

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки
Біологічний факультет
Кафедра ботаніки

Л.О.Коцун, І.І.Кузьмішина

АЛЬГОЛОГІЯ

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
ДЛЯ СТУДЕНТІВ І КУРСУ БІОЛОГІЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ**

Луцьк – 2017

УДК 582.26/29(076.5)

ББК 28.591я73

К 62

Рекомендовано до друку науково-методичною радою Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки (протокол № 6 від 15 березня 2017 р.).

Коцун Л.О., Кузьмішина І.І. Альгологія : Методичні рекомендації до лабораторних робіт для студентів I курсу біологічного факультету / Лариса Олександрівна Коцун, Ірина Іванівна Кузьмішина. – Луцьк: Вежа, 2017. – 60 с.

Рецензенти:

К. Б. Сухомлін – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри зоології Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки

Т. Я. Шевчук – кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології і анатомії людини Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки

Методичні рекомендації складено на основі навчальної програми з ботаніки для проведення лабораторних занять зі студентами першого курсу денної та заочної форм навчання біологічного факультету.

© Коцун Л.О., Кузьмішина І.І., 2017

ЗМІСТ

ВСТУП	5
ВОДРОСТІ – ALGAE	7
ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1	8
Відділ Синьо-зелені водорості - Cyanophyta	
Клас Ціанофіцієві - Cyanophyceae	
Порядок Хроококальні - Chroococcales	
Порядок Осциляторіальні - Oscillatoriales	
Порядок Ностокальні - Nostocales	
ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 2	16
Відділ Жовто-зелені водорості - Xanthophyta	
Клас Ксантосифіцієві - Xanthophyceae	
Порядок Ботридіальні - Botrydiales	
Порядок Вошеріальні - Vaucheriales	
ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 3	20
Відділ Бурі водорості - Phaeophyta	
Клас Феофіцієві - Phaeophyceae	
Порядок Ламінаріальні - Laminariales	
Порядок Фукусові- Fuciales	
ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 4–5	26
Відділ Діатомові водорості - Bacillariophyta	
Клас Центричні - Centrophyceae	
Порядок Мелозиральні - Melosirales	
Клас Фрагілярієфіцієві - Fragilariophyceae	
Порядок Фрагіляріальні - Fragilariales	
Клас Бацилярієфіцієві - Bacillariophyceae	
Порядок Цимбеляльні - Cymbellales	
Порядок Навікуляльні - Naviculales	
Порядок Бациляріальні - Bacillariales	

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 6	35
Відділ Червоні водорості, або Багрянки - Rhodophyta	
Клас Флоридові - Floridophyceae	
Порядок Немаліональні - Nemalionales	
Порядок Цераміальні - Ceramiales	
ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 7–8	40
Відділ Зелені водорості - Chlorophyta	
Клас Хлорофіцієві - Chlorophyceae	
Порядок Вольвокальні - Volvocales	
Клас Ульвофіцієві - Ulvophyceae	
Порядок Улотрихальні - Ulothrichales	
Порядок Кладофоральні - Cladophorales	
Клас Харофіцієві - Charophyceae	
Порядок Зигнематальні - Zygnematales	
Порядок Харальні - Charales	
ЛІТЕРАТУРА	60

ВСТУП

Досвід викладання ботаніки дає змогу відмітити, що найбільші труднощі у студентів виникають при засвоєнні матеріали із систематики. Вивчення систематики нижчих рослин не зводиться до механічного запам'ятовування характеристик окремих таксономічних одиниць, крупних і дрібних, та їх взаємного підпорядкування. В роботі над систематикою важливо не втратити основного змісту цього курсу – еволюційної ідеї розвитку груп організмів, яка покладена в основу побудови їх класифікації. Матеріали із систематики необхідно опрацьовувати на базі аналізу і вивчення біології та історії розвитку окремих форм чи груп: на основі співставлення цих даних з різних груп легко будуть вирішуватись і загальні питання курсу, які стосуються походження, еволюції і філогенезу. За такого підходу елементи систематики увійдуть в загальне русло праці над курсом як складова і невід'ємна його частина. Але потрібно запам'ятати назви таксономічних одиниць різних категорій і відмінні ознаки окремих груп та понять, яким чином під впливом певних умов існування виробився той чи інший тип будови та розмноження.

При аналізі кожної групи можна рекомендувати таку послідовність опрацювання матеріалу: 1) визначити положення конкретної групи в системі; 2) уважно розібратися в її характеристиці та виділити ознаки, які відрізняють її від інших груп; 3) на основі вивчення морфологічних і біологічних особливостей найбільш типових представників підтвердити характеристику групи; 4) за даними екології та способів існування з'ясувати тісний взаємозв'язок біології і морфології цих форм з умовами їх життя; 5) на основі цих даних намітити шлях еволюції, пройдений організмами, що складають групу, з'ясувати походження і родинні зв'язки її з іншими групами; 6) висвітлити роль представників групи в природі та їх

господарське значення.

Аналізуючи матеріал за текстом основної, а при недостатньому висвітленні – і додаткової літератури, необхідно одночасно розібратись і в ілюстраціях, які подаються в ході викладання. Перед початком складання конспекту з метою самоперевірки корисно скористатися запропонованими запитаннями, які широко використовуються в цих методичних вказівках. Контрольні запитання допоможуть ще раз зосередити увагу на найсуттєвіших моментах окремих розділів курсу. Складання конспекту має бути завершальним етапом роботи над книгою; в ньому коротко формулюються основні відомості з пройдених розділів курсу.

Бажано поряд із роботою над книгою використовувати і практичне опрацювання матеріалу за допомогою мікроскопа з обов'язковою зарисовкою об'єктів, які розглядаються.

ВОДРОСТІ – ALGAE

Водоростями називають групу автотрофних спорових організмів з вегетативним тілом - таломом або сланню, які ведуть переважно водний спосіб існування або вторинно пристосувалися до життя у ґрунті.

В систематичному плані водорості поділяють на ряд самостійних відділів, представники яких відрізняються забарвленням, будовою, а деякі – організацією клітини. Спільною для всіх ознакою є наявність пігментів, що забезпечують автотрофне живлення шляхом фотосинтезу. Основні форми існування і будови таломів повторюються в різних систематичних групах, що вказує на певний паралелізм у їх розвитку.

Розрізняють 10 основних типів морфологічної структури тіла водоростей.

Амебоїдна (ризоподіальна) структура виявлена у нечисленних найпростіших водоростей. Тверда оболонка відсутня, рух відбувається за допомогою псевдоподій. Трапляється у деяких золотистих, жовто-зелених, пірофітових водоростей.

Монадна (джугутикова) структура властива одноклітинним і колоніальним водоростям, здатним до активного руху, який забезпечується одним, двома або кількома джугутиками. Монадні форми у вегетивному стані мають стигми, або вічка, і пульсуючі вакуолі. Монадна структура широко розповсюджена серед водоростей.

Кокоїдна структура характерна для нерухомих водоростей, одноклітинних або з'єднаних у колонії різного вигляду (за винятком нитчастих). У діатомових це єдина структура.

Пальмелоїдна структура – це з'єднання багатьох клітин, незалежних одна від одної, але занурених у спільний слиз. Тимчасово існуюче об'єднання клітин називається пальмелоїдним станом.

Нитчаста структура представлена з'єднанням нерухомих клітин у прості або розгалужені нитки з одного ряду клітин. В межах нитчастої виділяють гетеротрихальну (різнострихальну) структуру, якщо одні нитки стеляться по субстрату, а інші відходять від них вертикально вгору і відіграють роль асиміляторів.

Пластинчаста структура утворюється з нитчастої в результаті поділу клітин у двох взаємно перпендикулярних площинах – поздовжній і поперечній. Пластинки можуть складатися з двох або кількох шарів клітин.

Тканинна структура виникає шляхом поділу клітин у трьох площинах. У водоростей з такою структурою може спостерігатись диференціація слані на асиміляційну, запасуючу, провідну, покривну зони.

Сифональна структура представлена однією гігантською клітиною, яка може мати різну форму з великою кількістю ядер, але не поділена на окремі клітини.

Сифонокладова структура – це з'єднання багатоядерних сегментів у розгалужений талом.

Харофітна структура характеризується великим багатоклітинним таломом лінійно-членистої будови, розчленованим на головний пагін, бічні гілочки, розміщені кільцями по вузлах, і ризоїди.

Організація клітини суттєво не відрізняється у представників різних відділів (крім синьо-зелених). Клітинна оболонка різного хімічного складу (пектин, целюлоза, інколи лігнін, кутин), часто ослизнена або інкрустована мінералами (солями заліза, кремнію, кальцію). Деякі монадні форми, гамети і зооспори вкриті лише плазмалею.

Цитоплазма заповнює майже всю порожнину клітини. Вакуолі з клітинним соком трапляються лише в клітинах з надмірно інтенсивним ростом. Монадним формам властиві пульсуючі вакуолі, у синьо-зелених водоростей трапляються газові вакуолі (псевдовакуолі).

Пігменти водоростей зосереджені в хлоропластах (хроматофорах). Останні мають ламелярну структуру і різноманітну форму: пластинчасту, сітчасту, стрічкоподібну, лопатеподібну, зіркоподібну тощо). В хроматофорах можуть бути специфічні білкові тільця (піреноїди), навколо яких відкладається крохмаль. Крім крохмалю, запасними продуктами фотосинтезу в різних групах водоростей є волютин, лейкозин, ціанофіцин, багрянковий крохмаль, ламінарин, маніт.

Водорості – фототрофні організми, але серед них є групи, що досить легко переходять до міксотрофного (змішаного) і гетеротрофного живлення. Окремі види можуть існувати як паразити. Розмножуються водорості вегетативним, безстатевим і статевим шляхом.

Вегетивне розмноження відбувається поділом клітини (в одноклітинних), у колоніальних - розпадом колоній або утворенням дочірніх колоній всередині материнської. Нитчасті форми розриваються на окремі фрагменти, а деякі групи мають особливе пристосування - бульбочки на ризоїдах, з яких після періоду спокою проростають нові водорості, а також спочиваючі спори - акінети.

Нестатеве розмноження здійснюється шляхом утворення спеціалізованих клітин – спор, що покидають материнську клітину через отвір у бічній стінці. Вихід продуктів поділу з оболонки материнської клітини – найсуттєвіша ознака відмінності нестатевого розмноження від вегетативного. Спори можуть бути рухливими, з монадною структурою, майже завжди без целюлозно-пектинових оболонок (*зооспори*). Клітина, де формуються зооспори, має назву *зооспорангій*. Спори нестатевого розмноження, позбавлені джгутиків, мають загальну назву *апланоспор*. Вони вкриваються оболонками всередині материнської клітини, а також можуть набувати в ній подібної до материнської форми (*автоспори*), утворювати

потовщені оболонки (*гінноспори*). Кількість спор коливається від однієї (*моноспори*) до багатьох (*тетраспори, поліспори*). Утворенню спор передує поділ ядра материнської клітини шляхом мітозу або мейозу, залежно від особливостей циклу розвитку.

Статеве розмноження спостерігається у водоростей усіх систематичних груп за винятком синьо-зелених. Статевий поділ різноманітний: у одноклітинних монадних форм він полягає у злитті двох вегетативних особин (*гологамія*); злиття двох недиференційованих вегетативних безджгутикових клітин називають *кон'югацією*.

У водоростей поширена *гаметогамія* у формі *ізо-, гетеро-, оогамії*. Розрізняють *гомоталічні* види, у яких можуть копулювати гамети одного талома, і *гетероталічні*, у яких копуляція гамет можлива лише з різних таломів.

В результаті будь-якого статевого процесу утворюється зигота, яка може проростати по-різному, у зв'язку з чим у водоростей спостерігаються три типи чергування ядерних фаз. У більшості водоростей редукція кількості хромосом відбувається під час проростання зиготи, і рослина, що утворилася, має гаплоїдний набір хромосом (*гапlobіонт*). У циклоспорових бурих та діатомових зигота проростає без редукції хромосом. Виникає диплоїдна рослина – *дипlobіонт*. У деяких високоорганізованих зелених (кладофорові, ульвові), бурих та червоних водоростей зигота без редукційного поділу проростає у диплоїдну рослину – спорофіт, на якій формуються органи безстатевих розмноження і в результаті мейозу утворюються гаплоїдні спори. Останні проростають у гаплоїдний гаметофіт, на якому утворюються гамети. Отже, крім чергування ядерних фаз, у останніх спостерігається чергування поколінь спорофіта і гаметофіта. Якщо спорофіт і гаметофіт морфологічно не відрізняються, зміна поколінь *ізоморфна*, якщо ж вони морфологічно різні – *гетероморфна*.

Сучасна класифікація всю різноманітність водоростей (близько 60 тис. видів) поділяє на 16 відділів: Синьо-зелені, Евгленофітові, Хлорарахніофітові, Рафідофітові, Золотисті, Евстигматофітові, Жовто-зелені, Бурі, Діатомові, Диктіохофітові, Динофітові, Гаптофітові, Криптофітові, Глаукоцистофітові, Червоні, Зелені.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

Тема: Відділ Синьо-зелені водорості - Cyanophyta

Клас Ціанофіцієві - Cyanophyceae

Порядок Хроококальні - Chroococcales

Порядок Осциляторіальні - Oscillatoriales

Порядок Ностокальні - Nostocales

Мета: на прикладі окремих представників показати примітивні риси організації синьо-зелених водоростей як прокаріотичних організмів.

Об'єкти вивчення: мікроцистіс, глеокапса, мерисмопедія, осциляторія, спіруліна, анабена, носток (живий або фіксований матеріал).

Інформаційний матеріал

Синьо-зелені – одноклітинні, колоніальні чи нитчасті водорості (рис. 1) з характерною для прокаріот будовою клітин (відсутнє ядро, пластиди, мітохондрії, ендоплазматична сітка). Оболонка чотиришарова, міцна, складається з пектинових речовин і муреїну, часто зі слизовою піхвою з геміцелюлози. Протопласт диференційований на зовнішній шар (хроматоплазму) з ламелярною структурою, яка виконує функцію хлоропласту, і центроплазму, де зосереджена ДНК і яка функціонально виконує роль ядра.

Пігменти синьо-зелених водоростей – хлорофіл А, каротиноїди, ксантофіли (зеаксантин, міксоксантин та ін), пігменти фікобіліпротеїну (фікоеритрин, фікоціанін) зумовлюють різне забарвлення водоростей: від темно-зеленого, майже чорного, до жовто-зеленого, деколи навіть рожевого. Продуктами асиміляції є глікогеноподібні полісахариди. В клітинах часто трапляються включення - ціанофіцин, волютин, лейкозин.

У деяких синьо-зелених (мікроцистіс, анабена) є газові вакуолі, які мають вигляд чорних дрібних пухирців. У нитчастих форм, крім вегетативних клітин, у трихомах трапляються гетероцисти (великі безбарвні клітини з подвійною оболонкою) і спори з потовщеними оболонками, із запасом поживних речовин, забарвлені, переважно еліпсоподібної форми. Розрізняють гомоцитні трихоми, складені клітинами однакової будови, і гетероцитні, до складу яких входять різні за будовою і функціями клітини.

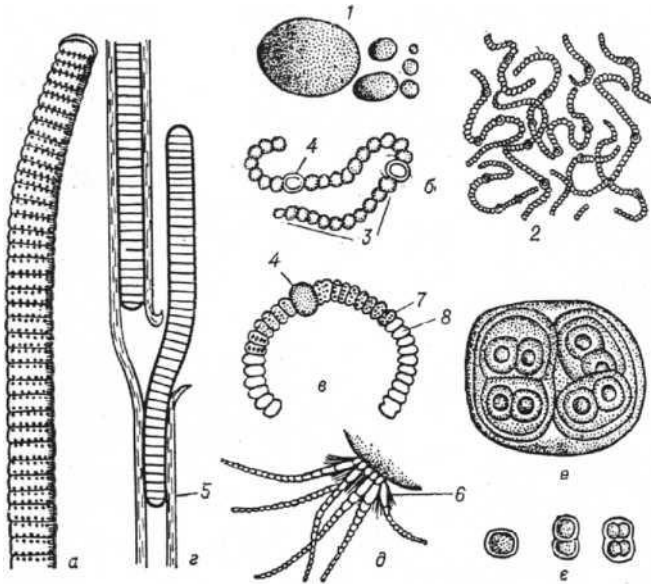


Рис. 1. Синьо-зелені водорості: а - осциляторія; б - носток (1 - зовнішній вигляд колонії ностока, 2 - його будова при малому збільшенні мікроскопа, 3 - гормогонія, 4 - гетероциста); в - анабена (4 - гетероциста, 7 - хромоплазма вегетативної клітини, 8 - центроплазма вегетативної клітини); г -трихоми лінгбії

Розмножуються синьо-зелені водорості вегетативно - поділом клітин, фрагментацією колоній, частинами нитки (гормогоніями); в гетероцитних трихомах поділ на гормогонії здійснюється по гетероцистах. Безстатеве розмноження відбувається з участю енто- і екзоспор. Статевого процесу в синьо-зелених водоростей не виявлено.

Завдання 1. Вивчити особливості будови представників класу Хроокофіцієві. Замалювати при великому збільшенні мікроскопа мікроцистіс (*Microcystis*), глеокапсу (*Gloeocapsa*), мерисмопедію (*Merismopedia*). Зробити позначення: 1)

загальний вигляд колонії; окремі клітини; 3) газові вакуолі; 4) слизові оболонки клітин; загальні слизові піхви.

Завдання 2. На прикладі осциляторії (*Oscillatoria*) вивчити будову синьо-зелених водоростей з нерозгалуженим гомоцитним трихомом. Замалювати при великому збільшенні мікроскопа частину нитки і зробити позначення: 1) загальний вигляд нитки; 2) перегородки між клітинами; 3) центроплазма; 4) хроматоплазма; зерна ціанофіцину.

Завдання 3. Вивчити особливості будови та розмноження синьо-зелених водоростей з гетероцитним трихомом. Замалювати при великому збільшенні мікроскопа анабену (*Anabaena*). На малюнку позначити: 1) вегетативні клітини; 2) газові вакуолі; гетероцисти; 4) спочиваючі спори.

Методичні поради

До завдання 1. Нанести на предметне скло краплину води з водоростями і виготовити препарат. Знайти колонії одноклітинних ціаней і при великому збільшенні мікроскопа розглянути їх будову.

Рід глеокапса (*Gloeocapsa*). Одноклітинна, або колоніальна, водорість характеризується клітинами кулястої форми і особливою будовою слизових оболонок. Коли материнська клітина, оточена широкою слизовою капсулою, ділиться, утворюються дочірні клітини з власними слизовими оболонками, а слизовий шар материнської клітини оточує обидві дочірні. Слизові оболонки зберігаються і при подальших поділах. Види глеокапси поширені у водоймах і на вологих субстратах (каменях, стінах, скелях тощо). Наземні види мають забарвлений у різні кольори слиз.

Рід мікроцистис (*Microcystis*) існує у вигляді грудочок слизу, в якій занурена маса безладно розміщених дрібних кулястих клітин. Обриси колонії не завжди чітко окреслені. Найбільш поширений вид *M. aeruginosa* викликає “цвітіння” водойм. Клітини в мікроскопі виглядають майже чорними завдяки наявності газових вакуолей.

Замалювати при великому збільшенні мікроскопа колонію і зробити позначення (див. завдання 1).

До завдання 2. Із живого або фіксованого матеріалу осциляторії виготовити тимчасовий мікропрепарат і розглянути його.

Талом осциляторії (*Oscillatoria*) має вигляд однорядної нитки, складеної з короткоциліндричних тонкостінних клітин синювато-зеленого кольору. При великому збільшенні мікроскопа видно, що всі клітини мають однакову будову. Поблизу бічних перегородок у клітинах концентруються ціанофіцинові зерна і деколи газові вакуолі. Сукупність перегородок між клітинами надає ниткам осциляторії поперечно - покресленого вигляду. Гетероцисти не трапляються. Слизова капсула відсутня. Термінальна клітина нитки має дещо заокруглену форму зовнішніх стінок. Характерною властивістю водоростей є здатність до самостійного руху: нитка обертається паралельно поздовжній осі, а вільні кінці здійснюють коливальний рух. Розмножується осциляторія гормононіями. Спори не утворюються.

Близькими до осциляторії видами, поширеними у водоймах України зі стоячою водою, є спіруліна і лінгбія.

Спіруліна (*Spirulina*) відрізняється від осциляторії тим, що нитки її скручені у правильну спіраль. Останнім часом культивується з метою отримання сировини для виготовлення лікувальних препаратів.

Ознакою відмінності лінгбії (*Lyngbya*) є щільна трубчаста піхва, що оточує нитку. Гормононії, що утворюються при розмноженні, вислизують з піхви, через деякий час формують власні чохла і виростають у нові нитки.

Рід анабена (*Anabaena*). Численні планктонні види анабени викликають “цвітіння” води у водоймах зі стоячою водою разом з іншими синьо-зеленими водоростями.

A. flos-aquae - нитчаста вільноплаваюча водорість, трихоми у якої спіралью або дугоподібно багаторазово зігнуті й утворюють клубочки або дернини. Вегетативні клітини округлі або бочкоподібною форми, темні від газових вакуолей. Трапляються гетероцисти, відмінні від

вегетативних клітин формою і розмірами, з прозорим водянистим вмістом, позбавлені газових вакуолей. На межі гетероцисти і вегетативної клітини є особлива структура або “замикаюче тільце”. По гетероцистах нитки звичайно розпадаються на гормогонії. Окремі вегетативні клітини, інтенсивно розростаючись, перетворюються на спочиваючі спори, що різко відрізняються від вегетативних клітин відсутністю газових вакуолей, яскравим синьо-зеленим забарвленням, зернистим вмістом завдяки накопиченню запасних поживних речовин, товстими оболонками і великими розмірами. Процес спороутворення особливо інтенсивно проходить за несприятливих умов.

Рід носток (*Nostoc*) представлений слизовими колоніями сферичної або неправильної форми, розміри яких варіюють. Слиз містить численні переплетені ланцюжки клітин з гетероцистами, подібні до ниток анабени.

Для виготовлення препарату потрібно відділити препарувальною голкою невелику грудочку із слизової маси і помістити в краплину води на предметне скельце, покривши і злегка натиснувши покривним скельцем. Досліджують будову ностока при великому збільшенні мікроскопа.

Питання для самоконтролю

1. На які порядки поділяється клас Ціанофіцієві?
2. Назвіть основні пігменти синьо-зелених водоростей.
3. Які органели відсутні в клітинах синьо-зелених водоростей?
4. Назвіть запасні поживні речовини синьо-зелених водоростей.
5. У яких ціаней є слизові піхви?
6. У представників якого порядку не утворюються гетероцисти?
7. У яких синьо-зелених водоростей є газові вакуолі?
8. Які види ціаней спричинюють “цвітіння” води?
9. Яка різниця в будові ниток анабени й осциляторії?

Тема: Відділ Жовто-зелені водорості - Xanthophyta

Клас Ксантофіцієві - Xanthophyceae

Порядок Ботридіальні - Botrydiales

Порядок Вошеріальні - Vaucheriales

Мета: на прикладі окремих представників виявити ознаки жовто-зелених як самостійної групи водоростей. Простежити паралелізм жовто-зелених водоростей з іншими відділами.

Об'єкт вивчення: ботридіум, вошерія (живий або фіксований матеріал, постійні мікропрепарати).

Інформаційний матеріал

Відділ об'єднує переважно прісноводні мікроскопічні і макроскопічні водорості з різноманітною структурою слані (амебоїдною, кокоїдною, монадною, пальмелоїдною, нитчастою, сифональною), забарвлені в різні відтінки жовтого і жовто-зеленого кольорів. Монадні форми і стадії з нерівними джгутиками (пірчастим і гладеньким). Клітинна оболонка пектинова, суцільна або складена з двох половинок. Хлоропласти численні, дископодібної або пластинчастої форми з лопатевими краями. Фотосинтетичні пігменти: хлорофіл А, С, γ -каротин, ксантофіли (гетероксантин, вошеріоксантин, неоксантин, діатоксантин, діадіноксантин, криптоксантин). Продукт асиміляції – хризоламінарин. Піреноїди трапляються лише у деяких видів. У жовто-зелених переважає вегетативне або безстатеве (за допомогою зооспор, гемізооспор) розмноження. Статевий процес відомий у небагатьох видів, представлений ізо-, гетеро- та оогамією.

Клас Ксантофіцієві включає жовто-зелені водорості сифональної структури, тобто неклітинної будови. Таломі макроскопічні, різної форми, переважно прикріплені до субстрату.

Оболонка щільна, шарувата, ядер багато. Хлоропласти пристінні, численні, дископодібні або пластинчасті, з піреноїдами або без них. Розмножуються фрагментацією слані, зооспорами, синзооспорами (багатоджгутиковими,

багатоядерними рухомими спорами). У деяких спостерігається цистоутворення. Статевий процес - оогамія.

Завдання 1. На прикладі ботридіума (*Botrydium*) вивчити будову жовто-зелених водоростей з сифональною структурою талому і здатністю до утворення цист. Замалювати слань ботридіума і на малюнку показати: 1) надземну частину талому; 2) ризоїди; 3) хлоропласти; 4) клітинну оболонку; 5) цитоплазму; 6) краплини олії; 7) зооспору; 8) пірчастий джгутик; 9) гладенький джгутик.

Завдання 2. На прикладі вошерії (*Vaucheria*) вивчити будову жовто-зелених нитчастих водоростей із сифональною структурою талому. Замалювати частину слані з органами розмноження і на малюнках показати: 1) клітинну оболонку; 2) хлоропласти; 3) ризоїди; 4) краплини олії; 5) антеридій; 6) оогоній; 7) зооспорангій; 8) синзооспору.

Методичні поради

До завдання 1. Розглянути з допомогою лупи талом ботридіума (*Botrydium*), що має вигляд жовто-зеленої кульки, міцно прикріпленої до субстрату дихотомічно розгалуженими безбарвними ризоїдами (рис. 2). Надземна частина слані з типовою сифональною структурою поступово звужується до основи, переходячи в систему ризоїдів. Розглянути будову ботридіума при малому збільшенні мікроскопа (не покриваючи покривним скельцем). Оболонка целюлозно-пектинова, з часом інкрустується вапном. В пристінному шарі цитоплазми містяться численні хлоропласти і прозорі кулястої форми краплини олії. Ядра занурені в більш глибокі шари цитоплазми. Без спеціального зафарбовування їх неможливо побачити. Середня частина пухирця заповнена великою вакуолею з клітинним соком.

Розмножується ботридіум зооспорами, які у великій кількості утворюються з вмісту надземної кулястої частини талому при зануренні на деякий час у воду і виходять через отвір на вершині кульки.

Ботридіум розвивається групами на глинистих або замулених берегах водойм чи в інших перезволожених місцях

на родючих ґрунтах. При тривалому підсиханні вміст надземної частини переміщується в ризоїди, розпадається на окремі частини, вкриті товстою оболонкою (*ризоцисти*). З настанням сприятливих умов вони простають в нові особини безпосередньо або через стадію зооспор.

До завдання 2. Обережно взяти пінцетом невелику частину ниток вошерії (*Vaucheria*) (вони дуже ніжні) і виготовити мікропрепарат. Розглянути його при малому збільшенні мікроскопа. Талом вошерії – одна гігантська клітина без перегородок, має вигляд слабозгалужених товстих ниток блідо-зеленого забарвлення, що можуть досягати кількох сантиметрів завдовжки. До субстрату вошерія кріпиться безбарвним лапчасто-галузистим ризоїдом, який можна побачити у прикріплених екземплярів. Перегородки утворюються при формуванні органів розмноження і в місцях пошкодження слані. При великому збільшенні мікроскопа помітні численні хлоропласти (зернисті, без піреноїдів) і прозорі краплини олії. Зооспорангії формуються на кінчиках відгалужень талома, мають вигляд розширених ділянок з темним зернистим вмістом, відділених перегородками. В зооспорангії формується одна велика овальної форми зооспора з численними джгутиками (*синзооспора*). Під кожною парою джгутиків в цитоплазмі залягає ядро, в більш глибоких шарах цитоплазми зосереджені хлоропласти, в середині зооспори - вакуоля з клітинним соком. Статевий процес - оогамія. Статеві органи у вошерії сидячої (*V. sessilis*) розвиваються на таломі поряд як бічні вирости нитки і також відділяються перегородками.

У інших видів антеридії і оогонії можуть утворюватись на віддалі на особливих підставках. Антеридії циліндричної форми, найчастіше загинаються у вигляді гачка, в місці перегину з'являється перегородка. Дозрілі сперматозоїди покидають антеридій через розрив на його верхівці. Оогонії овальної чи мішкоподібної форми, яйцеклітина одна. Частина оогонію, яка обернена в бік антеридія, безбарвна, витягнута у

вигляді дзьоба. Перед заплідненням оболонка оогонія розкривається саме тут. Назовні потрапляє рідина, яка діє хемотаксично на сперматозоїди. Ооспора після періоду спокою редуційно ділиться і проростає у гаплоїдну нитку.

Питання для самоконтролю

1. Яка структура талома характерна для ботридіума?
2. Яка відмінність в будові вошерії і ботридіума?
3. Назвіть пігменти жовто-зелених водоростей.
4. Які запасні продукти накопичуються у жовто-зелених?
5. Як відбувається безстатеве розмноження ботридіума?
6. Що таке ризоцисти?
7. В чому полягає особливість безстатевого розмноження вошерії?
8. Де утворюються перегородки на таломі вошерії?
9. Який тип статевого процесу у вошерії?

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

Тема: Відділ Бурі водорості – Phaeophyta

Клас Феофіцієві – Phaeophyceae

Порядок Ламінаріальні – Laminariales

Порядок Фукусові – Fucales

Мета: на прикладі будови і розмноження окремих представників показати місце бурих водоростей в еволюції рослинного світу.

Об'єкти вивчення: ламінарія, фукус (живий або фіксований матеріал).

Інформаційний матеріал

Бурі водорості – багатоклітинні, переважно макроскопічних розмірів, прикріплені організми, поширені в основному в морських водах. У примітивних форм талом переважно невеликих розмірів з нитчастою структурою (рис. 9), у високоорганізованих спостерігається диференціація тіла на “органи” і складна анатомічна будова. Ріст талома інтеркалярний або верхівковий. Клітинна оболонка бурих водоростей ослизнена, часто інкрустована солями, диференційована на внутрішній целюлозний шар з участю

альгінової кислоти і зовнішній пектиновий, утворений солями альгінової кислоти. Цитоплазма пристінна, з одним ядром і численними дрібними вакуолями. Дрібних дископодібних хлоропластів декілька. Піреніоди своєрідної грушоподібної форми, занурені в цитоплазму. Буре забарвлення зумовлене наявністю ксантофілів, особливо фукоксантину, хлорофілів А, С та каротинів. Продукт асиміляції – ламінарин.

Бурі водорості розмножуються вегетативно (частинами талома), безстатево (зооспорами, деколи моноспорами чи тетраспорами) і статевим способом. Зооспори грушоподібної форми з двома неоднаковими джгутиками, прикріпленими до боків клітин. Один джгутик, який направлений вперед, перистий, задній – гладенький. Статевий процес ізо-, гетеро- або оогамний.

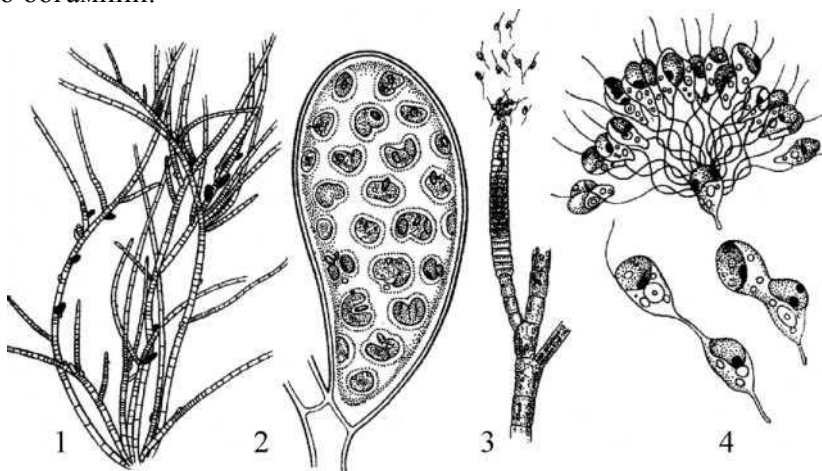


Рис. 9. Ектокарпус (*Ectocarpus*): 1 - загальний вигляд; 2 - зооспорангій (одногнізний спорангій) із зооспорами; 3 - гаметангій (багатогнізний спорангій) і гамети; 4 - запліднення

Гаметангії багатокамерні, оогонії і антеридії - одноклітинні. Для більшості бурих водоростей характерна зміна поколінь і ядерних фаз. Це явище відсутнє у представників класу циклоспорових. Спори проростають у гаплідний гаметофіт, який несе гаметангії з гаметами.

Гамети копулюють у зиготу, що проростає в диплоїдний спорофіт, на якому редукційним шляхом утворюються спори. Зміна поколінь у бурих водоростей може бути ізоморфною і гетероморфною. В останньому випадку спорофіт і гаметофіт морфологічно між собою не подібні. Домінуючим є макроскопічний спорофіт, гаметофіт - мікроскопічний.

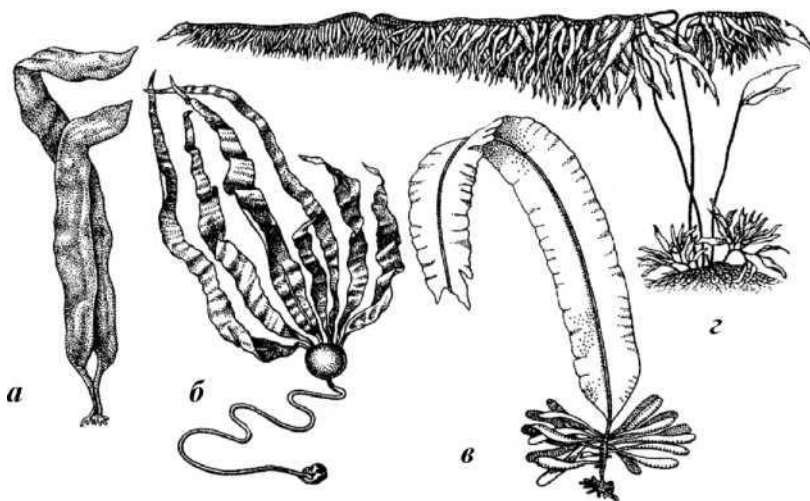


Рис. 10. Ламінаріальні. Спорофіти: а - ламінарія (*Laminaria*); б - макроцистис (*Macrocyctis*); в - нереоцистис (*Nereocystis*); г- аларія (*Alaria*)

В основу класифікації бурих водоростей покладено будову талома, особливості розмноження і чергування поколінь.

Високоорганізовані ламінаріальні і фукусові мають великі таломи, диференційовані на каулоїд, філоїд, ризоїд, або базальний диск (рис. 10), а також тканини (меристодерму, кору, проміжний шар, серцевину).

Для фукусових характерна відсутність чергування поколінь і диплоїдний життєвий цикл; ріст талома верхівковий. Статевий процес – оогамія. Гаметангії утворюються в заглибленнях талома (скафідіях), які сконцентровані в потовщеннях на кінцях талома (рецептакулах) або розташовані групами на таломі. Скафідії

бувають одно- і двостатеві. В оогоніях формується найчастіше 8 яйцеклітин, а в антеридіях - 64 антерозоїди. Фукусові поширені як у північних, так і в південних морях, утворюючи інколи густі зарості (в Саргасовому морі).

Завдання 1. На прикладі ламінарії (*Laminaria*) вивчити особливості будови та розмноження бурих водоростей з гетероморфною зміною поколінь.

Замалювати зовнішній вигляд талома, анатомічну будову каулоїда і філоїда, на малюнках позначити: 1) загальний вигляд талома; 2) каулоїд ламінарії; 3) філоїд; 4) ризоїд; 5) клітини кори; клітини з хлоропластами; 7) клітини без хлоропластів; 8) серцевинний шар; 9) поперечний розріз каулоїда; 10) концентричні шари черешка; 11) поперечний розріз філоїда; 12) верхню кору; 13) нижню кору; 14) соруси зооспорангіїв.

Завдання 2. На прикладі фукуса (*Fucus*) вивчити особливості будови та розмноження бурих водоростей з відсутністю чергування поколінь. Замалювати: морфологічну будову талома і будову органів розмноження фукуса, позначивши: 1) загальний вигляд талома, 2) підошву, 3) каулоїд, 4) філоїд; 5) повітряні порожнини; поперечний переріз жіночого скафідія, 7) поперечний переріз чоловічого скафідія; 8) антеридій, 9) парафізи, 10) оогонії; 15) рецептакули.

Методичні поради

До завдання 1. На гербарних зразках або фіксованому матеріалі розглянути талом ламінарії, розчленований на філоїд, каулоїд і ризоїди. Філоїд 2-3 м завдовжки, у ламінарії цукрової він цілісний, лінійний, у ламінарії пальчастої - розсічений. Каулоїд - багаторічний, а філоїд - однорічний. Наростання листової пластинки відбувається шляхом поділу клітин при основі філоїда.

На поздовжньому розрізі каулоїда видно зовнішній шар клітин кори, що містять хлоропласти (рис. 11). За ними розташовано кілька рядів видовжених великих клітин без хлоропластів. Далі бачимо внутрішній серцевинний шар, що

складається з переплетених тонких ниток. На поперечному розрізі каулоїда добре помітні концентричні шари, схожі на річні кільця дерев; вони свідчать про ріст “стебла” в товщину.

На поперечному розрізі філоїда виділяють багатошарову забарвлену верхню і нижню кору, серцевину і декілька шарів проміжних клітин без хлоропластів. 1-4 шари клітин верхньої кори, які здатні ділитися з утворенням волосків і органів розмноження, називають меристодермою.

Зооспорангії розміщені групами (сорусами) з обох боків філоїда і добре помітні у вигляді темних плям.

Зооспори, що формуються в зооспорангіях, проростають у мікроскопічні ниткоподібні жіночі і чоловічі заростки. На чоловічих формуються одноклітинні антеридії у вигляді бічних виростів, жіночі заростки складаються з кількох клітин, кожна з яких може утворювати оогоній.

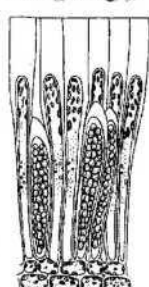
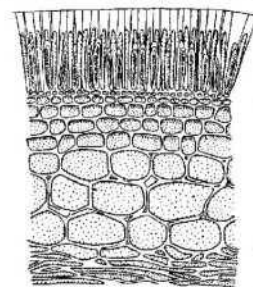
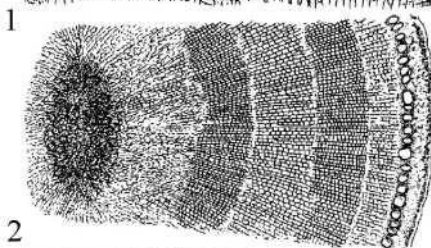
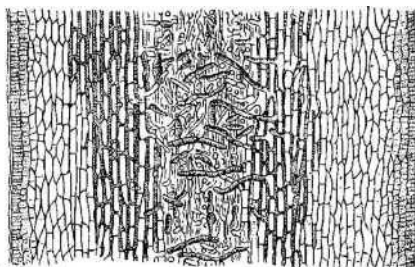


Рис. 11. *LaminariaA* - поздовжній розріз каулоїда, 2 - поперечний розріз каулоїда, 3, 4 - розріз філоїда із сорусом спорангіїв

До завдання 2. Розглянути фіксований матеріал і гербарні зразки фукуса (рис. 12). Талом його до 50 см заввишки,

плоский, цупкий, дихотомічно розгалужений, посередині з ребром або середньою жилкою.

В нижній частині талом звужений у “черешок”, що закінчується конічною “підшоною”. Саме нею фукус кріпиться до підводних предметів. По обидва боки від жилки попарно розташовані спеціальні порожнини, заповнені повітрям, які утримують талом у вертикальному положенні під час припливу. Деякі кінчики розгалужень слані мають здуття (рецептакули), що несуть занурені в тканину порожнини (скафідії або концептакули). В заглибленнях розвиваються антеридії або оогонії і неплідні нитки – парафізи. Статевий процес – оогамія. Запліднення відбувається у воді. Зигота без періоду спокою проростає у нову диплоїдну рослину.

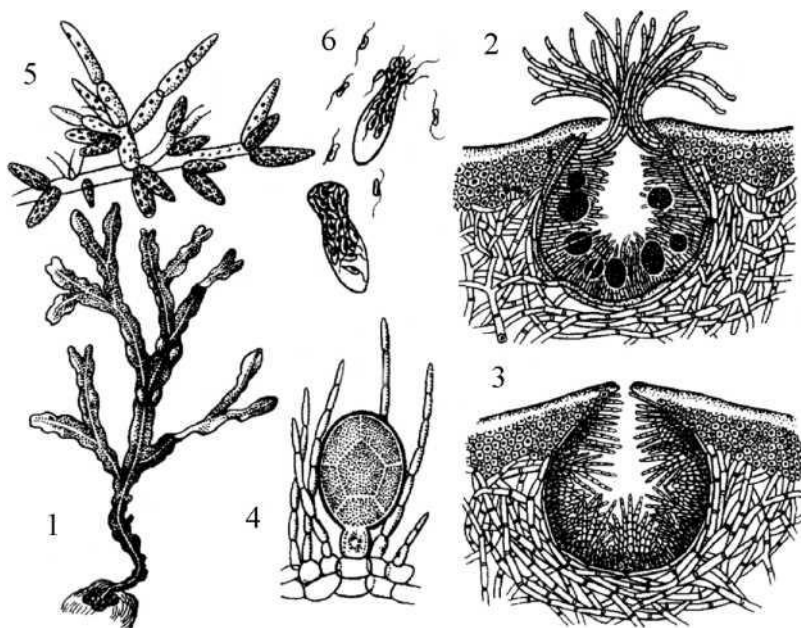
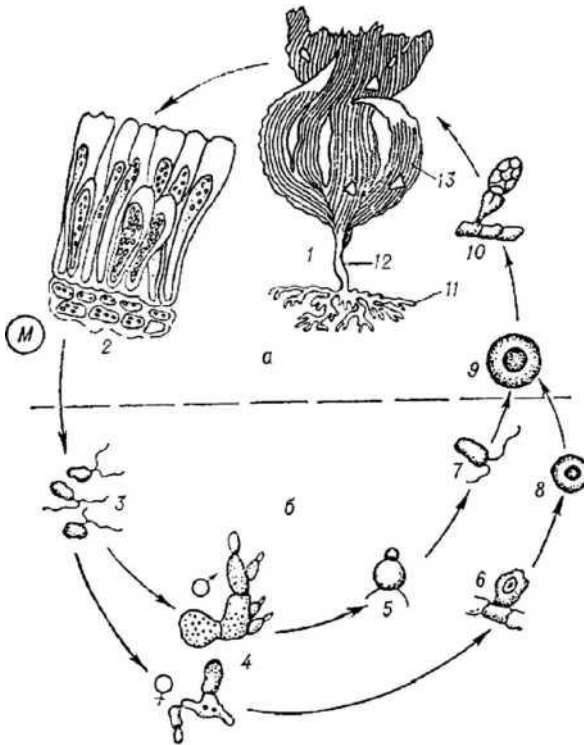


Рис. 12. Фукус (*Fucus*): 1 - зовнішній вигляд, 2 - розріз концептакула з оогоніями і парафізами, 3 - розріз концептакула з антеридіями, 4 - оогоній на ніжці серед парафіз, 5 - група антеридіїв і парафіз, 6 - вихід із антеридія сперматозоїдів



Питання для самоконтролю

1. Назвіть специфічні пігменти бурих водоростей.
2. У яких бурих спостерігається гетероморфна зміна поколінь?
3. Назвіть продукти асиміляції бурих водоростей.
4. Яке покоління домінує в циклі розвитку бурих водоростей?
5. Під якими номерами і літерами на рис. 13 показані: спорофіт ламінарії, каулоїд, філоїд, ризоїди, соруси зооспорангіїв, зооспори, чоловічий заросток, жіночий заросток, оогоній, антеридій, сперматозоїд, яйцеклітина, зигота, розвиток спорофіта?
6. Яка специфічна речовина входить до складу клітинних оболонок бурих?
7. Яку структуру має талом ламінарії?
8. У яких бурих водоростей не виражена зміна поколінь?

9. На які класи поділяють відділ Бурі водорості?
10. Назвіть представників порядку Ламінаріальні.
11. Назвіть представників порядку Фукусові.
12. Яку структуру має талом фукуса?
13. Де розвиваються гаметангії у Фукусових?
14. Який тип статевого процесу характерний для Фукусових?
15. Яку будову мають зооспори бурих водоростей?

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 4–5

Тема: Відділ Діатомові водорості - Bacillariophyta

Клас Центричні - Centrophyceae

Порядок Мелозиральні - Melosirales

Клас Фрагілярієфіцієві - Fragilariophyceae

Порядок Фрагіляріальні - Fragilariales

Клас Бацилярієфіцієві - Bacillariophyceae

Порядок Цимбеляльні - Cymbellales

Порядок Навікуляльні - Naviculales

Порядок Бациляріальні - Bacillariales

Мета: на прикладі окремих представників показати примітивні і прогресивні ознаки будови діатомових як відособленого еволюційно молодого відділу водоростей, їх зв'язок з умовами середовища.

Об'єкти вивчення: мелозира, пінулярія, навікула, гомфонема, інші одноклітинні і колоніальні діатомеї.

Інформаційний матеріал

Діатомові водорості – одноклітинні або колоніальні організми мікроскопічно малих розмірів кокоїдної структури. Основна особливість діатомових – наявність кремнеземового панцира, що прилягає щільно до протопласта, вкритого тонкою пектиновою оболонкою. Панцир складається з двох частин, які з'єднані подібно

до коробочки з кришкою. Зовнішню (більшу) частину називають епітекою, нижню – гіпотекою. Кожна половина панцира має стулку (плоску частину різної конфігурації) і поясок (вузьке кільце, сполучене із стулкою). І внутрішня, і зовнішня поверхні панцира мають своєрідний тонкий скульптурний малюнок. Цитоплазма займає пристінне положення. В центрі міститься вакуоля з клітинним соком. Ядро знаходиться у більшості видів у центрі клітини й оточене цитоплазматичним місточком. Хлоропласти зернисті або пластинчасті, з одним або кількома піреноїдами, чи без них. Пігменти діатомових водоростей: хлорофіл А, С, каротиноїди, ксантофіли (діатоксантин, діадиноксантин, неоксантин, фуко- ксантин, ехіненон, кантаксантин). Продукт асиміляції – хризоламінарин.

Вегетативне розмноження (поділом клітин) призводить до їх здрібнення, оскільки до кожної з утворених клітин добудовується гіпотека. Статеве розмноження дає змогу відновити розміри. У більшості пенатних статей процес полягає в злитті вмісту двох вегетативних клітин після попереднього мейотичного поділу їх ядер (кон'югація). Клітини залишають свої панцирі. Зигота вкривається тонкою оболонкою, здатною до розтягнення. Протягом певного часу вона росте (ауксоспора), а потім утворює панцир і перетворюється на вегетативну клітину. У деяких діатомових виявлено оогамний статевий процес; у центричних статей процес - автогамія.

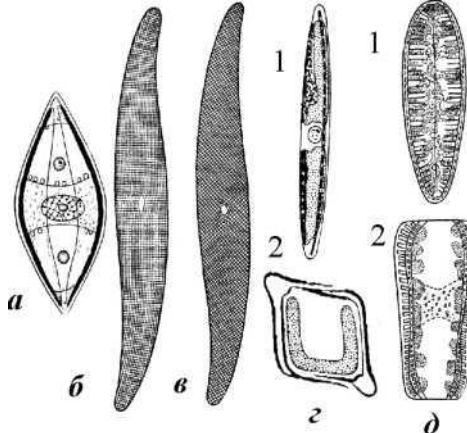


Рис. 3. Діатомей: а - навікула (Navicula); б - гіросігма (Gyrosigma); в - плевросігма (Pleurosigma); г - ніцшія (Nitzschia); 1 - вигляд зі стулки, 2 - поперечний переріз; д - сурирела (Surirella): 1 - вигляд зі стулки, 2 - вигляд з пояса

Відділ Діатомові водорості налічує більше 20 тис. видів, які за формою і будовою стулок поділяють на 3 класи: Центричні, Безшовні та Шовні. До класу Центричних належать одноклітинні або з'єднані в ниткоподібні колонії організми. Клітини центричних характеризуються радіальною симетрією. Стулки не мають шва, в обрисі округлі, трикутні, багатокутні; поверхня їх може бути плоскою, опуклою, ввігнутою. Центричні діатомей не здатні до активного руху. Статевий процес у них оогамний. Це переважно морські планктонні форми, окремі види прісноводні.

До наступних класів належать одноклітинні та колоніальні водорості з характерною двобічною симетрією клітин, з перистою структурою панцира (рис. 3). Серед них є активно рухомі (Шовні) і нерухомі (Безшовні) види. Статевий процес - кон'югація. Хлоропласти пластинчасті, один великий або декілька дрібніших. Поширені в прісноводному і морському бентосі, рідше у планктоні. Значна кількість видів трапляється у ґрунті.

Завдання 1. На прикладі мелозири (*Melozira*) вивчити особливості будови представників класу Центричні. Замалювати колонію мелозири і на малюнках позначити: 1)

загальний вигляд колонії мелозири; 2) вигляд клітин мелозири з пояска; 3) дископодібний хлоропласт.

Завдання 2. На прикладі пінулярії (*Pinnularia*) вивчити особливості будови шовних водоростей. Користуючись малим та великим збільшенням мікроскопа, розглянути та замалювати пінулярію з боку стулки та пояска і на малюнку показати: 1) клітину з боку стулки; 2) клітину з боку пояска; 3) епітеку; 4) гіпотеку; 5) шов; 6) ребра; 7) полярні вузли; 8) центральний вузол; 9) цитоплазматичний місток; 10) ядро; 11) хлоропласт; 12) піреноїди; 13) вакуолі; 14) краплини олії.

Завдання 3. Вивчити видову різноманітність одноклітинних представників класу Шовні (навікули, нітцшиї, цимбелі, гомфонемі, плевросигми тощо) і відмітити риси їх будови. Знаючи характерні ознаки будови діатомей, відшукати їх серед інших водоростей і замалювати. На кожному малюнку позначити: 1) вигляд з боку стулки; 2) вигляд з боку пояска; 3) кіль; 4) шов; 5) пластинчастий хлоропласт.

Завдання 4. Вивчити видову різноманітність колоніальних представників Безшовних водоростей – фрагілярії, астеріонелі, діатоми. Замалювати колонії та окремі клітини вказаних водоростей і позначити: 1) загальний вигляд колонії; 2) окрему клітину; 3) хлоропласти.



Рис. 4. Мелозира (*Melosira*): 1 - нитка з пояска, 2 - нитка з ауксоспорами

Методичні поради

До завдання 1. У краплину води на предметне скло піпеткою нанести краплину розчину з мелозирою і розглянути при великому збільшенні мікроскопа. Мелозира – колоніальна водорість; циліндричні клітини з'єднані стулками в нитки або ланцюжки. Стулки округлі, вкриті порами, що часто утворюють радіальні ряди. Хлоропласти дископодібні або лопатеві (рис. 4).

До завдання 2. Нанести на предметне скло краплину води з водоростями і серед різних діатомових знайти клітини пінулярії, що відрізняються більшими розмірами. При великому збільшенні розглянути пінулярію з боку стулки і пояска. З боку стулки клітини її мають форму витягнутого еліпса із заокругленими кінцями, а з боку пояска - прямокутну форму. В полі зору (з боку стулки) помітні три кружечки вузлики: центральний більший і на кінцях клітини два менші. Вони з'єднані тоненькою поздовжньою трохи зігнутою щілиною (швом), через яку протопласт контактує із зовнішнім середовищем. З боків стулки видно риски (ребра). Це перегородки вузьких поперечних камер на внутрішній стороні стулки, які утворюють чіткий малюнок. Риски складаються з численних рядів, утворених порами в панцирі. Під ними в пектиновій оболонці також розташовані пори, крізь які здійснюється осмотичний і газовий обмін з навколишнім середовищем. Цитоплазма займає пристінне положення. В центрі клітини є цитоплазматичний місток з ядром, по обидва боки містка знаходяться дві вакуолі. Хлоропласт пінулярії пластинчастий, у вигляді двох тонких смужок, розміщений вздовж стулок у пристінному шарі цитоплазми, широкою стороною прилягає до пояска. З боку пояска видно епітеку, вузлики у вигляді сосочкоподібних потовщень і деколи краплини запасної олії.

До завдання 3. Виготовити препарат діатомових водоростей і розглянути при малому, а потім великому збільшенні мікроскопа. Знайти клітини різних видів діатомей.

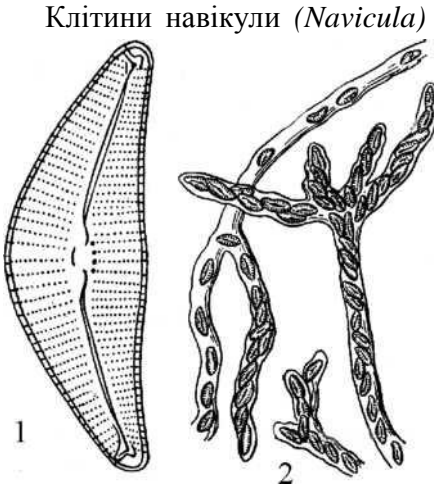


Рис. 5. Цимбела (*Cymbella*): 1 - вигляд зі стулки; 2 - колонія в драглистій трубці

діагоналі панцира. Пластинчастий хлоропласт також розміщений по діагоналі від одного кіля до другого.

Цимбела (*Cymbella*) має стулку у формі півмісяця з прямим або ввігнутих черевцем і опуклою спинкою. Шов ексцентричний, розташований ближче до черевного краю; хлоропласт один (рис. 5).

Плевросигма (*Pleurosigma*) характеризується S-подібно зігнутими стулками, звуженими до кінців. Рисунок панцира косий, штрихи пересікаються під прямим кутом один до одного.

Клітини гомфонемі (*Gomphonema*) в поперечній площині мають несиметричну форму: з боку стулки – форму гітари, з боку пояска – клиноподібну форму. Шов проходить посередині. Два хлоропласти розташовані по боках пояска. Часто утворює колонії на розгалужених слизових ніжках (рис. 6).

Синедра (*Synedra*) має вигляд довгих вузьких поодиноких або зібраних у віялоподібні колонії паличок. З боку стулки клітини її часто мають звужені кінці;

Клітини навікули (*Navicula*) відрізняються від пінулярії більш звуженими загостреними кінцями стулок, на стулках панцира немає камер, а є штрихи з крапок або рисок.

Ніцшія (*Nitzschia*): клітини мають витягнуту форму, з боку стулки лінійну або еліптичну. Вздовж одного краю кожної стулки розташований виступ (кіль), в якому залягає канал, або шов. Обидва кілі проходять по

хлоропласти розташовані з боку стулок. Шва немає. З пояска панцир вузьколійний, прямокутний, без вставних обідків і септ.

До завдання 4. Колоніальні діатомеї утворюються

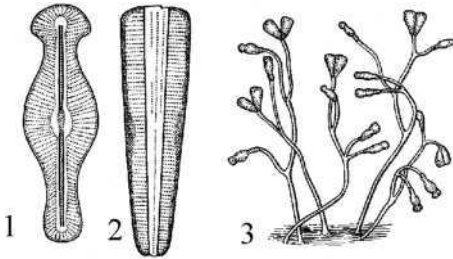


Рис. 6. Гомфонема (*Gomphonema*): 1 - вигляд зі стулки, 2 - вигляд з пояска, 3 - колонія

внаслідок нерозходження клітин, які утворилися шляхом поділу. У деяких вони з'єднані бічними стінками, в інших – кутами. Трапляються колонії, прикріплені слизовими ніжками до субстрату (гомфонема).

Клітини фрагілярії (*Fragilaria*) дуже схожі на клітини синедри. Вони з'єднуються стулками в стрічкоподібні колонії. При великому збільшенні видно клітини з пояска. Вони мають прямокутну форму.

В астеріонели (*Asterionella*) клітини з'єднані у зірчасті колонії за допомогою слизу та дрібних шипіків, розташованих на полюсі стулки.

Колонія діатоми (*Diatoma*) подібна до колонії табелярії. Окремі клітини мають вигляд прямокутників, але не мають септ і вставних обідків.

Питання для самоконтролю

1. Яка особливість будови клітин відрізняє Діатомові від інших водоростей?
2. Під якими номерами і літерами на рисунках 7 і 8 показані: епітека, гіпотека, поперечний розріз пінулярії, шов, вузлики, клітина з боку стулки, клітина з боку пояска, поздовжній розріз пінулярії, ребра, хлоропласт, ядро, вакуолі, цитоплазма, піреноїд, вегетативний поділ клітини; клітини цимбелі, гіросігми, меридіона, навікули, синедри, табелярії, діатоми, циклотели?
3. Назвіть пігменти діатомових водоростей.

4. Які запасні речовини утворюють діатомові?
 5. Як розмножуються діатомові?

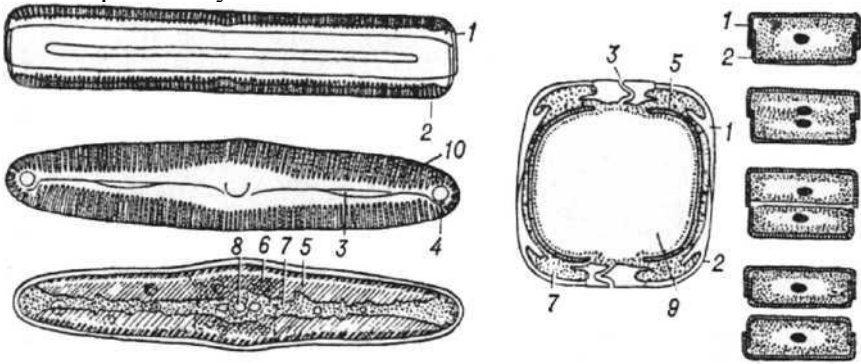


Рис. 7. Пінулярія (*Pinnularia*)

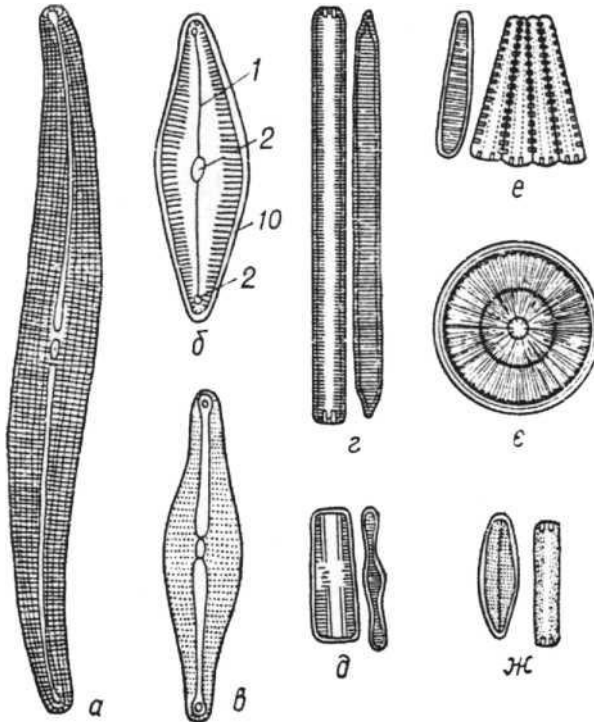


Рис. 8. Діатомові водорості

6. Який принцип покладений в основу класифікації

діатомових?

7. В чому полягає особливість будови мелозири?

8. Яку форму має клітина гомфонемі?

9. До яких організмів належить табелярія?

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 6

Тема: Відділ Червоні водорості, або Багрянки – Rhodophyta

Клас Флоридові - Floridophyceae

Порядок Немаліальні - Nemaliales

Порядок Цераміальні - Ceramiales

Мета: Вивчити особливості будови та розмноження окремих представників; показати місце червоних водоростей у системі класифікації органічного світу як окремої, не спорідненої з іншими водоростями гілки еволюції рослинного світу.

Об'єкти вивчення: батрахосперм, анфельція, філофора, делесерія, полісифонія (гербаризований або фіксований матеріал).

Інформаційний матеріал

Багрянки – своєрідна група прикріплених, переважно морських макроскопічних водоростей, більшість з них – багатоклітинні організми складної морфологічної і анатомічної будови, лише окремі, найпримітивніші, мають слань одноклітинну або колоніальну. Ріст талома верхівковий. Своєрідність червоних водоростей полягає у специфічному наборі пігментів, повній відсутності джгутикових стадій і складному циклі розвитку, який не трапляється в інших водоростей.

Клітинна оболонка багрянок двошарова, целюлозно-пектинова, деколи інкрустована солями Ca, Fe, K, Mg. Зовнішній пектиновий шар оболонки часто ослизнюється. Цитоплазма пристінна, ядро одне (деколи багато), вакуоля одна, велика. Хлоропласти у примітивних представників зірчасті, центральні, з піреноїдами; у високоорганізованих форм – пластинчасті або лінзоподібні, без піреноїдів. Пігменти червоних водоростей: хлорофіл a і d, каротиноїди,

ксантофіли, фікоціанін, фікоеритрин. Продукт асиміляції – багрянковий крохмаль, що забарвлюється йодом у червоний колір і відкладається в цитоплазмі.

Вегетативне розмноження відбувається у примітивних одноклітинних і колоніальних форм поділом клітини; у деяких флоридових – з допомогою додаткових пагонів, що беруть початок від горизонтальної частини талома. Остання залишається живою після відмирання вертикальної ділянки слані.

Безстатеве розмноження багрянок здійснюється з допомогою моноспор, тетраспор або поліспор, які формуються у відповідних спорангіях.

Статевий процес – оогамія. Антеридії одноклітинні, зібрані групами на кінцях талома, продукують нерухомі чоловічі гамети – спермації (по одному в кожному з антеридіїв). Жіночий статевий орган – карпогон – складається з нижньої розширеної частини – черевця і верхньої ниткоподібної трихогіні. В результаті статевого процесу формуються диплоїдні карпоспори, об'єднані в цистокарпії. В найпростіших випадках вони розвиваються із зиготи в кількості 4–32. У найбільш високоорганізованих багрянок утворенню карпоспор передуює злиття заплідненого карпогона через ообластемні нитки з особливими багатими на поживні речовини ауксиллярними клітинами, які беруть участь у формуванні особливої структури - гонімобласта, або цистокарпія.

Безстатеве і статеве розмноження взаємопов'язані і в циклі розвитку змінюють одне одного. В більшості випадків органи статевого і нестатевого розмноження розміщені на різних рослинах спорофіті і гаметофіті, але у деяких видів на одній рослині можуть знаходитись як органи безстатевого, так і статевого розмноження. Життєві цикли у більшості червоних водоростей супроводжуються зміною двох (гаплоїдного гаметофіта і диплоїдного спорофіта) або трьох форм розвитку (гаплоїдного гаметофіта, паразитуючого на ньому диплоїдного карпоспорофіта, що утворює карпоспори,

і диплоїдного спорофіта, що продукує гаплоїдні моно- або тетраспори). У деяких видів спостерігається скорочення життєвого циклу шляхом редукції однієї з форм розвитку. Трапляється ізоморфна і гетероморфна зміна поколінь.

В основу класифікації червоних водоростей покладено будову талому, будову органів розмноження і особливості циклу розвитку.

Клас Флоридові об'єднує червоні водорості з добре розвиненим таломом, складною анатомічною будовою і примітивною диференціацією слані. Хлоропласти різної форми, без піреноїдів. Безстатеве розмноження - тетраспорами. Карпоспори розвиваються на виростах черевної частини карпогона або на місті злиття ообластемних ниток з ауксиллярними клітинами. Для більшості характерна ізоморфна зміна поколінь. Структура талому різномісна, псевдопаренхімна.

Анфельція (*Ahnfeltia*) має вигляд кущиків 10-15 см заввишки, твердуватих на дотик, складених з дихотомічно розгалужених гілочок темно-фіолетового, майже чорного кольору. Слань, висушена на світлі, втрачає своє забарвлення. Масово зростає в північних морях, прикріплюючись до каменів у субліторальній зоні. Пізніше може відриватися й існувати в неприкріпленому стані.

Філофора (*Phyllophora*) є і в північних морях, і в Чорному морі. Талом її складається з багаторазово розгалужених вузьких пластинок неправильної форми темно-пурпурового забарвлення, прикріплених до ґрунту підшоною. У чорноморських видів пластинка філофори має центральну жилку. Розмір талому - 15 - 50 см.

Обидва види мають промислове значення, їх використовують для видобутку агар-агару і йоду.

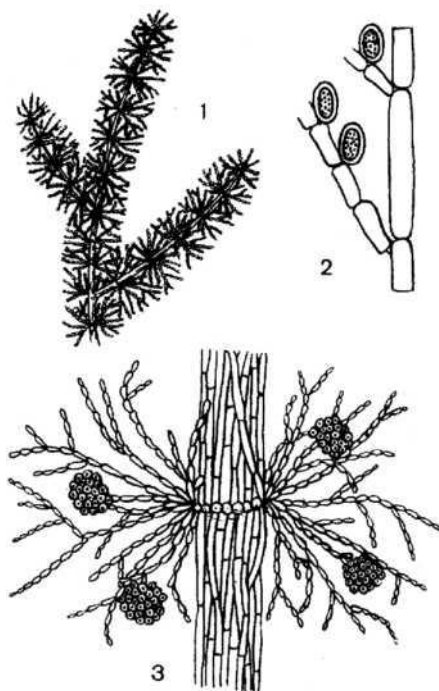


Рис. 14. Батрахосперм (*Batrachospermum*): 1 - зовнішній вигляд, 2 - частина малорозгалуженого кущика - спорофіта батрахосперма - з моноспорангіями, 3 - частина рослини з цистокарпіями (зображені осьові клітини та клітини-асимілятори)

Завдання 1. Вивчити особливості будови та розмноження представників порядку Немаліональні на прикладі батрахосперма (*Batrachospermum*).

Замалювати загальний вигляд батрахосперма і фрагмент талому з асиміляторами і цистокарпіями. На малюнку позначити: 1) клітини меживузля; 2) вузли; 3) бічні розгалуження талому; 4) кору; 5) клітини-асимілятори; 6) цистокарпії; 7) карпоспори.

Завдання 2. Вивчити будову червоних водоростей порядку Цераміальні. Замалювати зовнішній вигляд талома і цикл розвитку полісифонії (*Polysiphonia*). Показати на малюнку для кожної стадії ядерну фазу (n , $2n$) рослини і її похідних форм (спор, гамет). Описати цикл розвитку полісифонії.

Методичні поради

До завдання 1. Розглянути неозброєним оком фіксований або живий матеріал батрахосперма (рис. 14) – одного з нечисленних представників багряннок, які мешкають

в прісних водоймах. Талом його має вигляд ніжного кущика оливково-зеленого кольору 3-8 см заввишки з головною віссю ірозташованими кільцями бічними “гілочками”.

Відокремити пінцетом невелику частину слані батрахосперма і розглянути при малому, а потім великому збільшенні мікроскопа. Кожен “пагін” кущика – однорядна нитка, складена з довгих безбарвних циліндричних клітин меживузля, від яких кільцями відходять короткі розгалужені “гілочки”-асимілятори, утворені краплеподібними або бочкоподібними клітинами, що мають численні хлоропласти.

Від основ асиміляторів починаються також багатоклітинні нитки, які ростуть по довжині талом і, нещільно з’єднуючись між собою, формують своєрідну кору. Органи безстатевого розмноження моноспорангії і статеві органи утворюються на одній і тій же рослині. Карпогони і антеридії виникають на асиміляторах; після запліднення з карпогона формується цистокарпій, що нагадує зовнішнім виглядом плід малини.

До завдання 2. Розглянути під мікроскопом постійні мікропрепарати полісифонії з тетраспорангіями і цистокарпіями (рис. 15). Зарисувати життєвий цикл полісифонії.

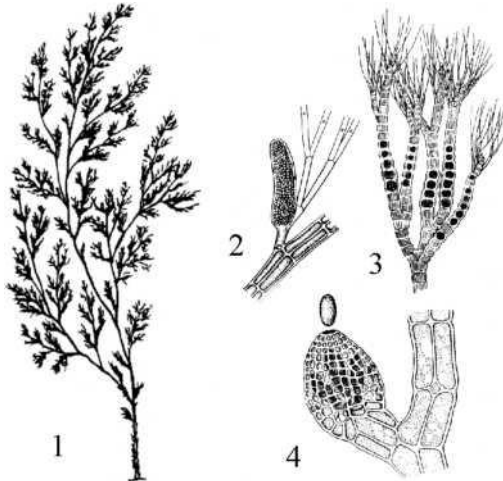


Рис. 15. Полісифонія (*Polysiphonia*): 1 - зовнішній вигляд, 2 - зібрання антеридіїв, 3 - тетраспорфіт із тетраспорангіями, 4 - зрілий цистокарпій

Питання для самоконтролю

1. На які класи поділяють відділ Червоні водорості?
2. Які пігменти зумовлюють забарвлення багрянок?
3. Назвіть запасні поживні речовини червоних водоростей.
4. Назвіть прісноводну червону водорість.
5. Як здійснюється безстатеве розмноження червоних водоростей?
6. Як називаються жіночі статеві органи багрянок?
7. Яка структура талому відсутня у червоних водоростей?
8. Які цінні речовини добувають з органічної маси багрянок?

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 7–8

Тема: Відділ Зелені водорості - Chlorophyta

Клас Хлорофіцієві - Chlorophyceae

Порядок Вольвокальні - Volvocales

Порядок Хлорококальні - Chlorococcales

Клас Ульвофіцієві - Ulvophyceae
Порядок Улотрихальні - Ulothrichales
Порядок Кладофоральні – Cladophorales
Клас Харофіцієві - Charophyceae
Порядок Зигнематальні - Zygnematales
Порядок Харальні - Charales

Мета: на прикладі окремих представників вивчити особливості будови зелених водоростей з монадною і кокоїдною структурою, простежити ускладнення організації від одноклітинних до колоніальних і багатоклітинних форм; показати характерні ознаки будови і розмноження кон'югат як бічної гілки еволюції зелених водоростей, особливості будови харальних як давньої своєрідної групи рослин.

Об'єкти вивчення: хламідомонада, вольвокс, улотрикс, кладофора, спірогіра, зигнема, хара ламка (живий або фіксований матеріал, постійні мікропрепарати).

Інформаційний матеріал

Відділ Зелені водорості налічує близько 25 тис. видів з різноманітними типами структури талома, крім амебоїдної і тканинної. Серед них є одноклітинні, ценобіальні, колоніальні і багатоклітинні форми, що відрізняються яскравим зеленим забарвленням, зумовленим наявністю в хлоропластах пігментів хлорофілу а та b, каротину та ряду ксантофілів (лютеїну, віолаксантину, зеаксантину, антераксантин, неоксантин). Запасний продукт – крохмаль.

Клітинна оболонка – пектинова, целюлозна або целюлозно-пектинова. У деяких представників протопласт відмежований від середовища лише плазмалею. Хлоропласти різної форми і розмірів, часто мають піреноїди – білкові тільця, навколо яких відкладається запасний крохмаль.

Вегетативне розмноження відбувається шляхом поділу клітин, частинами слані, акінетами, дочірніми ценобіями. Безстатеве – за допомогою зооспор, апланоспор, гемізооспор. Статевий процес відомий майже у всіх видів,

характеризується різноманітністю (хологамія, ізогамія, гетерогамія, оогамія, кон'югація). Зигота проростає після періоду спокою.

Порядок Вольвокальні об'єднує найпримітивніші зелені водорості з монадною структурою талома, що здатні до руху у вегетативному стані (рис. 16). Трапляється пальмелоїдна структура. Переважна більшість вольвокальних - одноклітинні організми; є колоніальні і ценобіальні види. Клітини вкриті пектиновою або целюлозно-пектиновою оболонкою, одноядерні, з хлоропластом чашоподібної форми, розміщеним у пристінному шарі цитоплазми, з одним великим піреноїдом. На верхньому кінці клітини зосереджені джгутики (2-4 у різних видів), червоне вічко (стигма) і пульсуючі вакуолі поблизу основи джгутиків. Основні

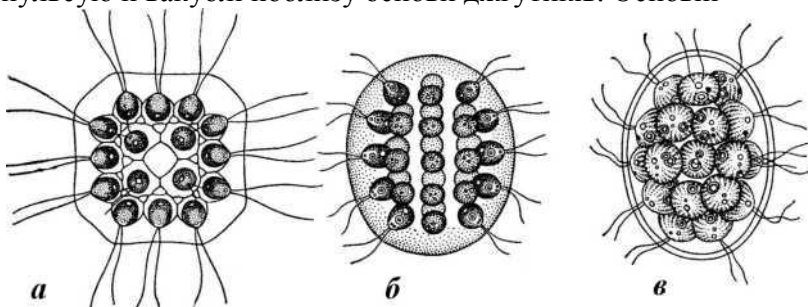


Рис. 16. Вольвокальні: а - *Gonium pectorale*, б - *Eudorina elegans*, в - *Pandorina morum*

представники, що існують у формі ценобія: гоніум пекторальний (*Gonium pectorale*), складається з 16 клітин, розміщених в одній площині; пандорина (*Pandorina morum*), 16 клітин ценобія якої розміщені компактно, подібно до супліддя шовковиці; евдорина (*Eudorina elegans*), ценобія утворений 32 клітинами, розміщеними в 5-8 рядах. Ценобіальні форми вольвоксів розмножуються переважно безстатевим способом, а саме: шляхом утворення в кожній клітині молодого ценобію.

Порядок Хлорококальні включає одноклітинні, ценобіальні і колоніальні види з кокоїдною структурою талома (рис. 17). Група цікава в еволюційному відношенні,

оскільки саме тут вперше виникла і розвинулась типова рослинна структура тіла – кокоїдна.

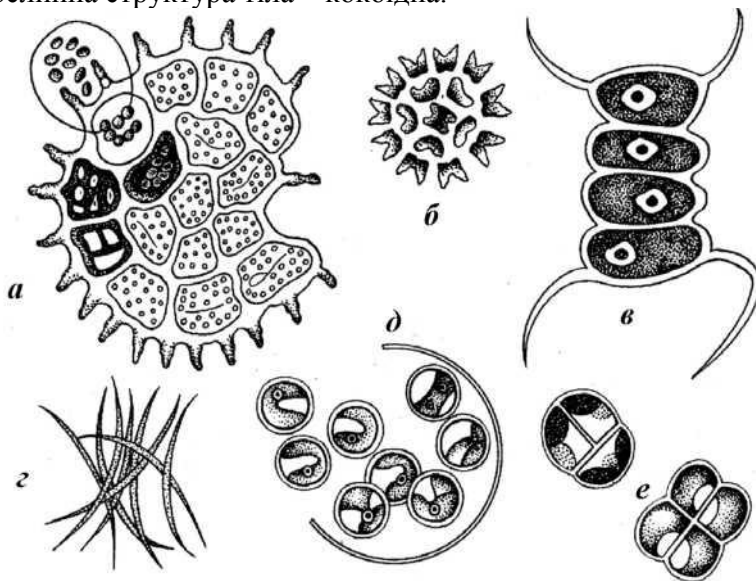
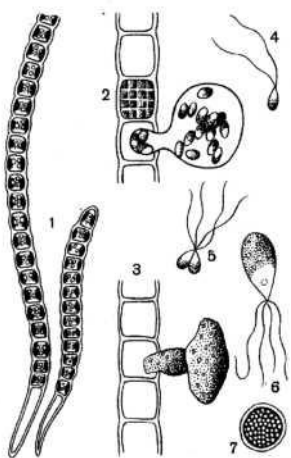


Рис. 17. Планктонні хлорококальні: а і б - види роду педіаструм (*Pediastrum*); в - сценедесмус (*Scenedesmus*); г - анкістродесмус (*Ankistrodesmus*); д - хлорела (*Chlorella*) в момент розмноження; е - дві колонії епіфітної наземної водорості протокока (*Protococcus viridis*)

Клітини хлорококових нерухомі у вегетативному стані, але в процесі розмноження можуть відновлювати монадну структуру. Це мікроскопічно малі організми з клітинами досить різноманітної форми, оболонки яких складені з целюлози, рідко з домішками пектинових речовин. У деяких видів оболонка має різноманітні вирости, що сприяють пасивному переміщенню в товщі води. Хлоропласт один, постінний, чашоподібний, з одним базальним піреноїдом. Клітини переважно однадерні, з центрально розміщеною вакуолею. У протококових переважає безстатеве розмноження з допомогою гемізооспор, зооспор та автоспор. Статевий процес трапляється рідко у вигляді ізо- та гетерогамії, у окремих видів - оогамії. Звичайними стадіями спокою є акінети і цисти.

Порядок Улотрихальні представлений водоростями з нитчастою, різнонитчастою або пластинчастою структурою талома, що може наростати протягом усього життя. Більшість представників має вигляд однорядних чи багаторядних, розгалужених чи нерозгалужених ниток, прикріплених до субстрату за допомогою безбарвної базальної клітини. Форма вегетативних клітин короткоциліндрична. Їм властива висока регенераційна здатність. Вегетативне розмноження здійснюється фрагментацією слані, безстатеве – апланоспорами або чотири- джгутиковими зооспорами, що можуть утворюватись в усіх вегетативних клітинах, крім базальної. Улотрикс зональний (рис. 18) формує зооспори

Рис. 18. Улотрикс (*Ulothrix*): 1 - загальний вигляд, 2 - утворення гамет, 3 - вихід зооспор, 4 - гамета, 5 - злиття ізогамет, 6 - зооспора, 7 - спочиваюча зигота



двох типів: мікро- і

мегазооспори. Проростаючи, зооспора ділиться на 2 клітини: нижню, базальну і верхню, яка дає початок вегетативним клітинам. Статевий процес - ізогамія; гамети дводжгутикові, утворюються в тих же нитках, що і зооспори, перед настанням несприятливих умов. Зигота деякий час рухається, потім втрачає джгутики, вкривається товстою оболонкою і перетворюється на одноклітинний спорофіт. Після періоду спокою він проростає 4-16-гаплоїдними зооспорами або апланоспорами; з кожної розвивається нитчастий багатоклітинний гаметофіт. Отже, у прісноводних улотрихальних спостерігається гетероморфна зміна поколінь. У морських видів зміна поколінь ізоморфна.

Порядок Кладофоральні об'єднує макроскопічні водорості з таломом у вигляді розгалужених прикріплених чи вільноплаваючих ниток (рис. 19), що складаються з багатоядерних сегментів, утворених у результаті сегрегативного поділу слані з сифональною структурою (перегородки формуються незалежно від поділу ядер).

Клітинні оболонки щільні, целюлозні. В постійному шарі цитоплазми міститься сітчастий хлоропласт, складений багатограничними ділянками, з'єднаними між собою тяжами. Крім властивих усім зеленим водоростям пігментів, хлоропласт сифонокладальних має специфічний пігмент - сифоноксантин. Ядра дрібні, численні, вакуоля розміщена в центрі клітини. Розмножуються сифонокладальні вегетативно і фрагментацією слані, безстатеве розмноження здійснюється

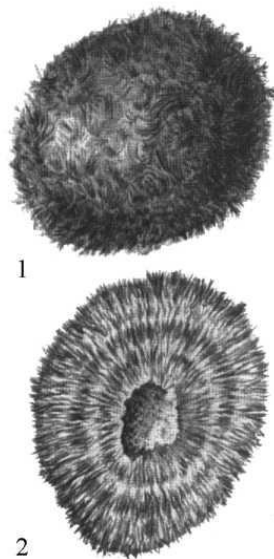


Рис. 19. Егагропіла (*Aegagropila*): 1 - загальний вигляд; 2 - поперечний розріз

2-4- джгутиковими зооспорами. Статевий процес - ізота гетерогамія. Гамети несуть по 2 джгутики. У морських форм спостерігається ізоморфна зміна поколінь і чергування ядерних фаз. На диплоїдному спорофіті після редукційного поділу формуються гаплоїдні зооспори, що проростають у гаплоїдний гаметофіт. Зигота дає початок диплоїдному спорофіту. У прісноводних видів кладофори весь життєвий цикл відбувається в диплофазі. Редукційний поділ спостерігається лише перед утворенням гамет. Більшість сифонокладальних існують в морях, за винятком кладофорових, які проникли з морів у прісні водойми і поширилися там.

Клас Харофіцієві об'єднує одноклітинні, нитчасті та колоніальні форми (рис. 23), у яких відсутні рухливі стадії, а статевий процес здійснюється злиттям вмісту двох вегетативних клітин (кон'югацією). Клітини однаядерні, вкриті здатною до ослизнення оболонкою з хлоропластом різної форми (зірчастим, пластинчастим, стрічкоподібним). Хлоропластів один, два або багато, з піреноїдами в різній кількості.

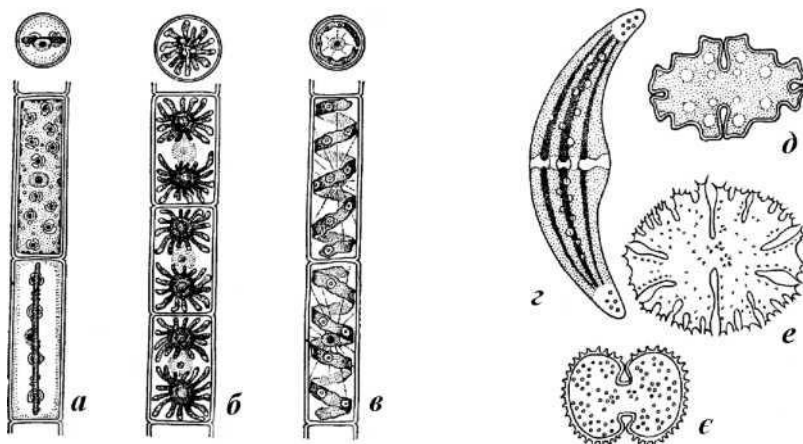


Рис. 23. Кон'югати: а - мужоція (*Mougeotia*), б - зигнема (*Zygnema*), в - спірогіра (*Spirogyra*), г - кластеріум (*Closterium*), д - еуаструм (*Euastrum*), е - мікрастеріас (*Micrasterias*), е - космаріум (*Cosmarium*)

Представники класу розмножуються вегетативно (поділом клітин) і кон'югацією. У нитчастих форм кон'югація може бути бічною – зливаються протопласти двох сусідніх клітин однієї нитки, і драбинчастою - зливаються протопласти клітин двох різних ниток (рис. 24). Зигота вкривається багатощаровою оболонкою і після періоду спокою проростає. У представників різних порядків цей процес протікає по-різному. Після двох поділів ядра зиготи може утворитись 4 проростки (у Мезотеніальних), 2 – у Десмідіальних або 1 – у Зигнематальних. Решта ядер у представників останніх порядків дегенерує.

До порядку Зигнематальні належать нитчасті нерозгалужені водорості, які ведуть неприкріплений спосіб існування. Клітини циліндричні, їх оболонка без пор, вкрита слизовою капсулою.

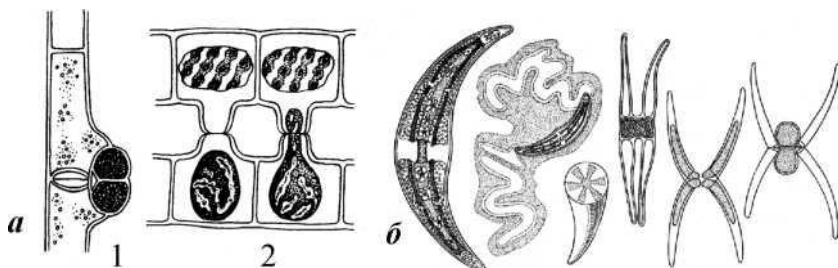


Рис. 24. Кон'югація: а - у спірогіри (1 - бічна, 2 - драбинчаста); б - у кластеріума

Хлоропласти різної форми, вони є систематичною ознакою родів і видів.

Представники порядку Десмідіальні – одноклітинні водорості з кокоїдною структурою талому, різноматнітної форми, часто з оболонками, інкрустованими солями заліза. Вони мають симетричну будову тіла: клітини їх складаються з двох однакових половинок, у більшості з перетяжкою. Клітини однадерні, з хлоропластом, розділеним ядром на дві частини, або з кількома хлоропластами, осьовими або пристінними, з піреноїдами.

Вегетативне розмноження - поділ клітин у площині симетрії (при цьому друга половинка клітини добудовується).

Харальні водорості відрізняються від інших зелених складною будовою мікроскопічної багатоклітинної слані, яка зовнішнім виглядом нагадує деякі вищі рослини, і наявністю багатоклітинних статевих органів. Талом харальних має вигляд прямостоячих розгалужених кущиків, з верхівковим ростом і членисто-кільчастою будовою, прикріплених до субстрату безбарвними ризоїдами (рис. 25). Молоді клітини одноядерні, пізніше стають багатоядерними. Оболонки інкрустовані вапном.

Хлоропласти численні, дископодібні, схожі за будовою до хлоропластів вищих рослин, несуть пігменти, властиві всім зеленим водоростям: хлорофіл А та В, каротин, ксантофіл.

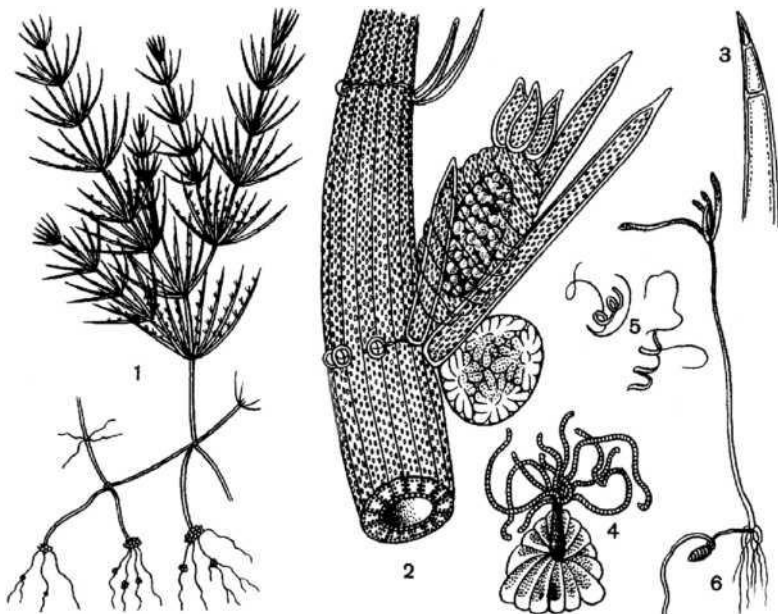


Рис. 25. Хара (*Chara*): 1 - зовнішній вигляд, 2 - частина "гілки" з оогонієм, антеридієм і "листочками", 3 - верхівка "гілки" з двох міжвузлів без кори, 4 - щиток з рукояткою і спермагенними нитками, 5 - сперматозоїди, 6 - проросток

Продукт асиміляції – крохмаль. Розмножуються харальні водорості вегетативним (фрагментацією слані, бульбочками на ризоїдах) та статевим способом. Статевий процес – оогамія. Статеві органи складно збудовані, багатоклітинні. Трапляються однодомні і дводомні види. Ооспора після періоду спокою проростає у нову гаплоїдну рослину. Харальні утворюють зарості на піщаних ґрунтах водойм з чистою, насиченою розчинними солями кальцію водою. Найбільш поширені роди Хара і Нітела.

Завдання 1. На прикладі хламідомонади (*Chlamydomonas*) вивчити особливості будови одноклітинних зелених водоростей порядку Вольвокальні. Замалювати клітину хламідомонади при великому збільшенні мікроскопа і на малюнку позначити: 1) клітинну оболонку; 2) цитоплазму; 3) піреноїд; 4) хлоропласт; 5) джгутики; 6) вічко (стигму); 7) ядро; 8) скоротливі вакуолі.

Завдання 2. На прикладі вольвоксу (*Volvox globator*)

вивчити будову та розмноження колоніальних вольвоксових. Замалювати загальний вигляд колонії вольвоксу, на малюнках позначити: 1) загальний вигляд колонії; 2) дочірні колонії; 3) джгутики; 4) вегетативні клітини; 5) партеногонідії; 6) оогонії; 7) антеридії.

Завдання 3. На прикладі улотриксу (*Ulothrix*) вивчити особливості будови зелених водоростей з нитчастою структурою талом та гетероморфною зміною поколінь. Замалювати талом улотриксу при малому та великому збільшеннях мікроскопа, а також цикл його розвитку. На малюнках позначити: 1) загальний вигляд талому улотрикса; 2) стрічкоподібний хлоропласт; піреноїди; 4) ядро; 5) гамети; 6) нитку з гаметангіями; 7) копуляцію гамет; 8) зиготу; 9) проростання зиготи; 10) спорофіт; 11) зооспорангій; 12) зооспори.

Завдання 4. На прикладі кладофори (*Cladophora*) вивчити особливості будови представників порядку Сифонокладальні. Замалювати частину слані кладофори при малому та великому збільшеннях мікроскопа і на малюнках позначити: 1) загальний вигляд талому кладофори; 2) клітинну оболонку; 3) цитоплазму; сітчастий хлоропласт; 5) піреноїди; 6) численні ядра.

Завдання 5. На прикладі спірогіри (*Spirogyra*) вивчити особливості будови кон'югат з порядку Зигнематальні. Замалювати частину талому спірогіри, а також процес кон'югації і на малюнках позначити: 1) загальний вигляд талому спірогіри; 2) оболонку клітини; 3) хлоропласт; 4) ядро; 5) цитоплазматичні тяжі; піреноїди; 7) вакуолу; 8) драбинчасту кон'югацію спірогіри; зиготу; 11) копуляційний канал.

Завдання 6. На прикладі зигнеми (*Zygnema*) вивчити будову зигнематальних із нитчастим таломом і симетричною будовою клітин. Замалювати частину талому зигнеми і на малюнку позначити: 1) загальний вигляд нитки зигнеми; 2) слизову піхву; клітинну оболонку; 4) зірчастий хлоропласт; 5) піреноїди; 6) ядро; цитоплазматичний місток.

Завдання 7. Вивчити будову і розмноження харових водоростей на прикладі хари ламкої (*Chara fragilis*). Замалювати зовнішній вигляд талома і будову статевих органів. На малюнку показати: 1) розгалужену слань хари; ризоїди; 3) бульбочки на ризоїдах; 4) вузли; 5) меживузля; 6) головну вісь (“стебло”); 7) бічні гілочки (“листки”); 8) осявову клітину меживузля; 9) корові клітини меживузля; антеридій; 11) щиток; 12) рукоятку; 13) сперматогенні нитки; 14) оогоній; 15) кору оогонія; 16) коронку.

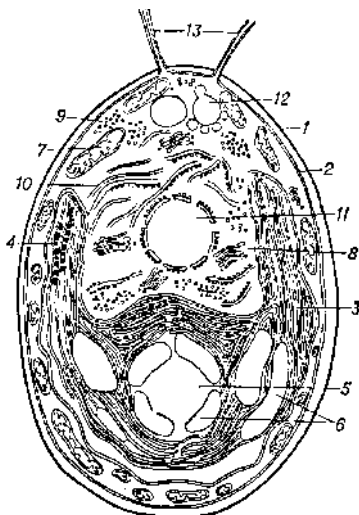


Рис. 20. Хламідомонада (*Chlamydomonas*)

Методичні поради

До завдання 1. На предметне скельце піпеткою нанести живий або фіксований матеріал хламідомонади і виготовити мікропрепарат. Розглянути його при великому збільшенні мікроскопа.

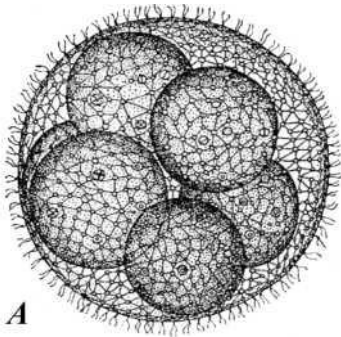
Хламідомонада – рухомий об’єкт; щоб розглянути будову клітини, необхідно сповільнити її рух (у живих форм), відібравши фільтрувальним папером частину води з препарату. Органели руху (джгутики) стають помітними при забарвленні препарату слабким розчином йоду або барвником метиленовим синім.

Хламідомонада – одноклітинна водорість. Клітини її еліпсоподібної форми з двома джгутиками на передньому кінці і невеликим вип’ячуванням (носором) між ними. Хлоропласт один, великий, чашоподібний, увігнутою стороною обернений допереду, несе червоне вічко (стигму), утворене глобулами з каротиноподібними пігментами і піреноїд. У центрі цитоплазми, що виповнює заглибину хлоропласта, розташоване ядро, а біля основи джгутиків - дві скоротливі вакуолі. Оболонка пектинова, целюлозно-

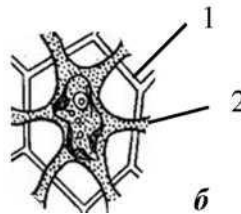
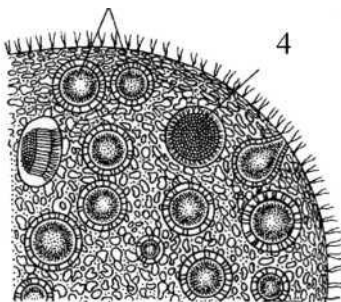
пектинова (рис. 20).

До завдання 2. Виготовити препарат вольвоксу або скористатисьготовим мікропрепаратом. Розшукати колонію вольвоксу неозброєним оком, а потім розглянути при малому збільшенні мікроскопа (рис. 21).

Колонія кулястої форми, 0,5-2 мм діаметром, складена з великої кількості клітин монадної структури, подібних до хламідомонади, розміщених по периферії кулі в один шар. Джгутики всіх клітин спрямовані назовні. Клітини з'єднані між собою плазмодесмами і зрослими ослизненими бічними стінками. У вольвокса як найбільш



високоорганізованого представника порядку спостерігається диференціація клітин. Переважну більшість складають вегетативні клітини, функція яких - фототрофне живлення і рух. Репродуктивні клітини формуються в задньому (відносно напрямку **Б** руху) кінці колонії і бувають

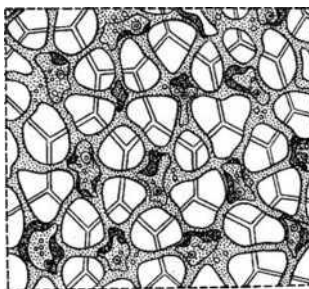


різних типів: 1) *партеногонідії* (кількість їх 8-16), поділ яких веде до утворення дочірніх колоній. Забезпечують вегетативне розмноження вольвоксу; 2) 5-15 клітин

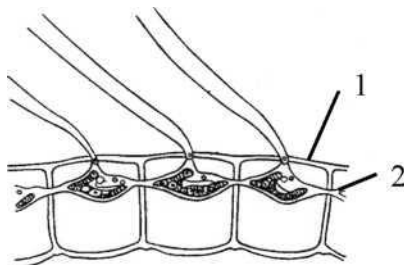
перетворюються на антеридії, де формується

Рис. 21. *Volvox*: А - дочірні кулі всередині материнської; Б - будова стінки кулі: а - з поверхні, б - окрема клітина, в - в розрізі (1 - оболонка клітини, 2 - плазмодесма); В - колонія з яйцеклітинами (3) і сперматозоїдами (4)

пластинка з 32-64 дводжгутикових антерозоїдів (сперматозоїдів); 3) близько 30 клітин дають початок оогоніям, які містять по одній яйцеклітині. Трапляються однодомні і дводомні види вольвоксу.



a



b

До завдання 3. На предметне скло нанести з допомогою препарувальної голки невелику кількість живого або фіксованого улотриксу. Яскраво-зелені нитки можуть сягати кількох сантиметрів завдовжки. Обережно розправити їх препарувальною голкою в краплині води, покрити накривним скельцем і розглянути при великому збільшенні мікроскопа. Клітини улотрикса з'єднані в один ряд, короткоциліндричні, з товстою целюлозною оболонкою. Хлоропласт один, стрічкоподібний, розміщений постійно у вигляді незамкненого кільця, з одним або кількома піреноїдами. Ядра

в клітинах розміщені по осі нитки, помітні лише на зафарбованому препараті. Нестатеве розмноження - чотиридигутиковими зооспорами, статеве - у формі ізогамії. Клітини із зооспорами на препараті мають більш темне забарвлення. При великому збільшенні в них можна виявити зооспори.

До завдання 4. На живому або фіксованому матеріалі розглянути неозброєним оком талом кладофори, що має вигляд галузистих жорстких на дотик кущиків чи дернинок брудно-зеленого кольору, якими обростають підводні предмети (рис. 22). У зрілому стані кущики кладофори можуть відриватися і утворювати вільноплаваючі скупчення, деколи довгі (1 м і більше) темнозелені "коси".

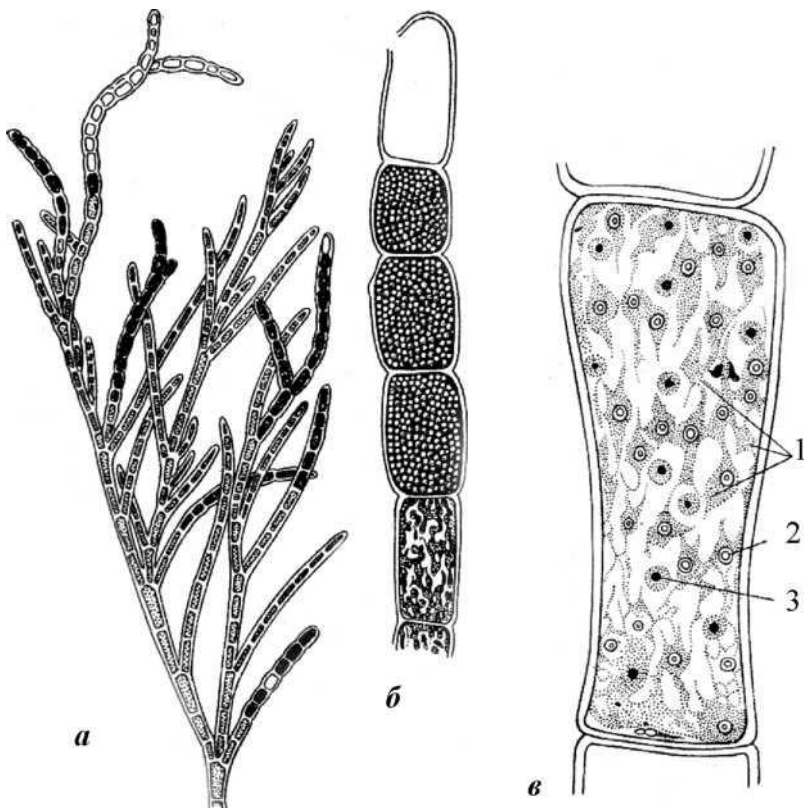


Рис. 22. Кладофора (*Cladophora*): а - частина нитки із зооспорангіями (темні клітини); б - зооспорангії; в - багатоядерна клітина (1 - хроматофор; 2 - піреноїди; 3 - ядра)

Відокремити препарувальною голкою невелику частину талома кладофори, виготовити препарат і розглянути його при малому, а потім великому збільшенні мікроскопа. Клітини (сегменти) циліндричні, витягнуті, з товстою целюлозною оболонкою, що ніколи не ослизнюється. Хлоропласт пристінний, сітчастий, світло-зеленого забарвлення, з багатьма піреноїдами. Численні ядра помітні лише на забарвлених ацетокарміном препаратах. Зооспори утворюються в кінцевих сегментах, що набувають при цьому темно-зеленого кольору. Старі клітини заповнюються крохмалем, і будову їх розглянути неможливо. Бічні відгалуження завжди відходять від клиноподібного розширення верхньої частини сегмента. Бічна гілка виникає як виріст (брунька) сегмента і пізніше відокремлюється від останнього перегордкою.

До завдання 5. Відпрепарувати голкою кілька ниток живої або фіксованої спірогіри, покласти в краплину води на предметному скельці і виготовити мікропрепарат. Розглянути при малому, а потім при великому збільшенні мікроскопа. Нитки спірогіри складаються з видовжених циліндричних клітин з товстою ослизненою оболонкою, розташованих в один ряд. Хлоропласти стрічкоподібні, спірально закручені, надрізані по краях, з численними піреноїдами у вигляді світлих округлих тілець. У центральній частині клітини знаходиться одна велика вакуоля, посеред якої на цитоплазматичних тяжках підвішене ядро з добре помітним ядерцем. Спірогіра розмножується вегетативно (фрагментами талома) і кон'югацією. Статевий процес протікає восени, а навесні зигота проростає одним проростком (рис. 26).

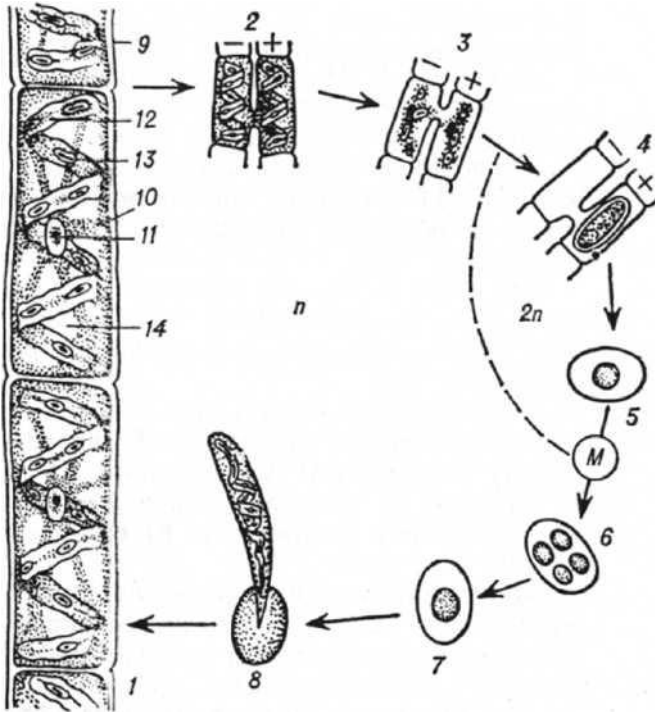


Рис. 26. Цикл розвитку спірогіри

До завдання 6. Зигнема – одна з найпоширеніших водоростей. Нитки зигнеми дещо тонші, ніж у спірогіри, з добре розвиненою слизовою піхвою, з двома великими зірчастими хлоропластами в протилежних кінцях клітини. Ядро міститься в центрі на цитоплазматичному місточку між двома хлоропластами.

Нитчасті кон'югати з настанням літа масово розвиваються в прибережній смузі водойм зі стоячою водою або малих річок Волині, утворюючи гарні смарагдово-зелені, слизуваті на дотик рихлі скупчення або ніжні дернинки.

До завдання 7. Розглянути неозброєним оком талом хари, знайти ризоїди з бульбочками і зелену верхню частину рослини, розчленовану на стеблоподібну вісь і розташовані кільцями короткі бічні її відгалуження (“листки”). В

клітинних оболонках хари відкладається вапно, завдяки чому рослина жорстка на дотик. Його слід видалити 1% розчином соляної кислоти і добре промити водою. Оболонки клітин стають прозорими, і об'єкт можна досліджувати під мікроскопом. Вигодовити мікропрепарат хари і розглянути при малому збільшенні мікроскопа. "Стебло" хари поділяється на вузли, від яких кільцями відходять "листки", і меживузля. Вузол складений кількома невеликими округлими клітинами. Меживузля являє собою одну видовжену циліндричну безбарвну клітину, вкриту коровими клітинами. Останні, відходячи від нижнього вузла, вкривають меживузля до половини; друга його половина оточена коровими клітинами, що починаються від верхнього вузла. Вони з'єднуються посередині меживузля.

"Листки" побудовані за типом "стебла", теж з вузлами і меживузлями. Від вузлів на "листках" відходять численні одноклітинні "листочки". В пазусі кожного з "листіків" може розвиватися бічне "стебло".

При великому збільшенні в клітинах хари помітні численні зернисті хлоропласти, розміщені в пристінному шарі цитоплазми.

Оогонії хари сидять на коротких одноклітинних ніжках у пазухах "листочків", на "листяних" вузлах; антеридії – під ними в однодомних видів, а у дводомних – на інших рослинах. Дозрілі оогонії мають овальну форму, зовні вкриті спіралью закрученими коровими клітинами, що на верхівці утворюють корону з 5 маленьких клітин. Після запліднення оогоній набуває темно-коричневого кольору. Антеридії кулясті, спочатку зелені, дозрілі - оранжево-червоного забарвлення, вкриті зовні плоскими щитками, що зростаються бічними сторонами і утворюють його оболонку.

Натиснути обережно голкою на накривне скельце. Щитки при цьому відокремлюються, і можна розглянути їх будову. Форма щитка трикутна або чотирикутна, краї зазубрені; на зовнішній поверхні кріпиться циліндрична рукоятка, що закінчується одноклітинними голівками. Від

останніх беруть початок багатоклітинні сперматогенні нитки; кожна клітина нитки формує один сперматозоїд, закручений спіральню. Всі частини дозрілого антеридія містять пігмент каротин.

Питання для самоконтролю

1. Яка структура таломна характерна для класу Хлорофіцієві?
2. Які складові елементи будови хламідомонади позначені на рисунку 20?
3. Назвіть пігменти зелених водоростей.
4. Яку функцію виконують скоротливі вакуолі?
5. Яку функцію виконує стигма?
6. Які запасні сполуки відкладаються у зелених водоростей?
7. Як розмножуються одноклітинні Вольвокальні?
8. Назвіть ценобіальні водорості порядку Вольвокальні.
9. Яку роль відіграють партеногонідії у вольвоксу?
10. Який тип статевого процесу у вольвоксу?
11. Яка структура таломна у Хлорококальних?
12. Назвіть ценобіальні види Хлорококальних.
13. Назвіть хлорококові водорості, які в процесі безстатевого розмноження утворюють: а) автоспори; б) зооспори.
14. Яку структуру мають улотрихальні водорості?
15. Як здійснюється безстатеве розмноження улотриксу?
16. Назвіть представників улотриксівих з гетероморфною та ізоморфною зміною поколінь.
17. Яка відмінність між сифональною і сифонокладовою структурою?
18. Назвіть специфічні пігменти Кладофоральних.
19. Яку будову має хлоропласт кладофори?
20. Який тип статевого процесу характерний для кладофори?
21. Чим відрізняються зооспори у прісноводних і морських видів кладофори?
22. Яке покоління розвивається із зооспори у кладофори?
23. На які порядки поділяється клас Харофіцієві?
24. Під якими номерами і літерами на рис. 26 показані: нитка спірогіри, оболонка клітини, стрічкоподібний

хлоропласт, ядро, цитоплазма, цитоплазматичні тяжі, піреноїди, вакуоля, процес кон'югації, зигота, проростання зиготи?

25. Який тип розмноження не властивий Зигнематальним?

26. Який тип статевого процесу у Десмідіальних?

27. Які форми кон'югації трапляються у Зигнематальних?

28. Де утворюється зигота у Зигнематальних?

29. Як проростає зигота Зигнематальних?

30. Які особливості будови таломів властиві Харальним водоростям?

31. Яку будову має вузол у таломі хари?

32. Що являє собою меживузля хари і нітели?

33. Де формуються статеві органи Харальних?

34. Яку будову має оогоній Харальних?

35. З яких елементів збудований антеридій?

36. Яке призначення мають бульбочки на ризоїдах?

37. Яке місце в еволюції зелених водоростей посідають Харальні?

ЛІТЕРАТУРА

1. Жизнь растений: В 6 т. / Гл. ред. чл.-кор. АН СССР, проф. Ал. А. Федоров . Т. 3. Водоросли. Лишайники /Под ред. проф. М.М. Голлербаха. – М.: Просвещение, 1977. – 487 с.
2. Ключникова Е.С., Сизова Т.П., Левкина Л.М. Ботаника. Низшие растения: Метод. указания. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. – 36 с.
3. Костіков І.Ю., Джаган В.В., Демченко Е.М., Бойко О.А., Бойко В.Р., Романенко П.О. Ботаніка. Водорості та гриби: Навчальний посібник. – К.: Арістей, 2006. – 476 с.
4. Курс низших растений: Учебник для студентов ун-тов / Великанов Л.Л., Гарибова Л.В., Горбунова Н.П., Горленко М.В. и др. – М.: Высш. шк., 1981.– 504 с.
5. Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А. Курс низших растений. – М.: Сов. наука, 1945. – 448 с.
6. Липа О.Л., Добровольський І.А. Ботаніка: Систематика нижчих і вищих рослин. – К.: Вища шк., 1975. – 400 с.
7. Малый практикум по низшим растениям: Учеб. пособие для студентов-биологов ун-тов / Н.П. Горбунова, Е.С. Ключникова, Н.А. Комарницкий, Л.М. Левкина, Т.П. Сизова, Г. Д. Успенская, Н.И., Цешинская, Е.А. Чиннов. – М.: Высш. шк., 1976. – 216 с.
8. Морозюк С.С, Оляницька Л.Г. Систематика рослин: Лабораторні заняття. – К.: Вища школа, 1988. – 195 с.
9. Оляницька Л.Г. Курс лекцій з систематики нижчих рослин. – К.: Фітосоціоцентр, 1999. – 72 с.
10. Практический курс систематики растений: Учеб.

пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов / Т.Н. Гордеева, И.Н. Дроздова, Ю.К. Круберг, В.В. Письякова. – М.: Просвещение, 1986. – 224 с.

11. Рейвн Р., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника: В 2 т. – М.: Мир, 1990.
12. Старостенкова М.М. Руководство к самостоятельной работе над курсом систематики растений: Учеб. пособие для студентов-заочников II курса биол. ф-тов пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1985. – 55 с.
13. Топачевский А.В., Масюк Н.П. Пресноводные водоросли Украинской ССР. – К.: Высш. шк., 1984. – 336 с.

Методичне видання

Коцун Лариса
Олександрівна
Кузьмішина Ірина
Іванівна

Водорості

Методичні рекомендації до лабораторних занять для
студентів I курсу біологічного факультету