

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування  
Навчально-науковий інститут агроєкології та землеустрою  
Кафедра водних біоресурсів

**05-03-115М**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання практичних робіт з освітньої компоненти  
**«Гідроботаніка» (частина 1)**  
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за  
освітньою програмою «Водні біоресурси та аквакультура»  
спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура»  
денної та заочної форми навчання

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

Рівне – 2023

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з освітньої компоненти «Гідроботаніка» (частина 1) для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньою програмою «Водні біоресурси та аквакультура» спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» денної та заочної форми навчання. [Електронне видання] / Гроховська Ю. Р., Кононцев С.В. – Рівне : НУВГП, 2023. – 51 с.

Укладачі: Гроховська Ю. Р., доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри водних біоресурсів; Кононцев С. В., доктор технічних наук, професор кафедри водних біоресурсів.

Відповідальна за випуск: Полтавченко Т. В., канд. вет. наук, доцент, завідувачка кафедри водних біоресурсів.

Керівник групи забезпечення

Освітньо-професійна програма  
«Водні біоресурси та аквакультура»  
кандидат сільськогосподарських наук,  
доцент

Петрук А. М.

## Зміст

Передмова	3
1. Основи цитології рослин	4
2. Основи гістології рослин	12
3. Морфологія та метаморфози органів рослини	19
4. Основи морфології водоростей	31
5. Екологічні групи водоростей	38
Рекомендована література	50
Електронні ресурси	50
Рекомендовані до перегляду відео на англійській мові	51

© Ю. Р. Гроховська, С. В. Кононцев, 2023  
© НУВГП, 2023

## Передмова

Навчальна дисципліна «Гідроботаніка» належить до блоку вільного вибору освітніх компонентів здобувачами вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за спеціальністю 207 «Водні біоресурси та аквакультура». На вивчення дисципліни передбачено 6 кредитів (180 год), форма підсумкового контролю – екзамен.

Метою вивчення освітньої компоненти є формування у майбутніх фахівців сучасних знань про будову, особливості життєдіяльності, закономірності розвитку, різноманітність та охорону водоростей та вищих водних рослин, які є невід’ємною частиною водних біоресурсів природних і штучних водойм.

Вивчення дисципліни «Гідроботаніка» передбачає засвоєння студентами необхідного мінімуму знань про будову, розвиток та розмноження, систематику та екологію рослин, а також особливості будови та життєдіяльності власне водних рослин – водоростей та судинних макрофітів. На основі сформованої системи знань про особливості функціонування автотрофного блоку водних екосистем студенти набувають практичних навичок використання засобів цілеспрямованого керування процесами розмноження та розвитку фітобіоти з метою підвищення рибопродуктивності водойм комплексного і рибогосподарського призначення та покращення якості рибицької продукції.

Робота з методичними вказівками включає ознайомлення з теоретичною частиною практичної роботи з коротким конспектом основних визначень і подальше виконання завдань та тестів в окремому зошиті. Малюнки і схеми виконують в альбомі олівцями. Перед сесією конспекти і альбоми подаються на перевірку викладачу для допуску до екзамену.

Необов’язкові завдання включають тренувальні тести і кросворди. У методичних вказівках наведено адреси тренувальних тестів у Google-формах за відповідними темами, доступ до яких мають усі зареєстровані користувачі пошти НУВГП. Ці тести можна використовувати для підготовки до контрольних заходів (модулів, екзамену). Тренувальні тести будуть особливо корисними для здобувачів освіти заочної форми навчання, які можуть самостійно перевірити рівень своїх знань і скоректувати зусилля. Виконання кросвордів сприятиме вивченню основних термінів та самоконтролю знань.

## 1. ОСНОВИ ЦИТОЛОГІЇ РОСЛИН

**Мета роботи.** Ознайомитися з основами будови та функцій рослинної клітини та її органоїдів.

### **Теоретична частина.**

Доросла рослинна клітина складається з трьох частин: щільної еластичної оболонки, що оточує клітину зовні; протопласта – живого вмісту клітини, притиснутого у вигляді тонкого шару до клітинної оболонки; *вакуолі* – порожнини, що займає центральну частину клітини і заповнена водянистим клітинним соком.

*Протопласт*, або живий вміст клітини, – її основна, найважливіша частина, що складається із сукупності клітинних органоїдів (ядро, пластиди, мітохондрії, лізосоми, рибосоми та ін.).

*Клітинна оболонка (клітинна стінка)* і *вакуолі* є продуктами життєдіяльності протопласта, його похідними і з'являються на певному етапі розвитку клітини.

Протопласт поділяють на два компоненти: ядро і цитоплазму. Цитоплазма складається з корпускулярних і мембранних органоїдів, занурених в основну речовину – матрикс, або цитозоль (рис. 1).

Протопласт зовні та зсередини обмежений відповідними мембранами: *плазмалема* відокремлює його від клітинної оболонки, а *тонопласт* – від вакуолі. Розрізняють також мембрани ядра, мітохондрій, пластид, субодиниць апарату Гольджі, а також внутрішні мембрани цитоплазми – ендоплазматичного ретикулуму, мітохондрій і хлоропластів.

*Органоїди* – це структуровані елементи цитоплазми, що виконують у клітинах певні функції, пов'язані з їх життєдіяльністю.

*Корпускулярні органоїди* мають цілком визначену форму (округлу, овальну, паличкоподібну, ниткоподібну тощо). До корпускулярних органоїдів належать ядро, пластиди, мітохондрії, лізосоми, рибосоми, мікротільця.

*Ядро* – найбільший і найважливіший корпускулярний органоїд еукаріотичних клітин, що містить більшу частину генетичної інформації у вигляді довгих ланцюгів ДНК. Цей органоїд присутній в усіх рослинних клітинах, за винятком члеників ситоподібних трубок флоєми. У молодій клітині ядро звичайно перебуває в центрі. При рості і спеціалізації клітини, ядро разом із цитоплазмою відтискується до клітинної стінки вакуолею.

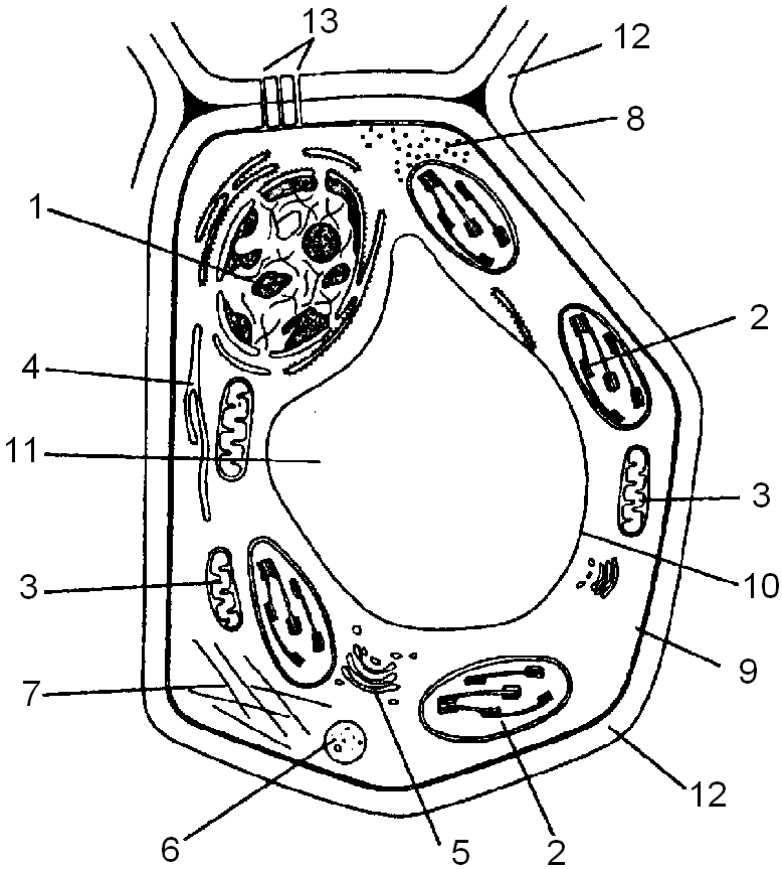


Рис. 1.1. Схема будови рослинної клітини

1 – ядро; 2 – хлоропласти; 3 – мітохондрії; 4 – ендоплазматичний ретикулум; 5 – апарат Гольджі; 6 – лізосома; 7 – мікротрубочки; 8 – рибосоми; 9 – плазмалема; 10 – тонопласт; 11 – вакуоля; 12 – клітинна оболонка; 13 – пори

Ядерна оболонка складається з двох елементарних мембран, між якими знаходиться порожнина — перинуклеарний простір.

*Пластиди* – це органіди, притаманні лише рослинним клітинам. Хлоропласти мають зелене забарвлення, здійснюють фотосинтез. Вони є майже у всіх клітинах надземних органів рослин, куди

потрапляє світло. Крім того, залежно від їх забарвлення є хромопласти – жовтогарячі та лейкопласти – безбарвні.

Хлоропласт оточений подвійною ліпопротеїною мембраною — оболонкою, що регулює обмін речовин між ним і цитоплазмою. Усередині хлоропласта міститься основна речовина — матрикс, або строма. У матриксі занурена система мембран, які у хлоропластах називаються *ламелами*. Вони утворюють плоскі пухирці — *тилакоїди*, зібрані в стопки – *грані*. Грані зв'язані між собою в єдину систему трубчастими, витягнутими тилакоїдами строми, або міжгранними тилакоїдами.

Хлоропласти водоростей називають *хроматофорами*, які зазвичай мають великі розміри, і в клітині їх міститься всього один або декілька.

*Мітохондрії* – органоїди, присутні як у рослинних, так і у тваринних клітинах. У рослинній клітині може міститися від декількох десятків до декількох тисяч мітохондрій. Кількість їх залежить від віку і метаболічної активності клітин. Деякі водорості (хлорела, хламідомонада) мають у клітині лише одну велику мітохондрію. Мітохондрії оточені подвійною ліпопротеїною мембраною. Зовнішня мембрана відрізняється від внутрішньої співвідношенням білків і ліпідів, набором ферментів, проникністю. Внутрішня мітохондріальна мембрана утворює гребені, або *кристи*, розмір та кількість яких залежать від функціональної активності мітохондрій (рис. 2)

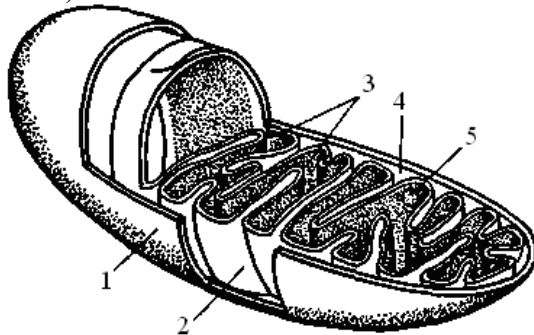


Рис. 1.2. Схема будови мітохондрії:

- 1 – зовнішня мембрана; 2 – внутрішня мембрана; 3 – кристи; 4 – міжмембранний простір; 5 – матрикс

Основна функція мітохондрій – енергетична. У них відбувається процес дихання — окиснення поживних речовин з виділенням енергії, що запасається у формі АТФ.

*Мембранні органоїди* складаються із сукупності мембран і не мають точно обмеженої форми (ендоплазматична сітка, плазмалема, тонопласт).

*Плазмалема* — це плазматична мембрана, що оточує зовні протопласт і прилягає до клітинної оболонки.

*Тонопласт* – мембрана, що оточує вакуолю і відокремлює її від цитоплазми.

*Ендоплазматична сітка*, або *ендоплазматичний ретикулум* (reticulum — сітка) — це складна тривимірна мембранна система, яка являє собою систему каналців, пухирців і цистерн, обмежених ліпопротеїновими мембранами. Розрізняють гранулярну і гладку ендоплазматичну сітку (ЕПС).

*Лізосоми* – дрібні органоїди, оточені однією ліпопротеїновою мембраною, усередині знаходиться матрикс, що містить гідролітичні ферменти, які розщеплюють різні органічні речовини — білки, нуклеїнові кислоти, полісахариди та ін. Лізосоми утворюються з цистерн апарату Гольджі або з гладких мембран ЕПС. Функція лізосом – розщеплення речовин і окремих ділянок цитоплазми, тобто локальний автоліз.

*Рибосоми* – це дрібні клітинні органоїди, які можна побачити тільки під електронним мікроскопом. Рибосоми мають овальну форму. Кожна рибосома складається з двох субодиниць – великої і малої. Рибосоми – центри синтезу білка в клітині. У них відбувається розміщення і з'єднання амінокислот у поліпептидний ланцюг відповідно до генетичної інформації, одержуваної з ядра через матричну РНК. Синтез білка здійснюється на окремих рибосомах і на їх скупченнях, пов'язаних мРНК, – полісомах.

*Мікротільця*, або *мікрочастинки*, – дрібні клітинні органоїди – округлі й ниткоподібні. До перших належать пероксисоми, гліоксисоми, сферосоми, до других – мікротрубочки і мікрофіламенти.

*Апарат Гольджі* – органоїд, що поєднує в собі ознаки як корпускулярної, так і мембранної структури. Це багатоярусна система плоских порожнистих дископодібних цистерн (диктіосом),

які до периферії потовщуються і утворюють трубчасті відростки , від яких відділяються пухирці Гольджі (рис. 3)

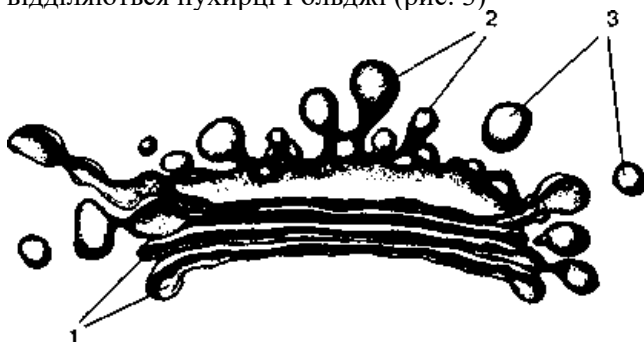


Рис. 1.3. Схема будови диктіосоми:

1 – цистерни; 2 – трубочки зі здутими кінцями; 3 – пухирці Гольджі

### Порядок роботи

1. Використовуючи рекомендовану літературу, пригадати відмінності будови та життєдіяльності прокариот та еукаріот.
2. З'ясувати відмінності будови клітин рослин і тварин.
3. Заповнити таблиці 1.1 і 1.2

#### 1.1. Порівняння особливостей прокариот і еукаріот

Характеристики	Прокариоти	Еукаріоти
Розмір клітин		
Будова клітини		
Особливості розмноження		
Основні систематичні групи		

#### 1.2. Порівняння рослинної і тваринної клітини

Характеристики	Рослини	Тварини
Основні ознаки клітини		
Пластиди		
Оболонка клітини		
Вакуолі		
Плазмодесми		
Запасні поживні речовини		
Мертві клітини в організмі		

3. Замалювати схему будови рослинної клітини (рис.1.1) та органоїдів (рис. 1.2-1.3).

4. Заповнити таблицю 1.3 Будова та функції органоїдів рослинної клітини, використовуючи перелік з рис. 1.1



Орґаноїди	Особливості будови	Основні функції в клітині рослин
1 - ядро і т.д.		

5. Тренувальні тестові завдання до теми:

<https://forms.gle/1cz1Z3rSxK3J6Fcz6>

## Тести

*Виберіть одну правильну відповідь*

**1. У цьому орґаноїді відбувається процес дихання — окиснювання поживних речовин з виділенням енергії, що запасється у формі АТФ**

- а) рибосома
- б) ендоплазматична сітка
- в) лізосома
- г) мітохондрія
- д) ядро

**2. Синтез білків у клітині здійснюють ці орґаноїди**

- а) мітохондрії
- б) лізосоми
- в) пластиди
- г) рибосоми
- д) ядра

**3. Як називається перша фаза мітозу?**

- а) інтерфаза
- б) профаза
- в) метафаза
- г) анафаза
- д) телофаза

**4. Ці клітини витягнуті у довжину і часто мають загострені кінці**

- а) покривні
- б) паренхімні

- в) запасуючі
- г) прозенхімні
- д) меристемні

**5. До корпускулярних орґаноїдів належить...**

- а) тонопласт
- б) ендоплазматична сітка
- в) плазмалема
- г) мітохондрія

**6. Замкнені мембранні пухирці в хлоропластах — це:**

- а) кристи
- б) тилакоїди
- в) ламели
- г) грани
- д) хроматиди

**7. Подвійною мембраною вкриті:**

- а) ядро та вакуоля
- б) мітохондрії та лейкопласти
- в) пластиди, мітохондрії та ядро
- г) лізосоми, пероксисоми та ядро
- д) ядро і рибосоми

**8. Безбарвна пластида це...**

- а) хлоропласт;
- б) хромопласт;

- в) лейкопласт;
- г) тонопласт
- д) симпласт

**9. Розщеплення речовин і окремих ділянок цитоплазми здійснюють**

- а) сферосоми
- б) амілопласти
- в) олеопласти
- г) лізосоми
- д) рибосоми

**10. Органоїд, що поєднує в собі ознаки як корпускулярної, так і мембранної структури.**

- а) апарат Гольджі
- б) мітохондрія
- в) ЕПС
- г) лізосома
- д) вакуоля

**11. Мембрана, що оточує вакуолю і виокремлює її від цитоплазми**

- а) мітохондрія
- б) вакуоля
- в) плазма лема
- г) тонопласт
- д) ЕПС

**12. Органоїди, які притаманні лише рослинним клітинам**

- а) мітохондрії
- б) лізосоми
- в) пластиди
- г) рибосоми
- д) ядра

**13. Нефотосинтезуючі забарвлені пластиди, які містять, в основному, червоні, помаранчеві й жовті пігменти**

- а) Хлоропласти
- б) Лейкопласти
- в) Пропластиди
- г) Хромопласти

**14. До корпускулярних органоїдів НЕ належить:**

- а) хлоропласт
- б) тонопласт
- в) лізосома
- г) рибосома
- д) ядро

**15. Органоїди, що запасують жир (олії)**

- а) сферосоми
- б) амілопласти
- в) олеопласти
- г) лізосоми
- д) рибосоми

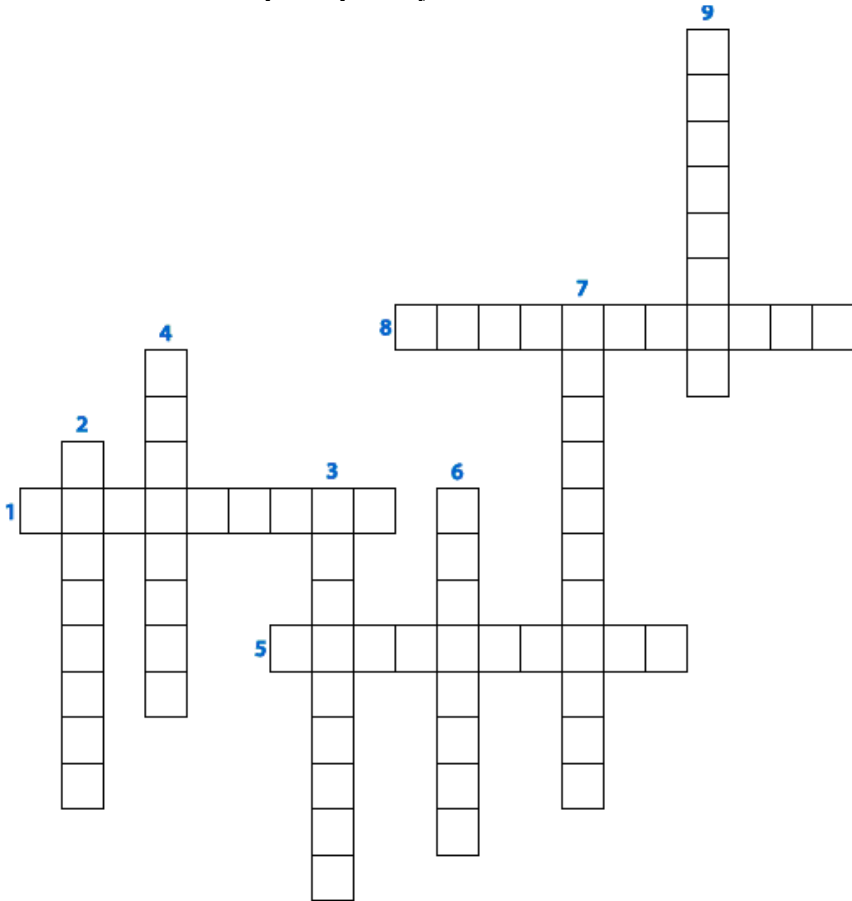
**16. Оболонка вакуолі**

- а) плазмалема
- б) тонопласт
- в) лізосома
- г) ендоплазматична сітка
- д) мітохондрія

**17. Які з перелічених живих організмів не мають клітинної будови?**

- а) віруси
- б) бактерії
- в) гриби
- г) ціанеї
- д) зелені водорості

## Кросворд «Будова клітини»



*По горизонталі:* 1. Розділ ботаніки, який вивчає закономірності будови і розвитку клітини та її органоїдів. 5. Безбарвна пластида 8. Органоїд, який виконує енергетичну функцію

*По вертикалі:* 2. Органоїд, який виконує функцію синтезу білків в клітині 3. Період між двома поділами клітин. 4. Гранули у складі гранулярної ЕПС. 6. Органоїд, який виконує функцію розщеплення речовин і органоїдів. 7. Нефотосинтезуючі забарвлені пластиди, які містять, переважно, червоні, помаранчеві й жовті пігменти. 9. Органоїди, які притаманні лише рослинним клітинам.

## 2. ОСНОВИ ГІСТОЛОГІЇ РОСЛИН

**Мета роботи.** Ознайомитися з основами вчення про клітину. Дослідити будову та функції рослинної клітини та її органодів.

**Теоретична частина.** Групи клітин, подібних за будовою, виконуваними функціями і походженням, називають **тканинами**. *Справжні тканини* виникають унаслідок поділу клітин у різних площинах. *Несправжні тканини* утворюються у результаті зростання ниток розгалуженої різнонитчастої слані. Вони характерні для деяких водоростей.

В основу сучасної класифікації рослинних тканин покладений комплекс анатомо-фізіологічних ознак — подібність будови, функцій і походження. Розрізняють такі типи рослинних тканин: твірні, покривні, механічні, асимілюючі, поглинаючі, запасаючі, провідні, видільні, тканини провітрювання. Усі тканини, крім твірних, належать до постійних (спеціалізованих). Між спеціалізованими тканинами розміщуються паренхімні клітини, форма, розміри і функції яких різні. Ці клітини називають *основною паренхімою*.

Деякі тканини розташовуються поруч, взаємодіють одна з одною і тягнуться по всій рослині, утворюють складний комплекс — *систему тканин*. У рослинах можна виділити принаймні три системи тканин — покривну, провідну і основну. Покривна утворює зовнішній захисний шар рослини, а провідна займає центральну частину її тіла. Система основних тканин включає основну паренхіму, механічні, асимілюючі, запасаючі тканини та ін.

**Меристематичні (твірні) тканини.** Рослина характеризується локалізованістю росту в певних місцях — точках росту, де містяться твірні тканини — *меристеми*, основною функцією яких є утворення нових клітин шляхом поділу (рис. 2.1).

Меристеми складаються з дрібних щільно зімкнутих клітин з тонкими целюлозними оболонками. Меристематичні клітини частіше паренхімні, рідше прозенхімні із загостреними кінцями. Протопласти клітин містять великі ядра, інші органоди перебувають у стадії формування. Вакуолей або зовсім немає, або вони дуже дрібні.

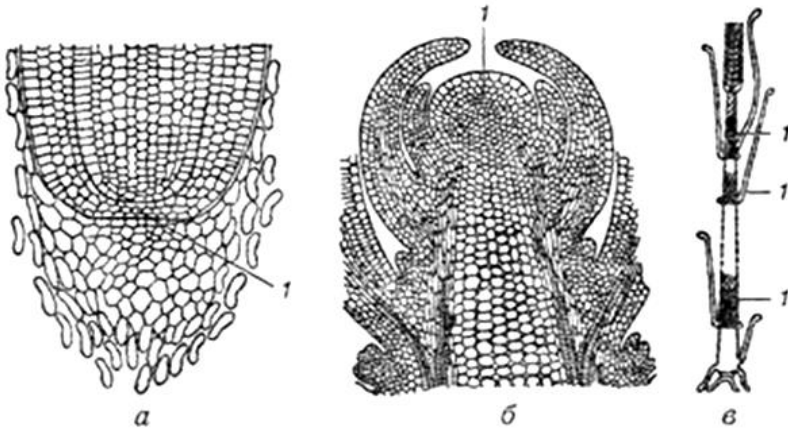


Рис. 2. 1. Твірна тканина (1): верхівкова (а — кореня, б — стебла) і вставна (в)

*Покривні тканини.* На поверхні всіх органів рослин знаходяться покривні тканини. Основна їх функція — захисна. Крім того, ці тканини виконують функції газообміну, транспірації, виділення, поглинання тощо. Розрізняють первинну, вторинну і третинну покривні тканини.

*Особливості покривних тканин водних рослин.* У занурених водних рослин — *гідафітів* — немає кутикули і процихів. Витягнуті з води вони швидко висихають і гинуть.

У повітряно-водних рослин — *гідрофітів* — є епідерміс з процихами, але інтенсивність транспірації дуже висока і вони можуть рости лише при постійному інтенсивному поглинанні води.

*Основна паренхіма* складається з паренхімних клітин різної форми: округлих, овальних, призматичних, багатограних, циліндричних, подовжених та ін. Функції паренхіми: асимілююча, запасуюча, видільна, провітрювальна, механічна та ін.

До основних тканин належать поглинаюча, асиміляційна, запасуюча та водоносна паренхіми, аеренхіма.

*Поглинаючі тканини.* Речовини, які необхідні для життєдіяльності, рослини поглинають із навколишнього середовища. Водорості та занурені вищі водні рослини всмоктують їх усією поверхнею свого тіла. У вищих рослин, які живуть на суші, є для цього спеціалізовані поглинаючі тканини.

Волосконосний шар є покривною тканиною кореня в зоні поглинання вище точки росту. Він називається *ризодермою*, або епіблемою. Клітини цього шару утворюють вирости — кореневі волоски.

*Асимілюючі*, або *фотосинтезуючі*, тканини. Фотосинтетичну функцію виконують спеціалізовані тканини, які називаються асимілюючими (фотосинтезуючими), або хлоренхімою. Хлоренхіма представлена живими паренхімними тонкостінними клітинами, у протопласті яких присутні хлоропласти (рис. 2.2).

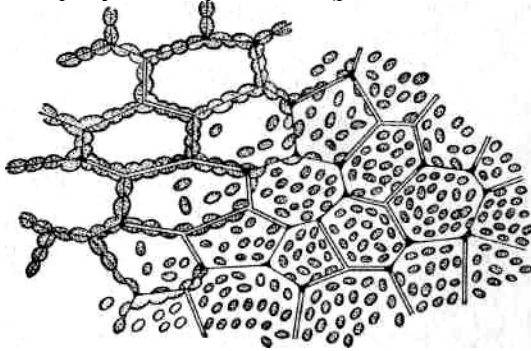


Рис. 2.2. Схема переміщення хлоропластів під мікроскопом (зліва – при яскравому освітленні, справа – при розсіяному світлі)

Виділяють три типи асимілюючих тканин: стовпчаста, губчаста і складчаста. Усі вони містяться, як правило, у пластинках листків.

*Запасаючі тканини.* Накопичення і зберігання поживних речовин відбувається в запасаючих тканинах. В однорічних рослин запасаючі тканини розташовані в основному в насінні і плодах.

У багаторічних рослин запасні речовини відкладаються не тільки в насінні й плодах, але й у вегетативних органах — корі, деревині й серцевині стебла, у корі й деревині кореня. Ці речовини використовуються рослиною при розпусканні бруньок навесні, рості молодих пагонів і коренів. Крім того, у багатьох рослин є спеціалізовані запасаючі органи — кореневища, бульби, цибулини.

*Система провітрювання.* До системи провітрювання належать продихи в епідермі, сочевички в перидермі і міжклітинники. Міжклітинники можуть бути великих і малих розмірів, поєднуючись один з одним, вони утворюють систему

міжклітинників. Тканина, що містить дуже великі міжклітинники, називається аеренхімою. Часто в ній міжклітинні простори перевищують розміри клітин. Аеренхіма складається з живих тонкостінних клітин.

Аеренхіма звичайно розвинута у водних і болотяних рослин, особливо у гідатофітів (цілком занурених) корені, кореневища, а іноді й стебла яких перебувають у воді, мулі або заболоченому ґрунті, а також у занурених у воду листках. Атмосферне повітря проникає в рослину через продихи або сочевички органів, що перебувають над водою, і по міжклітинниках досягає клітин і тканин органів, яким не вистачає кисню, де і накопичується у великих міжклітинниках. Аеренхіма також підтримує рослини у вертикальному положенні і на плаву внаслідок зменшення їх питомої ваги.

*Провідні тканини.* Функції проведення речовин по рослині виконують спеціалізовані провідні тканини. Водний розчин мінеральних і деяких органічних речовин із коренів у листки пересувається по ксилемі (висхідна течія), органічні продукти фотосинтезу з листків — по флоемі (низхідна). Розчин речовин, який транспортується по провідних тканинах, називають пасокою.

Провідні тканини — ксилема і флоема — звичайно знаходяться поруч і тягнуться по всій рослині, утворюючи провідну систему.

*Механічні (опорні) тканини.* Занурені вищі водні рослини (гідатофіти) і водорості не потребують опори — їх підтримує вода, щільність якої набагато перевищує щільність повітря. Повітряно-водні рослини (гідрофіти) мають механічні тканини.

У невеликих рослин, що живуть на суші у вологих умовах, опорою є міцна пружна клітинна оболонка і тургор клітин (мохи). Для великих за розміром наземних рослин такої опори недостатньо. Після виходу рослин на сушу в процесі еволюції в них виникли спеціалізовані механічні тканини, що підтримують тіло рослин, надають йому форми і положення в просторі. Власне, завдяки механічним тканинам стало можливим збільшення розмірів тіла рослин аж до високих дерев (сосна, дуб, евкаліпт, секвоя).

Є два види механічних тканин — коленхіма і склеренхіма.

*Видільні тканини* прийнято поділяти на дві групи: *зовнішні*, або *екзогенні*, і *внутрішні*, або *ендогенні*. Перші виділяють речовини в

зовнішнє середовище, другі накопичують їх усередині рослини в клітинах і вмістищах.

До *зовнішніх видільних тканин* належать залозисті волоски, зовнішні залозки, нектарники, гідатоди.

### Порядок роботи

1. Заповнити таблицю 2.1 Будова та функції рослинних тканин, використовуючи перелік з теоретичної частини роботи (див. вище) та рекомендовані джерела

Тканини	Особливості розташування і будови	Основні функції в організмі рослин
1) меристематичні (твірні) і т.д.		

2. З'ясувати визначення наступних термінів: епідерма, меристема апікальна і латеральна, інтеркалярна, перидерма, палісадна хлоренхіма, ксилема, флоема, ситоподібні трубки, трахеї, трахеїди, коленхіма, склеренхіма, склереїди, гідатоди, лізигенні вмістилища.

3. Замалювати схеми рис. 2. 1 «Твірна тканина».

4. Тренувальні тестові завдання до теми:

<https://forms.gle/6HJW87Va5DJ8dTaB7>

### Тести

*Виберіть одну правильну відповідь*

**1. Прокамбій і камбій, що утворює луб і деревину, належить до бічних (латеральних) меристем**

- а) інтеркалярних меристем
- б) верхівкових меристем
- в) вставних меристем
- г) абсорбційних меристем

**2. Третинна покривна тканина — це:**

- а) епідерма
- б) епідерміс
- в) перидерма
- г) шкірка

д) кора

**3. Ці кам'янисті клітини утворюють тканину шкаралупи горіха, кісточки вишень тощо**

- а) гіалінові
- б) коленхімні
- в) склереїди
- г) ідіобласти
- д) меристеми

**4. Ця асимілююча тканина зустрічається в основному у хвої і листках деяких злаків**

- а) пухка
- б) склеренхіма
- в) коленхіма
- г) складчаста



д) палісадна

**5. Мертва механічна тканина**

- а) паренхіма
- б) хлоренхіма
- в) меристема
- г) склеренхіма
- д) коленхіма

**6. Тканини, які утворюються у результаті зростання ниток розгалуженої різнонитчастої слані**

- а) несправжні
- б) справжні
- в) покривні
- г) механічні
- д) меристеми

**7. Основною функцією цих тканин є утворення нових клітин шляхом поділу**

- а) меристеми
- б) несправжні
- в) справжні
- г) покривні
- д) механічні

**8. Ці рослини мають здатність накопичувати у м'ясистому стеблі або листках воду**

- а) водні
- б) лучні
- в) сукуленти
- г) гідрофіти
- д) склерофіти

**9. Кореневий чохлак прикриває**

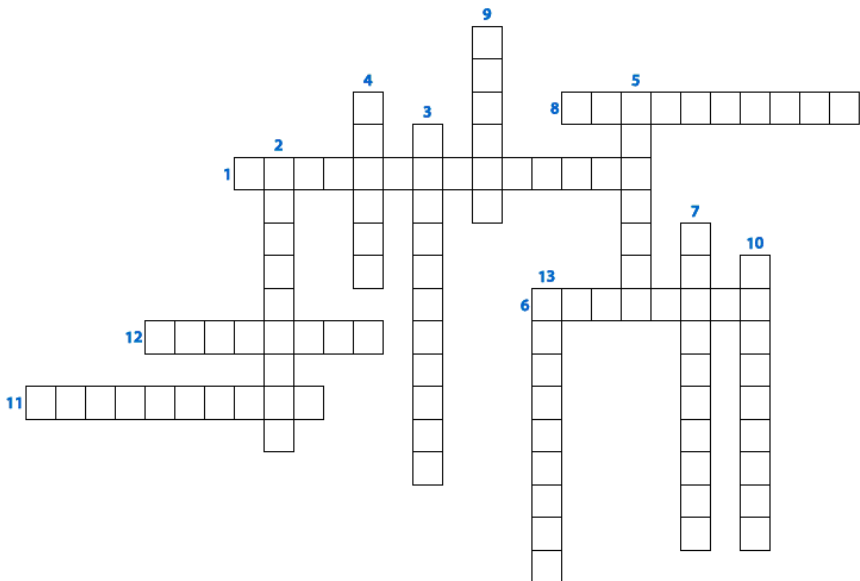
- а) зону поділу
- б) зону росту
- в) зону всмоктування
- г) зону розгалуження
- д) зону відгалуження

**10. Ці меристеми перебувають в основі міжвузля пагонів і листків (у злаків, хвощів, деяких зонтичних)**

- а) апікальні
- б) латеральні
- в) верхівкові
- г) інтеркалярні
- д) бічні

**Кросворд «Будова та функції тканин»**

*По горизонталі:* 1. Видовжені розгалужені кам'янисті клітини склеренхіми. 6. Водяні пори на листках, через які відбувається виділення води в крапельно-рідкому стані. 8. Зовнішні залозки, які секретують назовні цукристу рідину — нектар. 11. Хлоренхіма, яка зустрічається в основному в хвої і листках деяких злаків. 12. Елементи ксилеми, найдавніші водопровідні елементи рослин.



*По вертикалі:* 2. Рослини із соковитими вегетативними органами (алоє, очиток, кактус), які містять водоносну тканину. 3. Основна механічна тканина рослин, її клітини, як правило, мертві, з дуже товстими здерев'янілими оболонками і простими порами. 4. Провідна тканина, по якій органічні продукти фотосинтезу з листків прямують вниз. 5. Провідна тканина, по якій водний розчин мінеральних і деяких органічних речовин із коренів у листки пересувається вгору. 7. Спеціалізовані тканини, які виконують фотосинтетичну функцію. 9. Елементи провідної тканини — трубки, які складаються з вертикального ряду мертвих клітин-члеників, що мають перфорації в поперечних стінках. 10. Волосконосний шар є покривною тканиною кореня в зоні поглинання вище точки росту. 13. Клітини сфагнових мохів у стеблах і листках, які поглинають воду.

### 3. МОРФОЛОГІЯ ТА МЕТАМОРФОЗИ ОРГАНІВ РОСЛИНИ

**Мета роботи.** Ознайомитися з основами будови пагона. Дослідити типи галуження і форми росту пагонів різних рослин. Дослідити будову метаморфозів пагонів і листків.

**Теоретична частина.** У водоростей тіло (талом, слань) не розчленоване на органи, а представлене однією клітиною, нитками, колоніями або пластинками. У деяких із них помітно диференціювання талому на органи, зовні подібні до стебла і листка вищих рослин.

**Репродуктивні органи** забезпечують спорове і статеве розмноження рослин. У спорових рослин є спори, спорангії і соруси, а генеративними органами у квіткових є квітка, плід і насінина. Генеративні органи забезпечують розмноження рослин і безперервність їх існування на Землі.

Вегетативні органи вищих (судинних) рослин виконують функції підтримання індивідуального життя рослини і забезпечують її живлення та ріст, а також вегетативне розмноження. Морфологічна й анатомічна будова вегетативних органів судинних рослин пристосована до виконання властивих їм функцій. У разі зміни функцій відповідно змінюються і вегетативні органи (метаморфоз). Вегетативними органами рослини є корінь і пагін.

Корінь - це переважно підземний орган з необмеженим ростом, яким рослина закріплюється в субстраті, що забезпечує її вертикальний ріст. Він поглинає воду й розчинені в ній мінеральні та частково органічні речовини і транспортує їх нагору в стебло.

Корінь формується ще у зародку. Корінь, як і стебло, характеризується необмеженим ростом за рахунок меристем, розташованих у конусі наростання, має циліндричну форму і радіальне розташування тканин.

На відміну від стебла, корінь не несе листків, квітів і плодів. Він пов'язаний тільки зі стеблом, тому має простішу будову. На відміну від стебла, корінь розгалужується ендогенно, тобто зачатки бічних коренів закладаються у внутрішніх тканинах.

Шар ґрунту, в якому містяться корені рослин, називається *ризосферою*.

За формою корені дуже різноманітні: ниткоподібні, веретеноподібні, мичкуваті тощо (рис. 3.2).

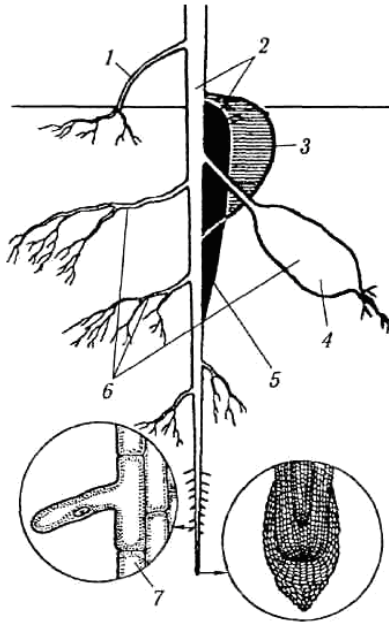


Рис. 3.1. Види коренів:

- 1 — додаткові; 2 — головний; 3 — ріпчастий; 4 — бульбоподібний;  
5 — конусоподібний; 6 — бічні; 7 — кореневий волосок

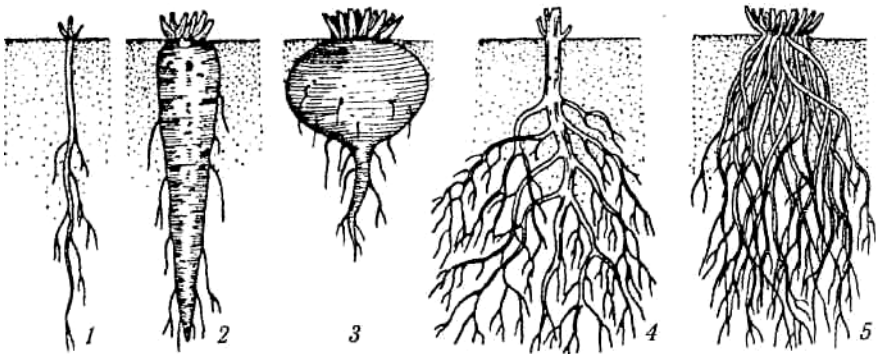


Рис. 3.2. Форми коренів:

- 1 — ниткоподібний; 2 — веретеноподібний; 3 — ріпчастий (2, 3 —  
запасальні); 4 — стрижнеподібний (типовий); 5 — мичкуватий

Листок — бічний орган рослин. Як відомо, листки зі стеблом утворюють єдину систему — пагін. Листки на стеблі розміщуються таким чином, щоб максимізувати ефективність засвоєння сонячного світла (рис. 3.3).

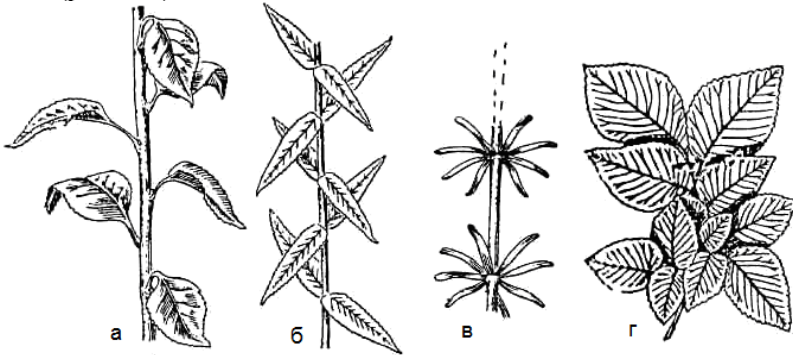


Рис. 3.3. Розміщення листків а - чергове (спіральне); б - супротивне; в - кільчасте; г - листкова мозаїка

Основні функції листка — фотосинтез і транспірація. Хлорофілоносна тканина забезпечує фотосинтез, а елементи системи провітрювання і покривна тканина — випаровування води і його регуляцію. Провідна система бере участь в обох процесах.

У деяких рослин листки виконують додаткові функції. Наприклад, запасна функція характерна для листків сукулентів, у клітинах яких накопичується вода - вони утворюють водоносну тканину в листках алое і агави. Листки деяких рослин можуть бути органами вегетативного розмноження (бегонія, сенполія).

Листок складається з листкової пластинки, черешка, а в деяких рослин є також і прилистки. (рис. 3.4). Найважливіша частина — листкова пластинка, саме в ній здійснюються фотосинтез і транспірація.

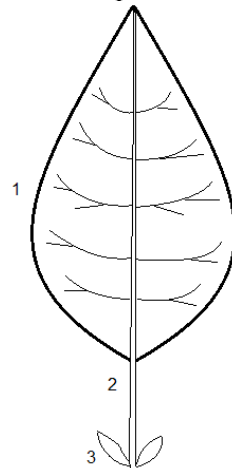


Рис. 3.4. Частини листка: 1 - пластинка, 2 - черешок, 3 - прилистки

Листки можуть бути простими і складними, листкові пластинки мають різну форму (рис. 3.5-3.6).

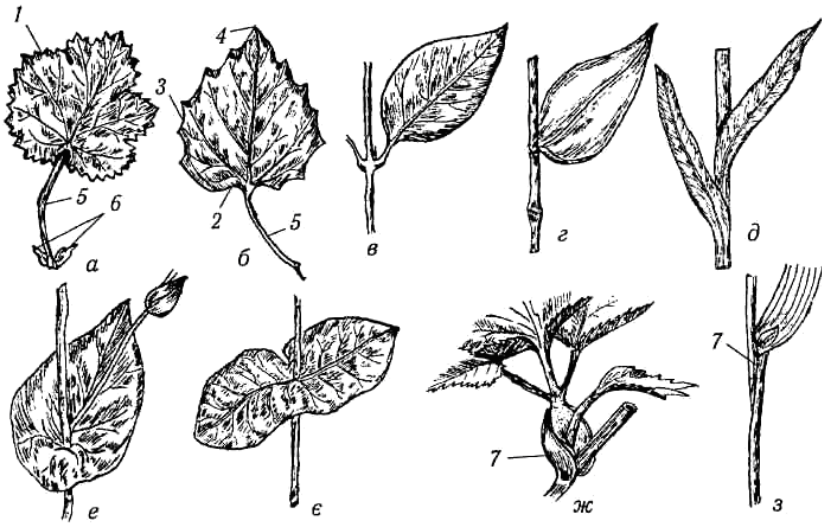


Рис. 3.5. Морфологічна будова листка і характер прикріплення його до стебла: а-в — черешковий із прилистками, без прилистків, коротчерешковий; г, е, е — без черешка сидячий, простромлений, супротивні зі зрослими основами; д — збіжний; ж, з — піхвові з розширеною відкритою піхвою та із закритою піхвою; е—з — сидячі; 1 — листкова пластинка; 2-4 — частини листкової пластинки: основа, край, верхівка; 5 — черешок; 6 — прилистки; 7 — піхва

*Стебло* — вегетативний осьовий орган рослини. На ньому формуються листя, бруньки, квіти, плоди з насінням. Стебло з листям і бруньками називають *пагоном*. Однорічні і багаторічні пагони можуть бути органом природного та штучного вегетативного розмноження (вкорінення нижніх гілок ліщини, ялиці, живцювання тополі, смородини, калини, лимонника).

На відміну від кореня в стеблі зазвичай багато механічних тканин; значно розвинутий центральний циліндр; кора залишається слаборозвиненою, а центр зайнятий паренхімною *серцевиною*.

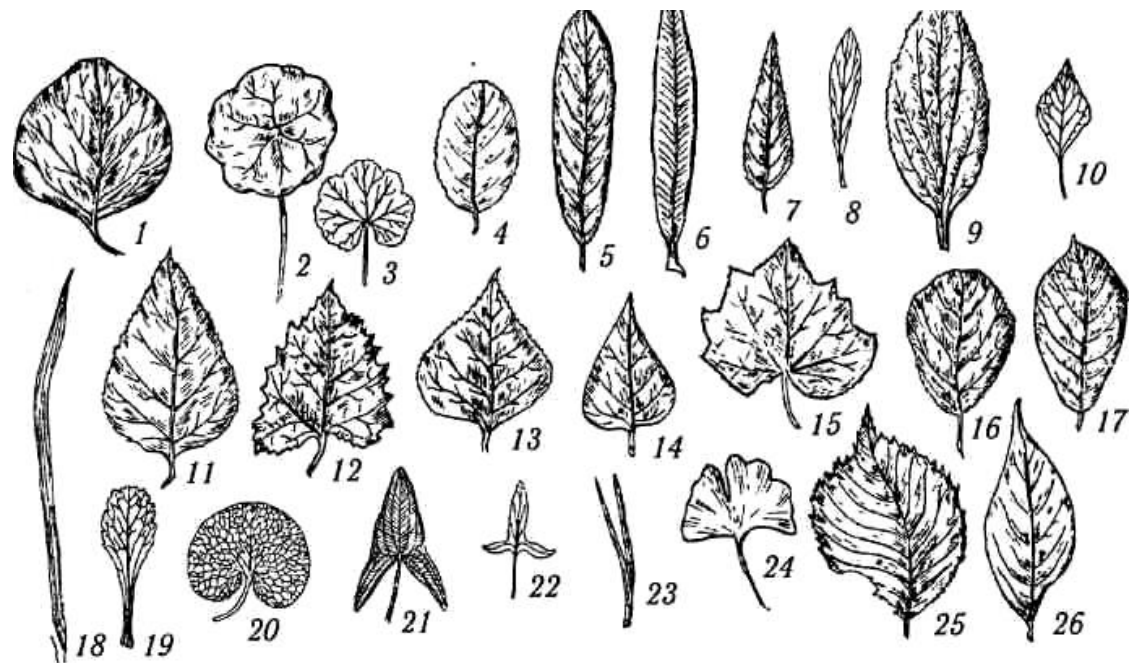


Рис. 3.6. Форми простих листків:

1—3 — округла; 4 — овальна; 5 — довгасто-овальна; 6 — ланцетоподібна; 7 — ланцетна; 8 — оберненоланцетна; 9 — еліптична; 10 — ромбоподібна; 11, 12 — яйцеподібна; 13 — широкояйцеподібна; 14 — трикутна; 15 — серцеподібна; 16, 17 — оберненояйцеподібна; 18 — лінійна; 19 — лопатоподібна; 20 — ниркоподібна; 21 — стрілоподібна; 22 — списоподібна; 23 — голчаста; 24 — віялоподібна; 25, 26 — нерівноподібна

В процесі росту пагін розгалужується (рис. 3.7). У рослин нижчого рівня організації (водорості, мохи, плауни) зустрічається дихотомічне, або вилчасте, галузнення. Крім того, розрізняють моноподіальне, симподіальне і несправжнє дихотомічне галузнення стебла, а також особливий тип галузнення – кущіння, характерне для злаків та осок.

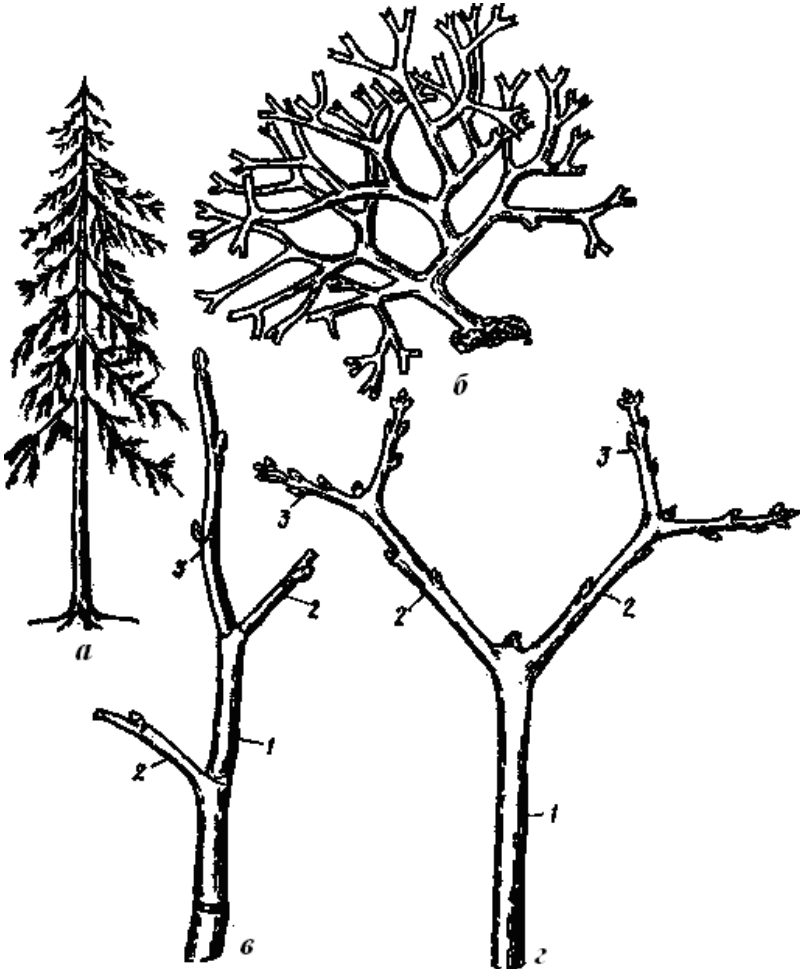


Рис. 3.7. Типи галузнення: а – моноподіальне у ялини; б – дихотомічне водорості диктіоти; в – симподіальне черемухи; г – несправжньо дихотомічне клену татарського (1-2-3 і т.д. – осі першого і наступних порядків)



**Листки водних рослин** можуть розташовуватися над водою, лежати на воді, і бути цілком зануреними. Прикладом рослини, що має всі три типи листків, є стрілолист, стрілиця (*Sagittaria sagittifolia*). Його стрілоподібні листки стирчать з води, еліптичні лежать на поверхні, а занурені у воду мають форму стрічки. Два типи листків — надводні і підводні — мають латаття біле (*Nymphaea alba*) та глечики жовті (*Nuphar lutea*).

Водне середовище існування відбивається на будові листкової пластинки. Зокрема, форма листя, яке плаває на поверхні води подібна у рослин з різних систематичних груп (рис. 3.8).

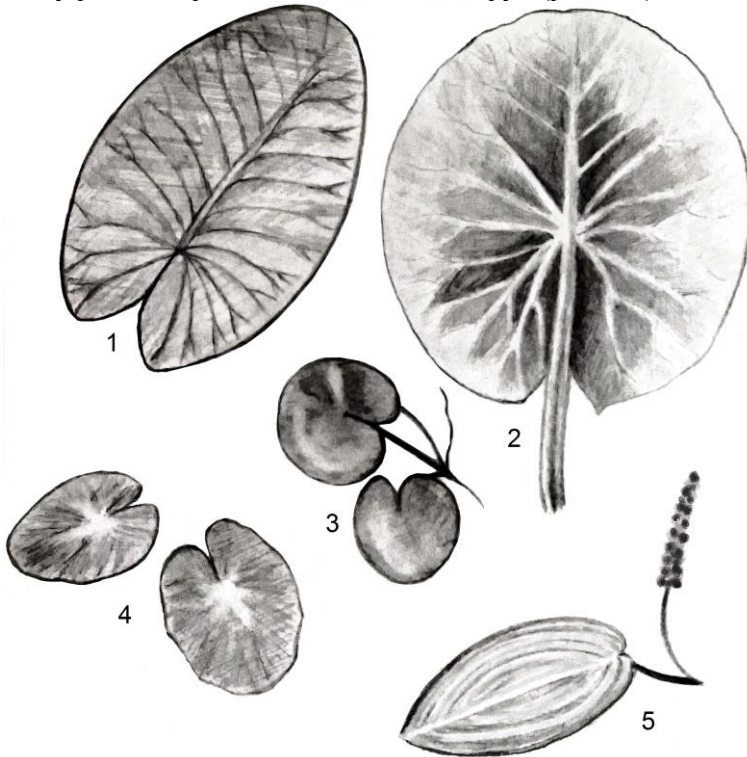


Рис. 3.8. Листки водних рослин, які плавають на поверхні води: 1 – глечики жовті (*Nuphar lutea*); 2 - латаття біле (*Nymphaea alba*), вигляд знизу; 3 – жабурник звичайний (*Hydrocharis morsus-ranae*); 4 - плавун щитолистий (*Nymphoides peltata*); 5 - рдесник плаваючий (*Potamogeton natans*)

У багатьох рослин вегетативні органи – корінь, стебло, листок – у зв'язку із зміною функції нерідко зазнають *метаморфозу*, тобто видозмінюються. Органи, які зазнали метаморфозу, можуть бути органами вегетативного розмноження, слугувати вмістилищем запасних поживних речовин, захистом від поїдання, засобом для лазіння тощо. До метаморфозів пагонів відносять: *кореневища* (очерет, рогіз, глечики, латаття), *бульби* (картопля, земляна груша), *цибулини* (цибуля, тюльпан), *бульбоцибулини* (гладіолус), *вуса* (суниця), *столони* (картопля), *колючки* (глід, дика яблуня), *вусики* (гарбуз, огірок) та ін.

*Бульбоподібні потовщення* на підземних пагонах є у стрілолиста стрілолистого, частухи подорожникової та інших водних рослин. Тут накопичується крохмаль, цукри, білки та інші речовини.

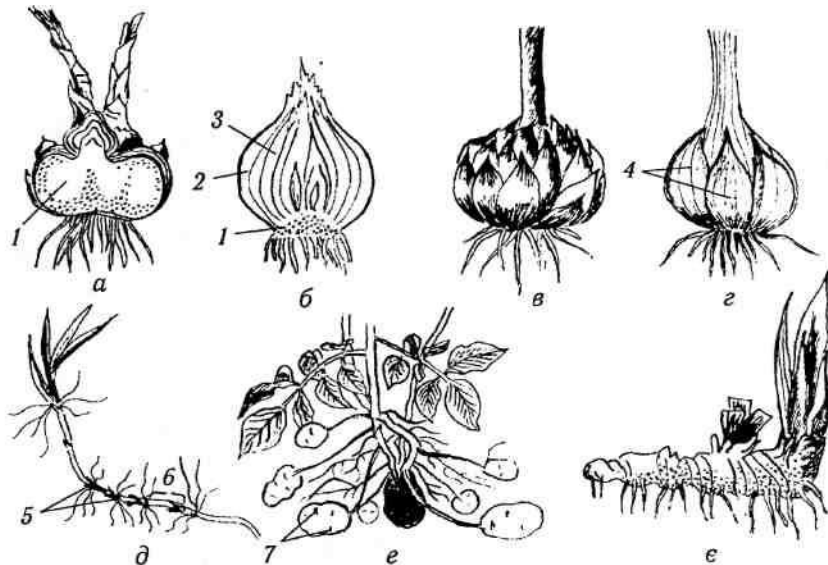


Рис. 3.9. Підземні видозміни пагонів:

а — бульбоцибулина; б—г — цибулини півчаста, черепитчаста та складна; д — кореневище пирію; е — бульби; е — потовщене кореневище півників; 1 — денце; 2,3 — луски сухі й соковиті; 4 — цибулинки складної цибулини; 5 — редуковані листки; 6 — міжвузля; 7 — вічка

У зв'язку з виконанням різних функцій листки також видозмінюються. Трапляються переважно такі їх видозміни: колючки — розміщені у вузлах стебел; з пазухи таких колючок виходить бічний пагін (барбарис), іноді в колючку видозмінюється не весь листок, а лише його прилистки (біла акація); вусики — за їх допомогою стебло підтримується у вертикальному положенні (горох); філодії — листкоподібні розширення черешків, які виконують функції листків (деякі види акацій, у яких у жаркий засушливий період року листки опадають); сховища запасних речовин (соковиті луски цибулини); покриви, які захищають рослини від висихання і промерзання (сухі луски цибулини, луски бруньок); приквітки — листки, у пазухах яких розвиваються квітки, іноді яскраво забарвлені й виконують роль оцвітини (перестріч).

Еволюційними видозмінами листка є частини квітки (чашолистки, пелюстки), спеціальні пристосування для вловлювання комах (росичка, пухирник) і розщеплення їхніх білків до амінокислот, які засвоюються рослиною (рис. 3.10).

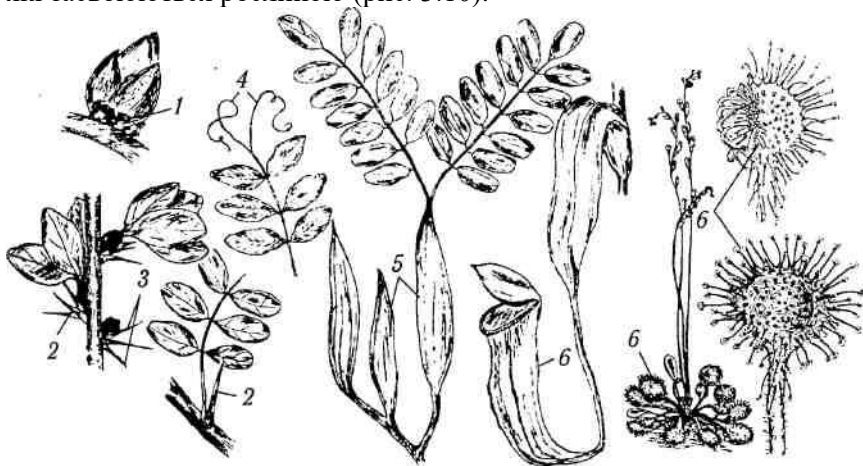


Рис. 3.10. Видозміни листків та їх частин:

- 1 — луски бруньок; 2,3 — колючки — видозмінені прилистки й листки; 4 - вусики; 5 — філодії; 6 — листки-пастки для вловлювання комах

На поверхні та в товщі води різних водних об'єктів можна побачити дрібненькі рослини — це представники родини ароїдних (Araceae) підродини ряскових (Lemnaceae): ряска мала (*Lemna*

*minor*) і триборозенчаста (*L. trisulca*), спіродела багатокоренева (*Spirodela polyrrhiza*). У цих рослин тіло представлене видозміненим пагоном, який нагадує листочок і має назву *фронда*. Справжні листки у ряскових редуковані. Від нижнього боку фронди може відходити один (у ряски малої) або декілька (спіродела) корінців, які виконують роль якоря.

### Порядок роботи

1. Заповнити таблицю 3.1 Метаморфози вегетативних органів, використовуючи перелік з теоретичної частини роботи (див. вище) та рекомендовані джерела

Метаморфози органів	Приклади рослин	Основні функції
1) Кореня		
Бульби ...		
2) Листка		
...		
3) Пагона		
...		

2. З'ясувати значення наступних термінів: пагін, метаморфоз, дихотомічне, моноподіальне, симподіальне і несправжнє дихотомічне галуження, фронда.

3. Замалювати схеми рис. 3. 1 «Види коренів», 3.6. Форми простих листків, 3.7. Типи галуження, 3.8. Листки водних рослин

4. Тренувальні тестові завдання до теми: <https://forms.gle/pRbXk2VRNE3qoPM78>

### Тести

*Виберіть одну правильну відповідь*

**1. Утворення річних кілець характерне**

- а) для водних рослин
- б) для мангрової рослинності
- в) для рослин помірною клімату
- г) для рослин субтропічного клімату
- д) для рослин тропічного клімату

**2. При цьому типі галуження наростання пагонів у довжину кожен наступний рік відбувається за рахунок розкриття бічної бруньки, розташованої під верхівковою**

- а) несправжнє дихотомічне
- б) моноподіальне
- в) симподіальне
- г) дихотомічне
- д) несправжнє

**3. Частина багатоклітинного організму, яка виконує певну функцію або групу тісно пов'язаних функцій**

- а) орган
- б) листок
- в) стебло
- г) провідна тканина
- д) квітка

**4. Органи, які виконують функції підтримання індивідуального життя рослини і забезпечують її живлення та ріст, а також вегетативне розмноження**

- а) вегетативні
- б) генеративні
- в) репродуктивні
- г) кореневища
- д) листки

**5. Який з перелічених органів рослин не є генеративним?**

- а) квітка
- б) плід
- в) пагін
- г) насінина
- д) спора

**6. Як називається видозмінення вегетативних органів внаслідок їхнього пристосування до виконання тих чи інших функцій у певних умовах існування?**

- а) метаморфоз
- б) трансформація
- в) вусики
- г) кореневища
- д) бульби

симподіальне

**7. У якого з перелічених видів тіло представлене видозміненим пагоном - фрондою?**

- а) *Nymphaea alba*
- б) *Spirodela polyrrhiza*
- в) *Butomus umbellatus*
- г) *Elodea canadensis*
- д) *Potamogeton crispus*

**8. У якого з перелічених видів тіло представлене видозміненим пагоном - фрондою?**

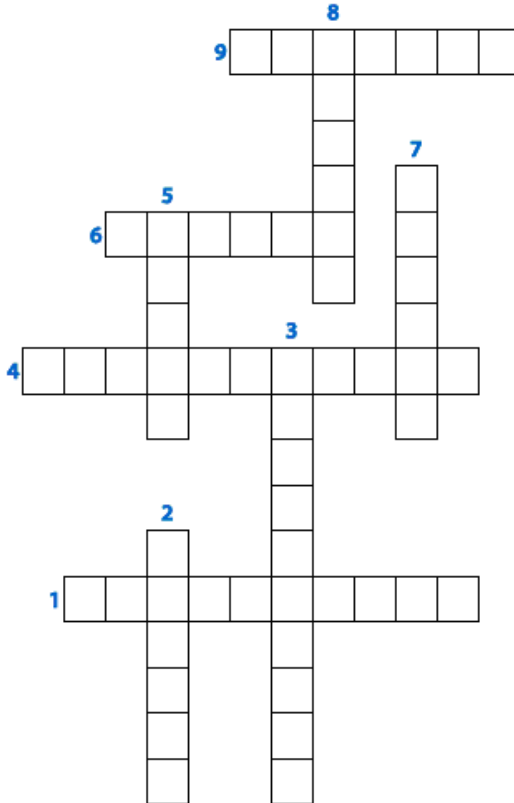
- а) *Sagittaria sagittifolia*
- б) *Alisma plantago-aquatica*
- в) *Potamogeton lucens*
- г) *Stratiotes aloides*
- д) *Lemna trisulca*

*Виберіть кілька правильних відповідей*

**8. У яких з перелічених видів є видозмінений пагін - кореневище?**

- а) *Lemna minor*
- б) *Spirodela polyrrhiza*
- в) *Nymphaea alba*
- г) *Elodea canadensis*
- д) *Nuphar lutea*
- е) *Phragmites australis*
- ж) *Typha latifolia*
- з) *Lemna minor*

## Кросворд «Будова та функції органів»



*По горизонталі:* 1. Водна рослина, яка має три типи листків різної форми (над водою, лежать на воді, занурені). 4. Вилчасте галуження стебла. 6. Вегетативний осьовий орган рослини. 9. Листкоподібні розширення черешків, які виконують функції листків.

*По вертикалі:* 2. Тіло рясових, представлене видозміненим пагоном. 3. Видозмінення вегетативних органів рослини (стебла, листка або кореня) для виконання тих чи інших функцій у певних умовах існування. 5. Тіло водоростей. 7. Вегетативний орган рослини. 8. Бічний орган рослин.

#### 4. ОСНОВИ МОРФОЛОГІЇ ВОДОРОСТЕЙ

**Мета роботи.** Ознайомитися з основами морфологічної структури водоростей.

**Теоретична частина.** Водорості (лат. *Algae*) – гетерогенна екологічна група переважно фотоавтотрофних організмів, які здебільшого живуть у воді. Це одноклітинні, колоніальні або багатоклітинні організми. Клітини водоростей оточені міцною целюлозною або пектиновою оболонкою – клітинною стінкою. Зовні вона може бути вкрита слизом, який захищає клітину від висихання та механічних ушкоджень. У цитоплазмі водоростей можуть бути одне або декілька ядер і пластид, які називаються *хроматофорами* і мають вигляд стрічок, зерняток або пластинок різної форми.

Водорості містять хлорофіл, завдяки якому вони здатні асимілювати на світлі вуглекислий газ, тобто харчуватися фототрофно. Більшість водоростей характеризуються здатністю до фотоавтотрофного способу живлення і містять хлорофіл. Проте серед них відомі і безбарвні, і навіть беспластидні організми, що живляться гетеротрофно (сапротрофи, паразити і організми з голозойним способом живлення). Вони втратили здатність до фотоавтотрофного способу живлення в результаті пристосування до особливих умов існування в багатих органічними речовинами біотопах. Розмноження водоростей відбувається нестатевим (вегетативним і власне нестатевим) і статевим шляхом.

Отже, водорості — це нижчі спорові рослини, тіло яких не розчленоване на органи, а являє собою талом, або слань, вони містять у своїх клітинах хлорофіл і живуть переважно у воді. У прісноводних екосистемах переважають прокаріоти - ціанеї, а також діатомові та зелені еукаріотичні водорості; у морських – бурі, червоні, діатомові, динофітові водорості.

Величезну різноманітність водоростей можна звести до декількох типів морфологічної структури, які відповідають основним рівням морфологічної диференціації тіла водоростей у процесі їх еволюції. Розрізняють такі типи структури: монадний, гемімонадний, кокоїдний, сарциноїдний, нитчастий, ризонитчастий, паренхіматозний, псевдопаренхіматозний, сифональний, сифонокладальний, амебоїдний [1] (рис. 4.1-4.8).

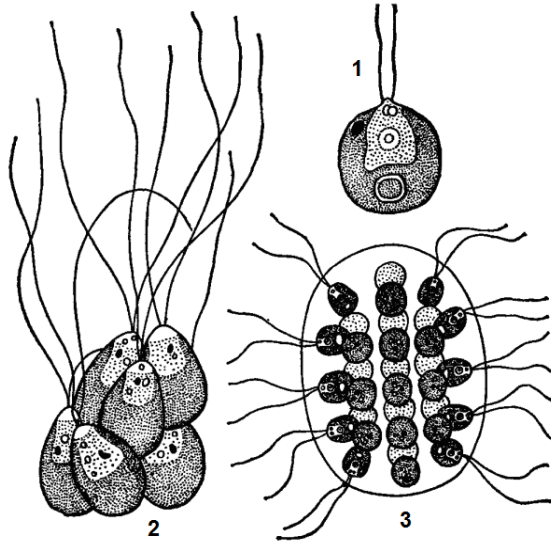


Рис. 4.1. Монадна структура у зелених водоростей:  
 1 – одиночна клітина хламідомонади (*Chlamydomonas*); 2 – колонія піроботриса (*Pyrobotrys*), утворена зростанням клітин; 3 – колонія евдорини (*Eudorina*), утворена слизом

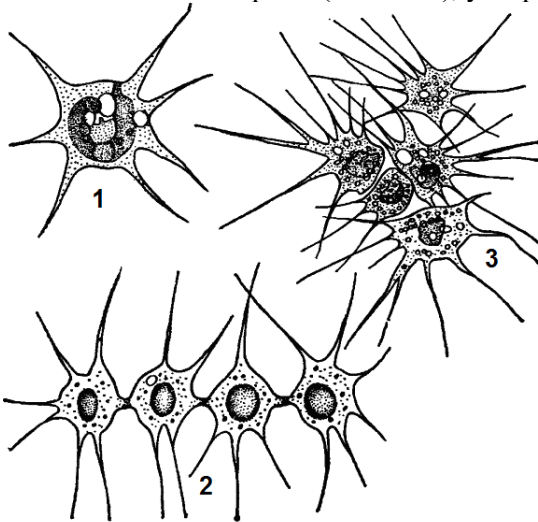


Рис. 4.2. Амебоїдна структура у золотистих водоростей: 1 – одиночні клітини хризамеби (*Chrysamoeba*); 2 – об'єднання у рядок клітин хризидіаструму (*Chrysidiastrum*); 3 – групове об'єднання клітин ризохризиса (*Rhizochrysis*)



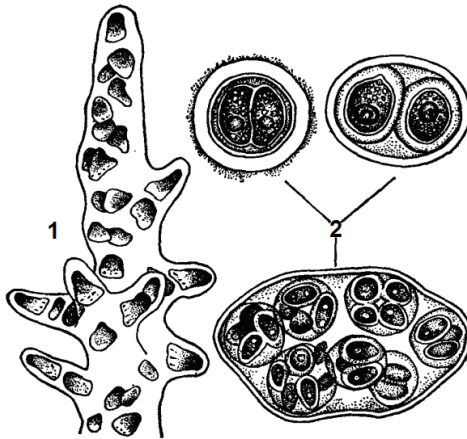


Рис. 4.3. Гемімонадна (пальмелоїдна) структура і пальмелоїдний стан: 1 – пальмелоїдна структура у золотистої водорості гідруруса (*Hydrurus*); 2 – пальмелоїдний стан у зеленої водорості хламідомонади (*Chlamydomonas*)

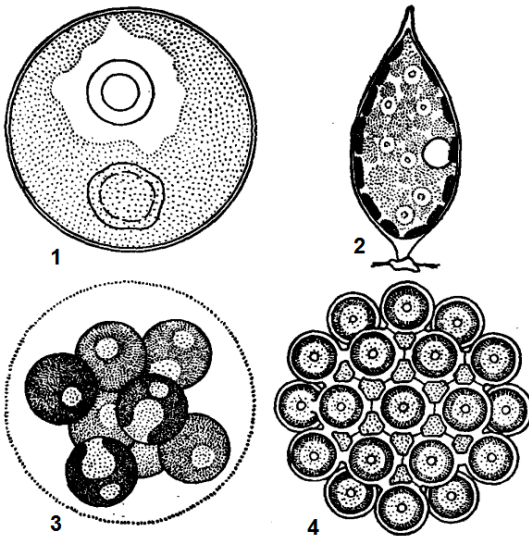


Рис. 4.4. Кокоїдна структура у зелених водоростей: 1 – одиночна клітина хлорококу (*Chlorococcum*); 2 – одиночна клітина харціуму (*Characium*); 3 – колонія сфероцистиса (*Sphaerocystis*), утворена слизом; 4 – колонія, утворена зростанням клітин (*Coelastrum*)

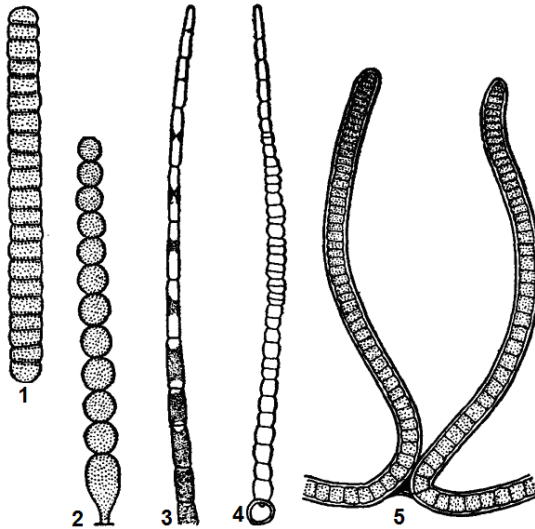


Рис. 4.5. Нитчаста структура талому ціаней:

1 – найпростіша будова нитки з дифузним ростом у осциляторії (*Oscillatoria*); 2 – нитка з диференційованою основою у ендонемі (*Endonema*); 3 – верхівка нитки у ривулярії (*Rivularia*), витягнута у волосок; 4 – інтеркалярний ріст у глеотрихії (*Gloeotrichia*); 5 – апікальний ріст на кінцях гілочок у сцитонемі (*Scytonema*)

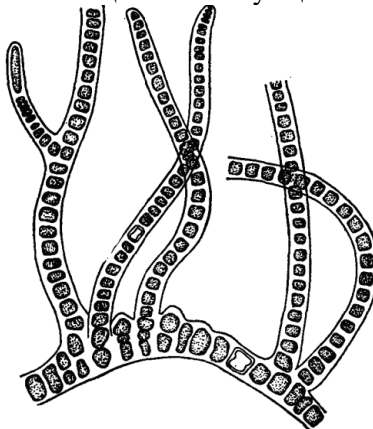


Рис. 4.6. Різностриктурна будова талому ціанеї фішерелі (*Fischerella*)

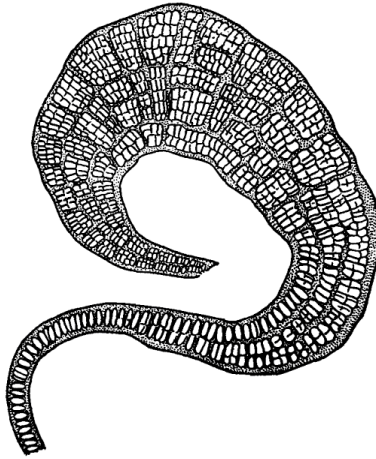


Рис. 4.7. Паренхіматозна (пластинчаста) структура талому зеленої водорості прازیоли (*Prasiola*): однорядна нитка, що розростається у одношарову пластинку

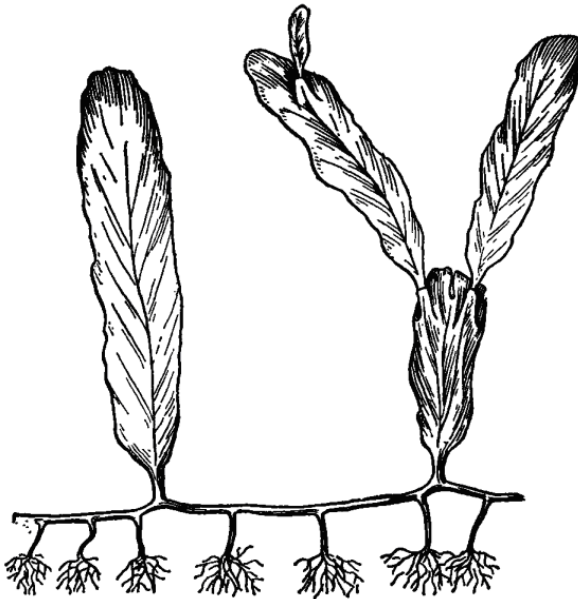


Рис. 4.8. Сифональна структура у морської зеленої водорості каулерпи (*Caulerpa*) (частина талому)

## Порядок роботи

1. Замалювати різні типи структури водоростей (рис. 4.1-4.8).
2. Використовуючи рекомендовану літературу [5, с. 112-120) заповнити таблицю 4.1. Основні типи структури водоростей

Тип структури водоростей	Характерні ознаки	Представники (систематичні групи)
Монадний		
...		

## Тести

*Виберіть одну правильну відповідь*

**1. Форма будови тіла водоростей, яка домінує серед евгленових**

- а) кокоїдна
- б) трихальна
- в) монадна
- г) амебоїдна
- д) гемімонадна

**2. Форма будови тіла водоростей, яка має ниткоподібне розташування нерухомих клітин, що утворюються в результаті клітинного поділу, що відбувається переважно в одній площині.**

- а) кокоїдна
- б) трихальна
- в) монадна
- г) амебоїдна
- д) гемімонадна
- е) кокоїдна

**3. Монадні форми і стадії не виявлені у цих водоростей**

- а) червоних
- б) бурих

- в) евгленових
- г) зелених
- д) криптофітових

**4. Тип структури водоростей, який характеризується відсутністю всередині талому клітинних перегородок за наявності великої кількості органоїдів.**

- а) паренхіматозний
- б) сифональний
- в) гетеротрихальний
- г) псевдопаренхіматозний
- д) трихальний

**5. Тип структури водоростей, який характеризується здатністю до необмеженого росту і поділу клітин у різних напрямках і призводить до утворення об'ємних макроскопічних таломів**

- а) паренхіматозний

- б) сифональний
- в) гетеротрихальний
- г) псевдопаренхіматозний
- д) трихальний

**6. Тип структури водоростей, у якого талом складається переважно з горизонтальних ниток, що стелються по субстрату і виконують функцію прикріплення, і вертикальних ниток, що піднімаються над субстратом**

- а) паренхіматозний
- б) сифональний
- в) гетеротрихальний
- г) псевдопаренхіматозний
- д) трихальний

**7. Цей тип структури — найвищий зі всіх досягнутих в процесі еволюції морфологічної диференціації тіла водоростей.**

- а) паренхіматозний
- б) сифональний
- в) гетеротрихальний
- г) псевдопаренхіматозний
- д) трихальний

**8. Тип структури водоростей - на передньому кінці клітини часто розташована глотка, що зазвичай виконує екскреторну функцію.**

- а) паренхіматозний
- б) сифональний
- в) гетеротрихальний
- г) кокоїдний
- д) монадний
- е) трихальний

**9. Тип структури водоростей характерний для водорості хламідомонади (*Chlamydomonas*)**

- а) паренхіматозний
- б) сифональний
- в) гетеротрихальний
- г) кокоїдний
- д) монадний
- е) трихальний

**10. Тип структури водоростей характерний для водорості хризамеби (*Chrysamoeba*)**

- а) кокоїдна
- б) трихальна
- в) монадна
- г) амебоїдна
- д) гемімонадна
- е) кокоїдна

## 5. ЕКОЛОГІЧНІ ГРУПИ ВОДОРОСТЕЙ

**Мета роботи.** Ознайомитися з основними екологічними групами водоростей.

**Теоретична частина.** Водорості зустрічаються в різних водних, наземних і ґрунтових біотопах по всій земній кулі. Відповідно виділяють різні екологічні групи цих рослин: планктонні та бентосні, наземні і ґрунтові водорості, водорості снігу та льоду, водорості солоних водойм, водорості, що живуть у вапняковому субстраті.

При проведенні наукових досліджень зазвичай застосовують більш загальні класифікації, наприклад, водорості неводних місцезростань поділяють на 4 екологічні угруповання: 1) повітряні водорості (аерофітон); 2) наземні водорості (геофітон); 3) ґрунтові водорості (едафон) і 4) водорості, які живуть всередині вапняного субстрату (ендолітофітон). У зарубіжних роботах все різноманіття неводних поселень водоростей відносять до двох типів: аерофільні і ґрунтові водорості, причому розростання водоростей на ґрунті відносять або до першого, або до другого типу.

**Водорості водних місцезростань (гідрофітон).** Організми *планктону* не здатні протистояти течії, але мають спеціальні пристосування для зависання у товщі води – газові і ліпідні включення, які легші за воду і дозволяють зменшити загальну вагу тіла; збільшення площі поверхні тіла за рахунок зменшення розмірів, сплющування і видовження, формування виростів або щетинок, що збільшує тертя об воду (рис. 5.1). *Фітопланктоном* називають сукупність вільноплаваючих (у товщі води) дрібних, переважно мікроскопічних, рослин, основну масу яких складають водорості. Відповідно кожен окремий організм зі складу фітопланктону називають *фітопланктером*.

У кожен сезон переважаючого розвитку набуває одна з груп водоростей (діатомові, синьозелені, золотисті, евгленові або зелені), а в періоди інтенсивного розвитку часто домінує лише один вид. Особливо це характерно для прісноводних водойм. Так, взимку під кригою фітопланктон дуже бідний або майже відсутній через нестачу світла. Вегетаційний розвиток водоростей планктону як угруповання починається навесні, коли рівень сонячного випромінювання стає достатнім для фотосинтезу водоростей навіть під кригою. В цей час з'являються досить численні дрібні

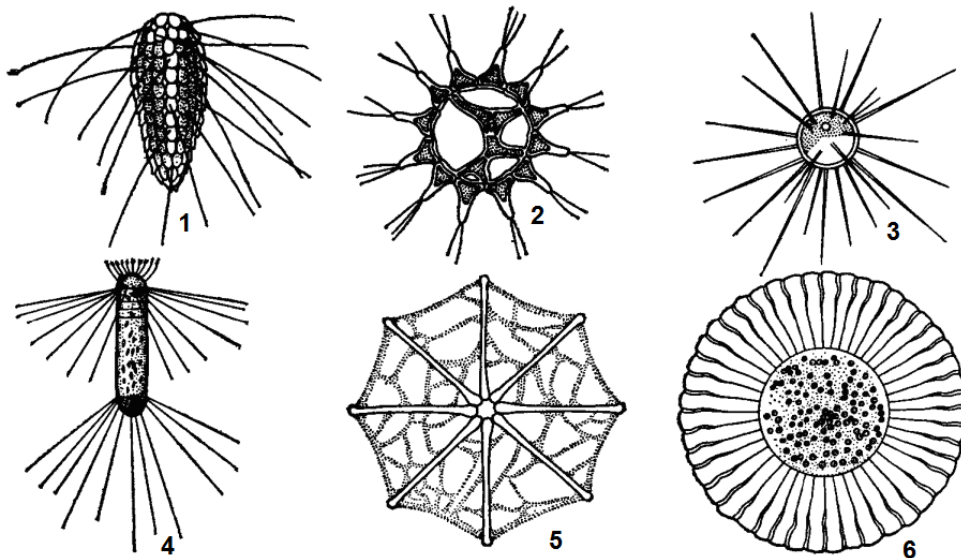


Рис. 5.1. Пристосування до планктонного способу життя у водоростей з різних систематичних груп 1-4 – шипуваті форми (1 – *Mallomonas*, одноклітинна джгутикова золотиста водорість з окремими лусочками на оболонці з відростками; 2 – колоніальна зелена водорість *Pediastrum* з шипами на крайніх клітинах; 3 – одноклітинна зелена водорість голенкінія (*Golenkinia*) з шипами, які всіюють оболонку; 4 – одноклітинна діатомея коретрон (*Coretron*) з трьома віночками відростків на панцирі); 5-6 – парашутні форми (5 – зірчаста колонія діатомеї астеріонели (*Asterionella*) зі слизистими тяжами між клітинами, що утворюють парашут; 6 – одноклітинна діатомея планктонієлла (*Planktoniella*) з плоскою формою панциру)

джгутикові – евгленові, динофітові, золотисті, діатомові. У період від скресання криги до встановлення температурної стратифікації, що зазвичай буває при прогріванні верхнього шару води до 10-12°C, починається бурхливий розвиток холодолюбних діатомових. Влітку при температурі води вище 15°C максимальний розвиток ціаней, евгленових і зелених водоростей, аж до можливого «цвітіння» води (рис. 5.2).

Прісноводний фітопланктон має величезну різноманітність ціаней та зелених водоростей. Особливо численні серед зелених одноклітинні і колоніальні вольвоксові і протококові: види хламідомонад (*Chlamydomonas*), гоніуму (*Gonium*), вольвоксу (*Volvox*), педіастрому (*Pediastrum*), сценедесмуса (*Scenedesmus*), ооцистиса (*Oocystis*), сфероцистиса (*Sphaerocystis*) та ін. Серед ціаней (синоніми - ціанобактерії, синьозелені водорості) численні види анабени (*Anabaena*), мікроцистиса (*Microcystis*), афанізомена (*Aphanizomenon*), глеотрихії (*Gloeotrichia*) та ін.

Видова різноманітність діатомових тут нижча, ніж в морях (якщо не враховувати велику різноманітність тимчасово планктонних видів); за продуктивністю на одиницю поверхні води роль діатомових в прісних і морських водах у середньому співрозмірна.

Морський фітопланктон складається в основному з діатомових і динофітових водоростей. З діатомових особливо численні представники класу центричних. Дуже різноманітні у морському фітопланктоні динофітові водорості. Ця група і в прісноводному фітопланктоні досить різноманітна, але налічує менше число видів, ніж у морському, а деякі роди представлені тільки в морях (*Dinophysis*, *Goniaulax* та ін.). Численні в морському фітопланктоні також вапнякові джгутикові — *Coccolithophoridophycidae*, які представлені в прісних водах лише кількома видами, і кремнієві джгутикові, або силікофлагелляти, що зустрічаються виключно в морському планктоні.

Термін «планктон» за першим визначенням означає сукупність організмів, завислих у товщі води. Зараз до планктону відносять і організми нейстону.



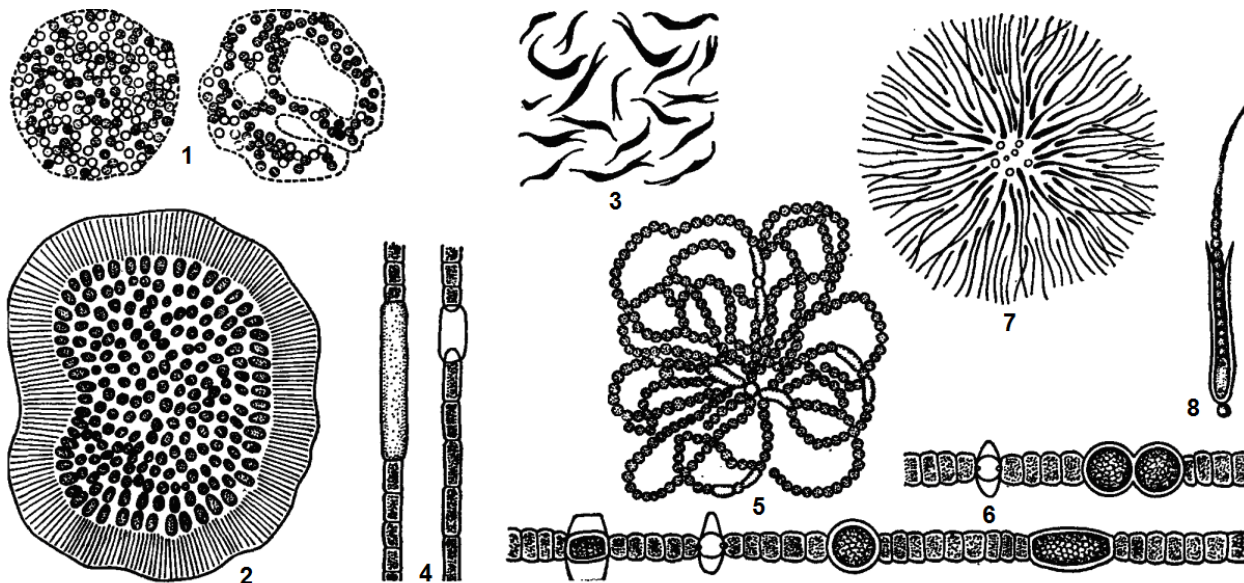


Рис. 5.2. Планктонні ціанеї з газовими вакуолями в клітинах, які викликають «цвітіння» води:

1 – дві колонії мікроцистіса (*Microcystis aeruginosa*), утворені безструктурним слизом; 2 – колонія вороніхії (*Woronichia naegeliana*) з штрихуватим зовнішнім слизом; 3,4 – афанізоменон (*Aphanizomenon flos-aque*) (3 – лусочки з ниток в натуральну величину, 4 – ділянки ниток при великому збільшенні); 5 – зібрані в клубочок нитки анабени (*Anabaena lemmermannii*); 6 – плаваючі окремі нитки анабени (*Anabaena scheremetievii*); 7,8 – колонія і окрема нитка глеотрихії (*Gloeotrichia echinulata*) при різному збільшенні

**Нейстон** – сукупність гідробіонтів, які живуть на межі з повітряним середовищем біля плівки поверхневого натягу води. Одні з організмів нейстону існують над плівкою води – епінейстон, інші – під плівкою – гіпонейстон.

Великі концентрації нейстонних організмів спочатку були виявлені в дрібних водоймах (ставах, ямах, в невеликих затоках озер) у тиху погоду при спокійній поверхні води. Пізніше різноманітні нейстонні організми, в основному дрібні тварини, були знайдені і в великих водоймах, зокрема в морях.

У деяких видів нейстонних водоростей існують характерні пристосування до існування біля поверхні води (рис. 5.3).

До екологічної групи **плейстону** (від грец. *pleusis* — плавання, *pleo* — пливу) відноситься сукупність водних організмів, що тримаються на поверхні води або напівзанурених у неї (тобто мешкають одночасно у водному і повітряному середовищі). Як правило, до складу плейстону відносять тваринні організми, а з рослин, наприклад, саргасові водорості.

До **бентосних** (донних) водоростей належать рослини, пристосовані до існування в прикріпленому стані на дні водойм і на різноманітних предметах і організмах, що знаходяться у воді. Залежно від місця росту серед бентосних водоростей розрізняють:

1) *епіліти*, які ростуть на поверхні твердого ґрунту (скелях, каменях і т. д.);

2) *епіпеліти* – населяють поверхню пухких ґрунтів (пісок, мул);

3) *епіфіти* – живуть на поверхні інших водних рослин;

4) *ендоліти*, або *свердлячі водорості*, що угвинчуються у вапняний субстрат (скелі, черепашки молюсків, панцирі ракоподібних);

5) *ендофіти* – поселяються в таломі інших водоростей, але, на відміну від паразитичних видів, мають нормальні хлоропласти;

6) *паразити*, що живуть в таломі інших водоростей, хлоропласти в клітинах не виражені.

Іноді водорості, що ростуть на предметах, споруджених людиною у воді (судна, плоті, буї), відносять до групи **перифітону**. Це обґрунтовують практичними міркуваннями: це обростання, які можуть заподіювати практичний збиток, — зменшувати швидкість суден, засмічувати водозабірні отвори і трубопроводи.

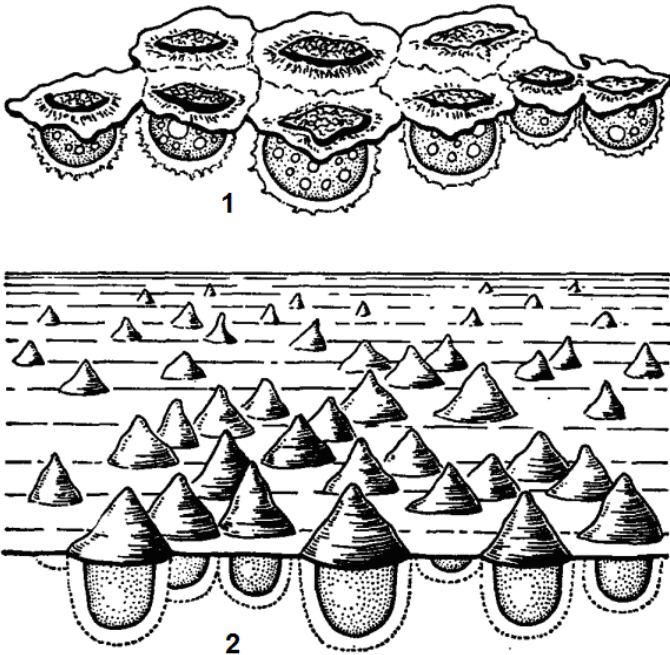


Рис. 5.3. Водорості нейстону: 1 – лусочка крематохризису (*Kremastochrysis*), що плаває на поверхні води, з декількома «парашутиків» з клітинами, що висять під ними; 2 – конічні «парашутики» крематохлорісу (*Kremastochloris*) на поверхні води з підвішеними до них клітинами

Для росту бентосних водоростей особливо важливе світло. Але ступінь його використання залежить від інших екологічних чинників: температури, вмісту біогенних речовин, кисню і неорганічних джерел вуглецю, а головне — від темпів надходження цих речовин в тіло рослини, що залежить від концентрації речовин і швидкості руху води. Як правило, місця з інтенсивним рухом води відрізняються значним розвитком бентосних водоростей.

Переважаючими бентосними водоростями континентальних водойм є діатомові, зелені, синьозелені і жовтозелені нитчасті водорості, прикріплені або не прикріплені до субстрату. Це види таких родів: навікула (*Navicula*), діатома (*Diatoma*), гіросигма (*Gyrosigma*), кладофора (*Cladophora*), едогоніум (*Oedogonium*), улотрикс (*Ulothrix*), спірогіра (*Spirogyra*), мужоція (*Mougeotia*),

зигнема (*Zygnema*), осциляторія (*Oscillatoria*), лінгбія (*Lyngbya*), формідіум (*Phormidium*), трибонема (*Tribonema*), вошерія (*Vaucheria*) та ін.

Основні бентосні водорості морів і океанів — бурі і червоні, іноді зелені макроскопічні, прикріплені сланеві форми. Це види родів бангія (*Bangia*), фукус (*Fucus*), порфіра (*Porphyra*), філофора (*Phyllophora*), ентероморфа (*Enteromorpha*), ламінарія (*Laminaria*) та ін. Всі вони можуть обростати дрібними діатомовими, синьозеленими і іншими водоростями.

**Водорості снігу і льоду.** Серед кріофільних водоростей переважають зелені, синьозелені і діатомові. Розвиваючись в масовій кількості, вони можуть викликати зелене, жовте, блакитне, червоне, коричневе, буре або чорне «цвітіння» снігу або льоду. Зелене забарвлення снігу викликає рафідонема (*Raphidonema nivale*), червоне — хламідомонада (*Chlamydomonas nivalis*), коричневе — анцилонема (*Ancydonema nordenskioldii*). Ці водорості знаходяться в поверхневих шарах снігу або льоду та інтенсивно розмножуються при температурі близько 0°C. Лише небагато з них мають стадії спокою, більшість позбавлені будь-яких спеціальних морфологічних пристосувань для переживання низьких температур.

**Аерофільні водорості (аерофітон).** Основним життєвим середовищем цих водоростей є повітря. В аерофільних угрупованнях на поверхні різних твердих субстратів (скелі, камені, кора дерев і т. д.) виявлено близько 300 видів. Залежно від рівня вологості їх розділяють на дві групи: *повітряні водорості*, що мешкають в умовах лише атмосферного зволоження і, отже, зазнають постійної зміни зволоження і висихання; *водно-повітряні водорості*, що зазнають постійного зволоження (під бризками водоспадів, прибою і т. д.).

На корі дерев найчастіше поселяються зелені водорості (представники родів хлорела (*Chlorella*), хлорокок (*Chlorococcum*) та ін. Синьозелені і діатомові зустрічаються на деревах значно рідше.

Існує дуже своєрідна група водоростей, що ростуть на мохах. У ній переважають бріофільні діатомові, зустрічаються специфічні види зелених (представники родів мезотеніум (*Mesotenium*), пеніум (*Penium*) та ін.) і жовтозелених водоростей.

На поверхні голих скель розвиваються діатомові і деякі, переважно одноклітинні, зелені водорості, але найбільш звичайні для цих місцезростань представники синьозелених водоростей (види родів глеокапса (*Gloeocapsa*), хамесифон (*Chamaesiphon*), толіпотрикс (*Tolypothrix*), сцитонема (*Scytonema*) та ін.) Водорості і супутні бактерії утворюють «гірську засмагу» (наскельні плівки і шкірочки). Особливо рясно розростаються водорості на поверхні вологих скель. Вони утворюють плівки і нарости різного кольору – яскраво-зелені, золотисті, бурі, синьо-зелені, коричневі, майже чорні, залежно від видів, що їх утворюють.

**Грунтові водорості (едафон).** Основним середовищем існування едафотільних водоростей є поверхня і товща ґрунту.

Непрозорість ґрунту має вирішальний вплив на розвиток водоростей. Інтенсивний розвиток водоростей можливий лише в межах проникнення світла. У цілинних ґрунтах це поверхневий шар завтовшки до 1 см, в оброблюваних ґрунтах він дещо товстіший. Деякі водорості переходять у темряві до гетеротрофного живлення. Багато водоростей зберігаються в ґрунті у стані спокою.

Для попередження висихання ґрунтові водорості мають здатність до утворення слизу — слизистих колоній, чохла і обгортки. Завдяки наявності слизу водорості швидко поглинають воду при зволоженні і запасають її, уповільнюючи висихання.

Характерною рисою ґрунтових водоростей є «ефемерність» їх вегетації — здатність швидко переходити зі стану спокою до активної життєдіяльності і навпаки. Вони також здатні витримувати різкі коливання температури ґрунту. Діапазон виживання деяких видів лежить у межах від -200 до +84 °С і вище. Наземні водорості складають важливу частину рослинності Антарктиди. Вони забарвлені майже в чорний колір, тому температура їх тіла вища за температуру навколишнього середовища.

Переважає більшість ґрунтових водоростей — мікроскопічні форми, проте часто їх можна побачити на поверхні ґрунту неозброєним оком. Наприклад, в ґрунтах степової зони України широко розповсюджений носток (*Nostoc commune*), що створює на поверхні ґрунту плівку темно-зеленого або (в сухий сезон) шкірку грифельно-чорного кольору. Масовий розвиток мікроскопічних форм викликає позеленіння схилів ярів і узбіччя лісових доріг.

За систематичним складом ґрунтові водорості досить різноманітні. Найбільшою кількістю видів представлені синьозелені і зелені водорості. Меншу різноманітність мають представники відділів жовтозелених і діатомових водоростей. Ще рідше зустрічаються евгленові, золотисті, динофітові і червоні.

**Літофільні водорості (ендолітофітон).** Основним життєвим середовищем літофільних водоростей є непрозорий щільний вапняковий субстрат. Літофільні водорості живуть у глибині твердих порід певного хімічного складу. Залежно від фізіологічних особливостей, розрізняють дві групи літофільних угруповань: **свердлячі водорості**, що активно угвинчуються в кам'янистий субстрат і заселяють дрібні ходи та пори, утворені ними в кам'янистій породі; **туфоутворюючі водорості**, що відкладають навколо свого тіла вапно і мешкають у периферичних шарах цього середовища, в межах доступності світла і води. У міру наростання відкладень ці ценози поступово відмирають.

**Водорості-паразити.** Безбарвні паразитичні види, які мешкають у кишечнику червів, копеп од, амфібій, на зябрах риб, відомі серед евгленових і динофітових водоростей (види родів бластодиніум (*Blastodinium*), синдініум (*Syndinium*), іхтіодиніум (*Ichthyodinium*), трихомонас (*Trichomonas*) та ін.)

**Водорості-ендосимбіонти.** Зелена водорість з роду картерія (*Carteria*), поселяється в епідермальних клітинах в'ївчастого черва *Convoluta roscoffensis*, один вид роду хлорела (*Chlorella*) — у вакуолях деяких інфузорій, а види роду хлорокок (*Chlorococcum*) — у клітинах криптофітової водорості ціанофори (*Cyanophora paradoxa*). Ендосимбіонти зазвичай зазнають значних морфологічних змін у порівнянні з вільноживучими представниками того ж роду (клітинна оболонка редукується, будова джгутиків спрощується), проте вони не втрачають здатності до фотосинтезу і розмноження усередині клітин господаря.

### Порядок роботи

1. Замалювати пристосування різних екологічних груп водоростей (рис. 5.1-5.3).
2. Використовуючи рекомендовану літературу, наприклад [3], заповнити таблицю 5.1. Основні екологічні групи водоростей водних місцезростань (гідрофітон)

Екологічна група водоростей	Особливості середовища існування	Пристосування водоростей	Представники
Фітопланктон			
Фітонейстон			
Фітобентос			
Перифітон			

2. Використовуючи рекомендовану літературу, наприклад [3], заповнити таблицю 5.2. Основні екологічні групи водоростей неводних місцезростань

Екологічна група водоростей	Особливості середовища існування	Пристосування водоростей	Представники

3. Тренувальні тестові завдання до теми:

<https://forms.gle/bqV73rZpoeqKBc7o7>

### Тести

*Виберіть одну правильну відповідь*

**1. Сукупність гідробіонтів, які живуть під плівкою поверхневого натягу води.**

- а) епінейстон
- б) гіпонеїстон
- в) нейстон
- г) фітобентос
- д) фітопланктон

**2. Рослини, які пристосовані до існування в прикріпленому стані на дні водойм і на різноманітних предметах і організмах, що знаходяться у воді**

- а) епінейстон
- б) гіпонеїстон
- в) нейстон
- г) фітобентос
- д) фітопланктон

**3. Водорості, які живуть на поверхні інших водних рослин.**

- а) ендоліти
- б) епіліти
- в) ендофіти
- г) епіфіти
- д) паразити

**4. Сverdлячі водорості, що угвинчуються у вапняний субстрат мають назву...**

- а) епіліти
- б) епіпеліти
- в) ендофіти
- г) паразити
- д) ендоліти

**5. Водорості, які поселяються в таломі інших водоростей, але**

мають нормальні хлоропласти.

- а) ендоліти
- б) епіліти
- в) епіпеліти
- г) паразити
- д) ендوفіти

6. Типові місця поширення цих водоростей - поверхня різних твердих субстратів (скелі, камені, кора дерев і т. д.).

- а) гідрофітон
- б) ендолітофітон
- в) кріофільні
- г) аерофітон
- д) едафон

7. Характерною рисою едафوفільних водоростей є їх здатність швидко переходити зі стану спокою

до активної життєдіяльності і навпаки.

- а) так
- б) ні

8. Характерною рисою наземних водоростей Антарктиди є їх темний, майже чорний колір.

- в) так
- г) ні

9. Максимальний розвиток ціаней спостерігається весною

- а) так
- б) ні

10. У деяких місцях тропічних морів риби повністю виїдають м'які зелені, бурі і червоні водорості.

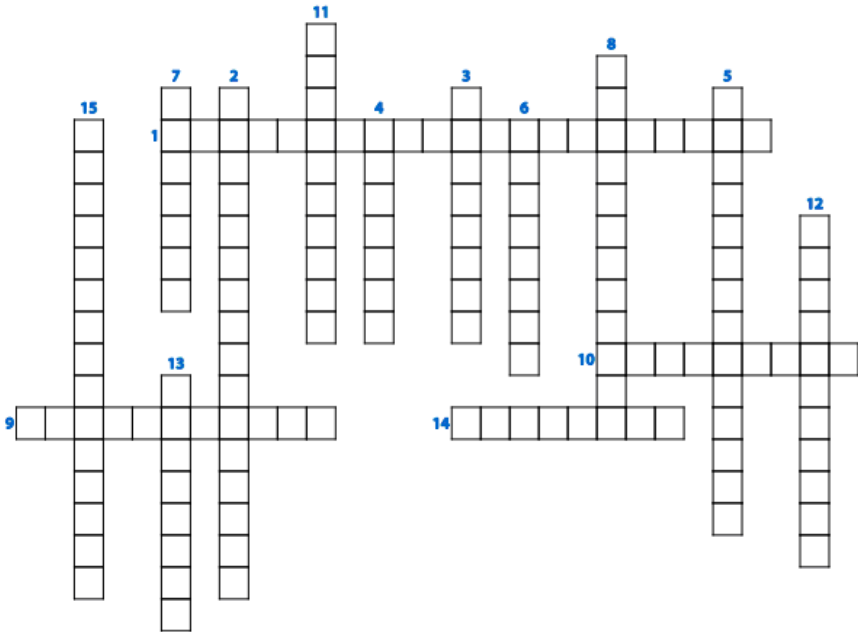
- а) так
- б) ні

11. Знайдіть неправильне твердження щодо едафوفільних водоростей

- а) Основним середовищем їх існування є поверхня і товща ґрунту.
- б) Життя цих водоростей не можливе за межами поверхневого шару ґрунту завтовшки до 1 см.
- в) Багато водоростей зберігаються в ґрунті у стані спокою.
- г) Слиз на поверхні тіла цих водоростей дозволяє запасати воду.
- д) Ефемерність вегетації водоростей — це здатність швидко переходити зі стану спокою до активної життєдіяльності і навпаки.



## Кросворд «Водорості»



*По горизонталі:* 1. Тип структури водоростей, який характеризується утворенням великих об'ємних багатоклітинних таломів у результаті зрощення ниток розгалуженого різнонитчастого талому, що часто супроводжується морфофункціональною диференціацією «тканин». 9. Спосіб статевого розмноження водоростей, при якому зливаються дві рухомі гамети одна з яких більша за розмірами (жіноча), а друга – менша (чоловіча). 10. Форма будови тіла водоростей, яка має ниткоподібне розташування нерухомих клітин, що утворюються в результаті клітинного поділу, що відбувається переважно в одній площині. 14. Найважливішою ознакою цього типу структури водоростей є наявність джгутиків – органодів руху.

*По вертикалі:* 2. Різнонитчастий тип структури водоростей. 3. Свердлярчі водорості, що угвинчуються у вапняний субстрат. 4. Особливі одноклітинні утворення у ціаней, які виконують функцію збереження життя в несприятливих умовах, а у деяких випадках також функцію розмноження. 5. Тип структури водоростей, який характеризується переміщення за допомогою псевдоподій. 6. Спосіб

статевого розмноження водоростей, при якому зливаються дві рухомі морфологічно однакові гамети. 7. Водорості, які живуть на поверхні інших водних рослин. 8. Сукупність вільноплаваючих у товщі води дрібних, переважно мікроскопічних, рослин, основну масу яких складають водорості. 11. Рослини, які пристосовані до існування в прикріпленому стані на дні водойм і на різноманітних предметах і організмах, що знаходяться у воді. 12. Тип структури водоростей, який характеризується відсутністю всередині талому клітинних перегородок за наявності великої кількості органоїдів. 13. Форма будови тіла водоростей, яка об'єднує одноклітинні і колоніальні водорості, які нерухомі у вегетативному стані. 15. Тип структури водоростей, який характеризується здатністю до необмеженого росту і поділу клітин у різних напрямках, що призводить до утворення об'ємних макроскопічних таломів.

### Рекомендована література

1. Водоросли. Справочник / Вассер С. П., Кондратьева Н. В., Масюк Н. П. и др. К. : Наук. думка, 1989. 608 с.
2. Григора І. М., Шаброва С. І., Алейніков І. М. Ботаніка. К. : Фітосоціоцентр, 2000. С.161–180.
3. Гроховська Ю. Р., Кононцев С. В. Ботаніка з основами гідроботаніки: навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2010. 341 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2061/>
4. Гроховська Ю. Р., Ходосовцев О. Є., Пилипенко Ю. В., Кононцев С. В. Гідроботаніка : навч. посіб. Херсон : Олді-Плюс, 2013. 376 с.

### Інформаційні ресурси

5. Інформаційні ресурси у електронному репозиторії Національного університету водного господарства та природокористування. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/view/types/methods/>
6. Лінк теми на MOODLE (конспект лекцій та завдання до самостійної роботи): URL: <https://exam.nuwm.edu.ua/course/view.php?id=843>
7. Сайт журналу «Український ботанічний журнал». URL: <http://ukrbotj.co.ua/archive>
8. Сайт журналу Альгологія. URL: <http://algologia.co.ua/archive>

9. Сайт журналу «Гидробиологический журнал», рубрика Загальна, санітарна і технічна гідробіологія. URL: [http://hydrobiolog.com.ua/2010/2010\\_4.htm](http://hydrobiolog.com.ua/2010/2010_4.htm).

### **Рекомендовані до перегляду відео на англійській мові**

До теми 1. Основи цитології рослин

Коротке відео-анімація про особливості будови рослинної клітини: Austin Visuals 3D Animation Studio | Plant Cell | Explainer Video | Animated Video Company. URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=xGEoK8kRNoQ>

До теми 2. Основи гістології рослин.

Коротке відео-анімація (увімкнуті субтитри) Travel Deep Inside a Leaf - Annotated Version | California Academy of Sciences

<https://www.youtube.com/watch?v=pwymX2LxnOs>

До тем 4-5 відео про водорості:

- 2) Algal blooms URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=GHSFo0GMPU&list=PLIFvvLeEE2QSXtApmT6LAnOxnHJ6AkmFF&index=4>

- 3) Algae: The Start Of A New Beginning URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=0kungtcw8bY&list=PLIFvvLeEE2QSXtApmT6LAnOxnHJ6AkmFF&index=5>

- 4) The Diversity of Algae URL:

<https://www.youtube.com/watch?v=DTybrm9EizE>