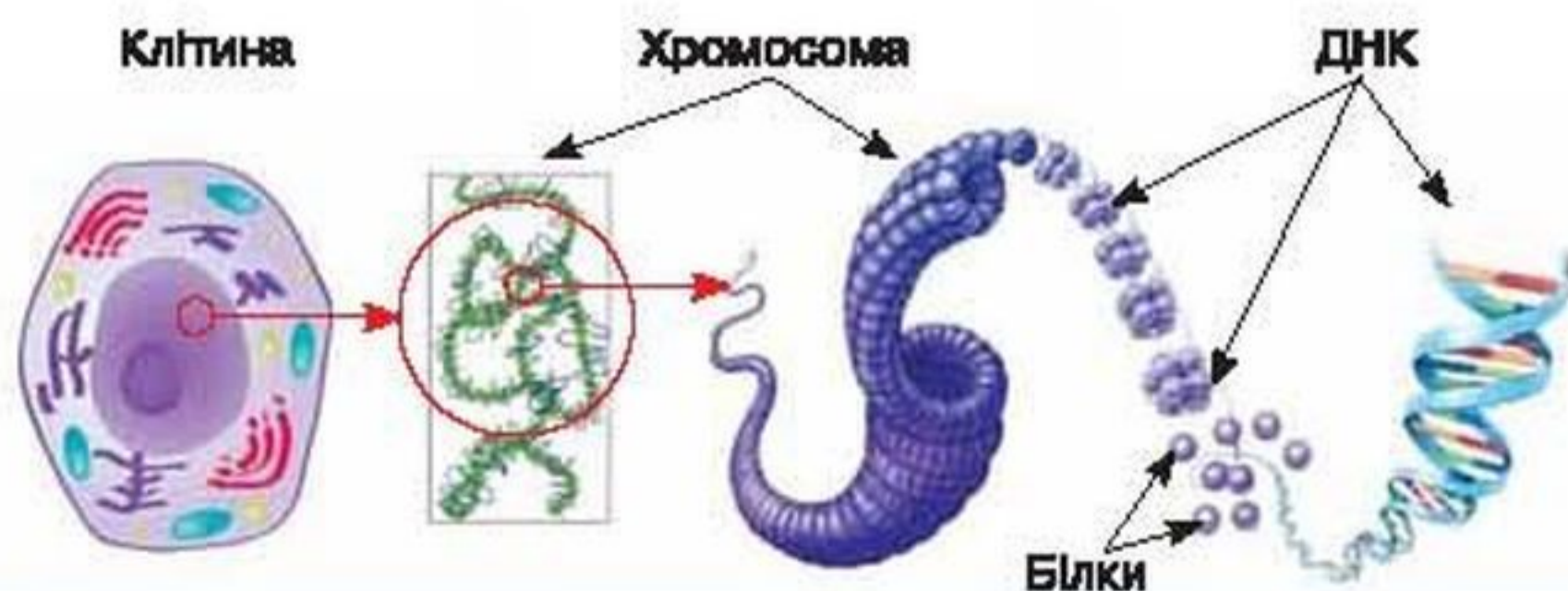
Кожна молекула ДНК подвоюється шляхом копіювання. Як наслідок, замість однієї материнської молекули ДНК у хромосомі з'являються дві її точні копії.

У різних видів організмів кількість молекул ДНК у клітині не однакова. Наприклад, клітини тіла людини містять у ядрі 46 хромосом, тобто 46 молекул упакованої ДНК. Проте наприкінці фази росту кількість молекул ДНК у хромосомі подвоюється, і 46 хромосом містять вже 92 молекули ДНК.

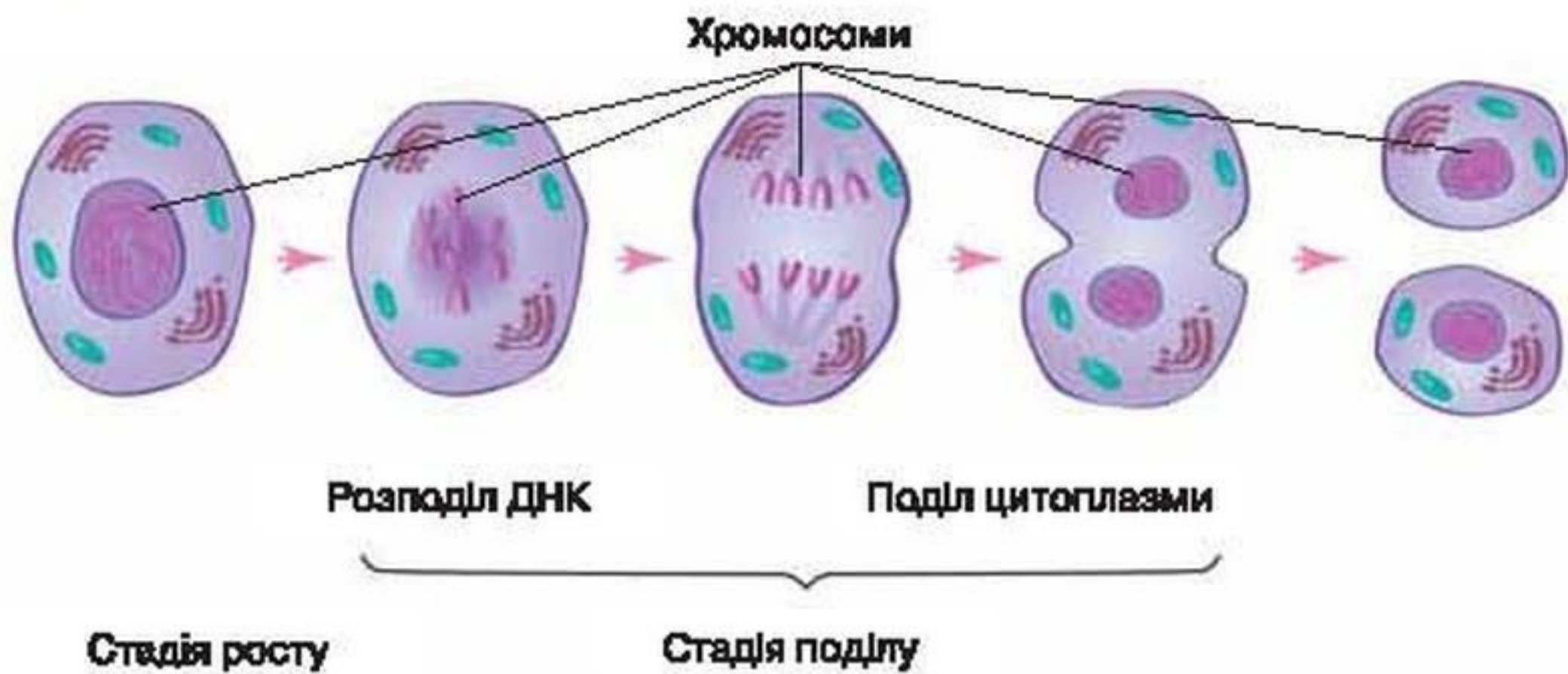
Стадія поділу розпочинається після завершення росту клітини та подвоєння її ДНК і завершується утворенням двох дочірніх клітин. Спочатку хромосоми надзвичайно щільно згортаються і стають помітними в оптичний мікроскоп.

Без щільної упаковки хромосом розподіл копій ДНК між дочірніми клітинами нагадував би неможливу спробу розділити дві сплетені у безладний клубок нитки таким чином, щоб ані нитки не порвалися, ані вузли не утворилися. Саме в забезпеченні розподілу копій ДНК між дочірніми клітинами полягає роль хромосом при поділі клітин.

Хромосома на стадії поділу має дві паличкоподібні частини, з'єднані однією спільною ділянкою, — це дві з'єднані між собою копії материнської молекули ДНК. Хромосома ділиться по спільній ділянці, і кожна частина стає самостійною дочірньою хромосомою.



Мал. 17. У ядрі молекула ДНК упакована за допомогою спеціальних білків і утворює структуру, яка називається хромосомою



Мал. 18. Поділ клітини

Вони розходяться до протилежних полюсів клітини. Таким чином, при поділі ядра копії ДНК розподіляються між двома майбутніми дочірніми клітинами (мал. 18).

Далі клітинна мембрана розділяє цитоплазму на дві частини. На цьому поділ завершується, і кожна дочірня клітина розпочинає свій власний клітинний цикл.

Доля дочірніх клітин. Всі клітини «народжуються» лише внаслідок поділу материнської клітини. Але далеко не всі дочірні клітини завершують поділом свій власний клітинний цикл.

У багатоклітинних істот, особливо тих, що мають складну будову і добре помітні навіть без використання збільшувальних приладів, чимало клітин протягом усього свого життя залишаються на стадії росту і працюють на користь інших клітин свого організму. Наприклад, не здатні до поділу червоні кров'яні тільця — *еритроцити*, не діляться більшість клітин кісток, мозку, м'язів. Такі клітини є *спеціалізованими* для виконання певних функцій. Вони вже не можуть ділитися й утворювати дочірні клітини. Життя спеціалізованих клітин завершується не поділом, а відмиранням. Нові ж клітини в організмах утворюються завдяки поділу особливих клітин, які в людини і тварин називаються *стовбурбовими*.

ВИСНОВКИ

1. Поділ клітин забезпечує неперервність передачі життя наступним поколінням.
2. Внаслідок поділу дочірні клітини завдяки хромосомам отримують у спадок програму росту та розвитку — молекули ДНК.
3. Внаслідок поділу цитоплазми дочірні клітини успадковують усі органели та структури, які необхідні для виконання програми, записаної в молекулі ДНК.

Клітинний цикл, стадія росту, стадія поділу, хромосома.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які основні процеси відбуваються в клітині на стадії росту?
2. Які основні процеси відбуваються в клітині на стадії поділу?
3. Яку роль відіграють хромосоми в поділі клітин?
4. У якій послідовності відбуваються поділи протягом клітинного циклу: поділ цитоплазми, подвоєння ДНК, ріст, поділ ядра?
5. У чому полягає біологічне значення поділу клітин?

ЗАВДАННЯ

У засобах масової інформації часто використовуються вислови: «Земля — жива планета», «живий океан», «жива істота», «жива вода», «жива рослина». Які з цих висловів, з точки зору біології, правильні, а які — хибні? Відповідь обґрунтуйте.

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

Відповідь на запитання школяра «Від чого виникає небезпечне захворювання — «рак»?»

Спеціалізовані клітини, які відмирають, заміщуються новими клітинами, що утворюються внаслідок поділу неспеціалізованих клітин, і далі набувають певної «професії». Якщо ж клітина, яка мала замістити відмерлу спеціалізовану клітину, не спеціалізується, то вона завершує клітинний цикл поділом і передає цю здатність своїм нащадкам. Такі клітини починають неконтрольовано ділитися, утворюючи *пухлини*. Виникає хвороба — **рак**. Окрема клітина з ракової пухлини може відділитися і бути занесена кровотоком до інших здорових частин тіла, де дасть початок новій пухлині — **метастазу**.

Наразі відомо, що для перетворення здорової клітини на ракову необхідно, щоб при копіюванні ДНК у деяких її ділянках — певних генах — з'явилися помилки, тобто щоб спадкова інформація під час копіювання була певним чином спотворена. Такі помилки (їх називають *мутаціями*) трапляються випадково і дуже рідко (наприклад, мутація в одному гені, що спричинює розвиток раку, трапляється приблизно 1 раз на 1 млн — 1 млрд поділів).

Проте під впливом деяких чинників, які називають *канцерогенами*, мутації трапляються в десятки, сотні й тисячі разів частіше. Відповідно, ймовірність виникнення неспеціалізованих клітин замість спеціалізованих зростає в десятки, сотні й тисячі разів, і, враховуючи велику кількість клітин, з яких складається тіло людини (приблизно 1 000 000 000 000 000 клітин — один квадрильйон), з малої ймовірності стає досить високою.

Канцерогенами є радіоактивне випромінювання, продукти горіння пластмас, випаровування бензину та близьких до нього речовин, тютюновий дим. Канцерогенні сполуки також утворюються при підгорянні м'яса, олії та сала, при спалюванні сміття. Канцерогени можуть виникати в організмі при вживанні їжі з високим вмістом нітратів та нітритів тощо.

Практична робота 1

БУДОВА СВІТЛОВОГО МІКРОСКОПА ТА РОБОТА З НИМ

Мета роботи: використовуючи постійний препарат тваринних клітин, навчитися працювати зі світловим мікроскопом на малому та великому збільшенні.

Обладнання, інструменти та реактиви: мікроскоп.

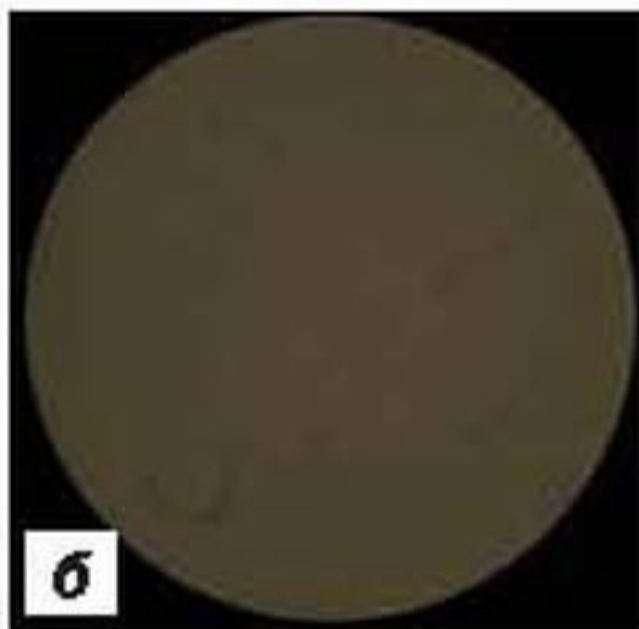
Матеріал: постійний мікроскопічний препарат тваринних клітин (препарат клітин плоского епітелію).

Препарати, придатні для вивчення протягом десятків років, виготовлені з використанням прозорих смол, що тверднуть, називають *постійними*. Саме таким є препарат тваринних клітин, який ви будете використовувати у цій роботі.

ХІД РОБОТИ

1. Розгляньте світловий (оптичний) мікроскоп. Пригадайте та розпізнайте його основні частини.

2. Підготовка мікроскопа до роботи.



- Встановіть мікроскоп на робочому столі навпроти лівого плеча на відстані близько 2–5 см від краю столу дзеркальцем від себе.
- Перевірте стан корпусу та дзеркала. Якщо вони запорошені або брудні, очистіть їх м'якою серветкою. Далі краєм одноразової м'якої паперової серветки, зволоженої 70%-м етиловим спиртом або іншою спеціальною рідиною для оптики, протріть поверхні лінз об'єктивів та окуляра. Далі треба насухо витерти ці поверхні сухою частиною цієї самої серветки.

Пам'ятайте: якщо оптична система брудна, налаштувати мікроскоп ви не зможете і якісного зображення не отримаєте.

- Нахиліть штатив на 10–20°. Переконайтеся, що мікроскоп не хитається. Увімкніть об'єктив малого збільшення (10-кратний).

3. Налаштування мікроскопа.

- Покладіть препарат на предметний столик таким чином, щоб центральна частина

Мал. 19. Налаштування освітлення:

- а — дзеркальце наведено на прямі сонячні промені (небезпечно, забороняється!);
- б — світла не вистачає (неправильно);
- в — світло налаштовано правильно

покривного скла розташувалася точно під об'єктивом. Притисніть предметне скло лапками тримачів препарату.

- Спостерігаючи за рухом тубуса збоку, макрогвинтом повільно опустіть його так, щоб відстань між об'єктивом та препаратом становила приблизно 5 мм.

- Налаштуйте освітлення. Для цього повністю відкрийте діафрагму. Далі, обертаючи дзеркало в напрямку вікна або яскравої лампи, спрямуйте на препарат потік світла. Подивіться в окуляр і переконайтеся, що поле зору освітлено достатньо (мал. 19).

Увага! Категорично забороняється використовувати прямі сонячні промені для освітлення препаратів!

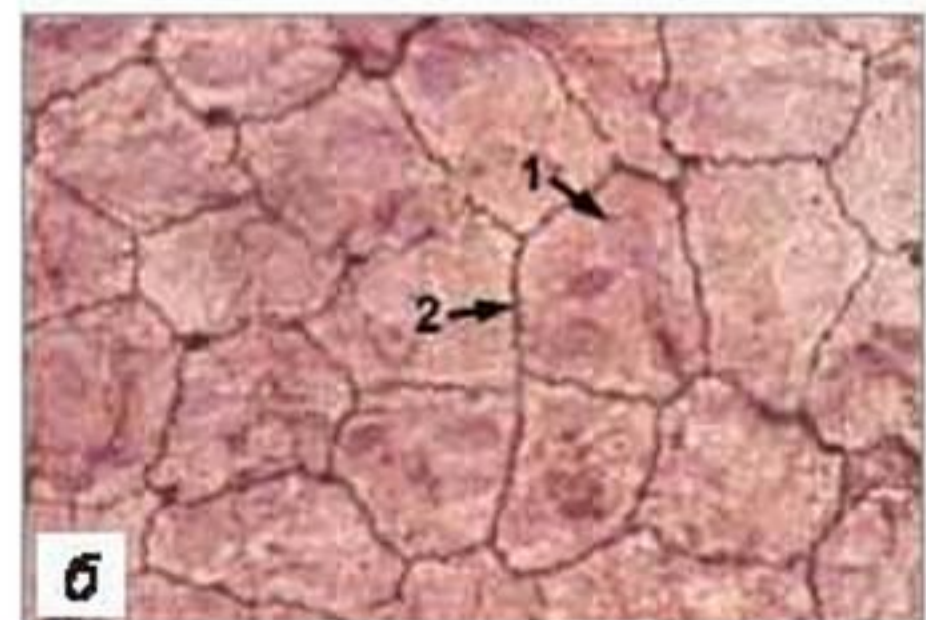
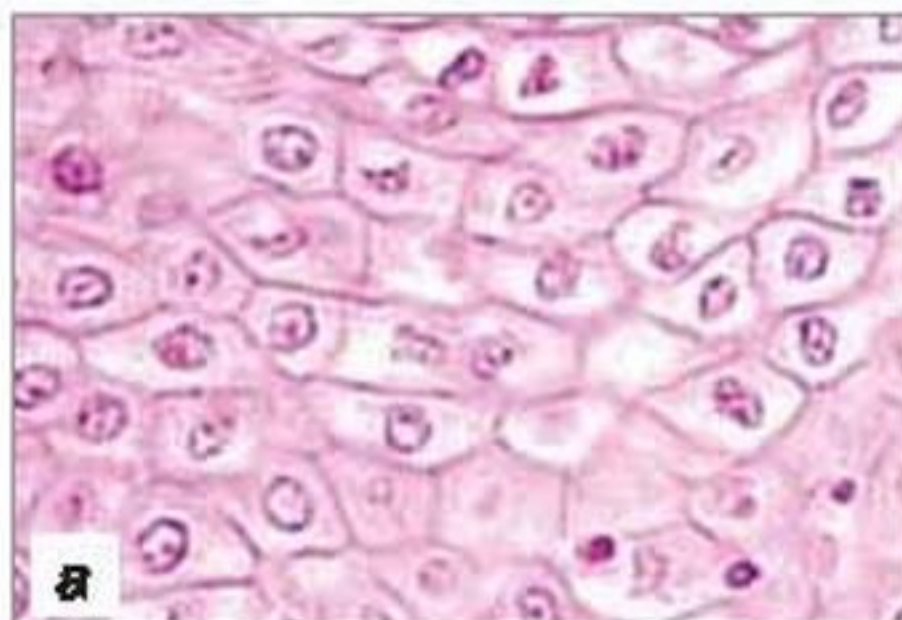
- Спостерігаючи крізь окуляр, макрогвинтом повільно піднімайте об'єктив до отримання зображення клітин (мал. 20, а). При цьому спочатку до двох разів можуть з'являтися та зникати чіткі зображення різних дуже дрібних часточок. Першими будуть часточки мікробруду, що лежать на нижньому боці предметного скла, другими — мікробруд на верхньому боці предметного скла, і лише за ними — тваринні клітини всередині препарату.

Увага! При спостереженні в окуляр обидва ока дослідника мають бути відкритими.

- Перейдіть на велике збільшення. Для цього обережно поверніть револьверну насадку і звімкніть 40-кратний об'єктив. У момент увімкнення ви почуєте легке клацання пружини фіксатора об'єктива. Відрегулюйте чіткість зображення мікрогвинтом. За допомогою діафрагми збільшіть яскравість освітлення препарату. Якщо всі маніпуляції виконано правильно, то картина буде схожою на наведену на малюнку 20, б.

4. Спостереження об'єкта в мікроскоп.

При проведенні спостережень з мікроскопом працюють особисто. Різні люди мають неоднакову якість зору, тому кожний спостерігач налаштовує чіткість під своє око.



Мал. 20. Тваринні клітини у постійному препараті на малому (а) та великому (б) збільшенні (помітно цитоплазму та ядра — 1, між клітин — 2)

На великому збільшенні перегляньте препарат на всю його глибину, постійно злегка обертаючи мікрогвинт уперед-назад приблизно на $1/10$ від повного його оберту.

Ви побачите багато клітин неправильно округлої форми, всередині яких помітно досить велике тільце — це ядро, яке розташовується в цитоплазмі.

Замалюйте одну клітину при великому збільшенні. Позначте ядро та цитоплазму.

Зображення виконується обов'язково у великому масштабі. Для визначення правильного масштабу діаметр поля зору приймають рівним висоті учнівського зошита (24 см) і, виходячи з цього, розраховують приблизний розмір малюнка. Наприклад, якщо довжина однієї клітини на великому збільшенні становить близько третини поля зору, то на малюнку її довжина має скласти приблизно 8 см ($24 \text{ см} : 3$). Малюнок виконують простим добре загостреним олівцем середньої твердості. Зображення розфарбовують тільки після виготовлення чіткого чорно-білого ескізу.

5. Завершення роботи:

- переведіть мікроскоп на мале збільшення;
- зніміть препарат;
- приберіть робоче місце.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

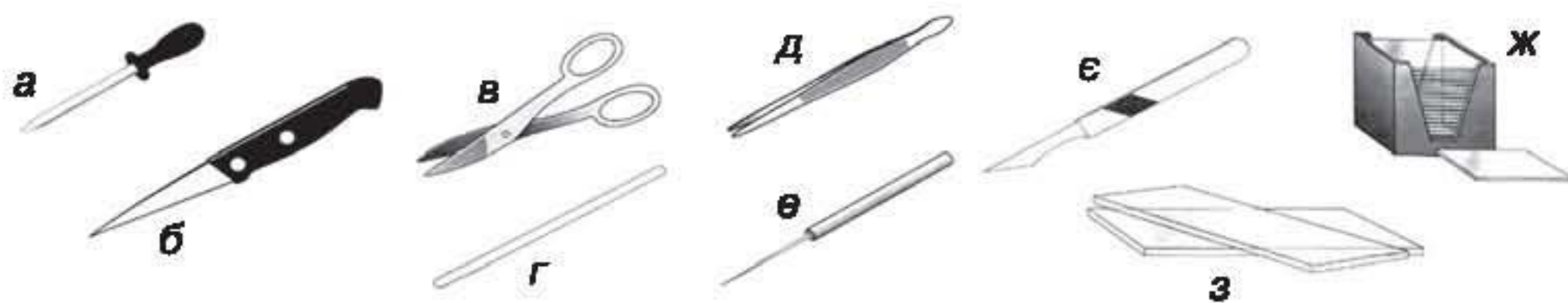
1. З яких елементів складається оптична система мікроскопа?
2. Як підготувати оптичний мікроскоп до роботи?
3. Як здійснити налаштування оптичного мікроскопа?
4. Який об'єктив вмикають на початку роботи з мікроскопом?
5. Яким чином розрахувати масштаб при виконанні малюнка досліджуваного об'єкта?
6. Як правильно завершити роботу з мікроскопом?

Практична робота 2

ВИГОТОВЛЕННЯ МІКРОПРЕПАРАТІВ ШКІРКИ ЛУСКИ ЦИБУЛІ ТА РОЗГЛЯД ЇЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ОПТИЧНОГО МІКРОСКОПА

Мета роботи: навчитися виготовляти тимчасовий препарат шкірки цибулі, роздивитись препарат за допомогою оптичного мікроскопа, виявити у клітині цитоплазму, ядро, вакуолю з клітинним соком, клітинну оболонку.

Обладнання, інструменти та реактиви: мікроскоп, набір інструментів для виготовлення тимчасових препаратів — піпетка, ножиці, скальпель або гострий ніж, пінцет, дві препарувальні голки, скляна паличка, предметне та



Мал. 21. Набір інструментів для виготовлення тимчасових препаратів:
 а — піпетка, б — ніж, в — ножиці, г — скляна паличка, д — пінцет,
 е — препарувальна голка, є — скальпель;
 ж — покривне скло у коробці та окреме скло; з — два предметні скла

покривне скло (мал. 21), ємність для води, контейнер для сміття, витратні матеріали (фільтрувальний папір та паперові серветки), розчин йоду спиртовий.

Матеріал: цибулина городньої цибулі.

Препарати, виготовлені у воді, довго не зберігаються. Їх називають *тимчасовими*. Такі препарати ви маєте навчитися виготовляти самостійно. Щоб роздивитись клітинну оболонку, цитоплазму та ядро у рослинній клітині пропонуємо виготовити тимчасовий препарат шкірки луски цибулі городньої.

ХІД РОБОТИ

1. Підготуйте мікроскоп до роботи.

2. Виготовіть тимчасовий незабарвлений препарат верхньої шкірки луски цибулини:

а) на предметне скельце нанесіть піпеткою краплину води. Зніміть із цибулини зовнішні сухі луски. Ножем або скальпелем розріжте цибулину хрестоподібно вздовж. Відокремте верхню соковиту луску (мал. 22).

Увага! Будьте обережними! При роботі з ножем або скальпелем виконуйте лише зазначену процедуру, у випадку травмування відразу повідомте вчителя та скористайтесь аптечкою першої допомоги;

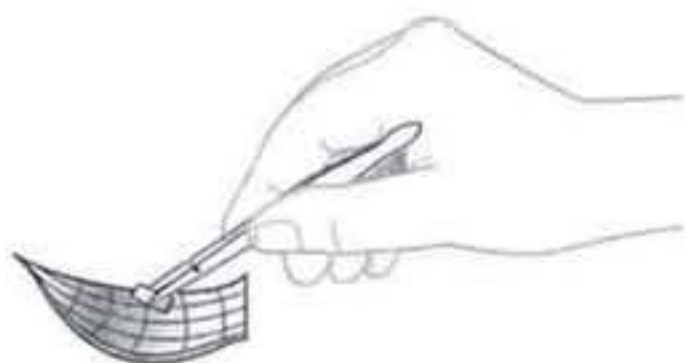
б) ножем або скальпелем надріжте увігнуту поверхню знятої луски так, щоб утворились квадрати зі стороною приблизно 1 см. Пінцетом зніміть з поверхні квадрата шкірку (вона тонка і



Розрізати цибулину



Надрізати поверхню луски на квадрати зі стороною приблизно 1 см



Пінцетом зняти один квадрат

Мал. 22. Препарування цибулини

майже прозора), покладіть на предметне скельце у краплину води та обережно розправте препарувальними голками;

в) покривне скло поставте з нахилом біля краю краплі й обережно опустіть його на об'єкт (мал. 23). Між предметним і покривним склом не повинно бути пухирців повітря. Якщо води замало і вона не заповнює простір між предметним і покривним склом, обережно додайте під покривне скельце води, доторкнувшись змоченою у воді скляною паличкою до предметного скла на межі з покривним. Якщо води багато і вона занадто виступає за краї скельця — приберіть надлишок смужкою фільтрувального паперу.

3. Покладіть препарат на предметний столик та притисніть його лапками тримачів. На малому збільшенні налаштуйте мікроскоп та отримайте зображення клітин.

У незабарвлених препаратах чітко помітні клітини, щільно притиснуті одна до одної. В окремих клітинах добре розрізняється лише клітинна оболонка. В деяких клітинах у центрі наявний кристал (його помилково можна прийняти за ядро). Ядра повністю або майже непомітні (мал. 24, а).

4. Увімкніть об'єктив великого збільшення. Відрегулюйте чіткість зображення мікрогвинтом, а яскравість та контрастність — діафрагмою. Роздивіться клітини.

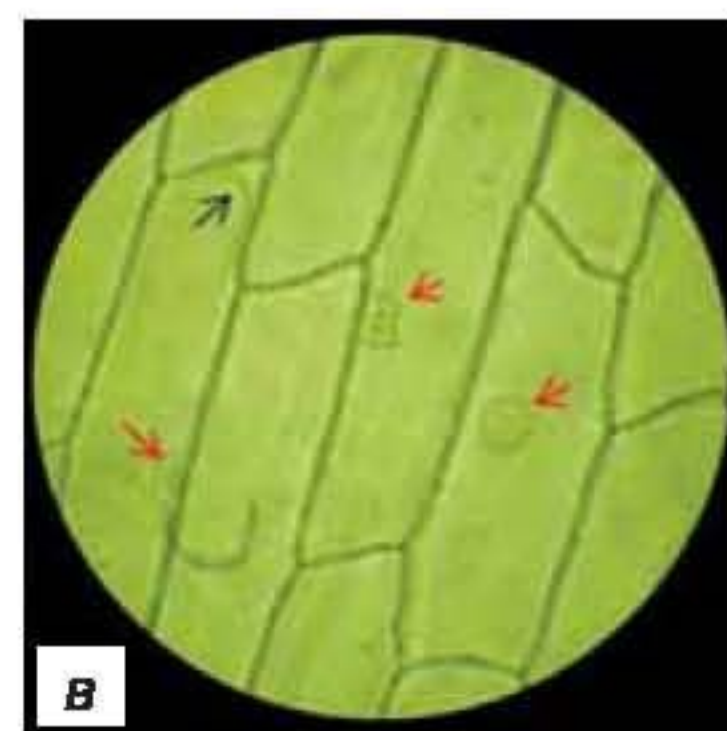
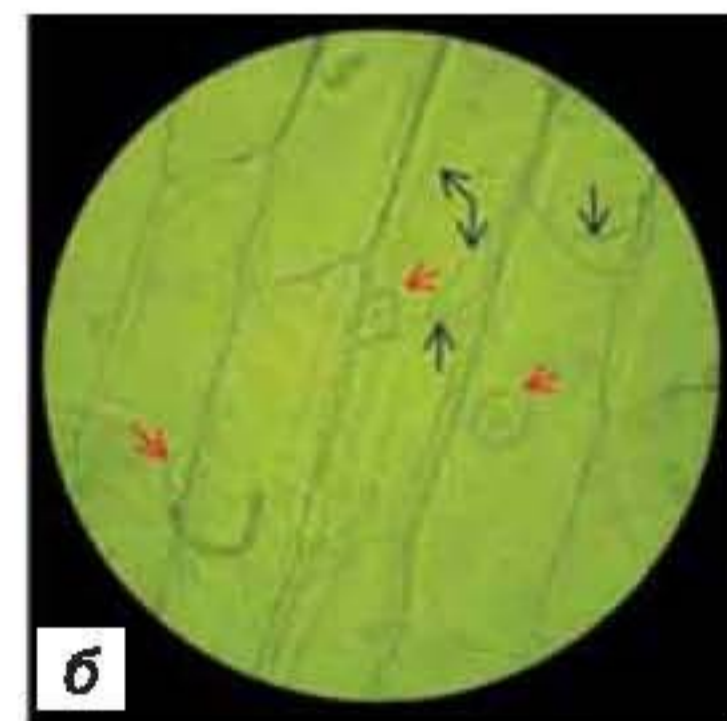
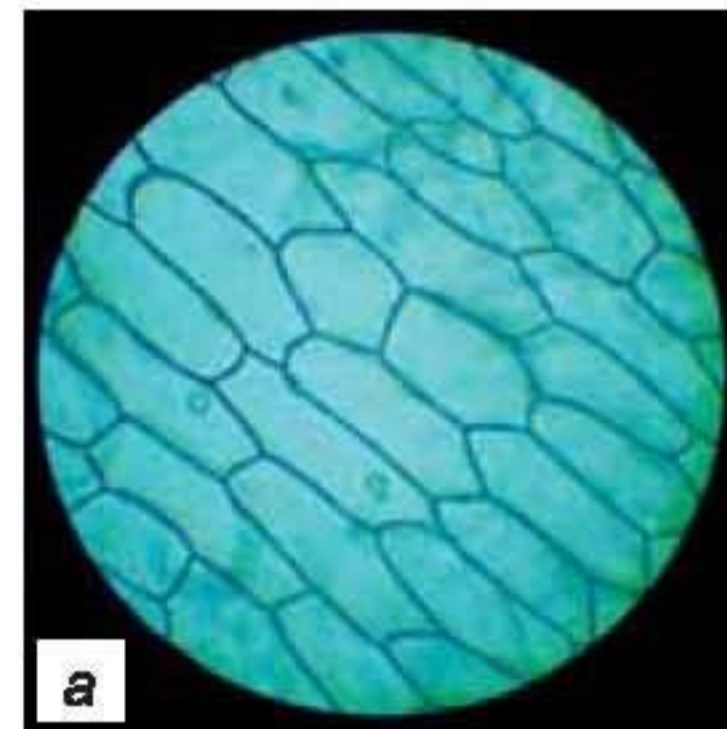
Мал. 24. Клітини шкірки цибулі на малому (а) та великому (б, в) збільшенні у незабарвленому препараті. На великому збільшенні в клітинах спостерігаються погано помітні ядра (червоні стрілки) та тяжі цитоплазми (сині стрілки), що проходять крізь вакуолю



Фільтрувальний папір



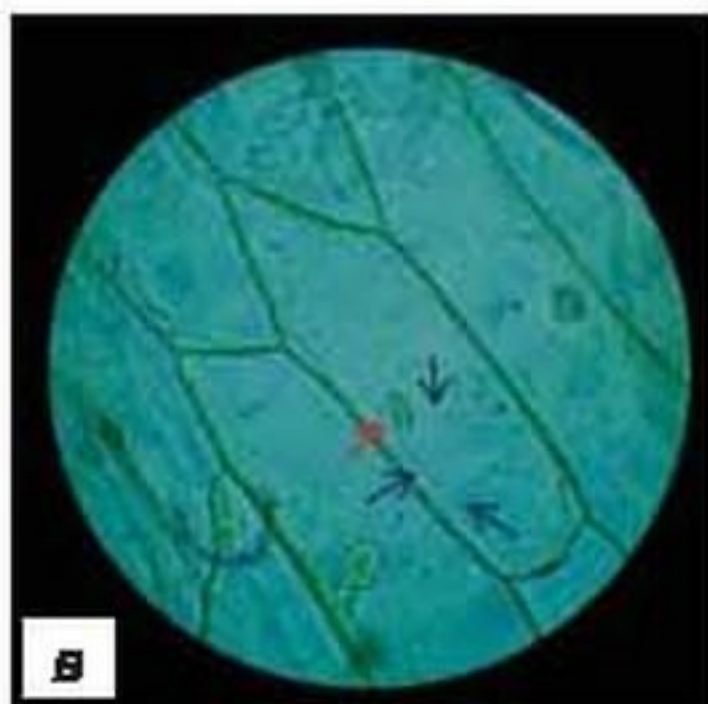
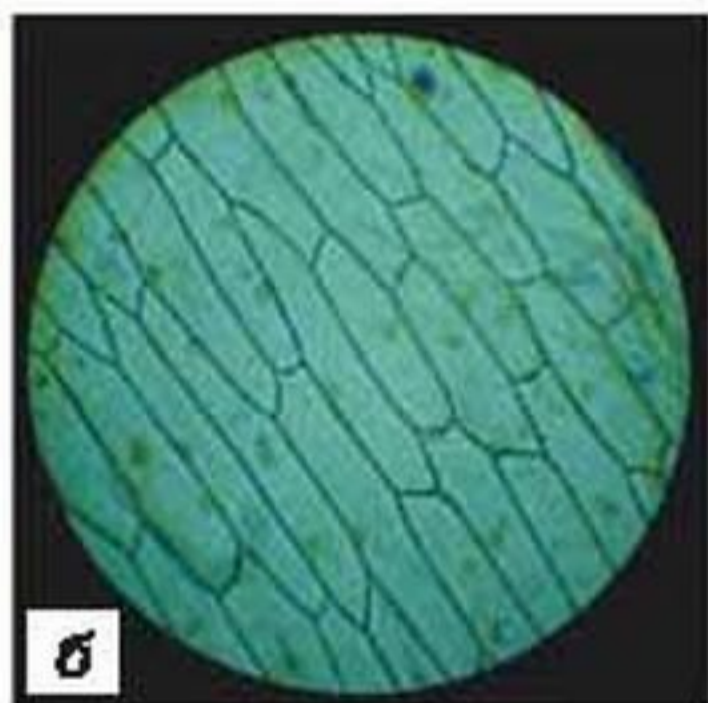
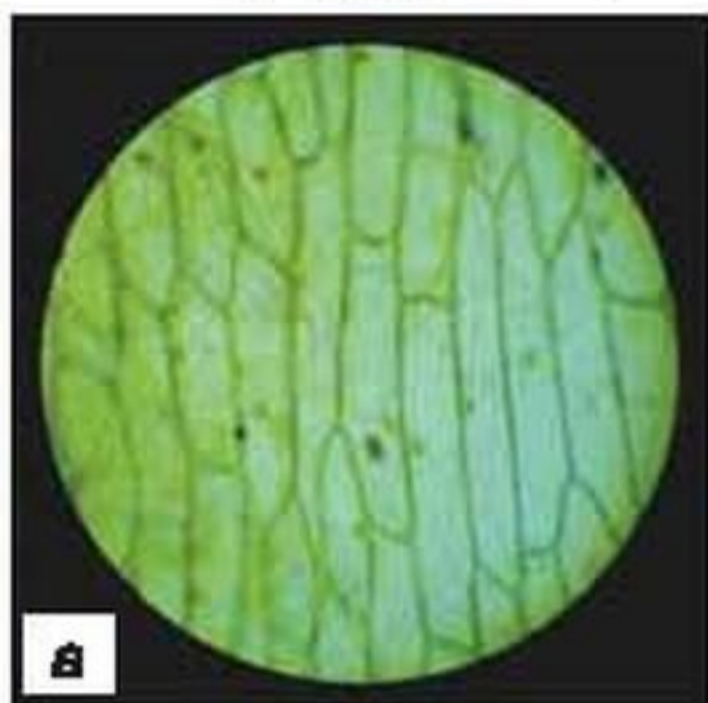
Мал. 23. Виготовлення препарату та видалення зайвої води



При легкому обертанні мікрогвинта в кожній клітині (але в різних площинах препарату) мають спостерігатися великі, майже прозорі ядра (мал. 24, б, в). У кутах більшості клітин можна розрізнити погано помітну межу між цитоплазмою та вакуолею, а біля ядра — помітні тонкі тяжі цитоплазми, які пронизують вакуолю (мал. 24, в).

Зверніть увагу: коли в клітині ядро лежить у центрі і його помітно чітко, то клітинна оболонка виглядає нечіткою; при спробі навести мікрогвинтом чіткість на клітинну оболонку — розпливається зображення ядра. Водночас ядро та клітинна оболонка помітні чітко лише тоді, коли ядро лежить збоку, але тоді його форма не округла.

б. Зафарбуйте препарат розчином йоду:



- увімкніть об'єктив малого збільшення, зніміть препарат із предметного столика та покладіть його на стіл на аркуш білого паперу;

- скляною паличкою візьміть краплинку йоду. Обережно нанесіть її на предметне скельце на межі з покривним. Для того щоб йод потрапив під покривне скельце, до протилежного боку покривного скла прикладіть смужку фільтрувального паперу. Коли більша частина краплини йоду потрапить під скло, робітьте її залишки однією-двома краплинами води і відтягніть їх смужкою фільтрувального паперу.

У правильно забарвленому препараті частина шкірки цибулі з одного боку буде жовтуватою (там, куди потрапив розчин йоду), з іншого — залишиться безбарвною.

в. Покладіть препарат на предметний столик та розгляньте його на малому збільшенні. Переміщуйте препарат від забарв-

Мал. 25. Клітини шкірки цибулі у препараті, забарвленому розчином йоду: а — на малому збільшенні на межі між забарвленою (ліворуч) та незабарвленою (праворуч) ділянками; б — на малому збільшенні в забарвленій частині препарату; в — на великому збільшенні. У клітині добре помітно ядро (червона стрілка) та тонкі тяжі цитоплазми (сині стрілки), що проходять крізь вакуолю

леного краю до незабарвленого. Знайдіть клітини з різним ступенем забарвлення. Порівняйте отримане зображення з наведеним на фотографіях (мал. 25, а, б).

7. Переведіть мікроскоп на велике збільшення, розгляньте ядра, цитоплазматичні тяжі та клітинні оболонки забарвлених клітин (мал. 25, в).

8. Зобразіть забарвлену розчином йоду клітину, позначте клітинну оболонку, ядро, цитоплазматичні тяжі, вакуолю.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Яка структура на препараті шкірки луски цибулі помітна найкраще?
2. Чи в усіх клітинах на незабарвлених препаратах розрізняється ядро?
3. Чи в усіх клітинах наявне ядро?
4. Чому ядро в одних клітинах спостерігається в центрі, а в інших — збоку, біля клітинної оболонки?
5. Чому при роботі з об'єктивом великого збільшення постійно треба трохи обертати мікрогвинт уперед-назад?

ПІДВ'ЄМО ПІДСУМКИ

1. Ми усвідомили чотири основні положення сучасної клітинної теорії:

- клітина є найменшою одиницею життя. Клітину не можна розділити на дрібніші живі одиниці, хоча вона й складається з багатьох тісно пов'язаних між собою частин;
- властивості, які відрізняють живе від неживого проявляються на рівні клітини;
- всі живі організми складаються з однієї або багатьох клітин;
- будь-які клітини утворюються лише від існуючих клітин.

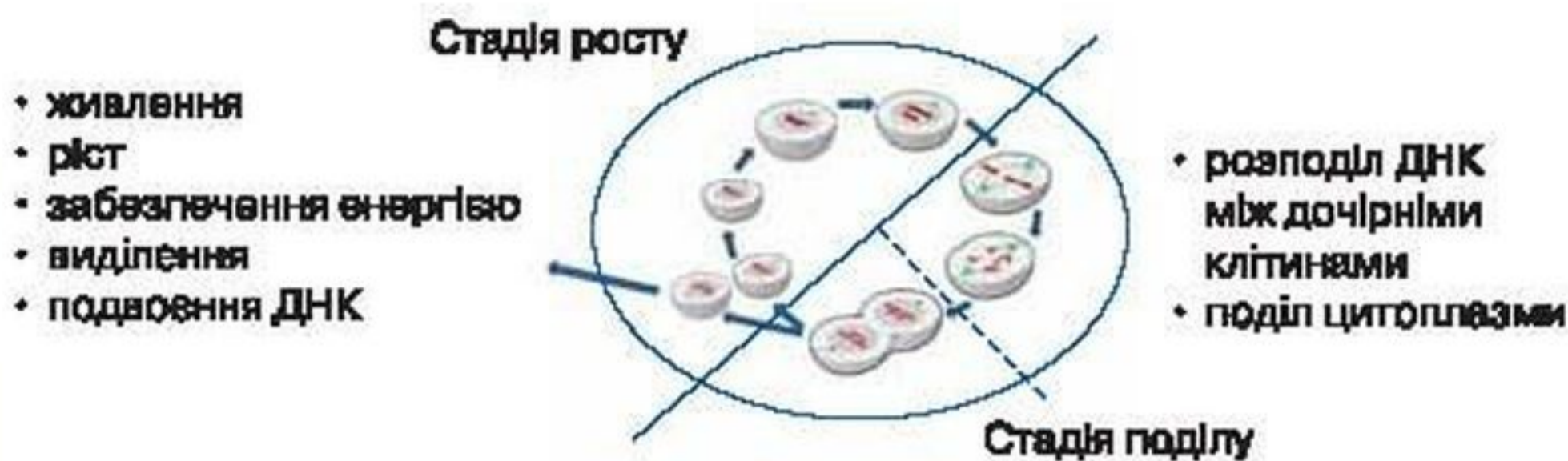
2. Ми запам'ятали, що всі живі клітини обов'язково відмежовані від зовнішнього середовища клітинною мембраною, мають цитоплазму з органелами та містять молекули ДНК, які керують роботою клітини та забезпечують передачу спадкової інформації наступним поколінням (мал. 26).

Живі клітини організовані:



Мал. 26

3. Ми зрозуміли, що робота клітини полягає в забезпеченні неперервності життя: в підготовці до поділу та у поділі — розмноженні, які здійснюються протягом клітинного циклу (мал. 27).

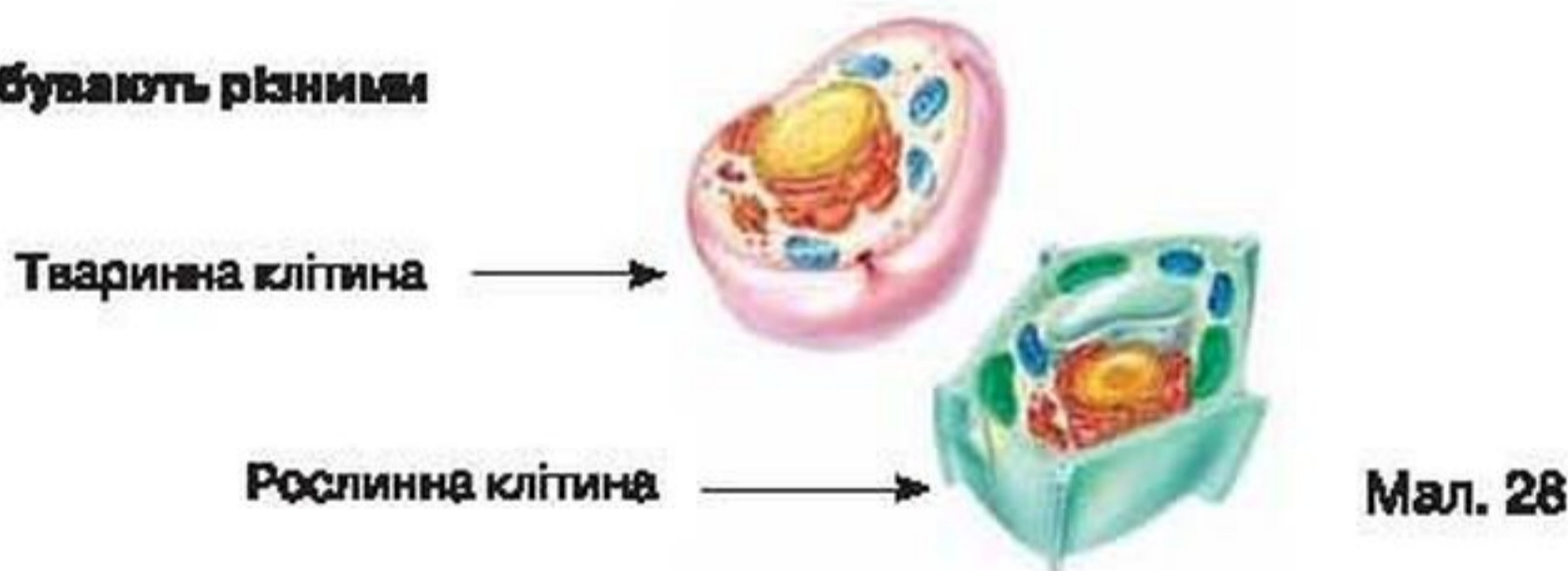


Мал. 27

4. Ми в'ясували, що на стадії росту клітини: а) поглинають речовини — живляться; б) синтезують із простих речовин складні органічні речовини, на рахунок яких збільшуються в розмірі — власне, ростуть; в) забезпечують себе енергією у процесі дихання, при цьому клітини більшості організмів споживають кисень; г) позбавляються шкідливих продуктів життєдіяльності — здійснюють процес виділення; ґ) копіюють носія спадкової інформації — подвоюють кількість молекул ДНК.

5. Ми побачили, що клітини, незважаючи на принципову схожість, можуть суттєво відрізнятися, наприклад, клітини рослин та клітини тварин (мал. 28).

Клітини бувають різними



Мал. 28

Знаю — вмію

- Я знаю будову оптичного мікроскопа і вмію його налаштувати.
- Я знаю, що таке тимчасовий препарат, і вмію його виготовляти.
- Я знаю, з яких найменших живих одиниць складається організм, і вмію пояснити, чому вони живі.
- Я знаю, з яких частин складається клітина, і вмію ці частини розрізняти.
- Я знаю, які функції виконують різні органели, і можу пояснити значення цих органел у житті клітини.
- Я знаю, чим відрізняється рослинна клітина від тваринної, і вмію ці клітини розпізнавати.



Тема 2.

ОДНОКЛІТИННІ ОРГАНІЗМИ. ПЕРЕХІД ДО БАГАТОКЛІТИННОСТІ

Вивчаючи цю тему, ви дізнаєтеся про:

- ✓ світи мікроскопічних організмів;
- ✓ будову та життя бактерій, одноклітинних твариноподібних організмів та водоростей;
- ✓ небезпеку та користь тих, кого без збільшувальних приладів ми не бачимо



§ 11. БАКТЕРІЇ – НАЙМЕНШІ ОДНОКЛІТИННІ ОРГАНІЗМИ



Ви довідаєтеся: що таке бактерії, у чому особливості їх будови, як вони розмножуються; а також дізнаєтеся, скільки саме бактерій нас оточує.



Що таке бактерія? Який вигляд мають бактерії? Які їхні особливості? Якого розміру найбільша і найменша бактерія? Із чого вони складаються і як розмножуються?

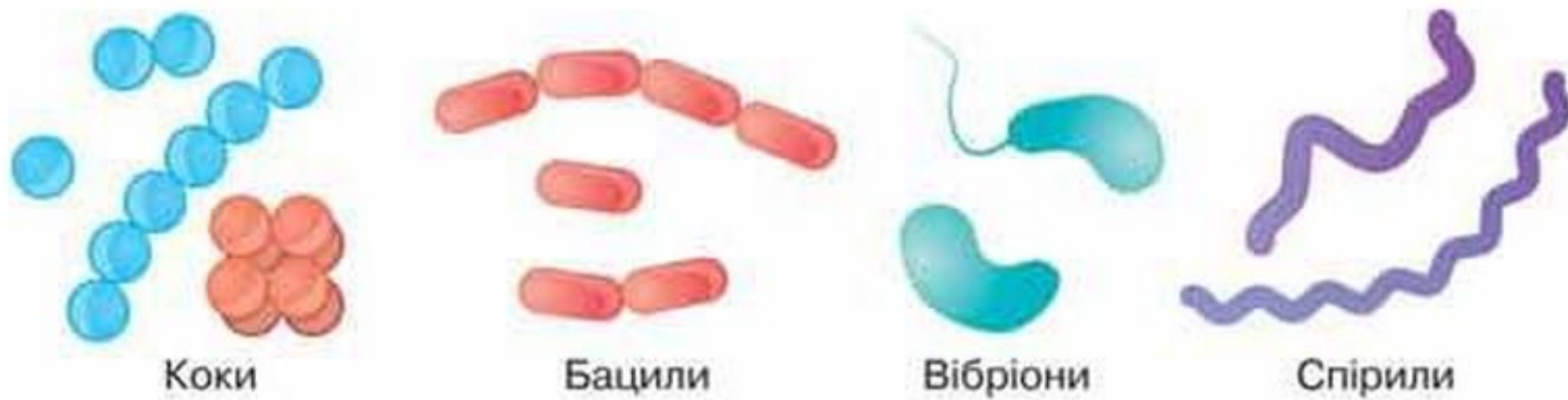
У навколишньому світі ми спостерігаємо чимало різних живих організмів — рослин, тварин, грибів. Але, хоча в це важко повірити, нас оточує набагато різноманітніший світ живих істот, яких ми взагалі не бачимо. Ці організми присутні в кожній грудочці землі, в кожній краплині води, потрапляють в наше тіло при кожному подиху. Вони мешкають на нашій шкірі, і навіть у нашому тілі. Їх знайдено на суходолі й в океанах, в гарячих джерелах і в льодових пустелях, у нафтових родовищах та у надсолоних озерах. І при цьому у величезній кількості. Ці організми — бактерії.

Вперше бактерії побачив Антоні ван Левенгук при спостереженні в оптичний мікроскоп природної води та зубного нальоту. Проте засновником науки про бактерії — мікробіології — вважають французького вченого Луї Пастера (1822–1895 рр.), який розробив методи дослідження бактерій та в'ясував, що ці організми є причиною ряду захворювань (сибірської виразки, холери та ін.) та деяких явищ (зокрема, бродіння). Він також розробив перші методи боротьби з бактеріями.

Клітини бактерій дуже дрібні. Так, розмір бактеріальної клітини зазвичай становить від 0,5 до 2 мкм. Це у 10–100 разів менше, ніж середні розміри клітини рослин чи тварин.

Малі габарити надають бактеріям чимало переваг: вони адатні швидко поглинати багато речовин всією поверхнею, швидко ділитися, швидко поширюватися (наприклад, тваринами або навіть вітром), легко проникати у тіла великих організмів. Проте дрібні розміри мають також і недоліки — малі клітини, наприклад, легко стають здобиччю більших за розміром істот.

Клітини бактерій за формою можуть бути кулястими (їх називають *коки*), паличкоподібними (*бацили*), вигнутими (*вібріони*) або спіральними (*спіріли*). Клітини бактерій бувають поодинокими або з'єднаними у пари, четвірки чи більш чисельні групи (*мал. 29*).



Коки

Бацили

Вібріони

Спірили

Мал. 29. Основні форми клітин бактерій

Клітина бактерій вкрита клітинною мембраною, має цитоплазму з органелами та носія спадкової інформації — молекулу ДНК. Бактерії не мають ядра, і тому ДНК розташовується безпосередньо в цитоплазмі (мал. 30).

Через відсутність ядра клітини бактерій отримали назву *прокаріотичні* (від грецького «про» — до, перед та «каріон» — ядро).

У більшості бактерій над клітинною мембраною, подібно до клітини рослин, знаходиться міцна клітинна оболонка; але у деяких її немає. З органел у бактеріальній клітині наявні лише рибосоми. А мітохондрії, хлоропласти, лізосоми, вакуолі з клітинним соком взагалі відсутні. Деякі бактерії здатні до активного руху за допомогою *джгутиків* або шляхом червоподібного вигинання клітини. Таким чином, бактерії мають найпростішу будову.

Джгутики — це органели, що забезпечують рух одноклітинних організмів.

Не зважаючи на простоту будови, клітини бактерій *живляться* — поглинають із зовнішнього середовища речовини, синтезують із них власні органічні речовини, за рахунок яких *ростуть, виділяють шкідливі продукти життєдіяльності у зовнішнє середовище, виробляють необхідну хімічну енергію, подвоюють ДНК і розмножуються*.

Прокаріоти, або доядерні організми, — це організми, клітини яких не мають ядра.

Розмноження бактерій відбувається шляхом поділу клітини навпіл. Проміжок часу між поділами у них може бути дуже коротким. Наприклад, бактерія *кишкова паличка* за сприятливих умов здатна ділитися кожні 20 хв. За таких темпів розмноження маса нащадків лише однієї материнської клітини могла б



Мал. 30. Будова клітини бактерії

перевищити масу всієї нашої планети через дві доби. Цього не трапляється тому, що сприятливі умови виникають лише тоді, коли водночас збігається чимало факторів: наявна волога та поживні речовини, є доступ до джерел енергії та сприятлива температура, відсутні ті, хто сам живиться цими бактеріями або заважає їх розвитку іншими шляхами.

За несприятливих умов бактерії здатні переходити у стан **анабіозу** — тимчасового припинення життєдіяльності організму. Для перенесення несприятливих умов чимало бактерій здатні утворювати особливі клітини, що спочивають.

Кількість бактерій навколо нас величезна, хоча й коливається у широких межах. У таблиці 2 наведені приблизні оцінки кількості бактерій навколо нас.

Таблиця 2

Середовище	Орієнтовна кількість клітин бактерій
Родючі ґрунти	3–6 млн в 1 г
Бідні ґрунти	0,5–1 млн в 1 г
Фасована вода	до 20 в 1 мл
Питна водопровідна вода	до 50 в 1 мл
Чиста природна вода	до 100 в 1 мл
Брудна вода*	100 тис. в 1 мл
Повітря над морем	10–1000 в 1 м ³
Повітря в провітреному приміщенні	3–5 тис. в 1 м ³
Повітря в непровітреному приміщенні*	300 тис.–1 млн в 1 м ³
Прибрана підлога	500 на 1 см ² кв.
Поверхня парти або стола	20–3000 на 1 см ²
Папір зі щойно розпакованої пачки	до 10 на 1 см ²

* Залежно від ступеня і характеру забруднення, може коливатися більш ніж у 100 разів.

ВИСНОВКИ

1. Бактерії є найменшими живими, переважно — одноклітинними, організмами.
2. Бактерії належать до прокаріот — їхні клітини не мають ядра та багатьох органел.
3. Бактерії здатні до швидкого росту та розмноження.
4. Бактерії поширені практично повсюди.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Бактерії, джгутики, прокаріоти, анабіоз.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Чим клітини бактерій принципово відрізняються від клітин рослин та тварин?
2. Чому бактеріальну клітину називають прокаріотичною?
3. Які процеси, притаманні бактеріальній клітині, свідчать про те, що бактерії є живими організмами?

ЗАВДАННЯ

Від школярів надійшов ряд запитань:

1. «Який максимальний період життя бактерії?»
2. «Чому бактерії невидимі?»
3. «Чи є таке місце, де немає бактерій?»
4. «Чи присутні бактерії у воді?»
5. «Чи вмирає бактерія, коли ми її заливаємо водою?»
6. «Скільки ми вдихаємо бактерій за один лише вдих?»

Спробуйте самотійно на них відповісти. Перевірте, наскільки ваші відповіді збігаються з варіантами, наведеними нижче.

Відповіді на запитання школярів

1. Клітина бактерії живе від поділу до поділу: за сприятливих умов — лише кілька десятків хвилин. Проте у стані анабіозу бактерії можуть перебувати необмежено довго.
2. Через свої мікроскопічні розміри.
3. Такого місця немає. Бактерії відсутні хіба що в деяких лабораторіях, де за допомогою спеціальних засобів забезпечується режим стерильності.
4. Так. Їх кількість залежить від чистоти води (табл. 2).
5. Ні, не вмирає. Як правило, навпаки, адже саме настання вологи найчастіше стримує ріст бактерій.
6. При розрахунку треба прийняти до уваги: по-перше, кількість бактерій в одиниці повітря залежить від того, наскільки чистим воно є; по-друге, об'єм повітря, яке вдихає людина за один раз, в середньому становить біля 0,5 л. Результати розрахунку: приблизно від 1–2 клітин у добре провітреному приміщенні, до 150–500 клітин у приміщенні зі спертим та затхлим повітрям.

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ**Бактерії найменші та найбільші**

Найменший теоретично можливий діаметр клітини, при якому вона ще здатна розмножуватись — 0,15–0,2 мкм. За менших розмірів у клітині просто не вистачить місця для розміщення рибосом, ДНК та мінімального набору необхідних білків.

Розмір бактерії *мікоплазми грибоподібної*, яка спричинює запалення легень у великої рогатої худоби та кіз, наближується до мінімальної теоретично можливої межі: її клітини мають діаметр лише близько 0,25 мкм.

Найбільшими серед відомих бактерій є *вултопісцій фішельсона* та *намібійська сірчана перловиця*. Перша живе у травному тракті тропічної риби-хірурга і має клітини до 0,5 мм завдовжки. Друга знайдена в океанічних донних відкладах поблизу Намібії: її клітини сягають діаметра майже 1 мм і розрізняються без збільшувальних приладів.

§ 12. ШКІДЛИВІ БАКТЕРІЇ



Ви дізнаєтесь, які бактерії є небезпечними та які правила допоможуть уникнути бактеріальних захворювань.



Чи можуть бактерії вбити людину? Чи всі бактерії небезпечні? Яка найнебезпечніша?
Скільки бактерій міститься в здоровому організмі людини? Чому деякі бактерії є шкідливими, а деякі корисними? Як органи людини знищують бактерії?

У багатьох людей слово «бактерія» часто пов'язується, у першу чергу, з хворобами. Проте кількість хвороботворних для людини видів, порівняно з загальною кількістю відомих видів бактерій, зовсім незначна.

Наразі вченими описано близько 30 тис. видів бактерій. Серед них лише менше 100 видів є визнаними збудниками небезпечних хвороб людини. Такі бактерії потрапляють в організм, оселяються, розмножуються у великій кількості і при цьому виділяють отруйні для організму людини речовини — *токсини*. Як наслідок, виникає захворювання. За ступенем небезпечності для людини виділяють чотири групи бактерій — особливо небезпечні, небезпечні, умовно-небезпечні та безпечні.

Епідемія (від грецького «епі-» — серед, та «демос» — народ) — швидке поширення на значній території певного захворювання, переважно, — інфекційного. Епідемії, які охоплюють територію багатьох країн або цілих континентів, називають *пандеміями*.

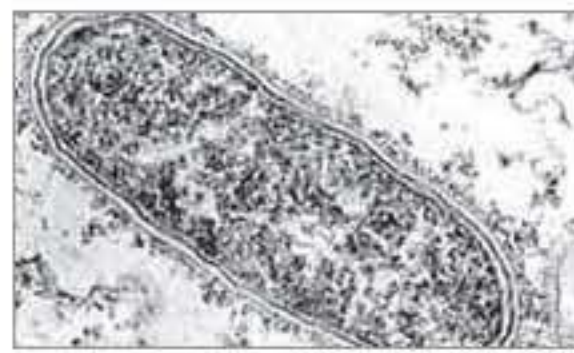
До особливо небезпечних належать бактерії, які спричиняють чуму, висипний тиф, холеру, сибірську виразку, орнітоз (ж.л. 31). Ці бактерії здатні швидко вражати значну кількість людей — викликати епідемії, «вміють» долати захисні системи організму,

Цікаво знати

За історію людства найбільше людей загинуло не у війнах. За перше місце у рейтингу найстрашніших вбивць змагання йде між особливо небезпечними бактеріями, голодом та хвороботворними вірусами. На рахунку одного лише збудника чуми — бактерії чумної палички — до 300 млн загиблих, збудника холери — холерного вібріона — понад 40 млн, збудника висипного тифу — понад 22 млн. Для порівняння: за різними оцінками у 15 тисячах війн, які людство пережило протягом всієї своєї історії, загинуло від 80 до 100 млн людей.



Чумна паличка



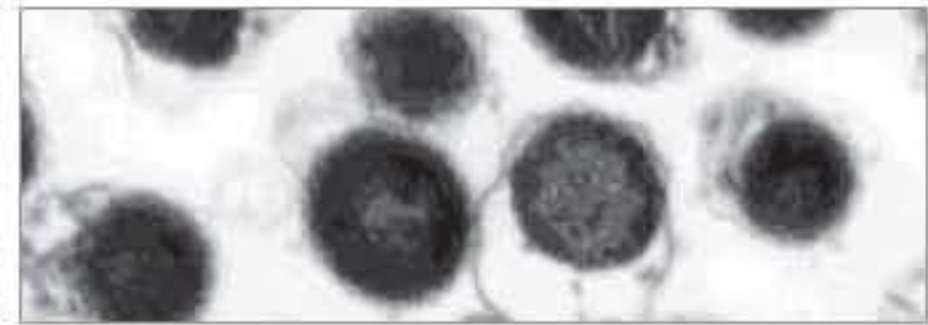
Рікетсія тифозна



Холерний вібріон



Бацила сибірської виразки



Хламідія папуг

Мал. 31. Збудники найнебезпечніших бактеріальних захворювань людини: чуми, висипного тифу, холери, сибірської виразки, орнітозу

а їх токсини є більш отруйними, ніж в інших бактерій, і тому небезпечнішими.

Деякі бактерії виділяють небезпечні токсини не в тілі людини, а в продуктах харчування при порушенні правил їх зберігання. Серед них найнебезпечнішою є бактерія, що спричинює хворобу ботулізм. За відсутності кисню ця бактерія здатна розвиватися у консервах (найчастіше м'ясних, грибних та рибних), виділяючи за межі клітин одну з найсильніших, відомих людині, отрут — *ботулотоксин*. Для дорослої людини смертельна доза цього токсину становить менш ніж 0,1 мг. Тому треба бути особливо уважними при споживанні консервів, необхідно пам'ятати, що консерви з банок із роздутими кришками не можна вживати в їжу.

Небезпечних для людини бактерій у кілька десятків разів більше, ніж особливо небезпечних. Небезпечні бактерії періодично потрапляють в організм людини, проте якщо їх кількість невелика, а людина здорова, то хвороба не розвивається.

Але якщо до організму потрапляє велика кількість клітин небезпечних бактерій, яким організм не може протидіяти, — захворювання розвивається. За певних умов небезпечні бактерії здатні



**СТЕРЕЖИСЬ
БОТУЛІЗМУ!**



викликати епідемії з високим рівнем смертності. До найбільш відомих небезпечних бактерій належать, зокрема, збудники туберкульозу (*туберкульозна паличка*), дифтерії (*дифтерійна паличка*), виразки шлунка та дванадцятипалої кишки (*гелікобактер*), черевного тифу та сальмонельозу (*сальмонели*), прокази (*мікобактерія прокази*).

Умовно-небезпечні бактерії складають численну групу. Більшість цих бактерій є звичайними мешканцями тіла людини, і шкідливого впливу на організм не спричиняють. Навпаки, деякі умовно-небезпечні бактерії допомагають людині перетравлювати їжу та здатні пригнічувати розвиток небезпечних мікроорганізмів. Більшість умовно-небезпечних бактерій живе не лише в тілі казаяїна, але й у зовнішньому середовищі. До них належить *кишкова паличка*.

Проте масове розмноження лише одного виду таких бактерій може викликати різноманітні запалення, розлад шлунка, головний біль, слабкість та ін. Умовно-небезпечні бактерії перетворюються на збудників хвороб внаслідок:

- раптового надходження в організм великої кількості таких бактерій із зовнішнього середовища (*причиною є порушення правил особистої гігієни, споживання зіпсованих продуктів, брудної води*);
- послаблення організму (*причиною є незбалансоване харчування, нестача вітамінів, чистого повітря, відсутність фізичних навантажень, малорухливий спосіб життя, недосипання, нервове перевантаження*);
- тимчасового зменшення кількості тих мікроорганізмів, що пригнічують розвиток умовно-небезпечних бактерій.

Кількість мікроорганізмів, що стримують розвиток умовно-небезпечних бактерій, найчастіше різко зменшується тоді, коли людина під час лікування приймає антибіотики.

Економічно шкідливими є бактерії, які псують харчові продукти, спричиняють гниття виробів з деревини та тканин, викликають біологічне руйнування промислових матеріалів та виробів, а також є збудниками хвороб сільськогосподарських рослин та тварин.

ВИСНОВКИ

1. Людина живе в оточенні бактерій — як шкідливих, так і корисних.
2. Дотримання правил гігієни дає змогу значно знизити ризик бактеріальних інфекцій.



3. Дотримання здорового способу життя, правил харчування допомагає організму тримати під контролем умовно-небезпечні бактерії та частково протидіяти збудникам небезпечних бактеріальних хвороб.
4. Захистом від особливо небезпечних бактеріальних захворювань є лише особиста гігієна та профілактика захворювань. Зі збудниками цих хвороб, а також більшістю небезпечних бактеріальних захворювань організм самостійно впоратися не може: необхідна допомога лікаря.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Токсини, епідемії, пандемія.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

Дайте відповіді на запитання школярів, що наведені на початку параграфа.

ЗАВДАННЯ

1. Нижче наведено правила, дотримання яких допоможе вберегтися від особливо небезпечних збудників бактеріальних захворювань. Ці правила сформульовані, виходячи з біологічних особливостей поширення відповідних бактерій. Спробуйте самостійно доповнити ці правила положеннями щодо *особистої гігієни, здорового способу життя та харчування* таким чином, щоб створити перелік Правил захисту від усіх трьох груп збудників бактеріальних захворювань.

Деякі правила профілактики особливо небезпечних бактеріальних захворювань

1. Не намагайтеся брати до рук диких тварин (в першу чергу — мишей, щурів, ховрахів, бабаків), особливо — якщо вони дозволяють себе впіймати. Млява тварина напевно хвора і може бути переносником різноманітних інфекційних захворювань, включаючи чуму.
2. Уникайте контакту з міськими дикими птахами (в першу чергу — з голубами), особливо млявими та слабкими. Птахи є переносниками орнітозу.
3. Слідкуйте за одягом та волоссям. Блохи є переносниками чуми, а воші — висипного тифу.
4. Не пийте сиру воду з відкритих водойм, не купайтесь в озерах та ставках, вода яких непрозора або має навіть легкий неприємний запах. Брудна вода є одним з основних шляхів розповсюдження холерного вібріона.
5. Перш ніж відкрити консерви, переконайтесь, що термін їх придатності не збіг, а банка не здута. Це допоможе знизити ризик захворювання на ботулізм.
6. Додайте правила гігієни: ...
7. Додайте правила харчування: ...

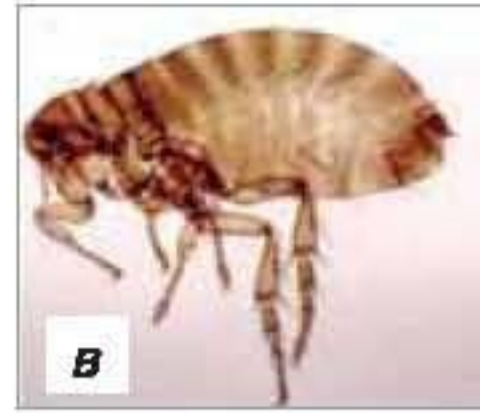
2. Використовуючи матеріали попереднього завдання, дайте відповідь на запитання: «Збудники яких небезпечних бактеріальних хвороб людини поширюються через об'єкти, зображені на малюнках (сторінка 56)?».



а



б



в



г



д



е



є



ж

§ 13. КОРИСНІ БАКТЕРІЇ



Цей параграф присвячено бактеріям, які охороняють наш організм та використовуються у господарській діяльності людини.

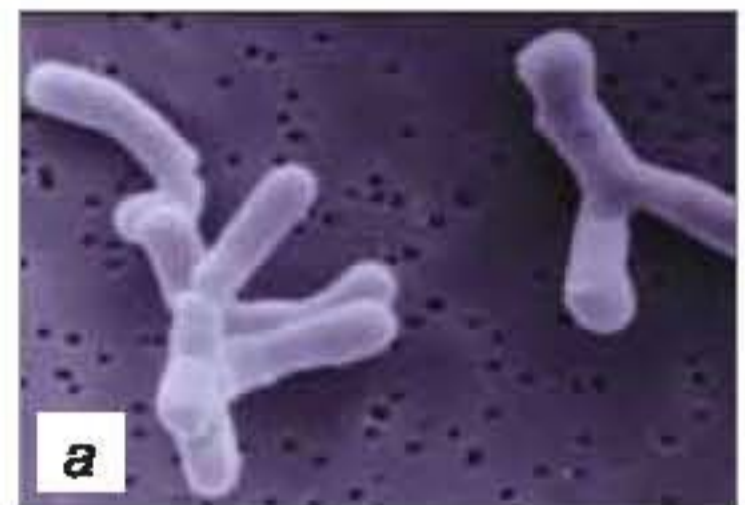


Якщо знищити всі бактерії в організмі, чи буде тоді людина жити довше? Чи існують «хороші» бактерії, які допомагають знищувати «погані»? Йогурти, сметана, кефір складаються з бактерій? Навіщо виробляють продукти харчування, які заносять в організм всілякі погані бактерії? Яких на світі бактерій більше: корисних чи шкідливих?

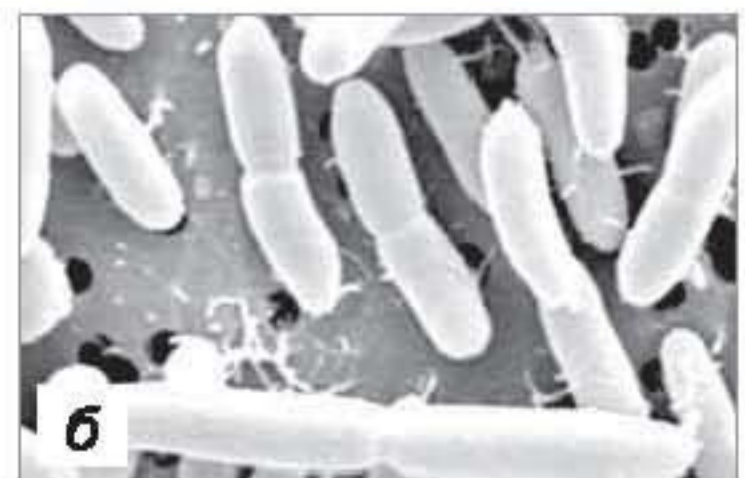
У тілі здорової людини живе від 300 до 1000 видів бактерій, загальна маса яких складає близько 1 кг, а чисельність клітин — близько 10 квадрильйонів. Це в десять разів більше, ніж кількість клітин, з яких складається тіло дорослої людини. За чисельністю переважають саме корисні бактерії — їх частка становить до 70–80%. Решта припадає на умовно-небезпечні бактерії.

Корисні бактерії покращують травлення, забезпечують організм деякими необхідними речовинами, пригнічують розвиток умовно-небезпечних бактерій, «навчають» організм людини боротися з хвороботворними мікроорганізмами.

Найвідомішими корисними бактеріями є *біфідобактерії* та *молочнокислі бактерії* (мал. 32). Їх найбільше у молочнокислих продуктах — кефірі, йогурті, ряжанці,

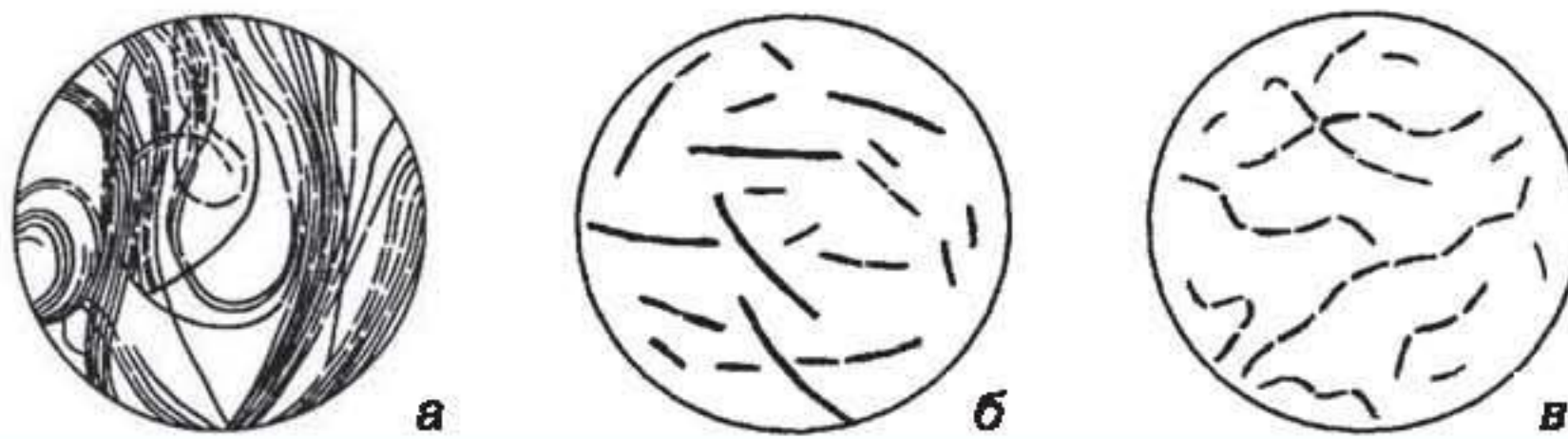


а



б

Мал. 32. Корисні бактерії:
а — біфідобактерія;
б — молочнокисла бактерія (лактобацила кислотолубна)



Мал. 33. Молочнокислі бактерії під оптичним мікроскопом:
а — болгарська паличка; б — лактобацила кислотолюбна; в — сирна паличка

кисляку. **Молочнокислі бактерії (мал. 33)** можуть самостійно розвиватись у молоці, викликаючи його скисання — молочнокисле бродіння. **Біфідобактерії** самі не зброджують молоко, їх у кисломолочні продукти вносять спеціально для того, щоб заселити ними кишечник людини. Інше джерело надходження корисних бактерій — це різноманітні соління, квашені та мочені овочі та фрукти.

Бактерії корисні не лише для здоров'я, а й у практичній діяльності людини (мал. 34). За допомогою корисних бактерій виготовляють молочнокислі продукти та соління, а також деякі ліки, кормові добавки для свійських тварин, препарати, які підвищують та відновлюють родючість ґрунтів. Бактерії використовуються при обробці сировини у текстильній промисловості. Прадавні бактерії відіграли провідну роль в утворенні корисних копалин — самородної сірки, «болотної» залізної руди, нафти та газу. Особливе значення бактерії мають для переробки та використання різноманітних відходів: за їх допомогою здійснюється очищення стічних вод, а нерозчинні органічні рештки переробляються на біогаз.



Мал. 34. Бактерії і промисловість. Йогурт та кефір, квашені огірки — продукти діяльності молочнокислих бактерій; оцет «виробляють» оцтовокислі бактерії; самородна сірка та болотна руда часто є результатами діяльності прадавніх бактерій; природний газ та біогаз — продукт бактеріального бродіння; природне азотне добриво — це бульбочкові бактерії

1. Бактерії для людини зазвичай дуже корисні, але за певних умов можуть бути надзвичайно небезпечними.
2. Корисних бактерій набагато більше, ніж шкідливих.
3. Особливо корисними для здоров'я людини є бактерії, які перешкоджають розвитку хвороботворних.
4. Бактерії широко використовуються у практичній діяльності людини.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Молочнокислі бактерії, біфідобактерії.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

Дайте відповіді на запитання школярів, що наведені на початку параграфа.

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

Пробіотики

Корисні бактерії, що захищають організм від шкідливих і додаються до продуктів харчування з метою лікування або профілактики захворювань, називають *пробіотиками*. На корисність молочнокислих бактерій, їх здатність протидіяти шкідливим бактеріям та навіть — старінню організму, першим звернув увагу наш видатний співвітчизник — професор Ілля Ілліч Мечников. Це сталося у 1907 р. — більш ніж за три чверті століття до того, як з'явився термін «пробіотик».



Ілля Ілліч Мечников (1845–1916 рр.). Видатний зоолог, ембріолог, імунолог та мікробіолог. Лауреат Нобелівської премії з фізіології та медицини (1908 р.). Один із засновників мікробіології та імунології. Автор теорії імунітету, теорії походження багатоклітинності у тварин. Народився в Харківській губернії. Закінчив Харківський університет. Працював в Одеському університеті та Інституті Пастера у Парижі. Засновник Одеської бактеріологічної станції.

§ 14. РІЗНОМАНІТНІСТЬ ТА ЗНАЧЕННЯ БАКТЕРІЙ У ПРИРОДІ



Ви поглибите свої знання про бактерії, дізнаєтесь, як вони живляться, дихають та яку роль відіграють у природі.



Як саме бактерії живляться, дихають? Чому бактерії існують скрізь? Що таке синьо-зелені водорості? Де їх можна побачити? Чи виникають бактерії на рослинах? Чи усе в світі пішло від бактерій? Коли виникли бактерії?

Бактерії в природі виконують багато різноманітних функцій. Серед них найважливіша — це очищення планети від решток ін-

ших організмів та відходів, що виділяють живі істоти в процесі своєї життєдіяльності. Крім того, чимало бактерій, подібно до рослин, самі створюють органічні речовини з неорганічних — з води та вуглекислого газу. У деяких куточках нашої планети — у глибоких печерах, на великих глибинах Світового океану, у гарячих джерелах та надсолоних водоймах — органічна речовина, утворена такими бактеріями, забезпечує існування інших організмів — тварин та грибів.

Таким чином, за способом живлення бактерії поділяються на *гетеротрофів* та *автотрофів* (мал. 35).

Бактерії живляться

гетеротрофно:

споживають готові прості органічні речовини і перетворюють їх у власні складні органічні речовини

автотрофно:

споживають неорганічні речовини і самі синтезують з них власні складні органічні речовини

Бактерії отримують енергію

з органічних речовин

дихання
(за допомогою кисню)
бродіння (без участі кисню)

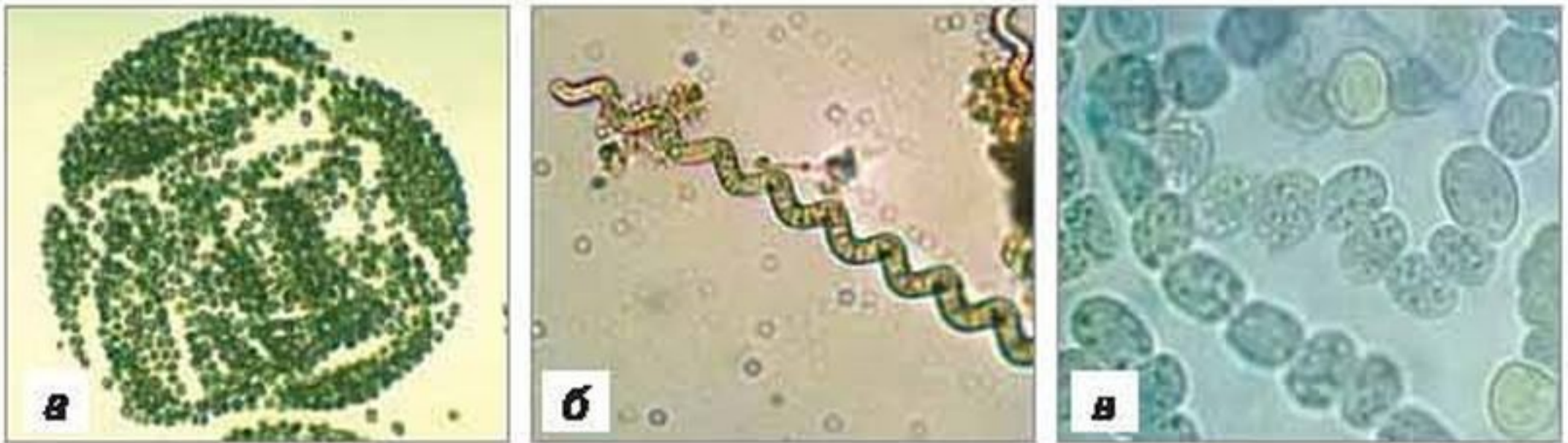
з неорганічних речовин

зі світла

Мал. 35. Способи живлення та отримання енергії у бактерій

Вільшість бактерій, подібно до тварин, живиться органічними речовинами, тобто є *гетеротрофами*. Гетеротрофні бактерії складають передовий загін великої армії маленьких прибиральників нашої планети. Споживаючи органічні речовини, бактерії частково переробляють їх в речовини власних клітин, а частково розкладають на неорганічні речовини, отримуючи при цьому енергію. Деякі бактерії розкладають органічні речовини в процесі *дихання*, використовуючи при цьому кисень. Проте багатьом бактеріям для отримання енергії кисень не потрібний: вони розкладають органічні речовини без його участі, зокрема, у процесі *бродіння*.

Бактерій, яким для отримання енергії необхідний кисень, дуже багато у ґрунтах та в поверхневих шарах води, особливо — забруд-



Мал. 36. Одноклітинні (а) та багатоклітинні (б, в) ціанопрокаріоти:
 а — мікроскопічна колонія збудника «цвітіння» води мікрощистісу;
 б — артроспіра (спіруліна), що в об'єкті промислового вирощування;
 в — істинна ціанопрокаріота носток

неної. Бактерії, які обходяться без кисню, у великій кількості населяють донні поклади водойм, особливо — застійних, їх також багато у травних системах різних тварин. Прикладом корисних для людини бактерій, які живуть за відсутності кисню, є *біфідобактерії*, а небезпечних — *збудник ботулізму*. Кисень пригнічує також розвиток більшості інших хвороботворних бактерій.

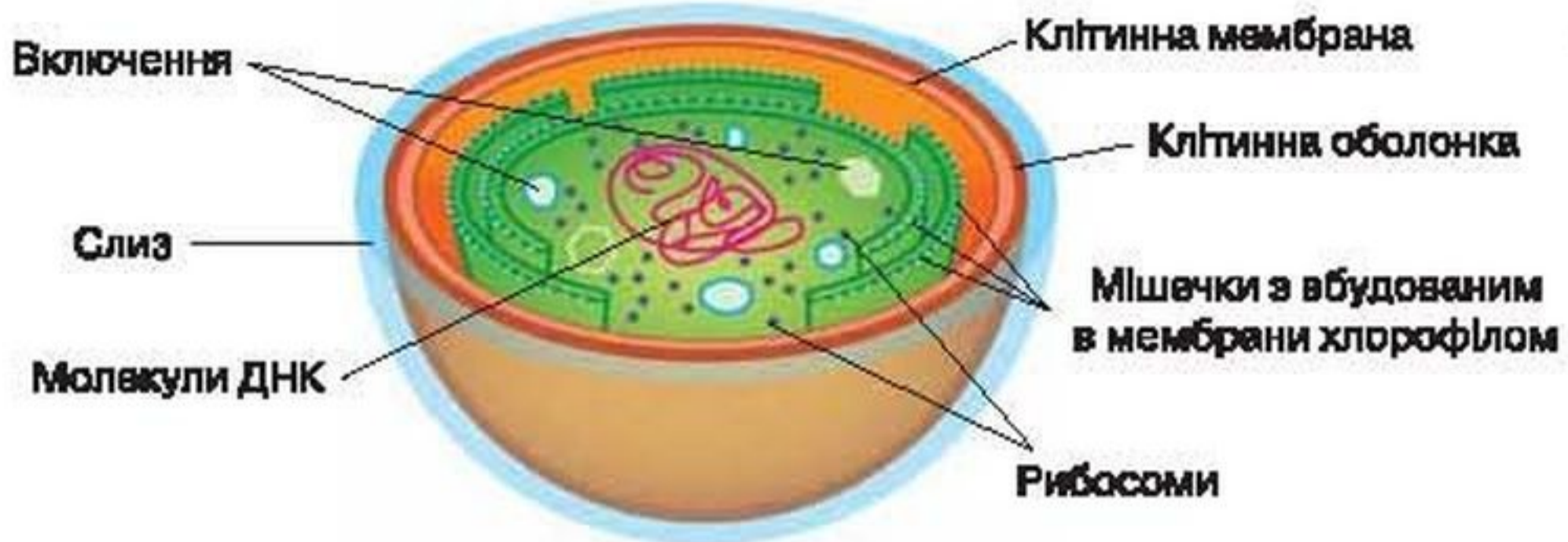
Значна кількість бактерій є *автотрофами*: вони синтезують органічні речовини з неорганічних — вуглекислого газу і води. Деякі з таких бактерій, подібно до рослин, використовуючи енергію сонячного світла, здійснюють фотосинтез. При цьому зелені та пурпурні бактерії кисень не виділяють.

Яскравим прикладом автотрофних бактерій, що в процесі фотосинтезу виділяють кисень, є мікроскопічні організми, які називають по-різному: *ціанобактеріями*, *синьо-зеленими водоростями*, або *ціанопрокаріотами*. Ціанопрокаріоти можуть бути як одноклітинними, так і багатоклітинними (мал. 36).

Під електронним мікроскопом клітини ціанопрокаріот схожі на бактерії. Проте є й суттєва відмінність: в клітинах ціанопрокаріот знаходяться сплюснені мембранні мішечки, у які вбудовані молекули хлорофілу (мал. 37). Вони роблять всю клітину ціанопрокаріот схожою на окрему органелу рослинної клітини — хлоропласт.

Ціанопрокаріоти можна знайти всюди, де є достатня для фотосинтезу кількість світла. Проте особливо різноманітні та численні вони у морях, прісних та надсолоних водоймах, гарячих джерелах, а також у ґрунтах спекотних та холодних пустель.

Внаслідок фотосинтезу, який здійснювали ціанопрокаріоти задовго до появи рослин, на Землі утворилася киснева атмосфера. У теперішній час планетарна роль ціанопрокаріот полягає у збага-



Мал. 37. Будова клітини ціанопркаріот

ченні ґрунту доступним для рослин Нітрогеном, який синьо-зелені водорості можуть засвоювати безпосередньо з атмосфери.

Деякі бактерії здатні отримувати енергію у спосіб, недоступний для рослин або тварин. Для синтезу молекул АТФ вони використовують багаті на енергію неорганічні речовини — сірководень, водень, аміак, навіть деякі сполуки заліза.

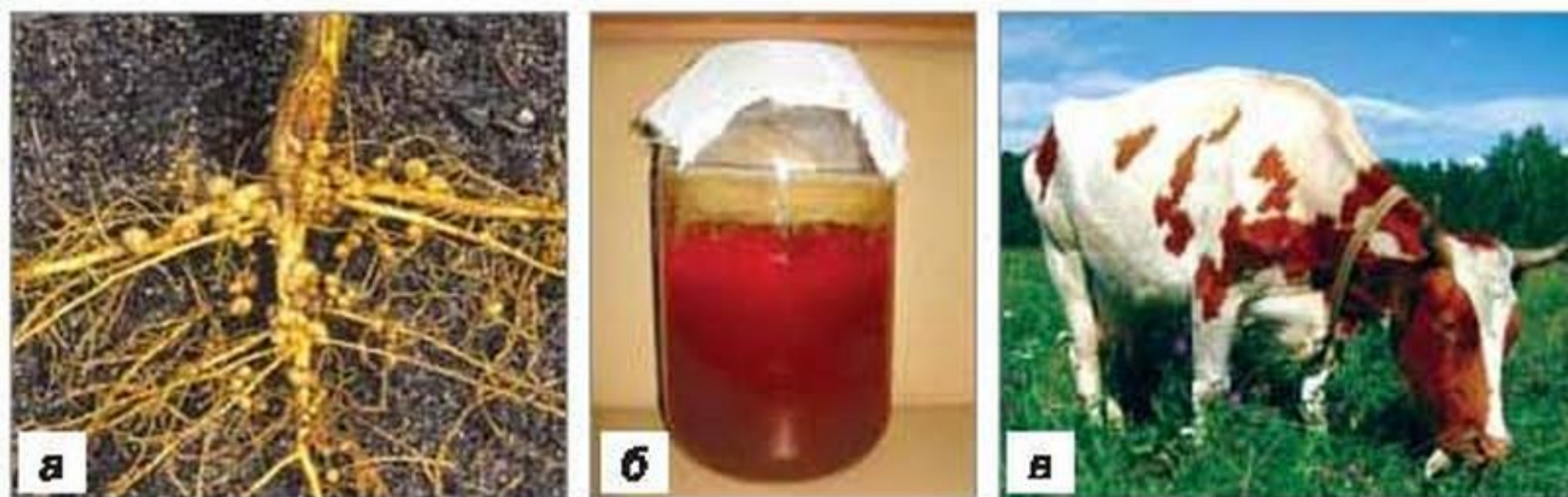
Дивовижним прикладом таких бактерій є ті, що живуть на дні Світового океану при температурі до $+300\text{ }^{\circ}\text{C}$ та тиску до 300 атмосфер біля підводних гейзерів — так званих «чорних курців». Перегріта вода, збагачена вуглекислим газом та сірководнем, для бактеріального населення «чорних курців» є джерелом їжі та енергії, а органічна речовина клітин самих бактерій — джерелом їжі та енергії для унікальних глибоководних червів, молосків та риб. Бактерії, що розвиваються на дні Світового океану біля «чорних курців» представляють не численну, але дуже своєрідну групу найдавніших прокаріот нашої планети, яка отримала назву *Архебактерій*, або *Археї*.

Бактерії по-різному взаємодіють з іншими організмами. Більшість бактерій веде вільний спосіб існування. Чимало бактерій є *паразітами* — вони оселяються у тілі тварин, рослин або грибів, і, живлячись органічними речовинами хазяїна, спричиняють його захворювання або навіть загибель.

Проте з багатьма організмами бактерії здатні вступати у взаємовигідний *симбіоз*, при якому як бактерія, так і хазяїн, у тілі якого вона

Паразитизм — взаємовідносини двох організмів, які вигідні одному (паразиту), проте шкідливі для іншого (хазяїна).

Симбіоз — співіснування двох різних організмів. Організми, що знаходяться в таких відносинах, називаються **симбіонтами**.



Мал. 38. Деякі приклади взаємовигідних симбіозів бактерій з іншими організмами

оселилась, отримують взаємну користь (мал. 38). Окрім симбіозу, який вигідний для обох організмів, існують відносини, корисні одному, але байдужі для іншого симбіонта. Ще один вид симбіозу — це відносини, які шкідливі одному, але байдужі для іншого.

Прикладами взаємовигідного симбіозу є взаємовідносини *молочнокислих бактерій* з людиною: людський організм надає бактеріям домішку та їжу, а бактерії допомагають людині у травленні та боротьбі з хвороботворними мікроорганізмами.

Приклад взаємовигідних симбіотичних відносин з рослинами демонструють *бубльочкові бактерії*: вони розвиваються у коренях бобових рослин — *гороху, квасолі, люцерни, конюшини*, і забезпечують рослину необхідними сполуками Нітрогену, виконуючи роль живих азотних добрив. Натомість від зав'язі вони отримують частину органічних речовин, які утворює рослина у процесі фотосинтезу (мал. 38, а).

Чайний гриб — це симбіоз *оцтовокислих бактерій* та грибів-дріжджів (мал. 38, б).

Корова перетравлює рослинну їжу завдяки симбіотичним бактеріям, що мешкають в особливій частині її шлунка — *рубці* (мал. 38, в).

Черв *олавіус*, що мешкає у Середземному морі, взагалі не має травної системи — всі поживні речовини він отримує від симбіотичних автотрофних бактерій, що розвиваються в його тілі.

Бактерії представляють найдавнішу групу живих організмів нашої планети. Сучасні рослини, тварини та гриби є дуже далекими нащадками прадавніх бактерій. Перші рештки бактерій та сліди їхньої діяльності мають вік від 3,6 до 3,2 млрд років. Для порівняння: вік нашої планети за результатами аналізу метеоритного свинцю становить 4,6 млрд років; перші примітивні тварини з'явилися на ній майже 1,8–1,5 млрд років тому.

1. Бактерії відіграють визначальну роль у процесах очищення планети від органічних решток та продуктів життєдіяльності живих істот.
2. Різноманітність способів живлення та шляхів отримання енергії, а також відносин з іншими організмами є головними причинами повсюдного поширення бактерій.
3. Ціанопрокаріоти є прокаріотичними організмами, які живляться як рослини — шляхом фотосинтезу. Вони мають хлорофіл, але не мають хлоропластів.
4. Завдяки ціанопрокаріотам на Землі виникла киснева атмосфера.
5. Бактерії є найдавнішою групою живих організмів нашої планети.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Гетеротрофи, автотрофи, бродіння, ціанопрокаріоти, паразитизм, симбіоз.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Як бактерії отримують енергію?
2. Чим паразитизм відрізняється від взаємовигідного симбіозу?
3. Які приклади взаємовигідного симбіозу бактерій з іншими організмами ви знаєте?
4. Яка особливість будови тіла характерна для ціанопрокаріот, але не характерна для більшості бактерій?

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

Бактерії — найвитриваліші організми нашої планети

(Відповіді на запитання школярів:

Чи є бактерії в космосі? Чи можна вбити бактерію радіацією?)

Найстійкішим до радіоактивного випромінювання організмом є бактерія *Дейнокок радіовитривалий*. Він витримує опромінювання, що у 1000–3000 разів перевищує смертельну для людини дозу. *Дейнокок* здатний виживати навіть у охолоджувальних системах атомних реакторів. Через високу радіовитривалість деякий час навіть існувала гіпотеза про «марсіанське походження» цієї бактерії. Проте дослідження ДНК засвідчили її суто земну природу.

Продукції безодневий мешкає на дні океану на глибині близько 3 км поблизу підводних гейзерів — «чорних курців», які викидають воду, нагріту до 300–400 °С. Середовище, у якому мешкає *продукції*, можна порівняти з умовами на Венері, де середня температура становить близько +450 °С, тиск — близько 100 атмосфер, «повітря» складається з вуглекислого газу, просякненого сірководневими сполуками.

У 2009 р. бактерії (а також деякі мікроскопічні гриби) були виявлені у стратосфері, на висотах 20–41 км, де температура коливалась у межах від –50 до 0 °С, а тиск становив лише 0,003–0,06 від нормального. Проте ще раніше бактерії були виявлені радянськими вченими на більших висотах: 70 км та 84 км.

У 1967 р. на поверхню Місяця «прилунився» американський безпілотний апарат «Сервейор 3». У 1969 р. біля нього сів посадочний модуль корабля «Аполон 12» з двома астронавтами на борту. Астронавти демонтували частину приладів «Сервейора», запакували їх і повернули на Землю. В лабораторії на одному з приладів було виявлено кілька видів земних бактерій, які потрапили туди перед запуском «Сервейора 3». Клітини цих бактерій витримали майже трирічне перебування поза межами Землі, будучи відділені від космічного простору лише клітинною мембраною та клітинною оболонкою, а один вид — тільки клітинною мембраною!

В 15. ОДНОКЛІТИННІ ЕУКАРІОТИ



Мова піде про мікроорганізми, тіло яких являє собою лише одну клітину, але ця клітина, на відміну від бактерій, має ядро.



Евглена зелена — це тварина чи рослина? Які малі організми та водорості важливі для нашого життя?

До **еукаріот** відносяться більшість видів, які населяють нашу планету і відрізняються від бактерій тим, що їхні клітини мають ядро.

Ядро еукаріот містить молекули ДНК, організовані у хромосоми. Характерною ознакою еукаріот є також наявність мітохондрій. В еукаріот, які адаптивні до фотосинтезу, є хлоропласти. Цитоплазма саме еукаріотичних клітин містить більшість інших органел, зокрема лізосоми та різноманітні вакуолі.

Еукаріоти можуть бути як одноклітинними, так і багатоклітинними. Прикладами еукаріот є всі ті тварини, гриби, рослини, яких ви бачите без використання збільшувальних приладів.

Одноклітинні еукаріоти — це організми, що складаються з однієї еукаріотичної клітини, яка часто зовсім не схожа на клітини багатоклітинних рослин, тварин або грибів. Хоча всі багатоклітинні еукаріоти походять від одноклітинних.

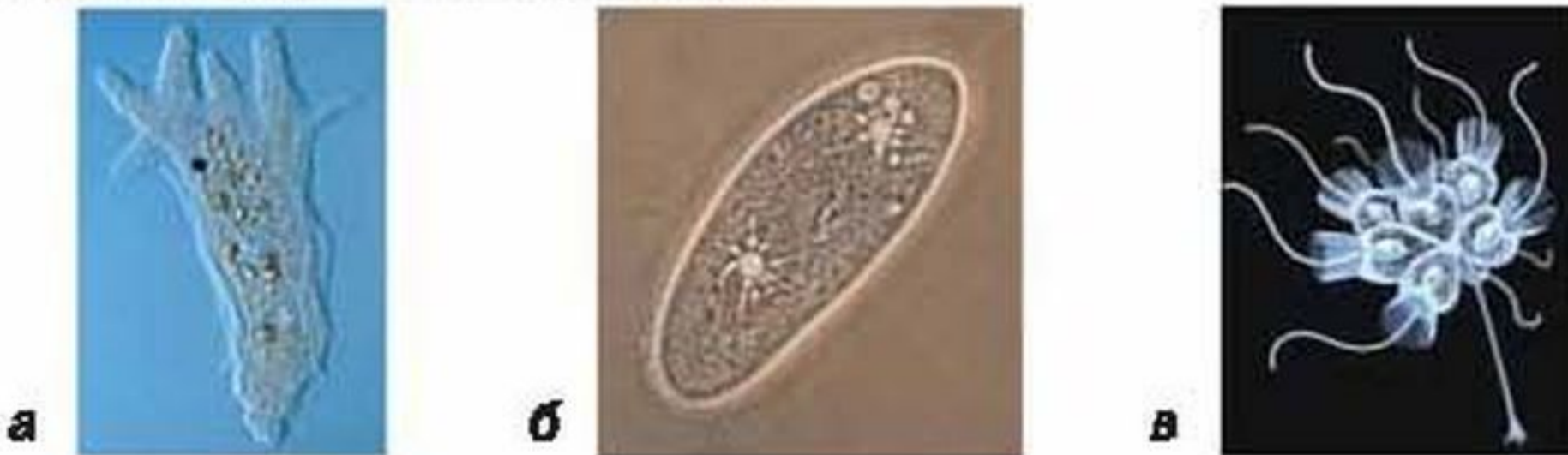
Іноді багатоклітинні еукаріоти, пристосовуючись до особливих умов середовища, «повертались» до одноклітинної будови. Прикладом таких організмів є відомі кожній господині одноклітинні гриби — звичайні пекарські дріжджі (мал. 39, е, ж). Наразі відомо понад 100 тис. видів одноклітинних еукаріот.

Одноклітинні еукаріотичні організми суттєво різняться за способами живлення. Частина одноклітинних еукаріот живиться гетеротрофно, інша частина — автотрофно. У *гетеротрофних* одноклітинних еукаріот розрізняють тваринний та грибний способи поглинання органічних речовин. При *тваринному* способі клітина захоплює тверді часточки їжі, і далі перетравлює їх у цитоплазмі, часто — в особливих органелах — *травних вакуолях*. При *грибному* способі клітини можуть поглинати лише розчинені органічні речовини, всмоктуючи їх всією поверхнею. *Автотрофне* живлення в одноклітинних еукаріот відбувається виключно завдяки фотосинтезу.

Тваринноподібні та рослинноподібні одноклітинні еукаріоти. Одноклітинних еукаріот із тваринним способом живлення називають *одноклітинними тваринноподібними організмами*. Одноклітинних еукаріот з рослинним способом живлення відносять до *одно-*

ОДНОКЛІТИННІ ЕУКАРІОТИ

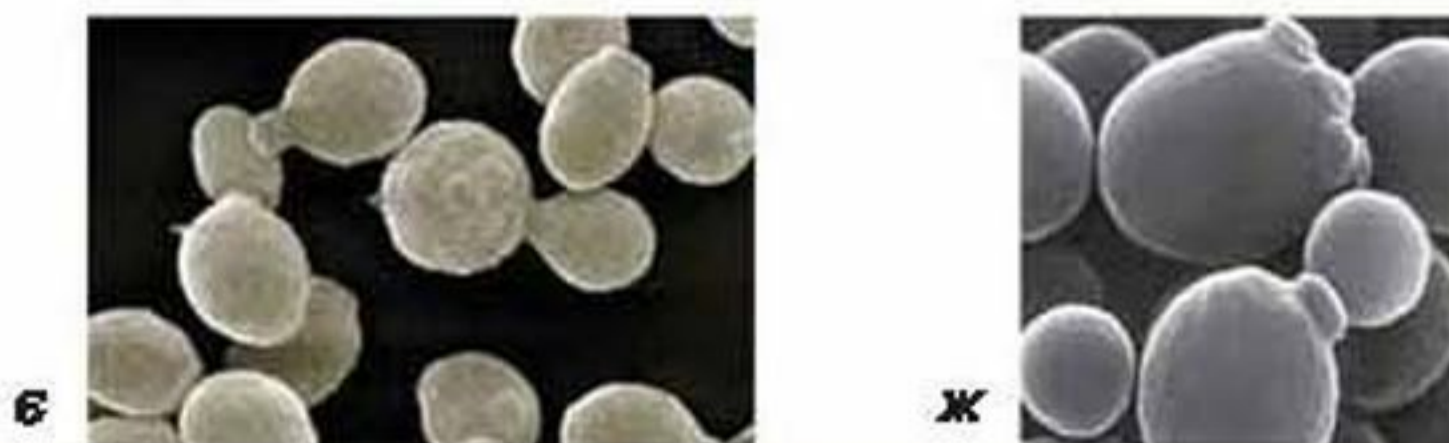
Одноклітинні тваринноподібні організми



Одноклітинні водорості



Одноклітинні гриби



Мал. 39. Приклади одноклітинних еукаріот. а — амеба; б — Інфузорія; в — комірцеві джгутиканосці; г — діатомові водорості; д — еугленова водорість; е — одноклітинна зелена водорість; е, ж — одноклітинні гриби — дріжджі

клітинних водоростей. Крім того, багато одноклітинних еукаріот (як твариноподібних, так і рослиноподібних) здатні поглинати поживні речовини грибним способом — шляхом всмоктування їх всією поверхнею клітини.

Наприклад, одноклітинна водорість *евглена* (мал. 39, д), яку інколи помилково називають «напівтвариною-напіврослиною», має зелені хлоропласти, і за наявності світла живиться завдяки фотосинтезу. Якщо ж у воді багато розчинених органічних речовин, а світла немає, евглена переходить на гетеротрофний (грибний) тип живлення, і навіть може при цьому ставати безбарвною. Евглена поглинає лише розчинені органічні речовини, всмоктуючи їх всією поверхнею клітини. До захоплення та перетравлення твердих часток їжі, тобто до тваринного живлення, евглена не здатна. З іншого боку, *амеби* та деякі *інфузорії* (мал. 39, а, б), які належать до твариноподібних одноклітинних організмів, поглинають органічні речовини як тваринним, так і грибним способом, проте через відсутність хлоропластів не можуть житись як рослини.

Поширення та значення. Одноклітинні еукаріоти поширені по всій Земній кулі. Вони мешкають в океанах, морях, різноманітних прісних водоймах, чимало їх зустрічається в ґрунтах. Серед них є паразити та взаємовигідні симбіонти тварин і рослин. Деякі з них вдатні викликати тяжкі хвороби людини, наприклад, малярію та сонну хворобу.

У природі одноклітинні твариноподібні організми та водорості слугують їжею для багатьох тварин, особливо тих, що мешкають у воді. Сучасні представники світу одноклітинних еукаріот відіграють важливу роль у процесах самоочищення водойм, а рештки викопних одноклітинних твариноподібних організмів та водоростей використовуються геологами для визначення віку осадових порід та при пошуках родовищ корисних копалин, зокрема нафти.

ВИСНОВКИ

1. Клітини еукаріотів мають значно складнішу будову, ніж у прокаріотів. Головною ознакою еукаріот є наявність ядра.
2. Еукаріотичні організми можуть бути як одноклітинними, так і багатоклітинними.
3. Одноклітинним еукаріотам притаманні різні способи живлення — тваринний, грибний, рослинний та їх різні комбінації.
4. Одноклітинних еукаріот в тваринним способом живлення називають одноклітинними твариноподібними організмами, з рослинним — одноклітинними водоростями.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Еукаріоти, одноклітинні еукаріоти, одноклітинні твариноподібні організми, одноклітинні водорості.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Чим одноклітинні еукаріоти відрізняються від бактерій та ціанопрокаріот?
2. Які способи живлення притаманні одноклітинним еукаріотам?
3. У чому полягає різниця між одноклітинними твариноподібними організмами та одноклітинними водоростями?
4. Часто в літературі можна зустріти вислів, що евглена в темряві живиться як тварина. Чи є це твердження повністю правильним?

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

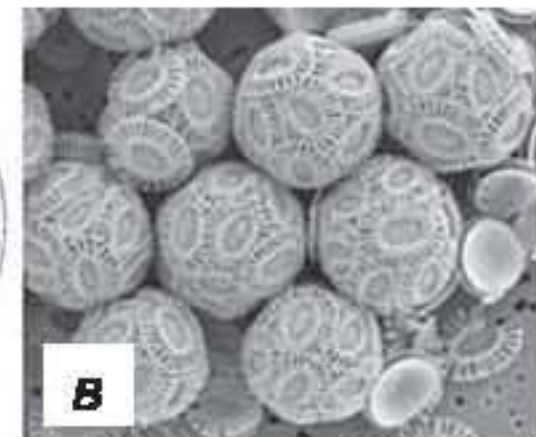
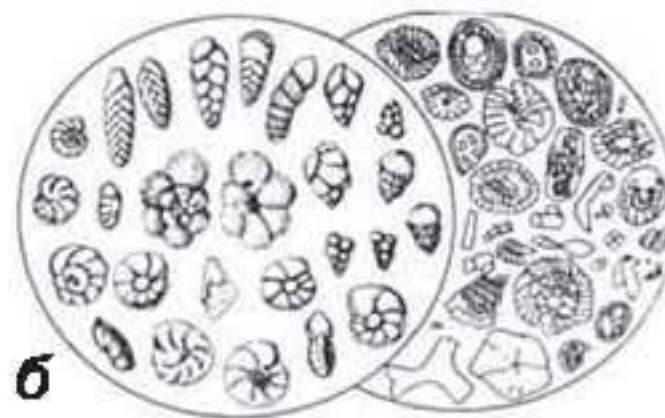
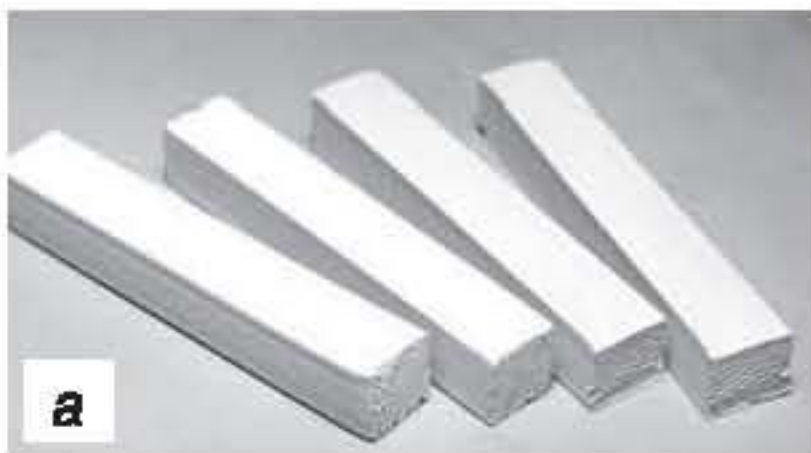
Чим знамениті одноклітинні еукаріоти?

(Відповідь на запитання школярів: Чому море світиться? Що нам дають водорості та одноклітинні твариноподібні організми і чи потрібні вони нам?)

Розмножуючись у великій кількості, одноклітинні еукаріоти здатні викликати деякі явища, відомі людині ще з прадавніх часів та описані в легендах. До них належать «криваві дощі» та «кривавий сніг», які спричинює одноклітинна водорість *гематокок*, небезпечно токсичне «цвітіння» води у морях та океанах, відоме під назвою «червоні припливи» — його викликають віддалені родичі інфузорій — *динофлагеляти*, зелені та червоні «цвітіння» кори дерев — явища, обумовлені масовим розвитком споріднених з *хлорелою* зелених водоростей. Улітку вночі можна спостерігати, як в морі за човном чи плавцем тягнеться сріблясто-блакитна смужка світла: це зазвичай світяться одноклітинні *ночесвітки*.

На очисних спорудах армія родичів *інфузорій*, *амеб* та *евглен* невтомно вилучає з води та розкладає у своїх клітинах частки органічної речовини, забезпечуючи тим самим процес самоочищення забруднених вод.

Рештки загблих одноклітинних еукаріот, що мешкали в океані десятки мільйонів років тому, утворили чимало різних осадових порід, які наразі використовує людина. Наприклад, звичайна шкільна крейда — це залишки черепашок *форамініфер* та лусочок *коколітофорид* (мал. 40).



Мал. 40. Породи, утворені викопними одноклітинними еукаріотами. Крейда (а) та її склад (залишки форамініфер та коколітофорид (б); сучасна коколітофорид з вапняковими коколітами (в), з яких утворилась крейда)

§ 16. ТВАРИНОПОДІБНІ ОДНОКЛІТИННІ ОРГАНІЗМИ



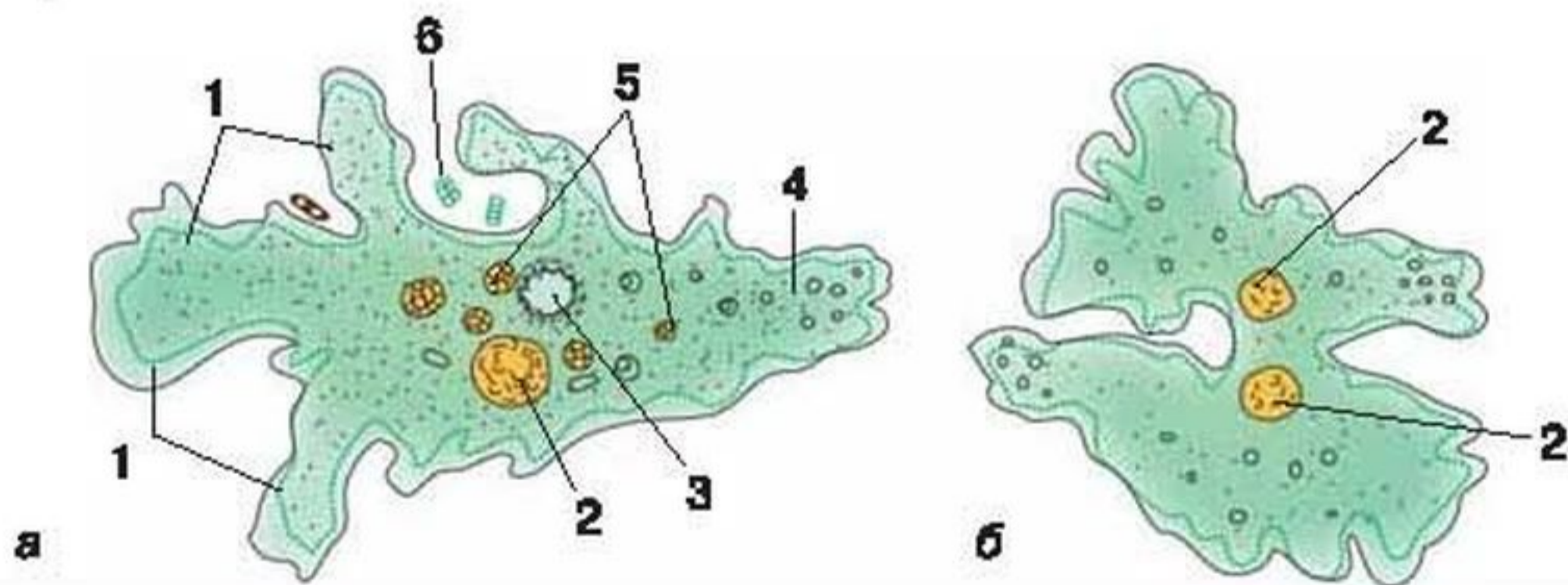
Ми розглянемо одноклітинні організми, що за типом живлення схожі на тварин. Вони залишилися одноклітинними, але це не завадило їм існувати серед складніших за будовою багатоклітинних істот, і навіть харчуватися ними.



Що є збудником небезпечної хвороби малярії?

Якщо розглянути під мікроскопом зразки осаду, зібрані з дна водойми, то ми обов'язково побачимо мікроскопічні рухливі одноклітинні безбарвні організми, які набагато більші за бактерій. Це одноклітинні твариноподібні організми. До них належить і *амеба протей*, яка дуже поширена у прісних, переважно — проточних водоймах.

Амеба протей. Тіло амеби являє собою одну клітину до 0,25 мм завдовжки (мал. 41, а). Її форма постійно змінюється, завдяки чому клітина повільно рухається. Під час руху на передньому боці клітини утворюються випини, у які поступово перетікає цитоплазма з центральної та задньої частин клітини. Ці випини називаються **несправжніми ніжками**.



Мал. 41. Амеба (а): 1 — справжня ніжка; 2 — ядро; 3 — скоротлива вакуоля; 4 — зона виділення неперетравлених решток; 5 — частка їжі у травній вакуолі; б — захоплення їжі справжніми ніжками; розмноження амеби поділом навпіл (б)

Коли на шляху амеби трапляються скупчення бактерій або дрібні рештки інших організмів, справжні ніжки повільно оточують їх і замикають у собі. Утворюється **травна вакуоля**. **Травна вакуоля** — це органела, у яку з цитоплазми виділяється травний сік, який розкладає складні органічні речовини здобичі на простіші. Продук-



ти травлення всмоктуються з травної вакуолі у цитоплазму і використовуються амебою для синтезу власних органічних речовин та забезпечення клітини енергією. Спосіб живлення амеби називається *фагоцитозом*.

Згодом травна вакуоля з неперетравленими рештками опиняється біля клітинної мембрани, зливається з нею, і неперетравлений вміст вакуолі виводиться назовні.

В клітині амеби під оптичним мікроскопом можна розрізнити також прозору *скоротливу вакуолю* та

ядро. *Скоротлива вакуоля* періодично заповнюється водою, що містить надлишок солей та не потрібні продукти життєдіяльності, далі різко скорочується і викидає таким чином вміст назовні, тобто регулює кількість води і солей у клітині та здійснює функцію виділення. Ровмножується амеба поділом навпіл (мал. 41, б).

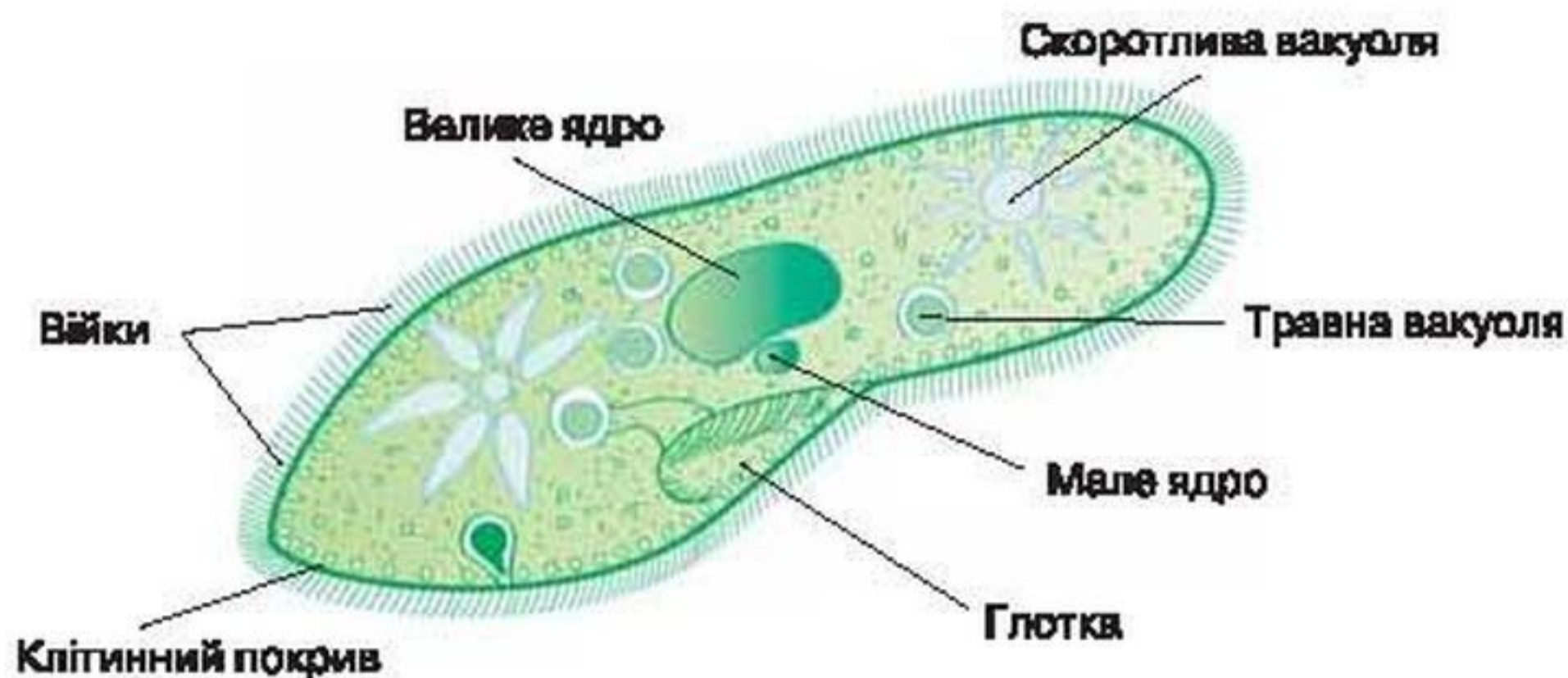
Дослідження амеби під електронним мікроскопом показали, що її клітина має не лише клітинну мембрану, ядро, скоротливу та травну вакуолі, але й мітохондрії.

Інфузорія туфелька. Іншим прикладом одноклітинних твариноподібних організмів є *інфузорії*. Вони також живуть повсюди у прісній воді, а культуру інфузорій легко занести та підтримувати самостійно. Клітини найпоширенішої *інфузорії туфельки* великі (до 0,2–0,3 мм завдовжки) і помітні навіть без збільшувальних приладів. За формою клітина дійсно нагадує туфельку: спереду клітина звужена, позаду — дещо розширена. На одному боці клітини в інфузорії розташовується заглибина, схожа на кишеньку — це *глотка* (мал. 42).

Поверхню клітини вкривають біля 15 тис. рухливих джгутиків, які в інфузорій називають *війками*. Завдяки координованому хвилеподібному руху війок інфузорія за 1 секунду долає відстань у десять разів більшу за її довжину. Клітинна мембрана разом з війками та їх корінцями, розташованими у поверхневому шарі цитоплазми, утворює пружний та гнучкий *клітинний покрив*. Завдяки цьому покриву клітина зберігає відносно сталу форму.

Війки також вистилають поверхню глотки. Біля отвору глотки війки довші, і їх удари спрямовують усередину невеличкі часточки їжі, які осідають на її дні. Там вони оточуються випинами клітинної мембрани, краї яких з'єднуються, утворюючи травну вакуолю. У травну вакуолю виділяється травний сік — і відбува-

Фагоцитоз (від грецького «фа-ген» — їсти, та «цитос» — клітина) — спосіб живлення клітини шляхом активного захоплення часток їжі з подальшим їх перетравленням у цитоплазмі. Саме фагоцитоз називають тваринним способом живлення.



Мал. 42. Інфузорія

ється розклад складних органічних речовин на прості. Вона переміщується по клітині, прості поживні речовини всмоктуються у цитоплазму, а неперетравлені рештки виводяться назовні поблизу заднього кінця клітини. Таким чином, хоча у інфузорії травні вакуолі утворюються в глотці, сам спосіб живлення схожий зі способом живлення амеби, і також є фагоцитозом.

У передній та задній частинах клітини знаходиться по одній скоротливій вакуолі, які оточені вірчасто розташованими водозбираючими каналцями. Крім того, під оптичним мікроскопом у центрі клітини можна розрізнити два ядра — велике і мале. Велике ядро керує роботою клітини, а мале ядро відповідає за *статевий процес* та утворення великого ядра.

Статевий процес — процес обміну спадковою інформацією між двома особинами. При статевому процесі зазвичай послідовно відбувається часткове або повне злиття клітин, злиття ядер та обмін ділянками ДНК двох різних особин. Це має велике значення для еволюції.

Розмножуються інфузорії поділом клітини навпіл. Крім того, у інфузорій існує і статевий процес. При статевому процесі дві інфузорії з'єднуються черевними боками, цитоплазми клітин у зоні контакту зливаються. Далі великі ядра руйнуються, а малі в особливий спосіб діляться. Внаслідок такого поділу

в кожній клітині утворюється два ядра. Потім одне з ядер кожної клітини переходить в іншу клітину, де зливається з тим ядром, що залишилось, і клітини роз'єднуються. Ядро, що утворилося внаслідок злиття, ділиться, утворюючи в клітині нові ядра — мале і велике. Таким чином, при статевому процесі внаслідок обміну ядрами між клітинами інфузорій здійснюється обмін спадковою інформацією.

Комірцеві джгутиконосці. У морях та прісних водоймах численною є група одноклітинних твариноподібних організмів, у яких клітина на верхньому боці утворює комірець, з якого виходить довгий джгутик (мал. 43). Це *комірцеві джгутиконосці*. За допомогою джгутика клітина спрямовує до своєї поверхні потік води, що несе часточки їжі — відмерлі органічні речовини та бактерії. Коли їжа потрапляє на клітинну мембрану, її оточує коротка несправжня ніжка. Вона втягує здобич у клітину. Утворюється травна вакуоля, де і відбувається процес травлення. Комірцеві джгутиконосці вважаються найближчими ймовірними родичами багатоклітинних тварин, зокрема губок.



Мал. 43. Комірцевий джгутиконосець

Паразитичні одноклітинні твариноподібні організми. Чимало одноклітинних твариноподібних організмів пристосувались до життя в інших організмах. Деякі з них здатні жити за рахунок хазяїна, завдаючи йому шкоди.

Дизентерія — небезпечна хвороба, збудником якої є *дизентерійна амеба*, яка може жити у кишечнику людини. Зазвичай вона не завдає шкоди людині, оскільки харчується бактеріями. Але іноколи дизентерійна амеба пошкоджує стінки кишечника, і, живлячись клітинами крові, починає дуже швидко ділитися, спричинюючи кривавий пронос. Із калом клітини дизентерійної амеби виводяться назовні. Здорова людина заражується дизентерійною амебою тоді, коли споживає їжу, що містить спочиваючі клітини паразита. Прості правила гігієни — миття рук після відвідування туалету та перед споживанням їжі — дозволяють уникнути зараження дизентерійною амебою.

Малярія — дуже небезпечна хвороба, поширена у країнах з теплим та вологим кліматом. Її збудником є *малярійний плазмодій* (мал. 44).



Мал. 44. Малярійний комар анофелес (а) та малярійний плазмодій, що виходить зі зруйнованих червоних кров'яних тілець (б)

Він розвивається в клітинах печінки та крові, спричиняючи їх руйнування. Переносником паразита є малярійний комар: при укусі хворої на малярію людини малярійний плазмодій потрапляє у тіло комара, там розмножується, і при повторному укусі зі слиною комара передається здоровій людині.

ВИСНОВКИ

1. Одноклітинних еукаріот, що живляться шляхом фагоцитозу, називають одноклітинними твариноподібними організмами.
2. Різні групи одноклітинних твариноподібних організмів (зокрема амеби, інфузорії, комірцеві джгутиконосці) відрізняються будовою клітин, рухливістю, способами розмноження.
3. Серед твариноподібних одноклітинних еукаріот є збудники небезпечних хвороб людини (наприклад, дизентерійна амеба та малярійний плазмодій).

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Несправжні ніжки, травна вакуоля, фагоцитоз, скоротлива вакуоля, статевий процес, дизентерія, малярія.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке фагоцитоз?
2. Яка хвороба, що спричинюється одноклітинними твариноподібними організмами, є «хворобою брудних рук»?
3. Які паразитичні одноклітинні твариноподібні організми розповсюджуються кровосисними комахами, зокрема комарами?

ЗАВДАННЯ

Заповніть таблицю в зошиті, поставивши проти вказаної ознаки «так» або «ні» у стовпчиках, що стосуються відповідних організмів.

№ ознаки	Ознака	Амеби	Інфузорії	Комірцеві джгутиконосці
1	Мають комірцеві	ні	ні	так
2	Мають глотку			
3	Мають травні вакуолі			
4	Активно рухаються			
5	Мають один джгутик			
6	Мають війки			

№ ознаки	Ознака	Амеби	Інфузорії	Комірцеві джгутиконосці
7	Мають несправжні ніжки			
8	Зберігають сталу форму клітини			
9	Мають одне ядро			
10	Мають два ядра			
11	Живляться завдяки фагоцитозу			

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

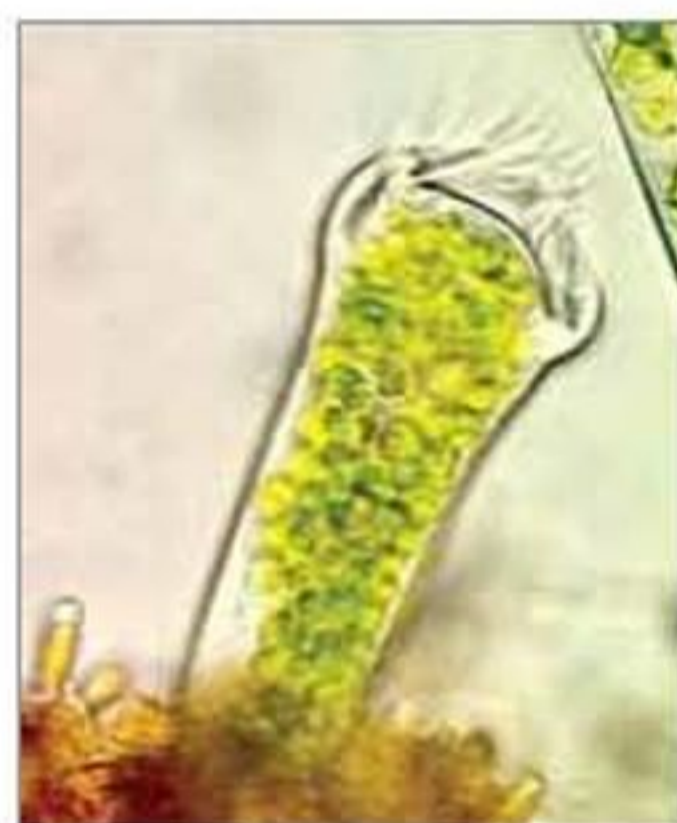
Про одноклітинні твариноподібні організми, що «мріяли» стати автотрофами

«Винахід» тваринного способу живлення — фагоцитозу — відкрив одноклітинним організмам дорогу до хижацтва, якого раніше не існувало. Проте активний спосіб добування їжі вимагав більших затрат енергії: кому — на пересування, кому — на забезпечення роботи війок чи джгутиків. Потреби у їжі зростали, а з ними зростав ризик загибелі від голоду у випадку невдалого полювання. Тому в усіх групах одноклітинних твариноподібних організмів з'являлись «винахідники», що запасалися «страховим полісом» від голодної смерті: вони захоплювали автотрофних симбіонтів.

Так, прісноводна амеба *Леломікса* з'їдає, але не перетравлює одноклітинних ціанопрокаріот. Вони зберігаються у цитоплазмі амеби і отримують від неї вуглекислий газ та захист. Натомість ціанопрокаріот «віддає» хазяїну частину своїх продуктів фотосинтезу. Завдяки такому симбіонту, амеба може виживати у воді, де практично немає необхідних для її живлення органічних речовин.

У такий же спосіб страхують себе від нестачі їжі променяки — досить великі морські одноклітинні організми, що мешкають у товщі води. За допомогою несправжніх ніжок променяки уловлюють бактерії та дрібні органічні рештки і перетравлюють їх у травних вакуолях. Проте, якщо здобиччю стає водорість, то променяк зберігає її у цитоплазмі. Водорість забезпечує променяка киснем, а променяк надає водорості притулок та їжу — вуглекислий газ. Якщо ж променяк починає голодувати, то він перетравлює деяку частину водоростевих клітин.

Навіть інфузорії часто захоплюють і зберігають у цитоплазмі водоростеві клітини. Інфузорій, що мають автотрофних симбіонтів, удавалося вирощувати на світлі взагалі без їжі: всі необхідні органічні речовини інфузорія отримувала від водоростей (мал. 45).



Мал. 45. Інфузорія-сурмач із клітинами симбіотичних хлорел

§ 17. ОДНОКЛІТИННІ ВОДОРОСТІ



Мова піде про організми, які живляться як рослини, але складаються лише з однієї клітини.



Що являють собою спори? Чим відрізняються синьо-зелені водорості від зелених?

Евглена. Серед одноклітинних фотосинтезуючих еукаріот найбільш схожою на одноклітинні твариноподібні організми здається евглена. Клітини евглени поодинокі й рухливі. В процесі руху евглени можуть змінювати форму — витягуватися, скорочуватися, вигинатися.



Мал. 46. Будова клітини евглени

В центрі клітини знаходиться велике добре помітне ядро (мал. 46). В цитоплазмі також чітко розрізняється від одного до кількох зелених хлоропластів: за їх допомогою на світлі евглена здійснює фотосинтез. В темряві евглена здатна переходити до гетеротрофного живлення, поглинаючи всією поверхнею клітини розчинені у воді органічні речовини.

Рух відбувається за допомогою *довгого джгутика*, який виходить із заглибини — *глотки*. У глотці у евглени є ще один, потовщений при основі, *короткий джгутик*, який, на відміну від довгого, не виходить назовні. Біля цього джгутика в цитоплазмі розташовано велике *червоне вічко*. Разом з джгутиковим потовщенням вічко утворює систему, завдяки якій евглена визначає напрям падіння світла й обирає маршрут свого руху.

До глотки прилягає кілька *скоротливих вакуолей*, які виплескують у неї зайву воду, що постійно надходить у клітину через м'який клітинний покрив. Таким чином, глотка не лише не приймає участі у живленні, а навпаки, здійснює функцію виділення, оскільки в воду за допомогою скоротливих вакуолей клітина позбавляється шкідливих продуктів життєдіяльності.

Розмножується евглена поздовжнім поділом клітини навпіл у рухливому стані.

Евглени мешкають у прісних стоячих або слабо проточних водоймах. Споживаючи розчинену органічну речовину, евглени разом з іншими одноклітинними еукаріотами беруть участь у процесах самоочищення води.

Кламідомонада належить до зелених водоростей. Наявністю *джгутиків* та *зеленого хлоропласту* вона нагадує евглену. Проте наявність *клітинної оболонки*, яка забезпечує сталу форму клітини, надає кламідомонаді схожості з рослинною клітиною (мал. 47).



Мал. 47. Будова клітини кламідомонади під оптичним мікроскопом

Більшу частину цитоплазми займає зелений хлоропласт, на дні якого навколо великого округлого тільця відкладається запасний вуглевод — крохмаль. Він утворюється з глюкози, яку виробляє хлоропласт у процесі фотосинтезу. В хлоропласті добре розрізняється невеличка червона цятка — це *вічко*. Воно допомагає клітині визначати напрямок надходження світла і, як наслідок, обирати «маршрут» руху. Під електронним мікроскопом в клітині кламідомонади розрізняються й інші характерні для еукаріот органели.

Кламідомонада найчастіше розмножується за допомогою *рухливих спор* (мал. 48). Вони утворюються внаслідок поділів материнської клітини. Клітинна оболонка в цих поділах участі не бере. Після розриву оболонки материнської клітини спори звільняються, і кожна стає самостійним організмом.

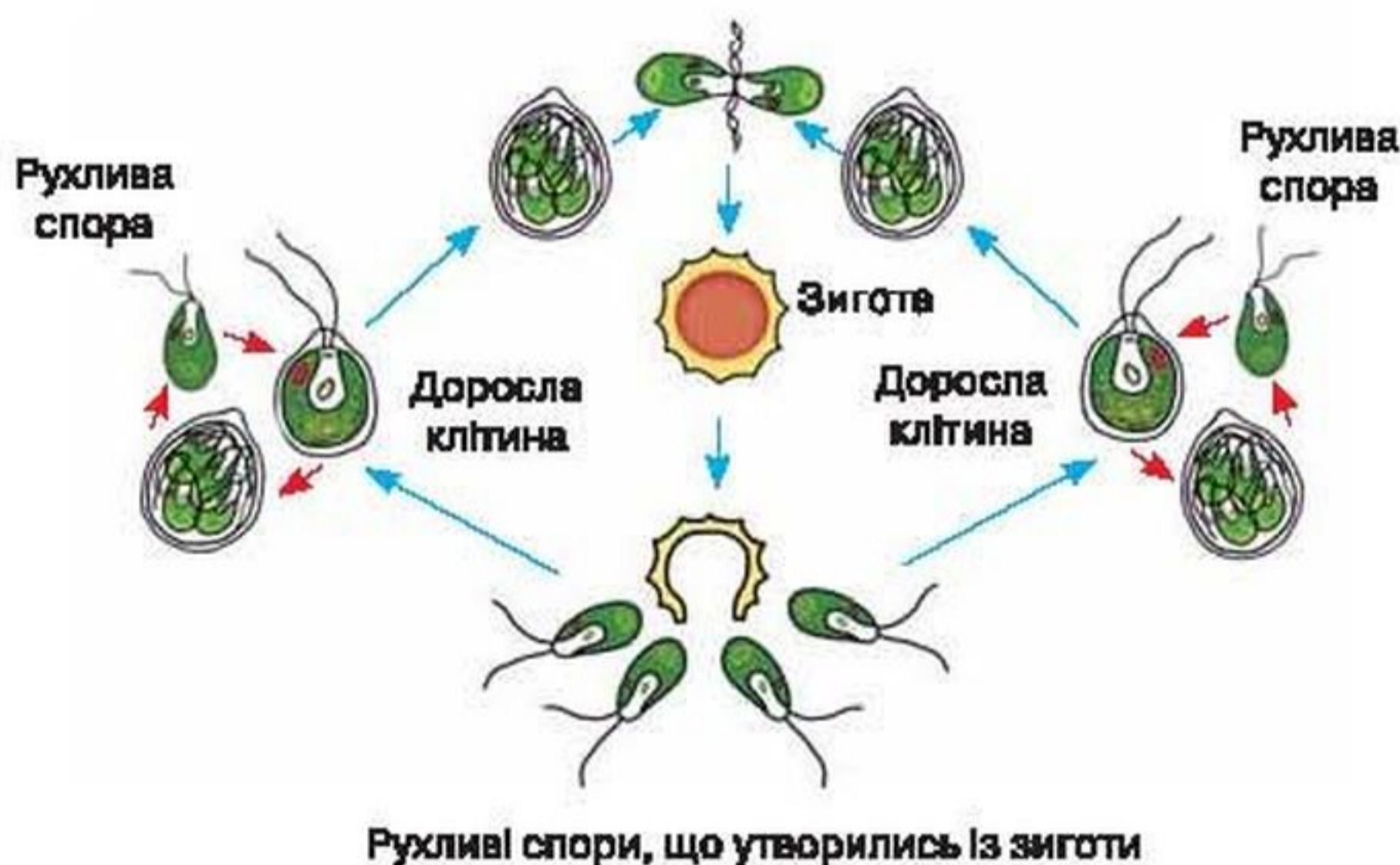
Розмноження рухливими спорами є одним з прикладів *нестатевого розмноження*. *Нестатеве розмноження* — це розмноження, яке відбувається без статевого процесу, а отже, без обміну спадковою інформацією між клітинами. Спеціалізовані клітини нестатевого розмноження — це *спори*.

За несприятливих умов у навколишньому середовищі у хламідомонади відбувається статевий процес (мал. 48). Чоловіча і жіноча клітини у хламідомонади утворюються так само, як і спори, і за зовнішнім виглядом між собою не відрізняються. Перед злиттям вони скидають клітинні оболонки, з'єднуються передніми кінцями, і їх цитоплазми зливаються. Далі зливаються їхні ядра.

Зигота — це клітина, яка утворилася в результаті злиття цитоплазм і ядер чоловічої та жіночої статевих клітин.

У результаті утворюється клітина, яку називають *зиготою*. Після цього зигота вкривається товстою оболонкою і у такому стані переживає несприятливі умови. Під час періоду спокою в зиготі відбувається обмін ділянками ДНК, отриманими від чоловічої та жіночої клітин. По завершенні стану спокою зигота ділиться й утворює чотири нові клітини.

У результаті утворюється клітина, яку називають *зиготою*. Після цього зигота вкривається товстою оболонкою і у такому стані переживає несприятливі умови. Під час періоду спокою в зиготі відбувається обмін ділянками ДНК, отриманими від чоловічої та жіночої клітин. По завершенні стану спокою зигота ділиться й утворює чотири нові клітини.



Мал. 48. Схема нестатевого (червоні стрілки) і статевого (сині стрілки) розмноження хламідомонади

Статеве розмноження — це розмноження, при якому кількість особин одного виду збільшується внаслідок статевого процесу, який, в свою чергу, забезпечує обмін спадковою інформацією між батьківськими клітинами.

Влітку хламідомонади у великій кількості можна знайти майже в кожній калюжі.

Хлорела є також прикладом одноклітинних зелених, проте нерухомих водоростей. Вона мешкає переважно у наземних умовах: на вологому ґрунті, вогких стінах, а також як симбіонт у тілі водних організмів.

Клітини хлорели поодинокі, кулясті, з тонкою, але дуже міцною клітинною оболонкою. Завдяки клітинній оболонці хлорели, які стали здобиччю ґрунтових тварин, проходять неушкодженими через травну систему і далі продовжують успішно рости та розмножуватись. У кожній клітині наявний один великий *зелений хлоропласт*, у якому відкладається крохмаль (мал. 49). Розмноження хлорели відбувається виключно нестатевим шляхом: за допомогою *нерухомих спор*.

Хлорела неодноразово побувала у космосі — на ній вивчався вплив невагомості на процеси клітинного поділу. В багатьох країнах хлорелу на спеціальних фабриках штучно вирощують для отримання вітамінів та виготовлення харчових домішок, і при цьому «годують» її вуглекислим газом викидів промислових підприємств, здійснюючи тим самим біологічне очищення повітря.

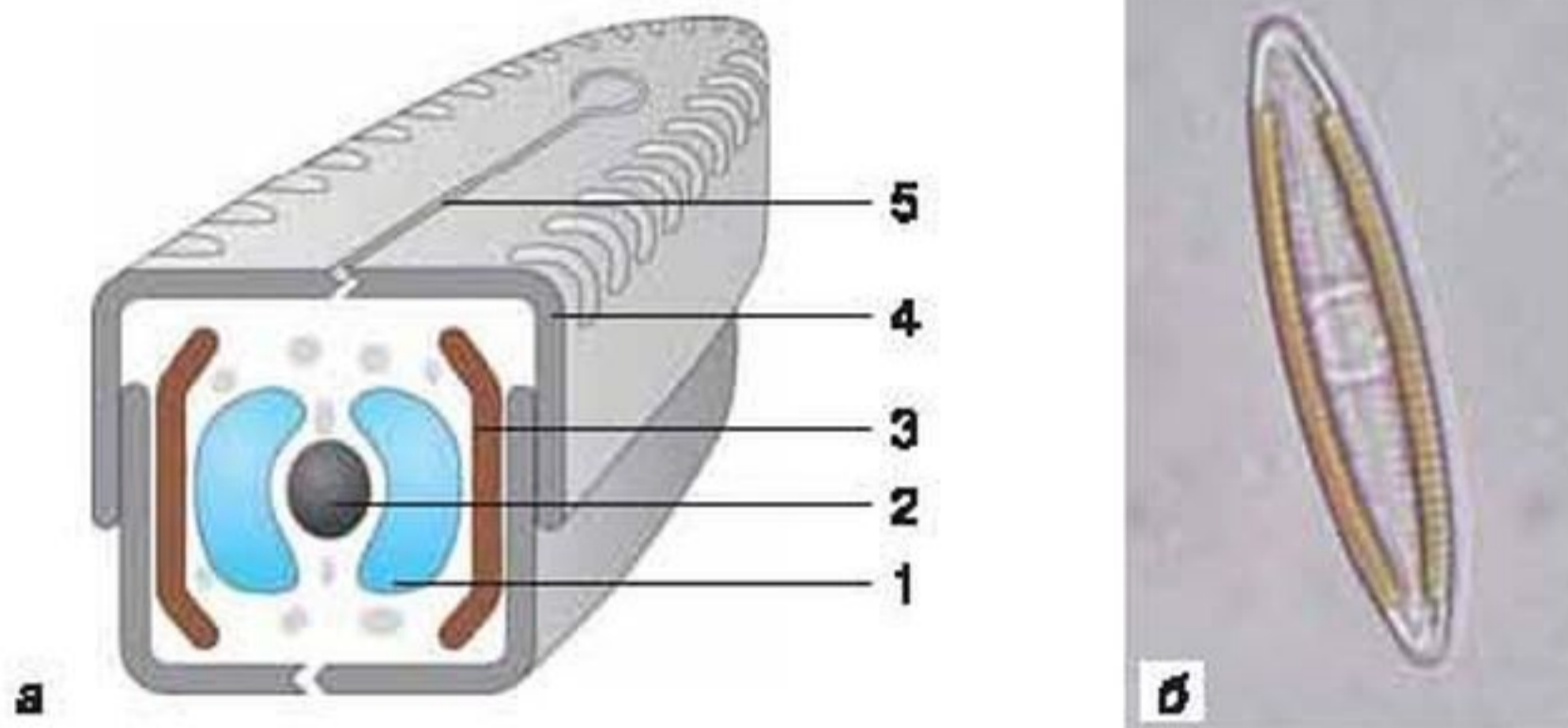


Мал. 49. Хлорела: а — схема розмноження; б — під електронним мікроскопом; 1 — хлоропласт; 2 — крохмаль

Діатомові водорості — це велика група одноклітинних прісноводних та морських водоростей, хлоропласти яких мають коричневе забарвлення. Клітини діатомових водоростей усе своє життя проводять у «скляному будинку» — кремнеземовому панцирі. Панцир нагадує коробку, накриту кришкою. Через його численні правильно розташовані отвори здійснюються всі процеси обміну із зовнішнім середовищем — поглинання води та вуглекислого газу, виділення кисню та інших продуктів життєдіяльності. Розмножу-

ються діатомові водорості поздовжнім поділом клітини навпіл, а також їм притаманний статевий процес.

У прісних водоймах найпоширенішою діатомовою водорістю є навікула (мал. 50). Її клітини нагадують човник, вздовж бортів якого лежать дві коричневі трубки — хлоропласти. В центрі знаходиться ядро. Клітини навікули здатні активно ковзати по підводних поверхнях, виділяючи через спеціальну структуру панцира — шов — особливі слизові ніжки.



Мал. 50. Діатомова водорість навікула: а — схема будови: 1 — вакуоля, 2 — ядро, 3 — хлоропласт, 4 — кремнеземовий панцир, 5 — система, що забезпечує рух, — шов; б — зображення під оптичним мікроскопом

Найбільше діатомові водорості використовуються природоохоронцями та геологами для оцінки ступеня забруднення вод та визначення віку осадових порід. У виробничій діяльності широке застосування мають породи *діатоміти*, що утворені панцирами викопних діатомових водоростей.

ВИСНОВКИ

1. Одноклітинні еукаріоти, які здатні до фотосинтезу, належать до водоростей.
2. Одноклітинні водорості відрізняються забарвленням, будовою клітин, рухливістю, способами розмноження.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Нестатеве розмноження, спора, зигота, статеве розмноження.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Який спосіб живлення характерний для евглени, хламідомонади та хлорели?
2. Які способи розмноження зустрічаються у одноклітинних водоростей?
3. Які одноклітинні водорості є рухливими, а які самотійно рухатися не можуть?

ЗАВДАННЯ

78

Заповніть таблицю в зошиті, поставивши проти вказаної ознаки «так» або «ні» у стовпчиках, що стосуються відповідних організмів.

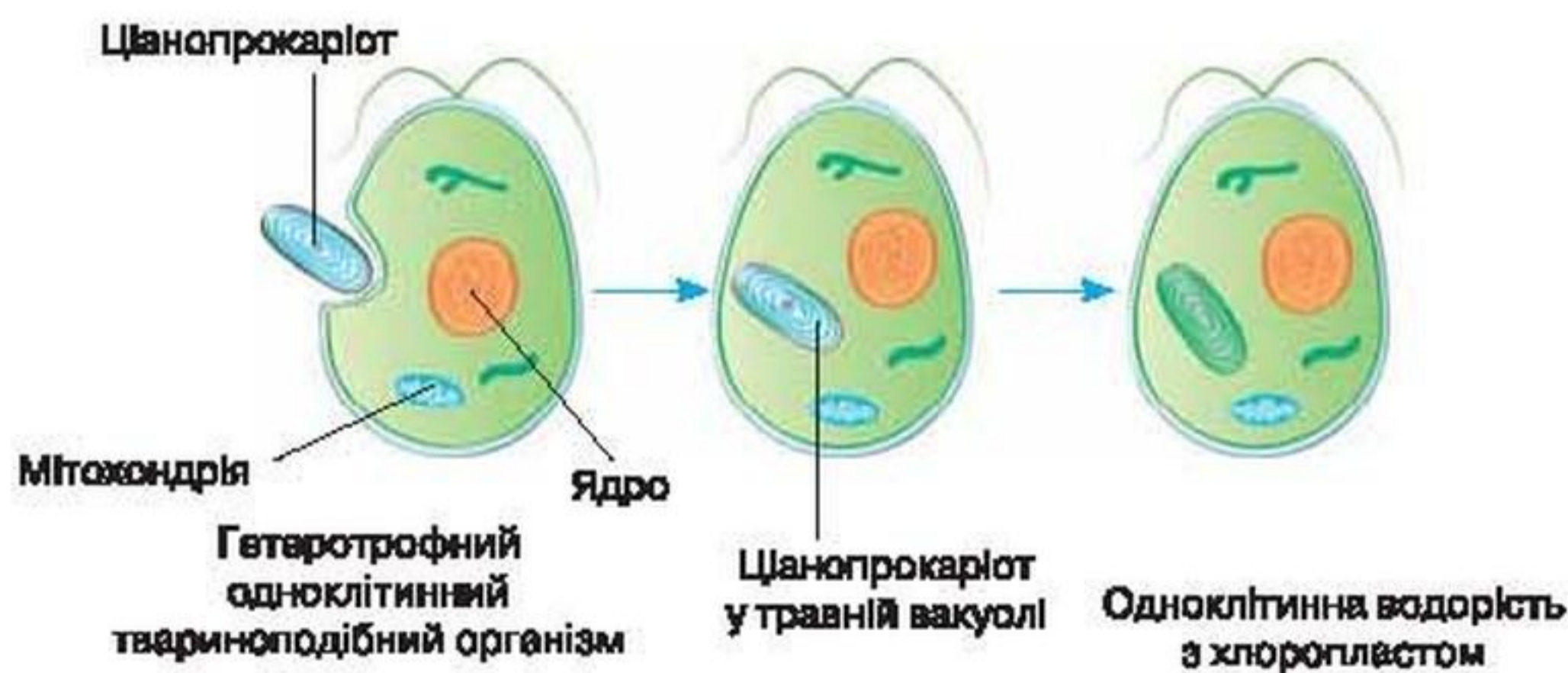
№ ознаки	Ознака	Евглена	Хламідомонада	Хлорела
1	Має хлоропласти			
3	Має глотку			
4	Активно рухається			
5	Має джгутики			
7	Є автотрофом			
8	Живиться завдяки фагоцитозу			
9	Має ядро			

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

Як в еукаріот з'явився фотосинтез?

Фотосинтез з виділенням кисню винайшли ціанопрокаріоти. Перші еукаріоти — одноклітинні твариноподібні організми — винайшли фагоцитоз і почали їсти всіх, у тому числі й ціанопрокаріот. Але деякі з них, з'ївши ціанопрокаріот, не перетравили їх, а зробили внутрішньоклітинними симбіонтами. Вони змусили їх годувати себе, згодом перетворивши на хлоропласт (мал. 51). Найближчі нащадки цих «хитрунів» — зелені та червоні водорості.

Проте й самі «хитруни» неодноразово ставали полоненими інших одноклітинних твариноподібних організмів.



Мал. 51. Схема утворення хлоропласта шляхом симбіозу

§ 18. ГУБКА – БАГАТОКЛІТИННИЙ ОРГАНІЗМ, ЩО ПОХОДИТЬ ВІД ОДНОКЛІТИННИХ ТВАРИНОПОДІБНИХ ОРГАНІЗМІВ



Між світом одноклітинних еукаріот, з одного боку, та світом «справжньо» багатоклітинних організмів є «прикордонна смуга» — перехідна зона, яка представлена істотами, які вже не є одноклітинними, але їй не є ще зовсім для нас багатоклітинними організмами. Прикладом тварини, яка знаходиться у «прикордонній смузі», є губка.

Серед багатьох різних способів виживання у світі одноклітинних еукаріот одним з головних був захист від поїдання іншими організмами. Щоб не стати здобиччю, потрібно бути більшим від хижака. Одним зі способів збільшення розмірів тіла став перехід до багатоклітинної будови.

Багатоклітинність призводить до того, що врешті-решт клітини спеціалізуються за функціями і втрачають здатність до існування як окремі організми. За розмноження у багатоклітинних організмів відповідають лише спеціальні клітини — **репродуктивні**. На них «працює» решта клітин: забезпечує поживними речовинами, закріплює на поверхні, збільшує розміри самого організму, захищає від ворогів та зовнішніх несприятливих впливів і т. д.

Організмом, який одночасно поєднує в собі риси одноклітинних і багатоклітинних організмів, є **губка**.

У чистих річках і струмках можна знайти на каменях або на інших твердих поверхнях нерукомі організми, які виглядають як пористі сіро-коричнюваті або зелені нарости, подушки, трубки чи навіть розгалужені куцики. Якщо обережно перенести та-



Мал. 52. Прісноводна губка бодяга та схема будови губки



кий організм у посудину з водою та додати до неї туші, то стане помітно, що з невеликої верхівкової воронки (*устя*) виходить струмінь води. Це найпростіші за будовою багатоклітинні тварини — *губки* (мал. 52).

Їхнє тіло зовні обмежене шаром сплюснених *покривних клітин*. Стінки пронизані численними дрібними отворами. В середині знаходиться *порожнина*, яка вистелена шаром *джгутикових клітин*. Кожна джгутикова клітина схожа на *комірцевого джгутиконосця*. Саме завдяки руку джгутиків цих клітин вода надходить в порожнину через дрібні бічні отвори. З водою в порожнину тіла губки потрапляють їжа та кисень.

Між зовнішнім та внутрішнім шарами знаходиться *желеподібна основна речовина*. Вона містить схожі на *амеб* поодинокі рухливі клітини та продукти їх життєдіяльності — кремнеземові голки, які надають тілу губки пружності. За потреби *амебоподібні клітини* можуть перетворюватися на клітини інших типів і навпаки. Якщо губку розділити на окремі клітини (наприклад, розтерти та пропустити через сито), то роз'єднані клітини знову сповзуться у цілісний організм.

Джгутикові клітини спрямовують до своєї поверхні їжу — бактерії, водорості, дрібні відмерлі рештки. Їжа захоплюється джгутиковими клітинами шляхом фагоцитозу за допомогою *псевдоніжок*, а потім відправляється до основної речовини. Там частинки їжі шляхом фагоцитозу поглинають *амебоподібні клітини*, які остаточно їх перетравлюють і спрямовують до інших частин тіла губки. Неперетравлені рештки разом з водою викидаються через верхівкову воронку (*устя*).

Таким чином губка відфільтровує поживні речовини з води.

В *основну речовину* тіла губок часто потрапляють *одноклітинні водорості*. Там вони розмножуються і, подібно до *амебоподібних клітин*, виділяють частку продуктів фотосинтезу назовні, «*підготовуючи*» клітини *хавяїна*. Саме такими симбіонтами обумовлено забарвлення *губки бодяги*. Якщо в ній розвиваються схожі на *хлорелу* зелені водорості, то і губка стає зеленою. Якщо ж симбіонтом стали *діатомові водорості*, то губка буде коричнюватою. Губки, позбавлені симбіонтів, забарвлені у сірий колір. Розмножуються губки статевим шляхом та брунькуванням.

Губка є багатоклітинним організмом, який розташовується в перехідній зоні між одноклітинними твариноподібними організмами та тваринами. Дослідження клітин губок під електронним мікроскопом та порівняльний аналіз ДНК свідчать, що губки

82 споріднені з комірцевими джгутиконосцями і мають спільного пращура зі «справжніми» багатоклітинними тваринами.

Порошок висушеної губки *бодяги*, який можна придбати в аптеці, застосовується як лікарський засіб для зведення синців. Висушені морські губки, які замість кремнеземовик голок містять ніжну сітку волокон з органічної речовини, близької за хімічним складом до шовку — *туалетні губки* — використовували для миття тіла (мал. 53). Від них пішла традиція називати і поролонові засоби для миття губками. В природі губки відіграють роль живих фільтрів, очищуючи воду від твердих органічних решток.



Мал. 53. Висушена туалетна губка (а) та фрагмент давньогипетського розпису, на якому дівчина в центрі має губкою заможну єгиптянку (Фіви, XV ст. до н. е.) (б)

ВИСНОВКИ

1. Багатоклітинні еукаріоти походять від одноклітинних.
2. Перехід від одноклітинних еукаріот до тварин та рослин супроводжувався ускладненням тіла та спеціалізацією клітин та частин тіла за функціями.
3. Прикладом тварин, які є багатоклітинними, але зберігають багато ознак одноклітинних твариноподібних організмів, є губки.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Губка, репродуктивні клітини.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що спільного у губок і одноклітинних твариноподібних організмів?
2. Який експеримент свідчить, що губка займає проміжне положення між одноклітинними твариноподібними організмами та «справжніми» багатоклітинними тваринами?
3. Які клітини у багатоклітинному організмі відповідають за розмноження?

§ 19. БАГАТОКЛІТИННІ ВОДОРОСТІ: УЛЬВА, ХАРА

83



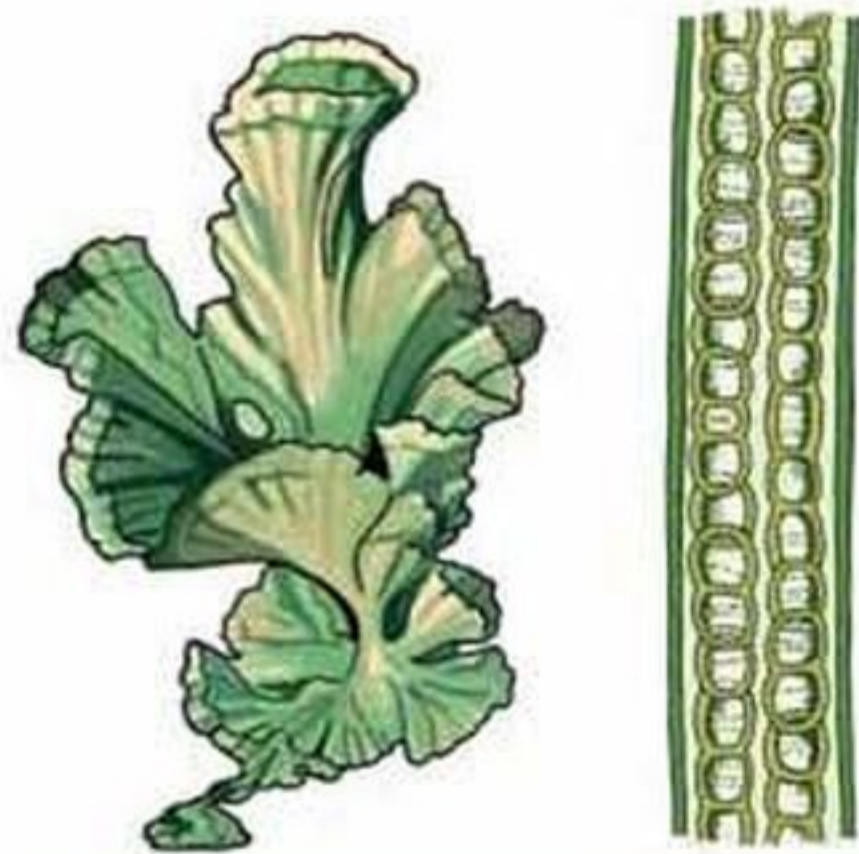
Ви дізнаєтеся про організми, які розташовуються на межі між одноклітинними водоростями та «справжніми» багатоклітинними рослинами. Це — багатоклітинні водорості.

У водоростей перехід від одноклітинної до багатоклітинної будови майже завжди супроводжувався втратою здатності до активного руху, внаслідок чого ці організми переходили до осілого, суто рослинного способу існування.

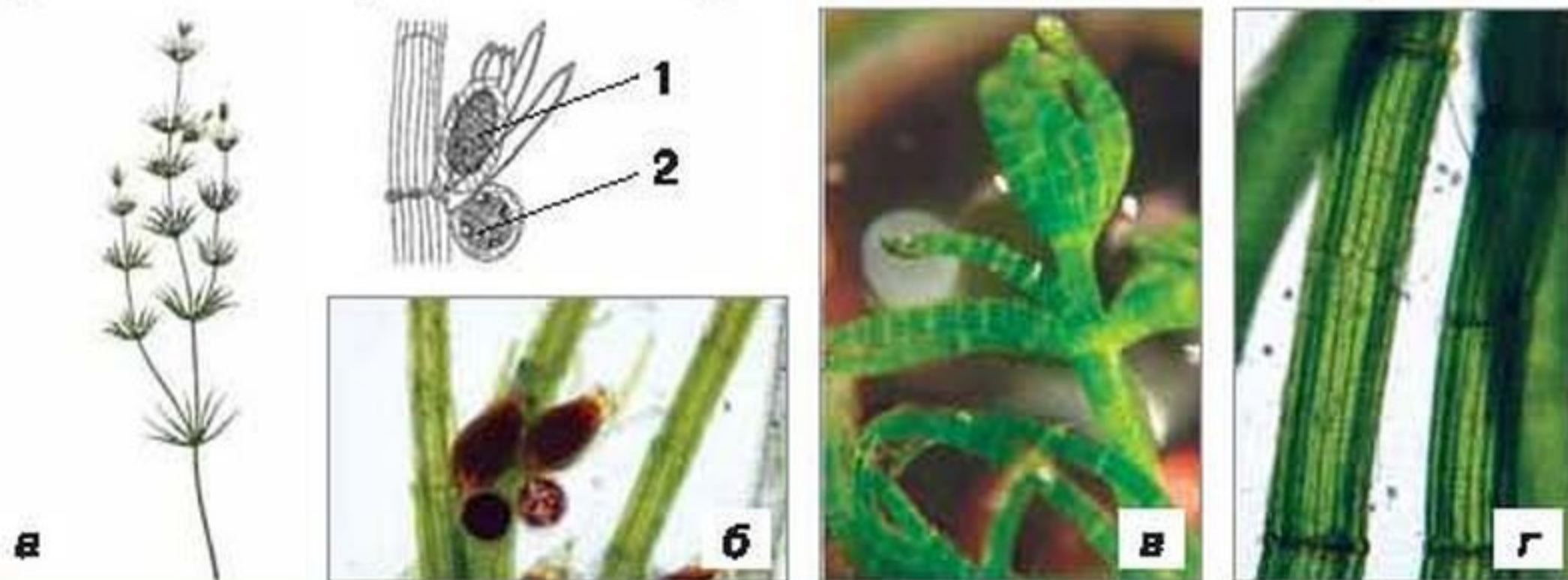
Ульва — це морська зелена водорість, тіло якої утворене двома шарами схожих за будовою та функціями клітин (мал. 54). Спочатку тіло ульви прикріплене до дна кількома короткими нитками. Згодом воно відривається від ґрунту і далі може вільно плавати у товщі води.

Ульва зростає у морях помірного поясу, зокрема, в Чорному та Азовському, і досягає розмірів до 50 см вандовжки. Вона є їстівною і містить багато поживних та біологічно активних речовин. У деяких країнах ульву як харчову водорість штучно вирощують на спеціальних морських фермах.

Хара. На дні озер та приморських лиманів, де зупиняються на прольоті качки, майже завжди можна знайти щільні зарості ба-



Мал. 54. Зелена водорість ульва (зовнішній вигляд та поперечний зріз пластинки)



Мал. 55. Хара: а — зовнішній вигляд тіла; б — фрагмент тіла нитки («стебла») з жіночими (1) і чоловічими (2) статевими органами; в — верхівкова частина тіла хари; г — опорна клітина «стебла», вкрита видовженими клітинами («кора»)

гатоклітинної зеленої водорості *хари*, яка виглядає як невеличка «справжня» рослина. Її тіло складається з довгого ниткоподібного «стебельця», від якого на певній відстані один від одного кільцями відходять промені голкоподібних «листочків» (мал. 55).

Дослідження будови клітин цієї водорості під електронним мікроскопом та аналіз її ДНК показали, що хара мала спільного пращура з тими організмами, які ми звикли називати вже не водоростями, а рослинами.

ВИСНОВКИ

1. Багатоклітинні водорості походять від одноклітинних.
2. Проміжною ланкою між одноклітинними водоростями та «справжніми» багатоклітинними рослинами є водорості багатоклітинні.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Чому ульва за будовою тіла вважається простішою від хари?
2. Чим хара нагадує справжні наземні рослини?

ЗАВДАННЯ

Заповніть таблицю в зошиті, поставивши проти вказаної ознаки «так» або «ні» у стовпчиках, що стосуються відповідних організмів.

№	Ознака	Хламідомонада	Хлорела	Ульва	Хара
1	Активно рухаються				
2	Є нерухомими				
3	Мікроскопічні				
4	Помітні без збільшувальних приладів (макроскопічні)				
5	Одноклітинні				

№	Ознака	Хламідомонада	Хлорела	Ульва	Хара
6	Багатоклітинні				
7	Живуть у морях				
8	Живуть у прісних водоймах				

ПІДБ'ЄМО ПІДСУМКИ

1. Ми усвідомили, що окрім рослин, тварин та грибів, нас оточують ще два світи живих організмів: світ прокаріот (бактерій та ціанопрокаріот) та світ одноклітинних еукаріот (у першу чергу, одноклітинних твариноподібних організмів та водоростей). Вони зазвичай не помітні без збільшувальних приладів, але є майже скрізь.

Гриби

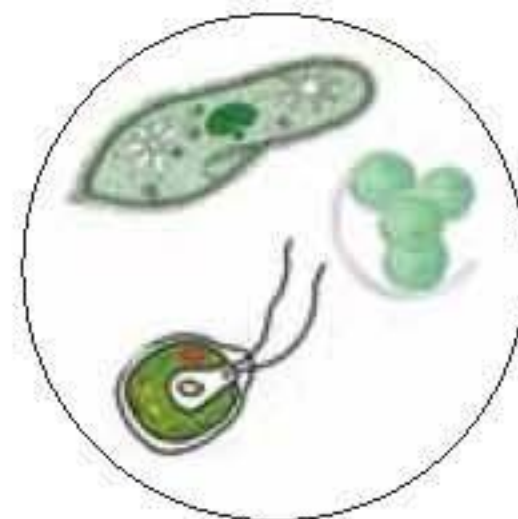
Тварини

Рослини



Прокаріоти (бактерії, ціанопрокаріоти)

Одноклітинні твариноподібні організми та водорості



2. Ми з'ясували, що клітини живих організмів за будовою поділяють на прокаріотичні та еукаріотичні.

Прокаріотична клітина не має ядра		Еукаріотична клітина має ядро	
			
Бактерії	Ціанопрокаріоти	Одноклітинні твариноподібні організми та водорості	Тварини, рослини, гриби

3. На прикладі бактерій, одноклітинних твариноподібних організмів та водоростей ми переконалися, що всім живим організмам для росту необхідно отримувати із зовнішнього середовища речовини — живитися та використовувати енергію. Ми поглибили уявлення про способи живлення та джерела отримання енергії і запам'ятали, що:

— **живлення** буває автотрофним та гетеротрофним. Автотрофи (ціанопрокаріоти та водорості) та гетеротрофи (більшість бактерій та одноклітинних твариноподібних організмів) відомі як серед прокаріот, так і серед одноклітинних еукаріот;

— **гетеротрофне живлення** може здійснюватися шляхом всмоктування розчинених простих органічних речовин або шляхом захоплення твердих часток їжі — фаготрофно;

— **енергію** живі організми можуть отримувати:

а) безпосередньо від світла;

б) від багатих на енергію неорганічних сполук;

в) розкладаючи багаті на енергію органічні сполуки.

— отримання енергії завдяки розкладанню **органічних сполук** може здійснюватись як за участю кисню (дихання), так і без його участі (бродіння).

Живлення			Джерело енергії			
	Гетеротрофне		Авто- трофне	Світло	Неорганічні речовини	Органічні речовини
Речови- ни, якими живляться	Органічні речовини		Вугле- кислий газ і вода			
Спосіб поглинання	Всмок- тування	Фаго- цитоз				
Бактерії	Так	Ні	Так	Так	Так	Так
Цянопрокарі- оти	(Ні)	Ні	Так	Так	Ні	(Ні)
Одноклітинні твариноподібні організми	(Ні)	Так	Ні	Ні	Ні	Так
Водорості	(Ні)	Ні	Так	Так	Ні	(Ні)

«Ні» в дужках означає: як правило — ні, але відомі виключення.

4. Ми ознайомились з двома способами розмноження одноклітинних організмів: *нестатевим розмноженням (поділ клітини навпіл, розмноження за допомогою спор)* та *статевим розмноженням*.

5. Ми врозуміли, що при статевому розмноженні внаслідок статевого процесу між батьківськими клітинами відбувається обмін спадковою інформацією. При нестатевому розмноженні такого обміну немає, оскільки воно відбувається без статевого процесу.

6. Ми отримали уявлення про різноманітність прокаріот та одноклітинних еукаріот і можемо навести приклади одноклітинних автотрофних та гетеротрофних, корисних та шкідливих організмів, а також охарактеризувати їх значення в природі та житті людини.

7. Ми дізналися, що більшість бактерій та одноклітинних еукаріот є організмами корисними; проте відносно невелика, але небезпечна група хвороботворних бактерій та одноклітинних твариноподібних організмів може становити загрозу для здоров'я та життя людини.

Знаю — вмію

- Я знаю, чим відрізняються два основних типи клітин живих організмів — прокаріотичний та еукаріотичний, і вмію ці типи розрізнати за зображеннями або мікрофотографіями.
- Я знаю, звідки на планеті з'явився кисень, хто очищає планету від залишків померлих організмів, і вмію пояснити, чому та яким чином це відбувається.
- Я знаю, які бактерії захищають мій організм, і за їх допомогою вмію захищати своє здоров'я.
- Я знаю, чому умовно-небезпечні бактерії та дизентерійна амеба викликають хвороби, і вмію допомагати своєму організму тримати їх під контролем.
- Я знаю, навіщо треба дотримуватися правил гігієни та здорового способу життя, і вмію це робити.
- Я знаю джерела та переносників особливо небезпечних бактеріальних захворювань і вмію уникати загрози таких інфекцій.



Тема 3.

КВІТКОВА РОСЛИНА

Вивчаючи цю тему, ви дізнаєтесь:

- ✓ яку будову мають квіткові рослини;
- ✓ як органи квіткових рослин забезпечують основні процеси їх життєдіяльності та про видозміни цих органів;
- ✓ як відбувається розмноження квіткових рослин і що таке квітка;
- ✓ про запилення і поширення квіткових рослин та яку роль у цих процесах відіграє взаємодія із тваринами



§ 20. БУДОВА МОЛОДОЇ РОСЛИНИ



Ви дізнаєтеся про те, з яких основних частин складається тіло рослин.



Яка будова молоді рослини? Чи тільки розміром відрізняються молоді і дорослі рослини?

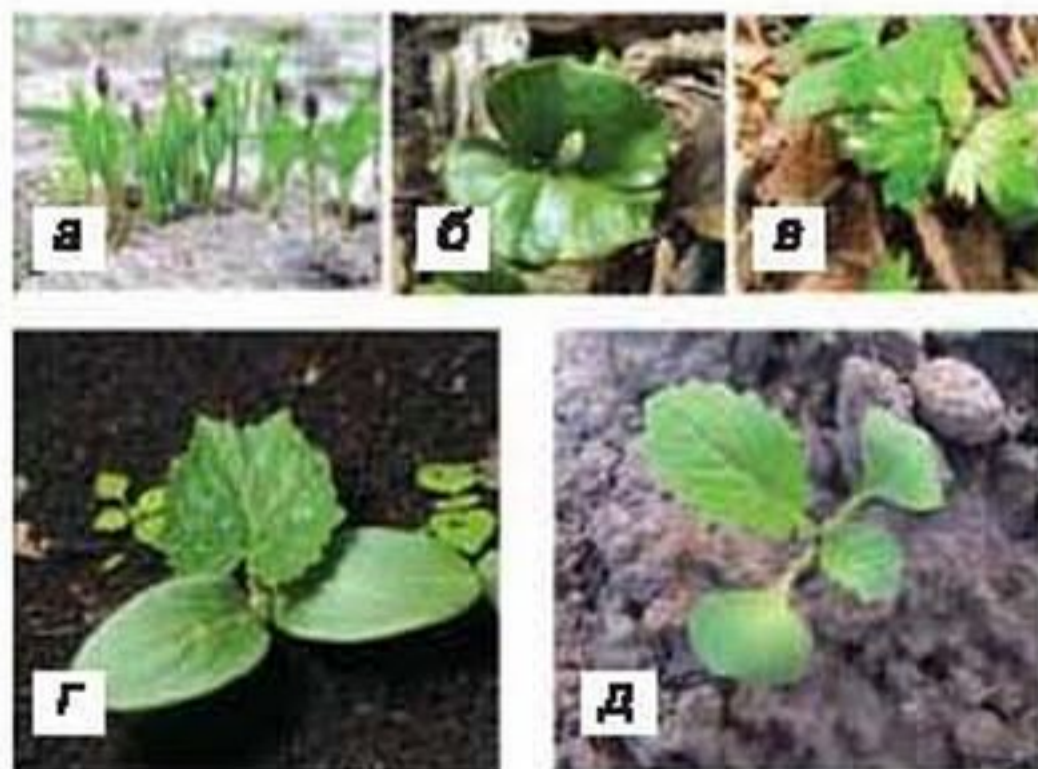
Квіткові рослини (ті, які утворюють квітки) складаються з різноманітних органів. Основні органи, які забезпечують їх життя

Орган — це частина тіла, яка виконує певну функцію.

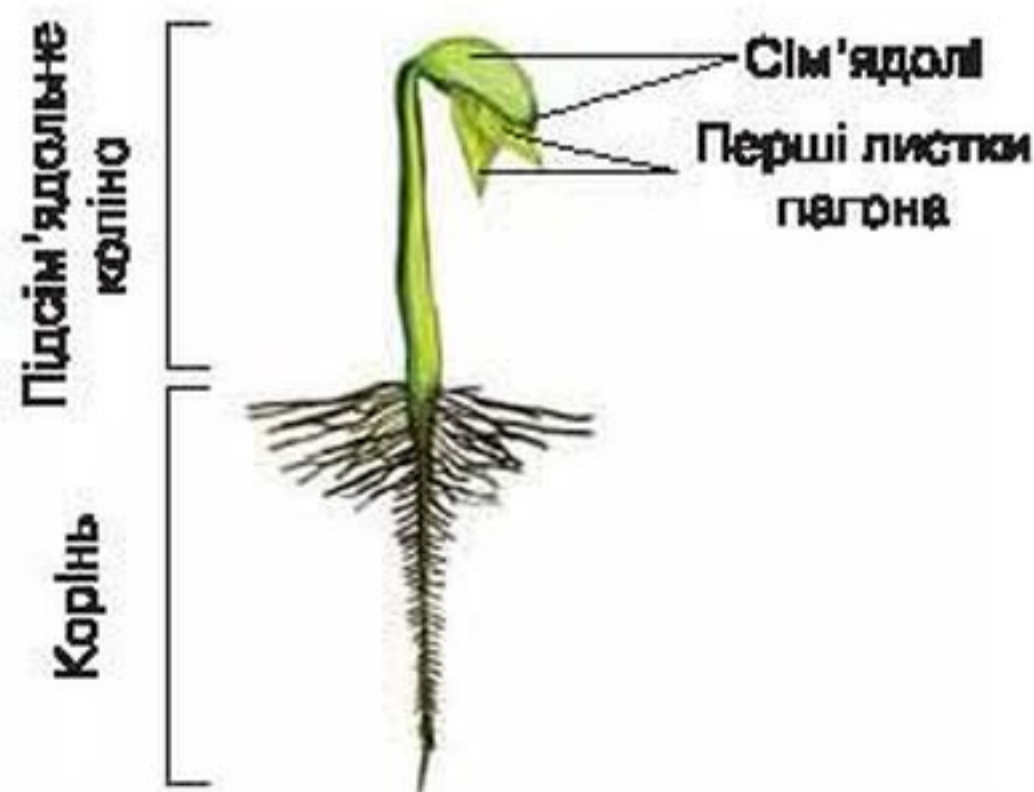
є вже у **проростка** — молоді рослини, яка щойно розвинулася із насінини (мал. 56). Наприклад, у

квасолі під час проростання (мал. 57) добре помітні дві овальні частинки насінини — **сім'ядолі**, які розміщені одна навпроти одної. Між сім'ядолями знаходяться два ще не розгорнуті листки першого пагона. Вони розгорнуться згодом, водночас із видовженням пагона. Циліндрична частина проростка під сім'ядолями — це **підсім'ядольне коліно**. В нижній частині воно переходить у перший корінь рослини.

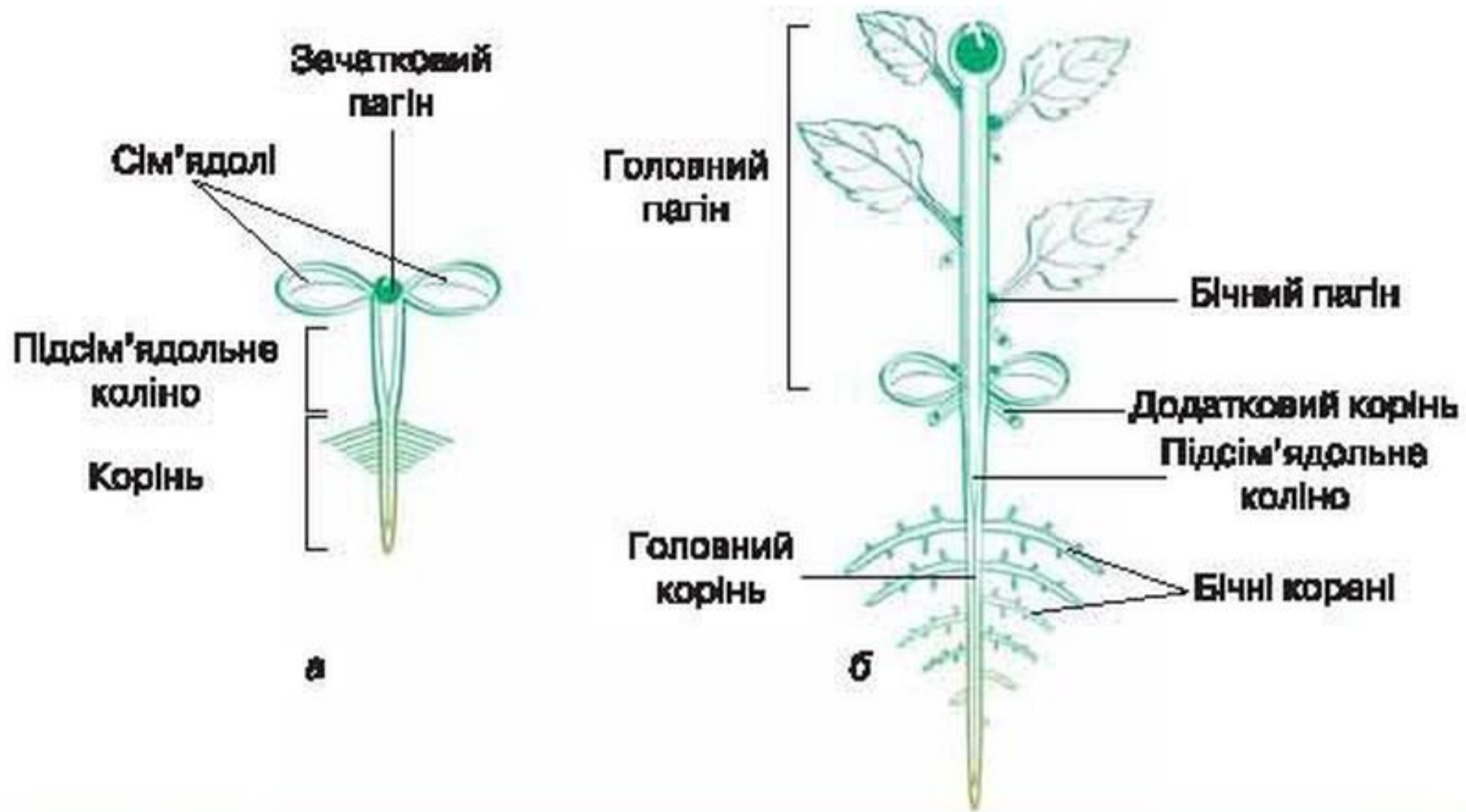
Якщо у квасолі звичайної сім'ядолі розгортаються над поверхнею ґрунту і зеленіють, то в інших рослин, наприклад у бобів і гороху, залишаються у шкірці насінини в глибині ґрунту. Дві сім'ядолі розвиваються у багатьох, але не в усіх рослин. Часто, як у цибулі, пшениці тощо, проросток має лише одну сім'ядолу, а у хвойних їх буває більше десяти.



Мал. 56. Проростки сосни (а), бука (б), липи (в), огірка (г), капусти (д)



Мал. 57. Молодий проросток квасолі



Мал. 58. Схеми будови молодого проростка (а) та молоді рослини (б)

Вище від сім'ядолів формується перший пагін рослини (мал. 58, а). Пагін складається із *стебла* з розміщеними на ньому *листочками*. Перший корінь і перший пагін проростка називають, відповідно, *головним коренем* і *головним пагоном*. На верхівці як кореня, так і пагона знаходяться точки росту, в яких вони наростають у довжину.

Як правило, у рослини розвивається більше одного кореня і більше одного пагона завдяки *залуженню* — утворенню бічних пагонів та коренів. На *головному* корені розвиваються *бічні корені*. На *головному* пагоні, на стеблі над місцем прикріплення листків закладаються бруньки — *зачаткові бічні пагони*. Якщо корінь розів'ється на *підсім'ядольному* коліні, стеблі або на листку, то його вважають *додатковим* (мал. 58, б). Так само *додатковими* є і пагони, що часом виникають на коренях і листках.

Підсім'ядольне коліно і сім'ядолі не зберігаються у дорослої рослини, а її тіло складають корені і пагони. Їх вважають *основними органами* рослин, оскільки все, що наше око бачить у квітковій рослині (аж доки вона не починає цвісти), — це рівноманітні варіанти коренів, пагонів та їхніх частин.

ВИСНОВКИ

1. Молодий проросток квіткової рослини складається із сім'ядолів, підсім'ядольного коліна, першого кореня і першого пагона рослини.

2. Кількість сім'ядолей у проростка ріана, вона залежить від виду рослини.
3. У дорослої квіткової рослини сім'ядолі і підсім'ядольне коліно не зберігаються, а тіло аж до цвітіння складається лише з коренів і пагонів, які вважають основними органами рослини.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Орган, проросток, сім'ядолі, підсім'ядольне коліно.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. З яких частин складається проросток квіткової рослини?
2. Що таке сім'ядолі і підсім'ядольне коліно?
3. Чому корінь і пагін вважають основними органами рослини?
4. Як класифікують корені і пагони за місцем їхнього утворення?

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

Чи у всіх рослин є корені і пагони?

Наявність коренів і пагонів властива не всім рослинам, а лише тим, які мають найскладнішу будову. У деяких менш складних рослин, наприклад у мохів, трапляються пагони, але відсутні корені. А у частини багатоклітинних рослин відсутні не лише корені, але й пагони. Їхнє тіло може складатися із пластинчастих або циліндричних глочок, як у багатоклітинної водорості ульви (мал. 54, с. 83).

§ 21. ОСНОВНІ ПРОЦЕСИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ КВІТКОВОЇ РОСЛИНИ



Ви дізнаєтеся про основні процеси життєдіяльності рослин і про те, які органи їх забезпечують.



Які переваги мають рослини над тваринами і грибами? Як і чому зростають рослини? Чи їдять щось рослини? Як живляться рослини? Чи дихають рослини? Чи можна підживлювати рослини? Як речовини «рухаються» по рослині?

Кожній квітковій рослині властивий **ріст і розвиток**, завдяки яким вона збільшується, утворює нові корені, пагони та інші органи.

Для цього рослина повинна отримувати іззовні необхідні їй речовини і енергію тобто жити (мал. 59). Рослина здатна погли-




Мал. 59. Живлення рослини

нати речовини виключно у вигляді розчину або газу. Джерелом води і розчинених у ній мінеральних речовин є ґрунт. Функцію їх поглинання, **мінерального живлення**, виконують корені, які водночас закріплюють рослину в ґрунті.

Ґрунт складається із нерозчинних неорганічних часток, органічних часток (гумусу), повітря і води, в якій розчинені мінеральні речовини. У найбільшій кількості рослина поглинає сполуки Нітрогену, Фосфору і Калію. Особливо важливими для рослини є сполуки Нітрогену, які вона здатна засвоювати тільки з ґрунту, хоча в повітрі його частка складає близько 78 % від об'єму. В достатньо великій кількості рослина поглинає Кальцій і Ферум. Багато інших елементів, хоча і містяться в рослині у дуже невеликій кількості, але також необхідні для її життя.

Якщо в ґрунті якихось мінеральних речовин недостатньо, то рослина «голодує». Для збагачення ґрунту поживними речовинами людина вносить до нього добрива. **Органічні добрива** (гній, перегній тощо) повільно розкладаються в ґрунті до доступних рослині мінеральних сполук. **Мінеральні добрива** (калійна селітра, суперфосфат тощо) розчиняються у воді ґрунту, і їх складові безпосередньо поглинає рослина.

Необхідні для життєдіяльності органічні речовини рослина синтезує сама, але для цього їй, окрім мінеральних речовин, необхідний вуглекислий газ і енергія сонячного світла. Їх вона отримує за допо-



94 могою листків, що знаходяться у повітрі і забезпечують повітряне живлення. При вирощуванні рослин у відкритому ґрунті можна збільшити вміст вуглекислого газу в поверхневому шарі повітря, якщо внести багато органічних добрив. Вуглекислий газ виділяється мікроорганізмами під час розкладання органічної речовини. Особливо «вдячні» такому підживленню *овірки, кабачки, дині та гарбузи*.

Ви вже знаєте, що фотосинтез не лише забезпечує рослину необхідними для її життя органічними сполуками, але й фактично перетворює енергію сонячного світла у доступну для живих організмів форму. Здійснюють фотосинтез усі зелені надземні частини рослини, але найголовнішу роль відіграють листки. Щоб відбувся фотосинтез, рослині потрібна вода, вуглекислий газ і світло. Для найкращого росту рослина вимагає певної освітленості та певної температури. Нестача будь-яких елементів мінерального живлення також негативно впливає на фотосинтез.

Дихання дає можливість використовувати для потреб рослини енергію, що вивільняється під час взаємодії органічних речовин з киснем повітря. Цей процес відбувається у мітохондріях. Дихають усі органи рослини: як підземні, так і надземні. Якщо під час фотосинтезу утворюється кисень і споживається вуглекислий газ, то під час дихання використовується кисень, а виділяється вуглекислий газ. При достатньому освітленні рослина виділяє кисню значно більше, ніж споживає. А от у темряві вона його не утворює, натомість під час дихання поглинає кисень і виділяє лише вуглекислий газ. Тому не рекомендують спати у замкненому приміщенні з великою кількістю рослин. Організм людини може відчувати кисневе голодування.

Газообмін необхідний рослині для поглинання кисню з повітря і виділення вуглекислого газу під час дихання або поглинання з повітря вуглекислого газу і виділення кисню під час фотосинтезу.

Особливе значення для рослин має *випаровування води* — виділення води з рослини у газуватому стані. Воно здатне дещо знизити температуру тіла рослини і захистити її від надмірної спеки. Найбільш інтенсивно здійснюють газообмін і випаровування води надземні органи — в першу чергу, листки. Однак, важливіше те, що рослина може поглинути із ґрунту рівно стільки води, скільки вона випарує в атмосферу. Тому саме випаровування робить можливим рух води з розчиненими у ній мінеральними речовинами від кореня до листків. Одночасно продукти фотосинтезу транспортуються від надземних органів рослини до кореня. Особливу роль у процесах транспортування води з розчиненими в ній речовинами відіграє стебло рослини. Воно зв'язує кореневу систему з надземною частиною рослини в цілісний організм.



Цілісність рослинного організму визначається зв'язком між його окремими органами, який забезпечує їхню співпрацю.

Здатність утворювати нові органи та рости протягом усього життя дозволяє рослинам отримувати доступ до сонячного світла і нових джерел мінеральних речовин. Рослини не здатні активно пересуватись у просторі, але можуть перерости в нове місце.

Корінь і пагін, що забезпечують перебіг усіх процесів життєдіяльності та визначають ріст і розвиток кожного рослинного організму, називають *вегетативними органами*, тобто такими, що забезпечують ріст рослини.

ВИСНОВКИ

1. Корінь і пагін є основними вегетативними органами рослин.
2. Корінь — підземний орган рослини, який забезпечує закріплення рослини в ґрунті та мінеральне живлення.
3. Пагін — надземний орган рослини, який забезпечує газообмін, фотосинтез і випаровування води.
4. Ріст та утворення нових органів протягом усього життя є важливим пристосуванням рослин як прикріплених організмів до освоєння нового життєвого простору.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Ріст і розвиток рослини, мінеральне живлення, повітряне живлення, випаровування води рослиною, вегетативні органи.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які процеси життєдіяльності здійснюються в усіх органах рослини?
2. Які процеси життєдіяльності характерні саме для листків?
3. Які процеси життєдіяльності притаманні саме кореню?
4. У чому полягає значення стебла для забезпечення процесів життєдіяльності рослини?

ЗАВДАННЯ

Заповніть таблицю (сторінка 96) у зошиті, поставивши позначку «+» або «так» навпроти процесу життєдіяльності, який забезпечує кожний із трьох органів — корінь, стебло і листок. За результатами аналізу таблиці дайте відповіді на запитання:

1. Які процеси життєдіяльності забезпечують як корінь, так і листок? Чи є вони основними для обох органів одночасно?
2. Які процеси життєдіяльності забезпечують всі три органи?
3. Який процес життєдіяльності забезпечує лише корінь?

Процес життєдіяльності	Корінь	Стебло	Листок
Мінеральне живлення			
Повітряне живлення			
Фотосинтез			
Дихання			
Випаровування води			

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

Чому плачуть рослини?

На зубчиках по краю листків або на їх верхівках у деяких рослин можна побачити краплі води, які навіть можуть падати дотолу (мал. 60). «Рослина плаче», — скаже вам бабуся або мама. Чи розхвилювалася така рослина? А може до емоцій ці краплинки води не мають жодного відношення?

Виділення рослинами води у вигляді краплин називають *гутацією*. Ми вже знаємо, що рослині, аби поглинути нову порцію води із мінеральними речовинами з ґрунту, необхідно позбавитись частини води шляхом випаровування. Однак випаровування води можливе не завжди. Якщо повітря так сильно насичене вологою, що не може більше прийняти її, то говорять, що відносна вологість повітря сягає 100 %. У такому повітрі випаровування неможливе, а отже рослина не зможе здійснювати мінеральне живлення. Такі умови часто виникають у вологих тропічних лісах з великою кількістю опадів. У наших широтах це може відбуватися лише у ранкові часи, коли температура повітря найнижча і його здатність утримувати воду найменша. Рослини саме для таких випадків утворюють залозки, які примусово виділяють краплини води. Одна з наших лучних рослин, *приворотень*, навіть отримав латинською мовою назву «трава алхіміків», оскільки вранці на її листках утворюються рясні краплі води, начебто роса, яку збирали алхіміки для своїх дослідів. А якщо у вас вдома раптом «заплаче» *каля*, *монстера* або якась інша тропічна рослина, то ймовірно вологість повітря різко підвищилась і слід очікувати дощу.



Мал. 60. Гутація у рослин: виділення води зубчиками листка приворотня (а); виділення води верхівкою листка кімнатної рослини аглаонеми (б)



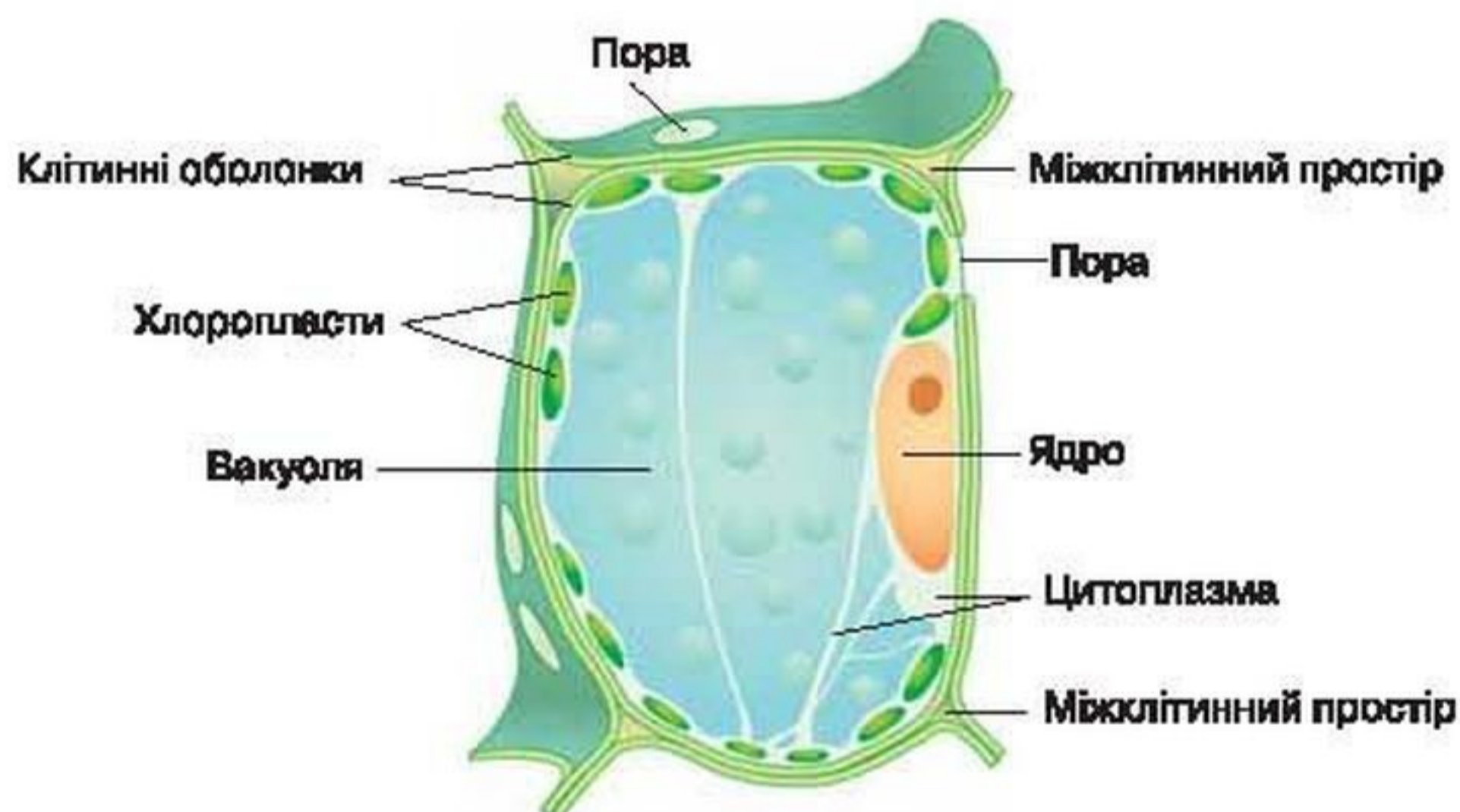
Ви дізнаєтеся про об'єднання клітин рослин у тканини й основні групи тканин.



Чи всі рослини мають однакову будову? Які функції можуть виконувати клітини рослин? Як клітини взаємодіють одна з одною?

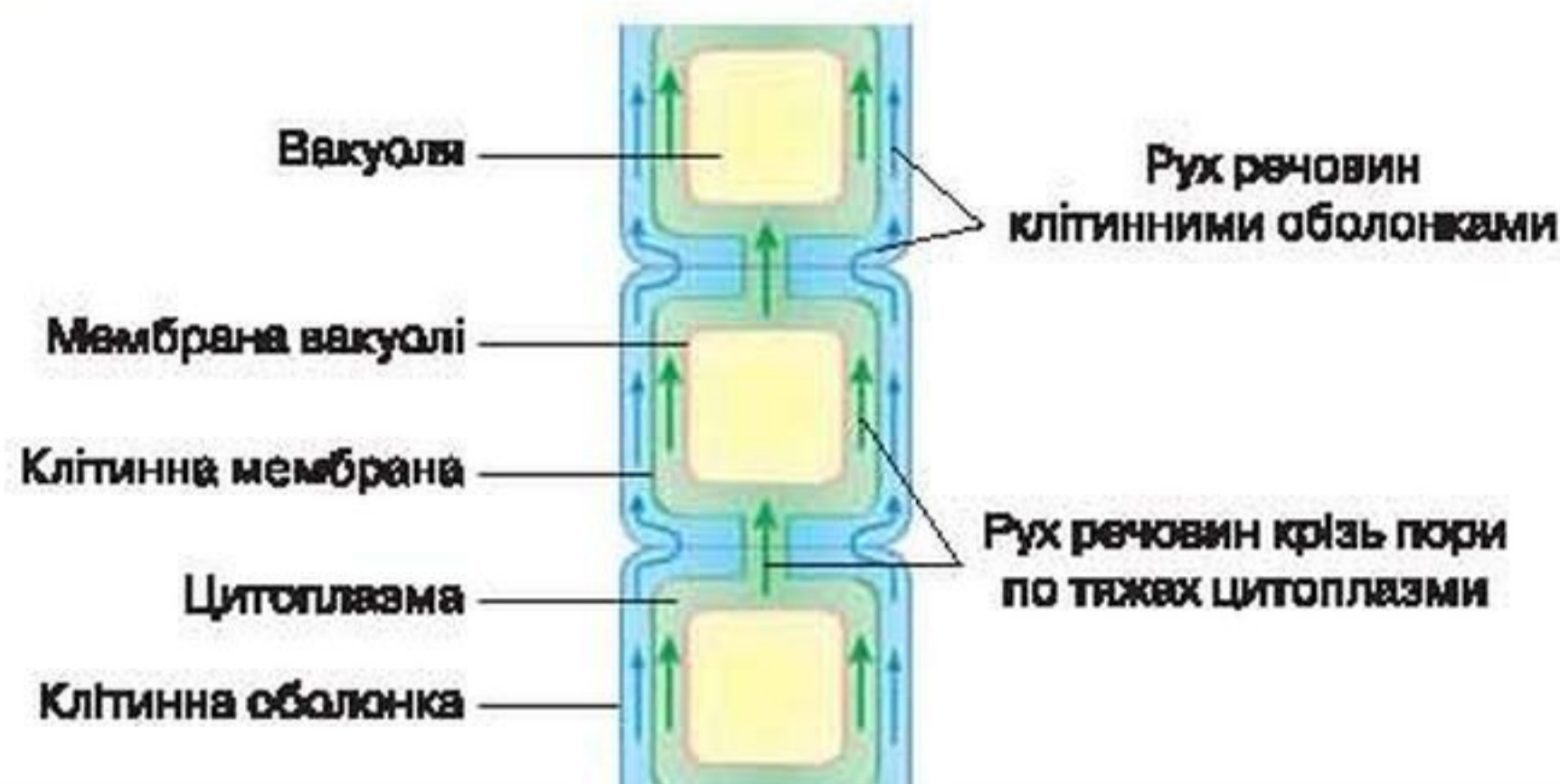
У попередніх параграфах ми з'ясували, що живі організми складаються з клітин. Клітини багатоклітинних організмів можуть відрізнятися за формою, розмірами, будовою, функціями, але не існують самі по собі, а об'єднуються в окремі групи, утворюючи певну тканину. **Тканина рослин** — це сукупність клітин, які виконують спільну функцію або функції.

Об'єднання клітин у тканини відбувається завдяки **міжклітинній речовині**, яка склеює їх, заповнюючи проміжки між оболонками сусідніх клітин. Там, де контактують кути кількох клітин, відстань між їхніми оболонками більша. Тому валипаються повітряні міжклітинні простори — система провітрювання тіла рослини (мал. 61).



Мал. 61. Схема будови клітини рослин у складі тканини

Деякі розчинені у воді речовини можуть рухатися від цитоплазми однієї клітини до цитоплазми іншої через клітинні оболонки і міжклітинну речовину (мал. 62). Ділянки клітинних оболонок, через які проходить особливо багато тяжів цитоплазми, що з'єднують



Мал. 62. Способи руху речовин від клітини до клітини

сусідні клітини між собою, називають **пóрвми**. Вони добре помітні під оптичним мікроскопом. Отже, пори рослин — не отвори.

Класифікація тканин. Тканини бувають **твірні** та **постійні** (мал. 63). Клітини **твірних** тканин здатні до поділів. Тому твірні тканини протягом усього життя рослини утворюють нові тканини і органи. Цим самим забезпечується ріст та розвиток рослини.

Основними групами твірних тканин є **верхівкові** і **бічні** (мал. 64). Верхівкові твірні тканини розташовані на верхівках коренів і пагонів. Завдяки ним відбувається ріст рослини в довжину та утворення нових частин кореня і пагона. Бічні твірні тканини не утворюють нових частин тіла рослини, але зумовлюють ріст у товщину вже існуючих коренів і стебел — так зване потовщення.

Постійні тканини утворюються з клітин твірних тканин. Коли клітина спеціалізується, вона втрачає здатність ділитись і

ТКАНИНИ РОСЛИН

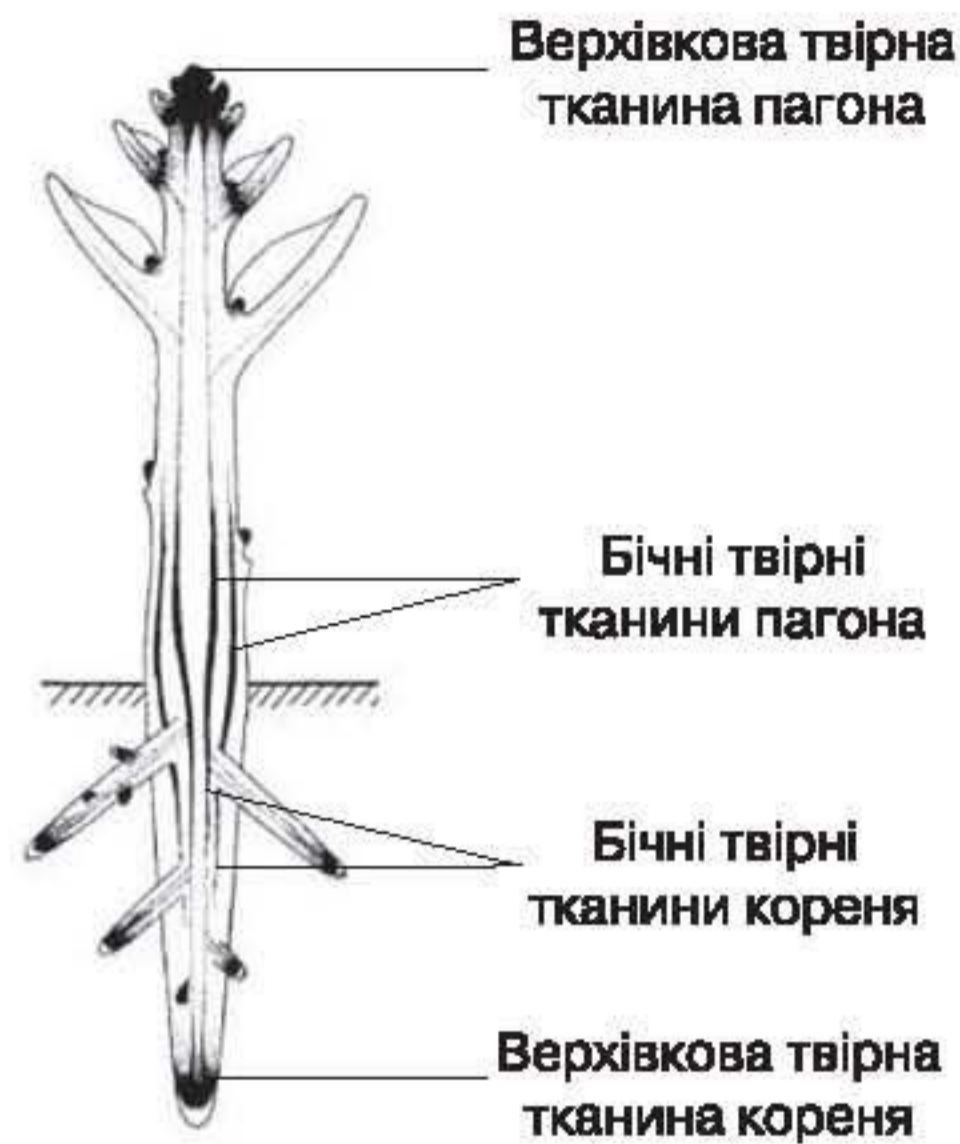


Мал. 63. Основні типи тканин у рослин



перетворюється на клітину однієї з *постійних тканин*. Ці тканини забезпечують усі процеси життєдіяльності рослинного організму, окрім росту.

Постійні тканини розрізняються за функціями. Для наземних рослин особливо важливі *покривні тканини*, які регулюють обмін речовинами із зовнішнім середовищем, а також *провідні тканини*, які здійснюють транспортування речовин між надземними і підземними органами рослини. Між покривними і провідними розміщені різноманітні *основні тканини*, зокрема *фотосинтезуючі, запасючі та механічні*.



Мал. 64. Розташування твірних тканин в тілі рослини

ВИСНОВКИ

1. Багатоклітинна рослина — це не лише механічне об'єднання клітин, а система, яка працює як єдине ціле завдяки обміну речовинами між цитоплазмами різних клітин.
2. Клітини рослин об'єднуються між собою і утворюють різноманітні тканини, що виконують певні функції.
3. Твірні тканини забезпечують утворення нових частин тіла рослини, а постійні тканини — життєдіяльність рослинного організму.
4. Постійні тканини відповідно до особливостей їх будови, розміщення та функцій поділяють на покривні, провідні й основні.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Тканина рослини, пара, твірна тканина, постійна тканина, покривна тканина, провідна тканина, основна тканина.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке тканина?
2. Чим відрізняються твірні і постійні тканини?
3. Які основні типи твірних тканин та їхні функції?

ЗАВДАННЯ

Охарактеризуйте основні функції кожного типу постійних тканин.

§ 23. ОСНОВНІ ГРУПИ ПОСТІЙНИХ ТКАНИН У РОСЛИН



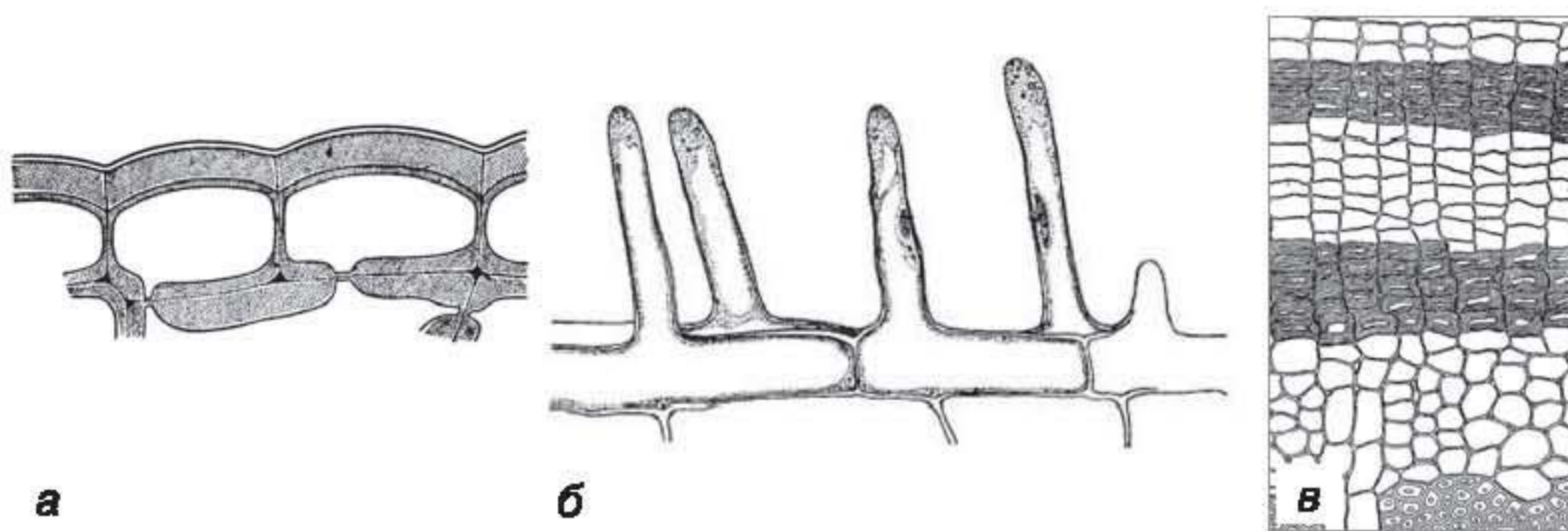
Ви дізнаєтеся про основні групи постійних тканин, які забезпечують життєдіяльність рослини.



Чи мають рослини «шкіру»? Як речовини «рухаються» по рослині вгору і вниз; по чергово по одній дорозі чи різними шляхами? Чи мають рослини скелет?

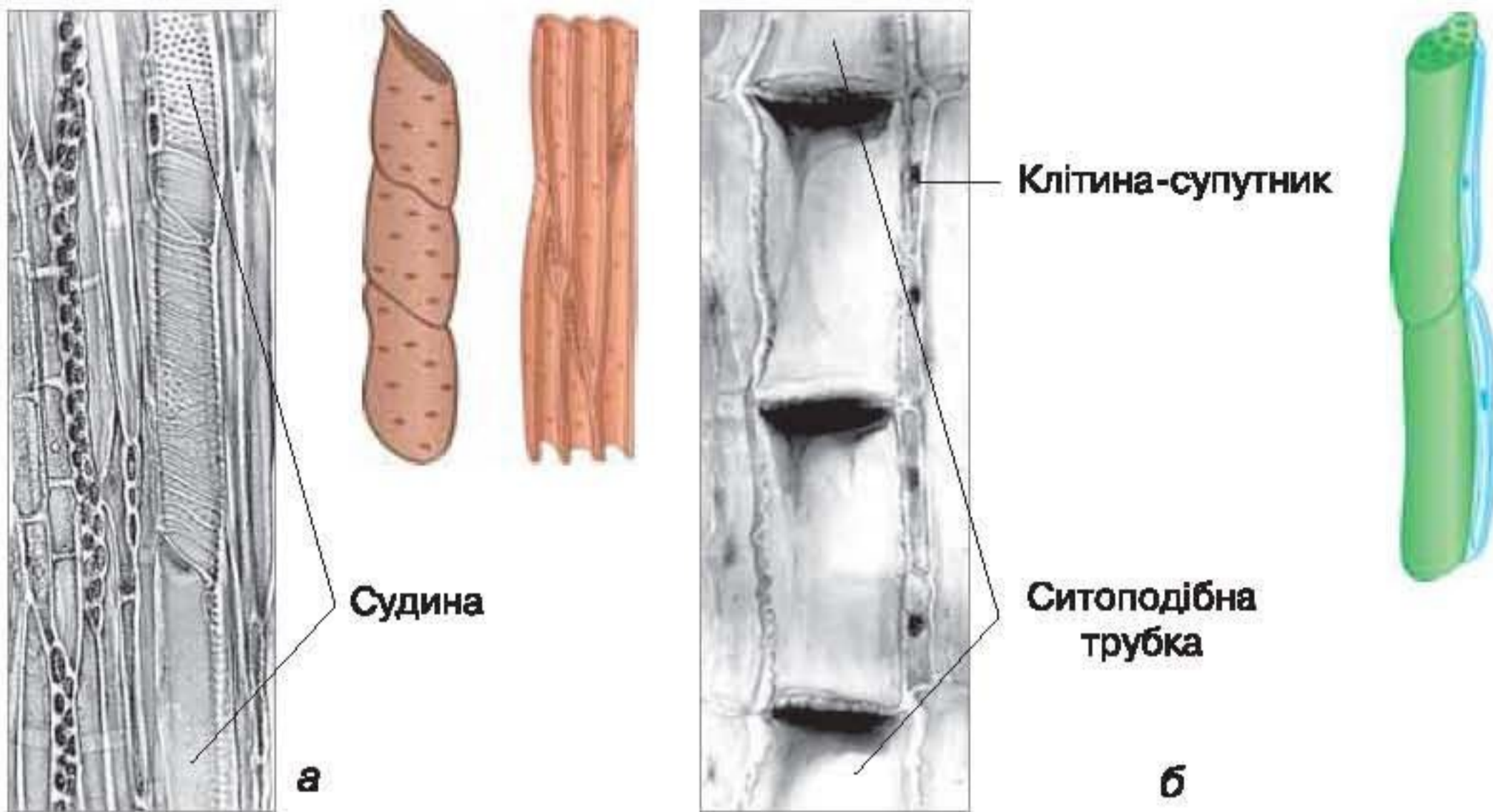
Покривні тканини. Молоді пагони та корені рослин вкриті *шкірочкою* — це покривна тканина, яка складається з одного шару живих клітин, що захищають рослину від несприятливих впливів середовища, забезпечують поглинання одних речовин і виділення інших (мал. 65, а, б).

У старих стебел і коренів утворюється ще один тип покривної тканини — *корок*. Він, переважно, складається з декількох шарів відмерлих клітин і виконує захисну функцію (мал. 65, в). Зріз саме через корок зображений на малюнку Роберта Гука — автора терміна «клітина» (мал. 3, с. 15).



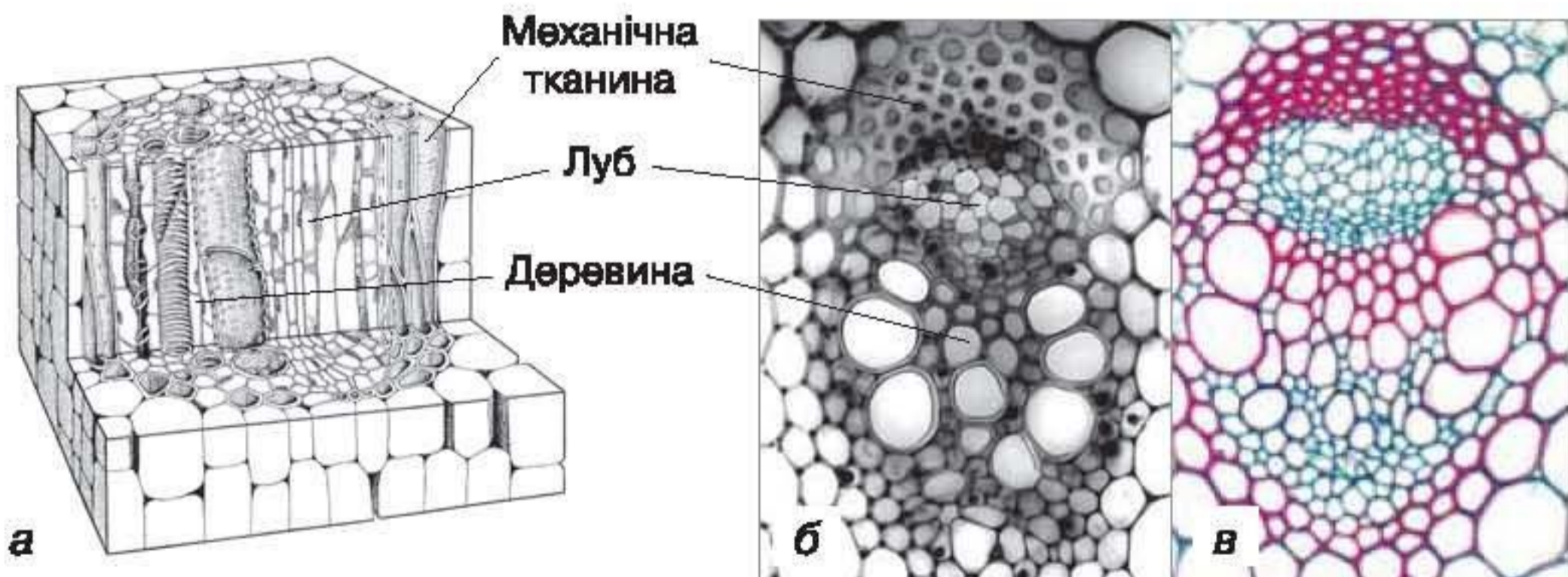
Мал. 65. Шкірочка пагона (а) та кореня (б), покривна тканина корок (в)

До провідних тканин у рослин належать *деревинá* і *луб* (мал. 66). До складу *деревини́* входять заповнені водою мертві клітини із потовщеними здерев'янілими (жорсткими) оболонками. Ділянки оболонок таких клітин, якими вони відділені одна від одної, руйнуються і ці клітини утворюють довгі суцільні трубки — *судини*. По судинах деревини рослина транспортує воду з розчиненими в ній мінеральними речовинами у висхідному напрямку — від кореня до листків. Одночасно деревина виконує механічно-опорну функцію.

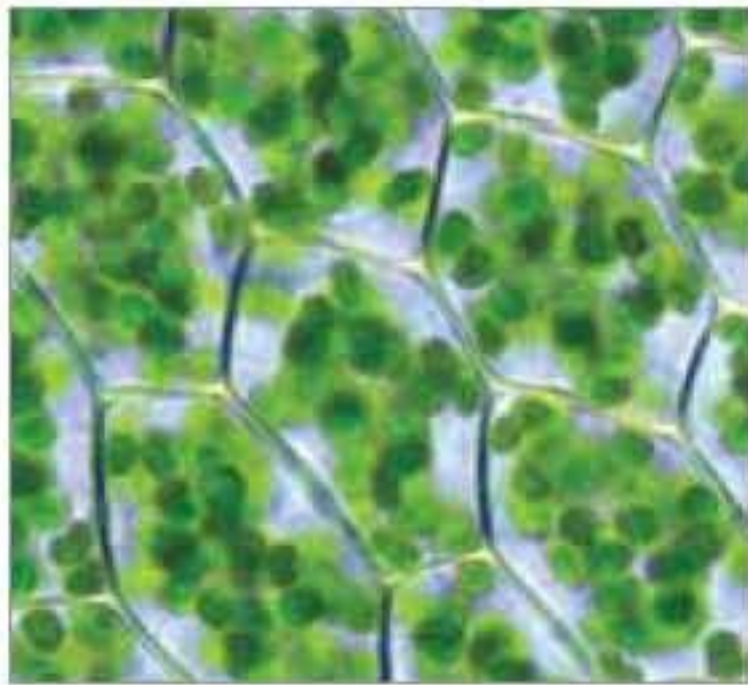


Мал. 66. Мікрофотографії і схеми будови клітин деревини (а) і лубу (б)

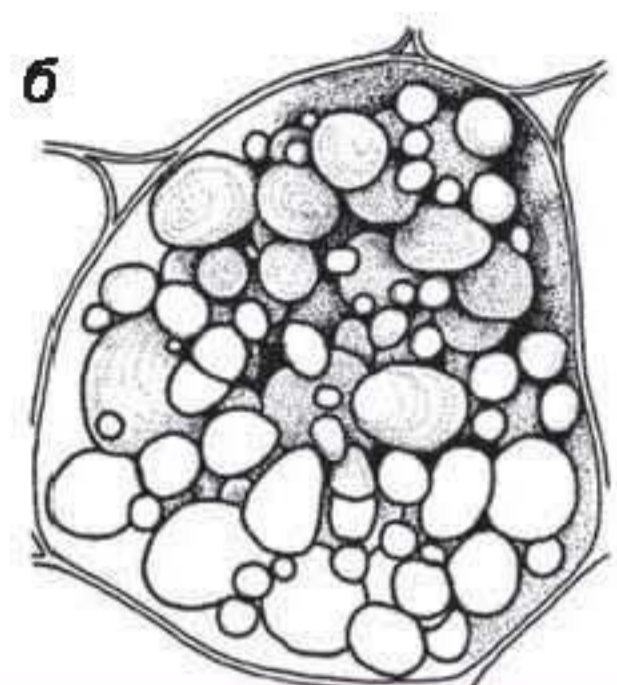
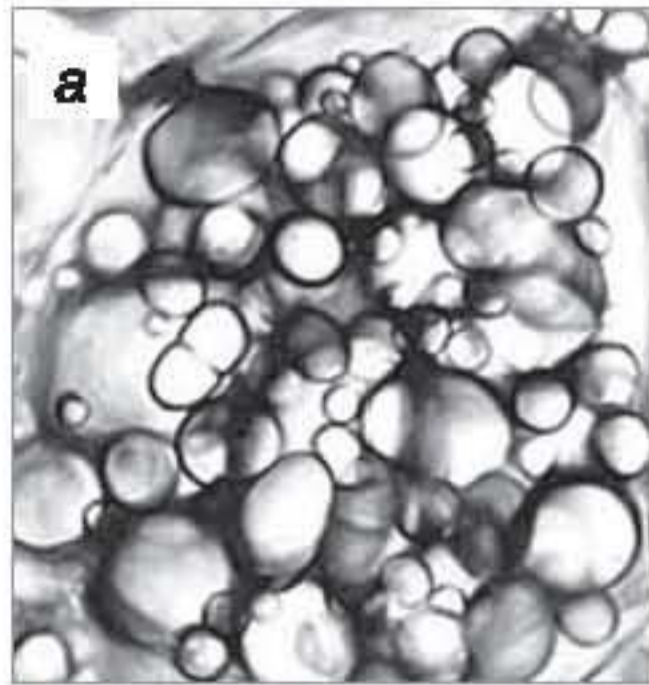
До складу *лубу* у квіткових рослин входять *ситоподібні трубки*. Ситоподібна трубка утворена рядом живих клітин, які не мають ядер. Поперечні перетинки між цими клітинами мають вигляд сита завдяки великій кількості дрібних отворів. Життєдіяльність цих клітин забезпечує одна або кілька дрібних клітин-супутників з ядрами. Вони розташовані поруч із ситоподібними трубками. По ситоподібних трубках лубу транспортуються продукти фотосинтезу з органів, де вони утворені або накопичені (переважно з листків), туди, де вони необхідні (переважно в корені, у низхідному напрямку). Разом деревина і луб у рослині зазвичай утворюють *провідні пучки* (мал. 67).



Мал. 67. Провідний пучок. Схема будови (а), поперечний зріз незафарбованого (б) і зафарбованого (в) провідного пучка. Після фарбування здерев'янілі оболонки мертвих клітин мають червоний колір

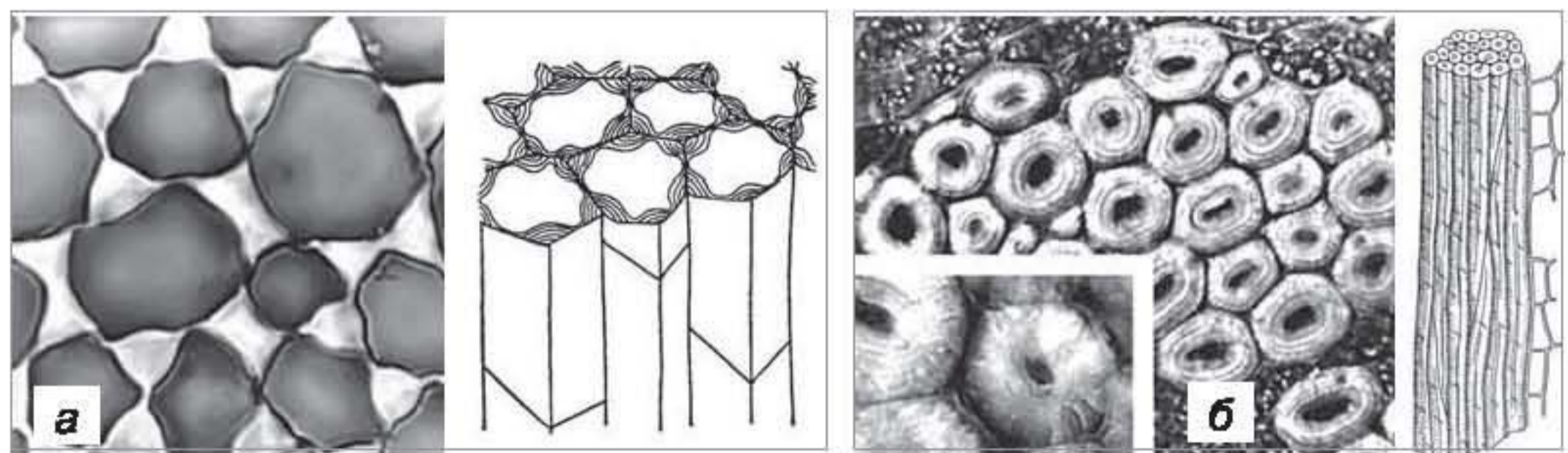


Мал. 68. Фотосинтезуюча тканина, в клітинах якої містяться хлоропласти



Мал. 69. Клітина запасуючої тканини бульби картоплі, заповнена крохмальними зернами: мікрофотографія (а) і малюнок (б)

Основні тканини дуже різноманітні. До них належить *фотосинтезуюча тканина*, клітини якої містять хлоропласти і здатні до фотосинтезу (мал. 68). Вона наявна в усіх частинах пагона, особливо в листках. Безбарвні клітини, у яких відкладається велика кількість органічних речовин (білків, жирів або вуглеводів — переважно крохмалю), складають *запасуючу тканину* (мал. 69). Вона найчастіше зустрічається в коренях, глибоких шарах стебла, в м'ясистих листках. *Механічні тканини* (мал. 70) виконують опорну функцію. Механічні тканини, що складаються з живих клітин, надають органам рослини гнучкості та еластичності. З мертвих клітин із сильно потовщеними та жорсткими оболонками утворюється дуже міцна, але ламка механічна тканина. Механічна тканина може знаходитись у будь-якій частині тіла рослини, яка потребує додаткової міцності.



Мал. 70. Механічна тканина: а — складена з живих клітин із нерівномірно потовщеними та еластичними оболонками (поперечний зріз і схема будови); б — пучок мертвих клітин із сильно потовщеними та жорсткими оболонками (поперечний зріз і схема будови)

ВИСНОВКИ

1. Взаємодію рослини із середовищем її існування регулюють покривні тканини.



2. Транспортування речовин рослиною здійснюють провідні тканини.
3. Основні тканини знаходяться між покривними і провідними; до них належать механічна, фотосинтезуюча та запасуюча тканини.
4. Тканини складають органи і забезпечують всі процеси життєдіяльності рослини.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Деревина, луб, судина, ситоподібна трубка, провідний пучок.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Яку роль відіграють покривні тканини?
2. У якому напрямку транспортує речовини деревина? А в якому луб?
3. До складу яких тканин входять мертві клітини?
4. У чому полягає різниця в функціях клітин запасуючої і живої механічної тканини?

ЗАВДАННЯ

Установіть відповідність між тканинами та процесами, які вони забезпечують. Залишіть у зошит пари: буква та відповідна цифра.

Тканини	Процеси
А Верхівкова твірна тканина	1 Висхідний транспорт води
Б Провідна тканина луб	2 Низхідний транспорт органічних речовин
В Основна фотосинтезуюча тканина	3 Фотосинтез
Г Бічна твірна тканина	4 Ріст стебла у товщину
Д Провідна тканина деревина	5 Ріст кореня вглиб ґрунту

§ 24. БУДОВА І ФУНКЦІ КОРЕНЯ



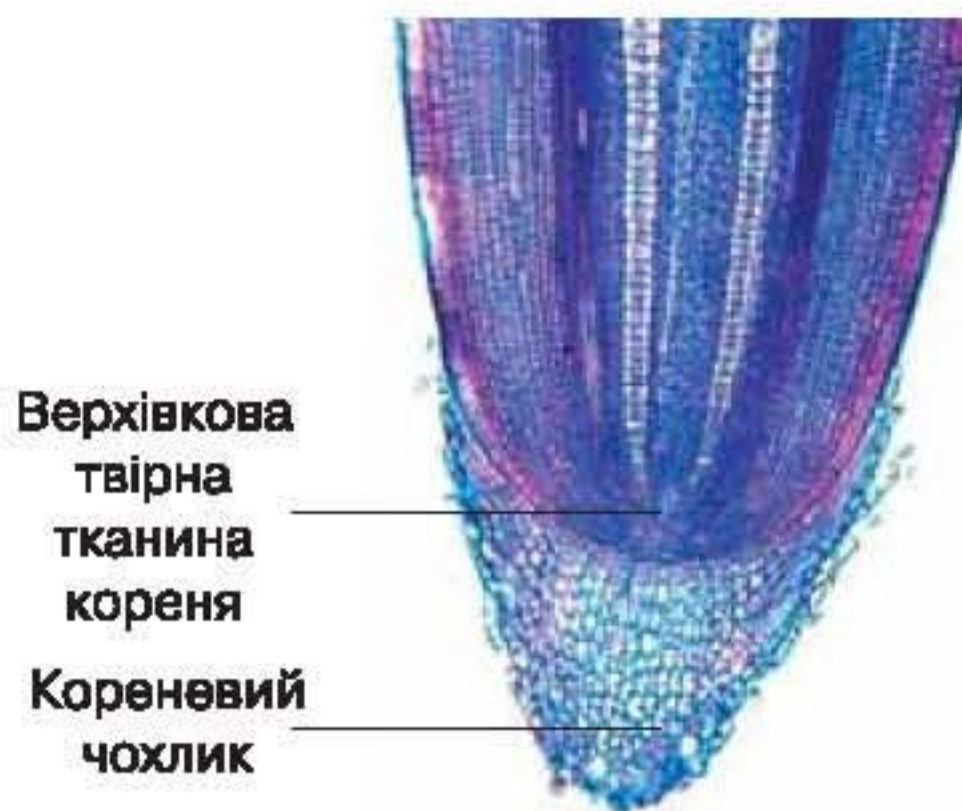
Ви дізнаєтесь, як будова і спосіб розвитку кореня дозволяють цьому органу виконувати його функції.



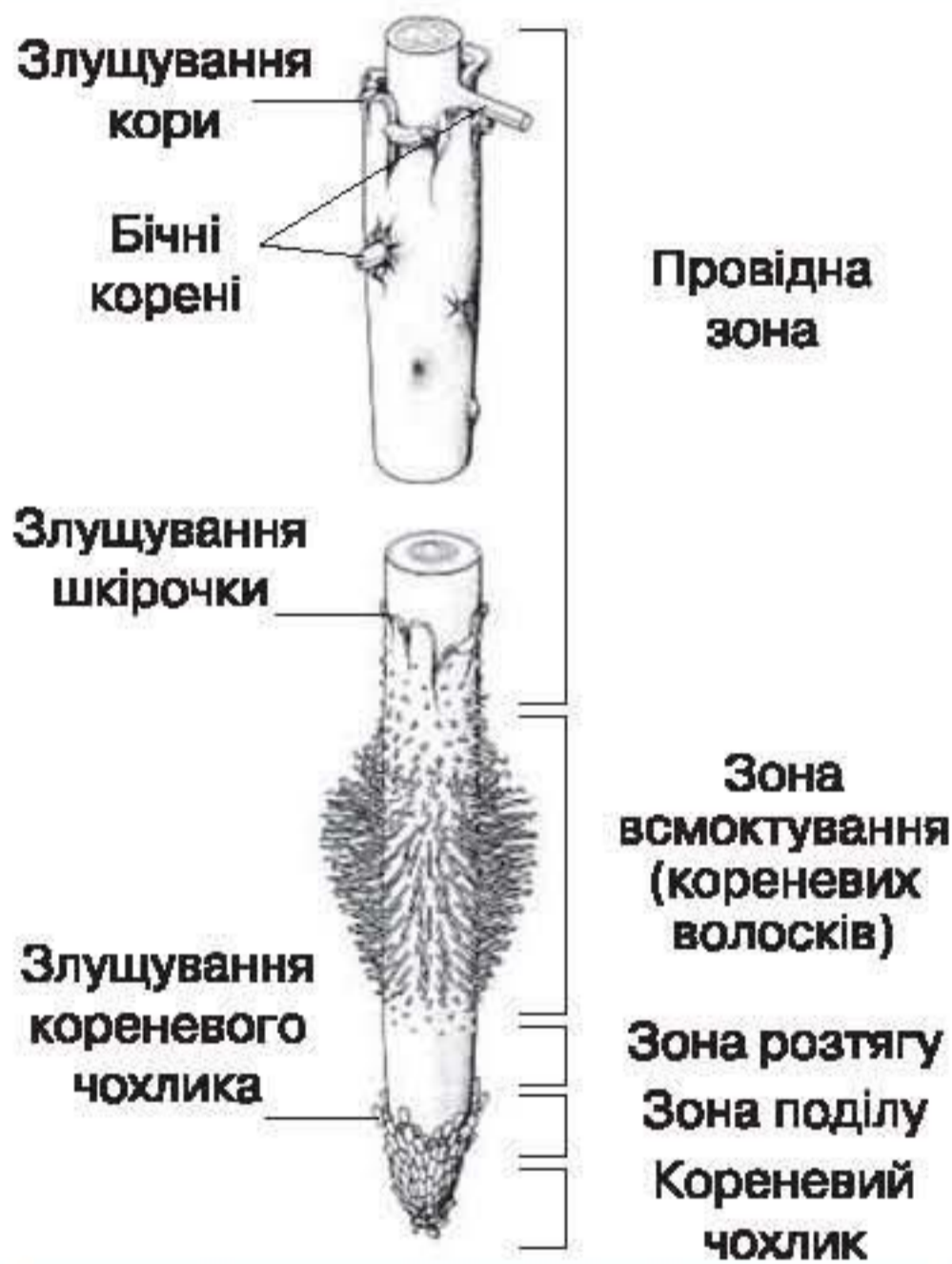
З чого побудовані корені? Для чого потрібні корені? Як рослина орієнтується де — низ, а де — верх, щоб випустити стебло і корінь в потрібні боки?

Корінь — це осьовий підземний орган, який росте вглиб ґрунту за рахунок верхівкової твірної тканини, що знаходиться на кінчику кореня. Головні функції кореня — закріплення рослини у ґрунті і поглинання з нього води з розчиненими у ній мінеральними речовинами.

Будова кореня. Верхівкова твірна тканина кореня (мал. 71) утворює нові клітини у двох напрямках: у напрямку росту кореня



Мал. 71. Верхівкова твірна тканина кореня, прикрита кореневим чохликом



Мал. 72. Зони кінчика кореня

тканини у зоні *поділу* утворюється решта клітин, з яких складається корінь. Клітини зони поділу дуже дрібні.

У зоні *розтягу* клітини швидко ростуть і починають перетворюватися на клітини постійних тканин. У цій зоні корінь інтенсивно видовжується і проштовхує прикриту кореневим чохликом зону поділу між часточками ґрунту.

Зона всмоктування (зона корневих волосків) складена клітинами, які завершили процес росту і остаточно перетворилися на клітини постійних тканин. Клітини *шкірочки кореня* у цій зоні

і до його основи. Клітини, які відкладаються у напрямку росту кореня, дають початок захисному *кореневому чохлику*. А ті, що у протилежному, — утворюють постійні тканини тіла кореня.

Від кінчика до основи вздовж кореня розрізняють такі основні зони: кореневий чохлик, зона поділу, зона розтягу, зона всмоктування та провідна зона (мал. 72).

Кореневий чохлик захищає нижню верхівку кореня під час росту та просування поміж часточками ґрунту. Клітини, які розташовані у глибині кореневого чохлика, містять великі рухомі крохмальні зерна. Ці зерна під дією сили тяжіння опускаються на нижню ділянку клітинної мембрани і дають кореню «відчуття» де верх, а де низ. Поверхні клітини кореневого чохлика постійно злущуються та відмирають. При цьому вони виділяють слиз, що полегшує просування кореня вглиб ґрунту. Із середини кореневий чохлик відновлюється клітинами верхівкової твірної тканини.

З клітин верхівкової твірної

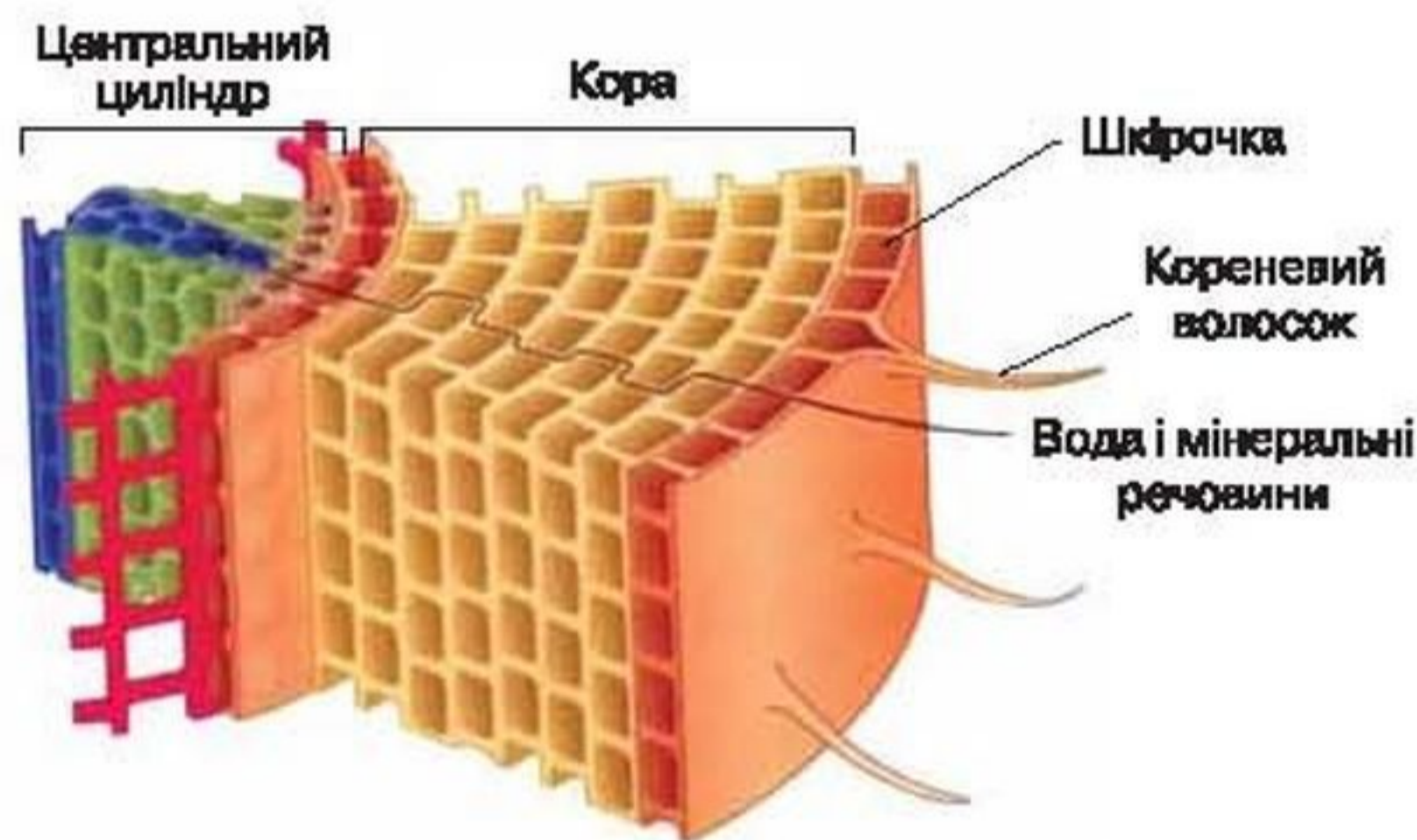
утворюють довгі вирости — **кореневі волоски** (мал. 65, б), які сягають 1 см завдовжки. Кореневі волоски входять у щільний контакт із часточками ґрунту і відіграють визначальну роль у поглинанні води і мінеральних речовин, оскільки значно збільшують поверхню кореня (мал. 73). Вони також закріплюють рослину в ґрунті. Підраховано, що доросла рослина *жіта* має близько 10 млрд корневих волосків, а їхня загальна довжина становить близько 10 тис. км. Одночасно їхня загальна площа 20 м², що приблизно в 50 разів перевищує площу всіх надземних органів рослини.

У зоні корневих волосків корінь вже не може вміщуватись відносно часточок ґрунту.

На поперечному перерізі кореня в цій зоні видно, що під шкірочкою розташована **кора**, складена багатьма шарами клітин основної тканини (мал. 74). Вона передає воду до центральної частини кореня, яку називають **центральним циліндром**. Кора також запасає поживні речовини.

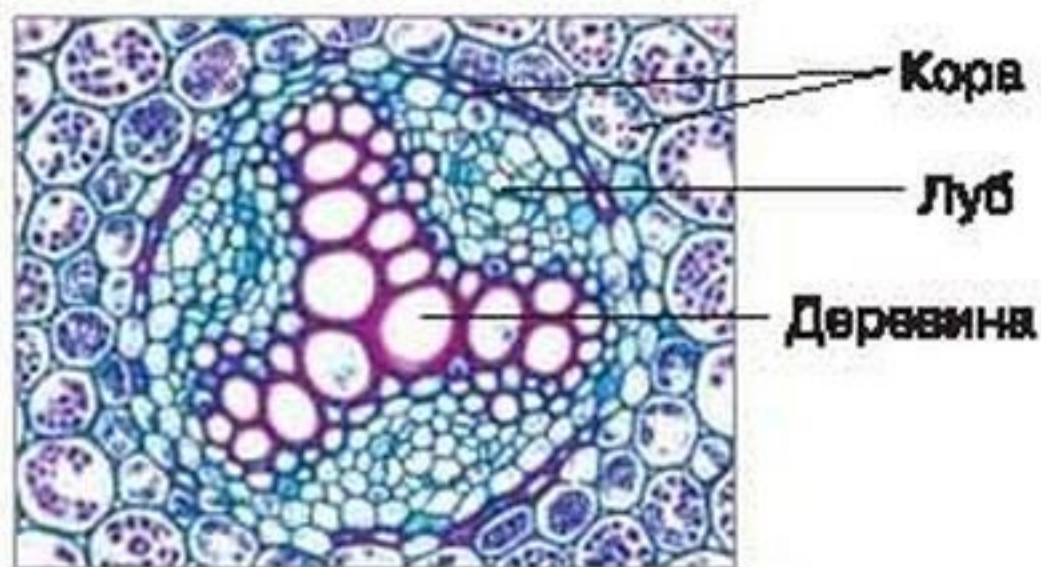


Мал. 73. Кореневі волоски на головному корені проростка редису



Мал. 74. Внутрішня будова молодого кореня

У центральному циліндрі розміщений єдиний провідний пучок. Його деревина у поперечному перерізі зазвичай має форму зірки із кількома променями (мал. 75). Проміж «променів» деревини розташований луб. Провідний пучок забезпечує транспорт речовин вздовж кореня.



Мал. 75. Провідні тканини в центральному циліндрі кореня на поперечному зрізі

Провідна зона кореня розташована вище зони всмоктування. Ця зона найдовша. У провідній зоні кореневі волоски відмирають і всмоктування речовин практично припиняється. У цій зоні в зовнішніх тканинах центрального циліндра (на його межі з корою) із часом можуть з'являтися точки росту бічних коренів.

Провідною зоною по деревині та лубу транспортуються речовини, вона закріплює рослину в ґрунті завдяки бічним кореням, а також може запасати поживні речовини в корі.

У багатьох рослин з часом між деревиною і лубом провідного пучка утворюються шари клітин бічної твірної тканини. Завдяки поділу цих клітин корінь потовщується.

Знання про будову і розвиток коренів людина здавна використовує в сільському господарстві. Під час вирощування росади (наприклад, *томатів*) рослинки після проростання розсаджують на більшу відстань і водночас відщипують верхівку головного кореня: це прискорює галузнення і сприяє збільшенню числа корінців із кореневими волосками. При виборі саджанців плодкових дерев слід пам'ятати, що рослини, у яких є багато тоненьких корінців, на яких швидко утворюються нові бічні розгалуження, значно краще вкорінюються і приживаються, ніж ті, які мають велику кількість довгих старих коренів.

ВИСНОВКИ

1. Усі частини кореня утворені за рахунок поділу клітин верхівкової твірної тканини. Вона розташована в зоні поділу клітин кореня.
2. Кореневий чохлак — особлива частина верхівки кореня, яка захищає нижню верхівку кореня під час росту і полегшує просування кореня вглиб ґрунту.
3. Ріст кореня в довжину відбувається в зоні розтягу клітин кореня.
4. Внутрішня будова кореня в зоні корневих волосків забезпечує поглинання і транспорт водних розчинів мінеральних речовин.
5. Найстарші ділянки кореня формують зону проведення води і розчинених у ній речовин, а також закріплюють рослину в ґрунті за рахунок бічних коренів.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Корінь, кореневий чохлак, кореневий волосок, зона поділу, зона розтягу, зона всмоктування, провідна зона.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які основні зони розрізняють від кінчика до основи кореня?
2. У якій зоні відбувається (1) утворення нових клітин, (2) видовження кореня, (3) поглинання води і мінеральних речовин?
3. З чим пов'язане утворення коренем кореневого чохлака, які його функції?
4. Які тканини виконують в корені функції (1) поглинання води і мінеральних речовин, (2) транспорту речовин?

ЗАВДАННЯ

1. Заповніть таблицю в зошиті.

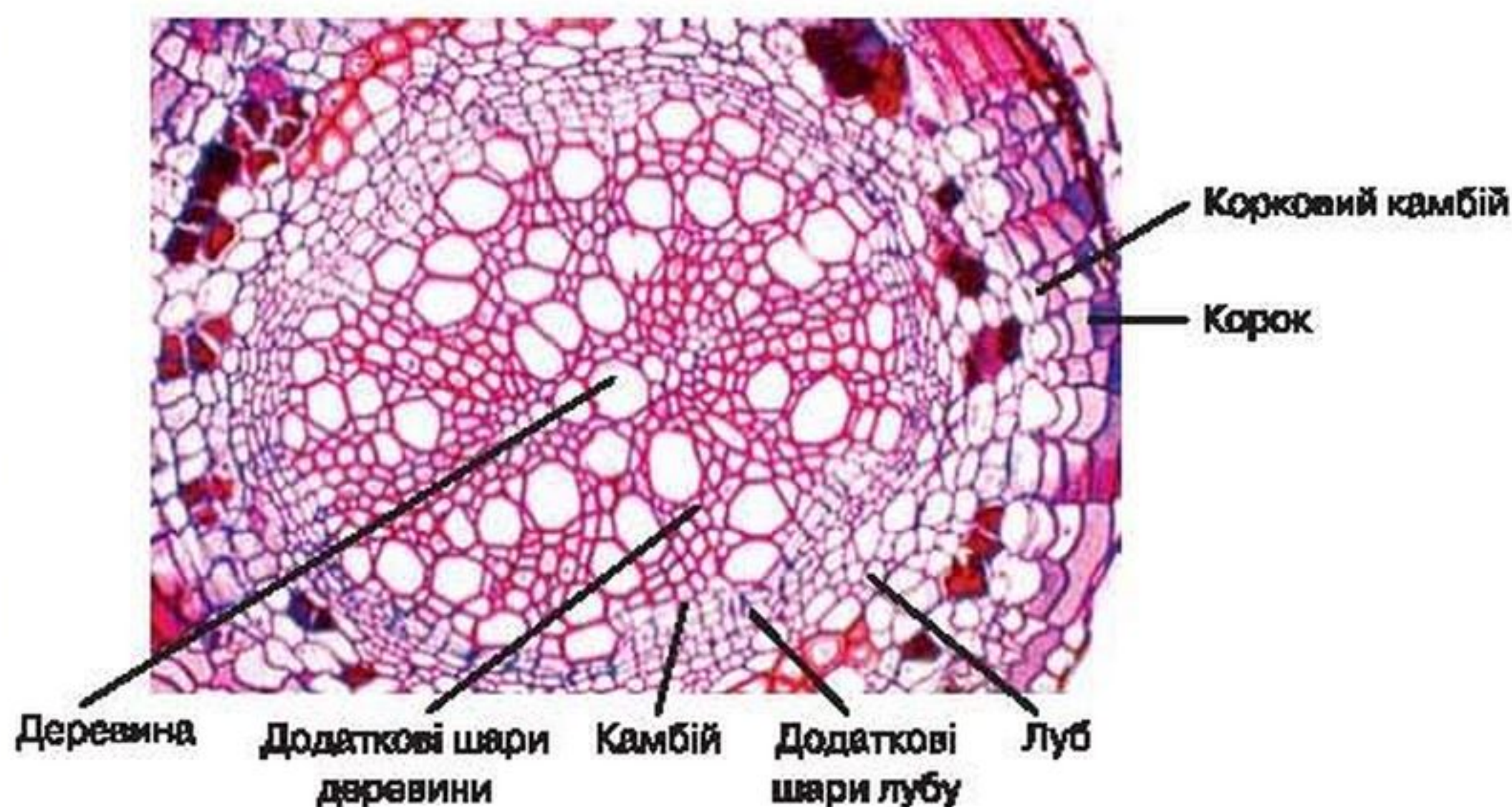
Зони кореня	Особливості будови	Функції
Кореневий чохлак	Клітини щільно розміщені. Деякі клітини містять великі крохмальні зерна. Поверхневі клітини відмирають і злущуються	Захищає верхівку кореня, виділяє слиз і полегшує просування кореня в ґрунті, визначає напрямок росту кореня
Зона поділу		
Зона розтягу		
Зона всмоктування		
Провідна зона		

2. Виберіть правильні твердження і виправте неправильні:
 - А Кореневі волоски з часом перетворюються на бічні корені.
 - Б Кора складена багатьма шарами клітин.
 - В У процесі росту кореня збільшується довжина зони поділу та розтягування, а довжина провідної зони лишається незмінною.
 - Г У зоні всмоктування корінь вкритий шкірочкою, яка утворює вирости.

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

Як корінь росте в товщину?

У багатьох рослин з часом між деревиною і лубом провідного пучка виникає бічна твірна тканина — **камбій** (мал. 76). Він відкладає до центру кореня додаткові шари деревини, а назовні — лубу. Завдяки цьому корінь сильно потовщується. В зовнішньому шарі центрального циліндра виникає ще одна бічна твірна тканина — **кортошний камбій**, який відкладає назовні покривну тканину — **кброк**. Такі значно потовщені, вкриті корком зони кореня вже не поглинають воду та мінеральні речовини, але надійно закріплюють рослину в ґрунті. Вони характерні для деревних рослин.



Мал. 76. Внутрішня будова старого кореня

§ 25. КОРЕНЕВІ СИСТЕМИ. ВИДОЗМІНИ КОРЕНЯ

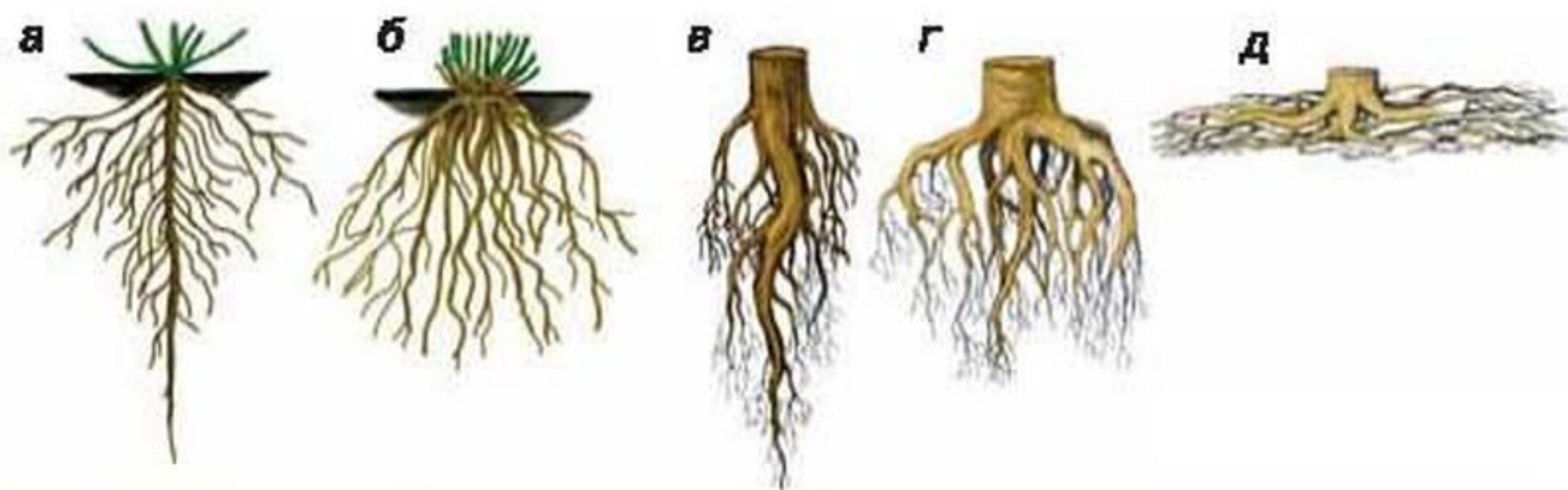


Ви дізнаєтеся про кореневі системи рослин та їх функції, про те, які наслідки має виконання коренями незвичних для них функцій.



Корені потрібні, щоб поглинати речовини. А ще для чого?

Коренева система — це вся сукупність коренів рослини. Зовнішній вигляд корневих систем залежить від того, в яких умовах росте рослина і як вона до цих умов пристосовується (мал. 77).



Мал. 77. Різноманітні кореневі системи трав'янистих (а — стрижнева, б — мичківата) та деревних (в, г, д) рослин



Деяким рослинам властиві корені, розташовані лише у поверхневому шарі ґрунту, завтовшки у кілька сантиметрів (мал. 77, б). Так, поверхневі корені певних видів кактусів сягають 30 м завдовжки. Вони здатні швидко збирати росу з великої площі, адже в пустелі вода, що випадає в ранішні часи, не проникає глибоко у ґрунт і швидко випаровується. У дерев вологого тропічного лісу поверхневі корені встигають вловити мінеральні речовини, які утворюються під час дуже швидкого розкладання відмерлих частин рослин. Проте зазвичай корені сягають більшої глибини. Так, у ячменю і озимого рапсу вони заглиблюються майже на 3 м, а виноградної лози — до 16 м. Деякі пустельні рослини, аби досягти водоносних горизонтів ґрунту, заглиблюють корені на 30–50 м.



Мал. 78. Кореневі бульби жоржини

Видозміни кореня — це явище зміни будови кореня, що забезпечує пристосування рослини до умов існування. Прикладами видозмін є *кореневі бульби, корені-присоски, повітряні, дихальні, опорні корені*.

Кореневі бульби (кореневі шишки) утворюються в результаті накопичення поживних речовин у бічних коренях. Вони короткі, сильно потовщені, кулястої або витягнутої форми. Такі корені дають змогу рослині пережити несприятливий для росту період. Вони є, наприклад, у *пшінки, жоржини* (мал. 78).

Корені-присоски характерні для рослин, які пристосувалися всмоктувати поживні речовини з інших рослин. Деякі з них є *паразитами* — повністю забезпечують свою життєдіяльність за рахунок рослини-хазяїна і не здатні до фотосинтезу (*повитиця, мал. 79*). *Напіепаразити* (наприклад, *омела*) за рахунок рослини-



Мал. 79. Повитиця на пагоні рослини (а), корені-присоски повитиці (б)



Мал. 80. Омела на гілці дерева



Мал. 81. Повітряні корені тропічної орхідеї



Мал. 82. Дихальні корені: а — болотяного кипариса;



б — тропічних дерев на болотах Африки

хазяїна лише частково задовольняють свої потреби у воді, зберігаючи зелений колір і здатність до фотосинтезу (мал. 80).

Повітряні корені пристосовані до існування в повітрі. Вони характерні для більшості орхідей та інших мешканців вологих тропічних лісів (мал. 81), а з кімнатних рослин — для монстери. Повітряні корені поглинають воду під час опадів не кореневими волосками, а особливою губчастою тканиною.



Мал. 83. Опорні корені тропічного дерева (а) та кукурудзи (б)

Дихальні корені (мал. 82) розвиваються у рослин перезволожених місць зростання, де у ґрунті недостатньо повітря для забезпечення дихання кореневої системи. У таких рослин частина коренів виступає над поверхнею і забезпечує газообмін. Наприклад, у болотяного кипариса дихальні корені мають вигляд конусів понад 1 м заввишки.

Опорні корені (мал. 83) розвиваються при основі стовбурів високих рослин там, де треба забезпечити стійкість рослини. Так, завдяки дощкоподібним опорним кореням не падають велетенські тропічні дерева, у яких кореневі системи поверхневі. На наших полях опорні корені можна побачити у кукурудзи.

Коренеплід є особливою видозміною, яка утворюється в результаті потовщення і накопичення поживних речовин одразу у трьох органах молодого рослини — еоловному корені, підсім'ядольному коліні

і основі головного пагона. Коренеплоди дозволяють рослині вижити у несприятливі для росту сезони. Люди здавна використовували коренеплоди в їжу і вивели багато різних культурних сортів: *буряка, моркви, петрушки, селери, редьки та редиски*.

Ознакою *кореневої частини* коренеплоду є розміщені рядами бічні корінці. *Шийка*, утворена потовщеним підсім'ядольним коліном, має гладеньку поверхню. А на *головці* коренеплоду (потовщеній основі головного пагона) наявні рубці відмерлих листків (мал. 84).

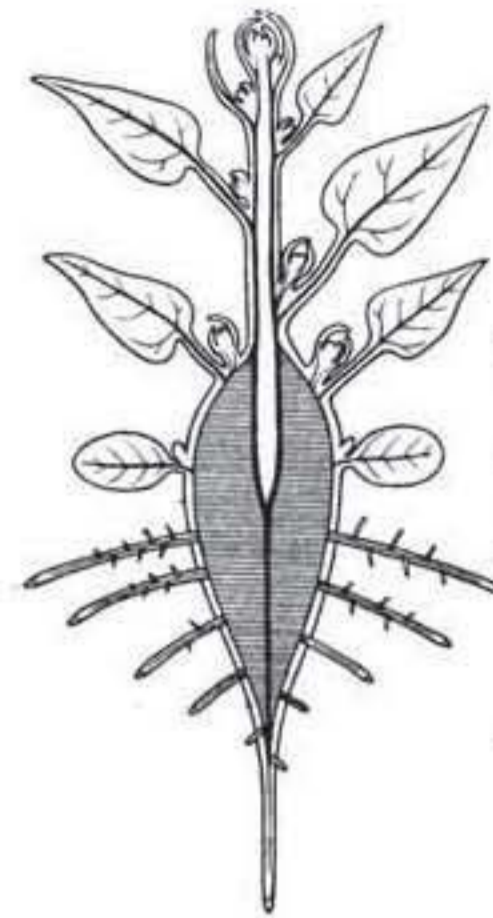
Всі три частини майже однаково розвинені у коренеплоді *селери* (мал. 85, а). А от у *моркви* (мал. 85, б) та *петрушки* коренеплід має дуже маленьку головку, гладенька шийка видається над поверхнею ґрунту, а основна частина утворена потовщеним коренем. У *редиски* (мал. 85, в) майже весь її гладенький коренеплід — це потовщене підсім'ядольне коліно. Тому насінини редиски не можна висівати надто глибоко — урожай буде неякісний.

ВИСНОВКИ

1. Корені рослини утворюють кореневу систему, будова якої залежить від умов зростання рослини.
2. Виконання коренем певної специфічної функції призводить до його видозміни.



Мал. 85. Коренеплоди селери (а), моркви (б) та редиски (в)



Головка (основа головного пагона)
Шийка (підсім'ядольне коліно)
Коренева частина (головний корінь)

Мал. 84. Схема утворення коренеплоду та його частини

3. Видозмінений корінь може бути складовою частиною корене-плоду, в утворенні якого також беруть участь підсім'ядольне коліно та головний пагін.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Коренева система, видозміни кореня, кореневі бульби, корені-присоски, повітряні корені, дихальні корені, опорні корені, коренеплід.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке коренева система?
2. Що таке видозміна кореня?
3. Які видозміни кореня ви знаєте, чим вони відрізняються від типових коренів рослин за будовою і функціями?
4. Чим коренеплід відрізняється від кореневої бульби?

ЗАВДАННЯ

Упорядкуйте таблицю: встановіть відповідність між назвами рослин, видозмінами кореня, які їм властиві, та їх функціями. Ряди з трьох цифр залишіть у зошиті.

Рослини	Видозміни кореня	Функції видозмін кореня
1. Жоржина	1. Корені-присоски	1. Додатковий газообмін
2. Кукурудза	2. Повітряні корені	2. Всмоктування органічних речовин з рослин-хазяїна
3. Орхидея	3. Дихальні корені	3. Заласання органічних речовин
4. Болотний кипарис	4. Опорні корені	4. Поглинання води з повітря
5. Повитиця	5. Кореневі бульби	5. Додаткова підтримка стебла

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

Священний Баньян

У деяких східних релігіях священними вважають величні баньяни. Баньян — це особлива форма росту великих тропічних дерев — фікусів (мал. 86). Починає рости такий фікус на гілці іншого дерева, куди насінину заносять тварини. Молодий фікус швидко утворює повітряні корені, які досягають ґрунту і вкорінюються. Дерево, яке дало фікусу проросток, відмирає, і він залишається стояти на власних коренях. Згодом на горизонтальних гілках знову з'являються повітряні корені, що перетворюються на корені-стовбури. Так виникає цілий ліс-дерево, яке може займати площу понад 1,5 га і нараховувати більше 300 стовбурів. Відомо, що під покривом одного баньяна ховався цілий ескадрон кінноти.



Мал. 86. Баньян

§ 26. БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ ПАГОНА



Цей параграф пояснює особливості будови та розвитку пагона як надземного органа рослини, функції і типи бруньок, різноманітність пагонів за положенням у просторі і напрямком росту.



З чого складаються дерева? Як утворюються і розкриваються бруньки? Чи всі бруньки однакові?

Пагін — це складний надземний орган із верхівковим ростом, який складається із осьового органа — стебла, та розташованих на ньому бічних органів — листків. Пагін забезпечує ріст надземної частини рослини та утворення нових пагонів, а також транспорт речовин.

На верхівці пагона розташовується **конус наростання**, утворений верхівковою твірною тканиною (мал. 87). В основі конуса наростання виникають горбочки — зачатки майбутніх листків. Молоді листки збільшуються у розмірах і загинаються над конусом наростання. Вони захищають ніжну верхівкову твірну тканину пагона від ушкоджень, створюють довкола неї темну і вологу камеру, формуючи **бруньку**.

Брунька — це зачатковий пагін із нерозтягнутим стеблом, листки якого щільно оточують його верхівкову твірну тканину. На кінці будь-якого пагона розташована **верхівкова брунька** (мал. 88). Коли пагін росте, в бруньці утворюються нові молоді листки. При цьому найнижчі листки розгортаються і виходять із складу бруньки. Стебло між місцями прикріплення листків розтягується.

Стебло пагона складається з **вузлів** — ділянок стебла, на яких прикріплений один або кілька листків, і **міжвузлів** — ділянок стебла між вузлами. Гострий кут між листком і пагоном називається **листяною пазухою** (мал. 89). В таких пазухах розташовуються зачаткові бічні пагони — **пазушні бруньки** (мал. 88). Пробудження пазушних бруньок приводить до розвитку бічних пагонів — тобто до галузнення пагона.



Мал. 87. Конус наростання пагона елодеї



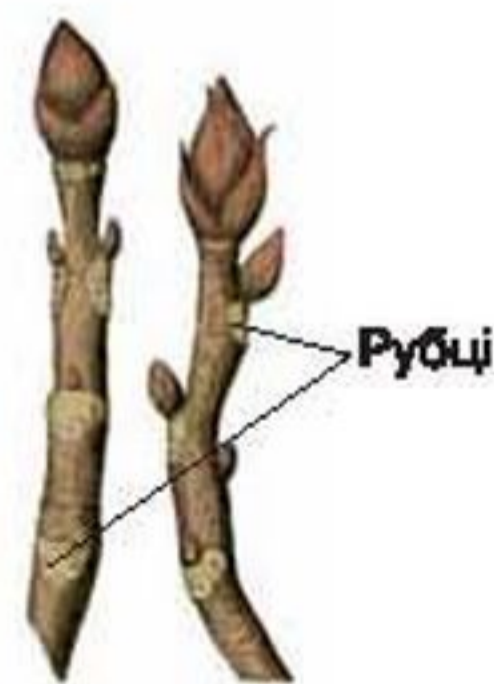
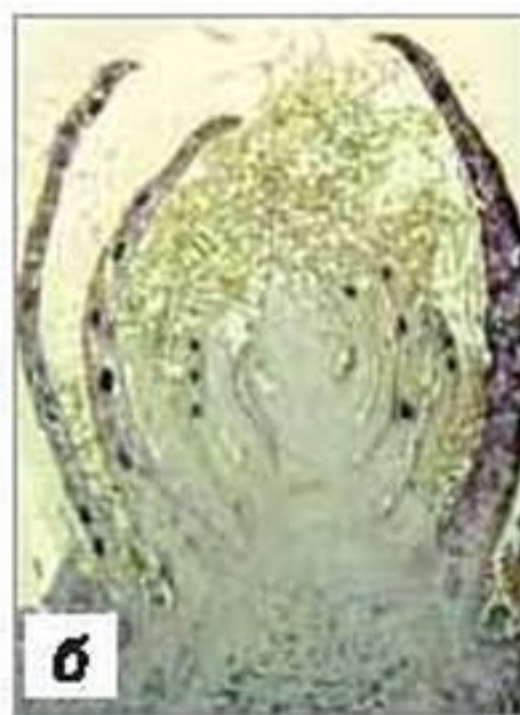
Мал. 88. Верхівкова та пазушні бруньки



Мал. 89. Основні частини пагона

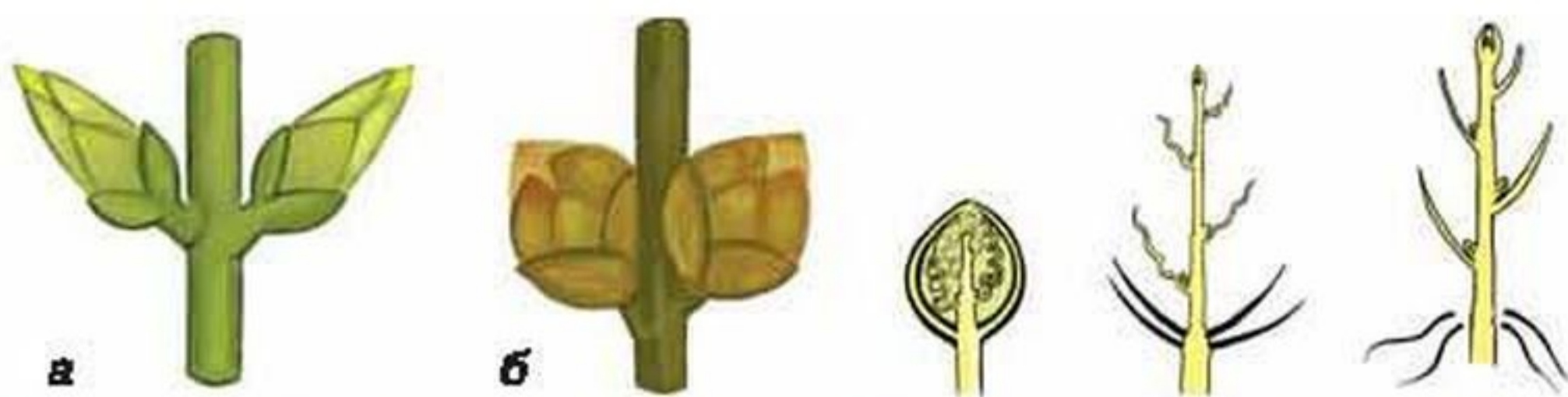
У рослин помірного клімату наприкінці періоду росту на верхівці пагона і в пазухах листків формуються особливі *зимуючі бруньки* (мал. 90), які знаходяться у стані спокою весь холодний, несприятливий для росту рослини період року. Зимуючі бруньки додатково захищені *бруньковими лусками* — видозміненими лускоподібними листками, які вкриті потужним шаром воскоподібної речовини, а часто — волосками і плівкою смолистих виділень (згадайте, які клейкі на дотик бруньки *тополі*). Під паузшими бруньками після опадання листків за-лишаються *листяні рубці* (мал. 91). У холодну пору року рослина не може поглинути воду з ґрунту, вода в надземних частинах рослини замерзає. Але й лід продовжує випаровуватись (згадайте, як висихає білизна на морозі). Тому усі засоби захисту зимуючих бруньок спрямовані на захист насамперед від висихання, а не від низьких температур.

Зимуючі бруньки дуже різноманітні за будовою. У деяких є лише одна велика брунькова луска (*верба*), у інших брунькових лусок багато (*дуб*). *Вегетативні бруньки* містять зачатковий ави-



Мал. 90. Зимуючі бруньки деревних рослин:
а — загальний вигляд бруньок клена;
б — поздовжній розріз бруньки винограду

Мал. 91. Зимуючі пагони дерева з бруньками і рубцями від опалих листків

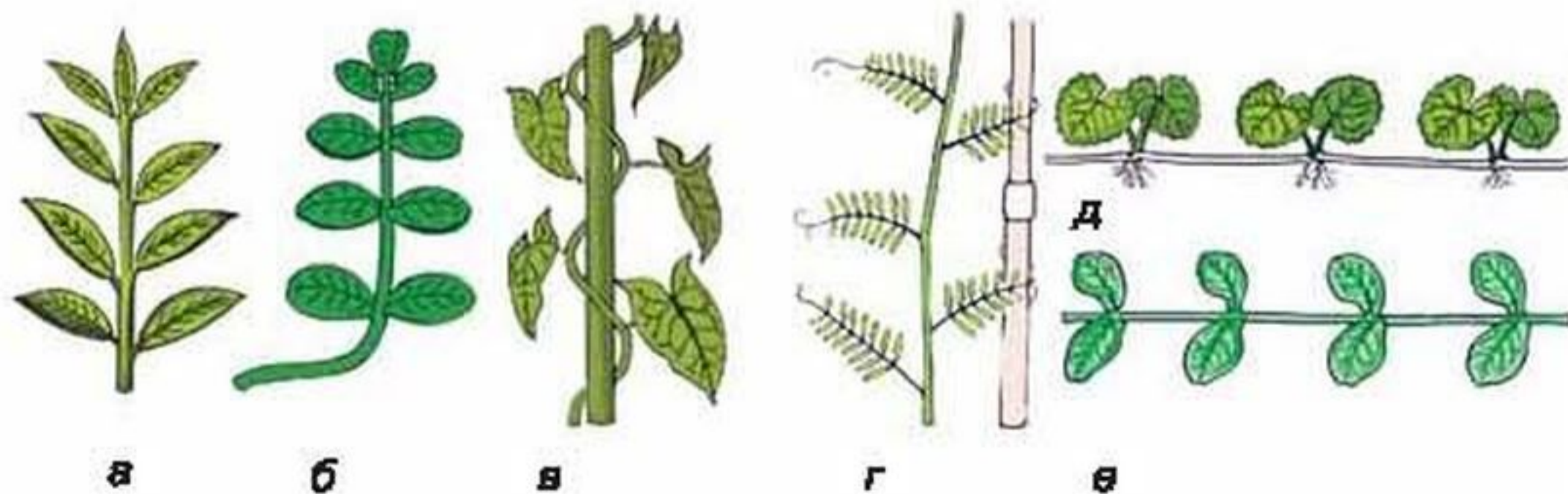


Мал. 92. Вегетативні (а) і квіткові (б) бруньки

Мал. 93. Розгортання зимуючої бруньки

чайний (вегетативний) пагін з листками. Інші бруньки містять зачатки квітки або декількох квіток (мал. 92). Вони більші, ширші та більш заокруглені на верхівці. Навесні зимуючі бруньки пробуджуються: брунькові луски розходяться, а згодом відпадають, видовжується стебло і розгортаються листки молодого пагона (мал. 93). Однак частина бруньок може не пробуджуватись кілька років — це так звані *сплячі бруньки*. Такі бруньки пробуджуються лише після сильного ушкодження пагонів.

У різних рослин пагони різного типу (мал. 94). Прямостоячі пагони ростуть вертикально вгору (наприклад, стовбур ялини), горизонтальні — у горизонтальній площині (наприклад, бічні пагони ялини). Пагони деяких рослин займають вертикальне положення лише завдяки опорі. Так, виткі пагони закручуються довкола опори своїм стеблом (*квасоля*), а чіпкі пагони чіпляються за опору додатковими коренями (*пльощ*), вусиками (*горох*) тощо. Сланкі пагони лежать на ґрунті, а повзучі — ще й вкорінюються додатковими коренями.



Мал. 94. Типи пагонів: а — прямостоячий; б — висхідний; в — виткий; г — чіпкий; д — повзучий; е — сланкий

1. Пагін є складним органом, який складається з осового органа — стебла та бічних органів — листків. Стебло забезпечує ріст надземної частини рослини, утворення нових пагонів, а також транспорт речовин. Фотосинтез, газообмін та випаровування води в основному відбувається у листках.
2. Бруньки є зачатковими пагонами. У рослин сезонного клімату вони пристосовані до переживання несприятливих для росту рослини періодів року.
3. За розміщенням на стеблі розрізняють верхівкові та пазушні бруньки. За внутрішньою будовою бруньки поділяють на вегетативні і квіткові.
4. Пагін, як і корінь, є осовим органом, який наростає за допомогою верхівкової твірної тканини. Від кореня він відривається наявністю верхівкової бруньки, листків, а також тим, що точки росту бічних пагонів виникають на його поверхні.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Пагін, конус наростання, брунька, вузол, міхвузля, листкова пазуха.

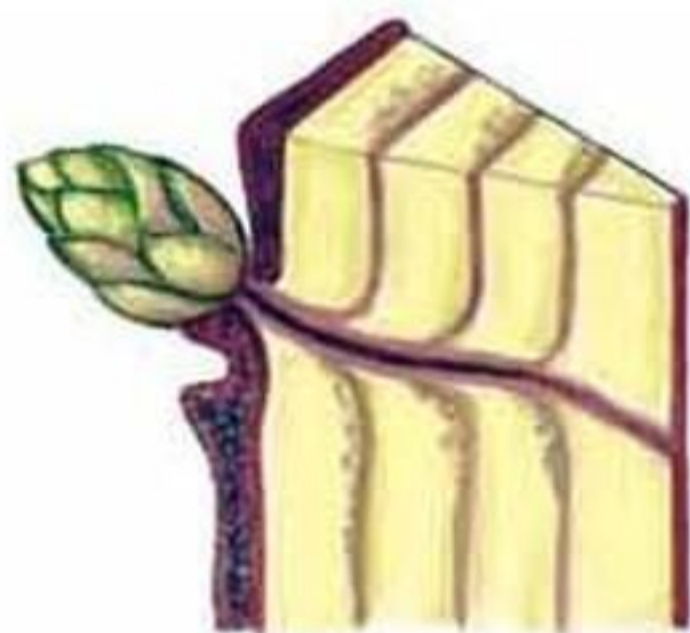
КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Як поділ пагона на стебло і листки пов'язаний із виконанням ним своїх функцій?
2. Що таке брунька, яке її призначення?
3. Які типи бруньок ви знаєте?
4. Як бувають пагони за положенням в просторі й напрямком росту?

ЗАВДАННЯ

1. Які подібності й відмінності у будові пагона і кореня? Для відповіді на запитання розподіліть названі ознаки на дві групи: 1) ті, що характерні для кореня; 2) ті, що характерні для пагона:
 - а) поділяється на вузли і міхвузля; б) галузиться із зовнішніх тканин центрального циліндра (на його межі з корою); в) здійснює мінеральне живлення; г) здійснює повітряне живлення (фотосинтез); д) розвивається переважно у повітряному середовищі; е) розвивається переважно у ґрунті; є) верхівка покрита чохлаком; ж) на верхівці є верхівкова брунька, що містить конус наростання; з) галузиться завдяки бічним брунькам; і) напрям росту — переважно до світла; к) напрям росту — переважно від світла до центру Землі.
2. виправте помилки у твердженнях:
 - а) конус наростання пагона складений покривною тканиною; б) галузнення пагона відбувається завдяки бічним твірним тканинам; в) зимуючі бруньки мають щільні покриви, передусім для захисту від морозів; г) листовий рубець утворюється на листку, ушкодженому шкідниками; д) бічні корені, як і бічні стебла, розвиваються з пазушних бруньок; е) усі пагони ростуть вертикально вгору.

Сплячі бруньки не бездіяльні. Насправді вони щороку наростають на товщину річного приросту пагона, на якому вони розміщені, але не розгортаються. Тому вони завжди залишаються на поверхні (мал. 95). Вони навіть можуть галузитись із пазух своїх брунькових лусок. Такі групи сплячих бруньок ви можете побачити на стовбурах липи, білої акації та інших дерев як великі напівсферичні нарости. Але часом такі нарости із сплячих бруньок, як у берези, досягають дуже великих розмірів і можуть важити більше тонни. Їх називають *капами* (мал. 96). Для деревини капів характерний надавичайно гарний візерунок на зрізі, саме тому вона дуже цінилась майстрами по дереву.



Мал. 95. Наростання сплячої бруньки



Мал. 96. Кап берези

§ 27. СТЕБЛО — ОСЬОВА ЧАСТИНА ПАГОНА



Ми розглянемо особливості будови стебла у зв'язку з його функціями та вікові зміни внутрішньої будови стебла.



Як стебло росте в товщину? Чому при знятті кори відділяється в'язка речовина? Чому з'являються кільця в стовбурі? Чому вік дерева визначають за кількістю кілець в деревині? Чи довго живуть рослини? Скільки може зростати дуб?

Стебло — осьовий орган пагона, який виконує головним чином опорну (механічну) та провідну функції. Опорна функція полягає у забезпеченні найбільш сприятливого для фотосинтезу розміщення листків. Виконуючи провідну функцію стебло забезпечує двосторонній транспорт води з розчиненими у ній речовинами — від коренів до листків та навпаки.

Зовнішня будова стебла. Стебло, яке призначене для швидкого винесення листків до світла, має довгі міжвузля і є частиною



Видовжений пагін

Вкорочений пагін

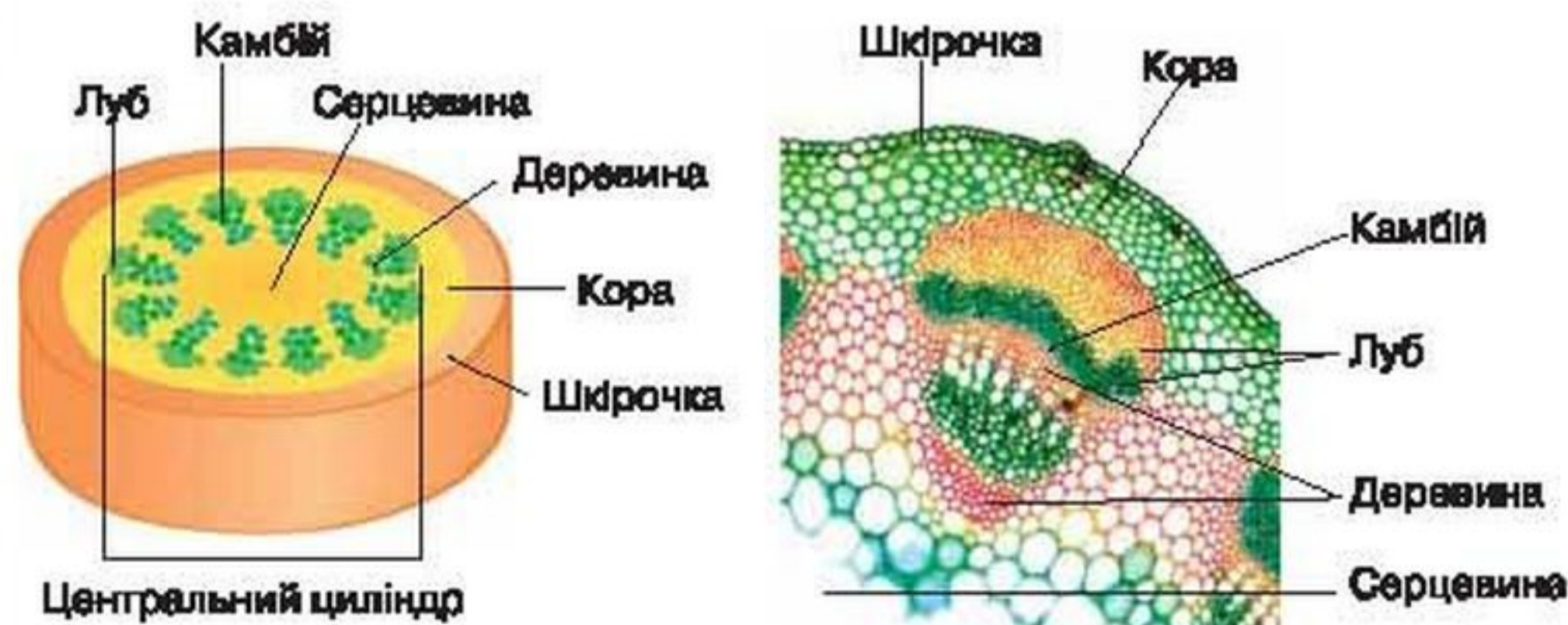
Мал. 97. Вкорочені і видовжені пагони тополі

видовженого пагона. Стебла з дуже короткими міжвузлями утворюють вкорочені пагони, які сприяють більш щільному розміщенню листків. Так, у *тополі* видовжені пагони утворюють скелетні гілки, але більшість листків знаходиться на дрібних вкорочених пагонах (мал. 97).

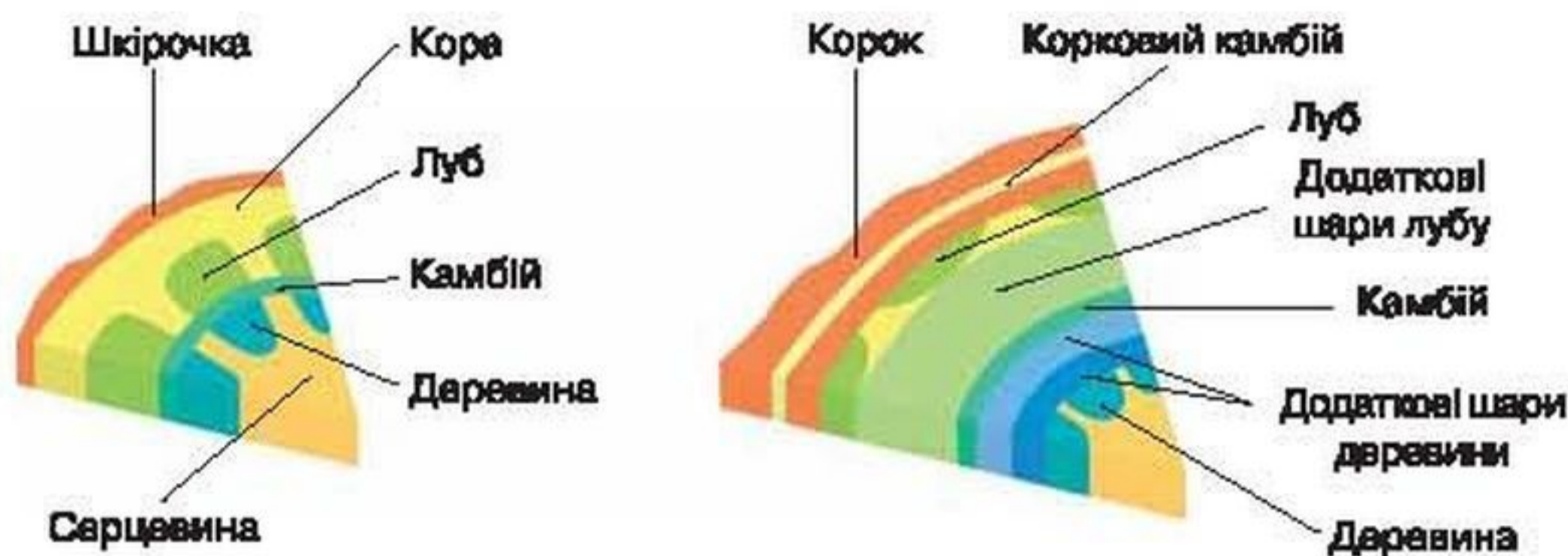
Внутрішня будова молодого стебла. У молодому стеблі, як і в корені, розрізняють *шкірочку, кору та центральний циліндр* (мал. 98).

Шкірочка — це покривна тканина. Вона захищає внутрішні тканини стебла від пошкоджень, здійснює газообмін, а також випаровує воду, запобігаючи перегріванню рослини.

Під шкірочкою знаходиться **кора**, яка складається з основних тканин. В корі запасуються поживні речовини. В ній також є механічна тканина, яка надає стеблам багатьох рослин поздовжньої ребристості. Так, у *осоки* клітини механічної тканини в корі утво-



Мал. 98. Внутрішня будова молодого трав'янистого стебла



Мал. 99. Схеми будови молодого однорічного та дорослого дворічного стебла деревної рослини

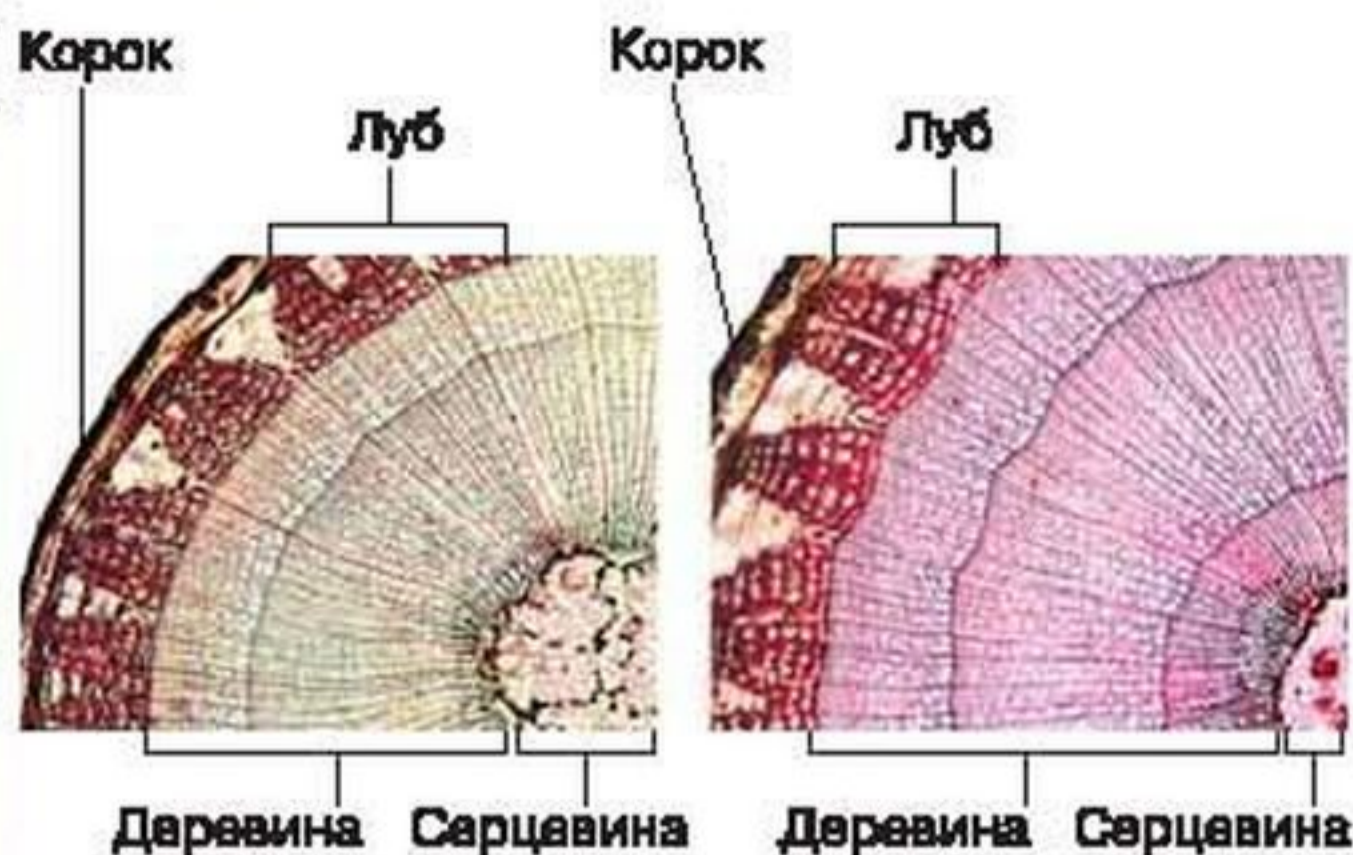
рюють три тяжі. Через це її стебло на перерізі тригранне. У *м'яти* та *кропиві* таких тяжів чотири, тому їх стебло є чотиригранним. Часто у клітинах зовнішніх шарів кори є хлоропласти. Тому молоде стебло, як правило, зелене і здатне до фотосинтезу.

Під корою знаходиться центральний циліндр. На відміну від кореня, він утворений не одним, а декількома *провідними пучками*. Вони овальні в перерізі та складаються із деревини у внутрішній частині, та лубу — у зовнішній. Між деревиною і лубом знаходиться *камбій* — бічна твірна тканина. Провідні пучки виконують транспортну функцію: по судинах деревини від коренів до листків рухається вода з розчиненими в ній речовинами, переважно — мінеральними. По ситовидних трубках у лубі від листків до кореня транспортуються розчинені органічні речовини, що утворились у процесі фотосинтезу. Крім того, деревина підвищує міцність стебла. У молодому стеблі частка деревини незначна, порівняно з основною тканиною. Таке стебло є гнучким, і називається *трав'янистим*.

У самому центрі стебло містить *серцевину*, утворену запасуючою основною тканиною.

Ріст стебла в товщину. Річні кільця. У дорослих багаторічних рослин, особливо дерев, стебла можуть досягати значної товщини. Це відбувається завдяки бічній твірній тканині — камбію, який потовщує стебло у багатьох рослин (мал. 99). Камбій в стеблі виникає у вигляді кільця, що перетинає провідні пучки між лубом і деревиною. У бік лубу він утворює додаткові шари лубу, а у бік деревини — додаткові шари деревини.

У стеблі деревної рослини камбій пробуджується весною після зимового спокою і утворює найтовщі судини деревини. Тому ця де-



Мал. 100. Поперечні зрізи гілок липи різного віку



Мал. 101. Стовбур дерева у поперечному перерізі

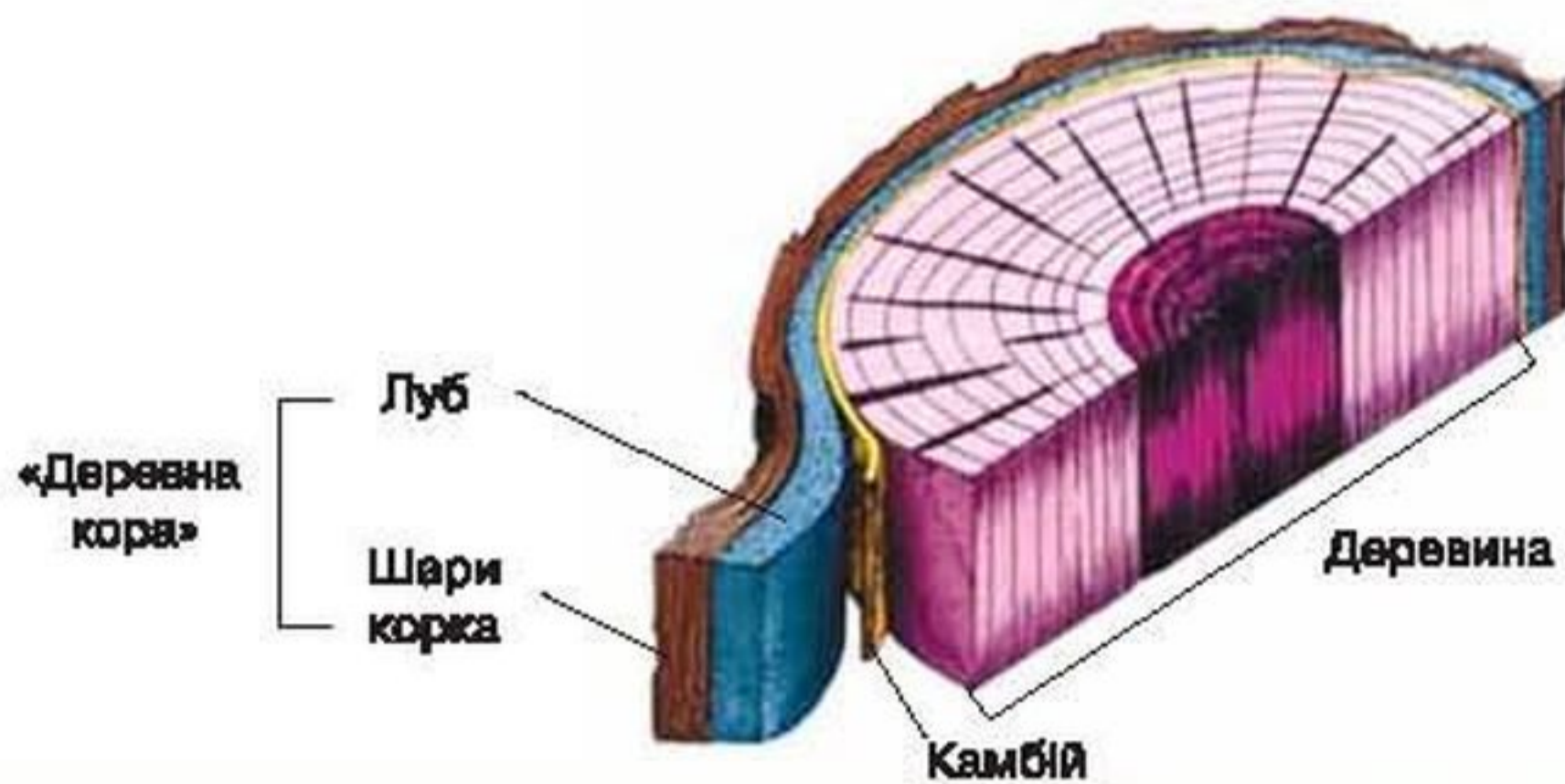
ревина найсвітліша. В кінці періоду росту камбій утворює найтонші судини, а отже, й найтемнішу деревину (мал. 100). Тому річне кільце (шар деревини, що з'явився протягом року), є світлішим зсередини та темнішим ззовні.

На зрізі стовбура концентричні річні кільця деревини помітні без збільшувальних приладів (мал. 101). За ними визначають вік дерева. Зверніть увагу, що річні кільця неоднакові. Ширше кільце утворюється в теплі й вологі роки, а вужче — під час несприятливих для росту дерева кліматичних умов. Кожне кільце ширше з того боку стовбура, який краще прогрівається сонцем.

Крім того, у деревних рослин над лубом постійно наростає особлива покривна тканина — *кóрок*, який поступово замінює відмерлу шкірочку та кору молодого стебла. Кóрок утворюється іншою бічною твірною тканиною — *кóрковим камбієм*. Клітини корка швидко відмирають, проте завдяки поділу клітин коркового камбію шар корка не зменшується, а у деяких дерев — таких, як *кóрковий дуб* — з віком суттєво зростає.

Коли людина використовує деревину в господарській діяльності, то вона зчищає зі стовбурів так звану «деревну кору». Відрив тканин «деревної кори» від деревини відбувається за найбільш вужчою тканиною — камбієм. Тому те, що ми називаємо «деревною корою», — це кóрок разом із лубом (мал. 102).

Стовбури як промислова сировина. Людина використовує всі частини стовбура дерев. Із лубу молодої липи слов'яни здавна виготовляли лико. З нього плели постолі, цупкі тканини, скручували мотузки (згадайте вислів: «Обідрав як липку»).



Мал. 102. Співвідношення «деревної кори», камбію та деревини у стовбурі дерева

З корка коркового дуба виготовляють однойменний легкий та пружний матеріал. Ним і досі закорковують пляшки в рівних напоями, виготовляють поплавки, рятувальні жилети, використовують у будівництві. Заради корка корковий дуб спеціально вирощують у Середземномор'ї (мал. 103).

Проте особливо широко людина використовує деревину. Це і будівельний матеріал, і паливо, і матеріал для виробництва паперу, деяких видів штучного волокна та інших матеріалів. Деревина різних дерев має різні властивості. Легку в переробці деревину сосни і ялини використовують під час будівельних робіт, тверду деревину бука, горіха і дуба — для виготовлення меблів, м'яку лили — для вирізання посуду. Тверда деревина, що просочена смолами та дубильними речовинами, має вишуканий темний колір, вона стійка до гниття — особливо цінна при виготовленні витворів мистецтва. Найлегшою є деревина бальсового дерева — вона у 5 разів легша за воду. Її використовують у конструкціях літаків та планерів, виготовляють дошки для віндсерфінгу. Найважчою та найтвердішою є деревина «залізного дерева» — вона навіть тоне у воді. Раніше з неї виготовляли міцні речі — від палиць британських поліціантів до підшипників та втулок гребних гвинтів кораблів.



Мал. 103. Заготівля корка з коркового дуба

1. Довжина міжвузлів стебла визначає або більш швидке винесення листків до сонця, або більш ефективне заповнення простору листками.
2. Механічні тканини і деревина забезпечують опір стебла згинанню. З віком міцність і ламкість стебла зростають, а гнучкість зменшується.
3. Транспорт речовин стеблом забезпечує система провідних пучків.
4. У багатьох рослин з віком стебло значно потовщується завдяки бічним твірним тканинам, в першу чергу, — камбію.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Стебло, корок, «деревна кора», річне кільце, камбій, корковий камбій.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які тканини виконують механічно-опорну функцію у стеблі, де вони розміщені?
2. По якій частині стебла та в якому напрямку (висхідному чи низхідному) рухаються розчини органічних речовин?
3. По якій частині стебла та в якому напрямку (висхідному чи низхідному) рухаються вода і мінеральні речовини?
4. Чому рослина гине, якщо з неї знято кільце «деревної кори»?
5. Що таке річні кільця та як вони утворюються?

ЗАВДАННЯ

1. Порівняйте зображення поперачних зрізів гілок липи на мал. 100. Чи можливо визначити їхній вік, який він? Як ви вважаєте, у яку пору року зрізані ці гілки?
2. За матеріалами даного параграфа, спираючись на ваші знання про тканини рослин, заповніть таблицю у зошиті.

Шар стовбура дерева	З яких тканин складається	Функції
«Деревна кора»		
Камбій		
Деревина		
Серцевина		

3. Деякі дерева зростають у країнах із двома вологими і теплими періодами протягом року. Як ви думаєте, чи можна спостерігати у них кільця в деревині? Чи будуть це річні кільця?

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

Найбільшої товщини в рослинному світі досягають стовбури дивовижних африканських дерев — баобабів (мал. 104). У посушливий сезон вони скидають листки і використовують воду, запасену в стовбурі. Найбільші дерева мали стовбур близько 15 м в діаметрі. Місцеве населення навіть використовує дупла старих баобабів як побутові приміщення.

Найстаріше дерево на Землі, вік якого вдалося достовірно визначити за річними кільцями, — сосна в горах південного заходу США: вона живе вже 4800 років. Близько 4000 тисяч років живуть секвої з Південноамериканського континенту. Із наших дерев довгожителами є дуб і липа (більше 1000 років), бук, клен, ялина і ялиця (500–700 років). Граб, вільха, звичайна сосна, яблуня і мадрина живуть порівняно недовго — до 200–300 років, ще менше — осика, береза і горобина (до 100–150 років).



Мал. 104. Баобаб

§ 28. ЛИСТОК — БІЧНИЙ ОРГАН ПАГОНА



Ви дізнаєтеся про основні риси і різноманітність зовнішньої будови листка, а також про листопад та його значення в житті рослин.



Чому листки такі різноманітні? Навіщо листкам жилки? Чому навесні листя зелене, а восени — жовте?

Листок — це бічний орган пагона, головними функціями якого є повітряне живлення, фотосинтез і випаровування води.

Частини листка. Типовий листок складається із чотирьох частин: *основи листка, прілистків, черешка та листкової пластинки* (мал. 105). Такі листки називаються *черешковими*.

Основа листка — частина листка, якою він з'єднується із стеблом і до якої прикріплюються інші частини листка. У деяких рослин вона має вигляд лише невеликого горбочка у місці прикріплення листка. Однак часто (у злаків, кропу тощо) основа листка розростається і охоплює стебло як трубка, захищаючи пазуху листка із пазушною брунькою (мал. 106). Таку основу називають *ліхваю*.

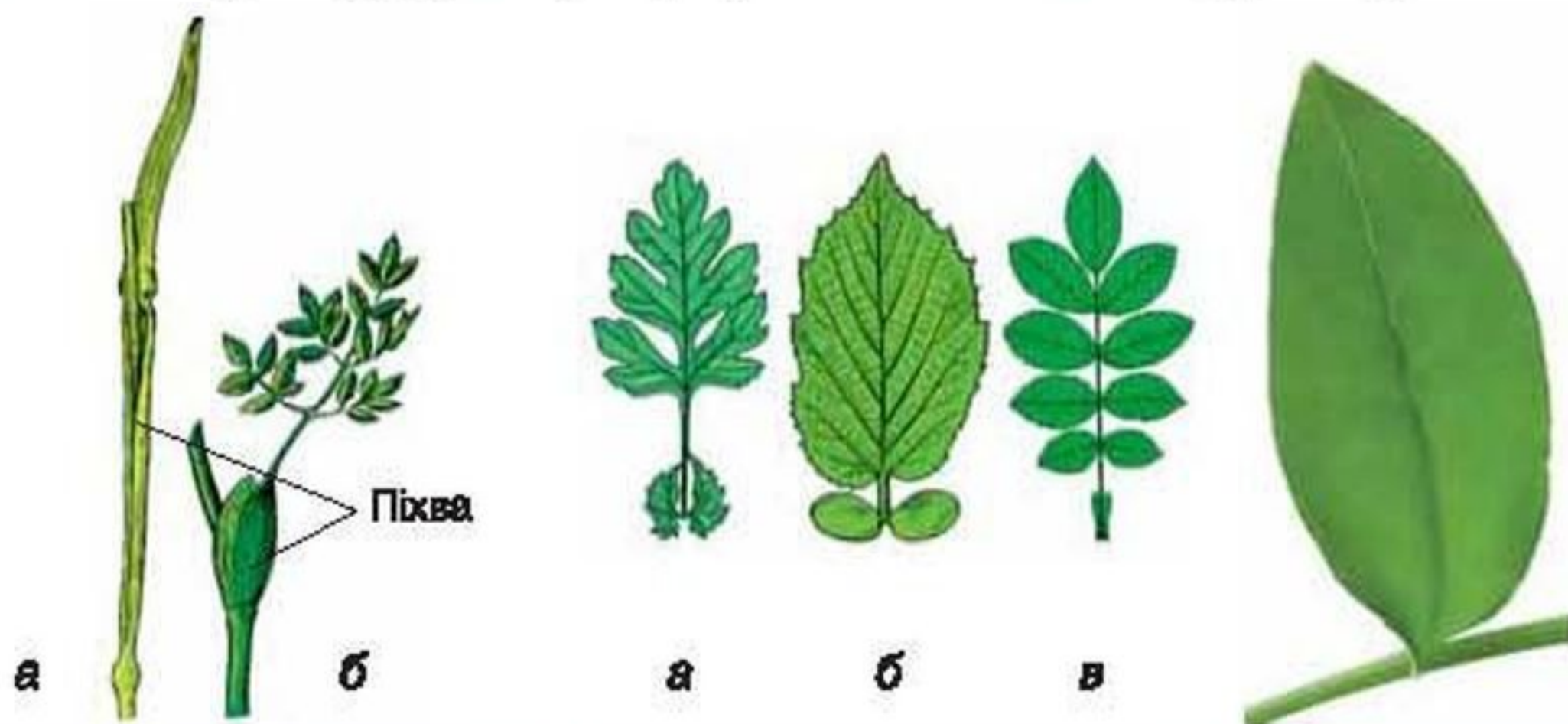


Мал. 105. Основні частини листка: а — схема будови листка; б — листок пеларгонії

Прилистки — це пара листоподібних придатків на основі листка по боках від черешка (мал. 107). Вони захищають пластинку листка, що розвивається. Тому часто прилистки перетворюються у брунькові луски (*ліщина, бук*). Прилистки нерідко рано відмирають і не помітні у розгорнутих листках (*береза, дуб, ліщина, кропива*). Трапляються також листки без прилистків.

Черешок — це звужена, інколи майже циліндрична, пружна частина листка, яка орієнтує листову пластинку відносно сонячних променів. Листок називають *сидячим*, якщо черешок у нього відсутній (мал. 108).

Листкова пластинка — плоска частина листка, яка в основному відповідає за фотосинтез і випаровування води. Її зовнішній вигляд — загальні обриси, форма краю, верхівки і основи — є дуже відмінною



Мал. 106. Листки злаків (а) і зонтичних (б) з основами, перетвореними у півка

Мал. 107. Черешкові листки з прилисками: а — гладу; б — ліщини; в — шипшини

Мал. 108. Сидячий листок медунки

у різних видів рослин (мал. 109). У простих листків одна листкова пластинка, вона може бути більше або менше розчленована заглибинами по краю. Складні листки мають кілька листочків, кожний зі своєю пластинкою і черешком, які кріпляться до спільного черешка листка і при відмиранні опадають окремо (мал. 110).

На листкових пластинках добре розрізняються жилки. Жилка — це потовщення листкової пластинки, у якому проходить один або декілька провідних пучків. По жилках із стебла надходять вода і мінеральні речовини, а продукти фотосинтезу транспортуються із листка в стебло. Жилки також є опорним каркасом листкової пластинки. Спосіб розташування жилок в листковій пластинці називають жилкуванням (мал. 111).

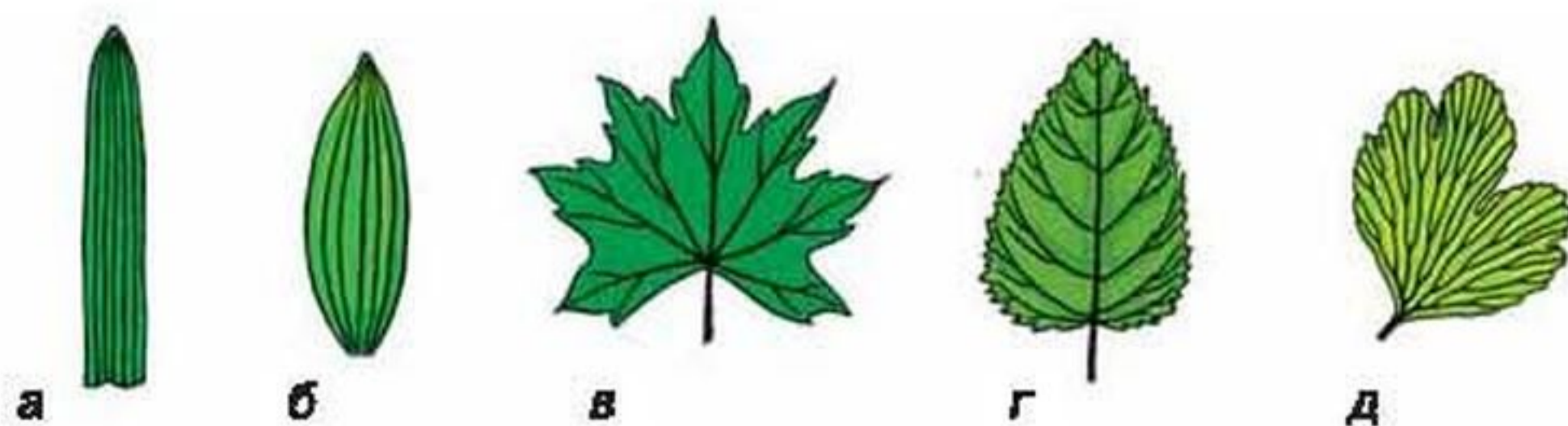
Листкорозміщення. У різних рослин листки на стеблі пагона розташовуються в певному порядку. Цей порядок називають листкорозміщенням. У рослин дуже часто трапляється почергове листкорозміщення, за якого у кожному вузлі прикріплений один листок, а листки послідовних вузлів розташовані за спіраллю (злаки, осока, шипшина). При супротивному листкорозміщенні у вузлі прикріплені два листки один навпроти одного, а пари листків розташовані



Мал. 109. Різноманітність форми листкових пластинок



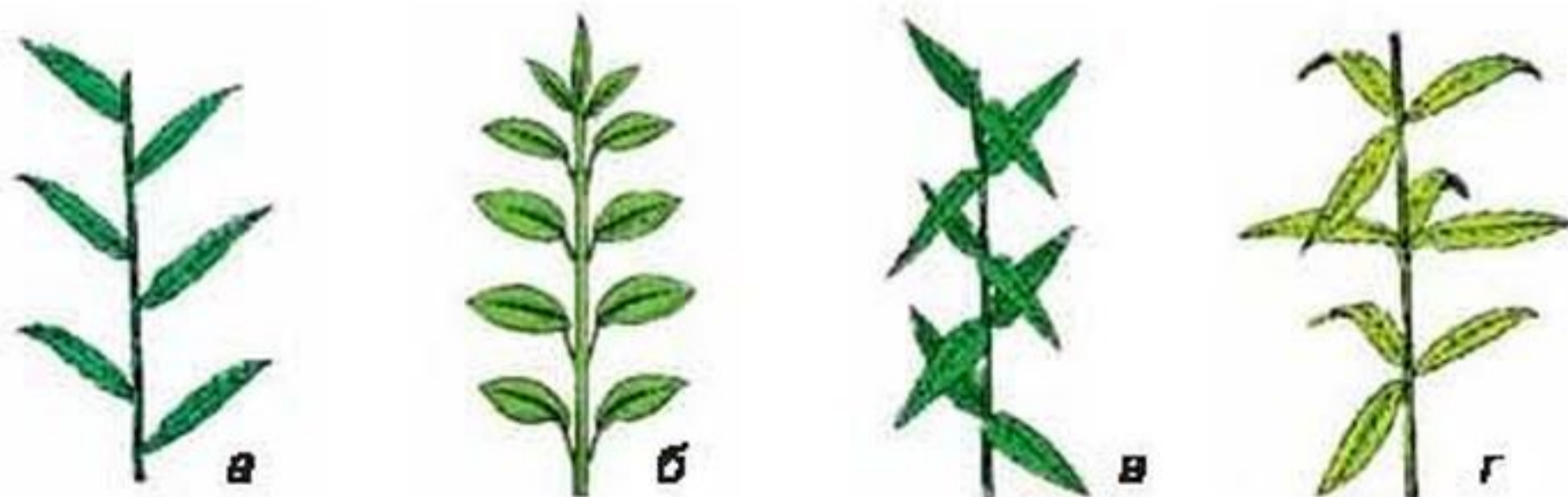
Мал. 110. Приклади складних листків



Мал. 111. Жилкування листків: а — паралельне; б — дугове; в — пальчасте; г — пірчасте; д — вильчасте

в одній площині (*вербозілля лучне*). Однак більш звичне навхрест-супротивне листкорозміщення, за якого пари листків сусідніх вузлів перехрещуються під прямим кутом (*м'ята, шавлія*). При кільчастому листкорозміщенні у вузлі прикріплено три або більше листків (*вербозілля звичайне, елодея*) (мал. 112).

Листопад. Тривалість життя листків від їх розгортання до відмирання в різних видів дуже різниться. Відомі пустельні рослини, у яких листки без заміни існують сторіччями (*сальвіція дивовижна*) (мал. 185, в; с. 190). Проте найчастіше листок живе від кількох місяців до кількох років. У країнах із помірним кліматом (зокрема, в Україні) листки багатьох рослин розгортаються навесні, а восени відмирають і опадають. Таке явище називають **листопадом**. Щорічний природний листопад зменшує на зиму поверхню випаровування рослини. Також під час листопаду рослина разом із листками позбавляється шкідливих продуктів життєдіяльності, які протягом періоду росту накопичувались у вавуолях її клітин. Опадання листків зазвичай передуює руйнування хлорофілу, який в живих листках зазвичай маскує різноманітні додаткові речовини жовтого та червоного кольору. Тому позбавлені хлорофілу осінні листки набувають яскравого золотистого та червоного забарвлення.



Мал. 112. Листкорозміщення: а — почергове; б — супротивне; в — навхрест-супротивне; г — кільчасте



На деяких рослинах взимку зберігаються живі зелені листки. У цих рослин тривалість життя листка становить кілька років. Оскільки у таких рослин щорічно відмирає і опадає лише частина листків, то у них сезонний листопад не помітний. Рослини, у яких листки живуть менше року і на зиму опадають (наприклад, береза, яблуня), називають *листопадними*. Рослини, у яких листки живуть кілька років і взимку залишаються живими (ялина, лавровишня), називають *вічнозеленими*.

ВИСНОВКИ

1. Листок як бічний орган пагона не має верхівкової твірної тканини. Типовий листок складається з основи листка, двох прилистків, черешка та листкової пластинки.
2. Жилки утворюють каркас листкової пластинки і забезпечують транспорт речовин.
3. Листки різних видів мають різну тривалість життя. Листопад є пристосуванням рослин до сезонної нестачі вологи, зокрема взимку.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Листок, основа листка, прилистки, черешок листка, листкова пластинка, жилкування, листкорозміщення, листопад.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які функції виконує кожна з основних частин листка?
2. Чим прості листки відрізняються від складних?
3. Що таке жилка листка та які її функції?
4. Які способи листкорозміщення ви знаєте?
5. Яке значення відіграє листопад в житті рослин?

ЗАВДАННЯ

Пригадайте листки поширених в Україні рослин. Розгляньте малюнки, наведені в параграфі. Чи можете ви впізнати листки поширених в Україні рослин? Визначте ознаки зображених листків та заповніть таблицю у зошиті.

Рослина	Ознаки листків			
	Простий чи складний	Черешковий чи сидячий	Тип жилкування	Спосіб листкорозміщення
Пшениця				
Дуб				
Шипшина				
...				

В 29. ВНУТРІШНЯ БУДОВА ЛИСТКА

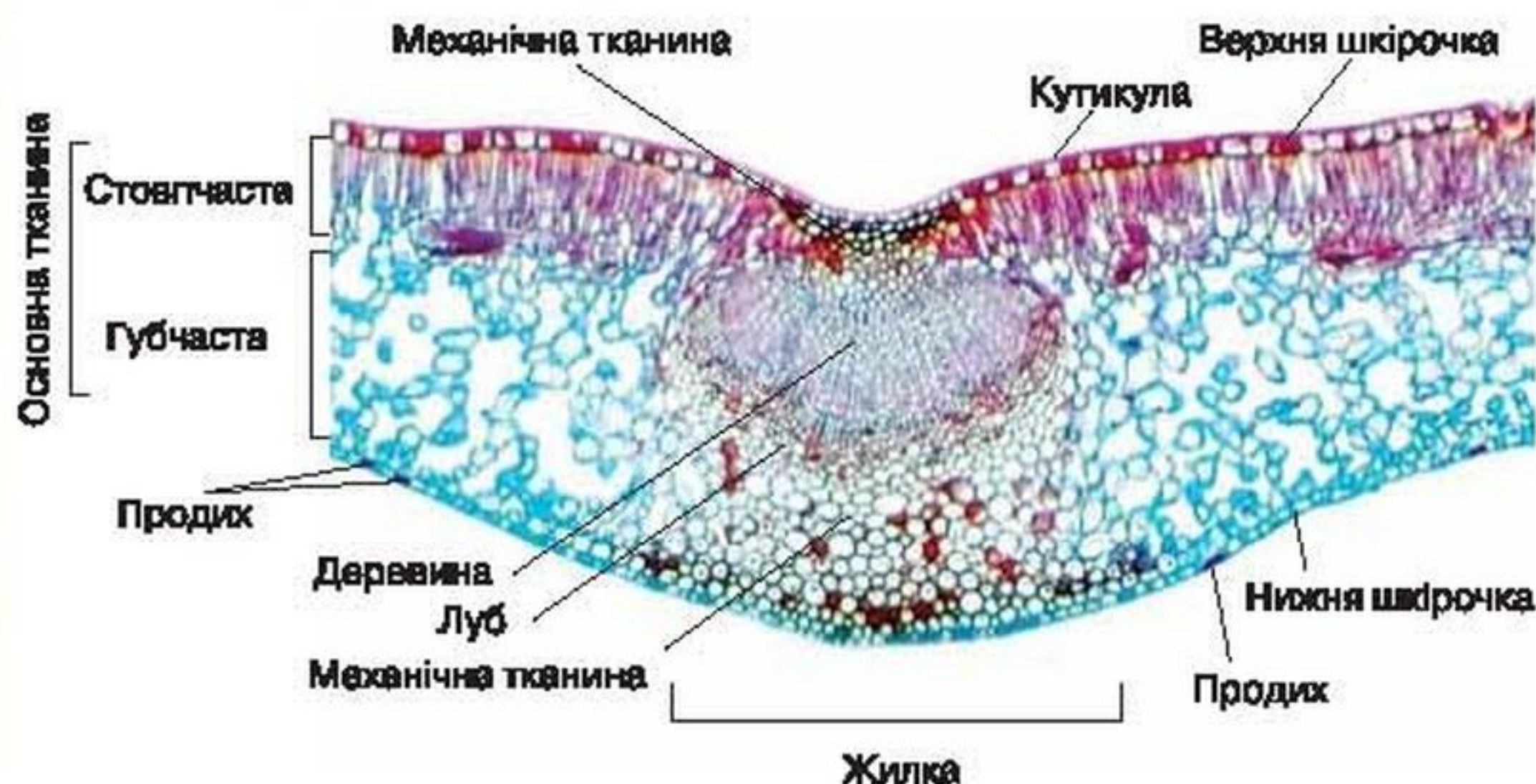


Ви дізнаєтеся про те, як внутрішня будова листка забезпечує виконання ним основних функцій — випаровування води, фотосинтезу і газообміну.



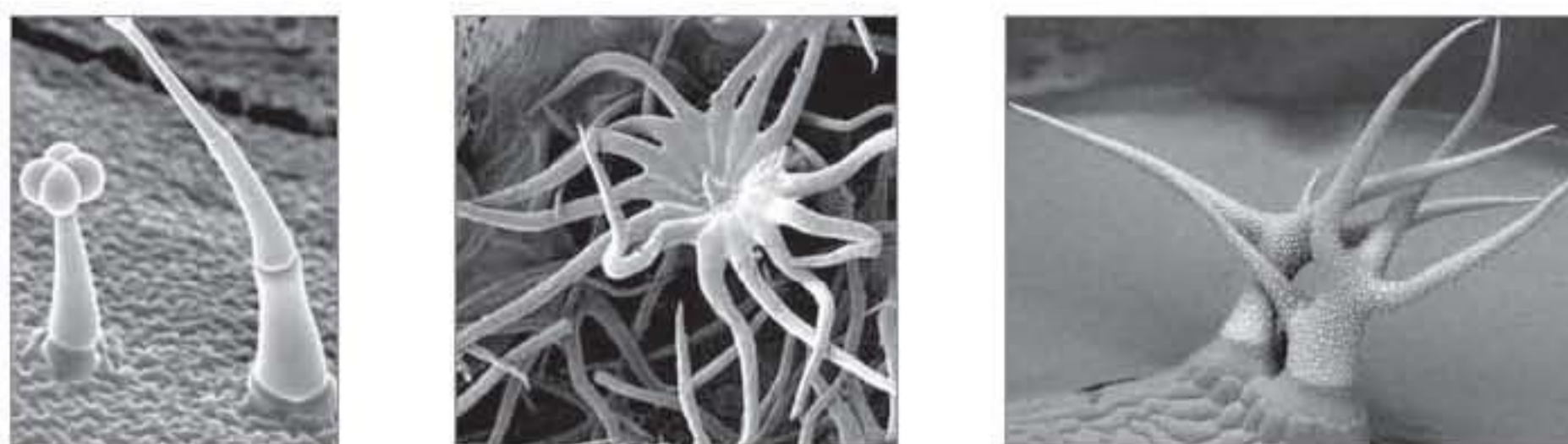
Як в листок проникає вуглекислий газ? Чи всі клітини листка зволожені? Що в листках всередині?

На зрізі листкової пластинки видно, що листок складається з покривної тканини — шкірочки, основної тканини та провідних пучків — жилки (мал. 113).



Мал. 113. Поперечний зріз листка

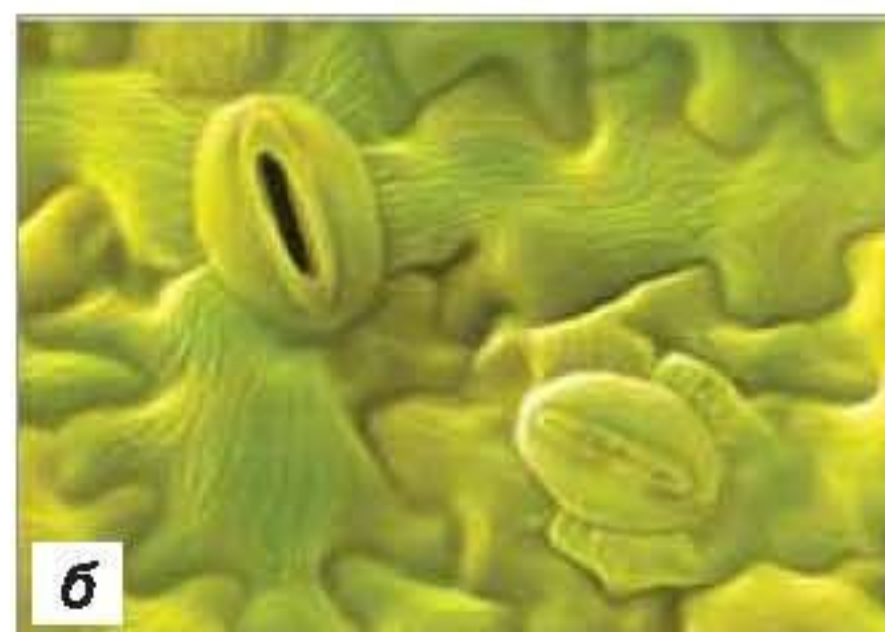
Шкірочка розташована на поверхні листка. Вона захищає внутрішні тканини і забезпечує взаємодію листка із зовнішнім середовищем. Більшість клітин шкірочки безбарвні та прозорі, вони щільно прилягають одна до одної, а їхні клітинні оболонки з боку, що межує із зовнішнім середовищем, потовщені. Вони виділяють тоненьку прозору плівочку воскоподібних речовин — **кутикулу**, яка вкриває поверхню листка. Безбарвні клітини шкірочки можуть утворювати різноманітні вирости — **волоски** (мал. 114). Щільне розміщення клітин, потовщення їх оболонок, утворення кутикули і волосків захищають листок від механічних ушкоджень, зменшують випаровування води і газообмін, розсіюють пряме сонячне світло.



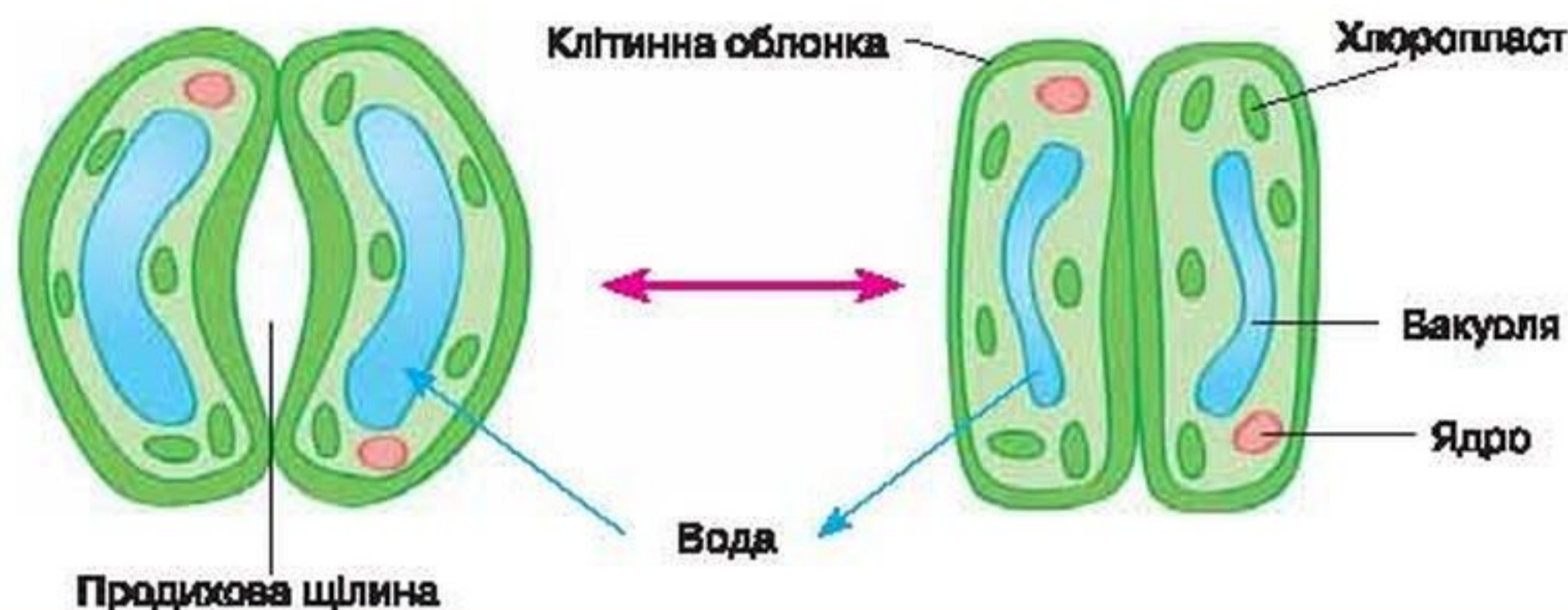
Мал. 114. Волоски на поверхні шкірочки під електронним мікроскопом

Якщо подивитись на поверхню живої шкірочки у мікроскоп, то серед безбарвних клітин ми побачимо пари зелених клітин, які утворюють *продихи*. *Продих* — це пара витягнутих квасолеподібних клітин, між якими є отвір — *продихова щілина*. Вона з одного боку відкривається у зовнішнє середовище, а з іншого — у великий міжклітинний простір основної тканини листка. Клітини продихів зелені, оскільки на відміну від більшості клітин шкірочки мають хлоропласти (мал. 115). Залежно від вологості та освітлення клітини продихів змінюють свою форму, регулюючи випаровування води та газообмін.

При достатньому освітленні та вологості клітини продиху вигинаються так, що їхні середні частини розходяться і продихова щілина розширюється (мал. 116). Через неї з міжклітинного простору листка назовні випаровується вода, листок при цьому охолоджується. Крім того, через відкриту продихову щілину виділяється кисень, що утворюється в процесі фотосинтезу, а в міжклітинники з повітря надходить вуглекислий газ. В темряві та за нестачі вологи клітини продиху випрямляються, продихова щілина звужується і закривається. Як наслідок, випаровування води та надходження вуглекислого газу в листок зменшується, виділення кисню припиняється.



Мал. 115. Закритий продих під оптичним мікроскопом (а) та відкритий і закритий продихи під електронним мікроскопом (б)



Мал. 116. Схема відкриття і закриття продихів

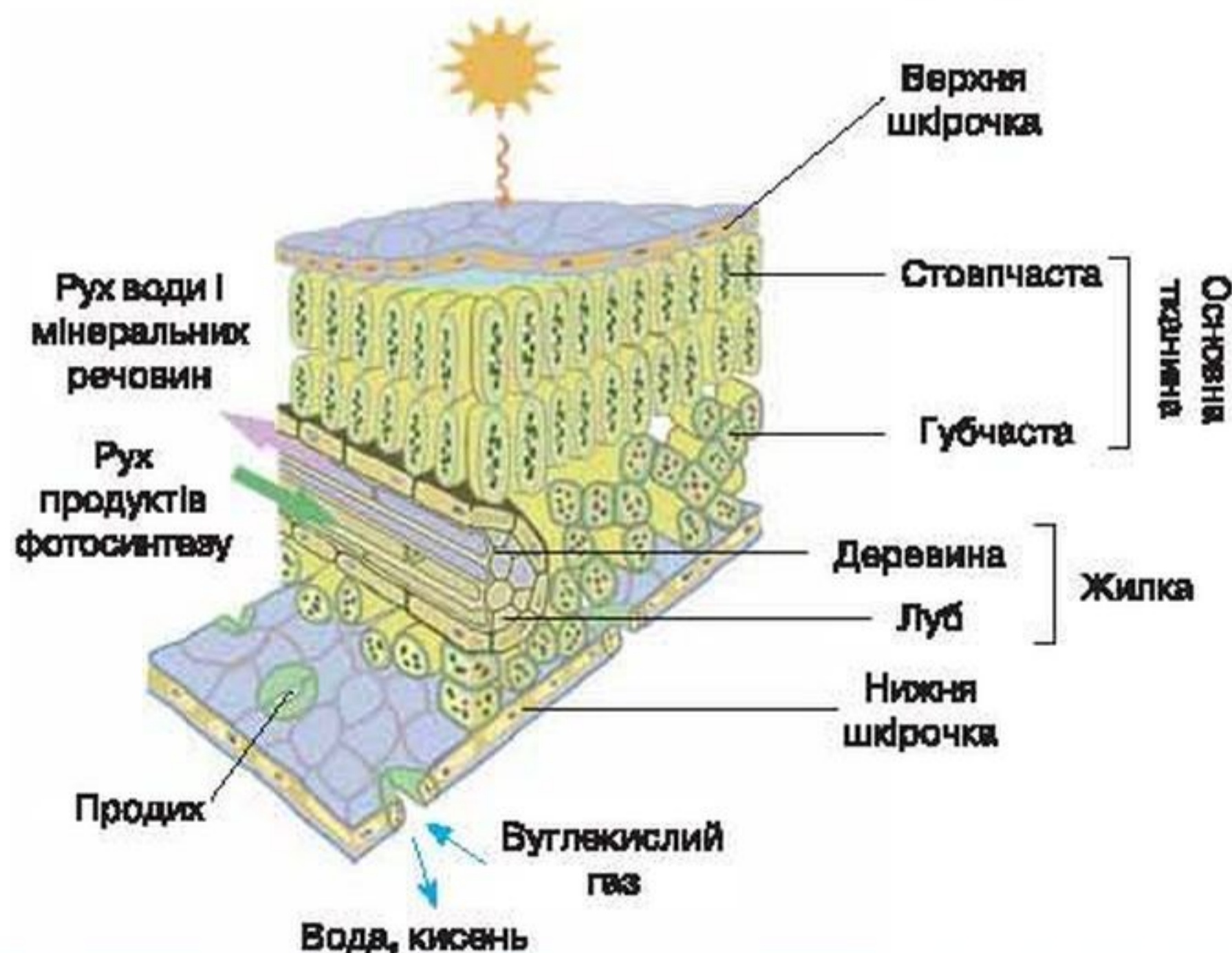
Зазвичай у будові шкірочки на верхній і нижній поверхні листової пластинки спостерігаються суттєві відміни. Так, стінки клітин і кутикула верхньої шкірочки потовщені, і продихи в ній, як правило, відсутні. Натомість нижня шкірочка складена тонкостінними клітинами, має тоншу кутикулу і містить продихи. Проте з цього правила відомі численні виключення. Наприклад, у водних рослин з плаваючими на поверхні води листками (*лапаття*) продихи розташовані у верхній шкірочці. У рослин в потовщених листках, що мешкають у пустелях, продихи часто наявні як у нижній, так і у верхній шкірочці. Причина в тому, що в пустелях відбите від поверхні ґрунту світло за інтенсивністю майже таке саме як пряме сонячне, і тому обидві сторони листка нагріваються та освітлюються майже однаково.

Основна тканина листка розташована в листовій пластинці між верхньою і нижньою шкірочкою. Вона складена клітинами із численними зеленими хлоропластами, тобто є фотосинтезуючою тканиною. У багатьох рослин клітини основної тканини під верхньою шкірочкою виглядають як щільно прилеглі один до одного стовпчики, між якими майже не лишається міжклітинного простору. Вони утворюють *стовпчасту* основну тканину, де дуже інтенсивно відбувається фотосинтез. Натомість клітини, що прилягають до нижньої шкірочки, мають більш округлу і неправильну форму, між ними валишаються великі міжклітинники, найбільші з яких розташовуються поблизу продихів. Цю частину основної тканини називають *зубчастою* тканиною. В ній інтенсивно відбувається не лише фотосинтез, але й дихання.

У рослин, які потребують багато світла, в листку розвивається більше шарів стовпчастої тканини, тоді як у видів, які зростають у затінку, ця тканина взагалі може бути відсутньою.

Жилки розташовані в основній тканині. Окрема жилка листка складається з одного або декількох провідних пучків, у яких судини деревини віднесені до верхньої, а луб із ситоподібними трубками — до нижньої шкірочки. Провідні пучки підсилені тяжами механічної тканини, які часто краще розвинені в лубі (з нижнього боку листка). Ці тяжі додають листку міцності, але роблять його не жорстким, а гнучким.

Як працює листок? Коли вранці сходить сонце, клітини основної тканини починають фотосинтез. Вони поглинають з міжклітинників вуглекислий газ і воду, яку постачають судини деревини, що знаходяться в жилках. Натомість виділяють кисень як побічний продукт фотосинтезу (мал. 117). Вміст кисню і води у міжклітинниках збільшується, а вуглекислого газу — зменшується. Листок від сонячних променів нагрівається. В цей момент відкриваються пори. Через них починає випаровуватися вода, охолоджуючи основну тканину. Назовні в міжклітинників виходить кисень, а всередину надходить повітря з вуглекислим газом. Утворені основною фотосинтезуючою тканиною органічні речовини виходять у міжклітинники, а з них потрапляють до ситоподібних трубок, які містяться у лубі жилок, і транспортуються у стебло та корені. Там вони накопичуються у вигляді запасних поживних речовин, використо-



Мал. 117. Схема внутрішньої будови листка і обміну речовин в процесі фотосинтезу

вуються у процесі дихання та перетворюються на складні органічні речовини, з яких твірні тканини утворюють нові клітини.

Коли сонце сідає, фотосинтез припиняється і закриваються продихи. Але клітини, як і вдень, продовжують дихати. В результаті у міжклітинниках вміст вуглекислого газу зростає, а кисню — зменшується. Оскільки міжклітинники не є абсолютно герметичною системою, то деяка частина вуглекислого газу через не повністю закриті продихові щілини потрапляє назовні, а повітря, збагачене киснем — всередину. Тому в приміщенні, де є рослини, вдень кисню у повітрі стає більше, вуглекислого газу — менше, а вночі — навпаки.

ВИСНОВКИ

1. Шкірочка захищає листок від фізичних пошкоджень і висихання, через продихи регулює випаровування води і газообмін.
2. Основна тканина листка здійснює фотосинтез.
3. Жилка листка забезпечує міцність листкової пластинки та транспортування по провідних пучках води та розчинених у ній речовин.
4. Тканини листкової пластинки, працюючи узгоджено, регулюють випаровування і газообмін, чим забезпечують високу ефективність фотосинтезу, що відбувається в листку.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Кутикула, шкірочка листка, продих, продихова щілина, стовпчаста основна тканина, губчаста основна тканина, жилка листка.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які функції шкірочки? Чому вона має різну будову на верхній і нижній поверхні листка?
2. Що таке продихи, як вони регулюють випаровування води і газообмін?
3. Яка головна функція основної тканини листка, з чим пов'язана різниця у її будові під верхньою і над нижньою шкірочкою?
4. Які функції виконують провідні тканини, що входять до складу жилки?

ЗАВДАННЯ

Вам усім відомо, що *латаття* плаває на поверхні води, *елюдея* — у товщі води, *береза* зростає на суходолі, *алоє* — в посушливих умовах. Перепишіть запропоновані речення у зошит та заповніть пропуски у них.

На листках _____ продихи розташовані у верхній шкірочці, оскільки _____. Будова листка _____ типова для рослин суходолу в помірному кліматі. У листків _____ відсутня кутикула, оскільки вона росте зануреною у воду. Найбільш потужна кутикула розвивається на листках _____, оскільки _____.

§ 30. ВИДОЗМІНИ ПАГОНА ТА ЙОГО ЧАСТИН



Ви дізнаєтеся про те, чому виникають видозміни пагона і його частин; які бувають видозміни; як розпізнавати, який перелік вими орган рослини.



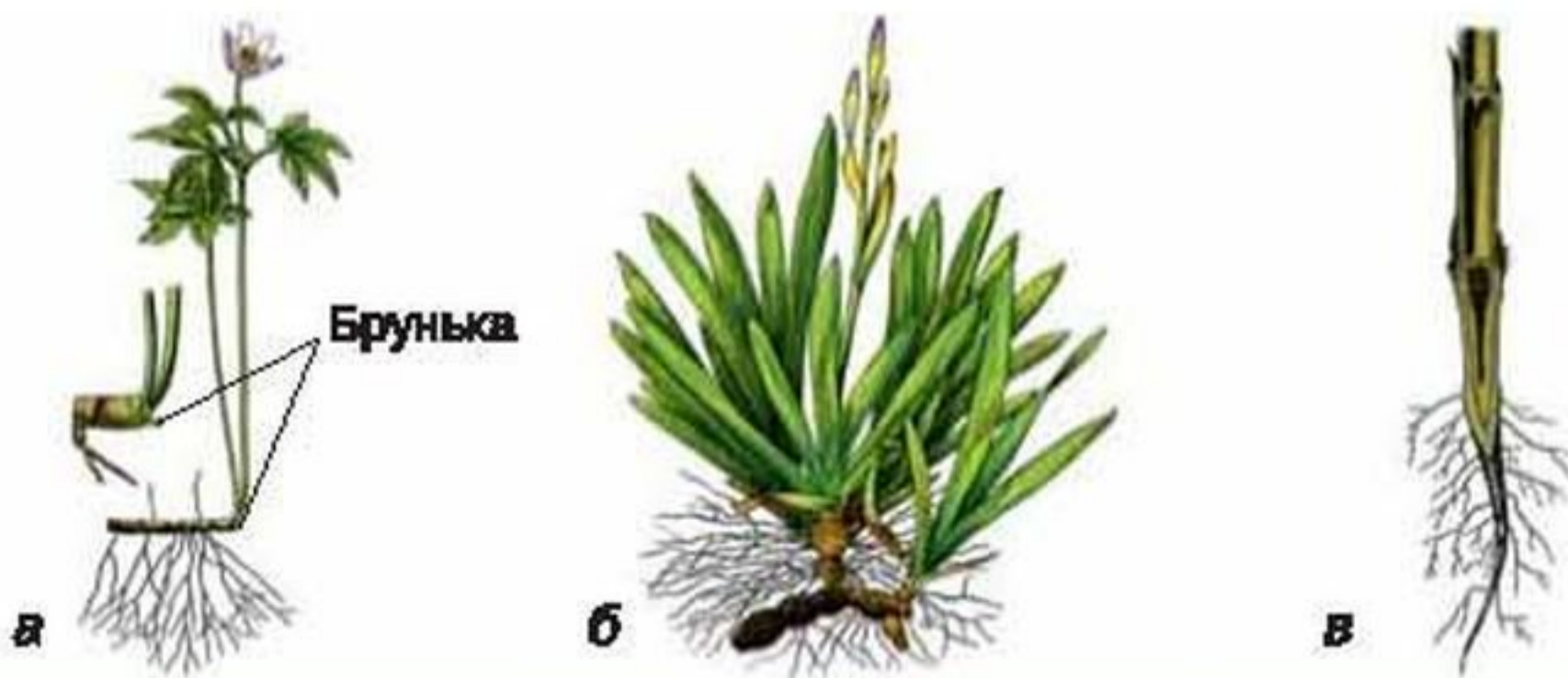
Які є незвичайні рослини? Якими бувають рослини-лижеки?

Пагін є складним органом. Якщо він, окрім основних, починає виконувати додаткові функції, то виникають видозміни пагона в цілому або окремих його частин (стебла чи листків).

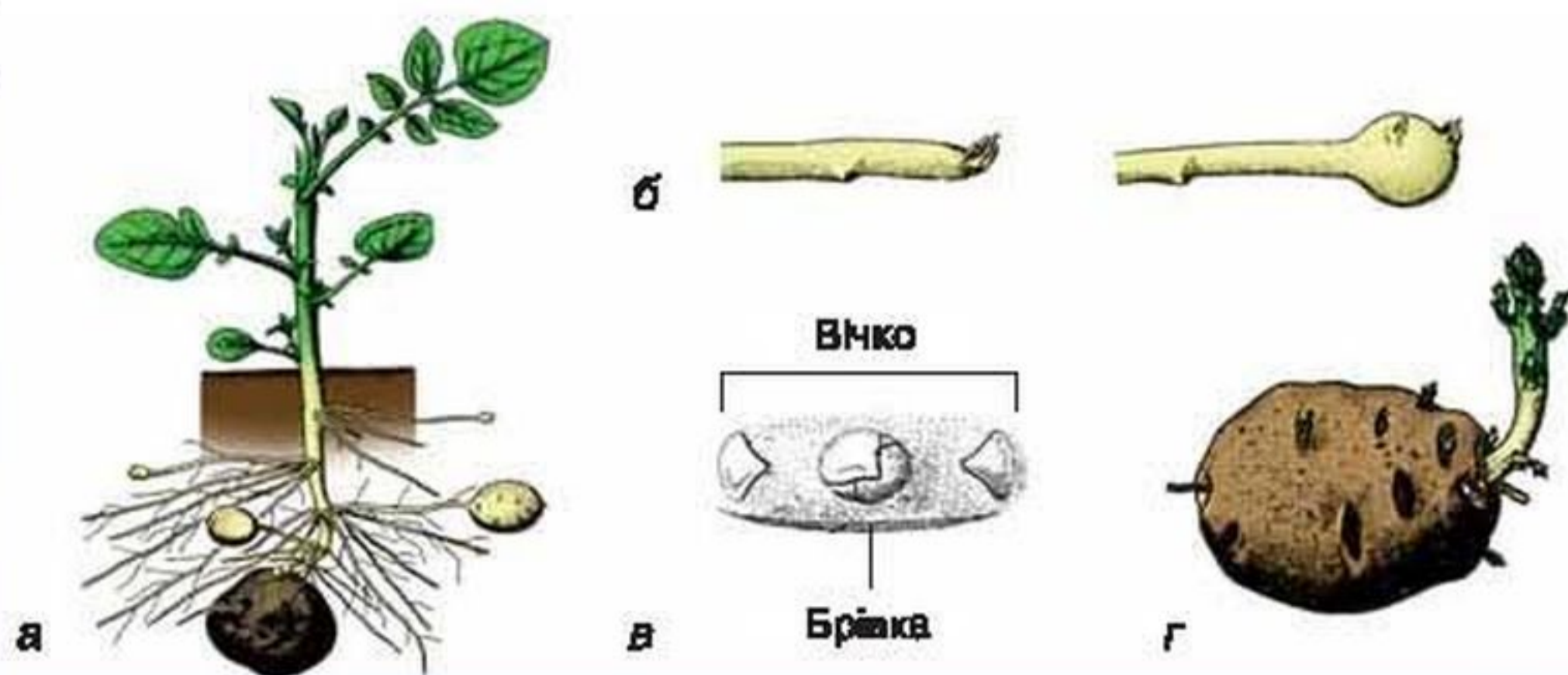
Підземні видозміннені пагони. Типовий пагін — це надземний орган. Тому будь-який пагін, який знаходиться у ґрунті, буде видозміненим. Підземні пагони запасують поживні речовини, дозволяючи рослинам пережити несприятливі сезони, та дають їм змогу швидко поширюватися на значні території.

Підземні видозміни пагона часто схожі на корені, але їх завжди можна впізнати за наступними ознаками: а) вісь підземного пагона завжди поділена на вузли і міжвузля; б) він має лускоподібні листки, а якщо вони швидко відмирають, то залишають після себе листові рубці; в) стебло підземного пагона несе пазушні бруньки; г) верхівкова твірна тканина — це верхівкова брунька, яка ніколи не прикрита чохликом. Прикладами підземних видозмінених пагонів є *кореневище, бульба, цибулина, бульбоцибулина*.

Кореневище — підземний пагін із тривалим верхівковим наростанням, стебло якого виконує запасуючу функцію, а листки зазвичай перетворені на захисні луски (мал. 118). Кореневища із сильно видовженими міжвузлями сприяють швидкому поширен-



Мал. 118. Кореневища анемони дівочої (а), півників (б), бутили (в)

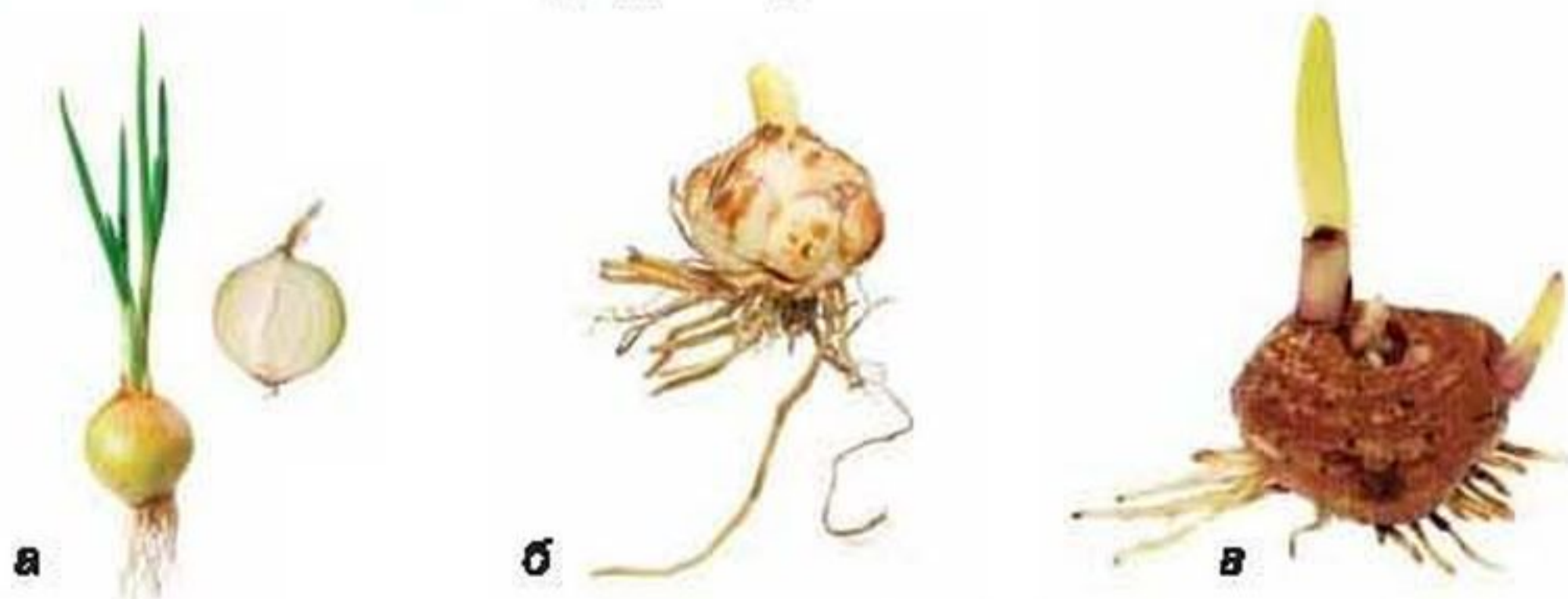


Мал. 119. Бульба картоплі: а — нижня частина рослини із материнською бульбою; б — утворення молоді бульби із верхівки підземного пагона; в — листок (брівка) і пазушна брунька (вічка); г — проростання верхівкової бруньки бульби

ню рослини на нових ділянках ґрунту (*анемона дібровна, пирій*). Кореневища з короткими міжвузлями (наприклад, у *півників*) виконують виключно запасуючу функцію.

Бульба має обмежений верхівковий ріст та сильно потовщене стебло, в якому запасуються поживні речовини (мал. 119). Листки у бульби дрібні, лускоподібні. У бульби картоплі вони виглядають як невисокі валики («брівки»), у пазухах яких розташовані пазушні бруньки («вічка»). Бульби картоплі розвиваються на кінцях підземних, сильно видовжених і недовговічних пагонів.

Цибулина — підземний пагін із тривалим або обмеженим верхівковим ростом, стебло якого — «денце» — сильно вкорочене, не м'ясисте, а листки видозмінені у соковиті луски, що виконують функцію запасання поживних речовин (мал. 120, а, б). Цибулину мають *лілія, тюльпан, цибуля городня*.



Мал. 120. Цибулини цибулі городньої (а) та лілії (б), бульбоцибулина гладіолуса (в)

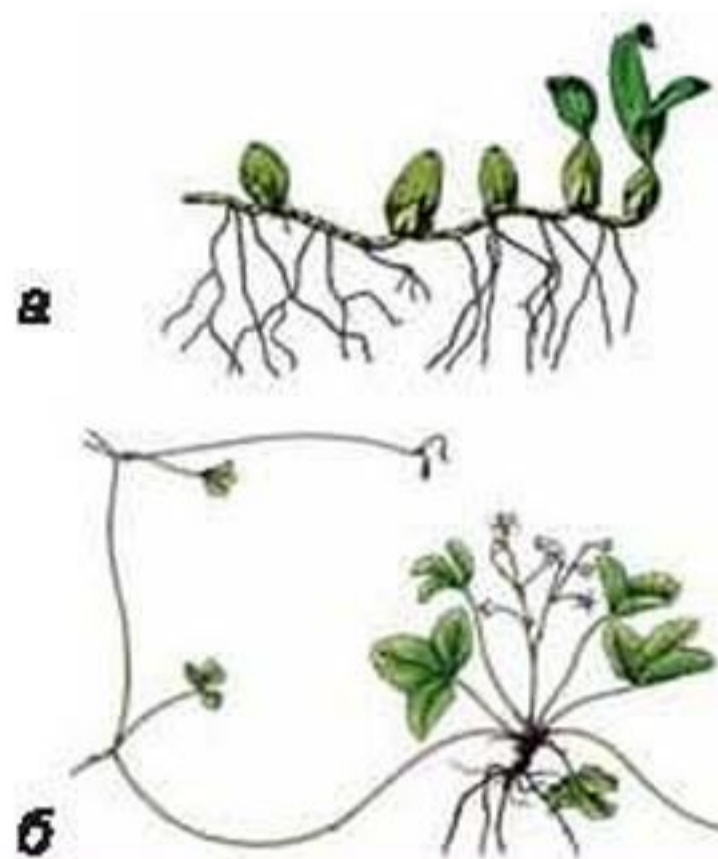
Бульбоцибулинами (у *гладіолуса*, *шафрану*) — це вкорочені підземні пагони з обмеженим наростанням, які за формою нагадують цибулини, але їх м'ясисте і потовщене стебло запасає поживні речовини, а листки видоамінені в сухі плівчасті луски (мал. 120, а).

Надземні видоамінені пагони не лише запасують поживні речовини та забезпечують розселення, але й здатні виконувати інші функції: наприклад, знаходити опору для рослин з гнучкими стеблами, уловлювати атмосферну вологу або захищати рослину від поїдання тваринами. Видозміни можуть стосуватися як обох частин пагона (водночас стебла та листка), так і лише однієї його частини — або листка, або стебла. Тому надземні видозміни пагона є набагато різноманітнішими, ніж підземні.

Наприклад, видозміни обох частин пагона можна спостерігати у багатьох *кактусів* та *тропічних молочаїв*: у них стебло потовщене, соковите, зелене, запасує воду і здійснює фотосинтез, а листки розташовані на вкорочених пазушних пагонах і видозмінені у колпочки.

Прикладом видозміни стебла є *надземні бульби* (*капуста кольрабі*, численні *тропічні орхідеї*). У них стебло потовщене та м'ясисте і накопичує багато поживних речовин, а розташовані на ньому листки не видозмінені (мал. 121, а). Поширеною видозміною стебла є *вуса* — короткоживучі надземні повзучі пагони з дуже довгими міжвузлями. У вузлах таких пагонів утворюються нові рослини. За допомогою вусів рослина швидко розселяється на нових територіях. Прикладом є *суниця* (мал. 121, б).

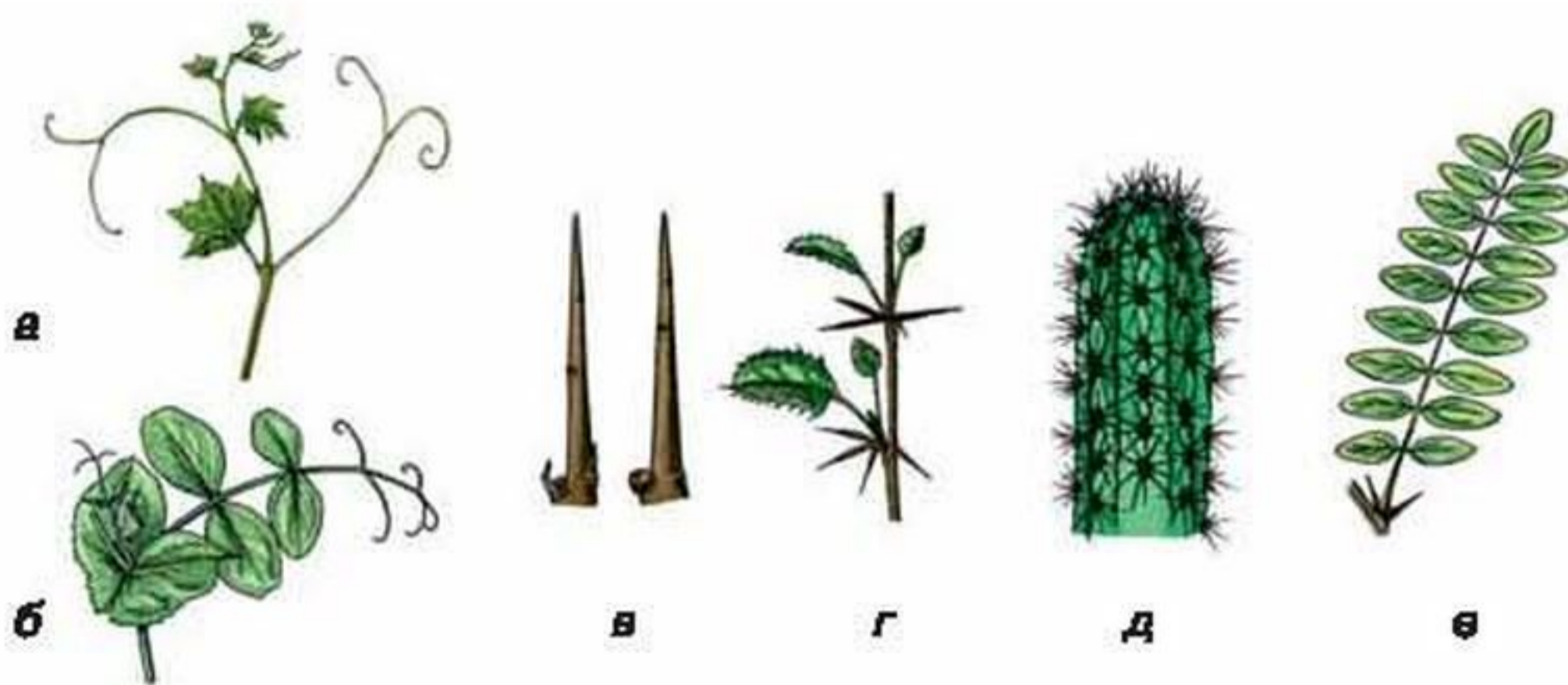
Найбільш екзотичний приклад видозміни листків можна спостерігати у комахоїдних рослин — *росички*, *венериної мухоловки*, *непентеса*. Їхні листки перетворюються на *пастки* із різними механізмами приваблювання, утримання і перетравлювання комах та інших дрібних тварин (мал. 122, 125, 126). Комахоїдні рослини трапляються там, де відчувається нестача Нітрогену, який є важливою складовою мінерального живлення.



Мал. 121. Видозміни надземних пагонів:
а — надземні бульби орхідей;
б — вуса суниці



Мал. 122. Росичка круглолиста



Мал. 123. Вусики (а, б) і колючки (в–д): а — вусики пагоньового походження винограду, б — вусик листкового походження гороху, в — колючки пагоньового походження глоду, колючки листкового походження: г — барбарису, д — кактуса; е — білої акації



Мал. 124. Видрамінені у колючки пагони із спячих бруньок гледичії

світлом, а в посушливих місцях зростання у ранкові часи навіть уловлюють з повітря водяну пару.

ВИСНОВКИ

1. Підземні пагони завжди видовмінені у зв'язку з накопиченням поживних речовин, що використовуються для переживання періоду спокою, або в швидкому розселенням рослини на нових територіях.
2. Видовміни надземних пагонів або їх частин виникають внаслідок посилення функцій запасання поживних речовин або води та виконання стеблом функції фотосинтезу, а також для виконання функцій захисту та укріплення на опорі.
3. Видовмінені пагони зберігають властивий типовому пагону спосіб утворення і будову. Тобто стебло, листки і бруньки видовміненого пагона розміщені так само, як і на звичайному.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Кореневище, бульба, цибулина, бульбоцибулина, вусики, колючки.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які підземні видозміни пагона ви знаєте?
2. Чим підземні видозмінені пагони відрізняються від коренів?
3. Які видозміни надземних пагонів ви знаєте?
4. Які видозміни пагонів — надземні чи підземні — є більш різноманітними і чому?

ЗАВДАННЯ

Порівняйте підземні запасуючі пагони. Для цього заповніть таблицю у зошиті та зробіть висновок, чим вони відрізняються один від одного.

Ознаки	Видозмінений пагін			
	Кореневище	Бульба	Цибулина	Бульбоцибулина
Тривалість наростання				
Форма стебла				
Функції стебла				
Форма листків				
Функції листків				

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ**Комахоїдні рослини**

В Україні на болотах зростає *росичка круглолиста* (мал. 122). Свою назву ця невеличка рослинка отримала за крапельки рідини, які немов роса блищать на верхівках довгих волосків, що вкривають листки. Комахи легко прилипають до цих крапель. До них повільно схиляються сусідні волоски, а сама пластинка листка згортається докола комахи. Волоски виділяють травний сік і всмоктують продукти травлення.

Значно «прудкіша» *венерина мушкетерка*, що зростає на болотах Північної Америки (мал. 125). Пластинка її листків швидко складається вздовж середньої жилки, коли на неї сяде комаха. Довгі щетинки на краю листової пластинки утримують жертву, доки вона не перетравиться. Після цього листок розкривається.

Багато комахоїдних рослин, подібно до тропічної ліани *нелентес*, утворюють листки-гльчики (мал. 126). Ці пастки часто приваблюють комах нектаром. Жертви потрапляють в листок-гльчик і тонуть у рідині, що його заповнює. Тут бактерії і травні соки руйнують білки, а листок всмоктує продукти травлення. Кришечки таких гльчиків не утримують комах всередині видозміненого листка, а лише попереджують потрапляння в гльчик дощу.



Мал. 125. Венерина мухоловка

Мал. 126. Листок-гличик
непентеса

М'ясоїдні рослини — невеликі за розмірами, не здатні активно рухатися. Вони лише пасивно вловлюють дрібних тварин, не мають зубів, отрути або інших засобів нападу. Тому оповідання про страшних рослин-людоджерів є лише легендами.

§ 31. ВЕГЕТАТИВНЕ РОЗМНОЖЕННЯ РОСЛИН



Ви дізнається про те, як за допомогою вегетативних органів виникають нові рослини.



Чи можна з листка виростити цілу рослину? А з кореня? Для чого проводять щеплення фруктових дерев?

Ви вже знаєте, що розмноженням називають збільшення кількості особин одного виду, і що розмноження завжди супроводжується появою нових організмів. Розмноження поділяють на статеве та нестатеве. Відомі різноманітні способи нестатевого розмноження, зокрема, у одноклітинних організмів — це поділ клітини навпіл (наприклад, бактерії, амеба, евглена), розмноження за допомогою рухливих або нерухомих спор (пригадайте хлорелу та хламідомонаду). У багатоклітинних рослин дуже поширеним способом нестатевого розмноження є розмноження *вегетативне*.

Вегетативне розмноження рослин здійснюється частинами вегетативних органів і ґрунтується на здатності рослин легко утворювати нові вегетативні органи, в тому числі втрачені або відсутні.

Природне вегетативне розмноження відбувається без участі людини. **Штучне вегетативне розмноження** здійснює людина заради задоволення власних потреб: вона відокремлює частину тіла рослини і створює умови для утворення нового організму.

Природне вегетативне розмноження рослин може здійснюватися частинами кореня або пагона. Проте частіше воно здійснюється їх видовмінами.

В *осола, хрона, обліпихи, вишні* на неввидозмінених коренях утворюються додаткові бруньки, з яких виростають нові рослини. Надземний пагін, що розвивається з додаткової кореневої бруньки, називається *кореневим паростком*. У деяких рослин, наприклад, *верби ламкої*, можуть вкорінюватись неввидозмінені пагони, що відділилися від материнської рослини.

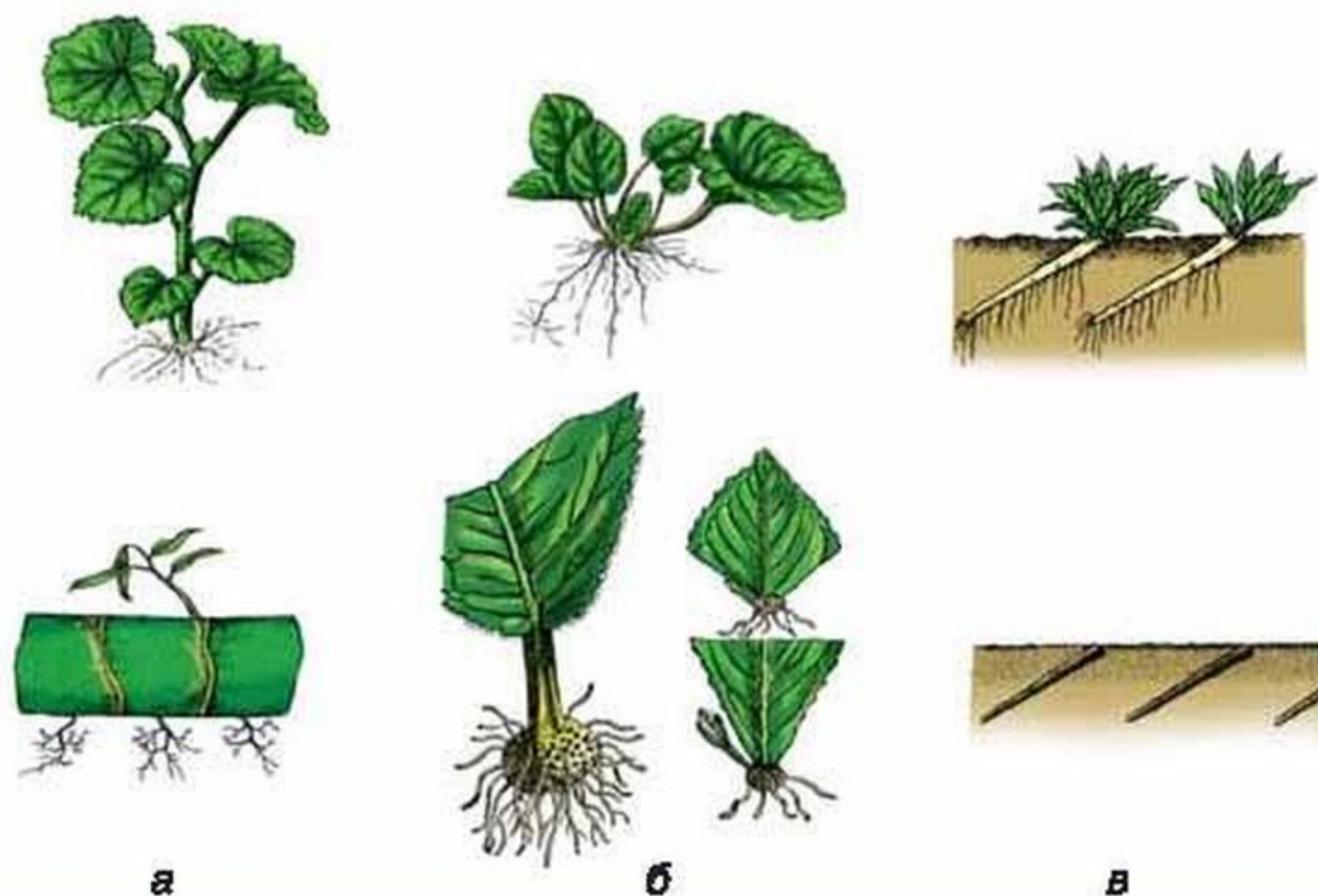
Додаткові бруньки, з яких виростає нова рослина, легко виникають на *кореневих бульбах*, що є видозміненими коренями. Кореневими бульбами розмножуються *жоржини* та *пшінка*.

У вегетативному розмноженні майже завжди беруть участь підземні видозмінені пагони. Так, навіть невеличкий фрагмент *кореневища* легко укорінюється і стає новою особою. Саме тому на городі так важко позбутися злісного бур'яну — *пирію*. Рослина, яка виростає із *бульби* або *цибулини*, як правило, сама утворює кілька нових бульб або цибулин.

До способів вегетативного розмноження надземними видозміненими пагонами належать розмноження *вусами* (пригадайте, у якої рослини), *вивідковими бруньками* та *повітряними бульбочками*. *Вивідкові бруньки* — це спеціалізовані бруньки, які легко опадають, укорінюються і дають початок новим рослинам. Наприклад, у *каланхое* вивідкові бруньки розвиваються по краю листка і часто проростають в маленьку рослинку з коренем ще на материнському організмі (мал. 127, а). За найменшого дотику ці рослинки опадають і починають самостійне життя. *Повітряні бульбочки* нагадують маленькі цибулини, що утворюються або в пазухах листка (*зубниця бульбоносна*, мал. 127, б), або в суцвіттях замість квіток (у культурних сортів *часнику*).



Мал. 127. Природне вегетативне розмноження: а — молоді рослинки на листку *каланхое*; б — бульбочки в пазухах листків *зубниці бульбоносної*; в — бульбочки у суцвітті *гірчака живородного*



Мал. 128. Типи живців у рослин: а — стеблові живці пеларгонії і дифенбахії; б — листкові живці глоксинії і санполії; в — кореневі живці хрону

Штучне вегетативне розмноження. Частина тіла рослини, яку людина відокремлює для вегетативного розмноження, називається **живцем**. **Стебловими живцями** називають безлисті частини пагона з бруньками. **Листковими живцями** — це цілі листки або їхні фрагменти. **Кореневі живці** — це відокремлені корені (мал. 128).

Живці поміщають у воду або вологий пісок, торф, штучне волокно або їх суміші при оптимальних для виду рослини температурі й освітленні. У місці зрізу живця починається інтенсивний поділ клітин, у результаті цього виникає своєрідний наплив — **калус** (мал. 129). В ньому легко розвиваються додаткові корені.



Мал. 129. Калус у стеблових живців винограду

У стеблових живців з утворенням коренів вегетативне розмноження фактично завершується, оскільки виникає рослина з усіма вегетативними органами. В калусі листкового живця спочатку повинні виникнути додаткові бруньки, з них — пагони, на яких утворюються додаткові корені. На кореневих живцях повинні утворитися додаткові пагони із додатковими коренями.

Стебловими живцями розмножується більшість кімнатних рослин, а також рослини відкритого ґрунту (смородина, агрус, верби). Цілі листки з черешками використовують як живці у кімнатних сенполій і бегоній (мал. 130). Кореневими живцями розмножують хрін.

При розмноженні *відводками* (смородина, агрус, ліщина) пагони рослин притискають до ґрунту і прикопують. Після утворення додаткових коренів і відростання пагонів їх розділяють (мал. 131).

Важливим методом вегетативного розмноження є *щеплення рослин*, при якому живця-прищепу приживляють на рослину-підщепу із власною кореневою системою. Їх щільно притискають одну до одної зрізами та захищають місця зрізу від зміщення, висихання і забруднення. В результаті цього відбувається їхнє зростання. Існує багато видів щеплення, залежно від техніки зрізання живця-прищепи і підщепи та їхнього з'єднання (мал. 132).

У наш час розроблені лабораторні методи *культури тканин*, за допомогою яких на штучних стерильних середовищах можна культивувати найменші бруньки, отримувати і розмножувати рослини навіть з окремих клітин. Це сучасні біотехнологічні методи вегетативного розмноження рослин (мал. 133). Вони дозволяють отримувати масовий посадковий матеріал, який не містить небезпечних для рослини вірусів.



Мал. 130. Молоді рослини на листковому живці бегонії королівської



Мал. 131. Відводки смородини



Мал. 132. Щеплення рослин пазушною брунькою (а) і стебловими живцями (б)



Мал. 133. Утворення нових пагонів у культурі тканин

За допомогою вегетативного розмноження ми швидко отримуємо міцні життєздатні молоді рослини. Однак дуже важливо, що усі рослини, отримані таким способом від одного організму, будуть абсолютно ідентичними. Тому сорти картоплі, більшість плодових і ягідних культур, сорти декоративних багаторічних квіткових рослин (*піянки, тюльпани* тощо) розмножують виключно вегетативно.

ВИСНОВКИ

1. Вегетативне розмноження рослин здійснюється багатоклітинними частинами їхнього тіла і можливе завдяки легкому утворенню рослинами нових вегетативних органів.
2. Людина використовує природне і штучне вегетативне розмноження для швидкого отримання нових рослин і збереження їх сортових особливостей.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Вегетативне розмноження, живці, відводки, щеплення рослин, калус, культура тканин.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке розмноження?
2. Що таке вегетативне розмноження?
3. Що таке природне і штучне вегетативне розмноження?
4. Як відбувається природне вегетативне розмноження?
5. Як відбувається штучне вегетативне розмноження?

ЗАВДАННЯ

Знайдіть неправильні твердження:

1. Вегетативне розмноження дозволяє отримати від однієї рослини велику різноманітність нащадків.
2. Штучне вегетативне розмноження можливе у рослин, які в природі вегетативно не розмножуються.
3. Природне вегетативне розмноження дозволяє рослинам утворювати значно більше потомства.
4. Вегетативне розмноження може здійснюватись лише частинами пагона.

§ 32. КВІТКА



Ви дізнаєтеся про те, що таке квітка, з яких частин вона складається і чим зумовлена різноманітність квіток.



Навіщо рослині квітка? Якою є будова квітки? Навіщо у квітці пелюстки? Звідки з'являється в квітці пилок? Яка найбільша і найменша квітка?

Квітка (мал. 134) являє собою видозмінений вкорочений та обмежений в рості пагін, пристосований для утворення статевих клітин та здійснення статевого процесу, який завершується утворенням плоду з насінинами. **Квітка** — це орган насінного розмноження квіткових рослин. Як і вегетативний пагін, квітка є складним органом. Вона утворена різними органами — це **квітконіжка** з **квітколожем**, **оцвітина**, **тичинки** та **маточки** (мал. 135).



Мал. 134. Квітка магнолії у поздовжньому розрізі

Осьова частина квітки складається із **квітконіжки** і **квітколожа**. **Квітконіжка** — це стеблова частина квітки, якою вона прикріплюється до стебла пагона. Вона буває добре помітною, як у *яблуні*, або дуже короткою, майже непомітною, як у *подорожника* (таку квітку називають *сидячою*). Квітконіжка переходить у **квітколоже** — розширену стеблову частину квітки, до якої прикріплені листки **оцвітини**, **тичинки** та **маточки**.

Оцвітина — це сукупність листкоподібних органів квітки, які утворюють її покрив. Вона може бути простою або подвійною. **Проста оцвітина** (мал. 135, а) складена з листків однакової будови,



Мал. 135. Схема будови квітки

які називаються *листочками простої оцвітнини*. *Подвійна оцвітнина* (мал. 135, б) складена із листків двох типів. Зелені нижні листки називають *чашолисточками*, вони утворюють *чашечку*. Яскраво забарвлені верхні листки подвійної оцвітнини називають *пелюстками*, вони утворюють *віночок*. Якщо оцвітнина у квітці відсутня, то кажуть, що квітка *гола* (інжир, верба) (мал. 136, г).

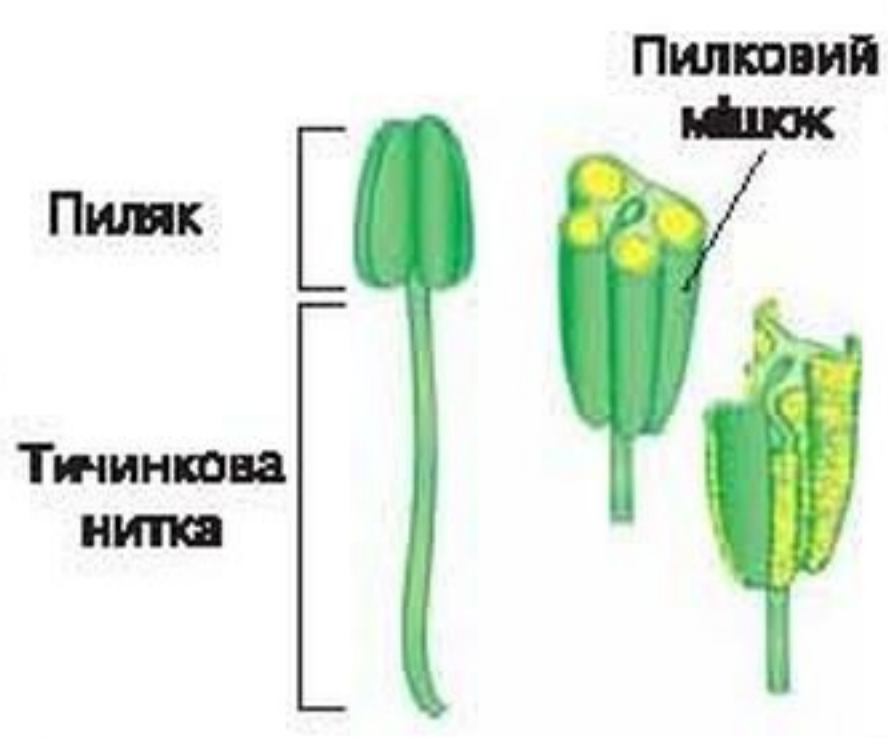
Листки простої оцвітнини можуть бути ніжними і яскравими — пелюсткоподібними, як у *тюльпана* або *лілії* (мал. 136, а), або шкірястими, плівчастими і зеленкуватими — подібними до чашолистків, як у *кропиві* або *лободі* (мал. 136, б). Яскраву просту оцвітнину називають *віночкоподібною*, а неяскраву й непомітну — *чашечкоподібною*. Листки оцвітнини можуть бути вільними або зрослими між собою у трубочку (мал. 137, б).

Проста оцвітнина виконує функцію захисту внутрішніх частин квітки і водночас може приваблювати запилювачів. У подвійній оцвітнині чашечка виконує захисну функцію, а запилювачів приваблює віночок.

Над оцвітниною до квітколожа прикріплюються *тичинки* — органи квітки, які утворюють пилок. Кожна тичинка складається із нижньої частини — *тичинкової нитки*, а також розташованого на верхівці тичинкової нитки *пиляка*. Поперечний переріз пиляка нагадує за обрисами метелика. На ньому помітні чотири гнізда. В гніздах пиляка утворюється *пилок* (мал. 138).



Мал. 136. Типи оцвітнини: а — проста віночкоподібна у тюльпана; б — проста чашечкоподібна у кропиві; в — подвійна у шипшині; г — голі квітки верби (1 — тичинкова, 2 — маточкова)



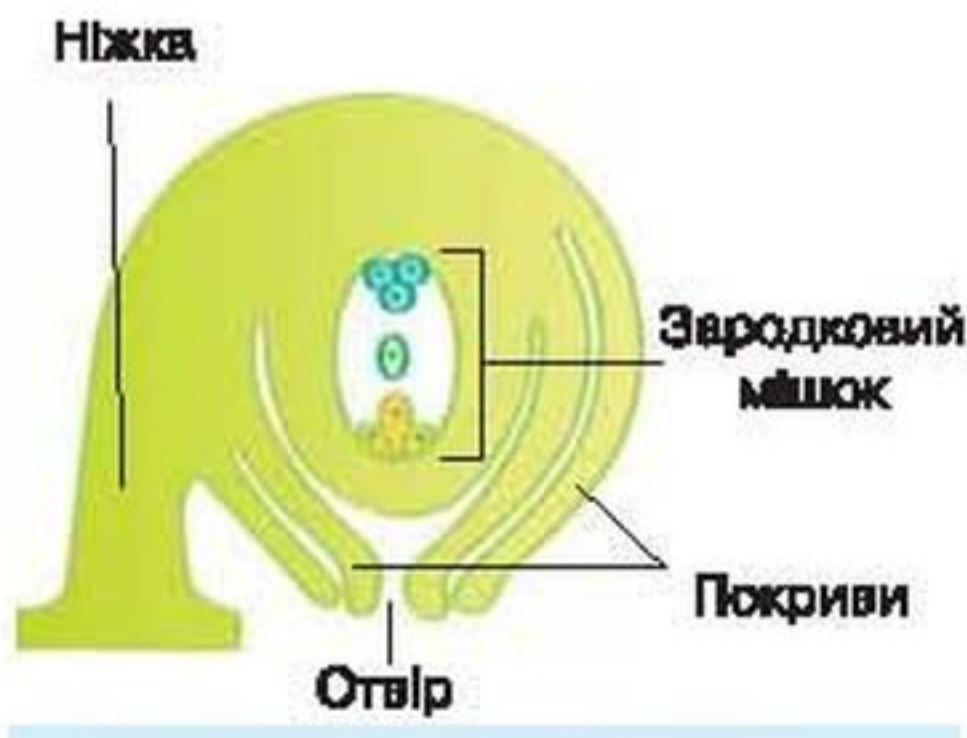
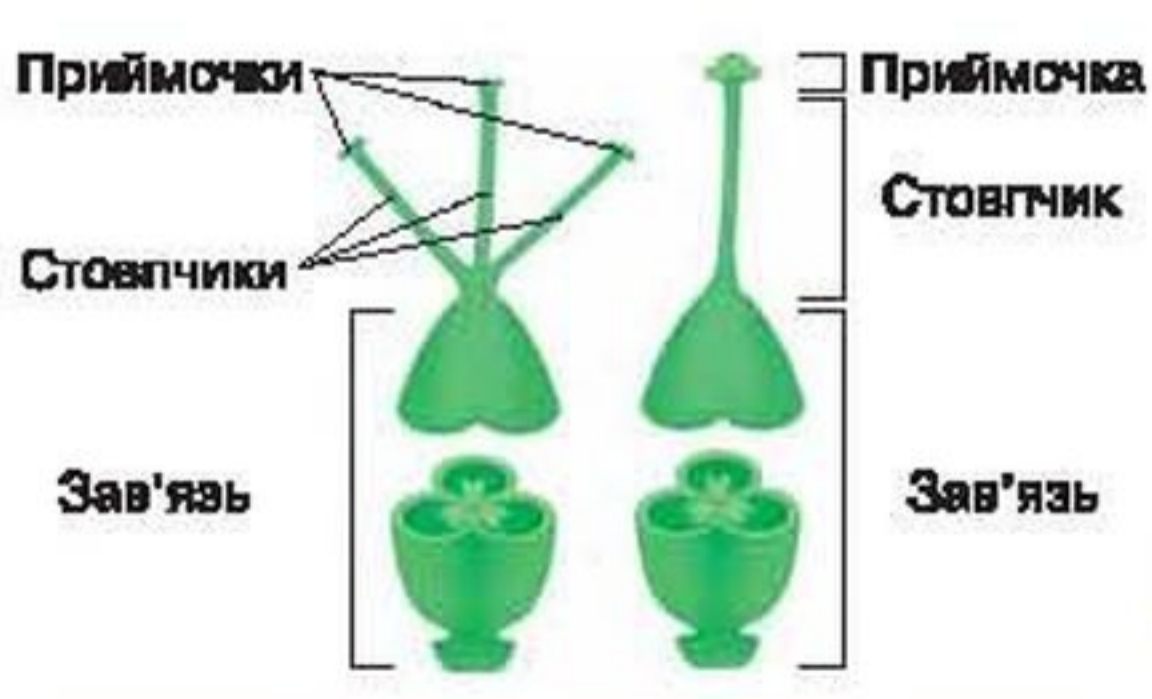
Мал. 137. Зростання частин оцвітини:
 а — листочків оцвітини нарциса;
 б — чашолистків і пелюсток дурману

Мал. 138. Будова тичинки

Маточка — це частина квітки, у якій розвиваються насінні зачатки і яка вловлює пилок. Вона має *зав'язь* та *стовпчик* (або декілька стовпчиків) із *приймочкою* на верхівці (мал. 139). Зав'язь містить один або кілька насінних зачатків. Кожен в них являє собою невеличке тільце на ніжці, оточене одним або двома покривами з отвором. У насінному зачатку утворюється *зародковий мішок* (мал. 140). Приймочка вловлює пилок. У квітці може бути декілька простих маточок або вони вростаються в одну складну маточку.

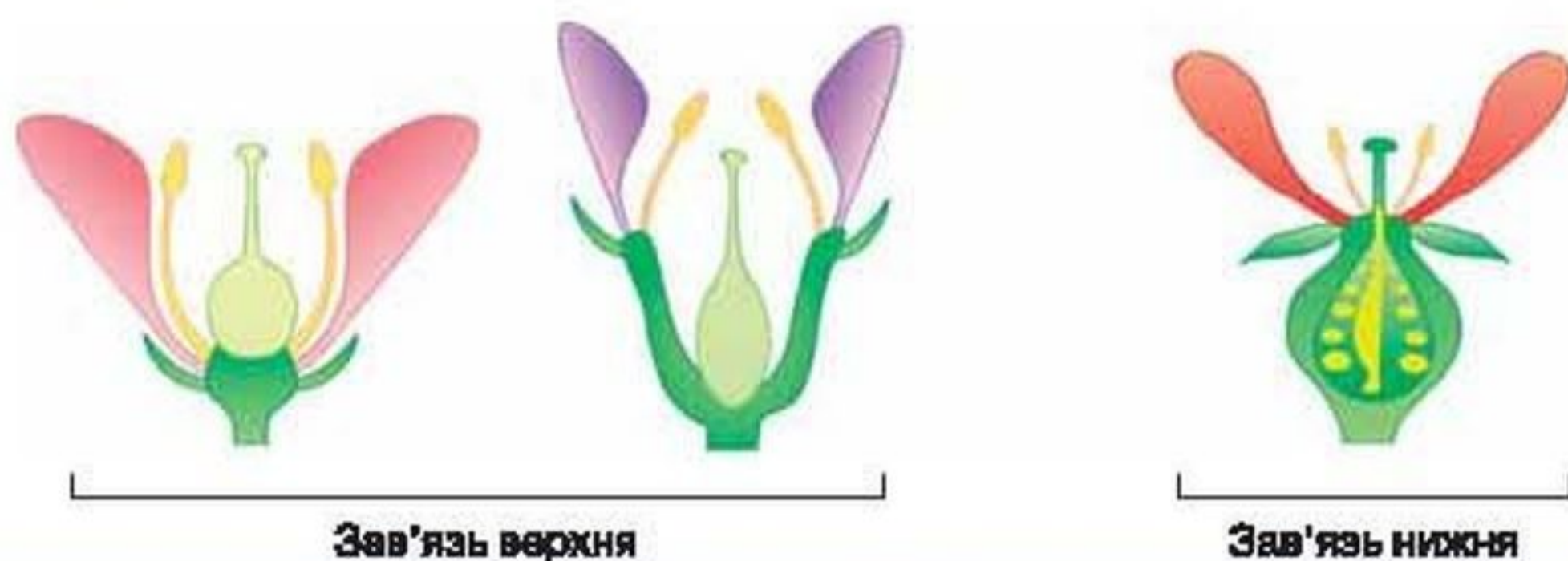
Якщо зав'язь розташована на квітколожі вище місць прикріплення інших частин квітки, то її називають *верхньою* (тюльпан, томати). А от зав'язь нарциса і огірка — *нижня*, оскільки її порожнина знаходиться під місцем прикріплення решти частин квітки (мал. 141).

У більшості рослин квітки є двостатевими. Вони мають одночасно тичинки і маточки. Проте квітки можуть бути і одностатевими — маточковими (без тичинок) або тичинковими (без маточок), як, наприклад, у огірка або верби (мал. 136, г).



Мал. 139. Будова маточки

Мал. 140. Насінний зачаток



Мал. 141. Типи зав'язі

Квітки дуже різноманітні. Вони відрізняються кількістю, розміщенням і будовою своїх частин, розміром і кольором. Найменші квітки, розмір яких близько 1 мм, має водна рослина *ряска* (мал. 142). Найбільшою в світі вважають квітку *рафлезії Арнольда* з лісів тропічної Азії. Ця рослина — паразит, її тіло перетворилося на нитки, які проростають крізь корені *тропічного винограду*. Лише під час цвітіння *рафлезія* стає помітною — на поверхні ґрунту з'являються величезні квіти (мал. 143) до 1 м в діаметрі. Але, можливо, це — не рекорд. Зрослолиста опвітнина *хвилівників* за формою нагадує трубу грамофона (мал. 144). Її розмір у деяких тропічних видів сягає 80 см в діаметрі. Край опвітнини витягнутий у хвостоподібний виріст, довжина якого може перевищувати 60 см.

ВИСНОВКИ

1. Квітка — це вкорочений пагін квіткових рослин з обмеженим ростом, який є органом насінного розмноження.
2. Осьову частину квітки складають квітконіжка і квітколоже, до яких прикріплені листоподібні органи квітки.



Мал. 142. Рослина ряски з квіткою



Мал. 143. Квітка рафлезії Арнольда



Мал. 144. Квітка тропічного хвилівника



3. Покрив квітки складає проста або подвійна оцвітина, яка захищає тичинки і маточки та забезпечує виконання ними своїх основних функцій.
4. Тичинки квітки утворюють пилкові зерна, а маточки утворюють насінні зачатки.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Квітка, квітконіжка, квітколоже, оцвітина, чашечка, віночок, тичинка, маточка.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що складає осьову частину квітки?
2. Що таке оцвітина? Який її склад і функції?
3. Як побудована тичинка? Що в ній утворюється?
4. Що таке маточка? Яка її будова? Що утворюється всередині маточки?

ЗАВДАННЯ

Заповніть таблицю у зошиті.

Частини квітки	Основні функції частин квітки
Квітконіжка	
Квітколоже	
Листки простої оцвітини	
Чашолистки	
Пелюстки	
Тичинка	
Маточка	

Проаналізуйте таблицю і дайте відповіді на запитання.

1. Яка частина квітки визначає її положення у просторі? Як ви думаєте, що може визначати положення у просторі сидячих квіток?
2. У чому відмінність у функціях листків простої оцвітини і чашолистків та листків простої оцвітини і пелюсток?
3. У чому відмінність у функціях тичинок і маточок?

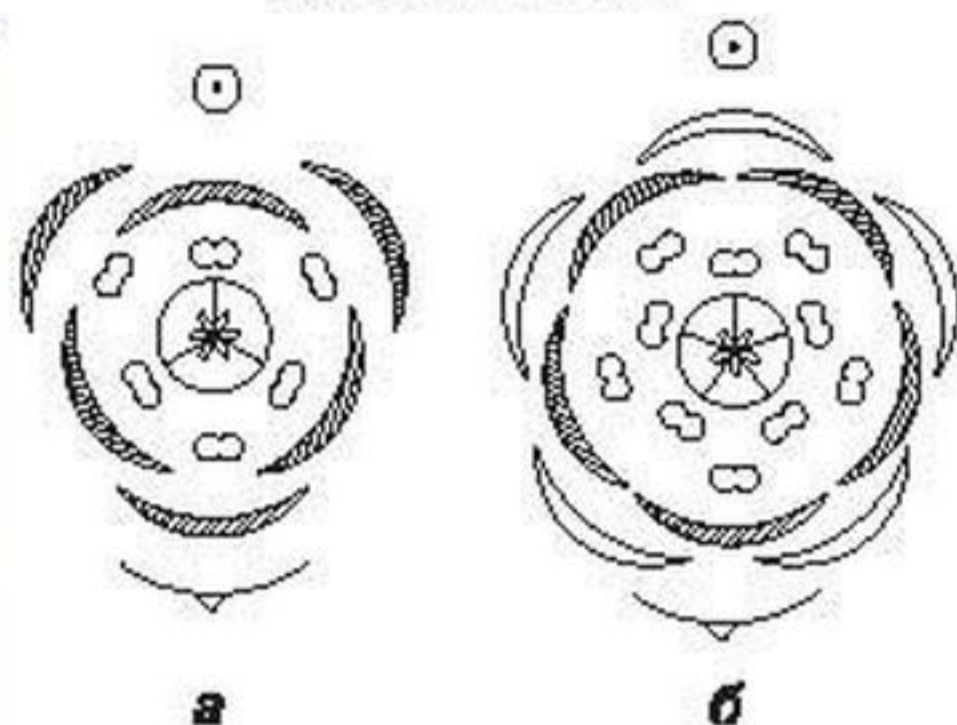
ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

Будову квітки можна записати короткою формулою. Окремі види частин квітки позначають літерами:

О — проста оцвітина; Ч — чашечка; В — віночок; Т — тичинки; П — плодолисткі (видозмінені листки, які утворюють маточку).

Число листків оцвітини, чашолистків, пелюсток, тичинок і плодолистків записують цифрами праворуч від відповідної літери. Якщо їх кількість велика і не визначена, то використовують позначку безкінечності — «∞». Якщо

Діаграми квіток



Умовні позначення

Стебло пагона, на якому розвивається квітка

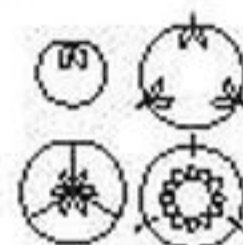
Крючий листок квітки

Листок простої оцвітини

Чашолисток

Пелюстка

Тичинки



Маточки

Мал. 145. Діаграми квіток та умовні позначення

частини квітки розташовані колами, то вказують їхнє число у кожному колі з використанням знака «+». Зростання частин квітки позначають дужками — «()», а положення зав'язі позначають рискою «—» під числом плодолистків (зав'язь верхня) або над ним (зав'язь нижня).

Будову квітки також можна відобразити діаграмою — своєрідним планом будови квітки, на якому її частини нанесені умовними позначеннями (мал. 145).

На малюнку 136, а зображена квітка тюльпана. Їй відповідає діаграма на малюнку 145, а. Формула квітки тюльпана може бути записана так: $O_{3+3} T_{3+3} P_{(3)}$. Формула квітки шипшини (мал. 145, б) така: $C_5 V_5 T_5 P_5$. У науковій літературі частини квітки у формулах позначають латинськими літерами, а перед формулами особливими позначеннями вказують різноманітні загальні ознаки квіток.

§ 33. ЗАПИЛЕННЯ І ЗАПЛІДНЕННЯ У КВІТКОВИХ РОСЛИН



Ви дізнаєтеся про біологічне значення запилення і особливості запліднення, які передують розвитку насінини у квіткових рослин.



Як з'являється рослина? Які рослини пристосувалися до запилення комахами? Чи допомагають бджоли рослинам? Чому квітки мають запах? Чому пелюстки не бувають зеленими? Що являє собою пилок?

Запилення. У квіткових рослин запилення і запліднення відбуваються у квітці. **Запилення** — це перенесення пилових зерен із пилека на приймочку маточки. Розрізняють два його типи: са-



Мал. 146. Типи запилення

Мал. 147. Однодомні і дводомні рослини: рослина огірка із тичинковими і маточковими квітками (а); дві рослини кропиви дводомної із тичинковими (б) і маточковими (в) квітками

моzapилення та перехресне запилення. У самоzapильних рослин (горох, пшениця) на маточку потрапляє пилок тієї самої квітки, а у перехресноzapильних — з іншої (мал. 146). Самоzapилення може відбуватися, наприклад, у нерозкритому бутоні (як у фіалок). Прикладом пристосування, яке забезпечує перехресне запилення, є утворення одностатевих квіток. Якщо на одній рослині є маточкові і тичинкові квітки, то рослину називають *однодбною* (ліщина, огірок) (мал. 147, а), а якщо маточкові і тичинкові квітки з'являються на різних рослинах, то вони є *дводбноими* (обліпиха, верба, кропива дводомна) (мал. 147, б, в).

Способи запилення різноманітні. У *вітрозapильних* рослин (ліщина — мал. 148, а) квітки зазвичай дрібні, часто голі і неяскравні, без запаху, мають багато легкого неклеїкого пилку і шірчасті приймочки. Запилюють квітки також і тварини (найчастіше комахи), які зазвичай відвідують квітки задля поживного пилку або цукристого нектару. Приваблює запилювачів яскравий колір квітки і запах, який залежить від уподобань тварини-запилювача: тонкий і медовий аромат, наприклад, приваблює метеликів і бджіл, а запах зіпсованого м'яса — мух. Пилок комахоzapильних рослин — клейкий.

Будова комахоzapильних квіток забезпечує надійне перенесення пилку на приймочку маточки і захист нектару від відвідувачів, які не можуть запилювати квітку. Так, білі запашні квітки



Мал. 148. Рослини з різними способами запилення: *а* — вітрозапильна ліщина; *б* — комахозапильний (нічні метелики) тютюн; *в* — комахозапильна (бджоли) шавлія

тютюну, які мають тонкі довгі трубочки віночка, запилюються нічними метеликами з довгими хоботками (мал. 148, б). Бджоли і джмелі запилюють квітки із короткими і широкими трубочками (мал. 148, в). Широко розкриті квітки *шипшини* часто запилюють жуки. Тому в них багато тичинок, а ніжні маточки сховані у чашоподібному квітколожі. Не лише комахи, але й інші тварини можуть запилювати квітки. У тропічних країнах запилювачами часто бувають птахи колібрі (мал. 149) і кажани (мал. 150).

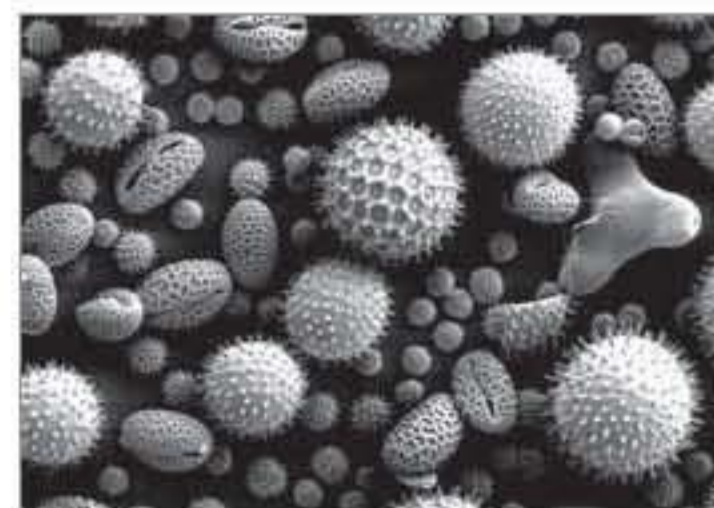
Пилі́к складається із дрібненьких *пилко́вих зерен*. Ззовні вони вкриті твердою оболонкою із різноманітними виростами поверхні, що водночас захищає вміст пилкового зерна і допомагає йому закріпитися на приймочці (мал. 151). При попаданні на приймочку пилкове зерно проростає у *пилко́ву трубку* (мал. 152) з двома сперміями — нерухомими чоловічими статевими клітинами. У процесі росту пилкової трубки відбувається транспортування сперміїв до насінного зачатка.



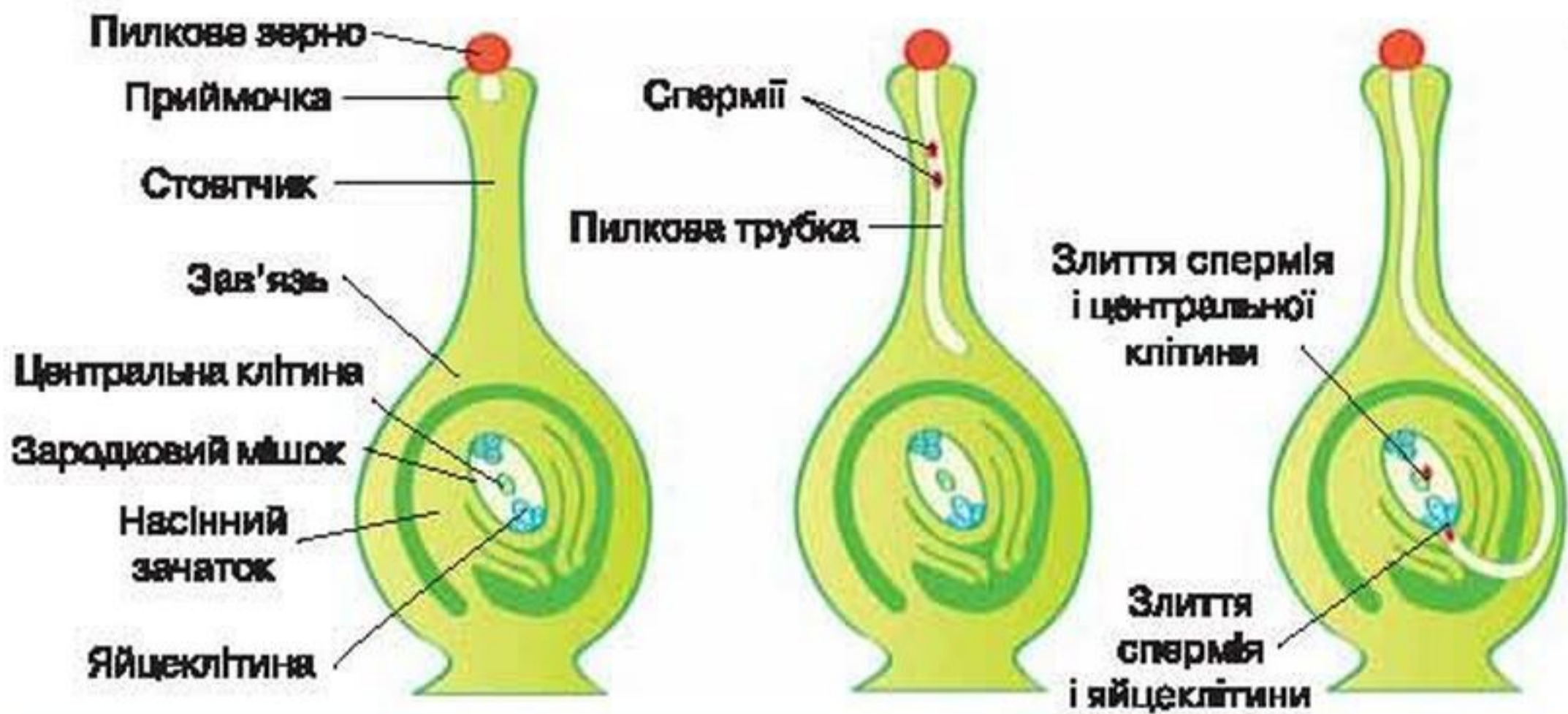
Мал. 149. Колібрі живиться нектаром гібіскуса



Мал. 150. Кажан запилює квітку кактуса сагуаро



Мал. 151. Пилкові зерна квіткових рослин



Мал. 152. Ріст пилкової трубки і подвійне запліднення

Зародковий мішок насінного зачатка є місцем утворення жіночої статеві клітини — яйцеклітини. У більшості квіткових рослин він складається із семи клітин — великої центральної і шести менших за розміром, одна з яких і є яйцеклітиною. Коли пилкова трубка вростає у насінний зачаток і доростає до зародкового мішка, її кінчик розривається, а чоловічі статеві клітини — спермії — виходять в неї поблизу яйцеклітини.

Запліднення. Після звільнення двох спермій із пилкової трубки починається характерний лише

Запліднення — це злиття чоловічої та жіночої статевих клітин.

для квіткових рослин процес **подвійного запліднення**, відкритий у 1898 році Сергієм Гавриловичем Навашиним — професором Київського університету Святого Володимира (сучасна назва Київський національний університет імені Тараса Шевченка). Один із спермій зливається з яйцеклітиною. В результаті запліднення яйцеклітини утворюється зигота, яка дає початок зародку нової рослини. Другий спермій зливається з великою центральною клітиною зародкового мішка. Запліднена центральна клітина ділиться і утворює **ендосперм** — тканину, яка запасає поживні речовини. Зародок, що розвивається із зиготи, занурений в ендосперм і отримує з нього необхідні для розвитку поживні речовини. В результаті з насінного зачатка утворюється насінина.

ВИСНОВКИ

1. Будова квітки визначає характерний для кожної рослини тип і спосіб запилення.

2. Основна функція пилкового зерна квіткових рослин — утворення нерухомих чоловічих статевих клітин — спермійів.
3. Біологічне значення запилення і утворення пилкової трубки у квіткових рослин полягає у транспортуванні спермійів у насінний зачаток до зародкового мішка.
4. Основна функція зародкового мішка — утворення жіночої статевої клітини — яйцеклітини.
5. Біологічне значення подвійного запліднення полягає в одночасному утворенні зародка нової квіткової рослини і запасуючої тканини, якою цей зародок живиться — ендосперму.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Запилення, однодомні рослини, дводомні рослини, пилкова трубка, запліднення, подвійне запліднення, ендосперм.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке запилення?
2. Як типи і способи запилення ви знаєте?
3. Які основні функції пилкового зерна і пилкової трубки у квіткових рослин?
4. Яка основна функція зародкового мішка?
5. Чому запліднення квіткових рослин називають подвійним?

ЗАВДАННЯ

1. Заповніть у зошиті наведену таблицю.

Об'єкт	Де утворюється?	Куди переноситься?	Чим переноситься?	Основна функція
Пилкове зерно				
Спермій				

2. Поміркуйте, чи впливає спосіб запилення у квіткових рослин на будову пилкового зерна або спермія?

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

Здавна тканини насінини, призначені для створення запасів поживних речовин, називали ендоспермом. Ендосперм, який утворюється в насінному зачатку до запліднення, називають первинним. Він є у рослин, які утворюють насінини, але не мають квіток (наприклад, сосна, ялина). Проте у квіткових рослин ендосперм виникає тільки після запліднення яйцеклітини — внаслідок запліднення центральної клітини зародкового мішка. Такий ендосперм називають вторинним. Утворення вторинного ендосперму дозволяє запобігти зайвій втраті поживних речовин у тому випадку, коли запліднення яйцеклітини не відбулося.

§ 34. СУЦВІТТЯ



Ви дізнаєтеся про розміщення квіток на рослині та про суцвіття, у які вони об'єднуються для спільного забезпечення запилення.









Як розміщені квітки на рослині? Як розвиваються квітки у кульбаби?













Суцвіття — це система пагонів, що спеціалізована на утворенні квіток. Суцвіття сприймається оком як окрема група квіток. Усі квітки суцвіття спільно приваблюють запилювачів. Бджола, відвідуючи одне суцвіття, забезпечує запилення багатьох квіток. Тому органи, які призначені для приваблення запилювачів, утворюються не в усіх квітках суцвіття, а рослина в результаті витрачає менше поживних речовин.

За ступенем розгалуженості суцвіття поділяють на *прості* і *складні*. У *простих суцвітть* на головній вісі розташовані лише поодинокі квітки, а у *складних суцвітть* — бічні гілочки з декількома квітками.

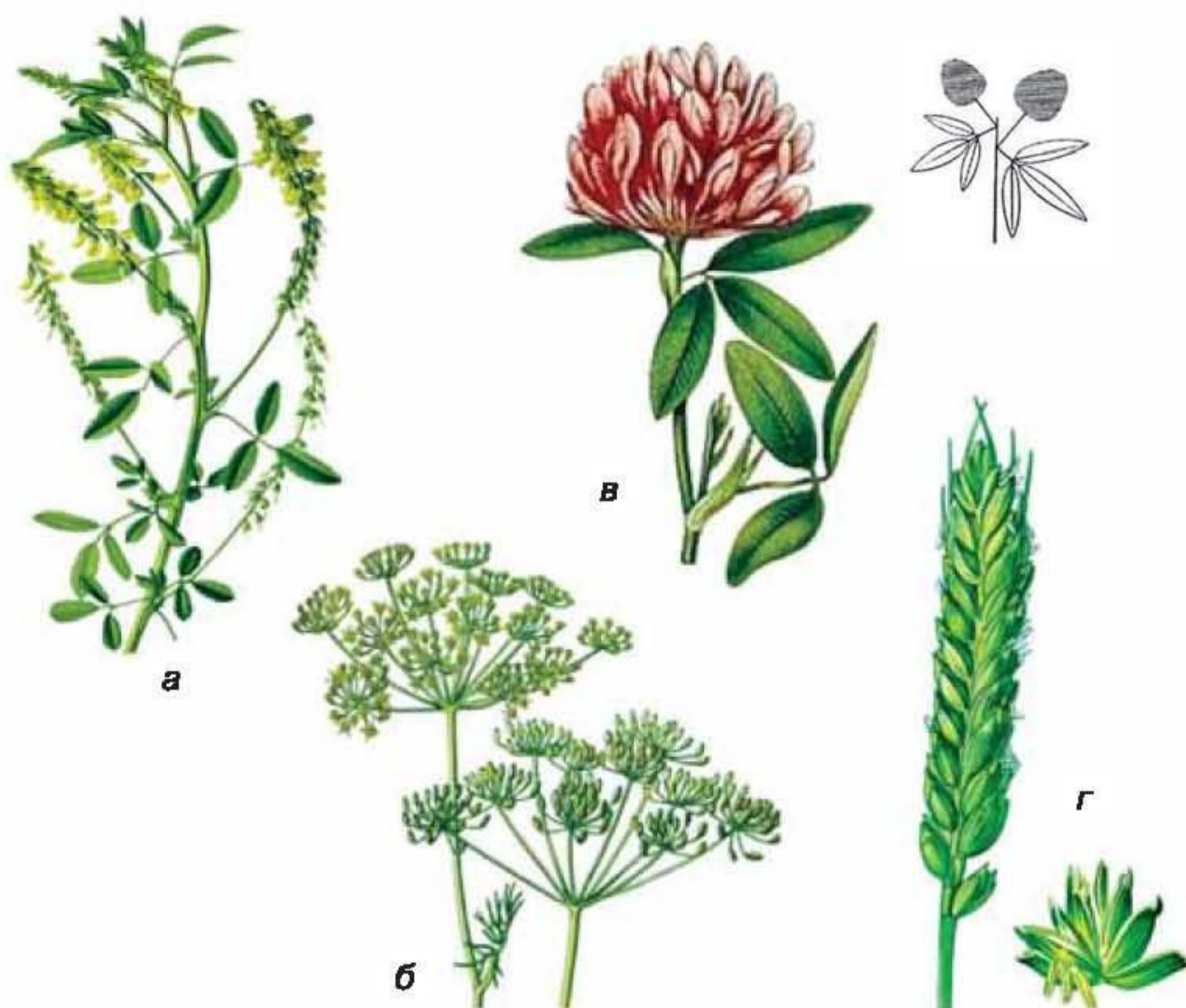
Види простих суцвітть розрізняються за їхнім загальним виглядом, який визначається довжиною вісі суцвіття, ступенем її потовщення і відносною довжиною квітковіжок.

Основні типи суцвітть				
	Схема	Опис суцвіття	Приклад	Інші приклади
Прості	 Китиця	Головна вісь пряма, видовжена, не потовщена. Квітковіжки майже однакової довжини	 Конвалія	Гадюча цибулька, барбарис
	 Сережка	Довга повисла вісь з квітковіжками однакової довжини	 Черемха	Тополя
	 Колос	Довга вісь з сидячими квітками	 Подорожник великий	Скрученик, тризубець

Основні типи суцвіт'я

	Схема	Опис суцвіт'тя	Приклад	Інші приклади
Прості	 Початок	Головна вісь довга, потовщена, а квітки сидять	 Кала болотяна	Кукурудза (маточкові квітки), антуріум
	 Щиток	Видовжена головна вісь, але завдяки значній різниці у довжині квітконіжок усі квітки розташовані майже в одній горизонтальній площині	 Груша	Глід
	 Зонтик	Головна вісь вкрай вкорочена, а квітконіжки майже однакової довжини	 Чистотіл	Первоцвіт
	 Головка	Вісь суцвіт'тя вкорочена, куляста або яйцеподібна, інколи потовщена, квітки сидять	 Шовковиця	Миколайчики, хміль
	 Кошик	Вісь вкорочена і розширена. Сидять квітки щільно розташовані на її майже плоскій або сильно опуклій поверхні	 Нагідки	Хризантема, ромашка, кульбаба
Складні	 Волоть	Розгалуженість бічних гілок зазвичай зростає до основи	 Синюха	Бузина червона, гадючник

Прикладом типового складного суцвіт'тя є волоть. Інші складні суцвіт'тя утворені об'єднанням простих суцвіть (мал. 153).



Мал. 153. Складні суцвіття: а — складна китиця буркуну;
 б — складний зонтик кропу; в — складна головка конюшини лучної;
 г — складний колос пшениці

Яскравим прикладом взаємодії квіток у суцвітті є суцвіття, які нагадують квітку. В складних зонтиках *борщівника* зовнішні пелюстки крайових квіток сильно збільшені, імітують спільний «віночок» суцвіття. Крайові квітки щиткоподібних волотей *калини* великі і не можуть запилюватися. Вони приваблюють запилювачів до неясравих дрібних центральних квіток. Кошики *нагідок*, *соняшника* й інших рослин мають чашечкоподібну обгортку, пелюсткоподібні крайові і дрібненькі трубчасті центральні квітки. Таке суцвіття-кошик у побуті неправильно вважають квіткою.

ВИСНОВКИ

1. Суцвіття виникають як група квіток задля більш ефективного запилення.

2. Різноманітність простих суцвіть пов'язана з різною відносною довжиною та будовою головної осі, а також довжиною квітконіжок суцвіття.
3. Складні суцвіття виникають завдяки об'єднанню окремих квіток або простих суцвіть в одне суцвіття.
4. Розподіл функцій між квітками в суцвітті призводить до формування суцвіть, що нагадують квітку.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Суцвіття, просте суцвіття, складне суцвіття.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке суцвіття?
2. За якими ознаками класифікують суцвіття?
3. Які основні види простих суцвіть?
4. Які приклади складних суцвіть ви можете навести?
5. Яке біологічне значення утворення суцвіття?

ЗАВДАННЯ

1. Заповніть таблицю в зошиті.

Вид суцвіття	Довжина осі суцвіття	Потовщення осі суцвіття	Довжина квітконіжок
Китиця			
Сережка			
Колос			
Початок			
Щиток			
Зонтик			
Головка			
Кошик			

Які пари суцвіть неможливо розпізнати за наведеними у таблиці ознаками? Які додаткові ознаки слід використати для розпізнавання суцвіть у цих парах?

2. Порівняйте волоть та складну китицю (мал. 153, в). Намалюйте схему будови складної китиці. Чим волоть відрізняється від складної китиці?



Ви дізнаєтесь про зовнішню і внутрішню будову насінини, як відбувається її проростання та які умови для цього необхідні, а також про розвиток проростка.



Як з'являється насінина? Навіщо рослині насінина? Як з насінини з'являється рослина?

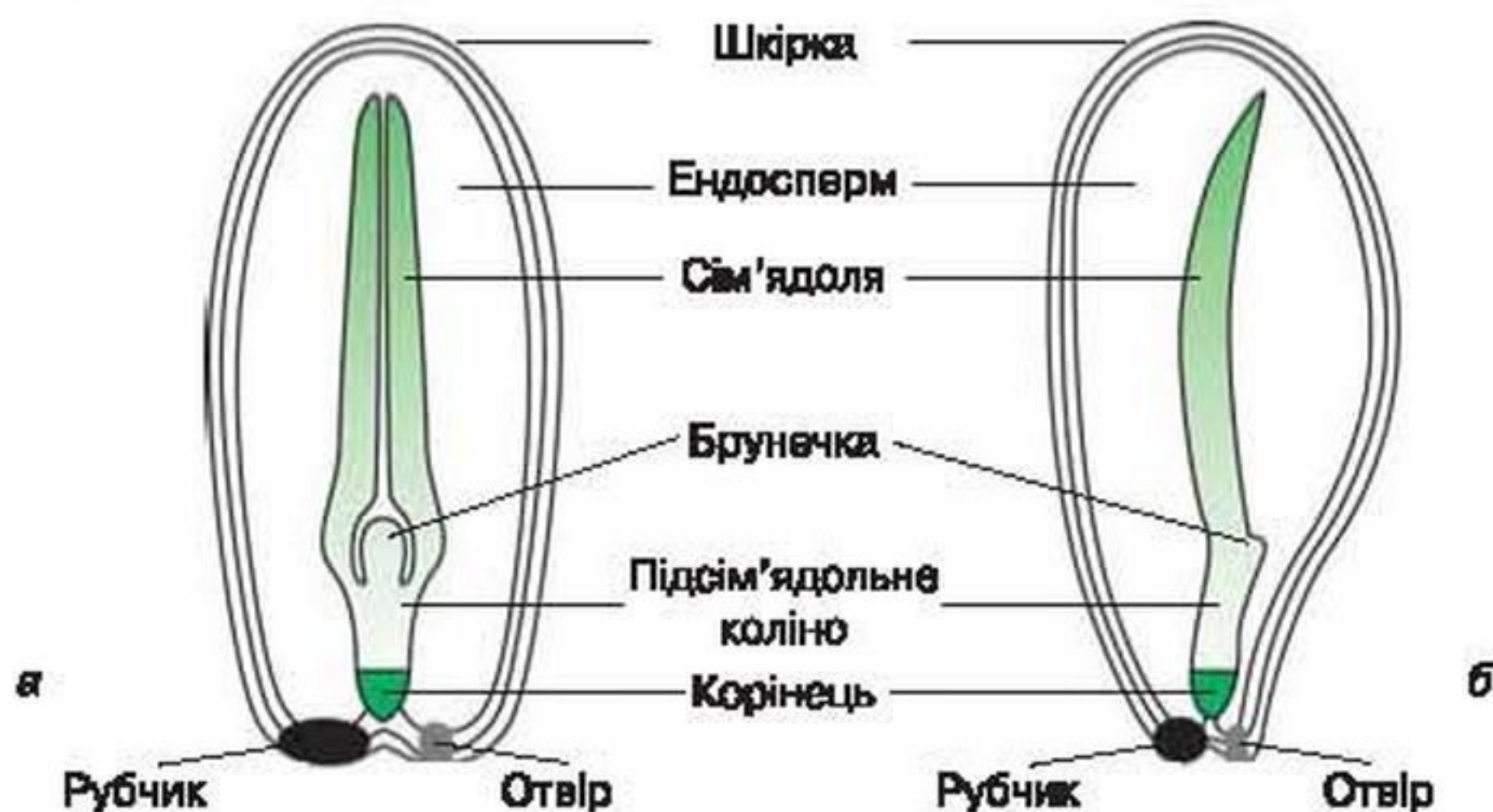
Насінина (мал. 154) розвивається із насінного вичатка квіткових рослин після подвійного запліднення. Покриви зачатка насінини перетворюються на шкірку, в якій залишається отвір. Ендосперм розростається і живить зародок, який розвивається після запліднення яйцеклітини. Зародок має **зародковий корінець**, **підсім'ядольне коліно**, у квіткових рослин одну або дві **сім'ядолі** і **брунечку** зачаткового головного пагона. Після відмирання ніжки насінного зачатка на шкірці насінини залишається **рубчик**.

Насінина — це вкритий покривом-шкіркою зародок рослини із необхідним для його розвитку запасом речовин.

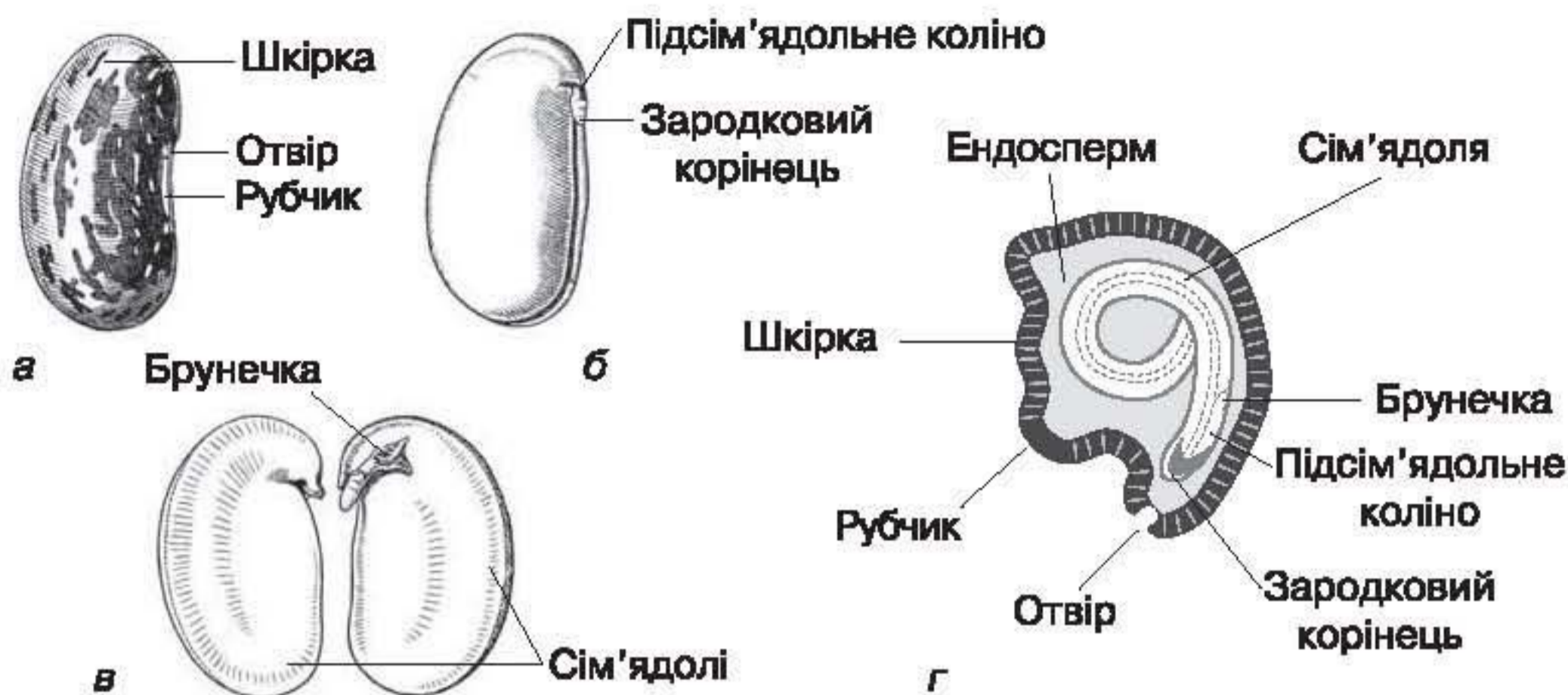
Рубчик — місце відриву насінини від ніжки зачатка насінини.

У деяких рослин (**квасоля (мал. 155), горох, огірок**) зародок повністю використовує ендосперм для свого розвитку, а запасні поживні речовини в насінині містяться в сім'ядолях.

Щоб прорости насінині, як правило, необхідний певний період спокою. А умовами проростання є достатня вологість, доступ повітря для дихання, оптимальна для даного виду рослини тем-



Мал. 154. Схеми будови насінин із двосім'ядольним (а) і односім'ядольним (б) зародком



Мал. 155. Будова насінини: а — зовнішній вигляд насінини квасолі; б — зародок квасолі; в — зародок квасолі із розділеними сім'ядолями; г — зріз насінини цибулі

пература (*горох, морква* — від 1–2 °С, *огірок, перець* — від 10 °С). Першою помітною ознакою початку проростання є набрякання насінини. Посилюється дихання і збільшується потреба в кисні. Під час проростання (мал. 156) розтягується підсім'ядольне коліно. Воно виштовхує через розрив шкірки зародковий корінець.



Мал. 156. Проростання насінини квасолі

З цього моменту зародок перетворюється на проросток. Корінь відразу починає рости вглиб, закріплює молодий проросток в ґрунті і забезпечує його водою. У рослин із надземними сім'ядолями підсім'ядольне коліно сильно видовжується, вигинається петлею, потім розпрямляється і виносить сім'ядолі на поверхню ґрунту.

ВИСНОВКИ

1. Насінини містять захищений шкіркою зародок майбутньої рослини і запас поживних речовин, які використовуються під час проростання.
2. Для проростання насінини необхідні завершення періоду спокою, а також оптимальна вологість, температура, освітленість та доступ повітря для дихання.
3. Проростання насінини починається після її набрякання зі звільнення із шкірки насінини зародкового корінця, при цьому зародок насінини дає початок проростку.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Насінина, рубчик.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Яка зовнішня і внутрішня будова насінини?
2. Які умови проростання насінини?
3. Що таке проросток?
4. Як відбувається проростання насінини?

ЗАВДАННЯ

Ви дізналися про зовнішню і внутрішню будову насінини і про те, що відбувається під час її проростання. Навіщо, на вашу думку, рослині насінина?

§ 36. ПЛІД



Ви дізнаєтеся про те, що таке плід, про різноманітність плодів та їхнє значення.



Звідки беруться плоди? Чому плоди такі різноманітні? Навіщо рослині плоди, що так смакують тваринам і людині?

За допомогою плодів рослини поширюють свої насінини. Стінка плода розвивається зі стінки зав'язі і складається із зовнішнього, середнього й внутрішнього шарів (мал. 157). Під стінкою плода знаходиться одна або кілька насінин.








Плід — це частина рослини, яка розвивається із квітки при досягненні наснін.



Мал. 157. Схема внутрішньої будови плода

Відомо багато різних видів плодів, які відрізняються, в першу чергу:

- 1) за розвитком (із простої або складної маточки);
- 2) за будовою стінки (сухі або соковиті);
- 3) за числом насінин у плоді (однонасінні або багатонасінні);
- 4) за здатністю розкриватися або розпадатися.

Плоди, утворені з простої маточки				
	Схема	Приклад	Інші приклади	Розкриваються або розпадаються
Багатонасінні				
Сухі			Багряник	Розгортаються подібно листку
			Горох, квасоля, жовта акація	Розкриваються двома спіральними закрученими стулками
Однонасінні				
Сухі			Приворотень, родовик	Не розкриваються
			Жито, рис, кукурудза	Не розкриваються
Соковиті			Персик, слива, абрикос	Не розкриваються

Якщо плід розвивається з квітки з кількома простими маточками, то відповідні плоди із кількома плодиками називають багатолістянка (орлики, калюжниця), багатогорішок (жовтець, суніця, шипшина), багатокістянка (ожина, малина) (мал. 158).



а



б



в

Мал. 158. Плоди, утворені з квіток із кількома простими маточками:
а — багатолістянка орликів; б — багатогорішок суниці; в — багатокістянка малини

Плоди, утворені зі складної маточки

	Схема	Приклад	Інші приклади	Розкриваються або розпадаються
Багатонасінні				
Сухі	 Коробочка	 Зірочник	Лілія, мак, дзвоники	Розкриваються
	 Стручок	 Ріпак	Гірчиця, грицики	Розкриваються
Соковиті	 Ягода	 Томат	Аґрус, смородина	Не розкриваються
	 Померанець	 Лимон	Апельсин, мандарин	Не розкриваються
	 Яблуко	 Горобина	Яблуко, груша	Не розкриваються
	 Гарбузина	 Гарбуз	Кавун, огірок, кабачок	Не розкриваються
	 Кістянка	 Калина	Бузина, крушина	Не розкриваються

Плоди, утворені зі складної маточки

	Схема	Приклад	Інші приклади	Розкриваються або розпадаються
Однонасінні				
Сухі			Бук, ліщина, гречка	Не розкриваються
			В'яз	Не розкриваються
			Соняшник, череда	Не розкриваються
			Мигдаль, кокосова пальма	Не розкриваються

Із суцвіть зі щільно розташованими квітками утворюються **супліддя**, які ми часом не відрізняємо в побуті від звичайних плодів. Такими є супліддя *шовковиці*, у яких м'якоть утворена розрослими листками оцвітини довкола плодів-горіхів, *інжиру* з плодами горіхами (не насіннями!) всередині, величезні супліддя *ананасів* (мал. 159).

Супліддя — щільне зібрання плодів, утворене із суцвіття.

Величезна різноманітність плодів забезпечує розселення квіткових рослин, які можуть поширюватись як насіннями, так і цілими плодами або його частинами. Інколи насіння просто падають поблизу материнської рослини. Часом вони із силою виштовхуються із плода, що розкривається, як у *розрив-трави* і *жовтої акації*, або випорскуються на відстань до 10 метрів з рідиною із плода *скаженого огірка*.



Мал. 159. Супліддя: а — шовковиці; б — інжиру; в — ананаса

Вода ровносить плавучі сухі кістянки поширеної вадовж узбережжя тропічних країн кокосової пальми, оточені мішечком горіхи осок, занурені у слиз насінини латаття і валіснерії. Вітер розносить пилоподібні насінини орхідей, крилаті плоди ясеня і клена, вкриті волосками насінини зніту і сім'янки кульбаби. Із розкритих коробочок на пружних сухих стеблах (як у маку) насінини катапультуються, коли їх розхитує вітер або тварини.

Коли тварини поїдають соковиті плоди, насінини можуть приклеїтись до їхнього тіла (наприклад, дзьоба птаха) і бути перенесеними на великі відстані. А часто насінини або кісточки проходять неушкодженими крізь травний тракт тварини, навіть краще після цього проростають. А от клейкі плоди шавлії клейкої, чіпкі обгортки кошиків рілля, вкриті гачечками частини плодів моркви переносяться на поверхні тіла тварин.

Людина поширює насінини рослин на взутті й одязі, на колесах транспорту і з вантажами. Так із Америки до Європи потрапили бур'яни амброзія і циклахена, пилок яких викликає сильну алергію у багатьох людей. Натомість європейський подорожник великий став мешканцем Америки. Деякі бур'яни пристосувалися до ритму посіву і збору, способів очищення зерна сільськогосподарських культур, і тепер людина сама поширює ці рослини посівом, оскільки дуже важко позбавитися від них у посівному матеріалі.

ВИСНОВКИ

1. Плід розвивається із квітки при досяганні насінин.
2. Плід забезпечує поширення насінин. Насінини квіткових рослин висипаються із плодів або поширюється цілий плід чи його частина.
3. Різноманітність плодів пов'язана з різними способами поширення рослин.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Плід, супліддя.

1. Що таке плід?
2. За якими ознаками виділяють види плодів?
3. За допомогою чого рослини можуть поширюватися на нові території?
4. Які ознаки плодів і насінин характерні для рослин, що поширюються вітром?
5. Які ознаки плодів і насінин характерні для рослин, що поширюються тваринами?

ЗАВДАННЯ

Поміркуйте та дайте відповідь на запитання.

Легкі плоди сім'янки кульбаби легко підхоплюються вітром і розносяться на великі відстані завдяки придаткам з волосків. Натомість плоди крилатки ясена і клена відносно важкі, хоча також поширюються вітром. Як ви думаєте, у чому різниця в способі поширення цих плодів? Чому плоди крилатки характерні власне для дерев?

§ 37. РУХИ РОСЛИН



Ви дізнаєтеся про те, як рослини змінюють положення своїх органів у просторі і яке це має значення.



Чи сплять рослини? Чому пагін росте вгору до Сонця, а корінь — вглиб Землі? Як виткі й чіпкі рослини знаходять опору? Чому люди кажуть «сором'язлива мімоза»?

Серед фотосинтезуючих організмів вдатність пересуватися властива лише одноклітинним і небагатьом багатоклітинним водоростям. Типові рослини є прикріпленими і вони неспроможні змінювати своє положення у просторі. Цейної «пасивної» рухливості рослинам надають їхні підземні або надземні пагони, у першу чергу, кореневища та вуса, які допомагають рослині «переростати» на нове місце. Проте справжні рухи, часом — вельми швидкі, можна спостерігати в окремих органів рослин.

Рухи органів рослини у процесі її росту, наприклад яких визначає подразник (зовнішній чинник), називаються *ростовими рухами*.

Оскільки рослини фотосинтезують, то їхні пагони ростуть, а листя повертаються своїми пластинками до джерела світла. Це добре помітно у рослин на підвіконнях, оскільки світло в кімнату завжди падає з вікна. Натомість корені, якщо опиняються поза ґрунтом, ростуть у напрямку від джерела світла (мал. 160, а).



Мал. 160. Ростові рухи рослин

Рослини здатні сприймати силу тяжіння — пригадайте будову кореневого чохла. Тому корені ростуть за напрямком її дії, а пагони — проти напрямку її дії (мал. 160, б).

Подразниками, що визначають ростові рухи, окрім світла та сили тяжіння, також можуть виступати різноманітні хімічні речовини, електричні поля, тепло тощо.

Рухи рослин можуть бути викликані неспрямованим зовнішнім подразником, наприклад, зміною температури. Напрямок таких рухів визначається властивостями самої рослини.

Так, квітки *тюльпанів* і *крокусів* розкриваються у відповідь на підвищення температури. Якщо тюльпани відчують різницю температури у 1°C , то чутливість крокусів становить $0,2^{\circ}\text{C}$. Листкові пластинки деяких рослин реагують на зниження температури скручуванням. Подібною буває і реакція на освітленість. В темряві деякі рослини «засинають» — закривають квітки (*лапаття*) або кошики (*кульбаба*), складають листки (*квасок*) (мал. 161, а, б). А от нічні квітки в темряві розкриваються. Відомий кактус «*цариця ночі*» (мал. 163) розцвітає рівно через 12 годин після останньої



Мал. 161. Рухи рослин, викликані неспрямованим зовнішнім подразником (а, б, в)

Мал. 162. Самостійні рухи: закручування вусиків



Мал. 163. Кактус «цариця ночі»



Мал. 164. Поле соняшників

свідчить, що викликатися рухи у рослин можуть і хімічні речовини.

Самостійні рухи рослин не залежать від зовнішнього подразнюючого фактора. Верхівки пагонів багатьох рослин і верхівки вусиків у процесі росту здійснюють ростові спіральні рухи



Мал. 165. Самостійні рухи верхівок пагонів витких рослин дозволяють їм знаходити опору

зміни темряви на світло і цвіте одну ніч. Кошики соняшника нахляються у бік сонця (мал. 164).

Дуже часто такі рухи є наслідком струсу або дотику. Раптове опускання і складання листків мімози сором'язливої внаслідок втрати води основами черешків здатне відлякувати травоядну тварину (мал. 161, в). Листки-пастки комахоїдних рослин *росички круглолистої* і *венериної мухоловки* (мал. 122, 125) реагують на дотик, однак реакція не буде тривалою за умови подразнення неживим предметом. Лише хімічні речовини тіла жертви підтверджують рослині, що пастка повинна працювати доти, доки травлення не завершено. Це

свідчить, що викликатися рухи у рослин можуть і хімічні речовини. **Самостійні рухи** рослин не залежать від зовнішнього подразнюючого фактора. Верхівки пагонів багатьох рослин і верхівки вусиків у процесі росту здійснюють ростові спіральні рухи (мал. 165, 162). Виткі пагони та вусики завдяки ним обкручують опору. Цікаво, що кожній рослині може бути властивий свій напрямок спіральних рухів — за годинниковою стрілкою чи проти неї.

Рухатись здатні і мертві частини рослин. Дуже поширені **гігроскопічні рухи**, які викликаються зволоженням або висиханням потовщених і непотовщених клітинних оболонок або здерев'янілих і нездерев'янілих тканин. Гігроскопічними рухами визначаються механізми розкривання багатьох сухих плодів.

Незважаючи на відсутність м'язів і органів руху у рослин, вони виробили різноманітні рухові реакції у відповідь на подразники зовнішнього середовища.

**ВИСНОВКИ**

1. Типові рослини ведуть прикріплений спосіб життя і здатні лише переростати на нові ділянки ґрунту.
2. Окремі частини рослини у відповідь на зовнішні подразники (спрямовані або неспрямовані) або завдяки внутрішнім ритмам можуть здійснювати рухи і змінювати положення у просторі.
3. Напрямок руху рослин може визначати зовнішній подразник або внутрішня будова органа.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Ростові рухи, самостійні рухи, гігроскопічні рухи.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Як рухаються органи рослин у відповідь на зовнішній подразник?
2. Які ростові рухи властиві кореню і пагону?
3. Які подразники найчастіше викликають рухи у рослин, що зумовлені їхньою внутрішньою будовою?

ЗАВДАННЯ

Поясніть, чому орієнтацію соняшників до сонця вважають не ростовим рухом.

ПІДБ'ЄМО ПІДСУМКИ

I. Ми усвідомили характерні риси рослин:

1. Рослини адатні використовувати енергію світла та утворювати органічні речовини в процесі фотосинтезу.
2. Рослини поглинають необхідні для життєдіяльності мінеральні речовини лише у розчиненому вигляді.
3. Рослина росте та утворює нові частини свого тіла протягом усього життя.
4. Способи живлення і поглинання речовин зумовлюють прикріплений спосіб життя рослин. Рослина не адатна активно змінювати місце свого зростання.
5. Для поширення на нові території квіткові рослини утворюють плоди і насінини.

II. Ми запам'ятали, що для життя рослині необхідні вода, вуглекислий газ і світло для фотосинтезу, а також кисень, мінеральні речовини і тепло. Життєдіяльність рослинного організму забезпечують вегетативні органи:

- корінь;
- стебло;
- листок.

III. Ми зрозуміли, що квітковим рослинам властиве як нестатеве — вегетативне, так і статеве — насінне розмноження:

1. Вегетативне розмноження здійснюється вегетативними органами завдяки здатності рослин відновлювати втрачені органи.
2. Органом насінного розмноження квіткових рослин є квітка, у якій тичинки утворюють пилок, а маточки — насінні зачатки із зародковими мішками.
3. Пилкові зерна і зародкові мішки утворюють статеві клітини.
4. Перед заплідненням відбувається запилення приймочки маточки пилом. Чоловічі статеві клітини у зародковий мішок транспортує пилкова трубка.
5. У результаті запліднення виникає зародок нової квіткової рослини і необхідний для його розвитку ендосперм. Після запліднення із насінного зачатка розвивається насінина, а із квітки — плід.

IV. Ми з'ясували, що різні рослини зростають у різних умовах, а тому зовнішня і внутрішня будова їхніх органів дуже різноманітна. Найбільш яскраво виражене пристосування до умов зростання призводить до виникнення видозмін вегетативних органів.

V. Ми побачили, що рослини використовують для запилення і поширення плодів та насінин фактори неживого оточення — силу тяжіння, вітер і воду. Однак вони також пристосувалися до перенесення пилку і поширення насінин різними тваринами — комахами, птахами та ссавцями.

Знаю — вмію

- Я знаю, з яких органів складається тіло рослин, і вмію їх описувати.
- Я знаю внутрішню будову рослин і вмію розпізнавати їхні тканини під мікроскопом.
- Я знаю функції вегетативних органів і тканин та вмію за їх будовою визначати умови зростання рослин.
- Я знаю видозміни вегетативних органів рослин і вмію їх розпізнавати.
- Я знаю способи розмноження рослин і вмію їх живцювати та пророщувати насінини.
- Я знаю функції та будову квітки, вмію її аналізувати й визначати тип запилення.
- Я знаю зовнішню і внутрішню будову насінини та плода, вмію визначати спосіб поширення плодів і насінин.



Тема 4.

РІЗНОМАНІТНІСТЬ РОСЛИН

Вивчаючи цю тему, ви дізнаєтеся:

- ✓ про різноманітність рослин і про основні групи вищих рослин;
- ✓ про основних представників вищих рослин, їх значення у природі та житті людини;
- ✓ про розмноження та поширення вищих рослин;
- ✓ які існують екологічні групи та життєві форми рослин і як вони утворюють рослинні угруповання



§ 38. РІЗНОМАНІТНІСТЬ ВОДОРОСТЕЙ



Ви дізнаєтеся про три найпоширеніші групи багатоклітинних водоростей — бурі, червоні та зелені. Ці групи також мають найбільше практичне використання у господарській діяльності людини.



Які водорості є важливими в нашому житті? Чи існують водорості великого розміру?

Водорості є групою, до якої відносились попередники наземних рослин. Водорості живляться завдяки фотосинтезу, а їхні клітини мають хлоропласти. Проте у багатоклітинних водоростей відсутні тканини та немає поділу тіла на органи — листки, стебла, корені.

Таким чином, водорості схожі зі звичними для нас наземними рослинами за способом живлення, але відрізняються від них значно простішою будовою тіла. У ХІХ ст. вчені запропонували називати всі «традиційні» наземні рослини — від невеличких мохів до велетенських дерев — *вищими рослинами*, а решту рослинних організмів, позбавлених листків, стебел та коренів, — *водоростями*.

Водорості дуже різноманітні. Наприклад, серед них є як одноклітинні, так і багатоклітинні організми. Виключно одноклітинними є діатомові (*навікула*) та евгленові (*евглена*) водорості, з якими ви вже познайомилися при вивченні одноклітинних організмів. Деякі групи водоростей, зокрема зелені, включають як одноклітинних (*хламідомонада*, *хлорела*), так і багатоклітинних представників (приклад — *хара*). До інших груп, в першу чергу, бурі та червоних водоростей, входять виключно або майже виключно багатоклітинні, переважно — морські організми, які помітні без збільшувальних приладів. Саме ці п'ять груп водоростей — *евгленові, діатомові, бурі, червоні та зелені* — є найпоширенішими та найвідомішими. Розглянемо детальніше ті групи, в яких представлені багатоклітинні водорості.

Бурі водорості живуть переважно у морях, особливо — холодних, на глибинах до 30 м. Подібно до діатомових, у бурі водоростей хлоропласти забарвлені у різні відтінки жовтого кольору. Зазвичай бурі водорості мають великі розміри і добре помітні без збільшувальних приладів. Вони є багатоклітинними організмами. Донні зарості бурі водоростей часто називають «лісами моря». Ці «ліси» у північній півкулі найчастіше утворює морська капуста — *ламінарія*.

Ламінарія виглядає як широка жовто-коричнева стрічка, довжина якої може сягати 5–7 м (мал. 166, а). У нижній частині вона

звужується і переходить у циліндричну ніжку, яка закінчується розгалуженнями — *ризбидами*. За їх допомогою ламінарія міцно прикріплюється до кам'янистого ґрунту.

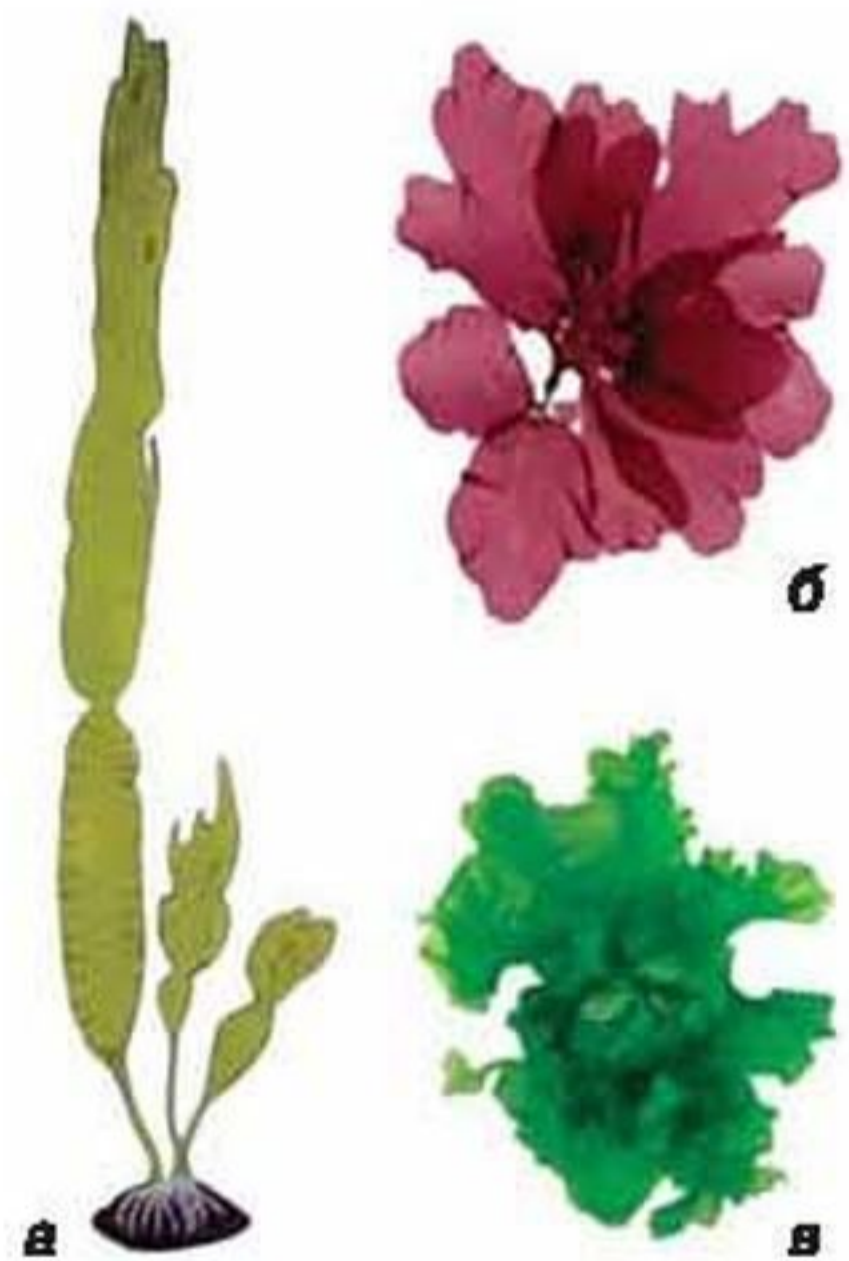
Ламінарія є істинною водорістю. Її не лише збирають, але й штучно вирощують на морських фермах у багатьох країнах. Ламінарія багата на йод, вітаміни та різноманітні корисні речовини.

Червоні водорості також є переважно морськими багатоклітинними організмами. Хлоропласти червоних водоростей забарвлені найчастіше у червоний колір. Таке забарвлення дозволяє червоним водоростям уловлювати світло на досить великих глибинах — до 70 м. Деякі червоні водорості, наприклад, червоний морський салат — *порфіра*, є істинними (мал. 166, б). З багатьох червоних водоростей людина отримує цінну речовину — *агар-агар*.

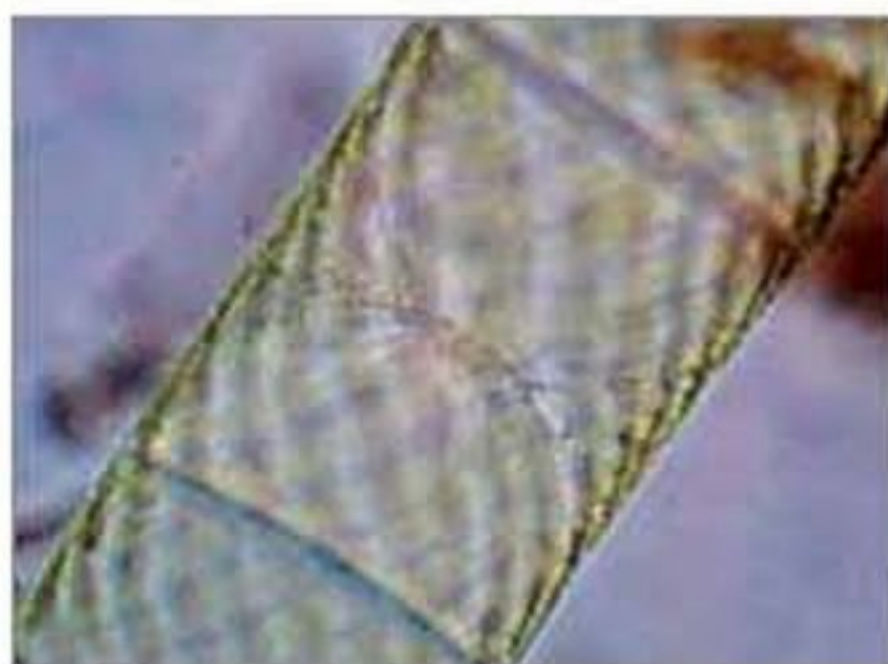
Його додають у розчини для перетворення їх на желе. Агар-агар широко використовується при виготовленні фарб, косметичних гелів, у кондитерській промисловості (наприклад, при виробництві пастилки та вефіру). На поживних середовищах, виготовлених з додаванням агар-агару, дослідники вирощують культури бактерій, мікроскопічних грибів та водоростей тощо.

Зелені водорості є найчисленнішою та найрізноманітнішою групою водоростей, представники якої зустрічаються майже всюди — у прісних водоймах та морях, у ґрунті та на корі дерев, навіть на снігу та льоду. Вже відомими вам прикладами зелених водоростей є *хламідомонада*, *хлорела* та *хара*. Іншими прикладами є прісноводна водорість *спірогіра* та морська водорість *ульва*.

Спірогіра має вигляд нитки, що складається з однакових клітин, розташованих одна за одною. У кожній клітині є зелені спіральні закручені стрічкоподібні хлоропласти. Середину клітини займає велика вакуоля, в центрі якої на цитоплазматичних тяжках розташоване ядро (мал. 167). Спірогіра часто утворює у річках зелене м'яке та слизьке на дотик жабуриння. Якщо забарвити мікроско-



Мал. 166. Істинні бурі, червоні та зелені водорості: а — морська капуста — ламінарія; б — червоний морський салат — порфіра; в — зелений морський салат — ульва



Мал. 167. Зелена нитчаста водорість спірогіра

пінний препарат спірогіри розчином тупі, то стає зрозумілим, чому жабування слизке — кожна нитка оточена шаром слизу.

Ульва, або зелений морський салат, виглядає як зелена пластинка розміром приблизно з долоню, і зовні нагадує порфіру (мал. 166, в). Зазвичай ульва росте на дні на відносно невеликих глибинах — до 5 м. Подібно до червоного морського салату, ульва є їстівною водорістю, яку в ряді країн вирощують на спеціальних морських фермах.

На прикладі зелених водоростей можна простежити основні етапи поступового ускладнення будови тіла фотосинтезуючих організмів: від рухливих одноклітинних (*хламідомонада*) до одноклітинних нерухомих (*хлорела*). Далі — до нерухомих багатоклітинних організмів з простою будовою тіла у вигляді нитки (*спірогіра*) або пластинки (зелений морський салат — *ульва*) і, нарешті, до таких зелених водоростей, які навіть зовні нагадують вищі рослини (*хара*).

Саме від зелених водоростей, споріднених із *спірогірою* та *харою*, походять вищі рослини.

ВИСНОВКИ

1. Водорості живляться як рослини, але їхнє тіло не має коренів, стебла та листків.
2. Водорості різноманітні за будовою (одноклітинні та багатоклітинні), своїми розмірами (мікроскопічні та макроскопічні), забарвленням хлоропластів (жовті або коричневі, червоні, зелені), середовищем існування (моря та прісні водойми, суходоли).
3. Основні групи водоростей, де є багатоклітинні представники, — це бурі, червоні та зелені водорості.
4. Від багатоклітинних зелених водоростей походять вищі рослини.

Водорості, вищі рослини, бурі водорості, червоні водорості, агар-агар, зелені водорості.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що спільного мають водорості з традиційними рослинами, які ми називаємо вищими?
2. Які водорості (евгленові, діатомові, бурі, червоні або зелені) представлені виключно одноклітинними, а які — виключно багатоклітинними організмами?
3. В межах якої групи водоростей можна прослідкувати перехід від простої одноклітинної до складної багатоклітинної будови тіла?

ЗАВДАННЯ

1. Охарактеризуйте практичне значення водоростей різних груп.
2. Наведіть назви їстівних водоростей.

§ 39. МОХИ



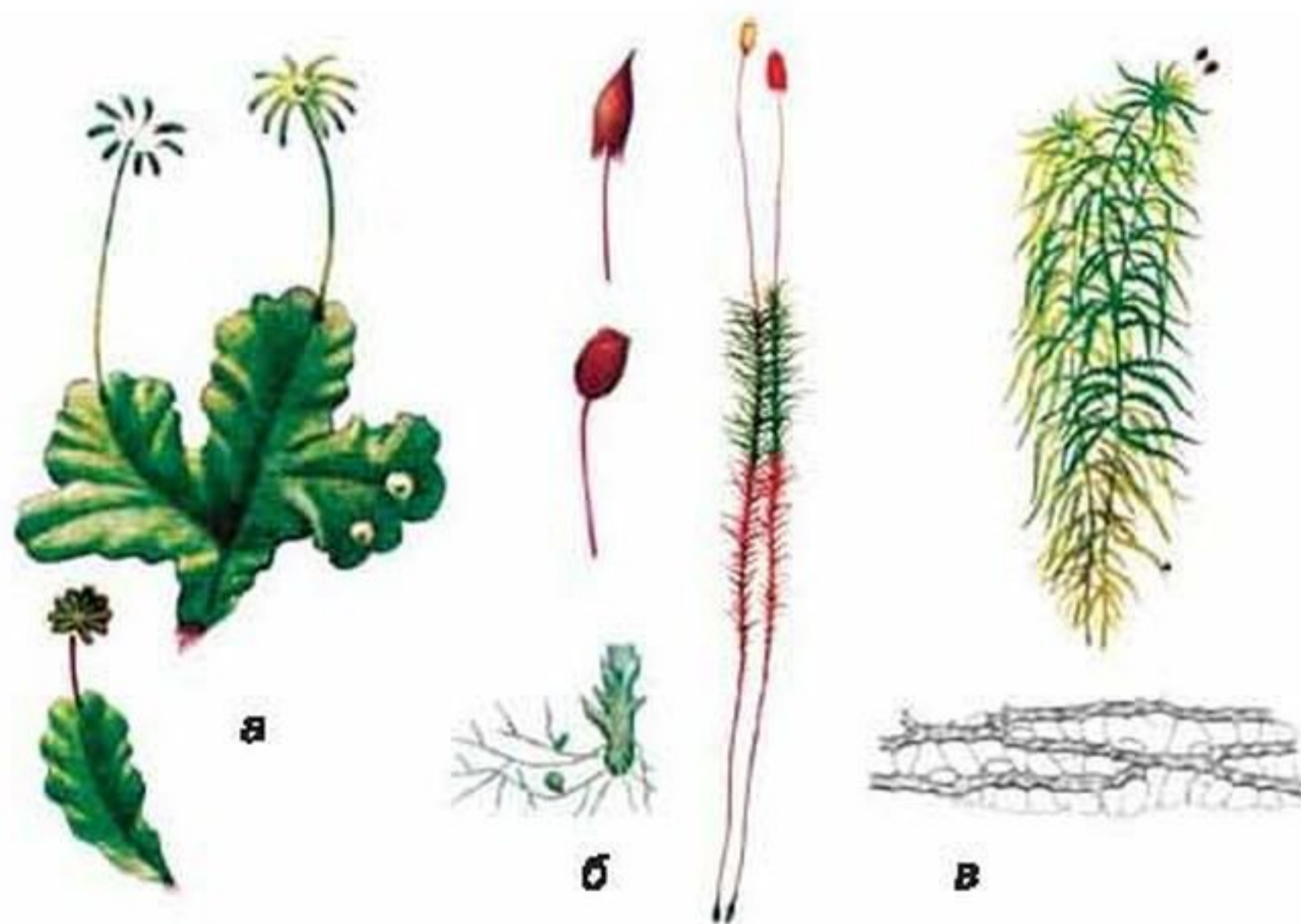
Ви дізнаєтеся про особливості і різноманітність будови мохів, про спосіб життя цих рослин, а також зрозумієте, у чому полягає своєбрідність розмноження мохів.



Звідки з'являються мохи? Чому мохи ростуть на північному боці стовбурів дерев? Чому на одних рослинах моху є коробочки, а на інших — немає?

На Землі налічують близько 24 тис. видів мохів! І поширені вони повсюди. **Мохи** — це рослини, які не мають коренів та не здатні ефективно регулювати вміст води в тілі, тому багато їх видів мають здатність висихати і швидко відновлювати свою життєдіяльність після зволоження. Більшість мохів вростають у достатньо зволжених місцях. Поверхню стовбурів дерев вони рясніше вкривають із північного боку, куди потрапляє менше променів сонця і яка менше висихає.

За будовою тіла розрізняють мохи **сла́неві** і **ли́стостеблові**. Внутрішня будова деяких мохів надзвичайно проста, вони складаються із майже однакових клітин. У інших можна побачити різноманітні тканини.



Мал. 168. Сланеві і листостеблові мохи: а — маршанція; б — мох зозулин льон; в — сфагнум

Тіло сланевих мохів — це просто пластинка, на нижній поверхні якої можуть бути тільки луски і волоски — ризоїди, якими ця пластинка прикріплюється до ґрунту або каменів. Ризоїди також транспортують воду до тіла рослини. Прикладом сланевих мохів є *маршанція мінлива* (мал. 168, а), яку можна побачити на перезволожених луках, по берегах потічків, а у містах часом на закинутих вологих стежинах з дрібного щебеню або асфальту, де не росте трава.

На вологих луках, у лісах можна знайти листостебловий мох *зозулин льон* (мал. 168, б). У процесі розмноження зозулиного льону як і в усіх мохів послідовно змінюються *статеве* та *нестатеве* покоління (мал. 169).

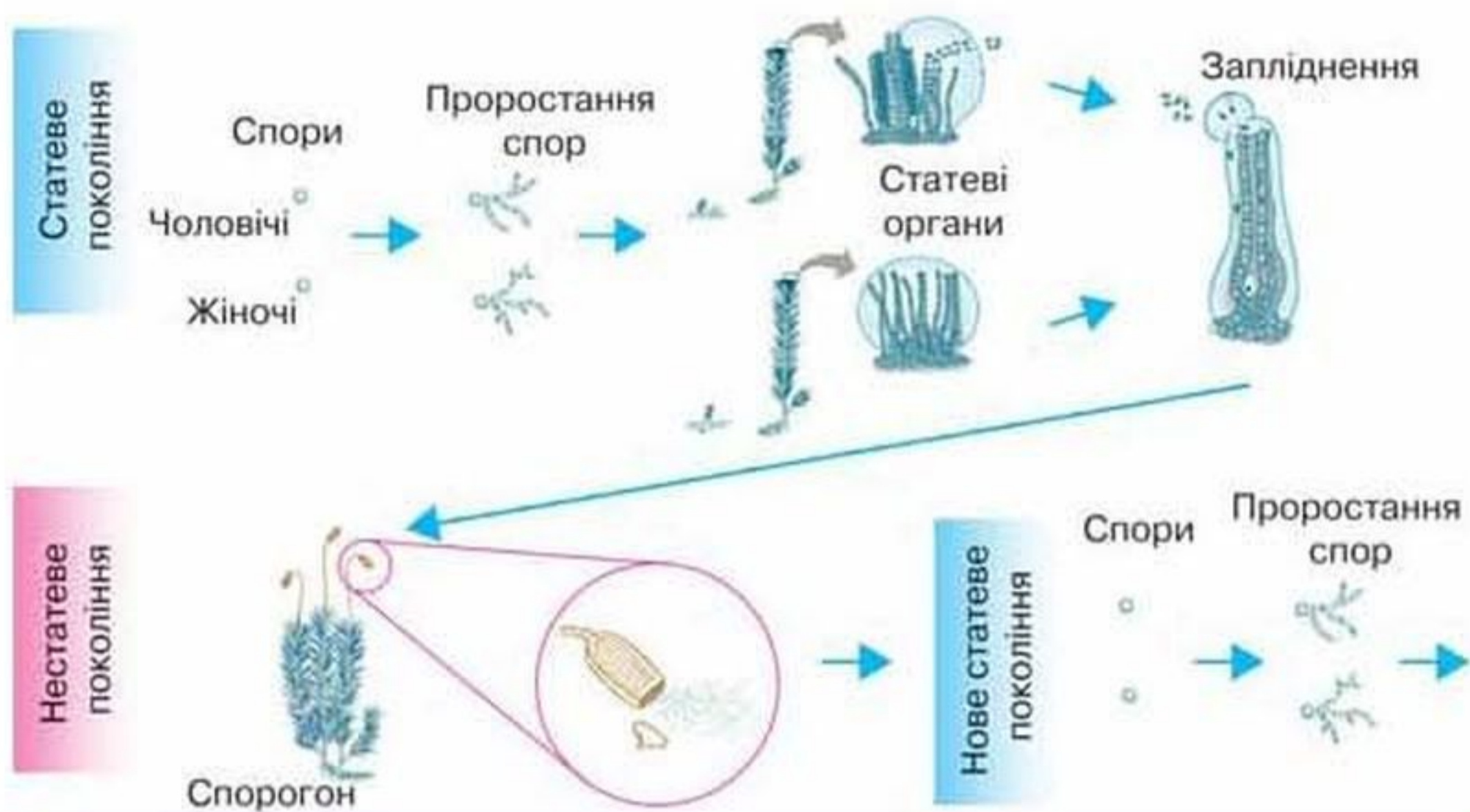
Рослини статевого покоління моху утворюють подушки із щільно розташованих пагонів зі стеблом і листками (власне ті рослини, які у побуті називають мохами). На стеблі при основі пагона розвиваються волоски — ризоїди. На верхівці пагонів зозулиного льону між листками утворюються статеві органи: або чоловічі, або жіночі. Коли падає дощ, його краплі потрапляють на верхівки пагонів і розбризкуються. Разом з бризками чоловічі статеві клітини із джгутиками —

Статеве покоління утворює статеві органи, в яких формуються чоловічі та жіночі статеві клітини.

Нестатеве покоління утворює спори, якими здійснюється нестатеве розмноження.

ваються волоски — ризоїди. На верхівці пагонів зозулиного льону між листками утворюються статеві органи: або чоловічі, або жіночі. Коли падає дощ, його краплі потрапляють на верхівки пагонів і розбризкуються. Разом з бризками чоловічі статеві клітини із джгутиками —

сперматозоїди — потрапляють на жіночі пагони, заплівають у жіночі статеві органи і запліднюють яйцеклітини, в результаті цього утворюються зиготи (мал. 178).

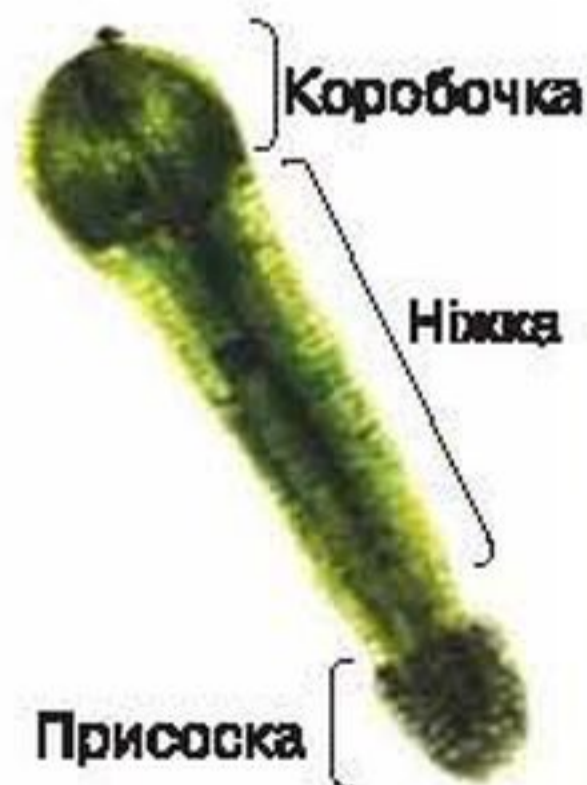


Мал. 169. Розмноження моху зозулин льон

Із зиготи всередині жіночого статевого органа розвивається нестатеве покоління моху — *спорогон*. Тобто він розвивається лише на жіночих пагінцях моху і все життя живиться за їх рахунок. Спорогон складається із присоски, ніжки і коробочки (мал. 170). В коробочці спорогону утворюються спори. Після дозрівання спори виспаються з коробочки і вітер розносить їх на велику відстань. Спора *зозулиного льону* проростає на поверхні ґрунту у сильно розгалужену багатоклітинну зелену чоловічу або жіночу нитку. З часом на цій нитці виникають численні бруньки, з яких розвиваються пагінці нового статевого покоління моху. Таким чином, мохи розмножуються і поширюються за допомогою спор.

Органи, у яких утворюються спори, називають *спорангіями*. У мохів спорангієм є коробочка спорогона.

Дуже цікавим є білий мох або *сфазгнум* (мал. 168, в). Його розгалужені пагони утворюють великі подушки у вологих лісах або суцільні килими на болотах, які, в свою чергу, так і



Мал. 170. Молодий спорогон моху

називають — сфагновими. Живляться такі болота майже чистою водою атмосферних опадів.

У тілі сфагнуму переважають відмерлі клітини. Так, у листках на одну зелену живу клітину припадає до кількох десятків відмерлих клітин, заповнених повітрям. Саме вони створюють враження, що сфагнум має білий колір. У стеблі також розвиваються подібні мертві клітини. Вони дуже добре поглинають рідину. Тому сфагновий мох, як губка, поглинає і утримує багато води.

Килим сфагнуму на поверхні болота перекриває доступ кисню до нижніх шарів води, зменшує її випаровування та теплообмін. Відмерлі частинки лише частково розкладаються з утворенням великої кількості органічних кислот. Окрім того, у сфагнумі містяться речовини, що вбивають бактерії. Тому залишки моху в болоті не перегнивають, а утворюють потужні поклади світлого сфагнового торфу. Сам сфагнум після висушування застосовували як матеріал для перев'язок у медицині. Але зараз цього вже не роблять, бо сфагнові болота досить швидко зникають через забруднені атмосферні опади і тому охороняються в усьому світі.

ВИСНОВКИ

1. Мох не має коренів, їхнє тіло — пластинка або пагін, у деяких випадках із ризоїдами.
2. Будова мохів не забезпечує ефективної регуляції вмісту води в тілі.
3. У мохів основним фотосинтезуючим поколінням є статеве. Нестатеве покоління представлене спорогоном, який живиться за рахунок жіночої рослини статевого покоління.
4. Розмножуються і поширюються мохи спорами.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Мох, ризоїди, спорогон, спорангій, статеве покоління, нестатеве покоління.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які типи зовнішньої будови тіла мохів ви знаєте?
2. Як відбувається статевий процес у мохів?
3. Що таке спорогон? Яка його будова і функції?
4. Чому пагінці зозулиного льону утворюють щільні подушки?
5. Які покоління можна виділити у мохів?

ЗАВДАННЯ

Перепишіть у зошит та продовжіть речення, які описують процес розмноження моху зозулин льон.

Спори утворюються у _____

Із спори розвивається _____

Статеві органи утворюються на _____

Сперматозоїди потрапляють до яйцеклітини _____

Із заплідненої яйцеклітини розвивається _____

В 40. ПЛАУНИ І ХВОЩІ

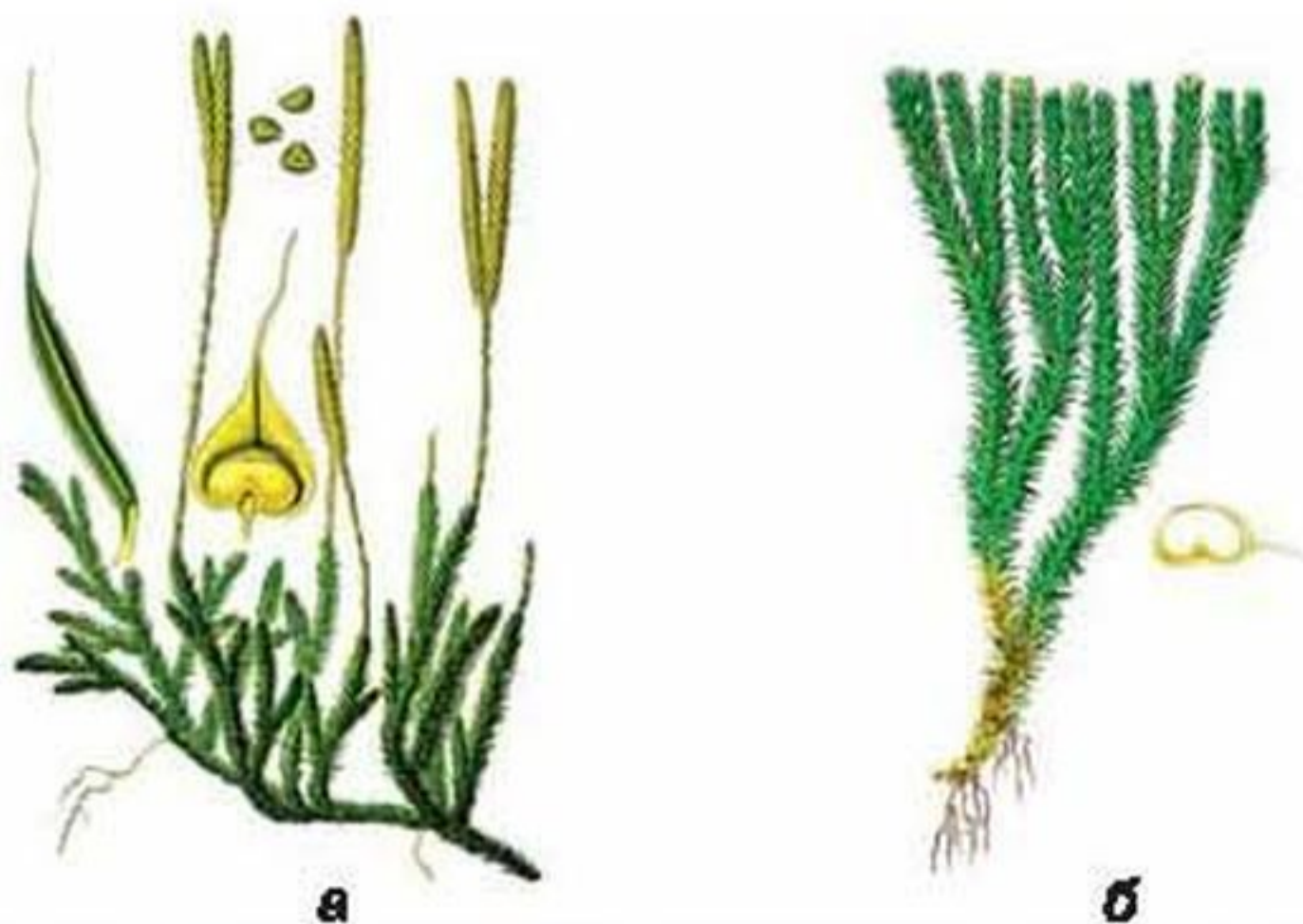


Ви дізнаєтеся про відмінності будови нестатевого і статевого поколінь плаунів і хвощів, їхню різноманітність та особливості життєдіяльності.



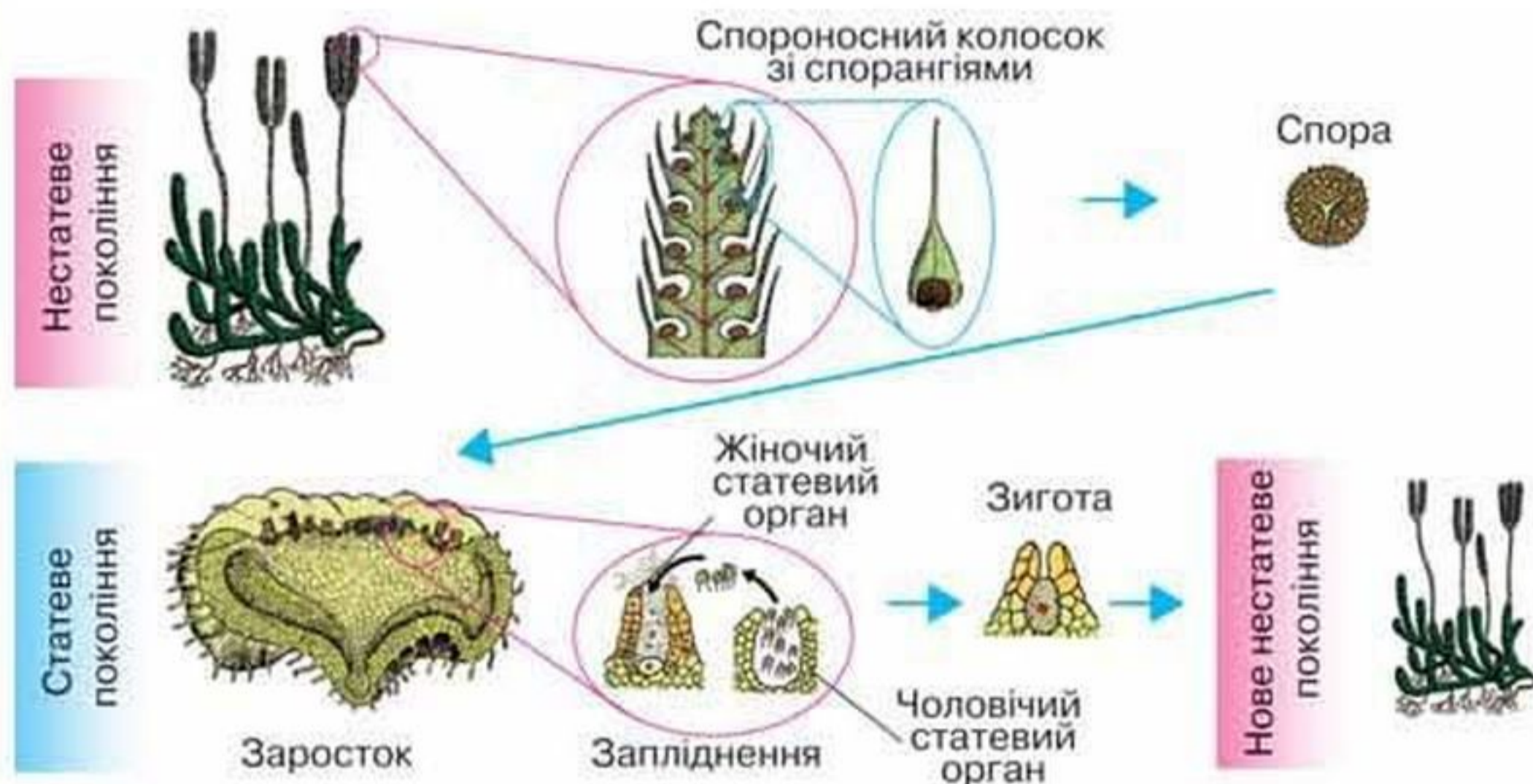
Що таке плаун? Що таке хвощ? Як розмножуються хвощі та плауни?

Плауни мають усі типи для рослин тканини, але системи забезпечення водою і регуляції випаровування води у них менш ефективні, у порівнянні з квітковими рослинами. Тому плауни тяжіють до більш зволжених місць зростання. Близько 400 сучасних видів плаунів поширені на усіх континентах, окрім Антарктиди. Вони мають пагони із дрібними зеленими листками і додаткові корені.



Мал. 171. Плаун булавосподібний (а) і плаун баранець (б)

Розмножуються плауни, подібно до мохів, спорами, які утворюються у спорангіях. У плауна баранця (мал. 171, б) вони розміщені зонами поміж листків звичайних пагонів. У плауна булавоподібного (мал. 171, а) на бічних гілочках утворюються особливі коротенькі пагони, які називають *спороносними колосками*. На цих пагонах розвиваються більш широкі листки, у яких при основі, на верхньому боці, розташований спорангій із спорами (мал. 172). Після досягання спори висипаються. Споросний колосок відмирає.



Мал. 172. Розмноження плауна булавоподібного

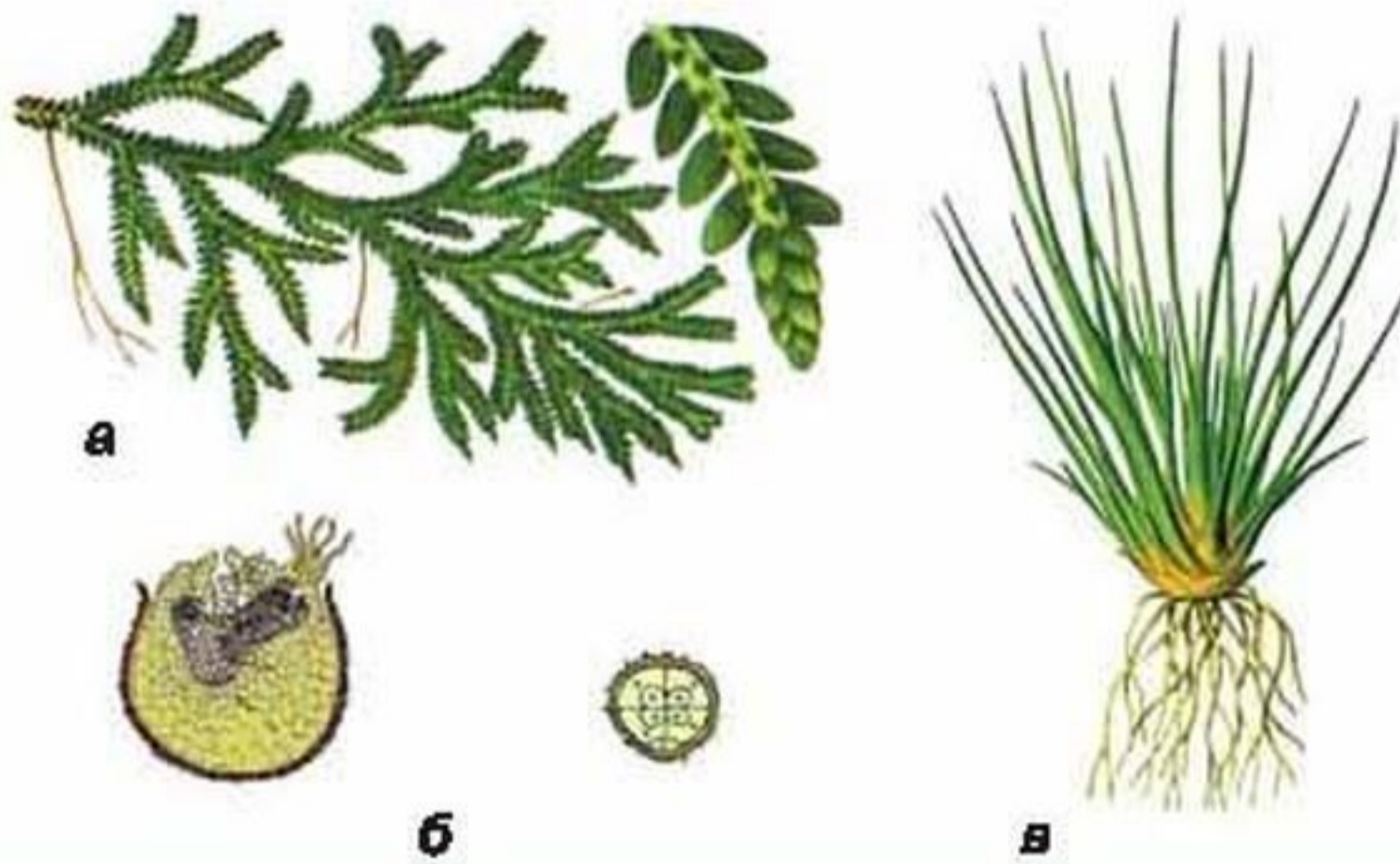
Спори плауна проростають у ґрунті. Вони дають початок невеличкій (кілька міліметрів завдовжки) безбарвній рослині — *заростку*, яка є статевим поколінням. Заросток плаунів живе під землею, має ризоїди і живиться завдяки симбіозу з грибами,

Заросток — статеве покоління рослин, у яких основним фотосинтезуючим є настатеве покоління.

які постачають поживні речовини, розкладаючи органічні речовини ґрунту. На ньому виникають як чоловічі, так і жіночі статеві органи.

Сперматозоїди рухаються плівочкою води, яка завжди вкриває часточки ґрунту і запливають у жіночі статеві органи. Відбувається запліднення. Із зиготи розвивається зародок нового плауна. Від проростання спори до запліднення проходить до 15 років. Тому плауни дуже чутливі до змін у зовнішньому середовищі, які можуть перервати процес їхнього розмноження. Вони є рідкісними рослинами, що охороняються в Україні законом.

«Родичами» плаунів є *плаунок плауноподібний*, який зростає у високогір'ї Українських Карпат, та рідкісна водна рослина Українського Полісся — *молодильник озерний* (мал. 173).



Мал. 173. Плаунок плауноподібний (а — нестатеве, б — статеве покоління)
і молодильник озерний (в)

Для *хвоців* характерні горизонтальні підземні кореневища, від яких відходять додаткові корені, і вертикальні пагони, які з'являються над поверхнею ґрунту. Кожний пагін складається із зеленого стебла, яке виконує функцію фотосинтезу, та з дрібних безбарвних листків. Листки зростаються у трубочку. Ці трубочки утворюють добре помітні вузли, по яких стебло легко розділяється на частини. У оболонках клітин хвоців накопичується дуже багато кремнію, тому вони жорсткі на дотик.

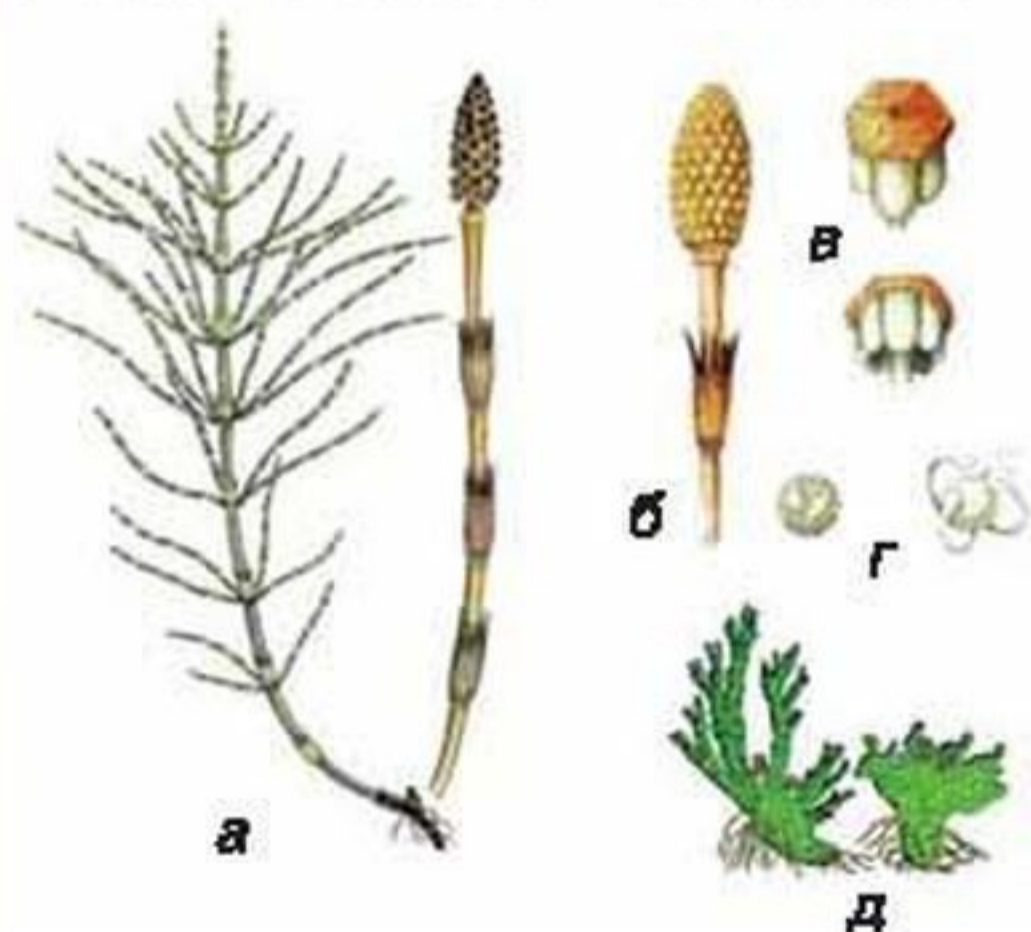
Хвоців у сучасній флорі нараховують до 40 видів. Хвоці, поширені в Україні, — невисокі трав'янисті, але у горах Перу трапляються рослини висотою до 14 метрів. Щоправда, і рідкісний у нас хвоць великий може сягати майже двох метрів.

Рослини, які у побуті називають хвоцями — це нестатеве покоління, яке утворює спори. У *хвоща польового* і *великого* спори утворюються в спороносних колосках, що знаходяться на верхівках нерозгалужених безбарвних пагонів. Ці пагони розвиваються навесні і швидко відмирають після розсіювання спор.

Спори хвоців мають додаткову оболонку із двох спіралью закручених довкола них стрічок. Ці стрічки при підсиханні розкручуються і заплітаються так, що спори розсіюються не відокремлено, а групами. Це дуже важливо! На поверхні ґрунту спори швидко проростають і утворюють статеве покоління — зелені чоловічі та жіночі заростки, які мають вигляд маленьких, розсічених на дрібні доплаті пластинок. У статевих органах на чоловічих заростках утворюються сперматозоїди, а на жіночих — яйцеклітини.

Після дощу або випадання роси сперматооїди по плівочці води підпливають до яйцеклітин і запліднюють їх. Далі із зиготи швидко розвивається новий молодий хвощ.

Хвощі, які поширені в Україні, арастають у лісах, на луках і болотах, а також напівзанурено на невеликій глибині у водоймах. Деякі з них (наприклад, *хвощ великий*) є рідкісними рослинами і підлягають охороні, а інші (наприклад, *хвощ польовий*) стали злісними бур'янами (мал. 174). Найбільш надійний спосіб позбавитися від цього бур'яну — систематичне анищення надземних пагонів (для виснаження кореневищ). Завдяки наявності кремнію в оболонках клі-



Мал. 174. Хвощ польовий:
 а — вегетативний і спороносний пагін;
 б — спороносний колосок;
 в — спорангій на щиткоподібних листках;
 г — спори; д — статеве покоління

тин хвощ використовували для пліфування різноманітних виробів, а сучасні туристи успішно відмивають пагонами хвощів свої казанки. Хвощі використовують також і як лікарські рослини.

Сучасні плауни і хвощі у нашій флорі — це лише нечисленні нащадки дуже різноманітних у далекому минулому груп рослин. Багато мільйонів років тому їхні «родичі» сягали 30–40 метрів заввишки і утворювали ліси, які вимерли із похолоданням клімату. Їхні чисельні рештки разом із валишками папоротей утворили поклади кам'яного вугілля.

ВИСНОВКИ

1. Плауни і хвощі мають пагони із листками і додаткові корені.
2. У плаунів і хвощів основним фотосинтезуючим поколінням є нестатеве, а статеве — представлене заростком, який утворює статеві органи і забезпечує статевий процес.
3. Заросток плаунів утворює чоловічі і жіночі статеві органи, живе під землею, живиться завдяки співіснуванню із ґрунтовими грибами і має тривалий період розвитку.
4. Заросток хвощів — надземний, фотосинтезуючий, утворює чоловічі або жіночі статеві органи і має короткий період розвитку.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Плауни, хвощі, заросток, спороносний колосок.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Яка будова пагонів плаунів?
2. Де розвиваються спорангії плаунів?
3. Які особливості будови і розвитку заростків плаунів?
4. Які рідкісні види плаунів та їх «родичів» вам відомі?
5. Яка будова пагонів хвощів?
6. Де розвиваються спори хвощів і які особливості їхньої будови?
7. Які особливості заростків хвощів?
8. Чи є серед хвощів України рідкісні види?
9. Які хвощі є бур'янами і які існують способи боротьби з ними?

ЗАВДАННЯ

1. Заповніть у зошиті таблицю.

Ознака	Плаун	Хвощ
Вегетативні органи		
Місце знаходження спорангіїв		
Спосіб життя заростку		
Які статеві органи знаходяться на заростку		

2. Дайте відповідь на запитання:
Які спільні та відмінні риси будови і розмноження у плауна і хвоща?

§ 41. ПАПОРОТІ

Ви дізнаєтеся про різноманітність папоротей, особливості будови їхніх нестатевих і статевих поколінь та розмноження.



Які бувають папороті і як вони розмножуються? Чи можна знайти квітку папороті?

Папороть складається з пагонів і коренів (мал. 175). Листки більшості папоротей великі і сильно розсічені. Вони, на відміну від листків інших рослин, мають тривалий верхівковий ріст, а тому скручені



Мал. 175. Чоловіча папороть

равлякоподібно для закисту верхівкової точки росту. Система водопостачання і регуляції випаровування папоротей менш ефективна ніж у квіткових рослин, тому вони потребують достатнього зволоження. У сучасних папоротей немає бічних твірних тканин.

Папоротей у сучасній флорі Землі близько 10 тис. видів. Особливо багато їх у вологих тропічних країнах. Це дуже різноманітні рослини. В Південній Америці й у Новій Зеландії зростають деревоподібні папороті, які навіть можуть утворювати ліси. Переважно тропічні і субтропічні види можуть бути витканими рослинами і використовувати як опору

гілки і стовбури дерев. Деякі папороті оселяються на скелях або стінах будинків у містах. Але більшість видів зростає у лісах і на луках. Лише небагато видів пристосувались до напівводного або водного способу життя у прісних водоймах.

Поширені в Україні папороті мають кореневища. У частини видів вони вкорочені та майже вертикальні, а листки зібрані у дійкоподібні розетки, що можуть сягати навишки більш ніж півтора метра (чоловіча папороть (мал. 175), жіноча папороть, страусник (мал. 178, б)). Кореневища інших папоротей горизонтальні та силь-



Мал. 176. Розмноження чоловічої папороті

но видовжені, листки на них розташовані часто на великій відстані один від одного так, що поодинокі стирчать із землі, як у папороті орляка (мал. 178, а), букової папороті (мал. 178, в), голокучника.

На прикладі дуже поширеної чоловічої папороті (щитника чоловічого) зручно розглянути розмноження цих рослин (мал. 176). На нижній поверхні листків дорослих рослин чоловічої папороті помітні групи прикритих плівчастим захисним покривом спорангіїв.

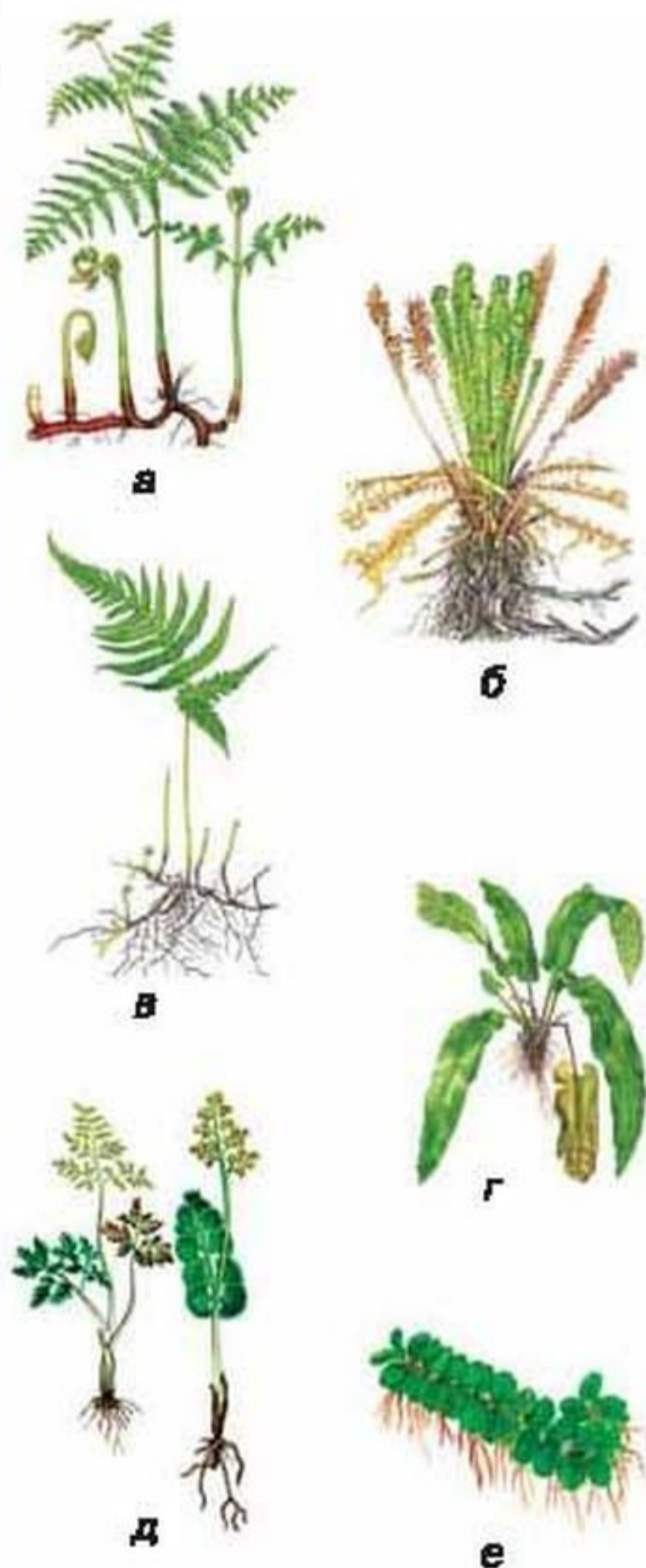


Мал. 177. Заросток чоловічої папороті

Коли спори чоловічої папороті досягають — спорангій різко розкривається. При цьому мікроскопічні спори викидаються на відстань у декілька сантиметрів. Їх підхоплює вітер і розносить на значну відстань. Щоб прорости, спора повинна потрапити на вологий ґрунт. Вона дасть початок невеличкій тоненькій зеленій пластинці серцеподібної форми — заростку папороті (мал. 177). З нижнього боку заростку розташовані ризоїди, якими він прикріплюється до ґрунту і поглинає воду. Заростки чоловічої папороті невеличкі, до півтора сантиметра завдовжки, і недовговічні. Тому їх нелегко знайти у природі, але часом можна побачити на схилах вологих ярів без трав'яного покриву.

На сформованому заростку на нижньому боці розвиваються чоловічі та жіночі статеві органи. У чоловічих статевих органах утворюються численні рухливі чоловічі статеві клітини — сперматозоїди. У кожному жіночому статевому органі розвивається лише одна яйцеклітина. Після дощу або сильної роси між нижньою поверхнею заростку і ґрунтом виникає тоненька плівочка води. Нею сперматозоїди рухаються до яйцеклітини. Вони приваблюються речовинами, які виділяє жіночий статевий орган. Один із сперматозоїдів запліднює яйцеклітину.

Зигота проростає у нову рослину нестатевого покоління. Вона спочатку отримує поживні речовини лише із тканин заростку, далі утворює перший корінь, який занурюється у ґрунт. Розгортається перший листок. Але молода рослина нестатевого покоління папороті зберігає зв'язок із заростком аж доки він повністю не відірве.



Мал. 178. Різноманітність папоротей:
 а — орляк; б — страусник;
 в — букова папороть; г — листовик;
 д — вужачкові папороті; е — сальвінія

«Родичі» чоловічої папороті дуже різноманітні. Їх розпізнають за особливостями розташування та будови спорангіїв та їх груп. Серед інших вирізняється декоративна папороть *страусник* (мал. 178, б), у якої спорангії розвиваються лише на особливих листках, обриси яких нагадують перо страуса. А от вегетативні листки недосвідчений спостерігач може не відрізнити від листків чоловічої папороті. У *листовика* (мал. 178, г), який зростає на багатих крейдою ґрунтах в букових лісах, листкова пластинка не розсічена. В Україні у лісах, на скелях і луках трапляються дуже цікаві *вужачкові папороті* (мал. 178, д). Їхнє кореневище щороку утворює лише один невеликий листок. У водоймах можна побачити рідкісну папороть *сальвінію* (мал. 178, е). Її пагони мають кілька вузлів, в яких розташовуються по три листки. Два з них овальні, цілісні, плавають на поверхні води. Вони є фотосинтезуючими. Третій листок — бурий, розсічений на волосисті ниткоподібні частини і занурений у товщу води. Корені у сальвінії відсутні.

Сучасні папороті не мають великого значення у господарській діяльності людини, хоча у недалекому минулому із них виготовляли ліки проти глистів. Молоді листки *орляка* (мал. 178, а) можна використовувати в їжу. Їх з цією метою навіть експортують у Японію. Багато тропічних видів папоротей — це чудові декоративні рослини для озеленення приміщень.

1. У папоротей основним фотосинтезуючим є нестатеве покоління. Воно представлене великими особинами з коренями і пагонами. Статеве покоління — це заросток.
2. Для листків папоротей характерний тривалий верхівковий ріст. Тому молоді листки скручені равликоподібно для захисту верхівкової точки росту.
3. Папороті поширюються і розмножуються спорами, які виникають в органах нестатевого розмноження (спорангіях) на нижньому боці листків.
4. Статевий процес у папоротей відбувається за допомогою сперматозоїдів і яйцеклітин, які розвиваються у статевих органах на заростку. Для запліднення необхідна вода.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Папороть.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Де поширені сучасні папороті, в яких умовах вони зростають?
2. У чому особливість листків папоротей?
3. Як відбувається нестатеве розмноження папоротей спорами?
4. Що виростає із спори папороті?
5. Де утворюються статеві клітини папоротей і які умови необхідні для запліднення?
6. Що розвивається із заплідненої яйцеклітини папороті?
7. Які сучасні папороті використовує людина та з якою метою?

ЗАВДАННЯ

1. Продовжіть у зошиті заповнення таблиці із попереднього параграфа.

Озонак	Плаун	Хвощ	Чоловіча папороть
Вегетативні органи			
Місце знаходження спорангіїв			
Спосіб життя заростку			
Які статеві органи знаходяться на заростку			

2. Дайте відповідь на запитання.
Які спільні та відмінні риси будови і розмноження у чоловічої папороті з плауном і хвощем?



Ви дізнаєтеся про те, що таке голонасінні рослини, чим вони відрізняються від покритонасінних і наскільки вони різноманітні.



Чи усі голонасінні є хвойними? Чому ялина вічнозелена? Де росте тис ягідний?

Для голонасінних характерні ті самі вегетативні органи, що і для квіткових рослин, але вони не мають квітки, а отже, і маточки із приймочкою та плода.



Мал. 179. Сосна звичайна

Шишка — видозмінений вкорочений пагін голонасінних, який утворює пилкові мішки або насінні зачатки.

Представників голонасінних у сучасній флорі Землі небагато, близько 800 видів. Усі вони без виключення — деревні рослини (дерева і куці). Поширені голонасінні на усіх континентах, окрім Антарктиди, та в усіх кліматичних зонах, у посушливих, помірно зволжених і надмірно вологих місцевостях. Вони утворюють тайгу Сибіру, хвойні і мішані ліси Європи та Азії і навіть ліси в горах Південної Америки. Жодний представник голонасінних не живе у водному середовищі.

Поширюються і розмножуються голонасінні насінинами. Розглянемо цей процес на прикладі сосни звичайної (мал. 179). У сосни немає квіток, але утворюються шишки. На верхівках молодих пагонів помітні невеликі цьогорічні жіночі шишки

червоноуватого кольору. На старших гілках можна побачити зелені минулорічні шишки, що мають довжину кілька сантиметрів. На позаминулорічних гілках ви знайдете коричневі й сухі шишки. На деяких молодих пагонах знаходяться дрібні чоловічі шишки жовтого кольору.

Шишка складається з вісі та лусок. Шишки бувають жіночими та чоловічими. На лусках жіночих шишок сосни утворюються по



Мал. 180. Розмноження сосни звичайної

два насінних зачатки. Луски чоловічих шишок мають пару пилкових мішків, де розвивається пилок.

На початку літа першого року існування жіночої шишки її насінні зачатки не готові до запліднення, а тільки — до запилення (мал. 180). У цей час луски шишки розходяться. У пилкових мішках чоловічих шишок утворюються пилкові зерна, в оболонках яких є два повітряні мішки. Вітер розносить пилок. Пилкові зерна прилипають до крапельки води, що виступає з насінного зачатка. Пилкове зерно проростає — утворює пилкову трубку, що вростає в насінний зачаток. Після запилення луски жіночої шишки закриваються, шишка вкривається смолою і набуває зеленого кольору.

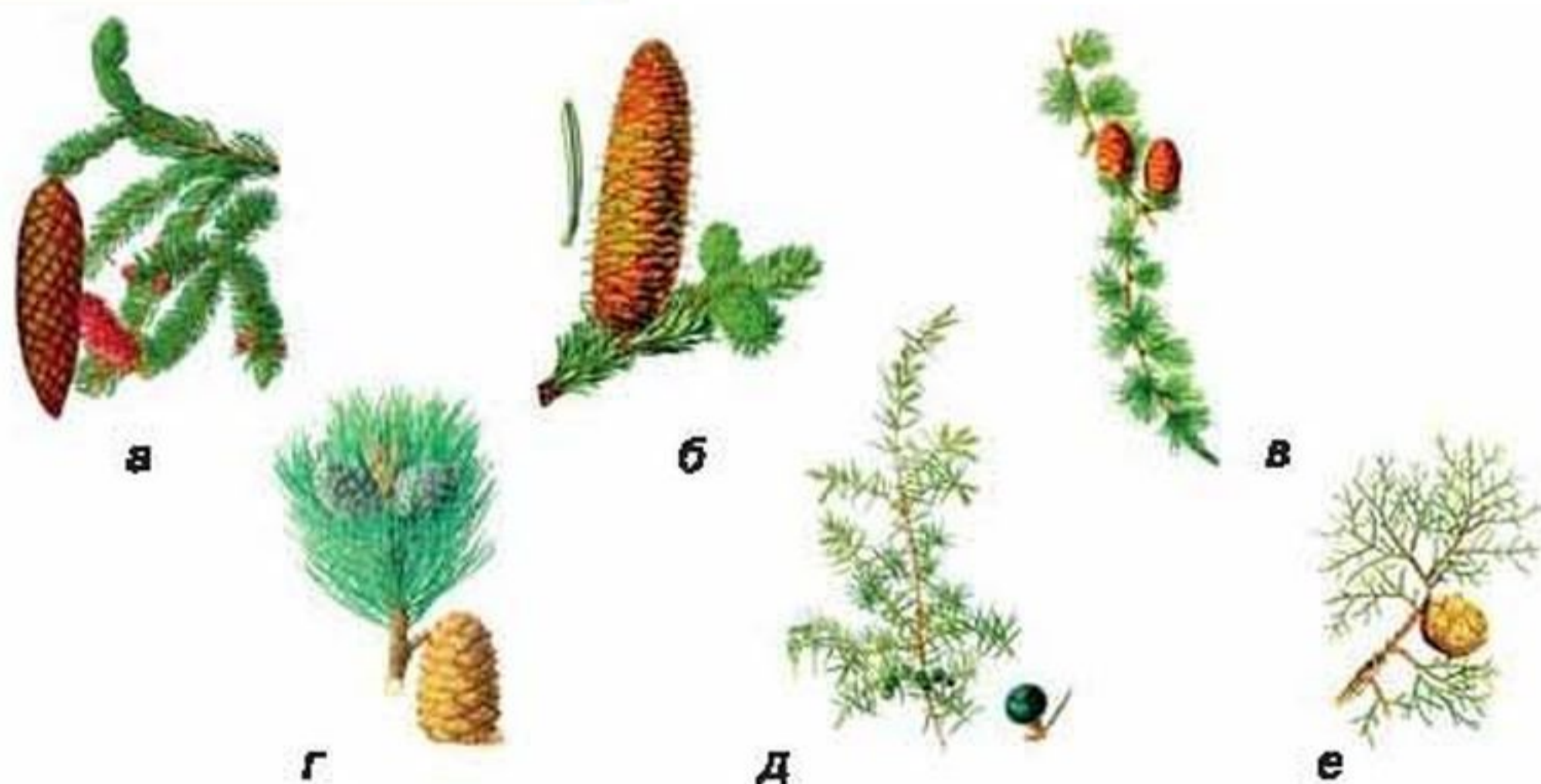
Наступного року в жіночих шишках у насінному зачатку утворюється особлива тканина — *ендосперм голонасінних*. З частини її клітин утворюється кілька жіночих статевих органів із яйцеклітинами, решта клітин запасає поживні речовини. У пилкових трубках утворюється по два *спермії*. Пилкова трубка доростає до яйцеклітини, розривається, і один із сперміїв запліднює яйцеклітину. Із зиготи розвивається зародок майбутньої сосни. Залишки покриву насінного зачатка, зародок та ендосперм утворюють молодую насінину.

На початку весни третього року насінини повністю досягають. Тоді шишки висихають, набувають коричневого кольору і розкриваються, висипаючи зрілі насінини. У *сосни звичайної* вони мають півчате крило, яке сприяє поширенню вітром. У інших голонасінних запилення, запліднення і досягання насінин можуть відбуватися протягом одного року.

Більшості з вас голонасінні рослини відомі як хвойні дерева та кущі (мал. 181). Вони мають голкоподібні листки — хвоїнки. У лісових насадженнях помірного клімату найчастіше зустрічаються *сосна*, *ялина*, *ялиця* і *можрина*. Вони дають цінну деревину, а та-

Хвоїнка — голкоподібний видозмінений листок голонасінних.

кож живицю — смолу, яка накопичується у спеціальних каналах у деревині.



Мал. 181. Хвойні: а — ялина; б — ялиця; в — можрина європейська; г — сосна кедрова; д — ялівець звичайний; е — кипарис

Небезпечним представником голонасінних є *тис азійський* (мал. 182), природні насадження якого ще збереглись у Карпатах. Ця рослина має багато декоративних форм, які можуть бути як невеликими деревами, так і кущами. Вони витримують значне затінення. Тис не утворює жіночих шишок. Його чорні насінини розвиваються на верхівках коротеньких пагонів, а при основі мають чашоподібний соковитий придаток червоного кольору. Цей при-



Мал. 182. Тис азійський

даток приваблює птахів, які разносять насіння. Але в цієї рослини слід бути дуже обережними, оскільки в усіх її частинах багато отруйних речовин.

Однак голонасінні дуже різноманітні і окрім хвойних рослин представлені багатьма іншими, що описані в рубриці «Для допитливих» наприкінці цього параграфа.

1. Голонасінні — різноманітна група рослин, яка відіграє важливу роль у природі й житті людини.
2. Голонасінні мають ті самі вегетативні органи, що і квіткові рослини, але у них відсутня квітка, а отже, і маточка із приймочкою та плід.
3. Під час запилення насінний зачаток голонасінних вловлює пилок за допомогою крапельки води, яку він виділяє.
4. У більшості видів голонасінних спермії транспортує до яйцеклітини пилкова трубка.
5. Ендосперм голонасінних розвивається до запліднення, подвійного запліднення немає.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Голонасінні, шишка, хвоїнка.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Як людина використовує голонасінні?
2. Яку будову мають шишки сосни?
3. Коли і як відбувається запилення у сосни?
4. Де і коли утворюються яйцеклітини сосни?
5. Як і коли запліднюється яйцеклітина сосни?
6. Які види хвойних ви знаєте?

ЗАВДАННЯ

Згадайте, як відбувається розмноження папоротей і квіткових рослин. Заповніть у зошиті таблицю.

Ознака	Група рослин		
	Папороті	Голонасінні	Квіткові рослини
Місце утворення чоловічих і жіночих статевих клітин			
Наявність чи відсутність пилку і запилення			
Необхідність води для запилення			
Необхідність води для запліднення			
За допомогою чого поширюються			

Проаналізуйте таблицю. Що спільного за цими ознаками у голонасінних із папоротями і квітковими рослинами? Яка група рослин найменше, а яка найбільше пристосована до умов суходолу?

Голонасінні, які не мають хвої

У наших парках часом можна побачити *Гінго дволопатеве* (мал. 183). До льодовикового періоду цей вид мав практично всесвітнє поширення, але зараз природні ліси гінго можливо збереглись у деяких районах Китаю. Це дерево може сягати 40 м заввишки. Воно має в'ялоподібні, часто дволопатеві листки із вильчастим жилкуванням. Насінини у гінго великі, із соковитим жовто-оранжевим зовнішнім шаром покриву, розміром і виглядом нагадують кістянки аличі. В листках гінго багато корисних сполук, які використовують для лікування захворювань судин ніг, серця і мозку людини.

Саговик (мал. 184) поширені у тропіках і субтропіках, у вологих лісах і напівпустелях Африки, Америки, Азії і Австралії. Ці рослини подібні до пальм — із масивним, майже не розгалуженим стовбуром і великими розсіченими листками. Саговик використовують в озелененні приміщень і їх часто плутають із пальмами.

Оболонконасінні мають додатковий покрив довкола насінини (мал. 185). В степовій зоні України зростає невеличкий кущик *ефедря*. Ця рослина дала назву речовині, яку використовують в медицині — ефедрину. Найближчими родичами ефедрі є *гнетуми* — дерева і ліани вологих тропіків із широкими листками, а також майже фантастична рослина — *вельвічія дивовижна* із пустель південно-західної Африки. Вельвічія має лише два листки, які наростають в основі й поступово руйнуються на кінцях протягом усього життя рослини, вік якої може перевищувати 1000 років.



Мал. 183. Гінго дволопатеве (пагір з листками та насінинами)



Мал. 184. Саговик (рослина з чоловічою шишкою)



в



б



в

Мал. 185. Оболонконасінні: а — ефедря; б — гнетум; в — вельвічія

§ 43. ПОКРИТОНАСІННІ.

ДВОДОЛЬНІ ТА ОДНОДОЛЬНІ ПОКРИТОНАСІННІ



Ви дізнаєтеся, що таке покритонасінні, про те, що таке дводольні і однодольні покритонасінні.

У попередній темі ви дізналися про основні риси будови, життєдіяльність та розмноження квіткових рослин. Усі вони називаються квіткові або покритонасінні. Це значить, що їхні насінні зачатки глибоко сховані у порожнині зав'язі, а пилок під час запилення вловлює приймочка маточки. Вони мають зародковий мішок і їм притаманне подвійне запліднення. Покритонасінні поширені на усіх континентах, навіть в Антарктиді, зростають в усіх кліматичних зонах. Їх нараховують близько 250 тис. найрізноманітніших видів. Ці рослини заселяють найбільш посушливі пустелі і помірно зволожені території, трапляються на болотах і в прісних водоймах, а деякі (наприклад, морська трава) навіть пристосувалися зростати на морському дні, при цьому морська вода навіть переносить їхні пелюві зерна.

Покритонасінні — це насінні рослини, у яких пилок вловлює приймочка маточки.

У квіткових рослин є насіннини із зародками, які містять дві або одну сім'ядолі. З цією ознакою пов'язана ціла низка інших особливостей. Тому покритонасінні поділяють на дводольні і однодольні.

Корінь. У більшості дводольних головний корінь живе тривалий час, а тому їхня коренева система має один найпотужніший корінь, від якого відходять менш потужні бічні корені. Головний корінь однодольних рано відмирає, тому їхня коренева система зазвичай складається з багатьох однаково розвинених коренів.

Листок. У листків дводольних зазвичай невелика листкова основа, часто є прилистки, добре розвинений черешок і листкова пластинка із пальчастим або шірчастим жилкуванням. Листки однодольних часто мають основу у вигляді піхви, що оточує стебло, в переважній більшості без прилистків і черешка, з овальною або стрічкоподібною листковою пластинкою, дугоподібним або паралельним жилкуванням.

Стебло. На поперечному зрізі стебла дводольних провідні пучки розташовані кільцем, є серцевина. Для них типове утво-

рення камбію і потужне потовщення. Тому серед дводольних багато як трав, так і дерев. Натомість провідні пучки *однодольних* розкидані майже по усьому поперечному зрізі стебла. Часом в центрі можна розпізнати серцевину, але у деяких однодольних, наприклад алаквів (*бамбук, пшениця, жито*) на місці серцевини виникає велика повітряна порожнина. Камбій у однодольних не утворюється. Це — переважно трави. Дерев до цієї групи належить небагато: це — *пальми, алое або драцени*.

Квітка. Для багатьох *дводольних* характерні квітки, у яких частини розміщені колами, в кожному з яких по чотири або п'ять листочків оцвітини, тичинок чи плодолистків, з яких складається маточка. А у типової квітки *однодольних* кола тричленні. Квітки із великим і невизначеним числом частин трапляються як серед дводольних, так і серед однодольних.

Дводольних покритонасінних у флорі Землі нараховують близько 180 тис. видів, а близько 70 тис. видів покритонасінних мають зародок з однією сім'ядолею і належать до однодольних.

ВИСНОВКИ

1. Покритонасінні — найбільша за обсягом група рослин, яка найбільш поширена у різноманітних умовах існування.
2. Характерними рисами покритонасінних є квітка, плід, вловлювання шелку приймочкою маточки, зародковий мішок, подвійне вапліднення, ситоподібні трубки.
3. Покритонасінні рослини за сукупністю ознак можна поділити на дводольні і однодольні.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Покритонасінні, дводольні, однодольні.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Які основні ознаки покритонасінних?
2. За якими ознаками покритонасінні поділяють на дводольні і однодольні?
3. Скільки видів покритонасінних, дводольних і однодольних існує в природі?

ЗАВДАННЯ

Порівняйте ознаки дводольних і однодольних покритонасінних, відомості про їхні особливості занесіть у таблицю в зошиті.

Ознака	Дводольні	Однодольні
Число сім'ядолей у зародка насінини		
Життєві форми		
Внутрішня будова стебла		
Жилкування листка		
Тип кореневої системи		
Число частин квітки		

§ 44. ПРИНЦИПИ БІОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМАТИКИ І РІЗНОМАНІТНІСТЬ ПОКРИТОНАСІННИХ



Ви дізнаєтесь, як класифікують живі організми та про різноманітність покритонасінних.

Рослини надзвичайно різноманітні. Різноманітність живих організмів вивчає особлива наука — *біологічна систематика*, а розділ систематики, присвячений різноманітності рослин, називається *систематикою рослин*. Карл Лінней (мал. 186) вперше відобразив знання про різноманітність організмів у формі класифікації, у якій види розподілені у підпорядковані одна одній групи. Кожному рівню такої класифікації він дав свою назву. У сучасній систематиці рослин прийняті такі основні рівні класифікації:

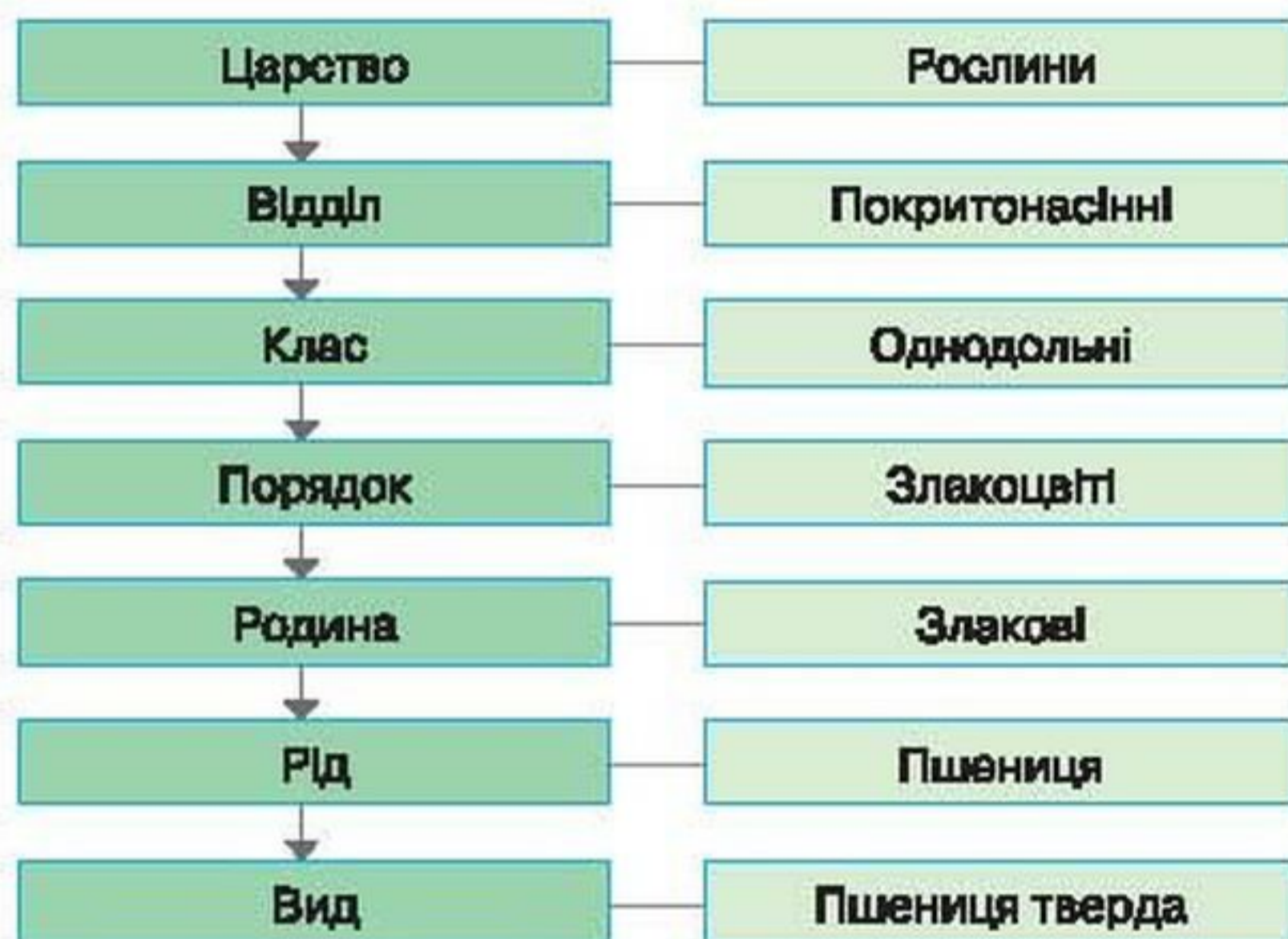
- царство;
- відділ;
- клас;
- порядок;
- родина;
- рід;
- вид.

Біологічна систематика — це наука про різноманітність живих організмів.



Мал. 186. Карл Лінней (1707–1778)

Групи видів у біологічній системі встановлюють за сукупністю всіх ознак рослини. Покритонасінні є одним із відділів царства рослин. У цьому відділі виділяють два класи — дводольні і однодольні. На малюнку 187 ви бачите положення в біологічній системі добре відомої рослини — *пшениці твердої*.

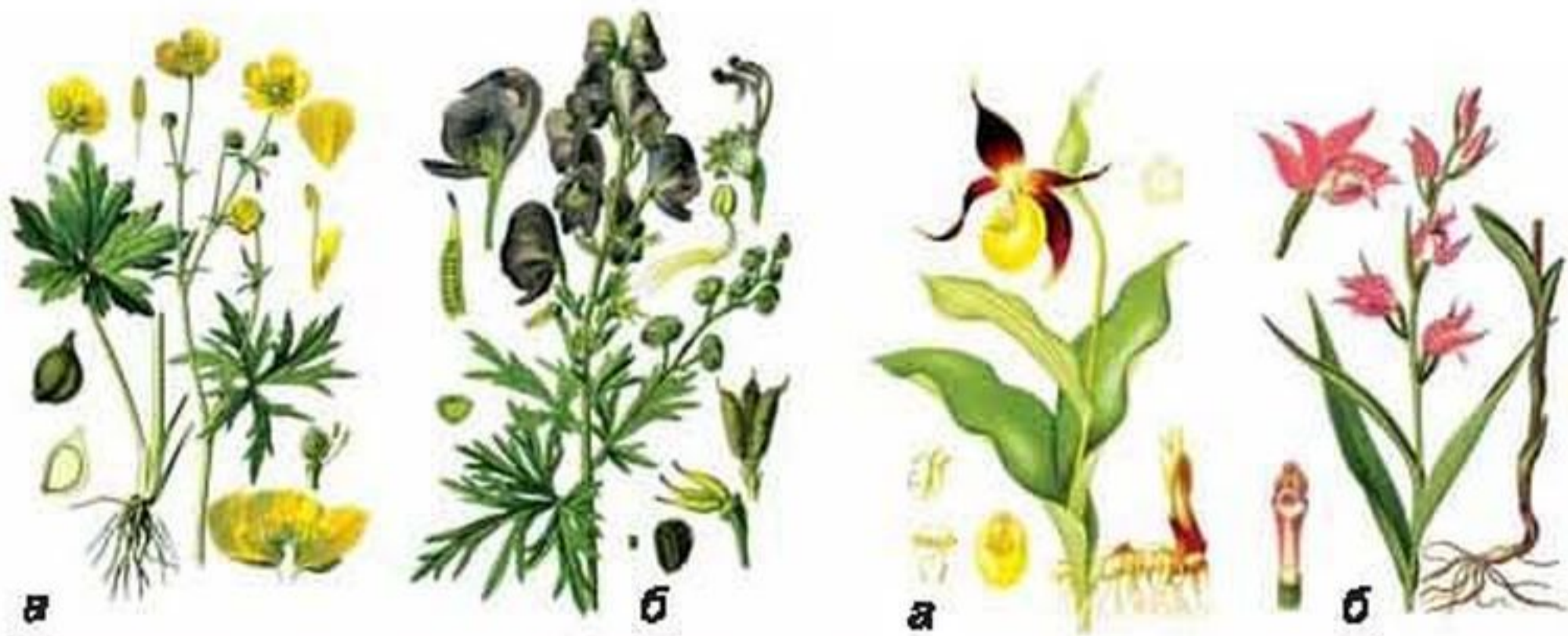


Мал. 187. Місце пшениці твердої у системі організмів

До основних родин дводольних покритонасінних належать *жовтецеві* (мал. 188), серед яких багато отруйних і лікарських рослин, а також бур'янів. Представники інших родин дводольних зображені на форзаці. Серед них багато декоративних, лікарських рослин, плодово-ягідних культур і бур'янів, які належать до родини *розових*. *Бобові* широко відомі як сільськогосподарські культури із високим вмістом білків у насінинах. Багато овочевих і технічних культур серед *хрестоцвітних*. Відома усім картопля належить до *пасльобових*. Але слід пам'ятати, що у цій родині багато отруйних видів. Найбільша родина дводольних — *складноцвіті*, яка отримала свою назву за суцвіття-кошики, які ззовні нагадують квітки.

Навіть огляд невеликої частки груп дводольних рослин свідчить про їхню надзвичайну різноманітність і велике значення для людини.

До найпоширеніших родин однодольних, які теж зображені на форзаці, належать *лілійні* із типовою для класу дуже красивою квіткою і підземними запасючими органами — цибулинами.



Мал. 188. Жовтецеві:
а — жовтець їдкий; б — борець

Мал. 189. Орхідні: а — венерині черевички;
б — буянка червона

Найбільша родина однодольних та усіх покритонасінних — *орхідні* (мал. 189), поширених не лише у тропічних країнах, але й у нас. Серед її представників багато рідкісних видів. В тропіках людина широко використовує у господарській діяльності і як джерело продуктів харчування *пальми*. А до *злаків* належать основні зернові культури світу, серед них багато кормових трав і бур'янів.

ВИСНОВКИ

1. Біологічна систематика вивчає різноманітність організмів і класифікує їх за сукупністю усіх ознак.
2. Основними рівнями класифікації рослин є царство, відділ, клас, порядок, родина, рід і вид.
3. Дводольні і однодольні є класами відділу покритонасінних, який належить до царства рослин.
4. Представники родин покритонасінних є джерелом сировини для промисловості, основою сільськогосподарського виробництва і джерелом продуктів харчування, лікарської сировини. Але серед них багато отруйних рослин і бур'янів.

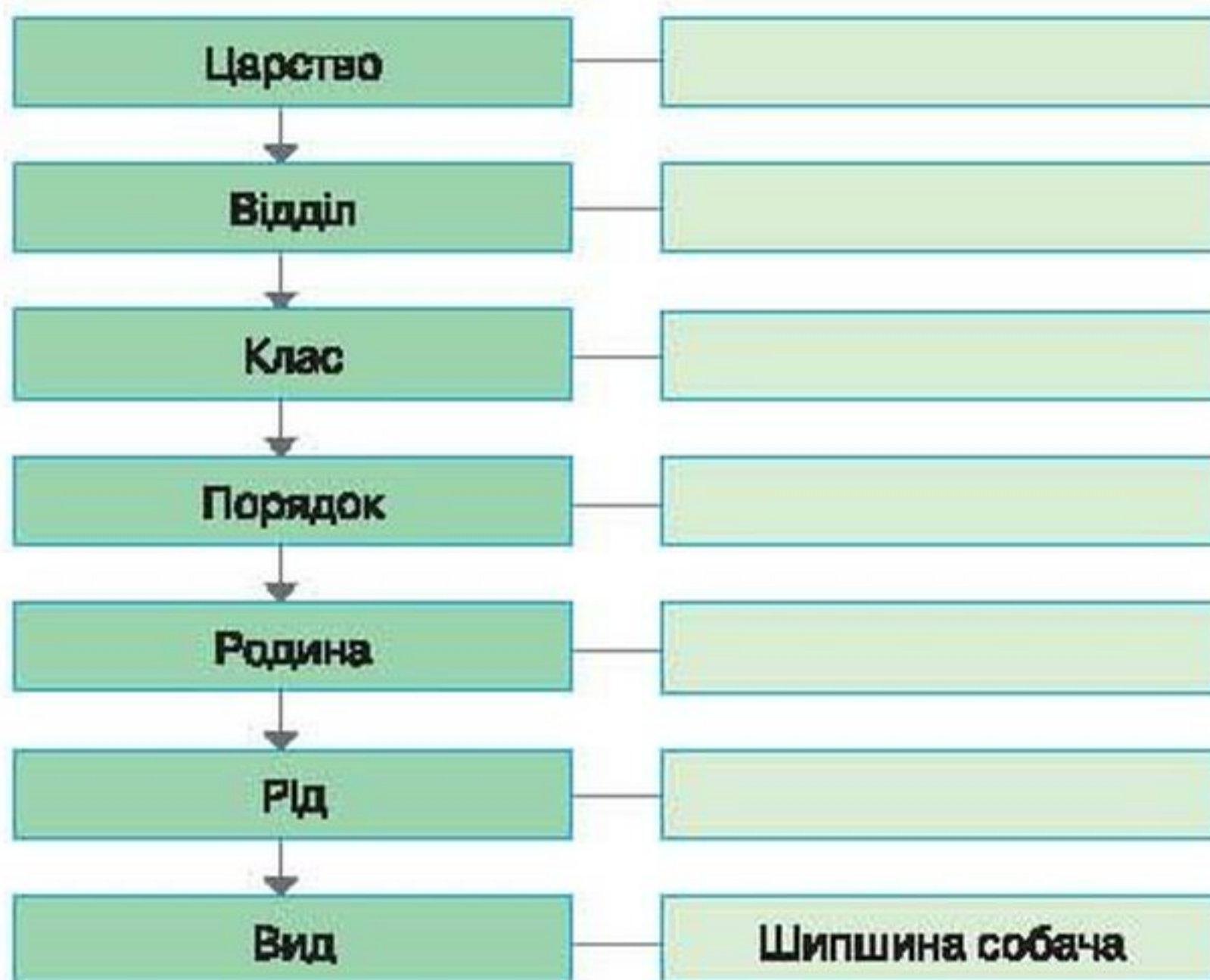
ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Біологічна систематика.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що вивчає біологічна систематика?
2. Які рівні класифікації рослин ви знаєте?
3. Яке значення в житті людини мають представники дводольних?
4. Яке значення в житті людини мають представники однодольних?

За зразком на малюнку 192 визначте положення шипшини собачої у системі рослинних організмів і заповніть пропуски у схемі, яку попередньо відтворіть у зошиті.



В 45. ЕКОЛОГІЧНІ ГРУПИ І ЖИТТЄВІ ФОРМИ РОСЛИН



Ви дізнаєтеся про те, як розрізняються рослини за ступенем їхньої залежності від основних факторів середовища, а також, що таке життєва форма рослини і якими вони бувають.



За рахунок чого рослини не вмирають на сонці та у воді? Скільки живе рослина (будь-яка)? Чи довго живе трава? Як рослини виживають взимку?

Екологічні фактори. Неповторність зовнішнього вигляду та будови кожного виду організмів є відображенням тривалого процесу його пристосування до конкретних умов середовища. **Умови середовища** — це комплекс, у якому можна розрізнити багато компонентів, які пов'язані з кліматом, ґрунтом, рельєфом, а також наявними видами живих організмів та взаємодією між ними. Кожний з таких компонентів, який впливає на живий організм, у тому числі і на рослини, називають **екологічним фактором**.



Мал. 190. Посухостійкі рослини випаровують мало води завдяки наявності потовщеної кутикули. Крім того, костриця (ліворуч) зменшує випаровування завдяки вузьким згорнутим у трубочку листкам, а сухолюбне молодило (праворуч) в листках запасує воду

Екологічні групи. Екологічних факторів дуже багато, і впливають вони на рослини комплексно. Але за певних умов один фактор може стати основним. Група рослин, виділена за відношенням до окремого основного фактора, називається *екологічною групою*. Для рослин найважливішими екологічними факторами найчастіше є *забезпеченість водою, світлом та температурні умови*. Пристосування до усього комплексу факторів середовища відображається у *життєвих формах* рослин.

За забезпеченістю водою рослини поділяють на *посухостійкі, помірно вологолюбні, вологолюбні та водні*.

Посухостійкі види зростають там, де вологи мало. Основним пристосуванням до нестачі води у рослин є зменшення її випаровування. Такі рослини мають потовщену кутикулу, та, як правило, дрібні або згорнуті в трубочку тверді листки (мал. 190). Чимало посухостійких видів поглинають воду з глибоких водоносних горизонтів ґрунту за допомогою довгих кореневих систем. Наприклад, у *верблюжої колючки* довжина головного кореня сягає 20 м. Іншим особливим пристосуванням є створення запасів води у соковитих м'ясистих стеблах (*кактуси, пустельні молочаї*) або листках (*азави, алое*) під час рідкісних дощів чи випадіння роси. Таких рослин багато у пустелях. Вони не витримують надмірного зволоження. Тому їх називають *сухолюбними*.

До *помірно вологолюбних* належить більшість рослин, що мешкають на суходолі в умовах помірного зволоження. У них зазвичай листки широкі та м'які, без воскового нальоту, помірно опушені або голі. Прикладами є *дуб, фіалки, конвалія* (мал. 191).



Мал. 191. Помірно вологолюбні: а — фіалка;
вологолюбні: б — квітка-ниця, в — рогоз

Вологолюбні рослини зростають на постійно перезволожених ґрунтах, зокрема, на болотах (*вільха, ситник, осоки*), по берегах водойм (*очерет, розіз, калужниця*) (мал. 191). Аби полегшити провітрювання тканин, стебла та листки таких рослин часто мають великі міжклітинники.

Водні рослини населяють водойми. Деякі рослини повністю занурені у воду (*елодея, валіснерія, розалисник*). Їхні листки не мають продихів. У інших водних рослин листки плавають на поверхні води, при цьому рослина може бути або вкоріненою (*латаття, рдестя*), або вільноплаваючою (*водяний горіх, ряска, сальвінія*). Верхній бік листків у них завдяки кутикулі блискучий, продихи розміщуються саме на ньому. Частина водних рослин — напівзанурені рослини — укорінені, мають надводні листки та стебла, які за будовою близькі до листків вологолюбних рослин (*комши, водяний різак*) (мал. 192). У деяких із них, як у *стрілолиста*, є листки усіх трьох типів — занурені, плаваючі та надводні (мал. 193).



Мал. 192. Водні рослини: а) занурені — роголисник; б) неукорінені з плаваючими листками — ряска; в) укорінені з плаваючими листками — латаття;
г) напівзанурені — водяний різак

За умовами освітлення рослини поділяють на світлолюбні, тіньовитривалі і тіньолюбні (мал. 194).

Світлолюбні види потребують багато світла і не ростуть у затінку. Їхні листки мають добре розвинену стовпчасту тканину, часто — багато продихів та товсту кутикулу. Світлолюбними є береза, сосна, подорожник, більшість посухостійких рослин та водних рослин з листками, що плавають.

Тіньовитривалі рослини, наприклад, граб, бузок, суніця — краще розвиваються за високої освітленості, але здатні також зростати у затінку. Серед тіньовитривалих рослин чимало таких, які з віком можуть змінювати свої уподобання. Наприклад, молоді ялини краще ростуть у затінку інших рослин, а дорослі — за повної освітленості.

Тіньолюбні рослини найкраще розвиваються лише у затінку (копитняк, сеньполя, деякі папороті). Їхні листки зазвичай великі, губчаста тканина розвинена, а стовпчаста часто взагалі відсутня.

За температурними умовами рослини поділяють на холодовитривалі та теплолюбні. Температурні уподобання майже не впливають на будову рослин, оскільки пристосування до певних температур пов'язані переважно з фізіологічними процесами.

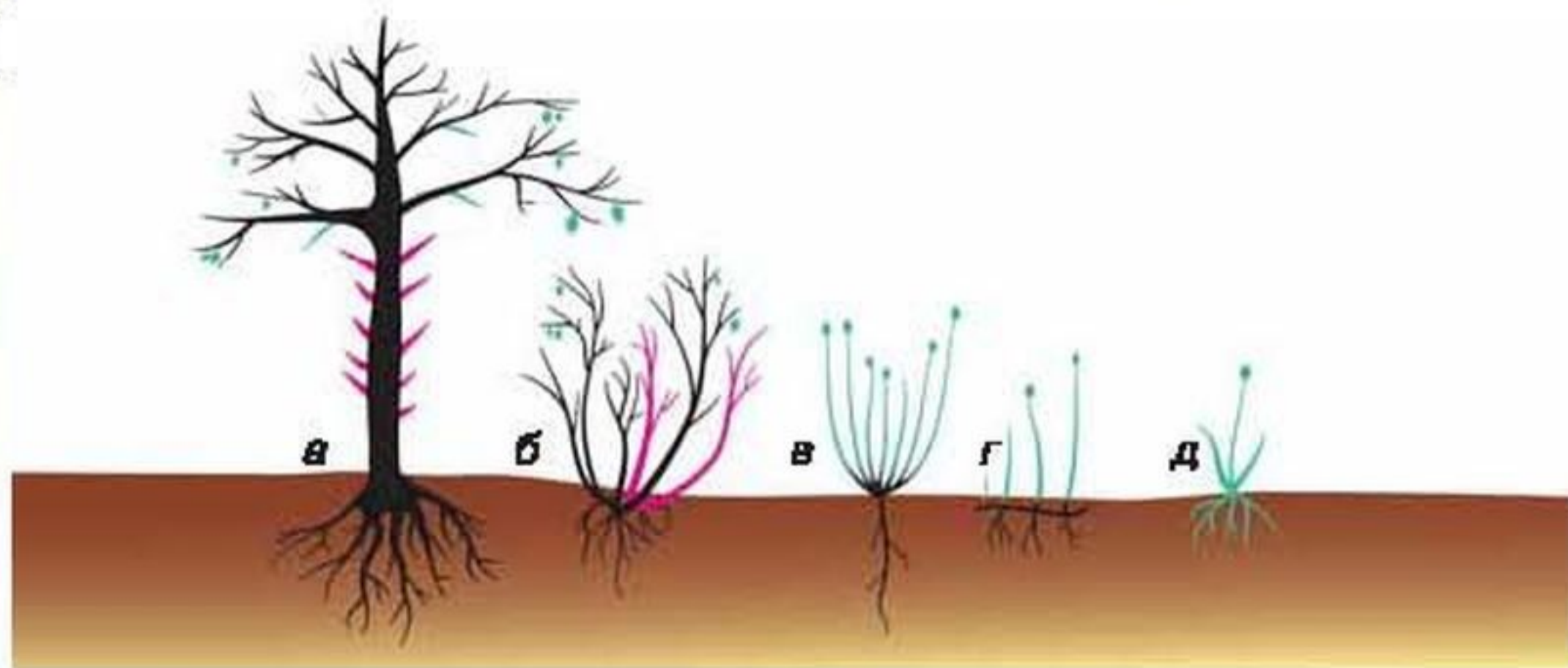
Холодовитривалі рослини здатні переживати температури нижче 0 °С, хоча ростуть лише при температурі вище 0 °С. До них



Мал. 193. Стрілолист — напівзанурена водна рослина із зануреними, плаваючими та надводними листками



Мал. 194. Рослини світлолюбні (подорожник), тіньовитривалі (суніця) та тіньолюбні (копитняк)



Мал. 195. Життєві форми рослин: деревні (а, б), напівдеревні (в) та трав'янисті (г, д). Дерево (а), чагарник (б), напівчагарник (в), багаторічна (г) та однорічна (д) трав'янисті рослини. Багаторічні частини показано чорним; ті, що відмерли раніше — червоним; ті, що відмирають на зиму — зеленим

належать дерева і кущі наших широт, а з сільськогосподарських культур — *морква, горох, жито*.

Теплолюбні рослини не витримують холоду, і для нормального росту потребують досить високих температур. Теплолюбними є більшість видів, що ростуть у тропіках і теплих субтропіках, а серед наших культурних рослин — *огірок, гарбуз, диня, помати та баклажани*.

Життєва форма — це зовнішній вигляд рослини, що відображає її пристосованість до умов середовища. Вона також характеризує тривалість життя вегетативних органів та всієї рослини. За життєвими формами рослини поділяють на *деревні* (дерева та чагарники), *напівдеревні* (напівчагарники та напівчагарнички) та *трав'янисті* (багаторічні та однорічні трави) (мал. 195).

Деревні рослини мають багаторічні здерев'янілі пагони з бруньками відновлення. У дерев є лише один головний пагін — стовбур. Він живе стільки ж, як і вся рослина — десятки та навіть сотні років. Чагарники відрізняються від дерев наявністю кількох стовбурів, які поступово змінюють один одного. Тривалість життя кожного стовбура у різних видів різна (у *малини* — два роки, у *бузку* — до 60 років), але, загалом, за рахунок заміни старих стовбурів новими вік рослин може сягати кількох сотень років. Маленькі, до 50 см заввишки (*чорниця, брусниця*), чагарники називають *чагарничками*. У деревних рослин стовбури можуть бути не прямо stojачими, а сланкими (*карпатська сосна-жереп*) чи виткими (*плющ, дівочий виноград*) (мал. 196). Деревні рослини з виткими стовбурами називають *деревовидними ліанами*.



Мал. 196. Сланка сосна-жереп у Карпатах (ліворуч), деревовидна ліана на стовбурі дерева — плющ (в центрі) та трав'яниста ліана — берізка триколірна (праворуч)

У *напівдеревних рослин* верхня частина надземних пагонів трав'яниста і щороку відмирає, а нижня частина здерев'яніла: вона залишається живою і несе бруньки відновлення. Тривалість життя напівдеревних рослин становить десятки, інколи — сотні років. Рослини до 20 см заввишки (наприклад, *чабрець*) — це напівчагарнички, більші за висотою (*полин, шавлія, лаванда*) — напівчагарники.

У *трав'янистих рослин* надземна частина не здерев'яніла і щорічно після цвітіння та плодоношення відмирає. Багаторічні трави зазвичай переживають зимовий період за допомогою підземних видозмінених пагонів — кореневищ (*лирій*), бульб (*ряст*) або цибулин (*нарцис*). Завдяки ним ці трави можуть жити багато років. У однорічних трав (*лобода*) вся рослина живе лише один рік, встигаючи вирости, утворити квітки та насіння і повністю відмерти. Навесні нові рослини виростають лише з насіння. У багатьох, переважно багаторічних, трав'янистих рослин надземні пагони виткві. Це *трав'янисті ліани* (наприклад, *хміль* та *берізка*) (мал. 196).

Знання основних екологічних груп рослин та їх життєвих форм потрібні для правильного догляду за рослинами: їх поливом, вибором місця розташування або посадки, обрізки, пересіву, укриття на зиму, розмноження тощо.

ВИСНОВКИ

1. Екологічні групи рослин виділяють за їхнім ступенем залежності від одного з основних факторів зовнішнього середовища: рівнів зволоження, освітлення та температури.
2. Життєві форми рослин визначають за зовнішньою будовою, що пов'язана із пристосуванням до усіх факторів середовища. Життєва форма також характеризує тривалість життя рослини.

3. Основними життєвими формами рослин є деревні (дерева та чагарники), напівдеревні та трав'янисті (багаторічні та однорічні) форми.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Умови середовища, екологічний фактор, екологічна група, життєва форма рослин.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке екологічна група рослин?
2. Що таке життєва форма?
3. Які життєві форми рослин вам відомі?

ЗАВДАННЯ

1. Назвіть екологічні групи рослин, які виділяють за відношенням до рівня зволоженості, світла та температури. Для кожної екологічної групи наведіть приклади рослин.
2. Охарактеризуйте тривалість життя всієї рослини та її надземних вегетативних органів для рослин різних життєвих форм.

ДЛЯ ДОПИТЛИВИХ

Рослини паразити, напівпаразити та симбіотрофи

(Відповідь на запитання школярів: Чи бувають рослини іншого кольору, чи тільки зелені? Чи є рослини-паразити?)

Особливими екологічними групами рослин, які відрізняються від решти за способом живлення, є **паразити, напівпаразити та симбіотрофи (мал. 197).**

Рослини-паразити позбавлені хлорофілу і живляться виключно за рахунок інших вищих рослин. Так, повитиця проростає стебловими коренями-присосками у провідні пучки стебел трав'янистих рослин. Інший паразит — вовчок — оселяється на коренях трав. Ці рослини можуть завдавати шкоди сільськогосподарським культурам. Петрів хрест паразитує на коренях ліщини, бука і граба.

Рослини-напівпаразити (наприклад омела, яка оселяється на гілках дерев), зберігають хлорофіл і здатні самостійно фотосинтезувати. Чимало



Мал. 197. Рослини-паразити (а — вовчок), напівпаразити (б — перестріч, в — очанка) і симбіотрофи (г — гніздівка, д — під'ялинник)

трав, таких як перестріч, очанка, кравник, мають слабку кореневу систему і отримують додаткове живлення від сусідніх рослин через корені-присоски.

Рослини-симбіотрофи за відсутністю хлорофіту схожі на рослини-паразити. Але живляться вони готовими органічними речовинами, які отримують від грибів-симбіонтів. Прикладом є орхідея гніздівка. Інша рослина — під'ялиник — теж отримує готові органічні речовини від симбіотичних грибів, які, в свою чергу, беруть їх від коренів ялини, з якими грибок також утворює симбіотичний комплекс.

§ 46. РОСЛИННІ УГРУПОВАННЯ



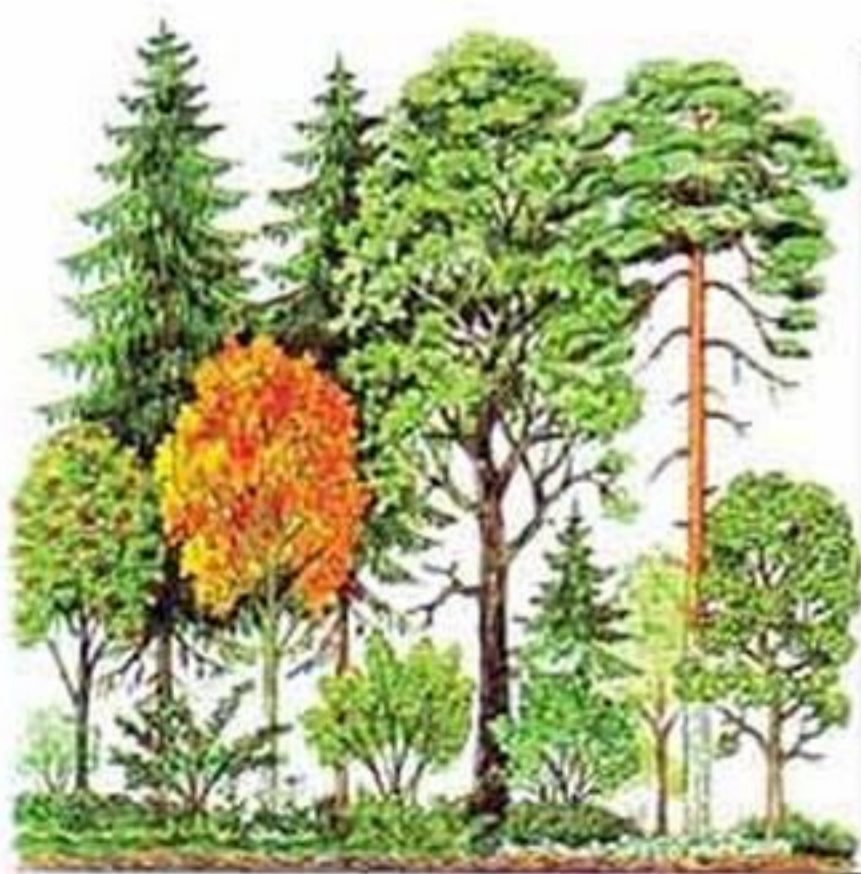
Ви дізнаєтеся про те, що таке рослинне угруповання і які їхні основні типи.



Де ростуть підсніжники? Чи є така рослина, яка зростає усюди? Чому вся Земля не вкрита лісом, адже тоді було б більше кисню?

Рослини у природі трапляються не у випадкових поєднаннях видів. Досвідчена людина знає, яку траву можна знайти в лісі чи на луці або болоті, а яку там шукати не варто. Різні види рослин пристосувалися до спільного зростання в одному місці. Вони взаємодіють між собою задля найбільш ефективного використання води, світла та інших ресурсів середовища. При цьому одні види рослин створюють умови для існування інших.

Певну сукупність взаємопов'язаних у своїй життєдіяльності видів рослин, які мешкають на однорідній за умовами ділянці місцевості, називають **рослинним угрупованням**. Кожному рос-



Яруси:

Високих дерев (смерека, сосна, дуб, бук)

Нижчих дерев (черемха, горобина, дика груша)

Чагарників (ліщина, калина, ожина)

Трав

Мохів та лишайників

Мал. 198. Ярусність лісового рослинного угруповання



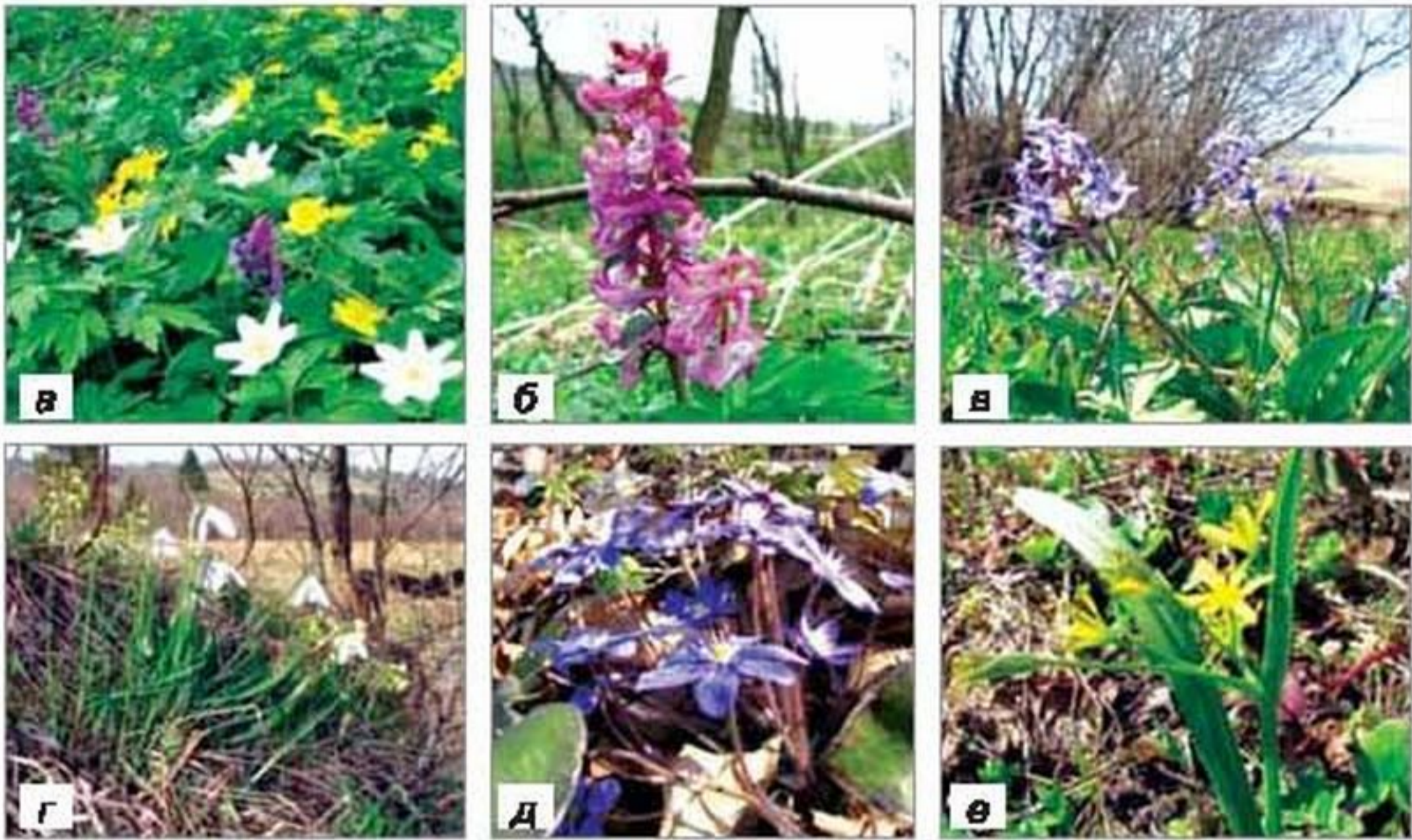
Мал. 199. Різноманітність лісів: а — смерекові ліси Карпат; б — соснові ліси Полісся; в — букові ліси Поділля; г — мішаний ліс у долині Карпат

динному угрупованню властива своя структура — закономірний розподіл рослин у просторі. Прикладами рослинних угруповань є ліси, степи, луки, болота.

Ліси — це рослинні угруповання, в яких переважають дерева. Їхня вертикальна структура (ярусність), визначається розміщенням фотосинтезуючих пагонів різних видів на певних висотах. У наших лісах зазвичай виділяють яруси, утворені: а) високими видами дерев; б) нижчими деревами; в) чагарниками; г) травами; д) мохами та лишайниками (мал. 198). Ярусність властива і кореневим системам. Лісові угруповання бувають різними валежно від видів, які переважають у ярусі високих дерев (мал. 199).

Наприклад, смерекові ліси, які поширені у Карпатах, зазвичай темні, з потужним шаром опалої хвої. Тут майже не ростуть трави. Натомість соснові ліси, які переважають у північній частині України, часто світлі, із багатим трав'яним покривом. Ліси, які утворюють дуб, бук, клен, називають *широколістяними* лісами. У таких лісах наявність товстого шару опалого листя та ватіненість влітку також ваважають росту трав. Тому тут часто трапляються рослини із кореневищами, бульбами і цибулинами, які, завдяки запасам поживних речовин, встигають відцвісти рано весною, до того, як листя дерев повністю розвинулось (мал. 200). Широколістяні ліси поширені у горах Криму й Карпат та у центральних регіонах України. У нашій державі найбільш багаті видами мішані ліси, в яких найвищий ярус утворюють водночас хвойні та листяні дерева. Проте найбагатшими за видовим складом є вологі тропічні ліси Африки, Азії та Південної Америки.

Степи — це угруповання, що розвиваються за низької зволоженості і де головною групою рослин є багаторічні злаки, зокрема



Мал. 200. Ранньовесняні рослини лісів: а — анемони; б — ряст; в — проліски; г — підсніжник; д — печіночниця; е — цибулька гусяча

ковила та костриця (мал. 201). Всю воду, яка випадає з атмосферними опадами, трави встигають повністю поглинути своїми кореневими системами. Завдяки травам у степах за тисячоліття утворились потужні найродючіші ґрунти нашої планети — **чорноземи**. Люди здавна розорювали степи для вирощування сільськогосподарських культур. Тому недоторканих степових угруповань, які називають **цільними**, залишилося дуже мало.

Луки також є угрупованнями, де переважають трави. На відміну від степів, луки розвиваються за умов достатньої зволоженості. Природні луки поширені переважно у заплавах річок та у



Мал. 201. Степові угруповання з переважанням ковили (ліворуч) та костриці (праворуч)



а



б



в

Мал. 202. Лучні угруповання: а — природна заплавна лука; б — природна гірська лука; в — сіноісно-пасовищні луки у Карпатах, які називають полонинами

високогір'ях (мал. 202). Проте більшість сучасних лув існують завдяки людині, яка використовує їх для заготівлі сіна та випасу худоби. Деревні рослини в процесі такої діяльності знищуються.

Болотні угруповання розвиваються в умовах надмірної зволоженості. Тут домінують трави, але часом зростають невеликі купці і дерева (мал. 203). На сфагнових болотах домінує мох сфагнум. Він створює умови, в яких можуть зростати лише деякі чагарники та напівчагарнички (*багно, журавлина*) і трави (*росичка, пухівка, деякі осоки*) (мал. 204). Але болотні рослинні угруповання дуже різні за способом водного живлення. До верхових боліт, де зростає сфагнум, вода надходить переважно з атмосферними опадами. А от низові болота живляться ґрунтовими водами, які є багатими на поживні речовини. Тут зазвичай переважаючими рослинами є осоки.

Рослинним угрупованням степів, лук і боліт також властива ярусність, але вона не така чітка, як у лісах, а кількість ярусів значно менша. Проте і в цих угрупованнях, подібно до лісів, фотосинтезуючі пагони, намагаючись отримати якомога більше світла, яке надходить від Сонця, майже повністю затіняють поверхню ґрунту.



а



б

Мал. 203. Болотні угруповання: а — верхове болото; б — низове болото на Поліссі



Мал. 204. Рослини боліт: а — мох сфагнум; б — багно; в — гудіака; г — росичка; д — журавлина; е — осока

Рослинні угруповання *пустель* відрізняються від описаних вище тим, що рослини тут не утворюють суцільного покриву. Тому більша частина сонячної енергії не захоплюється рослинами, а досягає поверхні. Далі вона або розсіюється у вигляді тепла, як це має місце у гарячих посушливих пустелях, або відбивається у космос, як це спостерігається у дуже холодних льодових пустелях Арктики, Антарктики та дуже високих гір. В Україні найбільші пустельні угруповання розташовані у Олешківських пісках на Херсонщині (мал. 205).

Для кожної ділянки характерний свій тип рослинних угруповань, який визначається її кліматом, рельєфом і складом ґрунтів. Різноманітні природні процеси (пожежі, повені тощо) і діяльність людини можуть змінити або знищити такі сталі угруповання рослин. Коли виникають повністю вільні від рослин поверхні землі, на них зазвичай першими оселяються водорості і мохи (мал. 206). Вони накопичують органічні речовини, необхідні для утворення ґрунту. Далі на таких ділянках оселяються невибагливі однорічні трави. Їхній видовий склад дуже мінливий і визначається не стільки взаємодією рослин, скільки умовами і можливістю занесення



Мал. 205. Олешківські піски — найбільша пустеля в Європі, яка утворилася внаслідок надмірного випасу худоби кілька сторіч тому



Мал. 208. Приклад зміни рослинних угруповань після пожежі

насінин тих чи інших видів. Наступним кроком розвитку є заселення ділянки багаторічними травами. Серед них пізніше починають з'являтися деревні рослини, дуже часто — світлолюбна береза. Під її пологом згодом проростають потужніші тіньовитривалі дерева — смерека, дуб, бук, граб. Вони переростають березу, затінюють її, і на зміну березовому лісу на рівних територіях приходять квоїні, широколистяні або мішані ліси зі своїми видами трав, чагарників та в особливим тваринним, грибним та бактеріальним населенням.

Людина часто створює штучні угруповання — сади, ягідники, парки, поля, баштани, городи, квітники. Вони не вдаті самостійно існувати тривалий час. Доводиться витрачати чимало зусиль на боротьбу із бур'янами, аби зберегти бажаний нам видовий склад штучних рослинних угруповань. Закинуті без догляду, вони швидко заростають — перетворюються на рослинні угруповання подібні до природного типу.

ВИСНОВКИ

1. Різні види рослин зростають не самі по собі, а у певних рослинних угрупованнях.
2. Завдяки рослинним угрупованням різні види рослин можуть існувати разом та ефективно використовувати вологу, світло та інші ресурси середовища, наявні у певному місці зростання.

3. Кожне рослинне угруповання має свій видовий склад та структуру, які визначаються умовами середовища та взаємодією рослин між собою.
4. Штучні рослинні угруповання існують завдяки підтримці людиною.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Рослинне угруповання, ліси, степи, луки, болотяні угруповання, пустелі, штучні рослинні угруповання.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що таке рослинне угруповання?
2. Яка ярусність характерна для лісових угруповань?
3. Які типи рослинних угруповань вам відомі?

ЗАВДАННЯ

Самостійно дайте відповіді на запитання школярів, наведені на початку параграфа.

Практична робота 3

ПОРІВНЯННЯ БУДОВИ МОХІВ, ПАПОРОТІЙ ТА ПОКРИТОНАСІННИХ (КВІТКОВИХ) РОСЛИН

Мета роботи: на природних рослинних зразках провести аналіз будови тіла основного фотосинтезуючого покоління моху, папороті та квіткової рослини; встановити подібні і відмінні ознаки цих рослин.

Матеріал: живі рослини або гербарні зразки моху (зозулин льон, фунарія тощо), папороті (чоловіча папороть, багатоніжка тощо) та квіткової рослини (жовтець, перстач тощо).

Обладнання: лупа.

ХІД РОБОТИ

1. Роздивіться, використовуючи лупу, надані вчителем рослини моху, папороті і квіткової рослини.
2. Визначте, які частини тіла представлені у досліджуваних зразках моху, папороті, квіткової рослини.
3. Визначте, які органи розмноження (спорангії або квітки) представлені у досліджуваних зразках.
4. Заповніть у зошиті підсумкову таблицю результатів вивчення зразків (виключно за даними власних спостережень!). Для цього органи, які наявні у даної рослини, позначте знаком «+», а відсутні органи — знаком «-».

Частина тіла:	Мох	Папороть	Квіткова рослина
Корінь			
Стебло			
Листок			
Ризоїди			
Квітка			
Спорангій			
Насінина			
Плід			

5. Дайте відповіді на запитання: 1. У чому подібність та відмінність будови основного фотосинтезуючого покоління у мохів, папоротей і квіткових рослин? 2. Які вегетативні органи є у мохів, папоротей і квіткових рослин? 3. Які органи розмноження наявні у мохів, папоротей та квіткових рослин?

Практична робота 4

ВИЗНАЧЕННЯ ВИДІВ КІМНАТНИХ РОСЛИН, ПРИДАТНИХ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ В ПЕВНИХ УМОВАХ

Мета роботи: за ознаками будови органів та вимогами кімнатних рослин до умов зростання відібрати асортимент для озеленення певного внутрішнього приміщення з відомими параметрами температури, освітленості та вологості повітря.

Матеріал: живі кімнатні рослини та їх зображення, спеціалізовані довідники-атласи.

ХІД РОБОТИ

1. Проаналізуйте будову вегетативних органів двох рослин за рекомендацією вчителя.

2. Визначте у наданих рослин:

- особливості будови підземних органів (будову кореня або його видозміни, тип кореневої системи, наявність видозмінених підземних пагонів);
- особливості будови надземних пагонів (напрямок росту і необхідність опори, наявність видовмін пагона, будову його стебла);
- особливості будови листків надземних пагонів, зокрема їхній розмір, колір, наявність і характер опушення.

3. Запропонуйте гіпотезу про життєві форми досліджуваних кімнатних рослин та їхні вимоги до умов вростання.



4. Порівняйте власну гіпотезу про життєву форму досліджених рослин та вимоги до умов зростання з інформацією учителя, або даними з довідників-атласів.

5. Дізнайтесь у вчителя про особливості температурного режиму, освітленості та вологості повітря у рекомендованому приміщенні.

6. Дайте відповіді на запитання: 1. Рослини яких екологічних груп придатні для озеленення запропонованого учителем приміщення? 2. Яку із досліджених рослин слід рекомендувати для озеленення запропонованого вчителем приміщення?

ПІДВ'ЄМО ПІДСУМКИ

1. Ми усвідомили, що рослинам властива висока різноманітність. Основними групами рослин є водорості і вищі рослини. До вищих рослин належать: мохи, плауни, хвощі, папороті, голонасінні та покритонасінні.

2. Ми запам'ятали, що вищі рослини пристосовані до існування у наземних умовах завдяки:

- поділу тіла на корінь, листок і стебло;
- наявності шкірочки з продихами і водопровідної та механічно-опорної тканини — деревини;

3. Ми переконались, що вищим рослинам, на відміну від водоростей, притаманні багатоклітинні органи статевого та нестатевого розмноження.

4. Ми зрозуміли особливості процесів розмноження в основних групах вищих рослин:

- У процесі розмноження усіх вищих рослин чергуються нестатеве і статеве покоління; основним фотосинтезуючим поколінням у мохів є статеве покоління, а в усіх інших вищих рослин — нестатеве покоління.
- Мохи, хвощі, плауни та папороті (так звані вищі спорові рослини) поширюються за допомогою спор; для запліднення їм необхідна вода.
- Голонасінні та покритонасінні (так звані насінні рослини) поширюються за допомогою насіння; для них характерне запилення, а для запліднення їм, переважно, вода не потрібна.

Б. Ми з'ясували, що особливості будови і розмноження рослин тісно пов'язані з умовами їх зростання; а також дізнались про те, що в природі різні рослини утворюють складні угруповання.

В. Ми побачили, що рослини є основним компонентом угруповань живих організмів і основою життя на Землі: завдяки фотосинтезу вони роблять сонячну енергію доступною всьому живому на планеті і виділяють необхідний для дихання кисень. Рослини відіграють величезну роль у житті людини як джерело продуктів харчування, постачають сировину для сільського господарства, промисловості і для виготовлення лікарських препаратів.

Знаю — вмію

- Я знаю ознаки основних груп рослин і вмію визначати, до якої групи належить рослина за будовою тіла.
- Я знаю основні групи покритонасінних і вмію їх розпізнавати.
- Я знаю життєві форми та екологічні групи рослин та вмію визначати, до яких умов зростання пристосована рослина.
- Я знаю основні рослинні угруповання і вмію їх розпізнавати у природі.

Тема 5.

ГРИБИ

Вивчаючи цю тему, ви дізнаєтеся про:

- ✓ особливості будови, живлення та росту грибів;
- ✓ їстівні та отруйні гриби і способи їх розпізнавання;
- ✓ значення грибів у природі та господарській діяльності людини;
- ✓ взаємодію грибів з рослинами та водоростями



§ 47. ПОНЯТТЯ ПРО ГРИБИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХ ЖИВЛЕННЯ



Ви дізнаєтеся, чим гриби відрізняються від інших груп організмів та як вони живляться.



Кажуть, що гриби не належать ні до рослин, ні до бактерій, ні до тварин. Гриби — це рослини чи тварини? Чим живляться гриби? Чи є в грибах хлорофіл? Чи виділяють гриби кисень? Як дощ робить так, щоб гриби росли? Скільки існує видів грибів? Скільки видів грибів є в Україні? Який найбільший гриб? У яких країнах немає грибів?

Разом з бактеріями, одноклітинними еукаріотами, рослинами та тваринами, нас повсюди оточує ще одна велика група організмів. Майже всі ви тримали їх у руках, куштували, бачили на прилавках магазинів. Проте, якщо ви в них особисто не знайомі, можете бути впевнені — вони добре знайомі з вами. Їхні спори та частинки тіла прилипають до вашого взуття, коли ви йдете по вулиці. Вони псують продукти, що зберігаються у теплих та вологих умовах. Ці організми спричиняють стригучий лишай та руйнують нігті, викликають тяжкі хвороби шкіри, бронхів та легень. Вони поспішають замість хлібороба зібрати врожай на полях, загарбати плоди праці садівника та городника, зробити безробітним лісника. «З'їдають» дерев'яні будинки, псують заготовлену на дошки деревину, руйнують витвори мистецтва, розкладають фарбу, гуму та навіть пластмаси.

Але без них наша планета перетворилася б на звалище стовбурів та гілок, упцільнене трупами та екскрементами. Ліси нагадували б чахлі чагарникові зарості. Гірські породи не перетворювалися б на родючі ґрунти. Без них люди не їли би хліб, не пили би квас та кумис, не ткали б льняне полотно. Солдати помирили б навіть від легкого поранення, бактеріальний збудник небезпечної хвороби залишався б нездоланим, а інфікована ним людина — приреченою. І, врозуміло, на нашому столі не з'явилися б смажені печериці, тушковані гливи, рагу з лисичок, солоні рижини та мариновані боровики. Усі ці як шкідливі, так і корисні для людини прояви життєдіяльності притаманні одній групі організмів — грибам.

Унікальні властивості грибів прямо чи опосередковано пов'язані з особливостями їх живлення. Усі гриби є гетеротрофними організмами. Вони живляться розчиненими органічними речовинами, поглинаючи їх шляхом всмоктування всією поверхнею тіла.

Зазвичай клітини грибів можуть всмоктувати лише прості органічні речовини. У навколишньому середовищі таких речовин у

розчиненому стані мало, але в природі багато складних органічних речовин. Гриби «навчилися» розкладати складні речовини на прості, які далі всмоктують своїми клітинами.

Для розкладання складних органічних речовин гриби виділяють за межі клітин особливі білкові сполуки — ферменти. Вони розділяють складні органічні молекули на прості складові: наприклад, велику молекулу целюлози — на багато дрібних молекул глюкози, велику білкову молекулу — на багато дрібних молекул амінокислот.



Мал. 207. Живлення грибів

Поживні речовини всмоктуються клітинами гриба у вигляді розчину. Тому гриби потребують багато води. Саме через це овочі та фрукти швидко вкриваються цвілевими грибами (цвілью) у вологих приміщеннях або у вогких льохах, а в ліс за грибами ходять після дощів.

Часто вода знаходиться на значній відстані від джерела їжі. Тому гриби певною частиною тіла поглинають воду. Потім перекачують її туди, де знаходяться придатні для живлення складні органічні речовини, і виділяють назовні разом з розчиненими в ній ферментами. Ферменти здійснюють *позаклітинне травлення*: вони розкладають складні органічні сполуки на прості. Розчин простих органічних сполук всмоктуюється в клітину (мал. 207).

Такий спосіб живлення позначається на будові тіла гриба, яке являє собою систему мікроскопічних довгих розгалужених ниток — *грибницю*. Вона охоплює великі площі. *Плодові тіла*, які у повсякденному житті називають грибами, — це лише мала видима частина грибного організму, більша частина якого схована в ґрунті.

Цікаво знати

У середньому в 1 г ґрунту довжина грибниці коливається в межах від 1 м до 100 м (рекордним вважається значення у 35 км на 1 г ґрунту). Найбільша грибниця виявлена в осіннього опілля, що зростає на території США: вона охоплює площу 890 га. Це найбільший гриб, який наразі відомий на нашій планеті.

За джерелом надходження поживних речовин гриби поділяють на *сапротрофів*, паразитів та *симбіотрофів*. Джерелом поживних речовин для *грибів-сапротрофів* є мертва органічна речовина. Для грибів-паразитів — це органічні речовини живих істот. *Гриби-симбіотрофи* живуть у симбіозі в інших організмах і отримують від них поживні речовини (мал. 208).

ГРИБИ-САПРОТРОФИ



Дереворуйнуючі



Ґрунтові



Цвілеві

ГРИБИ-ПАРАЗИТИ



Трутовики



Збудники хвороб рослин



ГРИБИ-СИМБІОТРОФИ



Мікоризаутворюючі



Лишайники



Мал. 208. Сапротрофні, паразитичні та симбіотрофні гриби

Енергію гриби отримують шляхом *дихання* — за допомогою кисню вони розкладають у мітохондріях частину поглинутих простих органічних речовин на вуглекислий газ та воду, синтезуючи при цьому молекули АТФ.

Деякі групи грибів, наприклад, *дріжджі*, крім дихання, можуть отримувати енергію без участі кисню — у процесі *бродиння*.

Від рослин гриби відрізняються гетеротрофним типом живлення, а отже, відсутністю хлоропластів і неадатністю до фотосинтезу. Від тварин вони відрізняються способом поглинання поживних речовин, яке здійснюється лише шляхом всмоктування. До поглинання нерозчинених шматочків їжі (фаготрофного живлення), притаманного тваринам, гриби не здатні. Від бактерій гриби відрізняються наявністю у клітинах ядра (навіть декількох).

Гриби бувають різні. Наприклад, *білий гриб*, *мухомор*, *трутовик* — це макроскопічні гриби, плодові тіла яких можна добре роздивитися без збільшувальних приладів. Проте більшість грибів без збільшувальних приладів не видно. Це — мікроскопічні гриби. Прикладами мікроскопічних грибів, з якими ви могли зустрічатись, є *цвілеві гриби* та *дріжджі*.

Гриби зустрічаються скрізь, але перевагу віддають наземним місцям зростання. Серед папінкових грибів, плодові тіла яких складаються з папінки та ніжки, таких, що живуть під водою, немає, за винятком одного виду — *гноювника водного*, виявленого лише кілька років тому. Не знайдені папінкові гриби в Антарктиді, хоча мікроскопічних грибів там досить багато. Країн, де не ростуть гриби, на нашій планеті немає. Загалом відомо понад 100 тис. видів грибів, з них понад 6 тис. видів — на території України.

ВИСНОВКИ

1. Гриби є гетеротрофами. Вони поглинають поживні речовини виключно шляхом всмоктування, що відрізняє гриби від тварин.
2. Всмоктуванню поживних речовин передують процес позаклітинного травлення — розкладання поза клітиною складних органічних сполук на прості за допомогою ферментів, які виділяються клітиною.
3. Позаклітинне травлення дозволяє грибам використовувати в їжу навіть ті органічні речовини, які майже не споживають інші організми (зокрема целюлозу деревини).
4. Енергію більшість грибів отримує шляхом дихання.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Позаклітинне травлення, ферменти, всмоктування, грибниця, сапротрофи, симбіотрофи.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Чому гриби активно ростуть після дощу або у вологих умовах?
2. Чи виділяють гриби кисень?
3. Чи є у складі грибів хлорофіл?
4. Чим гриби відрізняються від тварин та рослин за способом живлення?

1. Перемалуйте таблицю в зошит і доповніть її способами живлення й отримання енергії рослинами і грибами:

Живлення			Джерело енергії			
Речовини, якими живляться	Гетеротрофне		Авто-трофне	Світло	Неорганічні речовини	Органічні речовини
	Органічні речовини		Вуглекислий газ і вода			
Спосіб поглинання	Всмоктування	Фагоцитоз				
Бактерії	Так	Ні	Так	Так	Так	Так
Цянопрокаріоти	(Ні)	Ні	Так	Так	Ні	(Ні)
Одноклітинні твариноподібні організми	(Ні)	Так	Ні	Ні	Ні	Так
Водорості	(Ні)	Ні	Так	Так	Ні	(Ні)
Рослини						
Гриби						

«Ні» в дужках означає: як правило — ні, але відомі виключення.

2. Усі знають, що грибам для росту необхідна вода. Також відомо, що звичні для нас шапинкові гриби під водою не ростуть. А чому? Спробуйте сформулювати та обґрунтувати власну гіпотезу.

В 48. ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ГРИБІВ: ГРИБНИЦЯ, ПЛОДОВЕ ТІЛО. РОЗМНОЖЕННЯ (НА ПРИКЛАДІ ПЕЧЕРИЦ)



Ви дізнаєтеся про особливості будови грибів, а також про те, чим клітини грибів схожі на клітини рослин та клітини тварин.

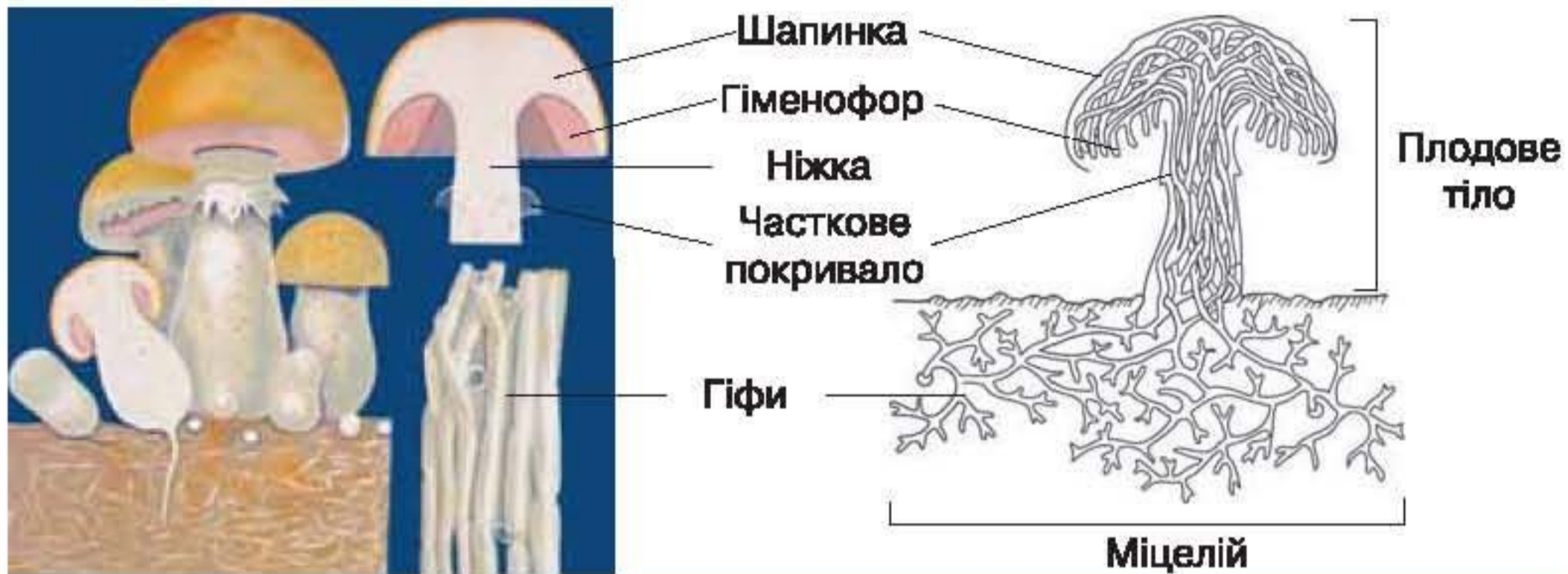


З чого складаються гриби? Яка внутрішня структура грибів? Як розмножуються гриби?

З будовою грибів ми познайомимося на прикладі *печериці*. Цей гриб вирощується на підприємствах промислового грибоводства і його можна побачити в будь-якому супермаркеті. В природних

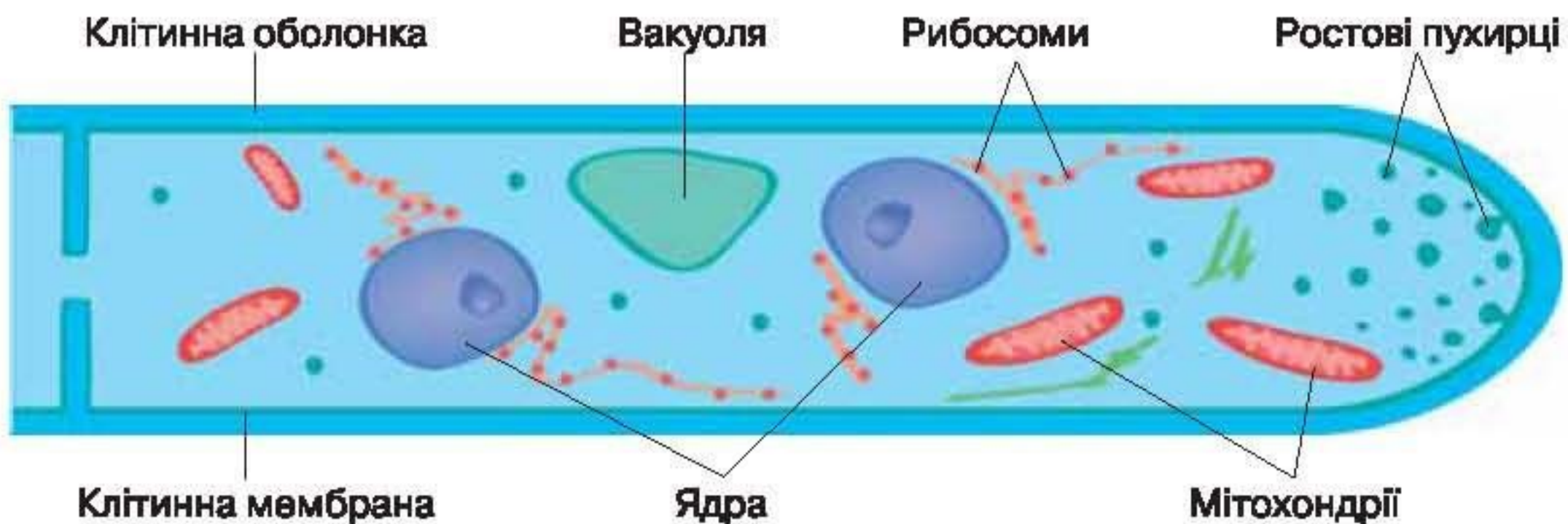
умовах печерицю можна знайти, в першу чергу, на полях і луках, у лісосмугах, хоча деякі види печериці зростають і в лісах.

Тіло печериці утворює грибниця, яку науковці називають *міцелій* — це система дуже довгих та розгалужених мікроскопічних ниток, що знаходиться в ґрунті (мал. 209). Такі нитки називаються *гіфами*. Кожна гіфа утворена ланцюжком видовжених безбарвних клітин. Таким чином, клітини утворюють гіфу, а гіфи — багатоклітинний міцелій.



Мал. 209. Будова печериці

Клітини гіф вкриті щільною клітинною оболонкою, основу якої складає нерозчинна у воді та хімічно стійка речовина — *хітін*. Під клітинною оболонкою знаходиться клітинна мембрана. В оптичний мікроскоп у цитоплазмі можна побачити два ядра та велику вакуолю. У вакуолі міститься клітинний сік, краплини олії та запаси вуглеводу — *глікогену*. Глікоген є запасним вуглеводом не лише у грибів, але й у тварин, включаючи людину. Під електронним мікроскопом у клітині також помітні мітохондрії та рибосоми (мал. 210).



Мал. 210. Будова клітини шапинкового гриба (на прикладі верхівкової клітини гіфи)

Таким чином, клітини грибів мають ядро, чим, у першу чергу, схожі з рослинними та тваринними клітинами. Крім того, схожості з клітинами рослин їм надає наявність клітинної оболонки та вакуолі, а з клітинами тварин — відсутність хлоропластів.

У верхівковій клітині, крім звичайних для інших клітин органел та структур, біля клітинної оболонки на самій верхівці є велика кількість дрібних *ростових пухирців* (має. 210). Завдяки роботі цих пухирців верхівкова клітина росте і з часом ділиться. Внаслідок цього росте і вся гіфа. Отже, весь міцелій гриба росте лише верхівками гіф.

У деяких частинах міцелію гіфи дуже щільно переплітаються і утворюють *плодове тіло*. Саме його в повсякденному житті називають «грибом». Плодове тіло є тією структурою, де після особливого статевого процесу розвиваються органи спороношення і утворюються *спори*.

Плодове тіло складається з *ніжки* та *шапінки*. На нижньому боці шапінки *печериці* знаходяться пластинки темно-рожевого або темно-коричневого кольору. Пластинки — це складки плодового тіла, утворені гіфами. На верхівках цих гіф розвиваються темно-коричневі спори. Складки, на яких утворюються спори, називають *гіменофор*. У *печериці* гіменофор *пластинчастий*, а у *білого гриба* та *маслюка* — *трубчастий*. Якщо шапінку печериці відрізати від ніжки і покласти пластинками вниз на листок білого паперу та залишити на ніч, то наступного дня на папері під шапінкою з'явиться темно-коричневий рисунок. Він повторює вигляд шапінки з нижнього боку. Цей рисунок утворений спорами, які відірвалися від гіф гіменофора. Під мікроскопом спори виглядають як клітини, вкриті темно-жовтою клітинною оболонкою. Саме спори надають гіменофору печериці темно-коричневого забарвлення.

На ніжці плодового тіла печериці є тоненьке біле пливчасте кільце — це *часткове покривало*. До моменту повного дозрівання спор воно закриває гіменофор і захищає пластинки від зовнішніх пошкоджень. Коли спори дозрівають, ніжка видовжується, шапінка розгортається, покривало розривається, і спори починають висіватися. Потіки повітря підхоплюють спори і відносять їх від плодового тіла — гриб розмножується і розселяється. Згодом зі спор розвивається новий міцелій.

ВИСНОВКИ

1. Тіло гриба — це міцелій. Він утворений гіфами. Гіфи складаються з клітин.
2. Клітини грибів, подібно до клітин тварин та рослин, мають еукаріотичну будову. Від клітин тварин вони відрізняються на-

явністю клітинної оболонки та вакуолі з клітинним соком, від клітин рослин — відсутністю хлоропластів.

3. До поділу здатна лише верхівкова клітина гіфи. Тому міцелій росте верхівками гіф.
4. Шапинкові гриби розмножуються спорами.

ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ, ЯКІ ПОТРІБНО ЗАСВОЇТИ

Гіфи, міцелій, хітин, глікоген, плодове тіло, часткове покривало.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Чим клітини грибів відрізняються від клітин бактерій?
2. Чим грибна клітина відрізняється від клітини тварин та рослин?
3. Що являє собою та частина тіла гриба, яку в побуті власне грибом і називають?
4. Як розмножується печериця?

§ 49. МАКРОСКОПІЧНІ ГРИБИ: ОСОБЛИВОСТІ ЖИВЛЕННЯ ТА РОЛЬ У ПРИРОДІ



Ви дізнаєтеся більше про макроскопічні гриби, про джерела живлення цих грибів та їх роль у природі.



Чи можуть рослини з грибами зростати в одну цілю? Чи можуть гриби бути без шапинки та без ніжки? Чому дерева трухлявіють?

Макроскопічні гриби можуть бути сапротрофами, симбіотрофами або паразитами. Вони можуть використовувати різні джерела органічних речовин, але найчастіше поживні речовини їм постачають рослини, особливо — деревні. Тому в лісах макроскопічних грибів зазвичай набагато більше, ніж в степах, на луках або в пустелях. Різні групи грибів пов'язані між собою (мал. 211). Вони підвищують родючість бідних лісових ґрунтів і сприяють появі нових поколінь рослин.

Мікоризні гриби. Макроскопічні гриби-симбіотрофи ростуть переважно на ґрунті. Саме до них належить більшість їстівних та отруйних шапинкових грибів. Поживні речовини такі гриби отримують не безпосередньо з ґрунту, а від корневих систем рослин, з якими їх міцелій вступає у взаємовигідний симбіоз. Цей симбіоз називається **мікориза** (від грецького «мікос» — гриб, та «ризос» — корінь).

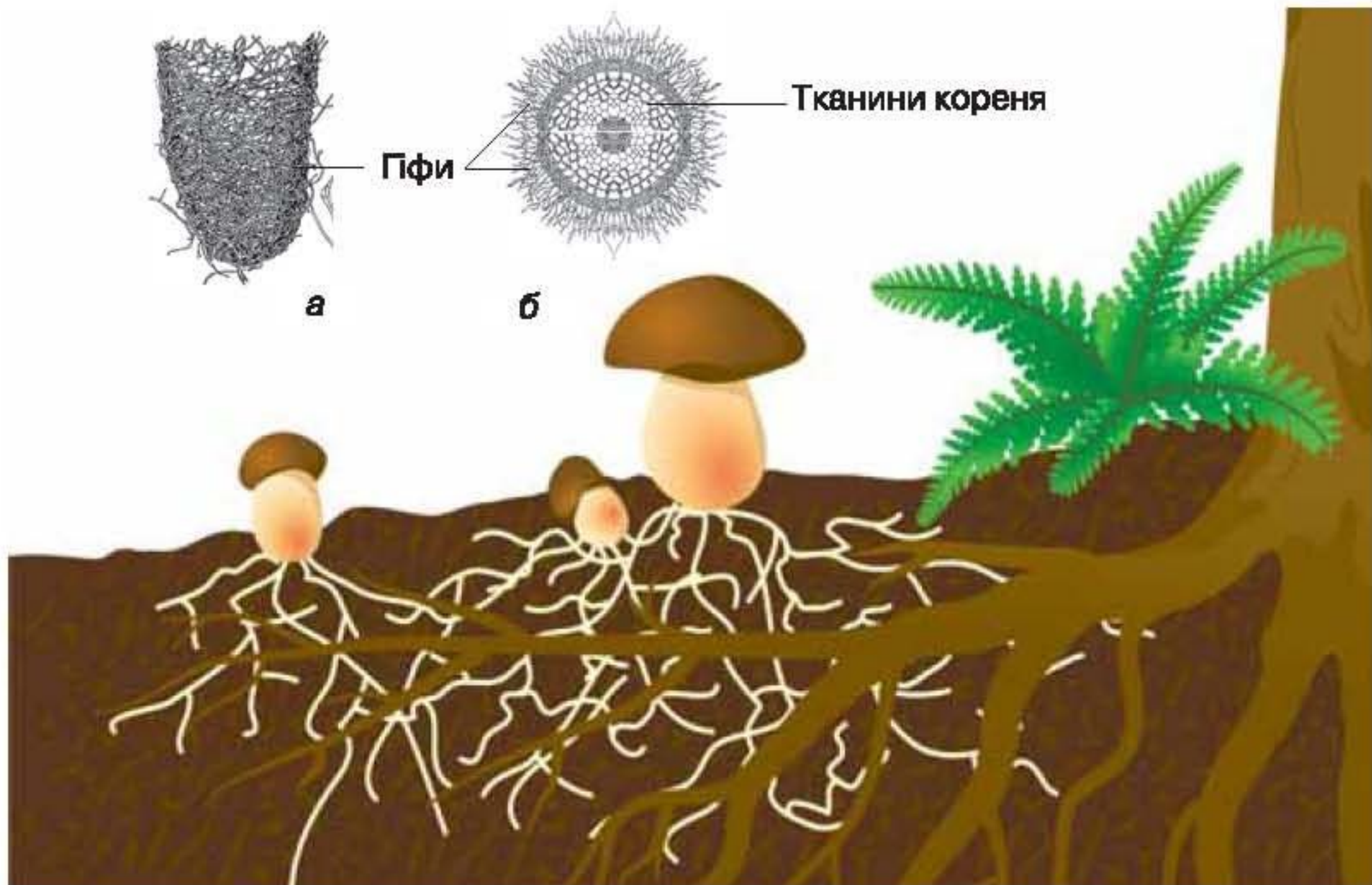


Мал. 211. Макроскопічні гриби та їх роль у природі

При утворенні мікоризи гіфи гриба щільно оплітають корені рослини (мал. 212). Гіфами міцелію гриб поглинає з великої площі воду та мінеральні речовини, які спрямовуються до коренів рослини і виділяються в зоні контакту гриба з кореневими волосками. У такий спосіб гриб підживлює рослину. Натомість рослина виділяє в зоні корневих волосків розчинені у воді цукри та деякі інші органічні речовини, які вона утворила в результаті фотосинтезу. Ці органічні речовини поглинають гіфи гриба. Таким чином, співжиття гриба та рослини є взаємно корисним.

Певні види грибів утворюють мікоризу з певними видами рослин. Ця особливість знайшла своє відображення у назвах деяких істотних грибів (наприклад, *підберезовик* утворює мікоризу з березами, *підосичник* — з осикою, *піддубник* — із дубом). Ліси, де багато мікоризних грибів, швидше ростуть, ніж ті, де таких грибів мало.

Паразитичні гриби. У старих або дуже загущених лісах на деревах оселяється багато грибів, яких зазвичай називають *трутовиками* (мал. 213). У плодових тіл трутовиків, як правило, немає чіткого поділу на ніжку та шапинку, і вони не загнивають. Міцелій трутовиків поширюється в стовбурі по провідній системі росли-



Мал. 212. Мікориза (а, б — корінь, оплетений гіфами гриба, вигляд збоку та на зрізі)

ни, розкладає деревину, і спричиняє її суху гниль (мал. 214). Як наслідок, уражені дерева гинуть. Проте гриб деякий час продовжує рости, живлячись мертвою органічною речовиною колишнього дерева-хазяїна, тобто перетворюється на сапротрофа.

Трутовики є прикладом макроскопічних паразитичних грибів, які викликають хвороби рослин.

Сапротрофні гриби. Відмерла деревина стає джерелом поживних речовин не лише для трутовиків, але й для багатьох інших грибів, які називають *дереворуйнівними грибами* (мал. 215).

Врешті-решт стовбури та гілки повністю трухлявлюють, розсипаються, потрапляють на ґрунт і поступово за-



Мал. 213. Трутовик звичайний

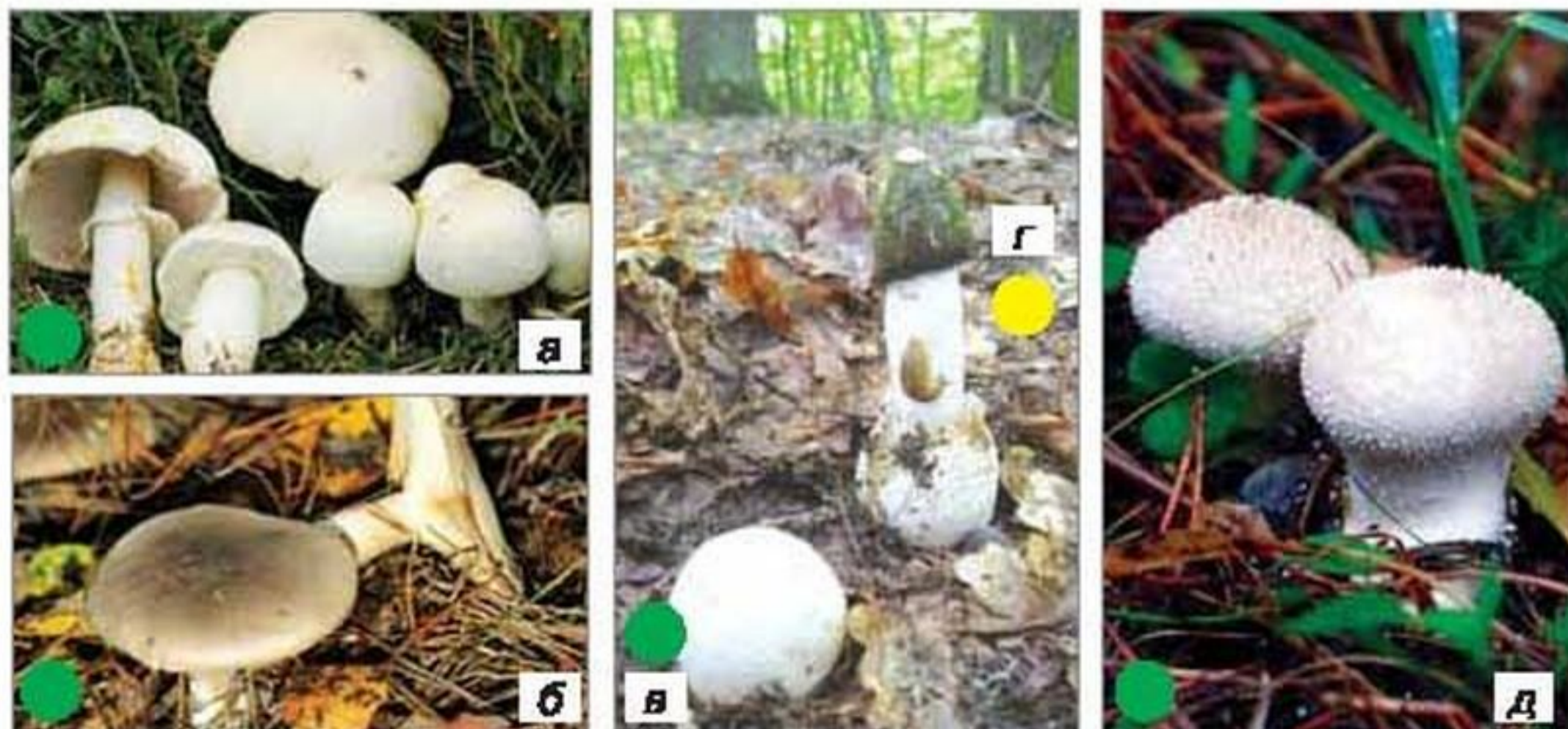


Мал. 214. Руйнування деревини під дією трутовика



Мал. 215. Дереворуйнуючі гриби: а — трутовик паркановий; б — несправжній спеньок; в — чортві роги, або пальці мерця (ксиларія); г — їудине вухо; д — глива звичайна; е — грибна локшина (рамарія) (червоним кружечком позначено отруйні, жовтим — нейстівні, зеленим — їстівні гриби)

сипаються опалим листям та іншими рештками. Сильно розкладені органічні рештки стають джерелом їжі для грибів — *ґрунтових сапротрофів*. Серед макроскопічних ґрунтових сапротрофів переважають папінкові гриби, дощовикові та веселкові гриби (мал. 216). Ґрунтові сапротрофи, розкладаючи залишки органічної речовини, беруть участь у процесах утворення ґрунтів та підвищення їх родючості. Тим самим ці гриби сприяють появі нових поколінь рослин, а разом з ними — і нових поколінь мікориз.



Мал. 216. Гриби ґрунтові сапротрофи: а — печериця польова; б — говорушка запашна; в, г — веселка звичайна (в — молода, г — доросла); д — дощовик (жовтим кружечком позначено нейстівні, зеленим — їстівні гриби)