

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені І. І. МЕЧНИКОВА

БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА БОТАНІКИ, ФІЗІОЛОГІЇ РОСЛИН
ТА САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА



БОТАНІКА
Змістовий модуль 3
СИСТЕМАТИКА
НИЖЧИХ СПОРОВИХ РОСЛИН

методичні рекомендації до лабораторних робіт
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
за спеціальностями 091 Біологія та біохімія та
206 Садово-паркове господарство

ОДЕСА
ВИДАВЕЦЬ С. Л. НАЗАРЧУК
2024

УДК 582.26/.27(076) Б86

Укладачі:

Ф. П. Ткаченко, доктор біологічних наук, професор кафедри ботаніки, фізіології рослин та садово-паркового господарства Одеського національного університету імені І. І. Мечникова

Ю. С. Назарчук, кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки, фізіології рослин та садово-паркового господарства Одеського національного університету імені І. І. Мечникова

В. П. Герасимюк, кандидат біологічних наук, доцент кафедри ботаніки, фізіології рослин та садово-паркового господарства Одеського національного університету імені І. І. Мечникова

Рецензенти:

С. В. Білоконь, кандидат біологічних наук, доцент кафедри молекулярної біології, біохімії та генетики ОНУ імені І. І. Мечникова

С. Я. Підгорна, кандидат біологічних наук, доцент кафедри зоології, гідробіології та загальної екології ОНУ імені І. І. Мечникова

*Рекомендовано до друку вченою радою
біологічного факультету ОНУ імені І. І. Мечникова
Протокол № 5 від 29 грудня 2023 р.*

Ботаніка. Змістовий модуль 3. Систематика нижчих спорових рослин : методичні рекомендації до лабораторних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальностями 091 Біологія та біохімія та 206 Садово-паркове господарство / уклад.: Ф. П. Ткаченко, Ю. С. Назарчук, В. П. Герасимюк. Одеса : Видавець С. Л. Назарчук, 2024. 70 с.

Методичні рекомендації розроблені для допомоги здобувачам в узагальненні, систематизації, закріпленні теоретичних знань при вивченні дисципліни «Ботаніка» (розділ «Систематика нижчих спорових рослин»). Вони містять загальні правила проведення досліджень, методику проведення лабораторних занять, перелік запитань для контролю з кожної роботи та перелік допоміжної літератури.

УДК 582.26/.27(076)

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Техніка безпеки при виконанні лабораторних робіт	5
Загальні методичні вказівки до виконання лабораторних робіт ...	6
<i>Лабораторна робота 1.</i>	
Відділ ціанобактерії, евгленозоа (евгленофітові), гетероконтофітові (класи золотисті і жовто-зелені водорості).	7
<i>Лабораторна робота 2.</i>	
Відділи гетероконтофітові (кл. бурі та діатомові), динофлагеляти (кл. динофіцієві), криптофітові (кл. криптофіцієві) водорості	17
<i>Лабораторна робота 3.</i>	
Відділи червоні (кл. бангіофіцієві та флорідеофіцієві) та зелені (кл. требуксіофіцієві та хлорофіцієві) водорості	28
<i>Лабораторна робота 4.</i>	
Відділи зелені (кл. ульвофіцієві) та харофітові (кл. зігнематофіцієві та харофіцієві) водорості	35
<i>Лабораторна робота 5.</i>	
Царство Найпростіші, відділ Плазмодіофорові. Царство Хроміста, відділ Оомікотові. Царство Гриби, відділ Хітридіомікотові і Зигомікотові гриби.	38
<i>Лабораторна робота 6.</i>	
Царство Гриби. Відділ Аскомікотові, або сумчасті гриби. Лишайники. Анаморфні гриби.	46
<i>Лабораторна робота 7.</i>	
Царство Гриби. Відділ Базидіомікотові гриби	58
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	69

ВСТУП

Змістовий модуль «Систематика нижчих спорових рослин» умовно об'єднує прокаріоти – відділ ціанобактеріотів та еукаріоти – низку відділів водоростей, грибів та грибоподібних організмів. Вивчення різноманітності представників цих відділів, їх біологічних особливостей (циклів розвитку), положення в системі органічного світу та значення в природі і для людини є основною метою модулю.

Засвоєння теоретичного матеріалу і виконання лабораторних робіт передбачає набуття і закріплення практичних навичок в роботі з мікроскопом, оволодіння методикою виготовлення тимчасових препаратів, вивчення і зарисовку морфолого-анатомічних рис об'єктів дослідження з подальшим оформленням підсумків кожної лабораторної роботи.

Нижчі спорові рослини представлені в природі великою різноманітністю форм, а тому лекції і лабораторні заняття націлені на розгляд значної кількості представників і їх біологічних особливостей, а, отже, засвоєння програми цього змістового модулю потребує від здобувачів наполегливої праці.

Методичні рекомендації написані з урахуванням сучасних таксономічних змін, які базуються на нових даних порівняльної цитології і молекулярної біології водоростей, грибів та грибоподібних організмів. Вони покликані допомогти здобувачам успішно оволодіти знаннями з цього розділу ботаніки.

Мета змістового модулю: полягає в формуванні у студентів знань про будову, функціонування, походження та різноманітність нижчих спорових рослин (водоростей, грибів і грибоподібних організмів), а також їх спеціалізацію та місце в сучасній системі органічного світу.

Завдання:

- розкрити основні принципи будови нижчих спорових рослин: їх вегетативних і генеративних органів та організму в цілому;
- ознайомити здобувачів із сутністю процесів, що відбуваються в процесі онто- та філогенезу нижчих спорових рослин; з впливом різноманітних умов зовнішнього середовища на їх будову та функціонування;
- сформулювати вміння визначати види водоростей, грибів і грибоподібних організмів, їх таксономічне положення;
- продемонструвати роль нижчих спорових рослин в екосистемах та життєдіяльності людини;

- установити зв'язок ботаніки з іншими науками, розкрити її роль як теоретичної бази для різних агрономічних наук та ознайомити зі значенням ботаніки для розвитку таких напрямів науки як біотехнологія, екологія, збереження біорізноманіття і т. ін.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

Знати:

- онтогенетичні та філогенетичні риси водоростей та грибів на всіх рівнях організації;
- особливості будови слані, цикли розвитку типових представників водоростей різних систематичних категорій;
- типові морфологічні ознаки вегетативних та генеративних органів нижчих спорових рослин;
- аспекти розмноження та відтворення рослинних організмів та грибів;
- вплив найважливіших екологічних факторів на морфогенез нижчих спорових рослин;
- принципи систематики грибоподібних організмів та справжніх грибів, а також – ознаки їх клітин, міцелію, особливості розподілу, практичне значення;
- відмінності ліхенізованих грибів.

Вміти:

- розбиратися у особливостях розвитку та відтворення нижчих рослин;
- готувати рослинний матеріал до визначення, мікроскопувати постійні й тимчасові препарати, описувати їх і замальовувати;
- визначати в камеральних умовах види водоростей та грибів різних систематичних груп за сукупністю діагностичних ознак.

Техніка безпеки при виконанні лабораторних робіт

До виконання лабораторних робіт студенти допускаються лише після інструктажу з техніки безпеки, що проводиться викладачем, який веде заняття, з відповідним записом у спеціальному журналі та підписами кожного студента. Інструкція з техніки безпеки знаходиться на загальному стенді документів у лабораторії.

Лабораторія обладнана експериментальними установками, скляними приладами та хімічними реактивами, які потребують акуратного поводження. Усі досліди з отруйними і сильно пахучими речовинами, а також нагрівання і випаровування розчинів проводити лише у витяжній шафі. Мокра підлога в приміщенні лабораторії може бути причиною падіння й отримання травм.

Приступати до роботи, користуватися хімічними реактивами та приладами без дозволу викладача забороняється. При виникненні будь-яких ускладнень необхідно зупинити проведення лабораторної роботи й повідомити про це викладача.

Здобувачі, які знаходяться в лабораторії, повинні дотримуватися дисципліни, підтримувати порядок і бути уважними. Приступати до виконання роботи можна лише після того як з'ясовано її мету, завдання та окремі етапи виконання. Після закінчення роботи здобувач обов'язково має прибрати робоче місце і вимити руки.

Загальні методичні вказівки до виконання лабораторних робіт

Усі лабораторні роботи виконуються в приміщеннях кафедри ботаніки, фізіології рослин та садово-паркового господарства згідно розкладу занять.

Для підвищення якості процесу навчання необхідно заздалегідь підготуватися до виконання чергової лабораторної роботи: засвоїти теоретичну частину та зміст й послідовність проведення роботи. Контрольні запитання, наведені після кожної лабораторної роботи слугують як для підготовки до занять, так і для перевірки засвоєння матеріалу після відповідного заняття. Основні відомості щодо виконання робіт викладені в цих методичних вказівках, а також у рекомендованій літературі.

З метою якісного виконання лабораторної роботи викладач перевіряє готовність здобувачів. Це відбувається у формі бесіди, у процесі якої виявляють знання теоретичного матеріалу за темою роботи, її обладнання і перебігу виконання.

Здобувачі, які пропустили з будь-якої причини заняття за розкладом, відпрацьовують лабораторні роботи за спеціальним графіком, отримавши попередньо допуск до їх виконання. Результати лабораторних робіт оформлюють в альбомах, де вказують: назву і номер роботи, мету та завдання роботи. Креслення, схеми, рисунки, таблиці і графіки виконують олівцем.

Лабораторна робота 1.

Відділ ціанобактерій, евгленозоа (евгленовітові), гетероконтофітові (класи золотисті і жовто-зелені водорості)

Синьозелені водорості, або ціанобактерії об'єднують всі прокаріотичні фотоавтотрофні рослини. Це найстаріші водорості, які виникли першими на Землі і вік яких складає 3,5 млрд. років. Бувають як одно-, так і багатоклітинними, звичайно мікроскопічні, але часто утворюють колонії, де індивіди утримуються разом, найчастіше за допомогою колоніального слизу. Обов'язковим елементом тіла багатоклітинних водоростей є трихом – сукупність фізіологічно пов'язаних клітин. Клітини мають типову прокаріотичну будову: вони позбавлені морфологічно оформленого ядра, мітохондрій, хлоропластів, ендоплазматичної сітки, комплексу Гольджі, лізосом, також відсутні будь-які структури, побудовані з мікротрубочок – джгутики, мікротубулярні елементи цитоскелету, центріолі, веретено поділу. Функції ядра виконує нуклеоїд, фотосинтетичний апарат представлений тилакоїдами, що розташовуються поодинокі, у периферичному шарі цитоплазми. Зона розташування тилакоїдів називається хроматоплазмою. На поверхні тилакоїдів є особливі структури – фікобілісоми, що складаються з фікобілінових пігментів. Розрізняють три основні типи клітин: а) вегетативні клітини, що здійснюють фотосинтез та здатні до поділу; б) гетероцисти – спеціалізовані клітини, що виконують функцію фіксації атмосферного азоту в аеробних умовах; в) акінети – спочиваючі клітини, за допомогою яких водорості переживають несприятливі умови.

Пігменти: хлорофіл а, β -каротин; ксантофіли: афаніцин, афанізопіл, міксоксантофіл, осцилоксантин, мутатоксид, зеаксантин, криптоксантин; фікобіліни: фікоеритрин, фікоціанін, алофікоціанін. У всіх синьозелених водоростей основним продуктом асиміляції є глікогеноподібний полісахарид – крохмаль. Крім вуглеводів, більшість представників відділу запасає також ціанофіцин та волютин. Синьозелені водорості не здатні до мітозу, мейозу та типового для еукаріот статевих процесів. Розмножуються шляхом поділу клітин пополам, рідше – за допомогою гонідій (гонідії утворюються шляхом відшнуровування від верхівки материнської клітини – екзоспори). Багато нитчастих синьозелених водоростей розмножується за допомогою гормогоніїв. Колоніальні одна та багатоклітинні синьозелені водорості здатні розмножуватись також шляхом фрагментації колоній. Живуть у прісних та морських водоймах,

на ґрунті і в ґрунті, корі дерев, а також в термальних джерелах, витримуючи температуру до 80 °С. та інших субстратах.

Відділ включає лише один клас – Cyanophyceae, що за типом поділу клітин, будовою трихом та їх здатністю до справжнього галуження поділяється на чотири порядки – Chroococcales, Oscillatoriales, Nostocales та Stigonematales.

Царство Найпростіші – Protozoa

Представники царства Найпростіших (Protozoa) мають еукаріотичну будову і характеризуються наявністю різноманітних крист, серед яких обов'язково є кристи дископодібної форми. Поділ ядра відбувається закритим ортомітозом. Водорості в межах цього царства представлені одним відділом – Euglenophyta.

Відділ еугленофітові водорості – Euglenozoa

Еугленофітові водорості первинно гетеротрофні, фотоавтотрофні та вторинно гетеротрофні дискокристати – одноклітинні, рідше колоніальні, в основному монадної, рідше – амебоїдної та кокоїдної структур. Тіло у більшості витягнуте у повздовжньому напрямку, вкрите пелікулою, яка утворена плазмалеомою. Під пелікулою розташовуються поздовжні або спіральні вигнуті білкові стрічки. Клітини на передньому кінці мають глотку, що складається з каналу та резервуару. З дна глотки підіймаються два джгутики. Пластиди еугленофітових водоростей вкриті тримембранною оболонкою і представляють вторинно симбіотичні хлоропласти.

Гетеротрофні еугленофітові водорості безбарвні. Для забарвлених представників характерна наявність хлорофілів а та b, α - та β -каротинів. Основні ксантофіли – неоксантин та діадіноксантин. Основний продукт асиміляції – парамілон. Додатковим асимілятом є олія.

Розмноження відбувається шляхом поділу клітини навпіл у рухливому або нерухомому стані. У деяких видів описаний хологамний та автогамний статевий процес із зиготичною редукцією. За несприятливих умов еугленові водорості утворюють цисти. Живлення різних представників може відбуватися за рахунок фотосинтезу та осмотрофного або голозойного споживання органічних речовин.

Відділ нараховує біля 1000 видів мікроскопічних водоростей, поширених переважно у прісних континентальних водоймах. Окремі представники ведуть паразитичний спосіб життя, оселяючись у кишечнику коловерток чи інших дрібних тварин, а також жаб та на зябрах риби.

У складі відділу є один клас – Euglenophyceae та три порядки – Euglenales, Peranematales, Euglenamorphales. В основу поділу на порядки покладено тип живлення та ступінь спорідненості безбарвних форм із забарвленими.

Царство Хроміста – Chromista

Представники царства характеризуються наявністю трубчастих, перешнурованих при основі мітохондріальних крист. Усі фотоавтотрофні представники мають пластиди виключно вторинно симбіотичного типу.

Підцарство страменопілів – Stramenopiles

Включає організми з різноманітними типами покривів (оболонками, панцирами, плазмалемою з додатковими захисними структурами). Головна ознака – наявність у клітини (переважно – на поверхні джгутиків) особливих тричленних мастигонем – ретронем, утворення яких починається або між мембранами ядерної оболонки, або між мембранами хлоропластної ендоплазматичної сітки.

Водорості в межах цього підцарства утворюють групу відділів хромофітових водоростей. Ця група включає відділи Heterokontophyta з 6 класами (Raphidophyceae, Chrysophyceae, Eustigmatophyceae, Xanthophyceae, Phaeophyceae та Dictyochophyceae) і Bacillariophyta.

Відділ гетероконтофітові – Heterokontophyta

Клас Золотисті водорості – Chrysophyceae

Евкаріотичні фотоавтотрофні та вторинно гетеротрофні тубулокристати, у яких клітини голі (з кремнеземовими лусочками або без них) або вкриті пектиновою оболонкою. Пластиди вторинно симбіотичні, родофітного типу. Джгутикові стадії мають ретронем. Продукт асиміляції – хризоламінарин. Характерна особливість – наявність у життєвому циклі стадії ендогенних кремнеземових цист.

Одноклітинні, колоніальні і багатоклітинні, переважно мікроскопічних розмірів. Клітини або голі (у монадних та амебоїдних представників), або вкриті целюлозною чи целюлозно-пектиновою оболонкою (у гемімонадних, кокоїдних та нитчастих форм). Голі клітини можуть бути одягнені лише плазмалемою або мати на поверхні кремнеземові лусочки. Деякі голі клітини знаходяться всередині будиночка з органічних речовин. Зрідка під плазмалемою знаходяться

еджективні структури – дискоболоцисти. У деяких на поверхні клітини відкладаються вапняні утворення – коколіти.

Характерні хлорофіли а та с, β -каротин, дві групи ксантофілів: діатоксантинового (фукоксантин, діатоксантин, діадиноксантин, диноксантин) та лютеїнового ряду (лютеїн, неоксантин, зеаксантин, антераксантин, віолаксантин). Основним продуктом асиміляції є хризоламінарин, додатковими – олія та волютин.

Розмножуються переважно нестатевим та зрідка – статевим шляхами. Нестатеве розмноження відбувається поділом клітини надвое у рухливому стані та зооспорами. Крім того, багатоядерні амебоїдні форми (т. зв. плазмодіальні водорості) можуть розпадатися на багато однадерних амебоїдів. Деякі гемімонадні, кокоїдні та нитчасті *Chrysophyceae* розмножуються також за допомогою апланоспор. Характерною особливістю є здатність клітин при несприятливих умовах утворювати спочиваючі ендогенні кремнеземові цисти – статоспори.

Статевий процес зустрічається зрідка і представлений переважно хологамією, причому клітини під час копуляції з'єднуються задніми кінцями. Спостерігалися також автогамний, ізо- та гетерогамний статеві процеси. Мешканці, переважно, прісних водойм, а також морів. Деякі представники – індикатори чистоти прісних вод. За наявності на поверхні клітин кремнеземових лусочок відділ поділяють на два порядки – *Chrysolales* та *Synulolales*.

Клас Жовтозелені водорості – *Xanthophyceae*

Мікроскопічні одноклітинні, багатоклітинні та неклітинні сифональні водорості, переважно кокоїдної, пальмелоїдної або нитчастої структури, рідше – монадної, амебоїдної та сифональної. Клітини вкриті пектиновою або целюлозно-пектиновою оболонкою. Монадні стадії представлені зооспорами та гаметами, які мають два джгутики нерівної довжини. Довший джгутик пірчастий, вкритий ретронемами. Короткий джгутик гладенький, зазвичай виконує функцію керма.

Мають хлорофіли а та с, β -каротин. Переважаючими каротиноїдами є ксантофіли діатоксантинового ряду – діатоксантин та діадиноксантин. Крім того, виявлені специфічні ксантофіли гетероксантин та вошеріоксантин, а також ксантофіли лютеїнового ряду, зокрема неоксантин. Продукт асиміляції – хризоламінарин, що завжди відкладається позапластидно, при старінні в клітинах може накопичуватися олія.

Розмножуються, переважно, нестатевим шляхом: поділом клітин надвоє, фрагментацією таломів або колоній, апланоспорами, зооспорами або за допомогою акінет. Статевий процес представлений лише оогамією і відомий у видів *Vaucheria*.

Поширені майже виключно у прісних водоймах, ґрунтах, аерофітоні, рідше в морях і солонуватих водах, частіше у планктоні.

Відділ включає один клас – Xanthophyceae, та чотири порядки – Vaucheriales, Botrydiales, Mischococcales та Tribonematales. Поділ на порядки проводиться за типами морфологічної структури тіла, наявністю синзооспор та статевого процесу.

Мета: ознайомитись з колоніальними і вільно плаваючими ціанопрокаріотами – представниками порядків хроококальні та ностокальні, вивчити будову талому, розрізнити форму і типи клітин: вегетативні, акінети, гетероцисти. Ознайомитись з евкаріотичними водоростями, а саме евгленофітовими, золотистим та жовто-зеленими, вивчити їх життєві цикли, типи морфологічної організації вегетативних тіл, способи й органи розмноження.

Обладнання: мікроскопи, пенали для виготовлення та мікроскопіювання тимчасових препаратів, накривні скельця, піпетки, пінцети, чашки Петрі.

Матеріал: фіксовані у формаліні мікроцистіс, осциляторія, носток, анабена, рівулярія, лінгбія, дінобріон, вошерія, ботридіум; постійні препарати евглени та статевих органів вошерії.

Систематичне положення досліджуваних об'єктів:

Надцарство Прокаріоти – Prokaryota

Царство Бактерії – Bacteria

Відділ ціанобактеріотів водорості – Cyanobacteriota

Клас ціанофіцієві – Cyanophyceae

Порядок хроококальні – Chroococcales

1. Мікроцистіс – *Microcystis aeruginosa*

Порядок осциляторіальні – Oscillatoriales

2. Осциляторія – *Oscillatoria margaritifera*

3. Спіруліна – *Arthrospira* sp.

3. Лінгбія – *Lyngbya majuscula*

Порядок ностокальні – Nostocales

5. Носток сливовидний – *Nostoc commune*

6. Анабена – *Anabaena flos-aquae*

7. Рівулярія – *Rivularia planctonica*

Надцарство Евкаріоти – Eukaryota

Царство Найпростіші – Protozoa

Відділ евгленофітові водорості – Euglenozoa

Клас евгленофіцієві – Euglenophyceae

Порядок евгленальні – Euglenales

8. Евглена зелена – *Euglena viridis*

Царство Тубулокрістати – Tubulocristates

Підцарство страменопілів – Stramenopiles

Відділ гетероконтофітові водорості – Heterokontophyta

Клас хризофіцієві – Chrysophyceae

Порядок хромулінові – Chromulinales

9. Дінобріон – *Dinobryon divergens*

Клас ксантофіцієві – Xanthophyceae

Порядок вошеріальні – Vaucheriales

10. Вошерія – *Vaucheria dichotoma*

Порядок ботридіальні – Botrydiales

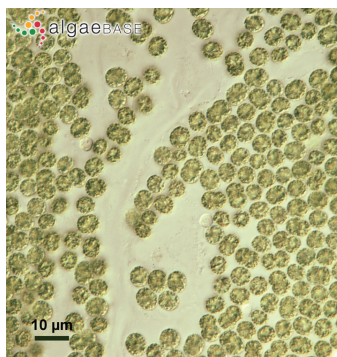
11. Ботридіум зернистий – *Botrydium granulatum*

Хід роботи:

1. Приготувати тимчасовий водний препарат мікроцистіса, розглянути під мікроскопом при малому (об'єктив $\times 8$) і великому (об'єктив $\times 40$) збільшеннях, вивчити і зарисувати частину колонії. Відмітити рівень організації і тип морфологічної диференціації тіла (рис. 1).
2. Приготувати тимчасові водні препарати осциляторії та спіруліни. Розглянути під мікроскопом, вивчити і зарисувати особливості будови ниток осциляторії та спіруліни. Відмітити тип морфологічної диференціації тіла і позначити газові вакуолі (рис. 2).
3. Приготувати тимчасовий водний препарат лінгбії. Розглянути під мікроскопом, вивчити і зарисувати окремі нитки лінгбії. Позначити слизовий чохол, гормогонії. Відмітити рівень організації та тип морфологічної диференціації тіла (рис. 2).

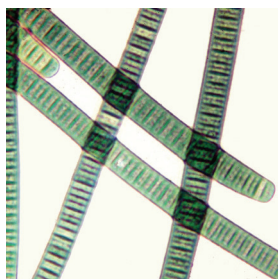


1

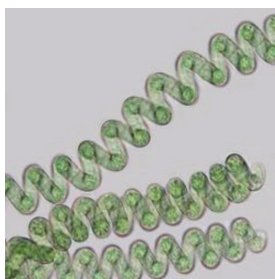


2

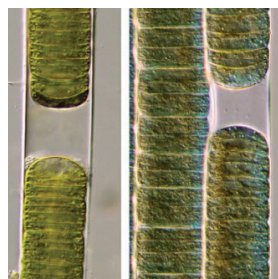
Рис. 1. Загальний вигляд колонії (1) (за <http://galerie.sinicearasy.cz/>) та окремих клітин (2) (<https://www.yournec.org/>) мікроцистиса



1



2



3

Рис. 2. Загальний вигляд трихоми осцилляторії (1) (за <https://asset.library.wisc.edu/>), сніпуліни (2) (за <https://utex.org/>) та слизового чохла і гормогонія (3) лінгбії (за <https://lh3.googleusercontent.com/>)

4. Розглянути неозброєним оком і зарисувати зовнішній вигляд колонії ностока. Приготувати тимчасовий водний препарат та розглянути його під мікроскопом. Вивчити і зарисувати особливості будови ниток ностока. Позначити інтеркалярні гетероцисти. Відмітити рівень організації та тип морфологічної диференціації тіла (рис. 3).
5. Приготувати тимчасовий водний препарат анабени. Розглянути під мікроскопом, вивчити і зарисувати особину анабени. Позначити гетероцисти, спори, відмітити рівень організації та тип морфологічної диференціації тіла (рис. 4).

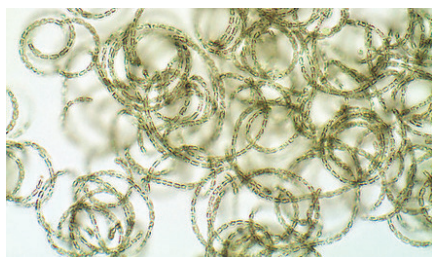


1

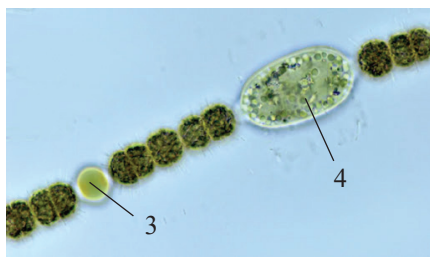


2

Рис. 3. Загальний вигляд колоній ностока (1) (за <https://www.aphotoflora.com/>) та складових колонії – окремих ниток (2) з гетероцистами (3) (за <https://i.ytimg.com/>)



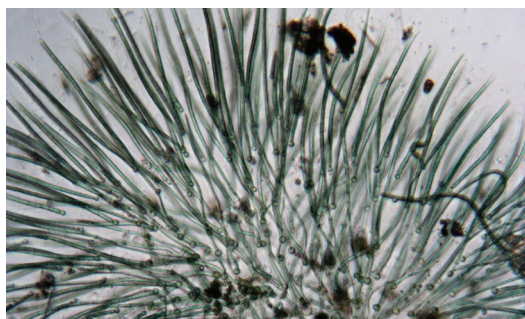
1



2

Рис. 4. Анабена: 1 – зібрані в клубок нитки (за <https://img.algaebase.org/>); 2 – окрема особина; 3 – гетероцисти; 4 – цнупи (за <https://lh3.googleusercontent.com/>)

6. Приготувати тимчасовий водний препарат рівулярії. Розглянути під мікроскопом, вивчити і зарисувати колонію і окрему особину рівулярії (рис. 5). Позначити слизовий чохол, базальну гетероцисту, волосок.



1



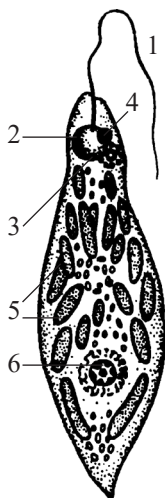
2

Рис. 5. Рівулярія: 1 – колонія (за <https://www.montclair.edu/>);
2 – окрема особина (а – базальна гетероциста, б – вегетативні клітини, в – волосок) (за <https://alchetron.com/>)

7. Розглянути на постійному препараті клітини евглени, зарисувати зовнішній вигляд та позначити резервуар, парабазальне тіло, вічко, хлоропласти, ядро, джгутик (рис. 6).



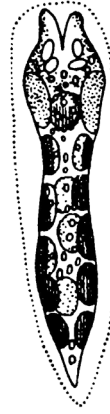
А



Б



В



Г



Д

Рис. 6. Загальний вигляд (А) (за <http://protist.i.hosei.ac.jp/>),
будова клітини (Б) та розмноження (В – Д)
евглени: 1 – джгутик; 2 – резервуар; 3 – парабазальне тіло;
4 – вічко; 5 – хлоропласти; 6 – ядро з ядерцем

8. Приготувати тимчасовий водний препарат дінобріона, розглянути під мікроскопом при малому і великому збільшенні. Вивчити і зарисувати колонію дінобріона. Позначити целюлозні будиночки (рис. 7).
9. Приготувати тимчасовий водний препарат вошерії, розглянути під мікроскопом при малому збільшенні, вивчити і зарисувати зовнішній вигляд. Відмітити рівень організації і тип морфологічної диференціації тіла. Позначити лапчастий ризоїд, ядра, хлоропласти. Розглянути під мікроскопом при малому збільшенні постійний препарат вошерії зі статевими органами, вивчити, зарисувати і позначити антеридії і оогонії (рис. 8).

Рис. 7. Будова колонії дінобріона
(за <https://images.fineartamerica.com/>)

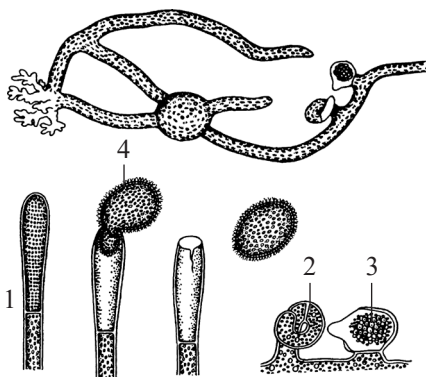
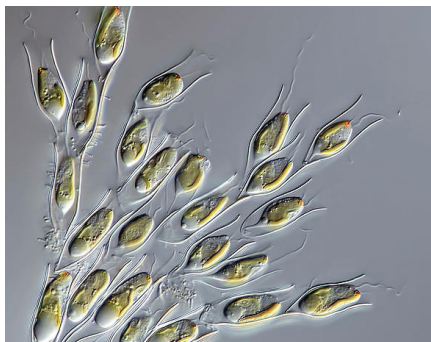


Рис. 8. Розмноження вошерії:

- 1 – зооспорангій із зооспорою;
2 – антеридій;
3 – оогоній;
4 – зооспора

10. Приготувати тимчасовий водний препарат ботрідіума, розглянути його під мікроскопом при малому збільшенні. Вивчити і зарисувати зовнішній вигляд, відмітити рівень організації і тип морфологічної диференціації тіла. Позначити головчасту і ризоїдальну частини тіла, хлоропласти.

Контрольні запитання

1. Особливості будови клітини синьозелених водоростей.
2. Пігменти та запасні речовини.
3. Типи розмноження.
4. Принципи систематики та поділу на порядки.
5. Будова та функції гетероцист і спор синьозелених водоростей.
6. Поширення та екологія.
7. Теоретичне та практичне значення.
8. Особливості будови евгленофітових водоростей.
9. Живлення евгленофітових водоростей.
10. Рівні організації і типи морфологічної диференціації золотистих водоростей.
11. Особливості будови клітини золотистих водоростей.
12. Типи розмноження золотистих водоростей.
13. Значення золотистих водоростей у природі і господарській діяльності людини.
14. Принципи систематики і поділ золотистих водоростей на класи.
15. Найважливіші особливості жовтозелених водоростей.
16. Принципи систематики і поділу жовтозелених водоростей на класи.

Лабораторна робота 2.

**Відділи гетероконтофітові (кл. бурі та діатомові),
динофлагеляти (кл. динофіцієві),
криптофітові (кл. криптофіцієві) водорості**

Відділ гетероконтофітові (кл. Бурі водорості – Phaeophyceae)

Багатоклітинні, переважно макроскопічних розмірів, поширені майже виключно в морях. В межах відділу представлено нитчастий, гетеротрихальний та справжній тканинний типи структур тіла. Талом нитчастих представників переважно утворені системою однорядних розгалужених ниток. У водоростей з тканинною будовою у найпростішому випадку талом представлений лише корою та серцевиною, у інших – більшою кількістю тканин: меристодермою (тканина, що виконує захисну та репродуктивну функції), корою, проміжною тканиною та серцевиною.

Пігменти – хлорофіли а та с, α - та β -каротини, і ряд ксантофілів, таких як фукоксантин, діатоксантин, діадіноксантин, віолаксантин, зеаксантин, антраксантин, неоксантин. Фукоксантин та віолаксантин накопичуються у великій кількості і маскують хлорофіли, надаючи хлоропластам яскраво-жовтого або бурого забарвлення. Основними продуктами асиміляції є полісахарид ламінарин та олія, рідше – багатоатомні спирти (наприклад, манніт). Усі продукти асиміляції відкладаються поза межами хлоропластів.

Зміна генерацій ізо- або гетероморфна. Переважно морські, мешкають в бентосі. Розмножуються бурі водорості нестатевим та статевим шляхами. Нестатеве розмноження відбувається фрагментацією таломів, вивідковими бруньками, зооспорами та тетраспорами. Статевий процес – ізо- або оогамія, зрідка зустрічається і гетерогамія. В життєвому циклі бурих водоростей спостерігаються споричний та гаметичний типи редукції.

Відділ включає лише один клас – *Phaeophyceae* та вісім порядків. Поділ на порядки проводиться за наявністю та будовою піреноїду, особливостями розмноження, наявністю зооспор, типом статевого процесу та життєвого циклу.

Клас Діатомові водорості – *Bacillariophyceae*

Кокоїдні одноклітинні або колоніальні організми. Клітинні покриви представлені кремнеземовим панциром, що розташовується назовні від плазмалемми. Панцир у всіх діатомових водоростей утворений двома стулками: більшою – епітекою, та меншою – гіпотекою. Кожна половина панциру складається зі стулки та пояскового обідка. Зона перекривання пояскових обідків епітеки та гіпотеки називається пояском. Панцир має складну структуру, специфічну для кожного роду та виду діатомових водоростей. Стулка має систему перфорацій (ареоли, шви і т.п.), через яку відбувається взаємодія протопласту із зовнішнім середовищем речовинами, енергією та інформацією. Шов у діатомових водоростей виконує функцію руху.

Фотосинтетичні пігменти представлені хлорофілами а та с, β - та ϵ -каротинами. З ксантофілів переважає жовтий пігмент фукоксантин, у менших кількостях представлені діатоксантин, діадіноксантин та неоксантин. Основним продуктом асиміляції є олія, додатковими – хризоламінарин та волютин. Продукти асиміляції відкладаються або безпосередньо у цитоплазмі, або у вакуолях.

Представники відділу розмножуються вегетативним поділом клітин надвоє та статевим шляхом. Всі діатомеї мають єдиний тип життєвого циклу без зміни поколінь та зі специфічною ростовою стадією – зиготою – ауксоспорою. Ауксоспора – це особлива клітина, яка здатна до росту. У водоростей з актиноморфними стулками найчастіше відбувається оогамний статевий процес. У водоростей з зигоморфними стулками найбільш поширеними типами статевого процесу є ізо- та гетерогамія. Особливим способом статевого процесу у діатомей є автогамія. Нестатевий розмноження немає, однак спостерігається утворення мікроспор і завмираючих спор, природа яких до нинішнього часу не з'ясована. Для діатомових характерний гаметичний тип редукції. Поширені в планктоні і бентосі прісних і морських водойм, ґрунті, на снігу та льоду.

Поділ на класи проводиться, в першу чергу, за типом симетрії стулок (актиноморфні чи зигоморфні) та наявністю шва, а також будовою протопласту та особливостями статевого процесу. Відділ поділяють на три класи – *Coscinodiscophyceae*, *Mediophyceae* та *Bacillariophyceae*.

Клас Динофітові водорості – *Dinophyceae*

Переважають одноклітинні, рідше колоніальні або багатоклітинні. Переважна більшість видів є одноклітинними монадними організмами. Біля 10 % видів мають амебоїдну будову. Існує також невеличка група динофітових водоростей з гемімонадним, кокоїдним та нитчастим типами морфологічної структури тіла. У деяких видів є щупальця, псевдоподії, жалкі капсули (еджектосоми), вічка. Їм притаманний фаготрофний тип живлення.

Клітини вкриті особливим типом покривів – альвеольованою амфієсмою, що розташовується під плазмалею. Амфієсма складається з шару сплосчених мембранних пухирців, які щільно прилягають один до одного. Кількість пухирців у різних представників різна – від двох до кількох десятків.

Для *Dinophyta* склад пігментів не є універсальною систематичною ознакою. Приблизно 50 % видів є obligатними гетеротрофами і не мають фотосинтетичних пігментів. Основна комбінація пігментів властива переважній більшості фотоавторофних динофітових. Вона включає хлорофіли а та с, β -каротин і низку ксантофілів: перидинін, діадіноксантин та диноксантин. Продуктами асиміляції є крохмаль

та олія, рідше – хризоламінарин, а у облігатно гетеротрофних видів – глікоген. Всі асиміляти відкладаються поза межами хлоропластів.

Розмножуються динофітові водорості переважно нестатевим шляхом – вегетативним поділом клітин надвоє. Досить часто нестатеве розмноження відбувається за допомогою зооспор. Деякі види утворюють також апланоспори. Статевий процес відбувається у формі ізо- або гетерогамії, у деяких видів функції гамет виконують вегетативні клітини, і тоді статевий процес в принципі нагадує хологамію. Зустрічаються у прісних та морських водоймах, частіше у планктоні.

За екологічними особливостями та комплексом цитологічних ознак (зокрема, за будовою ядра, його поділом, будовою джгутикового апарату) відділ поділяється на п'ять класів – Oxyrrhodophyceae, Syndiniophyceae, Noctiluciphyceae, Blastodiniophyceae, Dinophyceae.

Царство Хроміста – Chromista

Платикристати (Platycristates) є провідним царством у системі евкаріот та в органічному світі в цілому. Представники царства характеризуються наявністю пластинчастих (інколи – також трубчастих) неперешнурованих при основі мітохондріальних крист. До царства входять три підцарства – Plantae, Animalia та Fungi. Підцарство рослин (Plantae) об'єднує платикристат, здатних до окисного фотосинтезу, та похідні від них вторинно гетеротрофні організми. В межах підцарства відділи Haptophyta та Cryptophyta мають вторинно симбіотичні пластиди. Іншим представникам підцарства, до яких належать три відділи водоростей (Glaucocystophyta, Rhodophyta та Chlorophyta) та всі вищі рослини, притаманні пластиди первинно симбіотичного типу.

Відділ Криптофітові водорості – Cryptista

Майже всі представники відділу – одноклітинні, монадні форми, лише деякі здатні утворювати нитчасті таломі та пальмеліодні стадії.

Криптофітові – евкаріотичні фотоавтотрофні та вторинно гетеротрофні водорості, клітини яких на передньому кінці косо зрізані, мають два джгутики, що відходять від дорзального боку глоткового отвору. Клітинні покриви представлені перипластом, який складається з плазмалеми та шару білкових платівок, що утворюють правильні ряди. Вони надають клітинним покривам криптофітових

характерної поздовжньої посмугованості. Перипластидний простір між двома зовнішніми та двома внутрішніми мембранами хлоропласта містить особливу органелу – нуклеоморф, яка за структурою нагадує еукаріотичне ядро.

Для фотоавтотрофних криптофітових характерні хлорофіли а та с, α - та ϵ -каротини, фікоціанін та фікоеритрин, ксантофіли лютеїнового ряду (лютеїн, віолаксантин, зеаксантин) та специфічні ксантофіли (алоксантин, крококсантин, монадоксантин). Так, хлоропласти можуть бути червоними, блакитними, жовтими, коричневими, зеленими. Вторинно гетеротрофні представники безбарвні. Основний продукт асиміляції – крохмаль, який відкладається у перипластидному просторі, часто – поблизу піреноїда. Додатковий асимілянт – олія.

Розмноження відбувається поділом клітин надвоє у поздовжньому напрямку в рухливому стані. У одного виду описаний хологамний статевий процес. Зустрічаються у прісних та морських водоймах, частіше з забрудненою водою. Усі криптофітові належать до одного класу – Cryptophyceae та одного порядку – Cryptomonadales.

Мета: вивчити особливості складної морфологічної та анатомічної будови бурих водоростей. З'ясувати цикли розвитку представників цього класу, способи їх розмноження. Ознайомитись з різноманіттям діатомових, динофітових та криптофітових водоростей, їхніми життєвими циклами, особливостями організації вегетативного тіла, розмноження та поширення.

Обладнання: мікроскопи, пенали з інструментами для приготування і мікроскопіювання тимчасових препаратів, накривні скельця, піпетки, препарувальні голки, пінцети, чашки Петрі.

Матеріал: фіксовані у формаліні ектокарпус, цистозіра, ночесвітка, перидиніум, цераціум, косцинодіскус, мелозіра, навікула, криптомонас; гербарні зразки диктіоти, падіни, ламінарії цукрової і пальчаторозсіченої, цистозіри, фукуса, постійні препарати (зрізи через слань ламінарії цукрової, рецептакули цистозіри).

Систематичне положення досліджуваних об'єктів

Клас феофіцієві – Phaeophyceae

Порядок ламінаріальні – Laminariales

1. Ламінарія цукрова – *Laminaria saccharina*

2. Ламінарія пальчаторозсічена – *L. digitata*

Порядок фукусові – Fucales

3. Цистозіра бородата, бородач – *Gongolaria barbata*

4. Фукус бульбашковий – *Fucus vesiculosus*

Порядок ектокарпальні – Ectocarpales

5. Ектокарп – *Ectocarpus siliculosus*

Порядок діктіотові – Dictyotales

6. Падіна павина – *Padina pavonica*

Відділ різноджгутикові водорості – Heterokontophyta

Клас діатомові – Bacillariophyceae

Порядок косцинодискові – Coscinodiscales

7. Косцинодіскус – *Coscinodiscus granii*

Порядок мелозірові – Melosirales

8. Мелозіра – *Melosira moniliformis*

Клас бацилярієфіцієві, або шовні – Bacillariophyceae

Порядок навікуляльні – Naviculales

9. Навікула – *Navicula cryptocephala*

Тип динофлагеляти – Dinoflagellata

Клас ноктилюціфіцієві – Dinophyceae

Порядок ноктилюкові – Noctilucales

10. Ночесвітка – *Noctiluca scintillans*

Клас динофіцієві – Myxozoa

Порядок гоніаулакальні – Gonyaulacales

11. Цераціум – *Ceratium hirundinella*

Порядок перидиніальні – Peridiniales

12. Протоперидиніум – *Protoperidinium* sp.

Відділ криптофітові – Cryptista

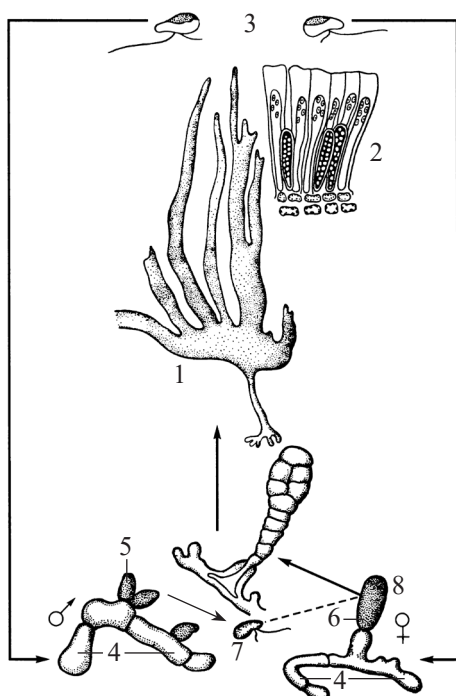
Клас криптофіцієві – Cryptophyceae

Порядок криптомонадальні – Pyrenomonadales

13. Родомонас – *Rhodomonas stigmatica*.

Хід роботи:

1. Розглянути гербарні зразки ламінарії цукрової і пальчаторозсіченої, зарисувати їх зовнішній вигляд, позначивши «листову пластинку», «черешок», ризоїди. Вивчити постійний препарат зрізу через черешок ламінарії. Позначити дрібноклітинну зовнішню кору, великоклітинну кору, серцевину несправжньоїотканинної структури. З'ясувати цикл розвитку ламінарії (рис. 9).



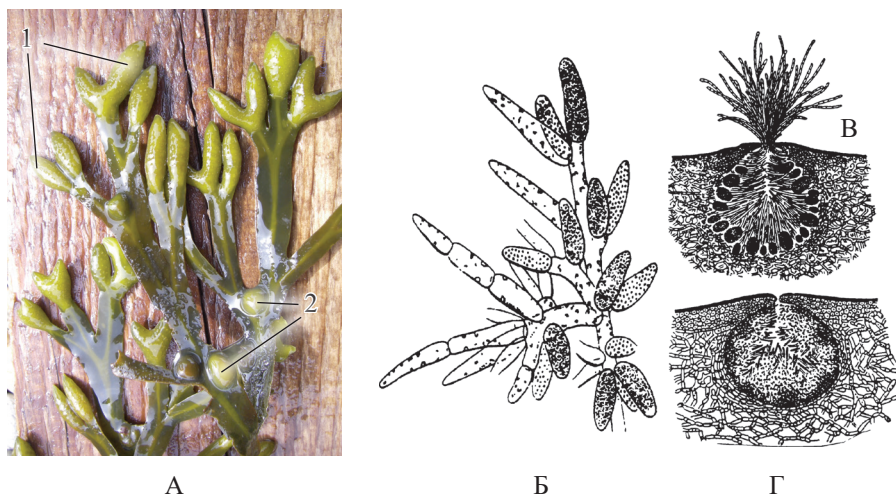
*Рис. 9. Цикл розвитку ламинарії:
1 – спорофіт;
2 – розтин листової пластинки з зооспорангіями;
3 – зооспора;
4 – гаметофіти: чоловічий з антеридіями (5), жіночий з оогонієм (6);
7 – сперматозоїд, 8 – яйцеклітина*

2. Розглянути гербарний і фіксований у формаліні матеріал цистозіри бородаатої, знайти рецептакули і повітряні міхури, зарисувати зовнішній вигляд цистозіри, позначити рецептакули і повітряні бульби (*рис. 10*).



Рис. 10. Зовнішній вигляд цистозіри (за <https://doriscdn.ffessm.fr/>)

3. Розглянути гербарний і фіксований у формаліні матеріал фукуса бульбашкового, знайти рецептакули і повітряні бульби, зарисувати зовнішній вигляд фукуса, позначити рецептакули і повітряні бульби. Розглянути під мікроскопом при малому збільшенні постійний препарат зрізу через рецептакул фукусу і зарисувати його. На рисунку позначити скафідії, оогонії, антеридії, парафізи, вистилаючий шар скафідія (*рис. 11*).



*Рис. 11. Розмноження фукусу бульбашкового:
 А – зовнішній вигляд гілочок з рецептакулами
 (за <https://www.biolib.cz/>) (1 – рецептакули, 2 – повітряні бульби);
 Б – гілочка з антеридіями;
 зріз через скафідії: В – жіночий, Г – чоловічий*

4. Розглянути фіксований у формаліні матеріал ектокарпуса та падіни. Зарисувати частину слані.
5. Приготувати тимчасовий водний препарат косцинодіскус, розглянути під мікроскопом особливості розміщення ареол на стулці. Зарисувати загальний вигляд косцинодіскус з боку стулки (*рис. 12*).
6. Приготувати тимчасовий водний препарат мелозіри. Розглянути під мікроскопом, вивчити і зарисувати загальний вигляд колонії, а також окрему клітину з боку стулки і пояска. Позначити загин стулки, вставні обідки (*рис. 12*).

7. Приготувати тимчасовий водний препарат навікули, розглянути під мікроскопом клітину з боку стулки і пояска (рис. 12).
8. Приготувати тимчасовий водний препарат ночесвітки, розглянути його під мікроскопом при малому збільшенні, вивчити. Позначити джгутики і вічко (рис. 13).
9. Приготувати тимчасовий водний препарат цераціума, розглянути під мікроскопом, вивчити і зарисувати будову панцира і зарисувати його. Позначити рогоподібні вирости, епівальву, гіповальву, щитки, шви, поперечну і поздовжню борозенки, замковий апарат, джгутики (рис. 14).
10. Приготувати тимчасовий водний препарат протоперидиніума, розглянути його під мікроскопом, вивчити панцир з черевної і спинної сторін. Позначити, якщо можливо, ті ж частини, що і у цераціума (рис. 14).



А

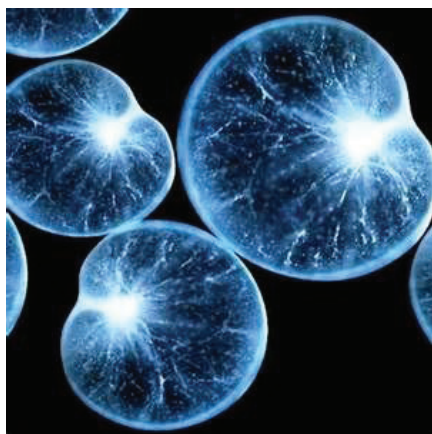


Б

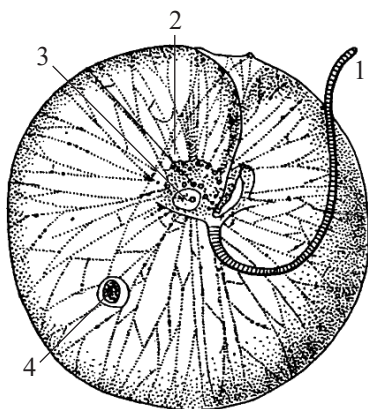


В

Рис. 12. Загальний вигляд косцинодіска з боку стулки (А) (за <https://lh3.googleusercontent.com/>), мелозіру (Б) (за <https://inaturalist-open-data.s3.amazonaws.com/>) (нитка з аукоспорами (1)) та навікули (В) (за <https://utex.org/>)



А



Б

Рис. 13. Загальний вигляд ночесвітки:

А – загальний вигляд (за <https://i.pinimg.com/>);

Б – будова (1 – джгутик; 2 – цитоплазма; 3 – ядро; 4 – травні вакуолі)

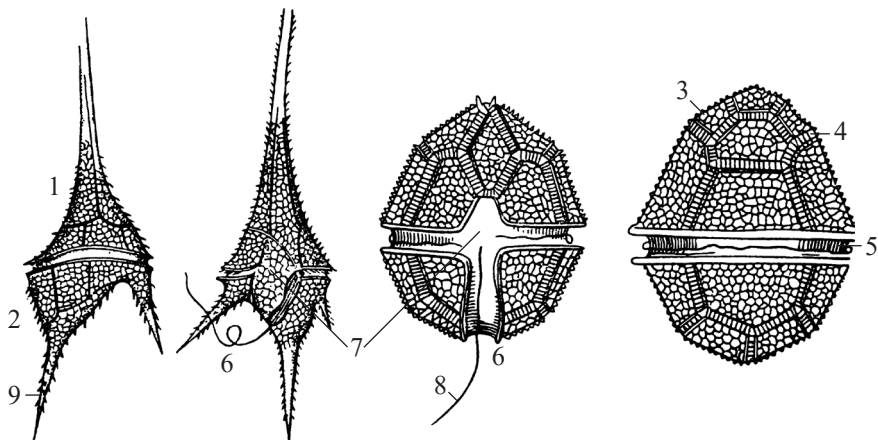
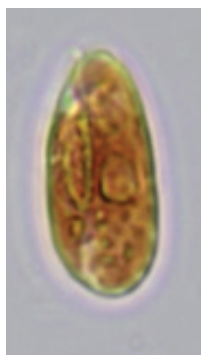
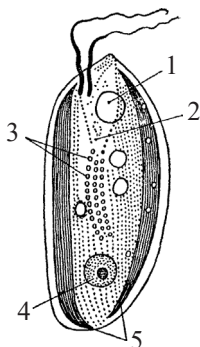


Рис. 14. Будова целюлозного панцира цераціума (А) і протоперидиніума (Б): 1 – епівальва, 2 – гіповальва, 3 – щитки, 4 – шви, 5 – поперечна борозенка, 6 – поздовжня борозенка, 7 – замковий апарат, 8 – джгутик, 9 – рогоподібний вирост

11. Розглянути родомонас (рис. 15).



А



Б

Рис. 15. Будова родомонаса:
 А – загальний вигляд
 (за <https://inaturalist-open-data.s3.amazonaws.com/>);
 Б – будова
 (1 – пульсуюча вакуоля,
 2 – глотка,
 3 – еджектосоми,
 4 – ядро,
 5 – хлоропласти)

Контрольні запитання

1. Ускладнення будови слані в межах класу бурих водоростей.
2. Пігменти бурих водоростей і запасні речовини.
3. Типи розмноження бурих водоростей.
4. Принципи класифікації відділу.
5. Поділ на класи і порядки.
6. Цикл розвитку ектокарпуса, ламінарії, цистозіри (фукуса).
7. Поширення і екологія бурих водоростей.
8. Використання бурих водоростей людиною.
9. Будова кремнеземового панцира діатомових водоростей.
10. Пігменти і запасні речовини діатомових.
11. Типи розмноження діатомових.
12. Особливості вегетативного розмноження діатомових.
13. Що таке аукоспора і в результаті якого процесу вона утворюється?
14. Принципи систематики і поділу діатомових на класи.
15. Поширення діатомових.
16. Значення діатомових водоростей у природі і геології.
17. Пігменти і запасні речовини динофітових водоростей.
18. Принципи систематики і поділ динофітових водоростей на класи.
19. Характерні особливості класу динофіцієвих водоростей.

20. Будова панцира перидіальних.
21. Типи розмноження міозоіових.
22. Значення міозоіових у природі і господарській діяльності людини.
23. Особливості будови клітин кріптістових водоростей.
24. Що таке нуклеоморф?
25. Розмноження кріптістових водоростей.
26. Значення кріптістових у природі.

Лабораторна робота 3.

Відділи червоні (кл. бангіофіцієві та флорідеофіцієві) та зелені (кл. требуксіофіцієві та хлорофіцієві) водорості

Відділ Червоні водорості – *Rhodophyta*

Евкаріотичні фотоавтотрофні платикристати, клітини яких вкриті целюлозно-пектиноюю оболонкою з фікоколоїдами (агар-агаром, агароїдом, каррагенаном). Багатоклітинні, рідше одноклітинні і колоніальні. У багатьох слані гетеротрихальні (різностигні), але частіше псевдопаренхіматозні, які утворюються в результаті сплетіння бокових розгалужень однієї (багатьох осей), що мають верхівковий ріст; бувають також пластинчасті слані (дійсно перенхіматозні). Значно рідше зустрічаються кокоїдні форми (у одноклітинних і колоніальних). Специфічна ознака – повна відсутність джгутикових стадій.

Пігменти: хлорофіл а та фікобілінові пігменти – фікоціанін, аллофікоціанін та фікоеритрин. Каротиноїди представлені α і β -каротинами, криптоксантином, тараксантином, зеаксантином та лютеїном. Основний продукт асиміляції – багрянковий крохмаль. У примітивних бангієвих водоростей продуктом асиміляції є глікоген. Додатковими запасними поживними речовинами можуть бути галактозид, флоризид, багатоатомні спирти (маніт), у незначній кількості – олія. Всі продукти асиміляції відкладаються поза межами хлоропластів.

Нестатеве розмноження відбувається вегетативно (поділом клітини надвоє, фрагментацією багатоклітинних таломів та додатковими «пагонами», які можуть відростати від сланких ниток або підосви) та за допомогою нерухомих спор. Нестатевим шляхом розмноження здійснюється переважно моноспорами та тетраспорами. Статевий процес у

червоних водоростей виключно оогамний. У чоловічих статевих органах – сперматангіях – утворюється по одному безджгутиковому сперматозоїду, в жіночих статевих органах – карпогонах – по одній яйцеклітині. Життєвий цикл у Rhodophyta переважно гаплодиплофазний, зі споричною редукцією і чергуванням трьох поколінь – гаметофіта, карпоспорофіта та спорофіта. Майже всі червоні водорості є мешканцями бентосних та перифітонних морських угруповань, і, лише як виняток, деякі види зустрічаються у прісних водоймах та у ґрунтах.

За будовою карпогону, хлоропластів, способами нестатевого розмноження, продуктами асиміляції та наявністю вторинних пор відділ поділяють на два класи – Bangiophyceae та Florideophyceae.

Відділ Зелені водорості – Chlorophyta

Одноклітинні, ценобіальні, колоніальні, багатоклітинні водорості. В межах відділу представлені майже всі типи морфологічної структури тіла – монадний, гемімонадний, кокоїдний, сарциноїдний, трихальний, гетеротрихальний, сифональний та сифонокладальний. Як одно-, так і багатоклітинні водорості можуть утворювати різноманітні колонії, вести вільний або прикріплений спосіб життя. Клітинна стінка – целюлозно-пектинова, у деяких вона відсутня.

До складу фотосинтетичних пігментів входять майже всі пігменти, властиві вищим рослинам: хлорофіли а та b, всі відомі каротини (α , β , γ , та ϵ -каротини), ксантофіли лютеїнового ряду (лютеїн, зеаксантин, неоксантин, віолаксантин, антераксантин). Специфічні ксантофіли, виявлені у сифонофіційних, ульвофіційних та прازیнофіційних водоростей – цесифонеїн, сифоноксантин, лороксантин, прازیноксантин. Основний продукт асиміляції – крохмаль, який завжди відкладається в хлоропласті, часто – навколо піреноїду. Додаткові асиміляти – олія та лейкозин. У сифонофіційних водоростей основним асимілятом може бути полісахарид інουλін.

У зелених водоростей спостерігаються усі основні способи нестатевого розмноження і статевого процесу, відомі у еукаріотичних водоростей (холо-, ізо-, гетеро-, оогамія, кон'югація, ряд форм редукованого статевого процесу), а також вегетативне розмноження. Для зелених водоростей притаманні всі чотири типи редукції: гаметична, спорична, зиготична і соматична. Вони поширені у прісних та гіпергалінних водоймах, в морях та океанах, в наземних біотопах, на снігу та льоду.

За сучасними системами відділ поділяють на п'ять класів: Prasinophyceae, Chlorophyceae, Trebouxiophyceae, Ulvophyceae, Siphonophyceae. В основі поділу відділу на класи покладено комплекс ознак, пов'язаних з особливостями будови клітинних покривів, типами корневих систем у монадних стадій, мітозу та цитокінезу, деякими біохімічними особливостями. З цими ознаками корелюють також екологічні особливості представників різних класів.

Мета: вивчити особливості складної морфологічної та анатомічної будови червоних водоростей. З'ясувати цикли розвитку представників даного відділу, способи їх розмноження. Ознайомитись з найбільш еволюційно просунутим відділом водоростей – зеленими, розібрати типи морфологічної будови вегетативних тіл, а також особливий варіант колонії – ценобій, типи розмножень, різновиди статевого процесу та життєві цикли.

Обладнання: мікроскопи, пенали, предметні та накривні скельця, піпетки, препарувальні голки, пінцети, чашки Петрі.

Матеріал: зафіксовані у формаліні бангія, порфіра, церамій, полісифонія, гербарні зразки порфіри, філофори, церамія, полісифонії; живі, фіксовані у формаліні та гербарні зразки водоростей (дюналієли сольової, вольвокса кулеподібного, сценедесмуса чотириклітинного, педіаструма простого, водяної сіточки, улотрикса поясного, ульви жорсткої, кладофори розкидистої).

Систематичне положення досліджуваних об'єктів

Відділ червоні водорості – Rhodophyta

Клас бангіофіцієві – Bangiophyceae

Порядок бангіальні – Bangiales

1. Порфіра білопоцяткована – *Neopropia leucosticta*

Клас флоридеєфіцієві – Florideophyceae

Порядок гігартинальні – Gigartinales

2. Філофора жилувата – *Phyllophora crispa*

Порядок цераміальні – Ceramiales

3. Церамій прозорий – *Ceramium diaphanum*

Відділ зелені водорості – Chlorophyta

Клас хлорофіцієві – Chlorophyceae

Порядок вольвокальні – Chlamydomonadales

1. Дюналієла сольова – *Dunaliella salina*

2. Вольвокс кулястий – *Volvox globator*

Порядок сценедесмальні – Sphaeropleales

3. Десмодесмус загальний – *Desmodesmus communis*

4. Педіаструм подвійний – *Pediastrum duplex*

5. Водяна сіточка – *Hydrodictyon reticulatum*

Клас ульвофіцієві – Ulvophyceae

Порядок улотрихальні – Ulothrichales

6. Улотрикс поясний – *Ulothrix zonata*

Порядок ульвальні – Ulvales

7. Ульва жорстка – *Ulva rigida*

Порядок кладофоральні – Cladophorales

8. Кладофора розкидиста – *Cladophora vagabunda*

Хід роботи:

1. Розглянути гербарний зразок порфіри та зарисувати її загальний вигляд. Приготувати тимчасовий водний препарат слані порфіри, знайти вегетативні клітини, карпоспори, конхоспори, моноспори, зарисувати та позначити вказані елементи (рис. 16).

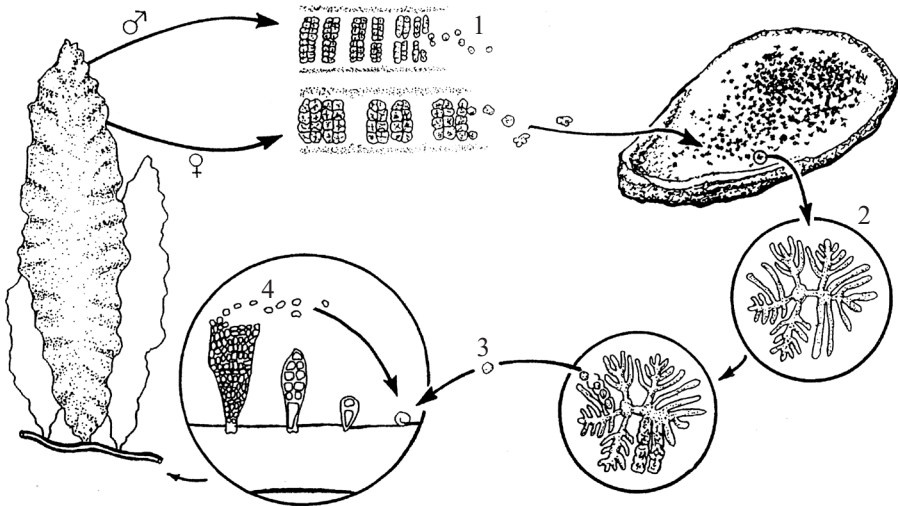


Рис. 16. Карпоспори (1), конхоцеліс (2), конхоспори (3) та моноспори (4) порфіри

2. Розглянути гербарні зразки філофори.

3. Розглянути гербарний зразок церамія. На постійних препаратах церамія розглянути його органи розмноження, зарисувати і позначити на рисунку тетраспорові, сперматангії і цистокарпії (рис. 17).

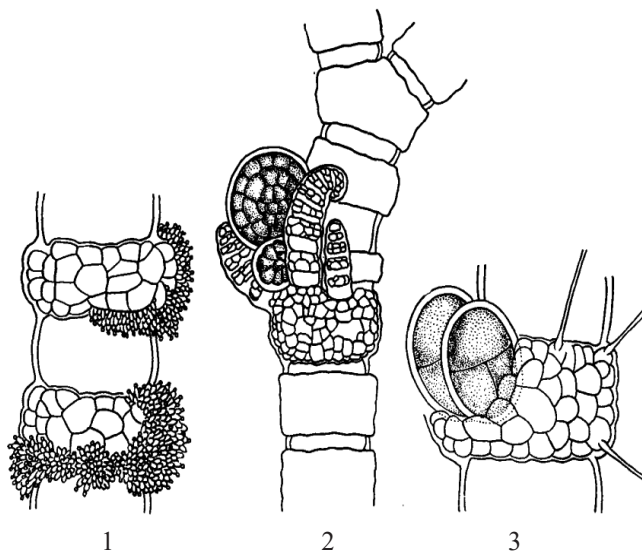
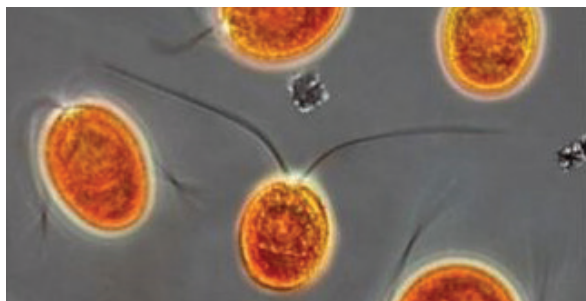


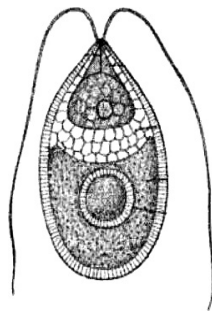
Рис. 17. Загальний вигляд слані церамія:

1 – сперматангії; 2 – молодий цистокарп; 3 – тетраспорові

4. На тимчасовому водному препараті при великому збільшенні мікроскопа розглянути та зарисувати загальний вигляд клітин дюналієли сольової (рис. 18).



А



Б

Рис. 18. Загальний вигляд дюналієли А (за <https://www.researchgate.net/>) та Б

5. На постійному препараті при малому збільшенні мікроскопа розглянути, вивчити та зарисувати колонію вольвокса, позначити оогонії, антеридії, а також дочірні колонії (рис. 19).

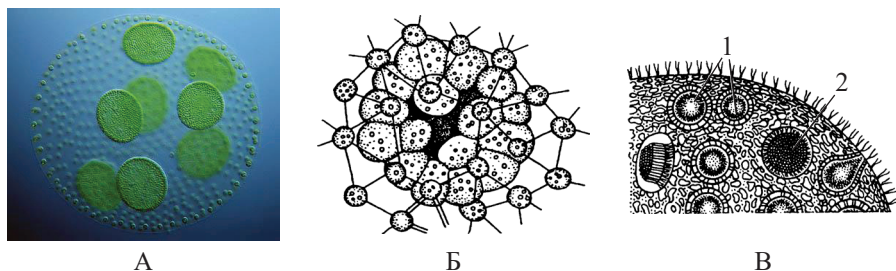


Рис. 19. Фрагмент дочірньої колонії вольвокса всередині материнської (А) (за <https://www.enfo.hu/>), молода дочірня колонія (Б), колонія (В) з яйцеклітинами (1) та антеридіями зі сперматозоїдами (2)

6. На тимчасовому водному препараті при малому та великому збільшенні мікроскопа розглянути та зарисувати зовнішній вигляд ценобіїв сценедесмуса чотирихвостого, педіаструма простого і фрагмент ценобія водяної сіточки (рис. 20).

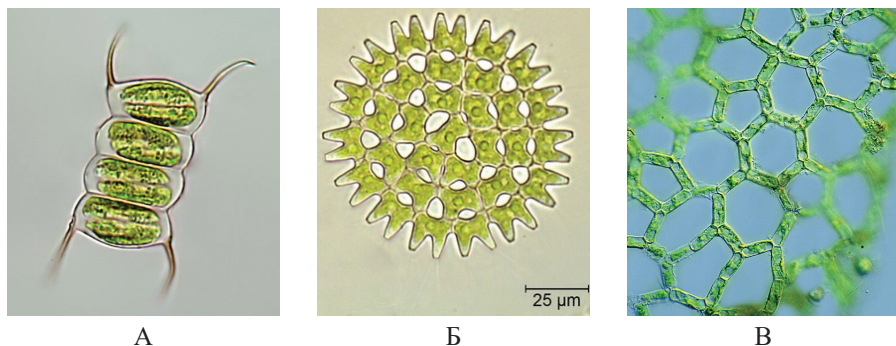


Рис. 20. Ценобії десмодесмуса (А) (за <https://www.plingfactory.de/>), педіаструма (Б) (за <https://img.algaebase.org/>), гідродіктіона (В) (<https://live.staticflickr.com/>)

7. На тимчасовому водному препараті при малому та великому збільшенні мікроскопа розглянути, вивчити та зарисувати зовнішній вигляд вегетативних та репродуктивних клітин нитчастого талому улотрикса поясного (рис. 21).

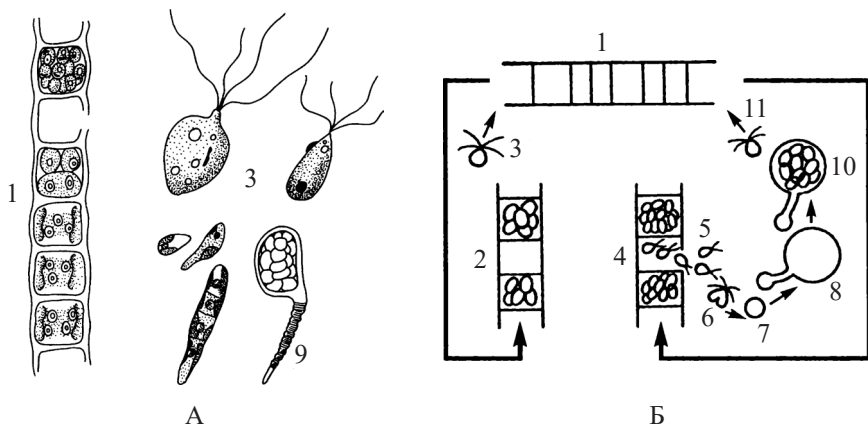


Рис. 21. Розвиток улотрикса поясного (А) та схема циклу його розвитку (Б): 1 – вегетативна особина, 2 – нитка з зооспорангіями, 3 – зооспори, 4 – нитка з гаметангіями, 5 – гамети, 6 – копуляція, 7 – утворення зиготи, 8 – проростання зиготи з утворенням спорофіту, 9 – одноклітинний спорофіт з зооспорами, 10 – розпад спорофіту на зооспори, 11 – зооспори, що утворені в спорофіті

8. Розглянути живі (фіксовані) і гербарні зразки ульви жорсткої, зарисувати її зовнішній вигляд і особливості поперечного зрізу слані (рис. 22).
9. На тимчасовому водному препараті при малому збільшенні мікроскопа розглянути будову вегетативних та репродуктивних клітин слані кладофори розкидистої, зарисувати їх. Розглянути зовнішній вигляд живих (фіксованих) зразків бріопсиса перистого, каулерпи проростаючої та ацетабулярії, зарисувати, позначити ризом, ризоїди та листову частину слані (рис. 22).

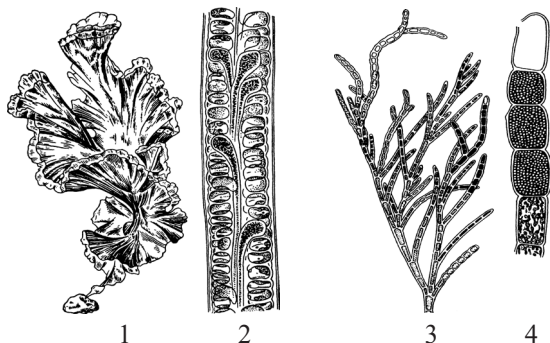


Рис. 22. Зовнішній вигляд слані ульви (1) з особливостями поперечного зрізу її слані (2) та частина нитки кладофори (3), складеної з вегетативних клітин та зооспорангіїв із зооспорами (4)

Контрольні запитання

1. Особливості будови тіла червоних водоростей.
2. Пігменти та запасні речовини червоних водоростей.
3. Типи розмноження червоних водоростей.
4. Особливості життєвого циклу червоних водоростей.
5. Принципи систематики і поділу червоних водоростей на класи та порядки.
6. Екологія червоних водоростей.
7. Значення червоних водоростей.
8. Характерні особливості зелених водоростей.
9. Типи розмноження зелених водоростей.
10. Поширення та значення зелених водоростей.
11. Принципи систематики зелених водоростей. Класи, порядки, найважливіші представники.
12. Цикл розвитку улотрикса.
13. Особливості вегетативного, нестатевого та статевого розмноження едогоніума.
14. Будова клітини, розмноження та зміна генерацій у кладофорових.

Лабораторна робота 4.

Відділи зелені (кл. ульвофіцієві) та харофітові (кл. зігнематофіцієві та харофіцієві) водорості

Мета: вивчити особливості морфологічної та анатомічної будови зелених водоростей, способ їх розмноження.

Обладнання: мікроскопи, пенали, предметні та накривні скельця, піпетки, препарувальні голки, пінцети, чашки Петрі.

Матеріал: живі, фіксовані у формаліні та гербарні зразки водоростей (бріопсиса перистого, каулерпи проростаючої, ацетабулярії, хари ламкої, спірогіри, зігнеми, мужоції, космаріума).

Систематичне положення досліджуваних об'єктів

Клас ульвофіцієві – Ulvophyceae

Порядок бріопсидальні – Bryopsidales

1. Бріопсис перистий – *Bryopsis plumosa*
2. Каулерпа проростаюча – *Caulerpa prolifera*

Порядок дазикладальні – Dasycladales

3. Ацетабулярія – *Acetabularia* sp.

Відділ харофітові – Charophyta

Клас харофіцієві – Charophyceae

Порядок харальні – Charales

4. Хара ламка – *Chara fragilis*

Клас Зигнематофіцієві – Zygnematomphyceae

Порядок зигнематальні – Zygnematales

5. Спірогіра – *Spirogyra* sp.

6. Зигнема – *Zygnema* sp.

7. Мужоція – *Mougeotia* sp.

Порядок десмідіальні – Desmidiales

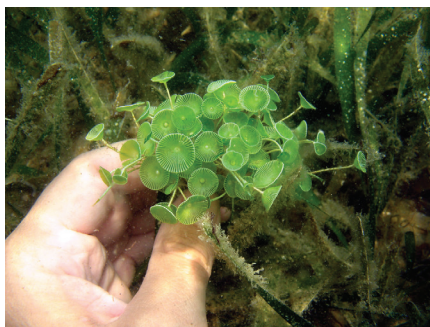
8. Космарій – *Cosmarium* sp.

Хід роботи:

1. Розглянути зовнішній вигляд живих (фіксованих) зразків бріопсиса перистого, каулерпи проростаючої та ацетабулярії, зарисувати, позначити ризом, ризоїди та листову частину слані (рис. 23).



А



Б

Рис. 23. Загальний вигляд сланей каулерпи (А) (за <https://inaturalist-open-data.s3.amazonaws.com/>) та ацетабулярії (Б) (за <https://live.staticflickr.com/>)

2. На фіксованих та гербарних зразках розглянути будову слані хари ламкої, зарисувати її зовнішній вигляд, приготувати тимчасовий водний препарат органів розмноження хари. Розглянути при малому

збільшені мікроскопа будову оогонія та антеридія, зарисувати їх зовнішній вигляд та позначити на рисунку яйцеклітину, клітини обгортки, коронку, щитки (рис. 24).



Рис. 24. Хара ламка:

А – загальний вигляд рослини (за <https://mdc.mo.gov/>);

Б – органи розмноження (за <https://www.photomacrography.net/>);

В – сперматогенні нитки;

Г – ділянка сперматогенної нитки та вихід сперматозоїдів

- Розглянути при малому та великому збільшенні мікроскопа клітини сланей спірогіри, зигнеми, зарисувати їх, позначити хлоропласти та ядро, а також приготувати тимчасовий водний препарат клітин космарія, розглянути при малому та великому збільшенні мікроскопа, зарисувати їх зовнішній вигляд (рис. 25).

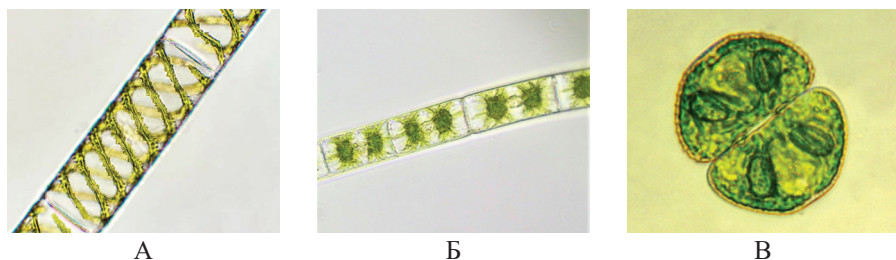


Рис. 25. Будова клітини спірогіри (А) (за <https://thumbs.dreamstime.com/>),

зигнеми (Б) (за <https://inaturalist-open-data.s3.amazonaws.com/>)

та космарія (В) (за <https://www.landcareresearch.co.nz/>)

Контрольні запитання

1. Будова та розмноження сифонових водоростей на прикладі каулерпи, бріюпсиса та ацетабулярії.
2. Принципи систематики кон'югат.
3. Форма хроматофорів (хлоропластів) у зигнемових водоростей.
4. Сутність кон'югації та її типи.
5. Характеристика найважливіших представників десмідієвих водоростей.
6. Цикли розвитку кон'югат (мезотенієвих, зигнемових, десмідієвих).
7. Будова слані та органів розмноження харових водоростей.
8. Як здійснюється ріст слані харових водоростей.
9. Значення харових водоростей у природі та господарській діяльності людини.

Лабораторна робота 5.

Царство Найпростіші, відділ Плазмодіофорові.

Царство Хроміста, відділ Оомікотові.

Царство Гриби, відділ Хітридіомікотові і Зигомікотові гриби

Царство Найпростіші, відділ Плазмодіофорові (Protozoa, Plasmodiophoromycota)

Відділ найпростіших, який має фаготрофну стадію – внутрішньоклітинний (паразитичний) плазмодій. Це еукаріотичні гетеротрофні організми, вегетативна стадія яких представлена голим багатоядерним протопластом, здатним до амебоїдного руху на субстраті – плазмодієм. Іноді вегетативне тіло – одноядерна амеба (амебоїд), або псевдоплазмодій, де амеби не втрачають своєї відокремленості. Від мікроскопічних розмірів до декількох десятків сантиметрів.

Цикл розвитку відрізняється від інших слизовиків, вегетативне розмноження яких, у переважній більшості, здійснюється поділом амебоїдних клітин. Зооспори формуються шляхом відокремлення від плазмодію окремих ділянок. Статевий процес проходить шляхом попарного злиття гапліодних зооспор з подальшим перетворенням їх у двоядерні, а потім диплоїдні зооспори, які можуть утворювати диплоїдну міксамебу. Зараження може відбуватись за рахунок проникнення у клітини

кореня як диплоїдних міксамеб, так і двоядерних або диплоїдних зооспор. Диференційовані спорангії як у інших слизовиків не утворюються – спорангії та зооспорангії утворюються усередині клітини рослини. Плазмодіофорові – внутрішньоклітинні паразити вищих рослин.

Царство Хроміста, відділ Оомікотові (Chromista, Oomycota)

Оомікота інтерпретуються зараз як вторинно безбарвні організми, що втратили хлорофіл та мають мітохондрії з трубчастими кристами та перисті джгутики з тричленими джгутиковими волосками, або мастігонемами.

Веgetативне тіло оомікот представлено добре розвинутим неклітинним міцелієм. Розмноження вегетативне, нестатеве і статеве. Вегетативне розмноження відбувається шляхом відділення частин міцелію. Нестатеве – в залежності від умов існування та погоди (суха або дощова) за допомогою дводжгутикових зооспор, у деяких видів – конідій. Статеве – оогамія. Клітинні стінки містять, переважно, полісахаридний комплекс глюкан-целюлоза, іноді невелику кількість хітина. Запасні речовини – водорозчинний глюкан, міколамінarin. Глікоген, типовий для справжніх грибів, відсутній.

Белику групу серед оомікот складають водні гриби, що ростуть на рослинних та тваринних залишках, паразити водоростей, водних грибів, безхребетних, амфібій, риб. Значна частина – облігатні паразити вищих наземних рослин.

Царство Гриби – Fungi

Царство еукаріотичних організмів, які мають клітинну стінку, до складу якої входить хітин, β -глюкан, маннан або (у відділі Zygomycota) хітозан. Рухливі стадії (зооспори, гамети) в циклі розвитку є лише у представників відділу Chytridiomycota. Царство нараховує 4 відділи: Chytridiomycota, Zygomycota (мають вегетативне тіло, що складається з неклітинного міцелію), Ascomycota, Basidiomycota та недосконалі гриби (мають неклітинний міцелій). Запасна речовина – глікоген.

Відділ Хітридіомікотові гриби – Chytridiomycota

Талом – від голої слизової маси, амебоїда, через одноклітинні форми з ризоміцелієм, до добре розвинутого неклітинного міцелія. До клітинної стінки входить хітин з β -глюканом. В циклі розвитку є рухливі стадії з одним гладеньким бичоподібним заднім джгутиком. Статевий

процес – холо-, ізо-, гетеро-, оогамія. Нестатевий – за допомогою одноджгутикових зооспор.

Представники, переважно, пов'язані з водним середовищем. Більшість – паразити водоростей, водних грибів, безхребетних тварин. Також наземні (грунтові) види є паразитами вищих рослин в умовах підвищеної вологості. Деякі види – сапротрофи на субстратах багатих на хітин, кератин, целюлозу.

Відділ Зигомікотові гриби – Zygomycota

Мицелій добре розвинутий, неклітинний, у деяких видів в зрілому стані утворюються клітинні перетинки, що розділяють мицелій на окремі багатоядерні фрагменти. Клітинні стінки містять хітин і хітозан. Нестатеве розмноження відбувається спорангіоспорами, рідше – конідіями. Статевий процес – зигогамія: злиття недиференційованого на гамети вмісту двох клітин, що відокремлюються перетинками від гіф, що їх несуть. На місці злиття клітин формується зигота, або зигоспора.

Зигомікотові гриби переважно наземні організми: ґрунтові сапротрофи, паразити комах та інших безхребетних, грибів, вищих рослин, теплокровних тварин та людини.

Мета: ознайомитись із морфологічними ознаками та циклами розвитку плазмодіофорових і оомікотових грибоподібних організмів та примітивних хітрідіомікотових і зигомікотових грибів.

Обладнання: мікроскопи, пенали, чашки Петрі, предметні і накривні скельця, піпетки, препарувальні голки, пінцети.

Матеріал: живі або фіксовані гербарні зразки рослин, уражених капустяною гилою, паршею картоплі, «чорною ніжною» капустяною розсади, раком картоплі, фітофторою, шматочки білка з нальотом сапролегнії, шматочки старого хліба з нальотом мицелію мукара.

Систематичне положення досліджуваних об'єктів:

Царство Найпростіші – Protozoa

Відділ плазмодіофорові – Plasmodiophoromycota

Клас плазмодіофорові – Plasmodiophoromycetes

Порядок плазмодіофорові – Plasmodiophorales

1. Плазмодіофора (гила) капустяна – *Plasmodiophora brassicae*

2. Звичайна парша картоплі – *Spongospora subterranea*

Царство Хромісти – Chromista

Відділ оомікотові – Oomycota

Клас ооміцети – Oomycetes

Порядок сапролегнієві – Saprolegniales

Родина сапролегнієві – Saprolegniaceae

3. Сапролегнія – *Saprolegnia* sp.

Порядок пероноспоральні – Peronosporales

Родина фітофторові – Phytophthoraceae

4. Картопляний гриб чи фітофтора – *Phytophthora infestans*

Царство гриби – Mycota

Відділ хітридіомікотові гриби – Chytridiomycota

Клас хітридіоміцети – Chytridiomycetes

Порядок хітридієві – Chytridiales

Порядок ольпідієві – Olpidiales

5. Ольпідіум капустияний чи «чорна ніжка» – *Olpidium brassicae*

Порядок хітридієві – Chytridiales

6. Сінхитріум чи рак картоплі – *Synchytrium endobioticum*

Відділ зигомікотові гриби – Zygomycota

Клас зигоміцети – Zygomycetes

Порядок мукоральні – Mucorales

7. Мукор – *Mucor mucedo*

Хід роботи.

1. Виготовити тимчасовий водний препарат збудника капустияної гили, попередньо ознайомившись з основними зовнішніми ознаками хвороби. При малому і великому збільшенні мікроскопа розглянути клітини рослини з плазмодієм і спорами паразита. Зарисувати загальний вигляд пошкоджених клітин капусти (рис. 26).
2. Вивчити зовнішні ознаки хвороби звичайної парші картоплі. Виготовити тимчасовий водний препарат клітин бульби картоплі, пошкоджених паршею. Розглянути під мікроскопом і зарисувати спори парші (рис. 27).
3. Візьміть шматочок субстрату на якому вирощувалась *Saprolegnia* sp. Зішкребіть біле опушення, що і є таломом *Saprolegnia* sp., виготовте препарат, розгляньте на малому та великому збільшенні. При наявності зооспорангіїв необхідно постукати препарувальною голкою по покривному скельцю. При цьому оболонка зооспорангіїв тріскається і дводжгутикові зооспори випливають назовні. Зарисуйте зооспорангії та зооспори (рис. 28).

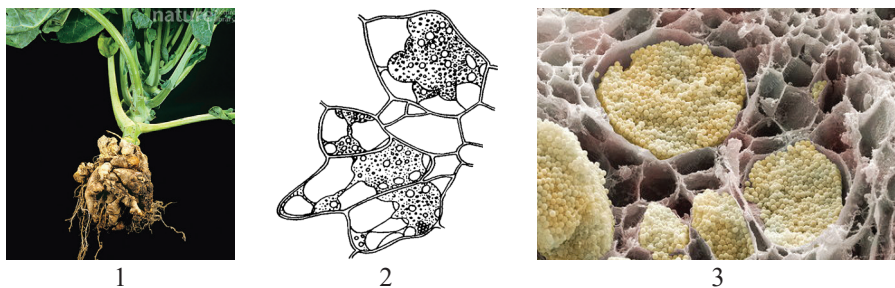


Рис. 26. Збудник капустяної гили (*Plasmodiophora brassicae*):
 1 – пухлини на коренях капусти (за <https://nplimages.infradoxs.com/>),
 2 – клітини рослини з плазмодієм паразита,
 3 – клітини рослини зі спорами паразита
 (за <https://media.sciencephoto.com/>)

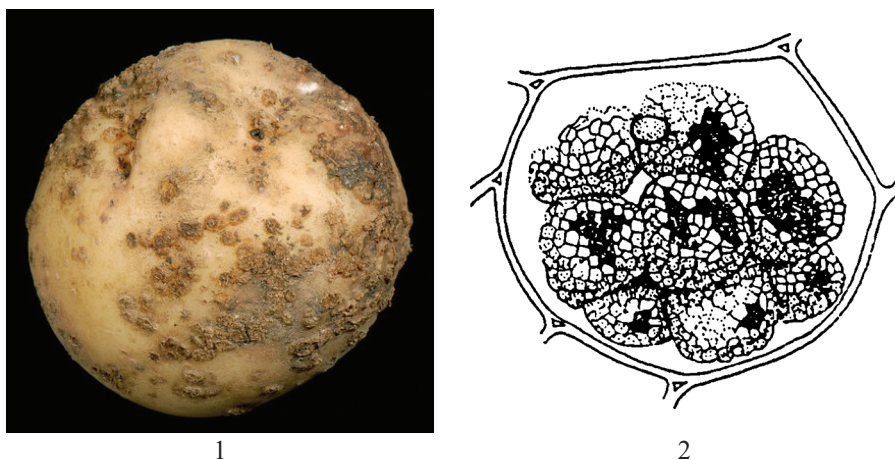


Рис. 27. Збудник парші картоплі (*Spongospora subterranea*):
 1 – парша на бульбі картоплі (за <https://c8.alamy.com/>),
 2 – губчасті скупчення спор в клітинах бульби

4. Розглянути пошкоджені фітофторою стебла і бульби картоплі (або листя і плоди томатів). Виготовити тимчасовий водний препарат (зішкрібок з пошкоджених органів). На препаратах знайти, вивчити і зарисувати конідієносці (спорангієносці) і конідії (спорангії) збудника фітофтори (рис. 29).

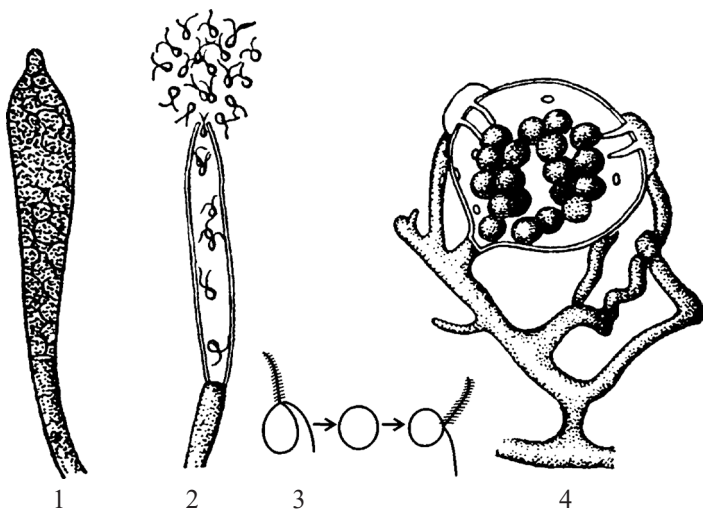


Рис. 28. *Saprolegnia* sp.: 1 – зооспорангій, 2 – вихід зооспор, 3 – дипланетизм зооспор – первинні та вторинні зооспори, циста, 4 – оогоній з яйцеклітинами и два антеридія (стадія запліднення)

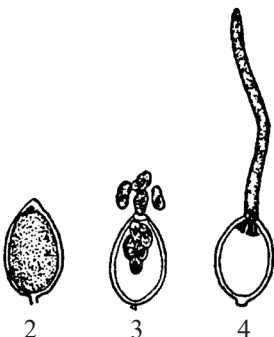
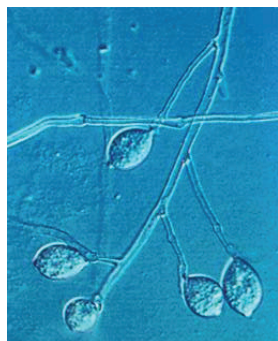


Рис. 29. Фітофтора на картоплі *Phytophthora infestans*:

1 – спорангієносець (конідієносець)
(за <https://lh3.googleusercontent.com/>),
2 – зооспорангій (конідія),
3 – проростання зооспорангія (конідії)
зооспорами, 4 – проростання конідії гіфою,
5 – фітофтора на листках
(за <https://gd.eppo.int/>) і бульбах картоплі
(за <https://upload.wikimedia.org/>)



5. На гербарних зразках розглянути і вивчити пошкоджені «чорною ніжкою» стебла і корені капустиної розсади. Зарисувати зовнішній вигляд хворих рослин, зооспорангії та зооспори (рис. 30).

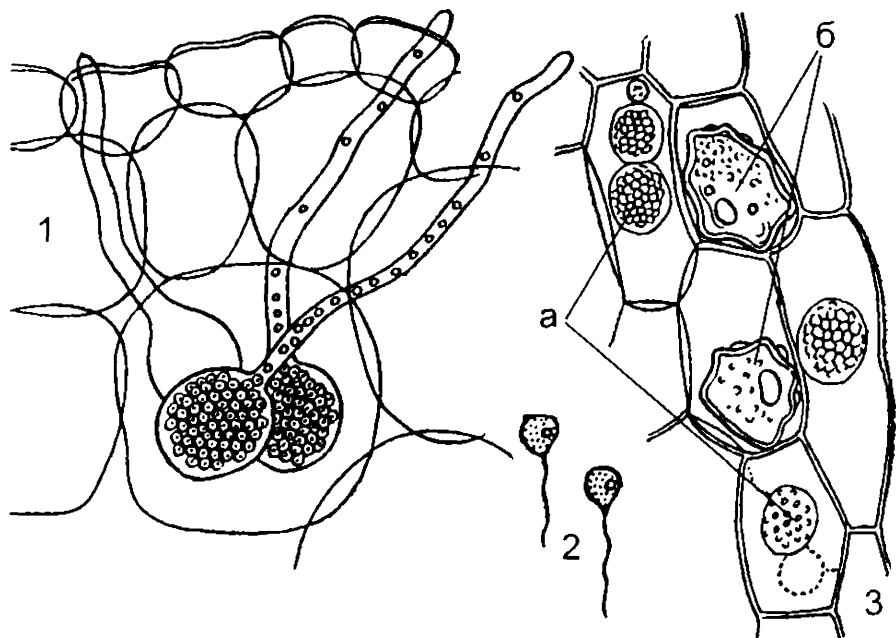
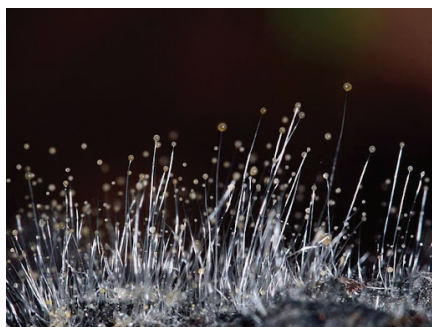
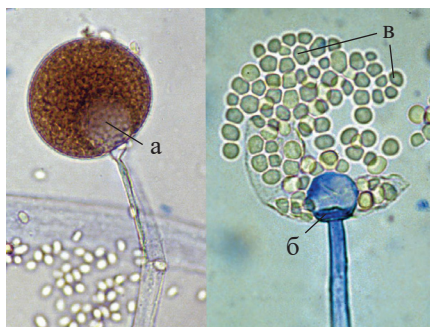


Рис. 30. Збудник «чорної ніжки» капусти – *Olpidium brassicae*:
1 – зооспорангії в клітині рослини-хазяїна, 2 – зооспори,
3 а – протопласти та б – спочиваючі спори

6. На пошкоджених бульбах картоплі розглянути зовнішні прояви раку картоплі – горбкуваті пухлини (часто дуже схожі на губку) чорного кольору. Зарисувати зовнішній вигляд пошкоджень бульби.
7. Розглянути міцелій і спорангієносці мукора. Виготувати тимчасовий водний препарат міцелію зі спорангіями і спорангіоспорами. Вивчити при малому і великому збільшенні мікроскопа і зарисувати найважливіші морфолого-анатомічні особливості мукора. На рисунку позначити несептований міцелій, спорангієносець, спорангій, спорангіоспори, колонку (рис. 31).



1



2

*Рис. 31. Мукор (Mucor) з органами нестатевого розмноження:
1 – міцелій зі спорангієносцями та спорангіями
(за <https://lh3.googleusercontent.com/>), 2 – будова спорангії
(а – колонка, б – комірець, в – спори) (за <https://www.adelaide.edu.au/>)*

Контрольні запитання

1. Найважливіші особливості відділу слизовиків. Цикл розвитку плазмодіофори капустиної і звичайної парші картоплі.
2. Значення слизовиків у природі і господарській діяльності людини.
3. У чому виявляються відмінності грибів від водоростей?
4. Принципи систематики грибів.
5. Що означає «нижчі» і «вищі» гриби?
6. Особливості хітридієвих грибів.
7. Цикл розвитку «чорної ніжки» капусти і раку картоплі.
8. Найважливіші характерні особливості оомікот.
9. Типи статевого і нестатевого розмноження ооміцетів.
10. Цикл розвитку фітофтори.
11. Будова органів нестатевого розмноження фітофтори.
12. Найважливіші особливості зигомікот.
13. Сутність статевого процесу у зигомікот.
14. Будова органів нестатевого розмноження мукора.
15. Цикл розвитку мукора.
16. Роль грибоподібних організмів і «нижчих грибів» у природі і господарській діяльності людини.

Лабораторна робота 6.

Царство Гриби. Відділ Аскомікотові, або сумчасті гриби.

Лишайники. Анаморфні гриби.

Відділ Аскомікотові гриби – Ascomycota

Аскомікотові – гриби з розвинутим гаплоїдним клітинним, або септованим міцелієм. Клітинні стінки містять хітин і β -глюкан, у дріжджів – β -глюкан і манан. Нестатеве розмноження відбувається за допомогою екзогенних конідій. В циклі розвитку аскомікот часто переважає конідіальне спороношення, яке слугує для масового розселення. Статевий процес – гаметангіогамія – злиття двох багатоядерних клітин з недиференційованим на гамети вмістом. Спори статевого розмноження (аскоспори) утворюються ендегенно – в сумках, або асках (рис. 32).

Лишайники складаються з двох генетично відокремлених, але в той же час фізіологічно тісно пов'язаних між собою організмів: гетеротрофного гриба (мікобіонт) та автотрофної (фототрофної) водорості (фікобіонт), які знаходяться в постійних взаємовідносинах (ілотизм, паразитизм, мутуалізм). В таломі лишайників синтезуються специфічні для означеної групи сполуки – «лишайникові речовини», у той же час як вільноживучі гриби та водорості їх не утворюють. Мікобіонти лишайників – переважно сумчасті гриби з груп піреноміцетів та дискоміцетів, тому їх розглядають, ґрунтуючись на систематичному положенні гриба. Лише у декількох десятків видів мікобіонт відноситься до базидіомікотових.

Слань (талом) лишайників може бути накипною, у вигляді кірки чи зернистого нальоту, лускуватою чи листуватою, у вигляді (різної форми і розмірів, здебільшого лопатевих або розсічених) пластинок, куцистою. За анатомічною будовою слані розрізняють гомеомірні лишайники (клітини водорості розподіляються рівномірно в товщі слані між гіфами гриба) і гетеромірні (клітини водорості розподіляються між гіфами слані лишайника нерівномірно). На поперечному розрізі талому гетеромірних лишайників розрізняють: верхню кору (плектенхіма), шар водоростей (альгальний чи гонідіальний), серцевину, нижню кору, ризини (пучки гіф гриба, за допомогою яких лишайник прикріплюється до субстрату). У накипних лишайників нижньої кори немає. Куцисті гетеромірні лишайники мають кору, водоростевий шар (зону), серцевину і прикріплюються до субстрату, звичайно, за допомогою гомфа (пучка гіф гриба).

Анаморфні, незавершені гриби – Deuteromycota, або Fungi Imperfecti

Підцією назвою розглядають гриби з клітинним міцелієм, які втратили в ході еволюції статеву стадію (сумчасту, або, рідше, базидіальну). Анаморфні гриби розмножуються лише нестатевим – конідіями, або вегетативно – брунькуванням. Конідії утворюються на відгалуженнях міцелія – конідієносцях або просто шляхом розчленування гіф на окремі клітини-артроспори. Вищі форми спороношення, які пов'язані зі статевим процесом, відсутні.

Анаморфні гриби мешкають як сапротрофи в ґрунті та на рослинних залишках, значна кількість видів серед них паразитує на рослинах, викликаючи різноманітні плямистості (некрози) листя, в'янення та всихання гілок, гниття плодів та ін. Ґрунтові сапротрофи приймають участь в процесах розкладання органічної речовини в ґрунті. Ряд видів анаморфних грибів є збудниками алергій у людини та тварин, або викликають досить небезпечні захворювання останніх (мікотоксикози та мікози). Деякі представники цієї групи грибів утворюють антибіотики або є антагоністами фітопатогенних мікроорганізмів та використовуються в якості біологічних агентів боротьби зі шкідниками.

Мета: вивчити особливості будови та способи розмноження примітивних сумчастих грибів на прикладі дріжджів. Показати подальше удосконалення будови Ascomycota на прикладі плодосумчастих грибів. Підкреслити, що лишайники є своєрідною асоціацією рослинних організмів, які відрізняються від інших нижчих рослин морфологічною та анатомічною будовою. Знати особливості анаморфних грибів, їх розповсюдження в природі та значення для людини.

Обладнання: мікроскопи, пенали, чашки Петрі, предметні і накривні скельця, піпетки, препарувальні голки, пінцети.

Матеріал: живі і фіксовані культури хлібних дріжджів, пеніцила золотистого, аспергіла чорного. Гербарні і фіксовані зразки злаків, уражених борошнистою росою. Постійні препарати з плодовими тілами – клейстотеціями – борошнистої роси. Плоди агрусу, уражені американською борошнистою росою. Уражені колоски жита з ріжками (склероціями) клавіцепса пурпурового. Постійні препарати головчастих стром клавіцепса пурпурового. Фіксовані плодові тіла пецици коричнево-каштанової, зморшка їстівного, строчка звичайного. Гербарні чи сухі зразки, а також музейні експонати графісу, колеми,

лобарії, кладонії, ксанторії, пармелії, уснеї. Постійні препарати: зріз через слань колеми, ксанторії, зріз через апотецій кладонії, ксанторії.

Систематичне положення досліджуваних об'єктів:

Царство гриби – Mycota

Відділ аскомікотові гриби – Ascomycota

Клас сахароміцетові – Saccharomycetes

Порядок сахароміцетові – Saccharomycetales

1. Хлібні дріжджі – *Saccharomyces cerevisiae*

Клас еуроціоміцети – Eurotiomycetes

Порядок еуроцієві – Eurotiales

2. Пеніцил золотистий – *Penicillium chrysogenum*

3. Аспергіл чорний – *Aspergillus niger*

Клас леоціоміцети – Leotiomycetes

Порядок борошносторосяні чи еризіфові – Erysiphales

4. Борошниста роса злаків – *Blumeria graminis*

5. Американська борошниста роса арпусу – *Podosphaera mors-uvae*

Клас сордаріоміцети – Sordariomycetes

Порядок клавіципітальні – Hypocreales

6. Клавіцепс пурпуровий – *Claviceps purpurea*

Група порядків дискоміцети – Discomycetiidae

Клас пециціоміцети – Pezizomycetes

Порядок пецицієві – Pezizales

7. Пецица коричнево-каштанова – *Peziza badia*

8. Зморшок конічний – *Morchella conica*

9. Строчок звичайний – *Gyromitra esculenta*

Порядок трюфельні – Tuberales

10. Трюфель білий – *Choiromyces meandriformis*

Група лишайники – Lichenes

Клас леканороміцетові – Lecanoromycetes

Порядок остопалеві – Ostopales

11. Графіс письмовий – *Graphis scripta*

Порядок пельтигерів – Peltigerales

12. Коллема – *Collema* sp.

13. Лобарія легенева – *Lobaria pulmonaria*

Порядок леканорові – Lecanorales

14. Кладонія оленяча – *Cladonia rangiferina*

15. Пармелія – *Parmelia* sp.

16. Усnea найдовша – *Dolichousnea longissima*
Порядок телосхистові – Teloschistales
17. Ксанторія настінна – *Xanthoria parietina*

Хід роботи:

1. Виготовити тимчасовий водний препарат з культури клітин хлібних дріжджів. При малому і великому збільшенні мікроскопу розглянути клітини гриба, зарисувати ті з них, що діляться за допомогою брунькування (рис. 33).

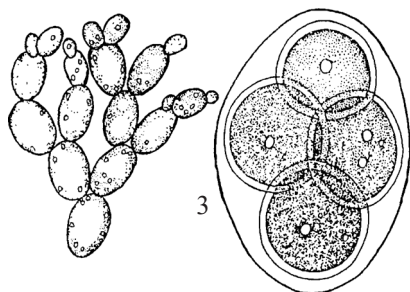
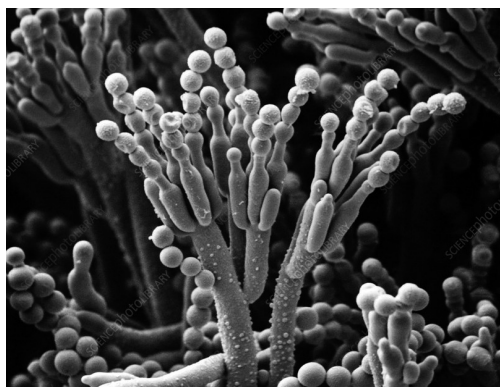
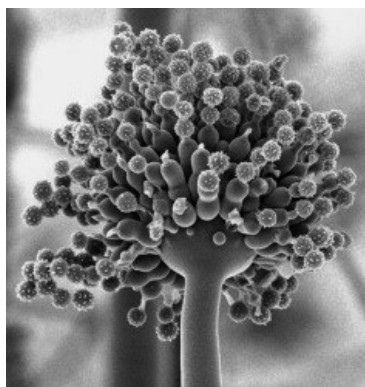


Рис. 33. *Saccharomyces cerevisiae* – «пекарські дріжджі»:
1 – клітина дріжджів, 2 – клітина, що брунькується
(за <https://images.fineartamerica.com/>), 3 – сумка зі спорами

2. Виготовити тимчасовий водний препарат міцелію пеніцила золотистого (зіскрібок зеленуватого кольору на кірці цитрусових). Вивчити при малому і великому збільшенні мікроскопа, зарисувати конідієносці і конідії (рис. 34).
3. Виготовити тимчасовий водний препарат міцелію аспергіла чорного (зіскрібок блакитно-зеленуватого нальоту на скоринці хліба чи інших рослинних продуктах). Вивчити при малому і великому збільшенні мікроскопу і зарисувати зовнішній вигляд конідієносців і конідій аспергіла. На рисунку позначити септований міцелій, конідієносець, конідії (рис. 34).



1



2

Рис. 34. Конідіальні стадії евроцієвих грибів:
1 – *Penicillium* (за <https://media.sciencephoto.com/>)
і 2 – *Aspergillus* (за <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/>)

4. Виготовити тимчасовий водний препарат з міцелію борошнистої роси злаків і сферотеки агрусу. При малому збільшенні мікроскопа вивчити будову міцелію і плодових тіл (клейстотеціїв) борошнистої роси. Легко натискуючи тупим кінцем препарувальної голки на накривне скельце тимчасового препарату, добитись розкриття плодового тіла і виходу сумок з аскоспорами. Розглянути і зарисувати зовнішній вигляд міцелію, клейстотеціїв, сумок і аскоспор (рис. 35).

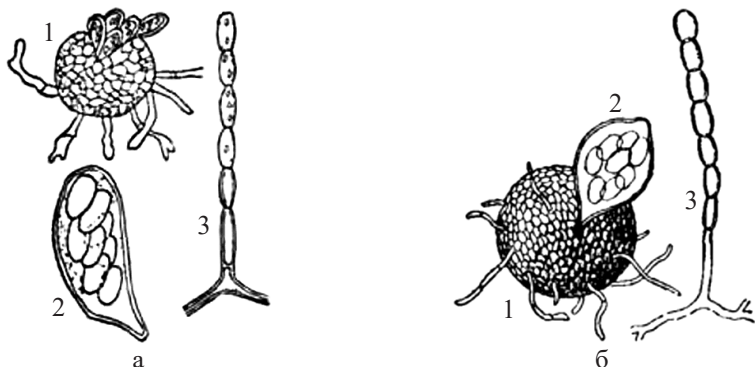


Рис. 35. Борошнисторосяні гриби – *Blumeria graminis* (а) і *Podosphaera* (б):
1 – клейстокарпій, 2 – сумка (аск), 3 – конідієносець з ланцюгом конідій

5. Вивчити зовнішні ознаки хвороби злаків – клавіцепса пурпурового. Зарисувати уражені клавіцепсом колоски жита. На постійних препаратах вивчити будову головчастої строми клавіцепса, зарисувати плодове тіло – перитецій. На рисунку позначити: плодове тіло, сумки, аскоспори (рис. 36).

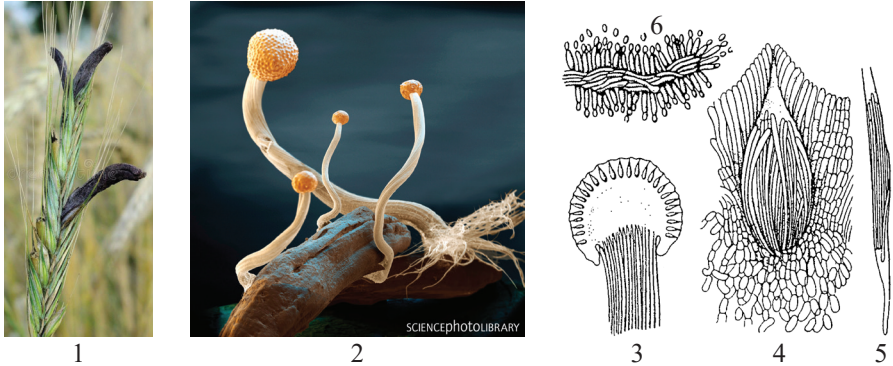


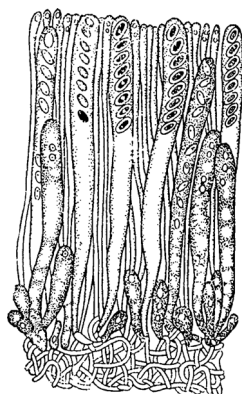
Рис. 36. Клавіцепс на житі: 1 – колос зі склероціями (за <https://i.pinimg.com/>), 2 – склероцій, що проріс головчастими стромами (за <https://pbs.twimg.com/>),

3 – розтин строми з перитеціями, 4 – окремий перитецій в стромі, 5 – сумка з аскоспорами, 6 – конідіальна стадія – сфацелія

6. Приготувати тимчасовий водний препарат гіменія плодового тіла педици. Для цього шматочок плодового тіла педици помістити на предметне скло, накрити накривним скельцем і м'яко натиснути на нього тупим кінцем препарувальної голки. Розглянути і зарисувати будову гіменіального і субгіменіального шарів апотеція педици. На рисунку позначити гіменіальний (сумки, сумкоспори, парафізи) і субгіменіальний шари плодового тіла педици (рис. 37).



1



2

Рис. 37. Загальний вигляд плодового тіла пецици (*Peziza badia*) (1) (за <https://observation.org/>) і його анатомічна будова (2) – розріз через гіменій (сумки з аскоспорами і парафізи)

7. Розглянути і зарисувати зовнішній вигляд зморшка і строчка, на рисунку позначити ніжку і спороносну частину плодового тіла (апотецій) (рис. 38).



1



2

Рис. 38. Загальний вигляд плодового тіла зморшка (1) (за <https://lh3.googleusercontent.com/>) і строчка (2) (за <https://i.pining.com/>)

8. Розглянути і зарисувати зовнішній вигляд трюфеля білого, а також його поперечний розріз (рис. 39).

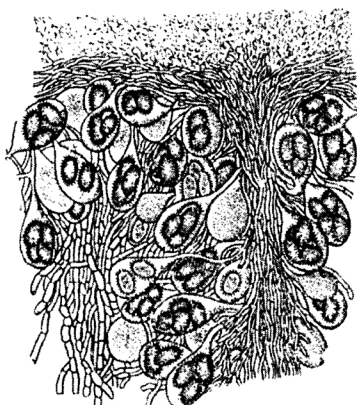
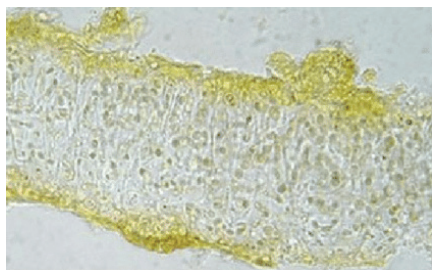
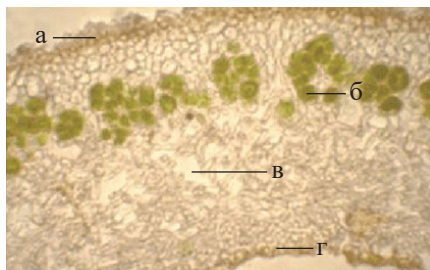


Рис. 39. Розріз плодового тіла трюфелю білого
(за <https://www.pharmanatur.com/>)

9. Розглянути зовнішній вигляд і зарисувати графіс письмовий. Відмітити тип морфологічної будови слані. Позначити плодові тіла.
10. Розглянути зовнішній вигляд колеми, зарисувати. Відмітити тип морфологічної будови слані. Розглянути на постійному препараті зріз через слань і вивчити його. Визначити тип анатомічної будови, зарисувати і позначити складові елементи (рис. 40).



1



2

Рис. 40. Анатомічна будова слані лишайників
(за <https://www.researchgate.net/>): 1 – гомемерна слань,

2 – гетеромерна слань: а – верхній коровий шар, б – гонідіальний шар (альгальна зона), в – серцевина, г – нижній коровий шар)

11. Розглянути сухий зразок ксанторії настінної, визначити тип морфологічної структури слані, зарисувати зовнішній вигляд. Розглянути при малому збільшенні мікроскопа зріз через слань ксанторії, визначити тип анатомічної структури, зарисувати і

позначити складові частини (рис. 40). Розглянути при малому збільшенні мікроскопа препарат зрізу через апотецій ксанторії, вивчити, визначити тип апотеція (рис. 41), зарисувати і позначити структурні елементи.

12. Розглянути гербарний зразок лобарії, визначити тип морфологічної будови слані, зарисувати зовнішній вигляд.
13. Розглянути сухий зразок кладонії, визначити тип морфологічної будови слані, зарисувати зовнішній вигляд. Розглянути при малому збільшенні мікроскопа постійний препарат зрізу через апотецій, зарисувати і позначити структурні елементи (рис. 40).
14. Розглянути сухий зразок кладонії, визначити тип морфологічної будови слані, зарисувати зовнішній вигляд. Розглянути при малому збільшенні мікроскопа постійний препарат зрізу через апотецій, зарисувати і позначити структурні елементи (рис. 41).

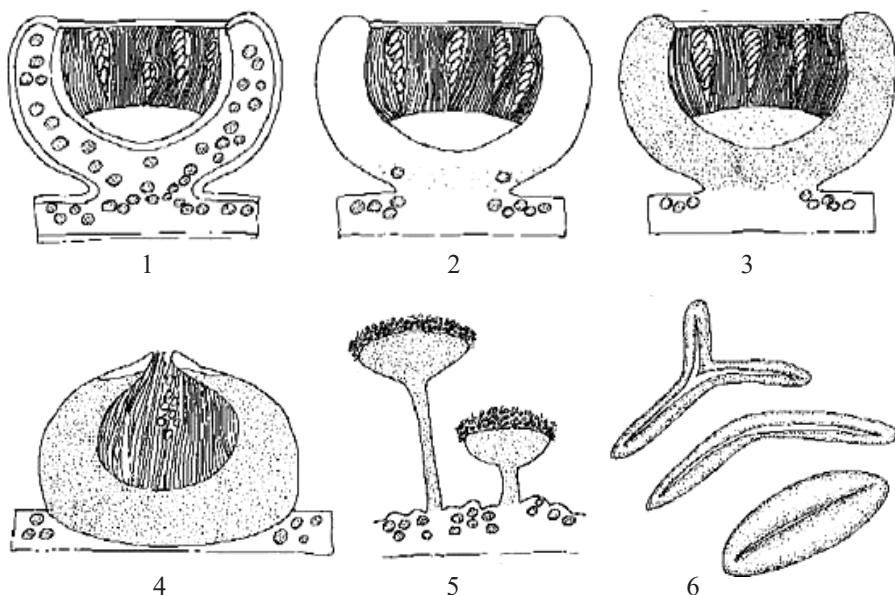


Рис. 41. Плодові тіла лишайників: 1 – леканоровий апотецій, 2 – біаторовий апотецій, 3 – лецидеєвий апотецій, 4 – перитецій, 5 – апотеції на ніжках, 6 – гастеротеції

15. Розглянути сухий зразок пармелії, визначити тип морфологічної будови слані, з арисувати зовнішній вигляд.
16. Розглянути сухий зразок уснеї найдовшої, визначити тип морфологічної структури слані, зарисувати зовнішній вигляд.
17. Розглянути і зарисувати основні типи спороношень незавершених грибів (рис. 42).

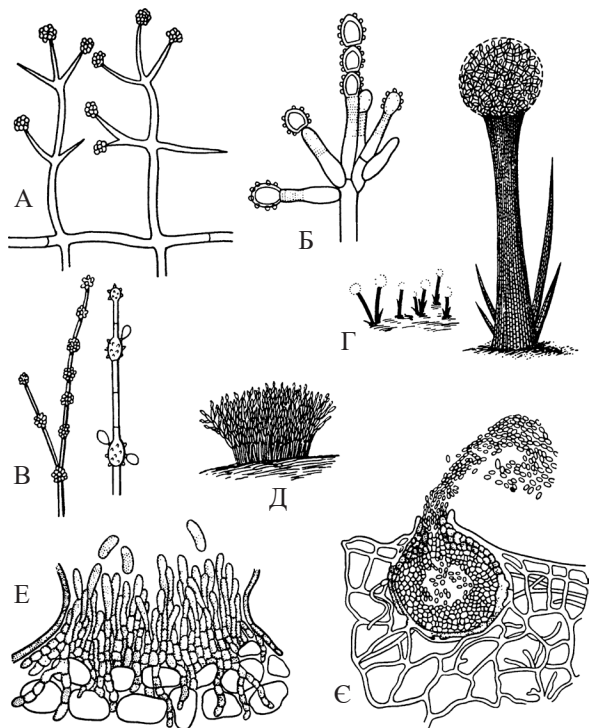


Рис. 42. Типи конідіальних спороношень: А-В – поодинокі конідієносці, Г – коремія, Д – спородохія, Е – ложе, Є – пікніда

Контрольні запитання

1. Яким шляхом виникає сумка у голосумчастих грибів?
2. Розвиток сумки у аскоміцетів на прикладі *Pyronema omphalodes*.
3. Розповсюдження первинносумчастих у природі і їх практичне значення.

4. Як відбувається відокремлення аскоспор і як це відображається на будові сумок і плодових тіл?
5. Які типи плодових тіл відомі у аскомікот (прикладі)?
6. Типи розмноження еуроцієвих (плектаскових) грибів.
7. Будова міцелію і органів нестатевого розмноження аспергіла і пеніцила.
8. Характер паразитизму у борошнисторосяних грибів.
9. Цикл розвитку борошнистої роси злаків.
10. Практичне значення борошнисторосяних грибів.
11. Цикл розвитку клавіцепса пурпурового.
12. Практичне значення клавіцепса пурпурового.
13. Типи плодового тіла і будова гіменіального шару у пецици.
14. Розвиток плодового тіла у трюфелевих.
15. Походження і еволюція сумчастих грибів.
16. Значення сумчастих грибів у природі і господарській діяльності людини.
17. Компоненти лишайників і їх взаємовідносини.
18. Основні типи морфологічної будови лишайників.
19. Типи анатомічної будови лишайників.
20. Особливості анатомічної будови накипних і кущистих лишайників.
21. Типи розмноження лишайників.
22. Типи плодових тіл лишайників.
23. Типи апотеціїв.
24. Принципи класифікації лишайників і їх систематика.
25. Екологія лишайників.
26. Значення лишайників в природі і практичній діяльності людини.
27. Будова міцелію анаморфних грибів.
28. Способи розмноження анаморфних грибів.
29. Типи агрегації конідієносців.
30. Як відбувається генетична рекомбінація у незавершених грибів.
31. Значення анаморфних грибів в природі і для людини.

Лабораторна робота 7.

Царство Гриби. Відділ Базидіомікотові гриби

Відділ Базидіомікотові гриби – Basidiomycota

Базидіомікотові – гриби з добре розвинутим клітинним міцелієм. Клітинна стінка містить хітин і глюкани, у деяких грибів маннан. Нестатеве розмноження відбувається за допомогою конідій, які утворюються як на гаплоїдному, так і на дикаріотичному міцелії. Статевий процес – соматогамія – злиття двох вегетативних клітин галоїдного міцелія. Спори статевого розмноження (базидіоспори) утворюються екзогенно – на базидії (рис. 43, 44).

Мета: показати прогресивні ознаки в будові та розмноженні базидіомікотових, порівняно з сумчастими грибами. Знайти спільні та відмінні ознаки цих двох відділів, вивчити цикли розвитку сажкових та іржастих грибів. Встановити їх подібні та відмінні риси. Детально ознайомитись з плеоморфізмом іржастих грибів.

Обладнання: мікроскопи, пенали, чашки Петрі, предметні і накривні скельця, піпетки, препарувальні голки, пінцети.

Матеріал: сухі, фіксовані і живі плодові тіла трутовика справжнього, трутовика плоского, трутовика лакованого, печериці двоспорової, білого гриба, блідої поганки. Зафіксовані у формаліні плодові тіла грибів роду дощовик, сухий матеріал – плодові тіла земляних зірочок, дощовика несправжнього, кукурудзяної сажки, пшеничної сажки, сажки твердої). Зафіксовані в формаліні листя барбарису з ецидіями і пікнідами, стебла і листя пшениці, уражені іржею (уредо- і телейтоспороношення); органи соняшника, уражені іржею, органи ялівцю, уражені іржею; гербарій барбарису і пшениці, уражених іржею. Постійні препарати зрізу через листок барбарису, уредо- і телейтоспор іржі пшениці.

Систематичне положення досліджуваних об'єктів:

Царство гриби – Mycota

Відділ базидіомікотові гриби – Basidiomycota

Клас базидіоміцети – Agaricomycetes

Порядок поліпорові – Polyporales

Родина поліпорові – Polyporaceae

1. Трутовик справжній – *Fomes fomentarius*
2. Трутовик плоский – *Ganoderma applanatum*
3. Трутовик лакований – *Ganoderma lucidum*

- Порядок агарикальні – Agaricales
Родина агарикові – Agaricaceae
4. Печериця двоспорова – *Agaricus bisporus*
Порядок агарикальні – Agaricales
Родина мухоморові – Amanitaceae
5. Мухомор червоний – *Amanita muscaria*
Порядок болетальні – Boletales
Родина болетові – Boletaceae
6. Білий гриб – *Boletus edulis*
Група порядків гастероміцети – Gasteromycetiidae
Порядок дощовикові – Lycoperdales
7. Дощовик шипастий – *Lycoperdon perlatum*
8. Земляні зірочки – *Geastrum* sp.
Порядок веселкові – Phallales
9. Веселка звичайна – *Phallus impudicus*
Клас екзобазидіоміцети – Exobasidiomycetes
Порядок сажкові – Tilletiaceae
11. Сажка пшенична, або сажка тверда – *Tilletia tritici*
Клас устоміцети – Ustilaginomycetes
Порядок устальні – Ustilaginales
12. Летюча сажка – *Ustilago tritici*
13. Сажка ячмінна – *U. nuda*
14. Сажка кукурудзяна – *U. maydis*
Клас уредініоміцети – Pucciniomycetes
Порядок іржасті – Puccinales
15. Пукцинія злакова – *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*
16. Пукцинія соняшникова – *P. helianthi*
17. Іржа ялівцю – *Gymnosporidium sabini*

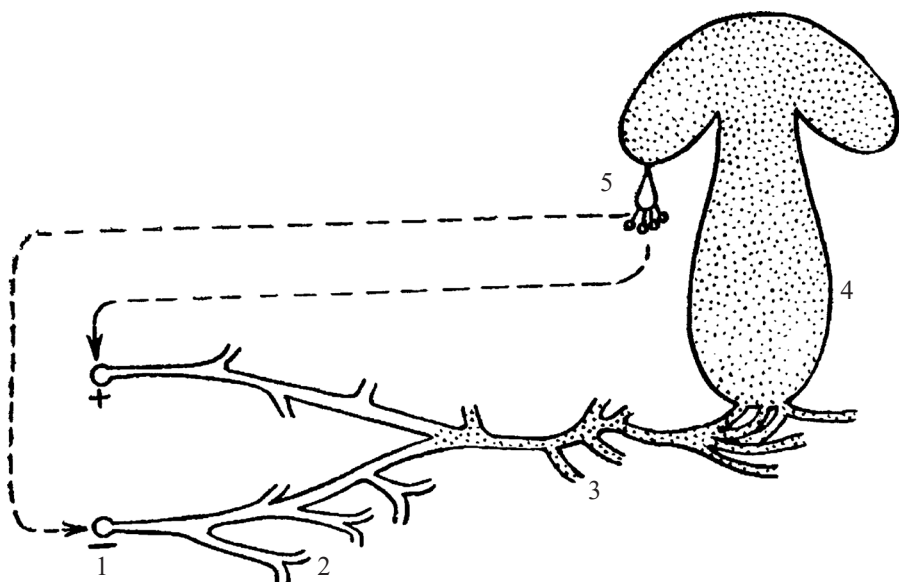


Рис. 43. Цикл розвитку шарпинкового гриба: 1 – базидіоспори, 2 – гаплоїдний міцелій, 3 – дикаріонтичний міцелій, 4 – плодове тіло із дикаріонтичного міцелію, 5 – базидія з базидіоспорами

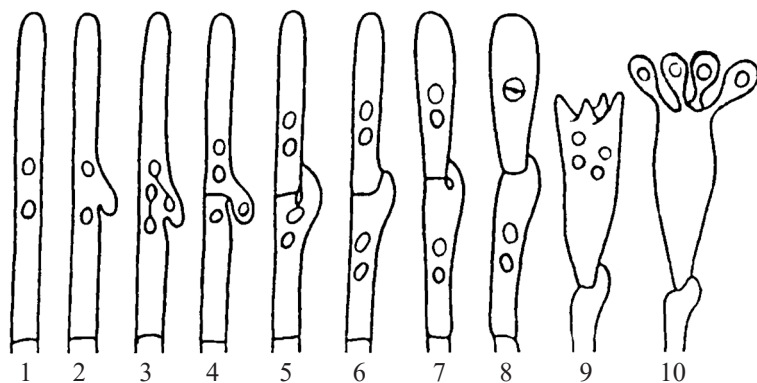


Рис. 44. Схема розвитку базидії та базидіоспори (1 – двоядерна клітина дикаріотичної гіфи, 2 – початок формування пряжки, 3 – поділ ядер дикаріону, 4 – поділ клітини, 5 – 7 – відновлення двоядерності клітини за рахунок переходу ядра через пряжку, 8, 9 – поділ ядра та формування базидії, 10 – перехід базидіоспор в стеригму на верхівці базидії

Хід роботи:

1. Розглянути і зарисувати зовнішній вигляд плодового тіла трутовика справжнього, визначити його вік (рис. 45).
2. Розглянути будову плодового тіла трутовика плоского і трутовика лакованого, зарисувати їх зовнішній вигляд.

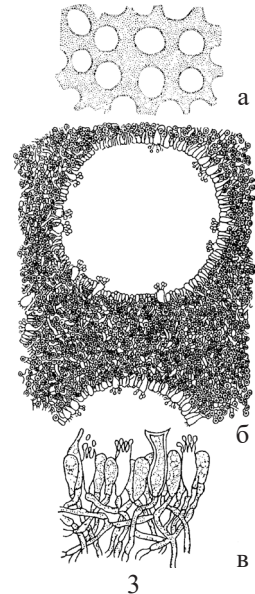
Рис. 45. Будова плодового тіла трутовика справжнього *Fomes fomentarius*: 1 – плодове тіло (за <https://images.fineartamerica.com/>), 2 – поперечний розріз плодового тіла (за <https://c8.alamy.com/>), 3 – трубчастий гіменофор: а – при малому збільшенні, б – при великому збільшенні, в – гіменій з цистідами



1



2



а

б

в

3. Розглянути плодові тіла шапінкових грибів: печериці двоспорової та червоного мухомору, зарисувати зовнішній вигляд. На рисунку позначити ніжку, шапінку, пластинчастий гіменофор, загальне та часткове покривало (рис. 46). Зробити поперечний розріз пластинчастого гіменофора. Розглянути на тимчасовому або постійному препараті будову гіменіального шару. На рисунку позначити базидії і базидіоспори, псевдопарафізи і цистиди гіменіального шару, субгіменіальний шар і траму (рис. 47).
4. Розглянути і зарисувати зовнішній вигляд плодового тіла білого гриба. На рисунку позначити ніжку, шапінку, трубчастий гіменофор. Зробити зріз трубчастого гіменофора цього гриба. На рисунку позначити ті ж елементи, що і на пластинчастому гіменофорі.

5. Розглянути плодове тіло дощовика шипастого або іншого близького виду, які є в колекції кафедри ботаніки. Зарисувати зовнішній вигляд і розріз плодового тіла. Позначити перидій, траму, спори (рис. 48)



1



2

А



1



2

Б

Рис. 46. Розвиток плодового тіла з частковим покривалом (А):

1 – молоде плодове тіло з частковим покривалом (за <https://images.prom.ua/>),
2 – зріле плодове тіло з залишком часткового покривала (за <https://picturemushroom.com/>);
та загальним та частковим покривалом (Б):

1 – молоде плодове тіло з загальним покривалом (за <https://gallowaywildfoods.com/>),
2 – зріле плодове тіло (<https://upload.wikimedia.org/>):
а, б – залишки загального покривала,
в – залишки часткового покривала

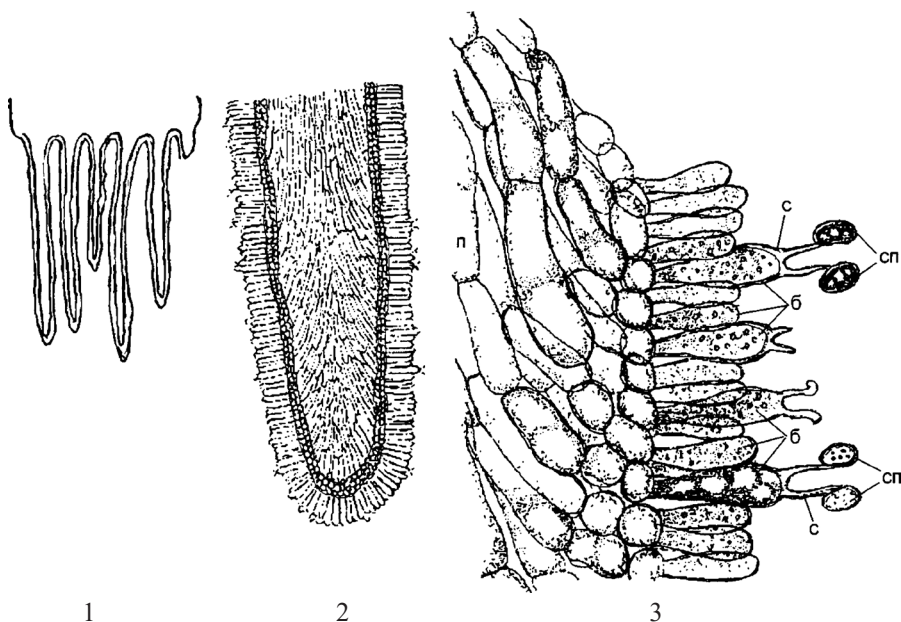


Рис. 47. Будова пластинчастого гіменофора *Agaricus bisporus*:
1, 2 – розріз гіменофора,
3 – гіменіальний шар (б – базидії, с – стеригми, сп – спори)

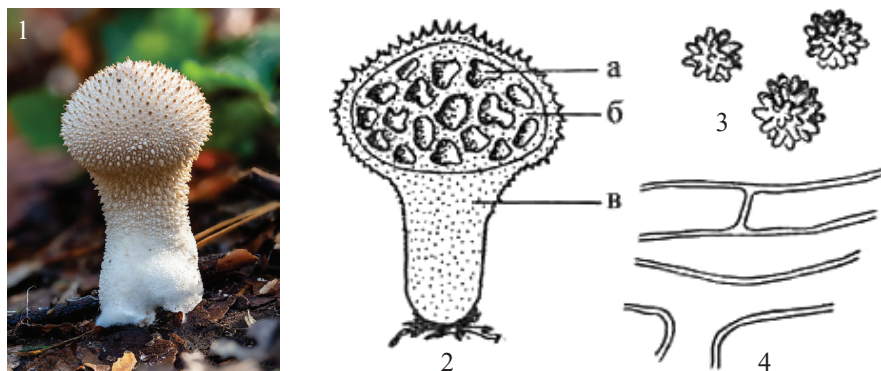


Рис. 48. Будова плодового тіла гастероміцета *Lycoperdon perlatum* (за <https://upload.wikimedia.org/>): 1 – загальний вигляд (а – шип екзоперидію, б – ендоперидій, в – несправжня ніжка),
2 – розріз плодового тіла (а – камери, б – трама, в – неплідний стовпчик), 3 – базидіоспори, 4 – капіліцій

6. Розглянути, вивчити і зарисувати зовнішній вигляд плодового тіла земляної зірочки. Позначити екзоперидій, глебу, одягнену ендоперидієм, перистому (рис. 49).



Рис. 49. Земляна зірочка (*Geastrum*) (за <https://live.staticflickr.com/>):

1 – екзоперидій,
2 – глеба, одягнена ендоперидієм,
3 – перистома

7. Розглянути макропрепарат, вивчити і зарисувати зовнішній вигляд і розріз через плодове тіло веселки звичайної в стадії яйця і зріле плодове тіло. Позначити перидій, рецептакул, стільниковоподібну шапинку з глебою, коренеподібний тяж міцелія (рис. 50).

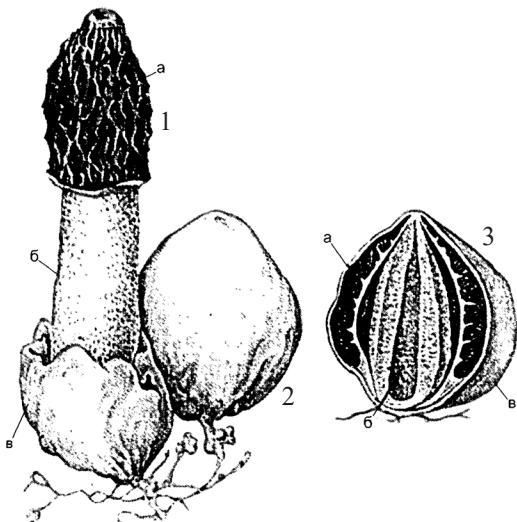


Рис. 50. Веселка звичайна *Phallus impudicus* (за <https://st2.depositphotos.com/>): 1 – зріле плодове тіло,

2 – молоде плодове тіло в стадії «яйця», 3 – розріз плодового тіла,
а – спороносна глеба, б – рецептакул, в – перидій

8. Розглянути і зарисувати зовнішній вигляд колоса пшениці, ураженого пшеничною та летючою сажкою. Приготувати тимчасові водні препарати. Розглянути під мікроскопом при малому і великому збільшенні, зарисувати загальний вигляд устоспор (рис. 51).

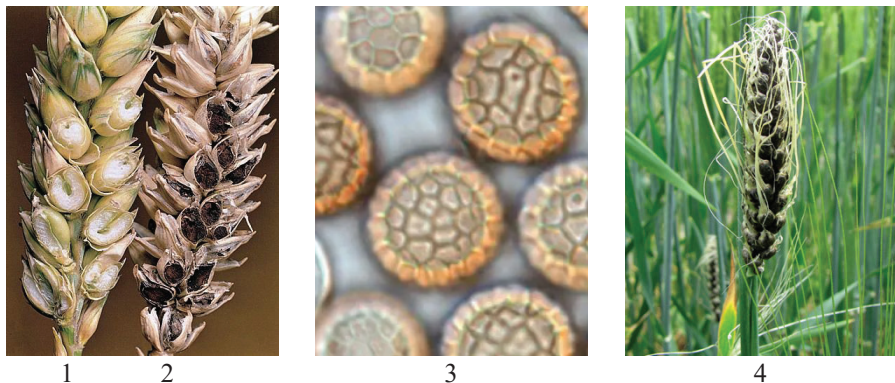


Рис. 51. 1 – Колос пшениці здоровий, 2 – уражений твердою сажкою пшениці (*Tilletia tritici*) (за <https://www.agrolink.com.br/>), 3 – устоспора твердої пшеничної сажки (за <https://img.ua/>), 4 – колос пшениці, уражений летючою сажкою (*Ustilago tritici*) (<https://www.crop.bayer.com.au/>)

9. Розглянути і зарисувати зовнішній вигляд качана кукурудзи, ураженого кукурудзяною сажкою (рис. 52). Приготувати тимчасовий водний препарат теліоспор, розглянути під мікроскопом при малому і великому збільшенні, зарисувати їх зовнішній вигляд. З'ясувати цикл розвитку кукурудзяної сажки



Рис. 52. Качан кукурудзи уражений кукурудзяною сажкою (*Ustilago maydis*) (за <https://c8.alamy.com/>)

10. Розглянути, вивчити і зарисувати уражені органи вищих рослин, а також спороношення збудника пукцинії злакової.

- а) розглянути на гербарному і фіксованому в формаліні матеріалі, вивчити і зарисувати зовнішній вигляд органів барбарису, уражених пукцинією злаковою. Позначити еції, пікнії (*рис. 53*);
- б) розглянути постійний препарат зрізу через листок барбарису, вивчити і зарисувати. Позначити пікнії з пікноспорами, ецій, ецидіоспори, перидій;
- в) розглянути на гербарному і фіксованому в формаліні матеріалі, вивчити і зарисувати зовнішній вигляд органів пшениці з уредо- і телейтопустулами;
- г) розглянути постійні препарати уредо- і телейтоспор, вивчити їх зовнішній вигляд і зарисувати;
- д) схематично зарисувати базидії з базидіоспорами. Показати стрілками послідовність спороношень пукцинії злакової і відмітити ядерний стан спороношень (*рис. 54*).

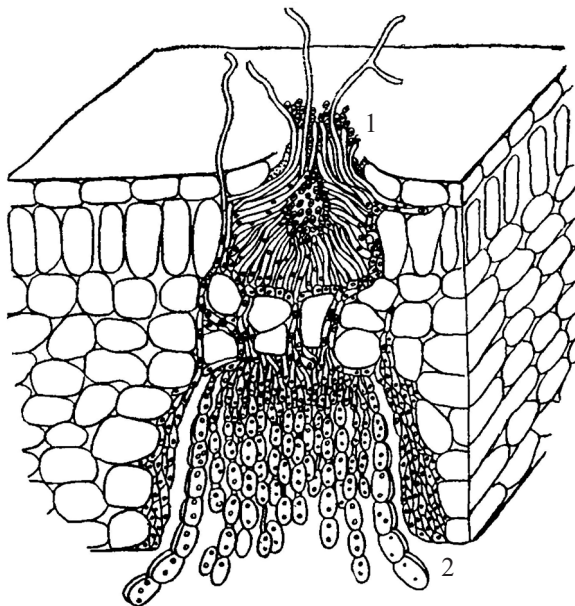


Рис. 53. Пікнії (1) і еції (2) на барбарисі

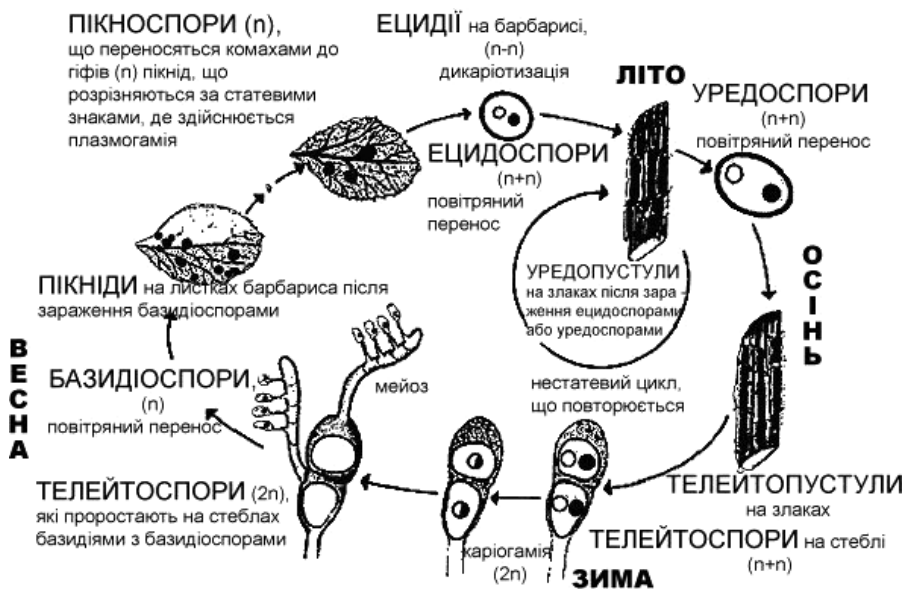


Рис. 54. Цикл розвитку *Puccinia graminis*

11. Розглянути зафіксований в формаліні матеріал, вивчити і зарисувати зовнішній вигляд органів соняшника, уражених пукцинією.
12. Розглянути зафіксований в формаліні матеріал, вивчити і зарисувати зовнішній вигляд органів ялівцю, уражених іржею.

Контрольні запитання

1. Тип статевого процесу у базидіальних грибів. Розвиток базидії.
2. Систематика базидіомікот.
3. Типи плодових тіл і гіменофорів у базидіальних грибів.
4. Особливості будови гіменіального шару базидіомікот.
5. Типи базидій і їх будова.
6. Характерні особливості групи порядків гіменоміцетів.
7. Морфологічні відмінності їстівних грибів із роду *Agaricus* і смертельно отруйних грибів із роду *Amanita*.
8. Значення гіменоміцетів у природі і господарській діяльності людини.
9. Які із гіменоміцетів можуть вважатись морфологічно найбільш високоорганізованими?
10. Особливості будови плодового тіла гастероміцетів.
11. Типи розміщення спороносного шару в глебі.
12. Екологічні групи гастероміцетів.
13. Які дві групи гастероміцетів виділяють за способом розкривання глеби?
14. Чи мають гастероміцети практичне значення?
15. Три основних біологічних типа сажкових грибів, які паразитують на злаках.
16. Цикл розвитку твердої, або пшеничної сажки.
17. Способи ураження сажкою і шляхи боротьби з нею.
18. Значення сажкових грибів в практичній діяльності людини.
19. Цикл розвитку пукцинії злакової.
20. Пристосування іржастих грибів до паразитичного способу життя.
21. Спороношення пукцинії злакової і їх ядерний стан.
22. Чому іржасті гриби отримали таку назву?
23. Практичне значення іржастих грибів.
24. Способи ураження іржастими грибами.
25. Способи боротьби з іржастими грибами.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Якубенко Б. Є. Ботаніка. Підручник / Б. Є. Якубенко, І. М. Алейников, С. І. Шабарова та ін. К.: Вид-во Ліра-К, 2022. 436 с.
2. Якубенко Б. Є. Ботаніка з основами гідроботаніки (водні рослини України). Підручник / Б. Є. Якубенко, П. М. Царенко, І. М. Алейников та ін. К.: Ліра-К, 2021. 542 с.
3. Костіков І. Ю., Джаган В. В., Демченко Е. М. та ін. Ботаніка. Водорості та гриби. Навчальний посібник, 2-ге видання, переробл. К.: Арістей, 2006. 476 с.
4. Леонтьєв Д. В., Акулов О. Ю. Загальна мікологія: Підручник для вищих навчальних закладів. Харків: Вид. група «Основа», 2007. 228 с.

Додаткова

1. Догадіна Т. В., Комариста В. П., Горбулін О. С. та ін. Загальна і експериментальна альгологія. Харків, 2013. 148 с.
2. Баканова Н. В., Ванзар О. М. Мікологія : навч. посіб. Чернів. нац. ун-т ім. Юрія Федьковича. Чернівці: Рута, 2011. 91 с.
3. Барінова С. С., Білоус О. П., Царенко П. М. Альгоіндикація водних об'єктів України: методи і перспективи. Хайфа, Київ, 2020. 367 с.
4. Бойко М. Ф. Ботаніка. Водорості та мохоподібні. К.: Ліра-К, 2020. 272 с.
5. Гроховська Ю. Р. Ходосовцев О. Є., Пилипенко Ю. В. та ін. Гідроботаніка. Навч. посібник. Херсон: Олді+, 2014. 376 с.

Навчальне видання

БОТАНІКА
Змістовий модуль
«СИСТЕМАТИКА НИЖЧИХ
СПОРОВИХ РОСЛИН»

методичні рекомендації до лабораторних робіт
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
за спеціальностями 091 Біологія та біохімія та
206 Садово-паркове господарство

Укладачі:
Ткаченко Федір Петрович
Назарчук Юлія Сергіївна
Герасимюк Валерій Петрович

В авторській редакції

Підписано до друку 18.10.2024. Формат 60х90/16
Обсяг 4,07 ум. друк. арк. Наклад 100 прим.
Зам. № 24/035

Видавець і виготовлювач С.Л. Назарчук
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 7024 від 23.12.2019
65009, Одеса, Фонтанська дорога, 10
Тел.: 050 905 23 77
E-mail: selen_odessa@ukr.net