МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

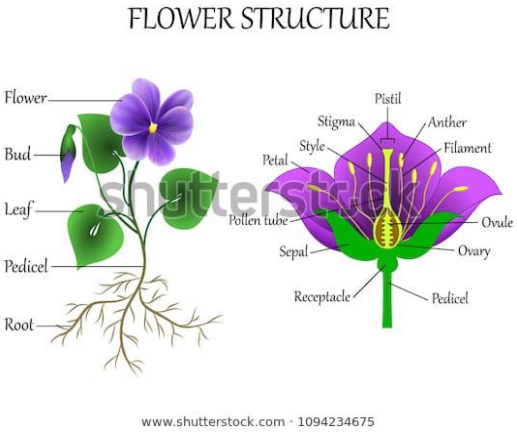
Факультет плодоовочівництва, екології та захист рослин

Кафедра біології

Мамчур Т.В., Парубок М.І.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ «БОТАНІКА. СИСТЕМАТИКА РОСЛИН»

(для студентів освітнього рівня перший «бакалавр» за спеціальністю 206 Садово-паркове господарство)



УМАНЬ – 2022

УДК 581.4(07)
М22

Методичні рекомендації розроблено на основі робочого навчального плану дисципліни «Ботаніка. Систематика рослин» для студентів денної форми навчання освітнього рівня перший «бакалавр» за спеціальністю 206 Садово-паркове господарство.

Рецензент: кандидат біологічних наук, доцент
кафедри біології та методики її навчання Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини **Г.А. Чорна**

Методичні рекомендації розглянуто та затверджено на засіданні
кафедри біології (протокол № 2 від 29 серпня 2022 р.)

Схвалено до видання науково-методичною комісією
факультету плодоовочівництва, екології та захисту рослин УНУС
(протокол № 1 від 31 серпня 2022 р.).

Мамчур Т.В., Парубок М.І. Методичні рекомендації до виконання лабораторних занять «Ботаніка. Систематика рослин» (для студентів освітнього рівня перший «бакалавр» за спеціальністю 206 Садово-паркове господарство). Умань: УНУС. 2022. 124 с.

Опрацювавши матеріал рекомендованих підручників та методичної розробки, студенти повинні:

– досконало знати морфологічну будову нижчих, вищих спорових та насінних рослин, їх цикл розвитку, представників та використання;

– уміло володіти теоретичним матеріалом (аналізувати, узагальнювати, робити висновки);

– уміти збирати, гербаризувати та компонувати гербарний матеріал;

– виготовити гербарій у відповідності з вимогами та здати викладачу після закінчення лабораторних занять.

©Умань: Уманський НУС
©Мамчур Т.В.
© Парубок М.І.

ЗМІСТ

		ст.
Вступ……...		4
Тема 1.	Нижчі рослини**.** Царство дроб'янки (Schizophyta). Відділ ціанобактерії (Cyanophyta). Водорості (Algae): відділ золотисті (Chrysophyta), жовто-зелені (Xantophyta), діатомові (Diatomophyta= Bacillariophyta), пірофітові (Pyrrophyta), криптофітові (Cryptohpyta), евгленофітові (Euglenophyta) зелені (Chlorophyta), харові (Charophyta), червоні (Rhodophyta) та бурі водорості (Phaeophyta)…….	5
Тема 2,3.	Царство гриби (Mycota). Відділ Хітрідіомікотові (Chytridiomycota), оомікотові (Oomycota), зигомікотові (Zygomycota), аскомікотові (Ascomycota)……..	16
Тема 4.	Царство гриби (Mycota). Відділ базидіомікотові (Basidiomycota), дейтероміцети (незавершені, анаморфні) (Deuteromycetes)…….	32
Тема 5.	Відділ Ліхенізовані гриби або лишайники (Lichenes)……...	422
Тема 6.	Вищі спорові рослини. Відділ мохоподібні (Bryophyta)……...	45
Тема 7.	Вищі спорові рослини. Відділ плауноподібні (Lycopodiophyta), хвощеподібні (Equisetophyta), папоротеподібні (Pteridophyta)….	52
Тема 8.	Вищі насінні рослини. Відділ голонасінні (Gymnosperms)…….	64
Тема 9-10.	Вищі насінні рослини. Відділ покритонасінні або квіткові рослини (Angiosperms=Magnoliophyta)……..	73
Тема 11-23.	Морфологічний опис дводольних та однодольних рослин, їх визначення……..	86
Тема 24.	Характеристика опису установ для збереження популяцій видів родин покритонасінних…….	90
Список видів рослин, що підлягають особливій охороні на всій території України…….		91
Правила та вимови ботанічної латинської термінології…….....		93
Тлумачний словник…….....		98
Список використаних джерел……		104
Додаткки…..…….		106

ВСТУП

Методичні рекомендації розроблено на основі навчальної програми, погодженої з інститутом інноваційних технологій змісту освіти Міністерства освіти і науки України та затверджено науково-методичною комісією факультету плодоовочівництва, екології та захисту рослин зі спеціальності 091 «Біологія».

Ботаніка в аграрних вузах – одна із фундаментальних дисциплін, оскільки є основою для вивчення спеціальних предметів: рослинництва, луківництва, селекції, генетики, насінництва, фітопатології, токсикології, лісівництва, фітоценології, екології тощо.

Глибоке та всебічне вивчення особливостей будови, різноманітності, географічного поширення, біологічних та господарських властивостей, циклу розвитку, життєдіяльності, еколого-ценотичних особливостей рослин – необхідна умова підготовки висококваліфікованих спеціалістів сільськогосподарського виробництва.

Систематика рослин – розділ ботаніки, що займається вивченням питань опису та визначення існуючих і викопних рослинних організмів земної кулі (флористична систематика), еволюційного розвитку, таксономічних зв'язків, побудови класифікаційних систем (філогенетична ботаніка), інтродукції та акліматизації рослин інших кліматичних зон, охорони і збереження генофонду рослинного світу.

В області систематики рослин працювали видатні вчені: К. Лінней, А. Жюссьє, А.А. Гроссгейм, М.І. Вавілов, А.І. Кузнецов, А.Л. Тахтаджян та ін.

У формуванні спеціаліста чинне місце посідає практична підготовка майбутніх фахівців. Методичні вказівки для лабораторних занять із систематики рослин призначені для забезпечення максимальної активізації самостійної роботи студентів при вивченні запропонованих об’єктів. При написанні методичних вказівок значне місце відводилось принципам порівняльного аналізу та філогенетичним зв’язкам таксономічних одиниць різного рангу, визначенню місця об'єкта в класифікаційній системі, вивченню біології та особливостей розвитку представників різних систематичних груп рослин в межах виділених за програмою годин.

Методичними вказівками передбачено максимальну самостійність студентів при виконанні лабораторних робіт, застосування технічних засобів навчання, унаочнення (постійні та тимчасові препарати, фіксований матеріал, гербарні зразки, живі об’єкти).

За самостійною роботою студентів здійснюється систематичний тестовий контроль із застосуванням кредитно-модульно-рейтингової системи, здійснити збір систематичного гербарію місцевої флори та флори м.Умань.

Студент повинен бути компетентним у особливостях будови об’єктів, циклах їх розвитку, місця їх в класифікаційній системі.

Також вміти працювати з мікроскопом, з природними та фіксованими зразками рослин, описувати їх, аналізувати, порівнювати та узагальнювати вивчений матеріал.

ТЕМА 1. НИЖЧІ РОСЛИНИ (THALLOBIONTA). ВОДОРОСТІ (ALGAE).

Підцарство:	**Талофіти доядерні** (Thallobionta procariota).
Відділ:	**Ціанобактерії** (Cyanophyta).
Клас:	**Хроококові** (Chroococcophyceae)
Об'єкт:	**Хроокок** *(Chroococcus)*
Клас:	**Гормогонієві** (Hormogoneophyceae)
Об'єкти:	**Носток** *(Nostoc),* **осциляторія** *(Oscillatoria)*
Підцарство:	**Талофіти ядерні** (Thallobionta eucariota).
Відділ:	**Діатомові водорості** (Diatomophyta=Bacillariophyta).
Клас:	**Пенатні** (Pennatophyceae)
Об'єкт:	**Пінулярія** *(Pinnularia)*.
Відділ:	**Жовто-зелені водорості** (Xanthophyta).
Об'єкт:	**Вошерія** *(Vaucheria*).
Відділ:	**Зелені водорості** (Chlorophyta).
Клас:	**Сифонові (Siphonophyceae)**
Порядок:	**Сифонокладієві (Siphonocladales)**
Об'єкт:	**Кладофора** *(Chladophora)*
Клас:	**Кон'югати** (Conyugatophyceae)
Порядок:	**Зигнемові** (Zygnematales)
Об'єкт:	**Спірогіра** *(Spirogyra)*
Відділ:	**Харові водорості** (Charophyta).
Об'єкт:	**Хара** *(Chara).*
Відділ:	**Бурі водорості** (Phaeophyta).
Клас:	**Феозооспорові** (Phaeozoosporophyceae)
Порядок:	**Ламінарієві** (Laminariales)
Об'єкт:	**Ламінарія** *(Laminaria)*
Клас:	**Циклоспорові** (Ciclosporophyceae)
Порядок:	**Фукусові** (Fucales)
Об'єкт:	**Фукус** *(Fucus)*

ЗАВДАННЯ:

1. Розглянути під мікроскопом та вивчити особливості будови і розмноження ціанобактерій, відмітивши: а) особливості будови осцилятори, вказавши на забарвлення хроматоплазми і центроплазми; б) загальний вигляд ностоку, відмітивши гормогонії і гетероцисти.

2. Розглянути під мікроскопом та вивчити особливості будови і розмноження діатомових водоростей, відмітивши: а) загальний вигляд пінулярії, епітеку, гіпотеку, оболонку, цитоплазму, ядро, хроматофори; б) утворення ауксоспор.

3. Розглянути під мікроскопом та вивчити особливості будови жовто-зелених водоростей, відмітивши: а) загальний вигляд вошерії, нестатеве та статеве розмноження.

4. Розглянути під мікроскопом та вивчити особливості будови і розмноження зелених водоростей, відмітивши: а) загальний вигляд, будову та ізогамний статевий процес у кладофори; б) загальний вигляд та внутрішню будову спірогіри, кон'югацію.

5. Розглянути під мікроскопом та вивчити особливості будови харових водоростей, відмітивши: а) загальний вигляд хари, антеридій і оогоній.

6. Розглянути гербарні зразки та вивчити особливості будови бурих водоростей, відмітивши: а) загальний вигляд ламінарії, фукуса, антеридій і оогоній. Їх використання.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

Водорості *(Algae)* – велика група нижчих рослин від одноклітинних мікроскопічно малих до багатоклітинних гігантів довжиною більше 100 м. Водорості переважно водні рослини, але можуть жити в ґрунті, на корі дерев, на снігу. Тіло водоростей називається

таломом (слань). Вони поділяються на три групи: *фітопланктонні* (не прикріплюються до субстрату), *фітобентосні* (прикріплюються до субстрату) і *перифітонні* (водорості обростання). Поглинання поживних речовин здійснюється всією поверхнею тіла, ризоїди служать лише для прикріплення. За способом живлення водорості – автотрофні організми, але частині видів властиве міксотрофне живлення.

Відділ Ціанобактерії *(Cyanophyta).* Відомо 1500 видів, поширених переважно у прісних водоймах та ґрунті, зустрічаються на корі дерев, у гарячих джерелах. Вони відносяться до групи прокаріотів. Життєві форми ціанобактерій – одноклітинні, колоніальні, нитчасті. Клітина зовні вкрита целюлозною оболонкою, яка має здатність ослизнюватись. Цитоплазма ділиться на дві частини: хроматоплазму і центроплазму. Хроматоплазма містить пігменти хлорофіл, фікоціан, каротин та ксантофіл і виконує асимілюючу функцію. Центроплазма містить ядерну речовину, позбавлена пігментів і виконує функцію ядра. Живлення міксотрофне. Розмноження лише вегетативне. Одноклітинні форми розмножуються шляхом поділу вмісту клітини на дві частини, а нитчасті – шляхом поділу тіла на окремі частини – гормогонії. При утворенні гормогоніїв у деяких ціанобактерій виникають великі мертві клітини – гетероцисти. На місці утворення гетероцисти нитка ціанобактерії розривається. Основні представники: хроокок, осциляторія, носток, анабена, рівулярія (рис. 1.)

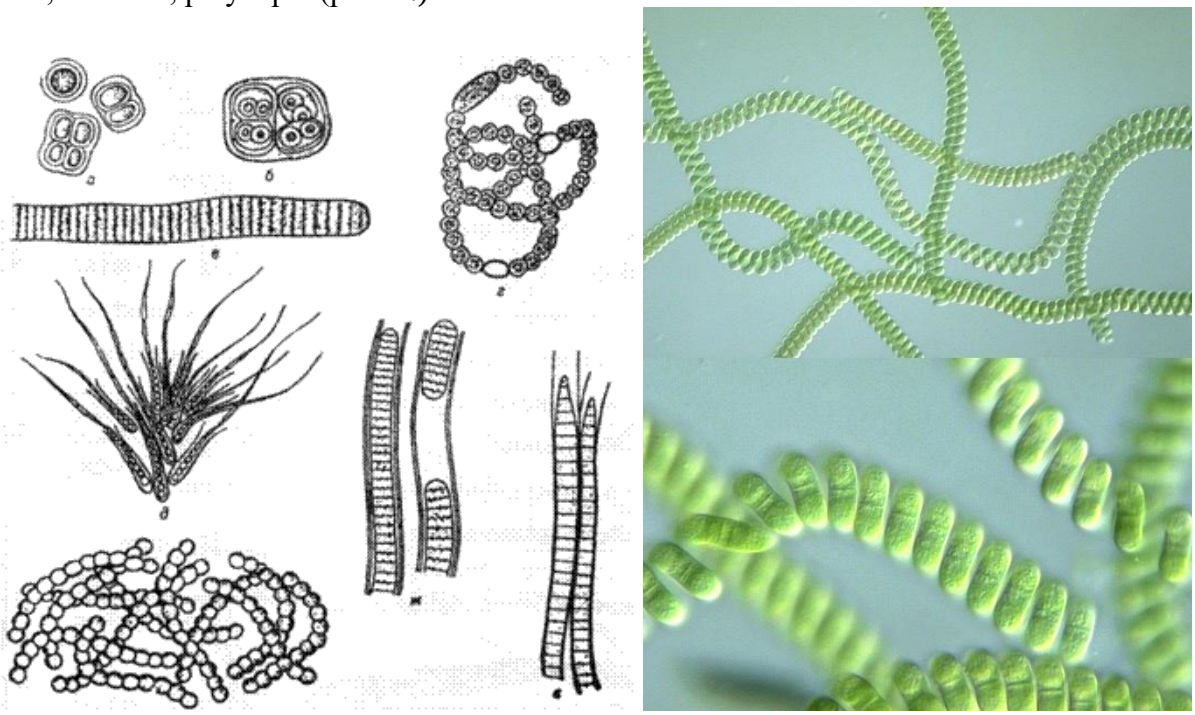


Рис. 1. Ціанобактерії *(Cyanophyta):* а – хроокок *(Chroococcus);* б – глеокапса *(Gleocapsa);* в – осциляторія *(Oscillatoria);* г – анабена *(Anabaena)* з гетероцистами і спочиваючою спорою; д – рівулярія *(Rivularia);* е – носток *(Nostoc),* частина колонії; є – формідій *(Phormidium);* ж – лінгбія *(Lyngbya)* з гормогоніями (ліворуч). Представник (*Arthrospira*) під мікроскопом (праворуч).

Носток *(Nostoc).* Розглянути під мікроскопом готовий препарат. При великому збільшенні видно кулясті клітини, зібрані в нитку. В живих клітинах відмітити хроматоплазму і центроплазму. Знайти гетероцисти.

Осциляторіи *(Oscillatoria).* Розглянути тимчасовий препарат. При великому збільшенні мікроскопа видно нитки, що складаються з циліндричних клітин, верхівкова клітина заокруглена. Можна побачити коливальний рух ниток ціанобактерії, зумовлений одностороннім виділенням слизу. Під час розмноження утворюються гормогонії, але гетероцисти відсутні.

До роду ***Arthrospira*** входять види *A. platensis та A. maxima*), під назвою «спіруліна», є промислово цінними об'єктами, введені в активну культуру і їхню біомасу використовуються

в різних галузях народного господарства (легка, харчова та медична промисловості). Їх культивують по всьому світі, використовують як харчову добавку і самостійний продукт, який доступний увигляді таблеток, хлопя і порошку. Також є в якості кормової добавки для риб і галузі птахівництва. Для водорості характерний високий вміст протеїну хорошої якості (до 70% в сухій речовині). Перетравлюваність протеїну задовільна.

Це одноклітинна водорость, приблизно в 100 раз більша, ніж хлорела (Clorella), досягає 250-500 мкм, спіральної форми, росте в деяких прісноводних озерах Африки (Чад, Ефіопія, Кенія). У Чаді здавна люди використовують цю водорость в їжу; збирають примітивним способом і сушать на сонці. Фотосинтетичні пігменти: хлорофіл, фікоціан, фікоеритрин. Природне середовище їх проживання багате бікарбонатом натрію. Потреба цієї водорості в інших мінеральних речовинах подібна з потребою у вищих рослин. Оптимальна температура для росту і розмноження складає 30-35°С.

Відділ Діатомові водорості *(Diatomophyta=Bacillariophyta)* або кремнисті відносять у групу еукаріотів. Відділ ділиться на два класи пеннатні (Pennatophyceae) та центричні (Centrophyceae). Життєві форми: одноклітинні, колоніальні. Характерні пігменти: хлорофіл, діатомін і фукоксантин. Клітина має внутрішню пектинову оболонку і зовні покрита панцирем, утвореним солями кремнію. У деяких центричних стулка має трикутну або багатокутну стулку. Панцир складається з двох половинок (стулок або тек), що накладаються одна на одну. Більша стулка – епітека, менша – гіпотека. Положення, коли діатомова водорість розглядається з кришки або денця, називається видом зі стулки, а положення збоку – видом з пояска. В області пояска утворюється шов і, якщо він не заростає, водорість має здатність рухатися в результаті тертя цитоплазми об воду. Типовим представником діатомових є **пінулярія** *(Pinnularia)* – одноклітинна водорість, широко розповсюджена у прісних водоймах (рис. 2.).

З пояска пінулярія має вигляд прямокутника, а зі стулки – витягнутого еліпса. По краях стулок видно паралельні реберця, що утворюються в результаті нерівномірного відкладання кремнію. По середній лінії є три вузлики і 8-подібний шов, за рахунок якого цитоплазма зв'язана із зовнішнім середовищем і здійснюється рух водорості. Під панциром знаходяться оболонка, цитоплазма, ядро, два хроматофори і дві вакуолі. Розмноження – вегетативне і статеве (зигогамія).

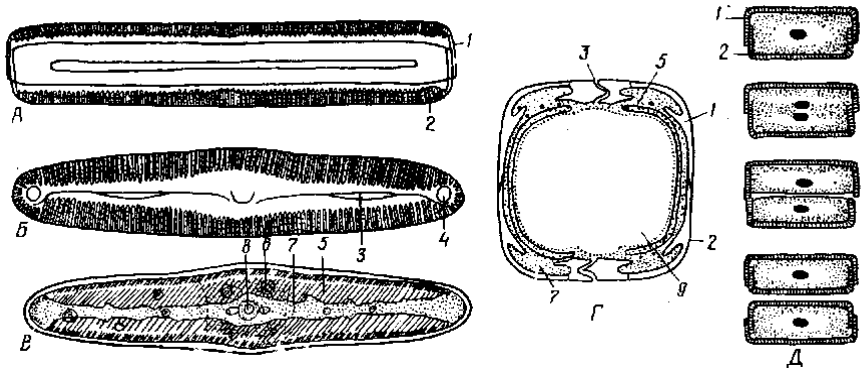


Рис. 2. Діатомова водорість пінулярія *(Pinnularia viridis):* а – вигляд з боку пояска; б – вигляд з боку стулки; в – поздовжній зріз; г – поперечний зріз; д – вегетативне розмноження; 1 – епітека; 2 – гіпотека; 3 – шов; 4 – вузлик; 5 – хроматофор; 6 – піреноїди; 7 – цитоплазма; 8 – ядро; 9 – вакуоля; 10 – реберця.

Живуть діатомові водорості в прісних і солоних водоймах, нагромаджуючись на дні. До субстрату не прикріплюються. Крім пінулярії до діатомових водоростей відносяться сінедра, меридіон, діатома, табелярія, плевросигма, навікула (рис. 3.).

Розмножуються діатомові водорості вегетативно – діленням клітини на дві частини по довгій стороні. В результаті вегетативного розмноження клітини зменшуються, оскільки дочірна клітина може добудувати лише гіпотеку, а отримана в спадок стулка панцира завжди є епітекою. Діатомовим водоростям характерний статевий процес – *зигогамія.*

При цьому дві дрібні клітини зближуються, стулки панцира розкриваються, відбувається редукційний поділ ядер обох клітин. Із чотирьох гаплоїдних гетероталічних ядер, утворених в результаті мейозу, три в кожній клітині дегенерують, а залишаються по одному (+ в одній клітині, – в другій). Відбувається злиття вмісту двох клітин з утворенням зиготи. Зигота перетворюється в спору росту (ауксоспору), відновлює розміри клітини і водорість вступає у новий цикл розвитку (рис. 4.) та цикл розвитку на прикладі (*Lithodesmium* sp.) (рис. 4, а).

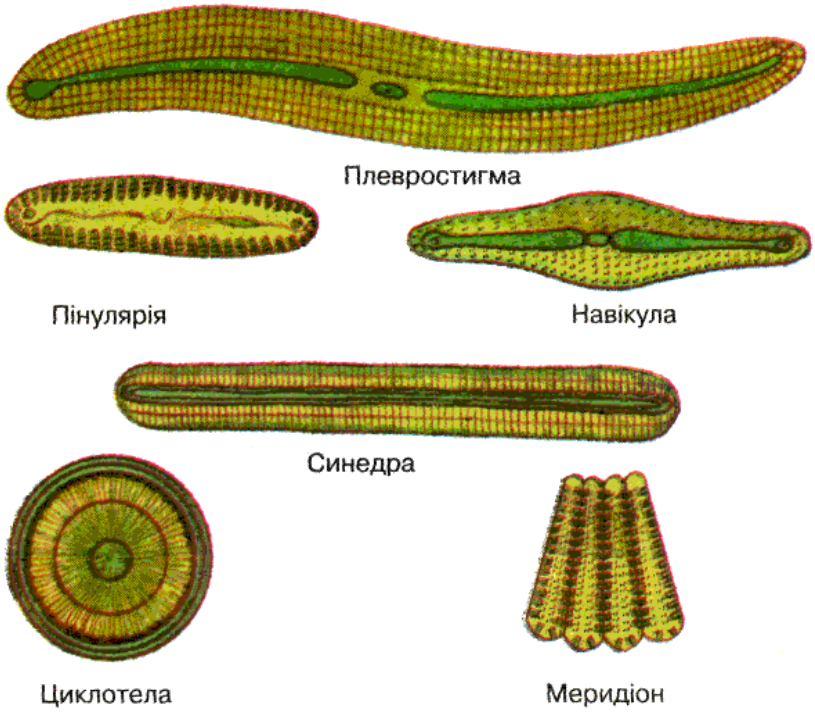


Рис. 3. Представники діатомових водоростей *(Diatomea): пенатні–* плевросигма *(Pleurosygma),* пінулярія *(Pinularia),* навікула *(Navicula),); с*инедра *(Synedra), центричні* – циклотела *(Cyclotella*меридіон *(Meridion).*

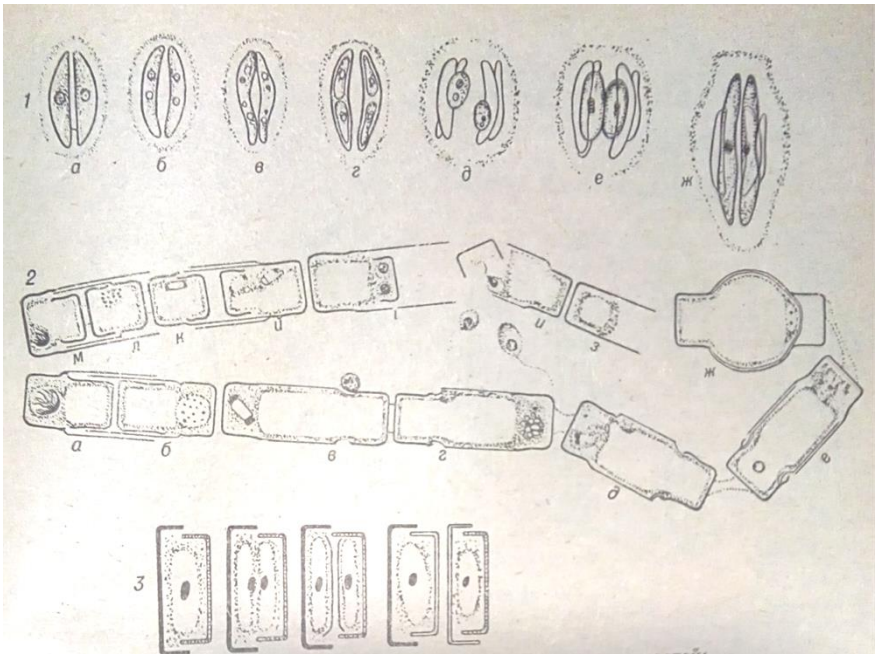


Рис. 4. Розмноження діатомових водоростей *(Diatomophyta):* 1 – схема статевого процесу у цимбели *(Cymbella):* а – дві зближені клітини; б, в – редукційний поділ ядер; г, д – утворення гамет і утворення зигот; е, ж – ауксоспори. 2 – схема статевого процесу у мелозіри *(Melosira):* а-ж – редукційний поділ у жіночій клітині, запліднення і розвиток ауксоспори; м-і – розвиток і вихід сперматозоїдів; 3 – вегетативний поділ клітини у пінулярії.

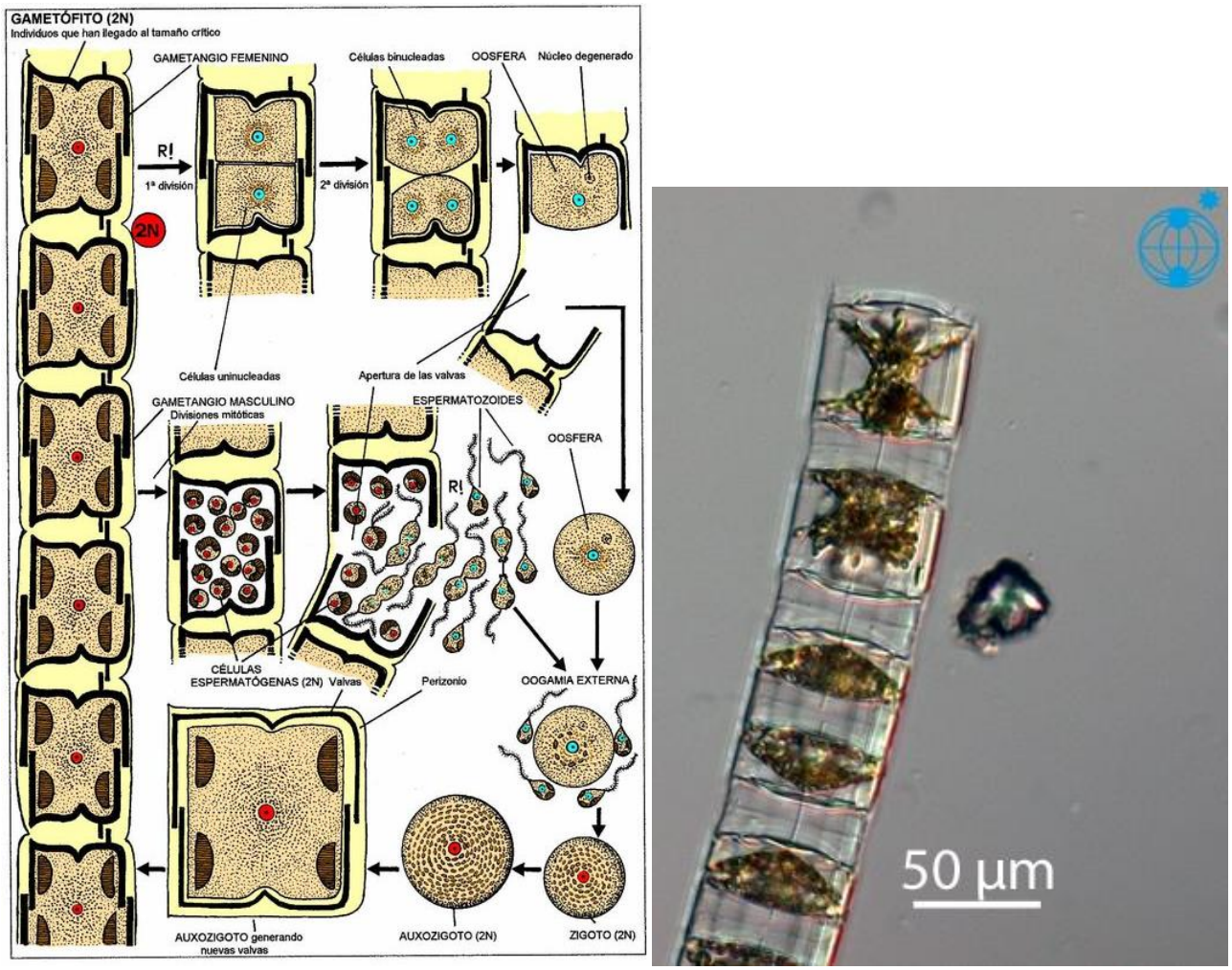


Рис. 4, а. Схема циклу розвитку гаплобіотичного організму водорості (*Lithodesmium* sp.) з родини Lithodesmiaceae Round. Праворуч під мікроскопом, збільшено (50 mm).

Відділ Жовто-зелені водорості *(Xantophyta).* Жовто-зелені водорості живуть у прісній і солоній воді, деякі з них на камінні, ґрунті і т.д. Життєві форми: одноклітинні, колоніальні та багатоклітинні. Серед них зустрічаються як планктонні, так і бентосні. Клітини зовні покриті целюлозною оболонкою, під якою знаходиться цитоплазма, ядро (у несептованих форм – багато ядер), хроматофор, що містить крім пігменту хлорофілу ще й значну кількість каротиноїдів, і тому забарвлення у цих водоростей жовто-зелене.

Розмноження вегетативне, нестатеве і статеве. Вегетативне розмноження і одноклітинних здійснюється поділом клітини, а у багатоклітинних представників – частинами талому. При нестатевому розмноженні утворюються дво- або багатоджгутикові зооспори. Статевий процес ізогамний, рідко оогамний. Представником жовто-зелених водоростей є вошерія.

Виготовити тимчасовий препарат, розглянути вошерію. На готовому препарат розглянути оогоній і антеридій.

Вошерія *(Vaucheria)* – бентосна одноклітинна водорість. Талом дихотомічно розгалужений, добре розвинений, але не має перегородок, ризоїди лопатоподібний. Перегородки на таломі утворюються лише при пошкодженні, утворенні спорангіїв статевих органів. Зовні клітина має оболонку, під якою знаходиться цитоплазма, багато ядер та зернистих хроматофорів з піреноїдами або без них. Розмножується вошерія нестатево і статево (рис. 5.).

Нестатеве розмноження здійснюється *зооспорами* або *апланоспорами.* Закінчення розгалужень талому відчленовуються перегородками і перетворюються у зооспорангії.

В кожному зооспорангії формується одна зооспора. Вона багатоядерна і кожному ядру відповідає пара джгутиків. На коротких розгалуженнях утворюється не зооспора, а апланоспора (без джгутиків).

Зооспора або апланоспора покидає спорангій і через деякий час проростає в нову рослину. Статеве розмноження – *оогамія.* На розгалуженнях талому поруч формуються антеридій і оогоній. Антеридій – одноклітинний виріст, загнутий у вигляді рогу. В місці перегину утворюється перегородка. В антеридії дозріває велика кількість дводжгутикових сперматозоїдів. Оогоній – кулястий одноклітинний виріст, в якому дозріває одна яйцеклітина. Після дозрівання сперматозоїди виходять у водне середовище, запліднюють яйцеклітини, утворюючи зиготи.

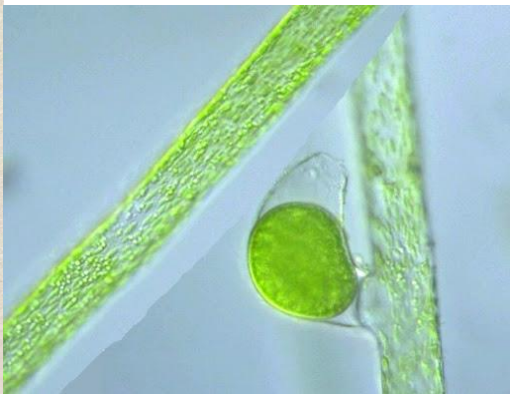


Рис. 5. Схема життєвого циклу вошерії *(Vaucheria)* (ліворуч): а – нестатеве розмноження; б – статеве розмноження; М – мейоз; 1 – сифональний талом; 2 – зооспорангій; 3 – вихід зооспори; 4 – зооспора; 5 – проростання зооспори; 6 – антеридій; 7 – оогоній; 8 – сперматозоїд; 9 – яйцеклітина; 10 – зигота. Праворуч під мікроскопом.

Зигота спочатку перетворюється в ооспору, (покривається щільною оболонкою), перебуває деякий час в стані спокою, а потім проростає в нову рослину. Для вошерії характерний гетероталізм, тобто антеридій і оогоній на одній рослині дозрівають не одночасно, тому запліднення можливе лише між різними таломами.

Відділ Зелені водорості *(Chlorophyta)* об'єднує велику групу поліморфних рослинних організмів. Життєві форми – одноклітинні, колоніальні, нитчасті та багатоклітинні із септованим і несептованим таломом і складною зовнішньою диференціацією.

Клітини зовні покриті целюлозною оболонкою. У частини представників у складі оболонки міститься значна кількість пектинових речовин, і тому вони мають здатність ослизнюватися. Під оболонкою в постійному шарі розміщена цитоплазма, в центрі – кілька великих вакуолей, ядро (одне або кілька), хроматофори з піреноїдами. Хроматофори дуже різноманітні за формою: кулясті, дископодібні, чашоподібні, стрічкоподібні, циліндричні, пластинчасті й т.п. Для зелених водоростей характерні пігменти: хлорофіл, ксантофіл, каротин. Запасна поживна речовина – крохмаль.

Розмноження: вегетативне, нестатеве і статеве. Вегетативне розмноження здійснюється поділом клітини на дві частини, або частинами слані.

При нестатевому розмноженні утворюються зооспори або апланоспори.

Статевий процес різноманітний: ізогамія, зигогамія (кон'югація), гетерогамія і оогамія. При оогамному способі розмноження утворюються одноклітинні статеві органи: антеридій – чоловічий (♂) і оогоній – жіночий (♀).

Представниками зелених водоростей є хлорокок, спірогіра, кладофора. Приготувати тимчасові препарати і розглянути їх під мікроскопом.

Кладофора *(Cladophora)* – багатоклітинна бентосна водорість з дихотомічно

розгалуженим таломом, що живе у прісній і солоній воді (рис. 6). Клітини талому великі, циліндричні з товстою оболонкою, що не ослизнюється, цитоплазмою, циліндричним сітчастим хроматофором, з великою кількістю піреноїдів та багатьма ядрами. В процесі вегетації частини талому відламуються і нагромаджуються на поверхні води.

Розмноження вегетативне, нестатеве і статеве. Вегетативне розмноження здійснюється частинами талому. Статеве і нестатеве розмноження чергуються між собою, утворюючи цикл розвитку. Нестатеве розмноження здійснюється на нестатевому поколінні – спорофіті, а статеве – на гаметофіті. Спорофіт і гаметофіт розвинені однаково.

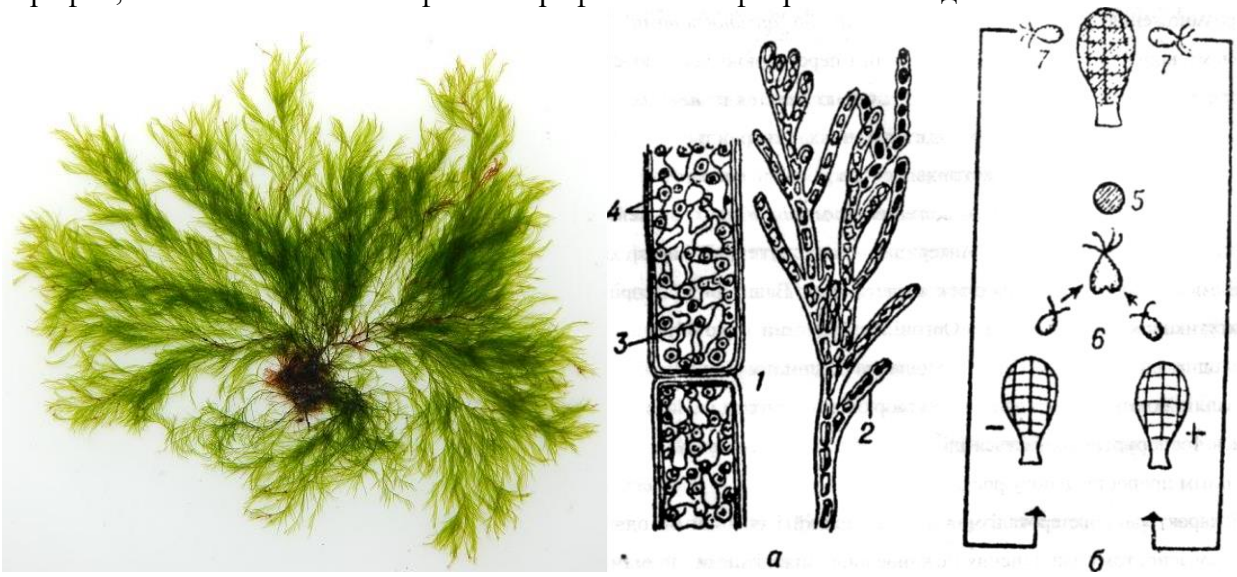


Рис. 6. Будова талому та розмноження кладофори *(Cladophora):* а – загальний вигляд талому; 1 – будова клітини; 2 – нитка із зооспорангіями; 3 – сітчастий хроматофор; 4 – піреноїди; б – схема статевого процесу: 5 – зигота; 6 – ізогамія; 7 – утворення зооспор.

На спорофіті утворюються чотириджгутикові зооспори в зооспорангіях, які не відрізняються від вегетативних клітин. Статевий процес *ізогамний* або *гетерогамний.* Гамети формуються на гаметофіті. Гаметангіями служать клітини, що не відрізняються від вегетативних. Гамети дводжгутикові, менші за розмірами, ніж зооспори. Редукційний поділ відбувається при утворенні зооспор.

В окремих видів кладофори статеве і нестатеве розмноження здійснюється на одній рослині. Рослина диплоїдна і редукційний поділ відбувається при утворенні гамет, зооспори при цьому диплоїдні. Гаплоїдні в циклі розвитку лише гамети.

Спірогіра *(Spirogira)* – багатоклітинна, нитчаста, планктонна водорість прісних водойм і її цикл розвитку (рис. 7.).

Розмноження вегетативне і статеве. Вегетативно водорість розмножується частинаї талому. Статевий процес – *зигогамія* (кон'югація). Спірогіра проводить життєвий цикх гаплоїдному стані, тому фізіологічно різні (гетероталічні) рослини зближаються, + і – клітини утворюють назустріч одна одній вирости. Вирости з'єднуються і вміст клітин зливається з утворенням зиготи. Зигота зимує, а весною проростає в нову спірогіру після редукційного поділу ядра. Кон'югація буває драбинчаста і бічна.

Відділ Харові водорості *(Charophyta).* Талом харальної структури, що характери лише даному відділу. Він розчленований на ризоїд, каулоїд та філоїд. Ріст талом; апікальний, за рахунок поділу верхівкової клітини та інтеркалярний. Клітини талому вкриті товстою оболонкою, часто мінералізованою солями заліза або кальцію. Клітині одно- або багатоядерні, хлоропласти зернисті без піреноїдів. Запасна поживна речовина – крохмаль.

Талом харових має складну анатомічну будову. Міжвузля складається з однієї великої довгої клітини циліндричної форми, яка зовні вкрита шаром дрібних корових клітин. Вузол складається з 8 коротких клітин, з них дві центральні, а шість периферичних, які, ділячись, утворюють бічні розгалуження талому.

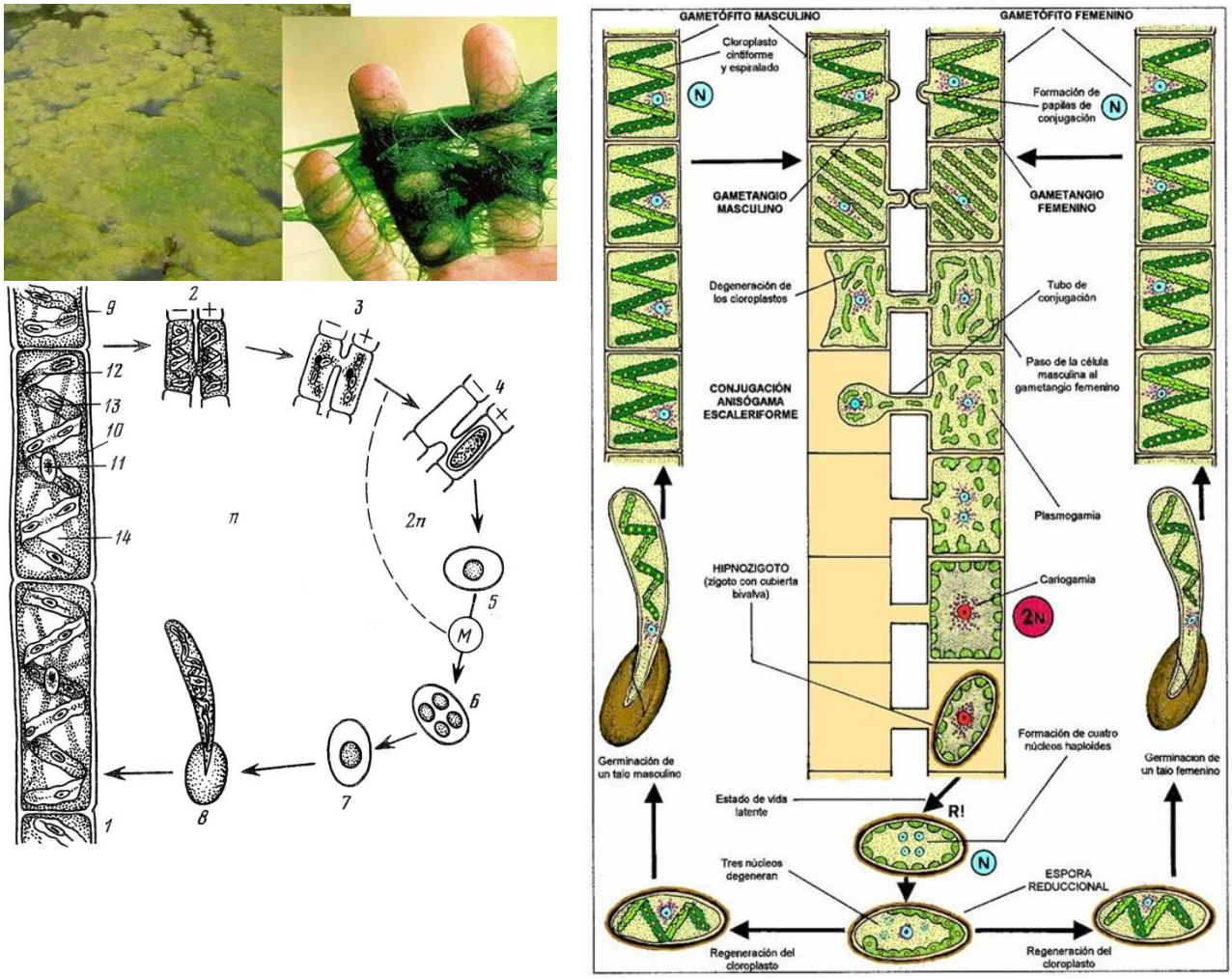


Рис. 7. Будова та цикл розвитку спірогіри *(Spirogira)* порядку зигнемові (Zygnematales:
1 – частина талому; 2-3 – послідовність кон'югації; 4-5 – зигота (зигоспора); 6-7 – мейоз зиготи і відмирання трьох гаплоїдних ядер; 8 – проростання зиготи; 9 – клітинна оболонка; 10 – цитоплазма; 11 – ядро; 12 – хроматофор; 13 – піреноїд; 14 – вакуоля.

Рід Хара *(Chara)* зустрічається у прісних водоймах. Характеризується наявністю кори на «листках» і «стеблах». Крім «листків» є ще вирости, подібні до прилистків.

Хара ламка *(Chara fragilis)* – багатоклітинна бентносна, високоорганізована водорість прісних водойм. Талом має первинну диференціацію на тканини та органи. На таломі розрізняють багатоклітинні ризоїди, що служать для прикріплення. На них розвинені бульбочки із запасними поживними речовинами. На верхній частині «стебла» розрізняють «вузли» та «міжвузля», від яких відходять мутовки із 6-8 «листків». Талом добре розгалужений. Клітини зовні покриті товстою оболонкою, що з часом інкрустується вапном, тому хара пом'якшує воду. Під оболонкою містяться цитоплазма, зернисті хроматофори без піреноїдів, ядро і вакуоля.

Розмноження вегетативне і статеве. Вегетативне розмноження здійснюється частинами талому або розгалуженнями, що відростають від «бульбочок» на ризоїдах (рис. 8).

Клітини циліндричні, зовні покриті оболонкою, що містить пектинові речовини та мають здатність ослизнюватися. Під оболонкою знаходиться цитоплазма, вакуолі, ядро кілька спірально закручених стрічкоподібних хроматофорів з багатьма піреноїдами.

Статевий процес оогамний. У вузлах бокових розгалужень талому утворюються статеві органи. Жіночий статевий орган – оогоній складається з п'яти спірально закручених клітин, які на верхівці утворюють коронку. У коронці оогонія є отвір, через який проникають сперматозоїди, а в середині – яйцеклітина на короткій ніжці. Чоловічий орган статевого розмноження – антеридій, розміщений в тому ж «вузлі» нижче архегонія.

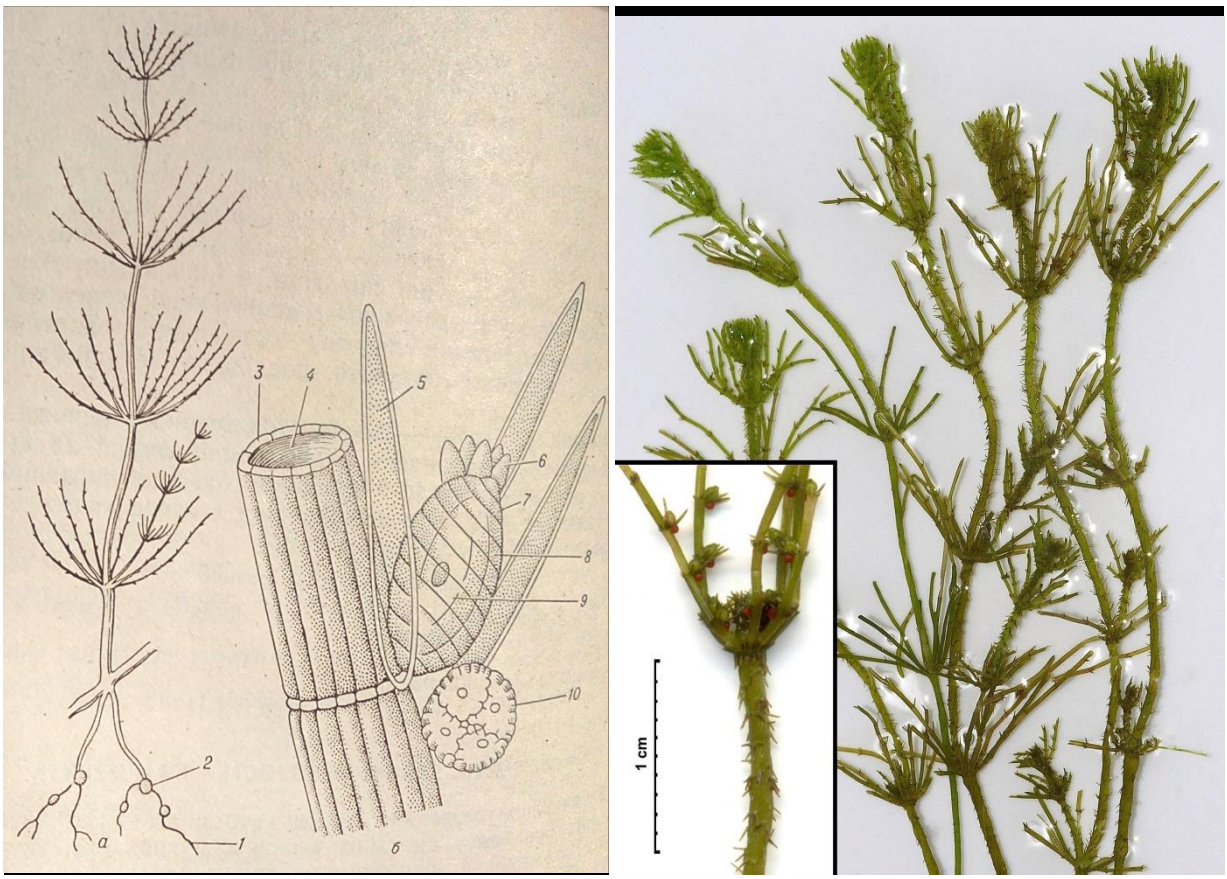


Рис. 8. Особливості будови та розмноження хари ламкої *(Chara fragilis):* а – загальний вигляд рослини і ліворуч; б – частина талому; 1 – ризоїди; 2 – бульбочки; 3 – кореневі клітини; 4 – центральна клітина; 5 – листочки; 6 – коронка; 7 – оогоній; 8 – корові нитки, 9 – яйцеклітина; 10 – антеридій.

Антеридій округлої форми і сидить на короткій одноклітинній ніжці. Складається антеридій із оболонки, утвореної 8 щитками (клітинами). Кожний щиток з внутрішньої сторони несе одноклітинну циліндричну рукоятку. На рукоятці розмішена головка, від якої відходить 6-8 спермагенних ниток, кожна з яких продукує 200-300 спірально закручених сперматозоїдів. Сперматозоїди мають два джгутики. Вони виходять в оточуюче середовище і запліднюють яйцеклітину, утворюючи зиготу (ооспору).

Відділ Бурі водорості (Phaeophyta) об’єднує 1,5 тис. видів, живуть в морській воді на значній глибині.

Життєві форми різноманітні: від мікроскопічних нитчастих до гігантів (макроцістіс до 150 м). Талом диференційований на покривні, основні, провідні і механічні тканини, що забезпечує виконання різних функцій. Ріст верхівковий або інтеркалярний. Оболонки клітин ослизнюються. Під оболонкою знаходиться цитоплазма, ядро і багато зернистих хроматофорів. Пігменти – хлорофіл, каротиноїди, фукоксантин. Ведуть прикріплений спосіб життя – бентосні.

Розмноження: вегетативне – частинами талому; нестатеве – тетраспорами, що утворюються в тетраспорангіях, або зооспорами, що утворюються в одноклітинних зооспорангіях; статеве – ізогамія, гетерогамія і оогамія. Ізогамети і гетерогамети утворюються в багатоклітинних гаметангіях. Антеридій і оогоній одноклітинні.

У бурих водоростей є зміна фаз розвитку всіх трьох варіантів – домінує спорофіт, домінує гаметофіт, спорофіт і гаметофіт розвинені однаково. Редукційний поділ відбувається в зооспорангіях. Гаметофіти можуть бути роздільностатеві та двостатеві.

Представники: фукус, ектокарпус, сфацелярія, саргас.

Ламінарія пальчаста *(Laminaria digitate* та *L. flexicaulis)* (рис. 9, 9, а) **–** бентосна водорость солоних водойм з багаторічним таломом, зустрічається в Білому та Баренцовому морях.

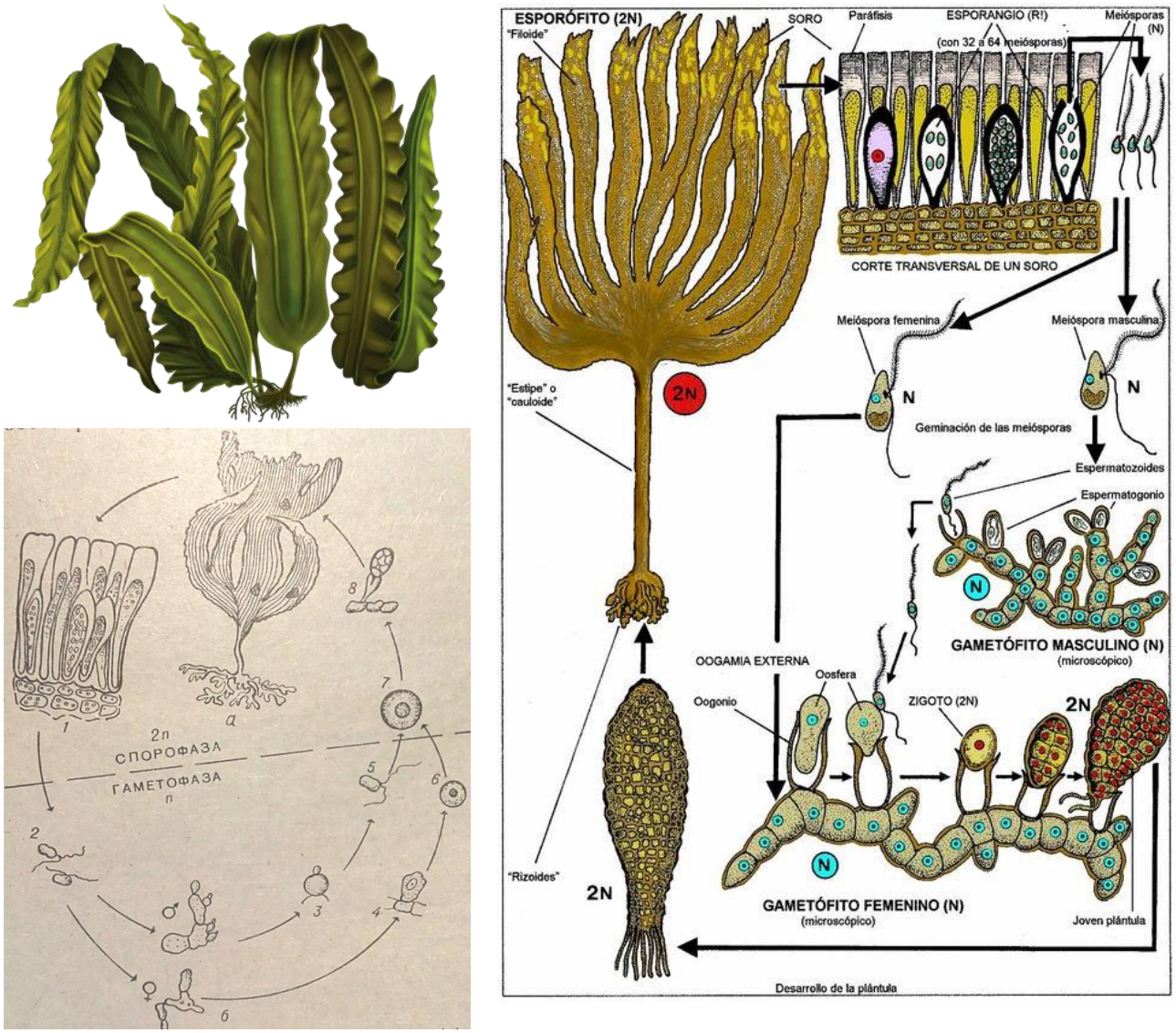


Рис. 9. Схема циклу розвитку диплобіотичного організму водорості ламінарії пальчастої *(Laminaria digitate* та *L. flexicaulis)* з родини Laminariaceaea: а – спорофіт, б – гамнтофіти (заростки), 1 – зооспорангії, 2 – зооспори, 3 – антеридій, 4 – оогоній, 5 – сперматозоїд, 6 – яйцеклітина, 7 – зигота, 8 – розвиток проростка (спорофіта) із зиготи.

До субстрату водорость прикріплюється добре розвиненими ризоїдами. «Стеблова» (базальна) частина багаторічна, «листкова» – щороку відмирає. На межі між ними розміщена меристема. На листкових пластинках талому утворюються сорії – кілька зооспорангіїв, в кожному з яких утворюється 16-64 гетероталічні зооспори.

Таким чином, сама рослина спорофіт. Гаметофіти роздільностатеві, редуковані заростки (рідко двостатеві), на яких утворюються антеридії та оогонії. В статевих органах дозріває по одній гаметі. Після запліднення із зиготи виростає новий спорофіт.

Фукус пухирчастий *(Fucus vesculosus)* – бентосна водорость солоних водойм з багаторічним таломом, зустрічається в Північних морях. Кріпиться до кам'яного субстрату, утворює зарості. Слань плоска, ремневидна, повтороно-дихотомічно розгалуджена, при основі подушковидне розширення завдяки якому кріпиться. У центрі лінії розташована повітряна жилка, а збоків іде розташування великих парних вздутих пухирців, які заповнені повітрям. Вони здатні утримувати фукус у вертикальному положенні.

У чоловічих скафідіях утворюються дрібні овальні антиридії. Між антиридіями розташовані багатоклітинні нитки із загостреними кінчиками, які виділяються іноді пучками із вивідного отвору, що називаються парафізи.

В жіночих скафідіях знаходиться велика кількість овальних оогоній, які мають щільну буру оболонку. Оогонії знаходяться на різних стадіях розвитку та між ними видно парафізи (рис. 10).

Процес запліднення здійснюється під час приливу і відливу. Зовнішній шар оболонки оогонія і антиридія розкривається, і вони входять в порожнину скафідія, а потім через вивідкові отвори на поверхню. Тут відкриваються внутрішні шари оболонок оогонія і антиридія, звільняючи яйцеклітини і сперматозоїди. Вода, під час приливу, перемішує масу яйцеклітин і сперматозоїдів, відбувається процес запліднення. Зигота без періоду спокою розпочинає ділитися і утворюється нова рослина.

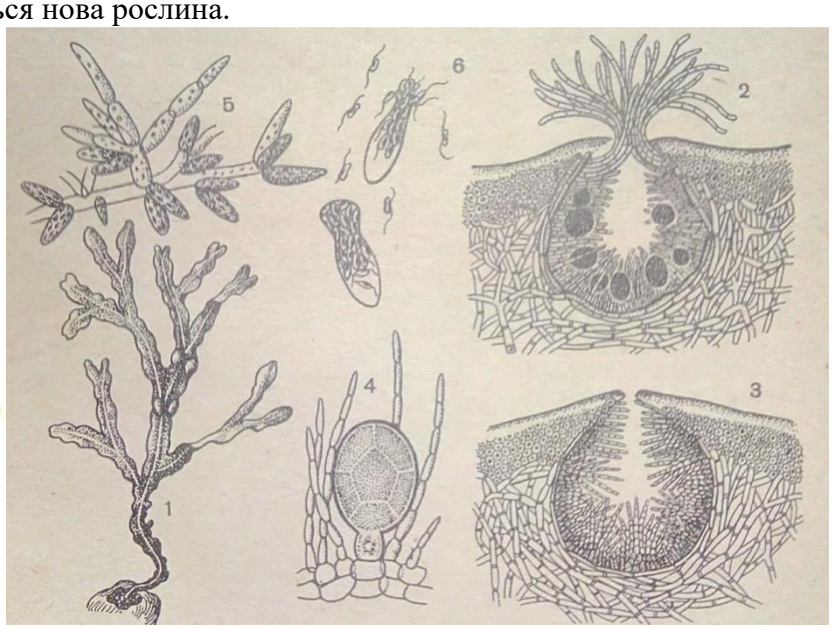


Рис. 10. Фукус пухирчастий ***(Fucus vesculosus)*****:** 1 – зовнішній вигляд, 2 – розріз скафідії, яка містить оогонії і парафізи, 3 – теж із антиридіями, 4 – оогоній на ніжці, окружений парафізами, 5 – група антеридіїв і парафіз, 6 – вихід із антиридія сперматозоїдів.

Значення та використання водоростей: а) синтез 86% органічної маси землі; здійснюють виділення в атмосферу і воду до 80% кисню; приймають участь в кругообігу речовин в природі; відкладають поклади кам'яного вугілля, нафти, горючих сланців; б) використовуються людиною в їжу (носток, ламінарія (морська капуста)), родіменія, ульва (морський салат), порфіра, а також корм тваринам (філофора); сапропель (відмерлі залишки) використовуються як добриво, для виробництва бензину, керосину, смол, технічних масел, лаків, а також як лікувальні грязі; отримують з червоних водоростей агар-агар, який використовують в кондитерській промисловості для виготовлення цукерок, мармеладу, паперовій, текстильній галузях промисловості, хлібопеченні (хліб не черствіє), при виготовленні кіноплівки і в мікробіології; отримують з бурих водоростей йод, бром, солі калію та натрію, виробляють клей, альгін, альгінову кислоту та її солі, використовують при виготовленні морозива.

У додатку А, рис. А.1-А.4 пркдставлені представники водоростей, які засмічують фільтр; забруднюють водойми; ростуть на стінах водойм; планктонні та інші поверхневі водні.

ТЕМА 2,3. ЦАРСТВО ГРИБИ (МУСОТА). ВІДДІЛ ХІТРІДІОМІКОТОВІ (CHYTRIDIOMYCOTA), ООМІКОТОВІ (ООМУСОТА), ЗИГОМІКОТОВІ (ZYGOMYCOTA), АСКОМІКОТОВІ (ASCOMYCOTA).

Підцарство: **Талофіти безпластидні** *(Thallobionta aplastidae).*
Клас: **Хітрідіоміцети** (Chytridiomycetes)
Порядок: **Хітрідієві** (Chytridiales)
Об'єкти: **Ольпідій капустяний** *(Olpidium brassicae)*
Синхітрій, рак картоплі *(Synchytrium endobioticum)*
Клас: **Ооміцети** (Оотycetes).
Порядок: **Пероноспорові** (Peronosporales).
Об'єкт: **Фітофтора, картопляний гриб** *(Phytophtora infestans).*
Клас: **Зигоміцети** (Zygomycetes).
Порядок: **Мукорові** (Мисorales).
Об'єкт: **Мукор, головчаста цвіль** *(Mucor mucedo).*
Клас: **Аскоміцети** (Ascomycetes)
Підклас: **Голосумчасті** (Hemiascomycetidae)
Порядок: **Ендоміцетові** (Еndomycetales)
Об'єкт: **Пивні дріжджі** *(Saccharomyces cerevisiae)*
Підклас: **Плодосумчасті** (Euscomycetidae)
Порядок: **Еризифорові** (Erizefales)
Об'єкти: **Борошниста роса аґрусу** *(Sphaerotheca mors-uvae)*
Пеніцил, сиза цвіль *(Penicillium glaucum),* **ріжки жита** *(Claviceps purpurea).*
Порядок: **Пецицеві** (Pezizales)
Об'єкт: **Пецицеві** *(Peziza)*
Порядок: **Гелоцієві** (Helotiales)
Об'єкт: **Монілінія** *(Monilinia fructigena)*

ЗАВДАННЯ:

1. Вивчити особливості будови та розмноження грибів з класу Хітрідіоміцети: а) розглянути пошкодження коренів капусти та бульб картоплі; б) за таблицею вивчити цикл розвитку ольпідіума капустяного, раку картоплі.
2. Вивчити особливості будови та розмноження грибів з класу Ооміцети: а) розглянути пошкодження листків картоплі фітофторою; б) за таблицею вивчити цикл розвитку фітофтори картоплі.
3. Вивчити особливості будови та розмноження грибів з класу Зигоміцети: а) розглянути під мікроскопом нечленистий міцелій, спорангії та спори мукора; б) за таблицею вивчити зигогамний статевий спосіб розмноження мукора.
4. Вивчити особливості будови та розмноження грибів з класу Аскоміцети: а) розглянути під мікроскопом форму та будову клітин пивних дріжджів і брунькування; б) за таблицею вивчити статевий спосіб розмноження пивних дріжджів.
5. Ознайомитися з циклом розвитку борошнистої роси аґрусу: а) розглянути пошкоджені органи рослини; б) розглянути під мікроскопом міцелій із клейстотеціями та аски з аскоспорами.
6. Вивчити цикл розвитку пеніцилу: а) розглянути під мікроскопом членистий міцелій, конідієносці та конідієспори; б) за таблицею вивчити статевий спосіб розмноження пеніцилу.
7. Ознайомитися з циклом розвитку ріжків жита: а) розглянути колос із склероціями; б) за таблицею вивчити цикл розвитку.
8. Розглянути гербарні зразки, природній та фіксований матеріал різних представників.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

Гриби *(Mycota)* – безхлорофільні гетеротрофні організми. Вегетативне тіло грибів називається міцелієм або грибницею. Грибниця може бути одноклітинною, мікроскопічно малою, з добре розвиненим несептованим і септованим міцелієм. Розвинена грибниця складається з розгалужень або гіф. Частина грибів формує специфічні органи статевого спороношення – плодові тіла. Плодові тіла утворені із щільно переплетених гіф міцелію гриба, які утворюють несправжню тканину (плектенхіму). Плодові тіла в залежності від будови поділяються на клейстотеції (клейстокарпії) – закриті, перитеції – напіввідкриті, апотеції – відкриті плодові тіла, а також у вигляді шапки і ніжки.

За способом живлення гриби є гетеротрофними організмами і поділяються на паразитів, сапрофітів і симбіонтів. Поглинання поживних речовин здійснюється всією поверхнею грибниці.

Клітини грибів зовні покриті оболонкою, яка складається з целюлози та азотистих речовин, подібних до хітину. Під оболонкою знаходиться цитоплазма, яка містить багато дрібних ядер і позбавлена пластид. Запасна поживна речовина – глікоген.

Розмножуються гриби вегетативно, нестатево і статево, але при всіх способах розмноження утворюють спори. Вегетативне розмноження здійснюється брунькуванням, частинами грибниці, склероціями, хламідоспорами, оідіями тощо. При нестатевому розмноженні утворюються зооспори, спорангієспори і конідієспори. Статевий спосіб розмноження – *зигогамія, ізогамія, гетерогамія* та *оогамія.* В результаті статевого процесу утворюються спорангієспори, аскоспори та базидіоспори. Всі спори діляться на ендогенні (внутрішні) та екзогенні (зовнішні).

Відділ міксомікотові слизовики (Myxomycota) – близькі до грибів організми, вегетативне тіло яких (плазмодій) не має постійної форми.

Плазмодій – багатоядерне, позбавлене оболонки протоплазматичне тіло, що реагує на зовнішні подразники і може пересуватися по поверхні субстрату.

За структурою тіла і способом життя мають спільні ознаки з амебоїдними тваринами і грибами.

Клас плазмодиофорові (Plasmodiophorida) – включає представників, які паразитують та розвиваються у внутрішніх клітинах кореневої системи вищих рослин, викликаючи її збільшення, деформацію. Представник роду *Spongospora* паразитує на картоплі, а види *Plasmodiophora brassica* – на капусті, *Polymyxa betae* – на буряку. Представлено пошкодження культурних городніх капуст: кольрабі, калярепа (*Brassica oleracea* var gongylodes), капуста білоголова (*Brassica oleracea* var. capitata) представлено на рис. 1. та цикл розвитку рис. 2.

Рис. 1. Кила капусти (*Plasmodiophora brassicae*).

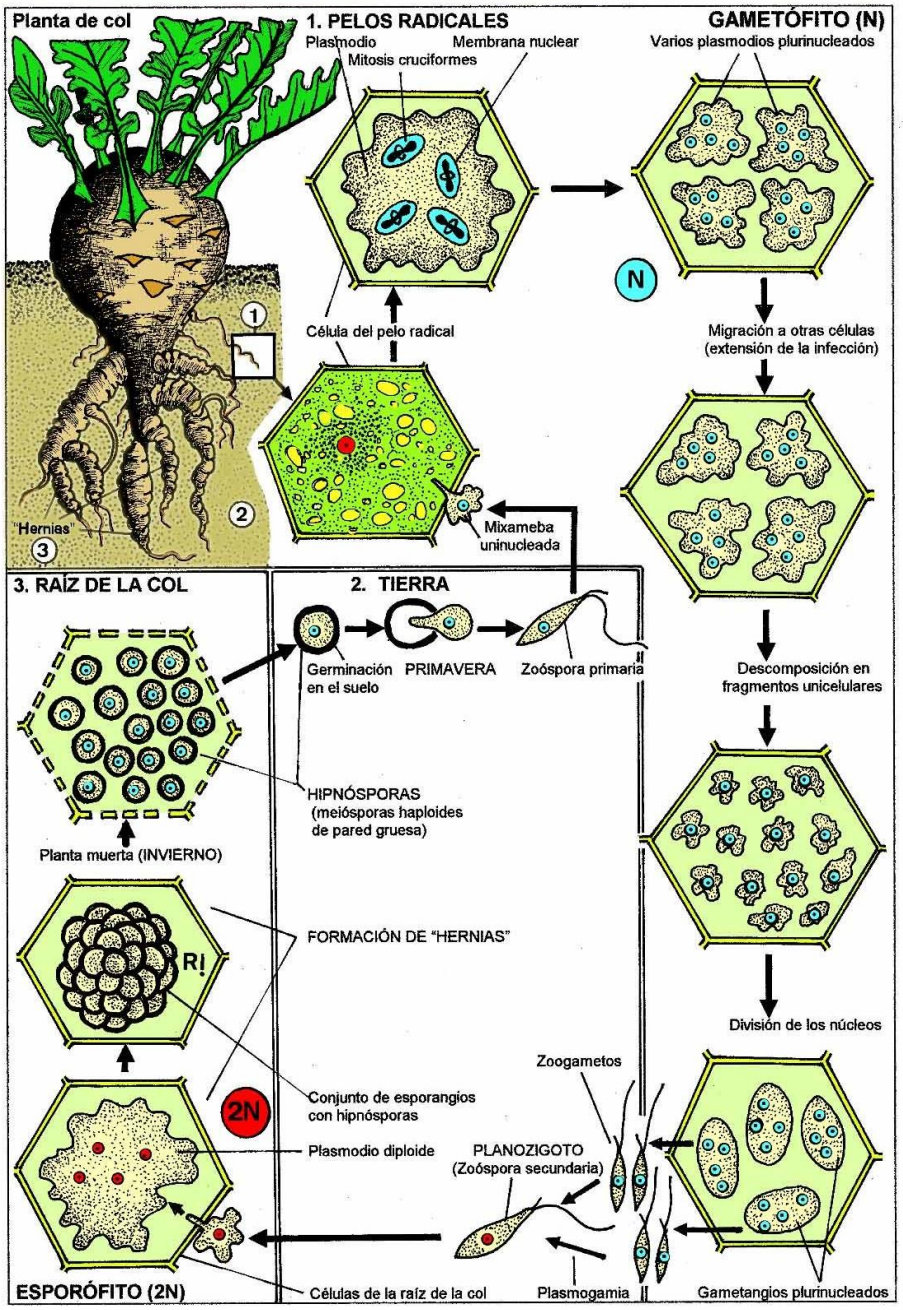


Рис. 2. Цикл розвитку *Plasmodiophora brassica* кольрабі.

Хвороба уражає як культурні, так і дикорослі рослини родини капустяних. Захворювання проявляється у вигляді утворення наростів різної величини на кореневій системі, у результаті чого порушується надходження води, що призводить до затримки росту рослин. Патоген здатен зберігатися у ґрунті до 15 років у стані спокою у вигляді спор, які утворюються з наростів, що розкладаються. Інфекція переноситься вітром, водою, дощовими хробаками, ґрунтовими комахами, сільськогосподарським знаряддям із часточками ґрунту з зараженої ділянки, а також можливе інфікування в результаті висадки ураженої розсади. Наявність на ділянках бур'янів (суріпиці звичайної, грициків, редьки дикої) сприяє розвиткові патогену. У результаті ураження килою можливі втрати врожаю до 100 %. Оптимальний діапазон температур для розвитку хвороби – 20–25 ºС. Висока вологість ґрунту і кислі ґрунти (pH < 7) також сприяють розвитку захворювання.

Всі гриби поділяються на дві групи: нижчі і вищі. Нижчі гриби мають нечленистий міцелій і при нестатевому розмноженні утворюють ендогенні спори. Вищі гриби мають членистий міцелій і при нестатевому розмноженні утворюють екзогенні спори.

До нижчих грибів відносяться класи Хітридіоміцети, Ооміцети та Зигоміцети.

Клас Хітрідіоміцети (Chytridiomycetes) включає найпримітивніші з грибів, вегетативне тіло яких представлене грудочкою цитоплазми, схожою з плазмодієм слизовиків, зачатковим міцелієм або ризоміцелієм, який не має ядра. Оболонка клітин пектинова, з домішкою хітину (до 60%) і глюканів. Статевий процес у вигляді гаметогамії або хологамії. Зооспори з одним гладеньким джгутиком, прикріпленим на задньому кінці клітини і спрямованим донизу. Живуть переважно у воді. За способом живлення хітрідієві переважно паразити, хоча є і сапрофіти. Деякі живуть як епіфіти. При статевому процесі зигота вкривається товстою оболонкою і переходить в стан спокою (цисти). Життєвий цикл хітрідіоміцет проходить у гаплофазі, диплоїдною є лише зигота.

Клас розділяється на три порядки: хітрідієві, бластокладові та моноблефаридові.

Представник – ольпідій капустяний, який викликає чорну ніжку розсади капусти.

Ольпідій капустяний *(Olpidium brassicae)*. Зооспора цього гриба потрапляє на поверхню кореня і вкривається оболонкою, розчиняє покривну тканину кореня і переливає свій вміст в епідермальну клітину, а далі в тканину первинної кори. В клітині хазяїна протопласт довго не вкривається оболонкою і перетворюється в зооспорангій, який пронизує клітини хазяїна і висувається назовні. В зооспорангії утворюються спори, які вражають нові рослини (рис. 3.).

Синхітрій, рак картоплі *(Synchytrium endobioticum)* завдає великої шкоди народному господарству та є збудником раку картоплі у вигляді пухлин, іноді більших за саму бульбу. Він відрізняється тим, що цикл розвитку його полягає в тому, що розвивається не 1, а 5-10 зооспорангіїв (сорусів). Паразитує на вищих наземних рослинах. При ураженні сінхітріумом на листках, черешках, стеблах рослин утворюються гали у вигляді чорних, або коричневих бородавочок. Вони утворюються в результаті здуття клітин епідерми, в яких міститься паразит (рис. 4.).

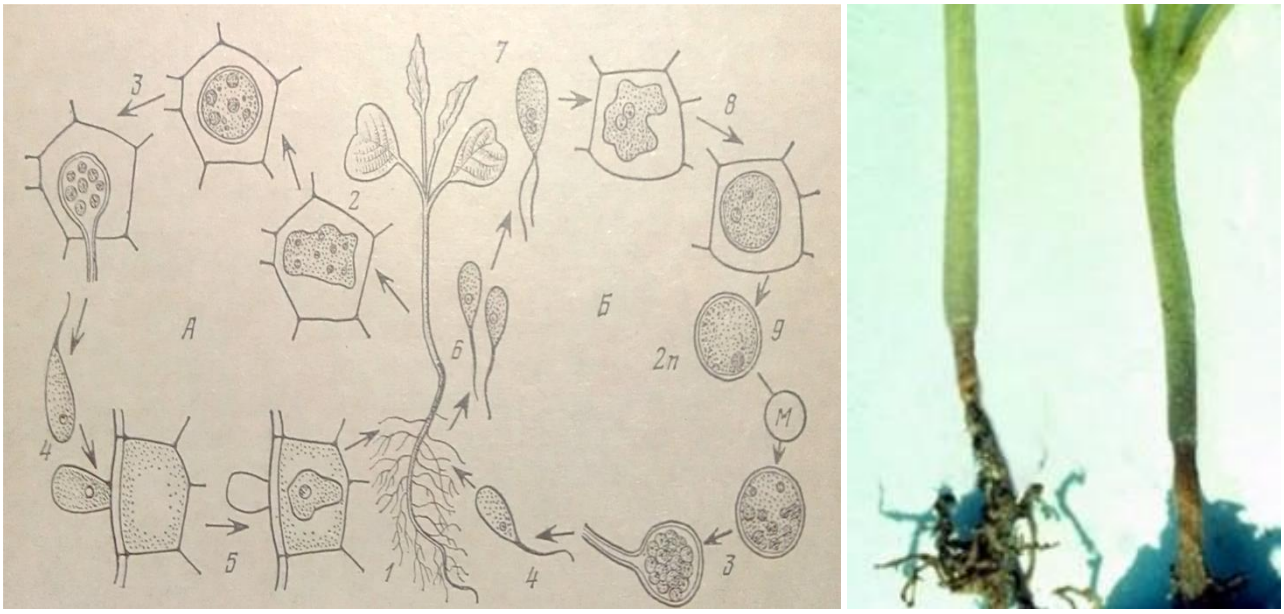


Рис. 3. Схема циклу розвитку ольпідіюя капустяного *(Olpidium brassicae)*: А – безстатеве розмноження, Б – статеве розмноження, М – мейоз: 1 — розсада капусти, уражена ольпідієм, 2 – плазмодій ольпідію в клітині кореневої шийки, 3 – утворення зооспорангію, 4 –зооспора, 5 – проникнення зооспори в клітину епідерми, 6 – ізогамеи, 7 – зигота, 8 – двохядерний зимуючий плазмодій, 9 – проростання зиготи.

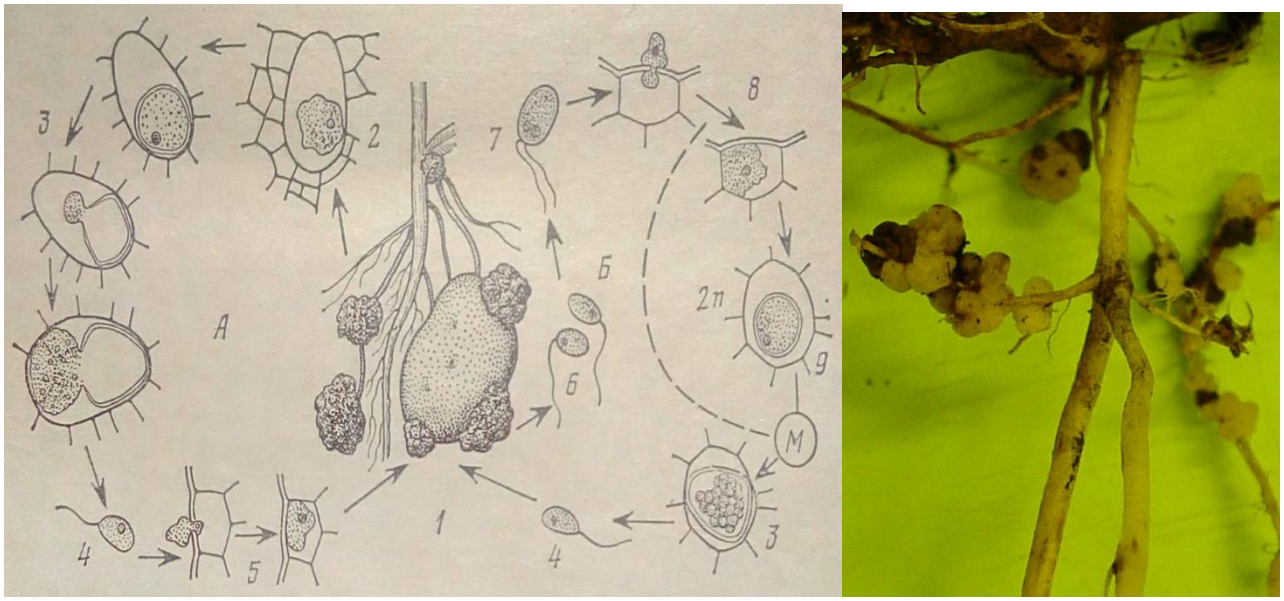


Рис. 4. Цикл розвитку синхітрію *(Synchytrium endobioticum)*: А – безстатеве розмноження, Б – статеве розмноження, М – мейоз: 1 – бульби картоплі, пошкоджені синхітрієм, 2 – плазмодій синхітрію в клітині бульби, 3 – утворення сорію зооспорангіїв, 4 – зооспора, 5 – проникнення зооспори у клітину епідерми молодої бульби, 6 – ізогамети, 7 – зигота, 8 – проникнення зиготи в клітину епідеми бульби, 9 – утворення цисти.

Клас Ооміцети *(Oomycetes)* включає велику групу нижчих грибів-сапрофітів, що живуть на рослинних і тваринних рештках, у ґрунті, а також паразитів вищих рослин. Талом одноклітинний або розвинений несептований. При нестатевому розмноженні утворюються зооспори, рідко конідієспори. Статевий процес оогамний. Представником ооміцетів, що паразитує на рослинах родини пасльонових є картопляний гриб.

Розглянути гербарні зразки пошкоджених рослин та препарати.

Фітофтора або картопляний гриб *(Phytophtora infestans)* вражає стебла, листки, плоди та бульби картоплі. Міцелій гриба внутрішній. Гіфи міцелію розміщені у міжклітинниках, а в клітини проникають гаусторії. Зовні захворювання проявляється у вигляді бурих плям на стеблах і листках. При нестатевому розмноженні через продихи назовні проростають зооспорангієносці, що несуть зооспорангії, в яких дозрівають дводжгутикові зооспор

Найбільш інтенсивно нестатеве розмноження здійснюється при наявності вологості. Зооспорангії у водному середовищі розкриваються і зооспори інтенсивні розповсюджуються. Вони проростають в нові гіфи та проникають в тканини органа рослини. В суху погоду зооспори не утворюються, а сам зооспорангій проростає в нову грибницю. Після відокремлення зооспорангія на тому ж місці за сприятливих умов утворюється наступний і так відбувається багато раз за вегетаційний період (рис. 5.).

Статевий процес оогамний і відбувається в ґрунті, де гриб розвивається як сапрофіт. На міцелії гриба утворюються одноклітинні статеві органи – оогоній та антеридій. Оогоній кулястої форми і містить одну яйцеклітину. Антеридій утворюється на гіфі, ще росте в сторону оогонія. Він утворює вирости, які вростають в оогоній, і відбувається запліднення. Запліднена яйцеклітина покривається міцною оболонкою і перетворюється на ооспору. Ооспора зимує, а навесні відбувається редукційний поділ ядра ооспори. Після поділу із чотирьох гаплоїдних ядер три дегенерують, а з четвертого формується новий гаплоїдний міцелій. Таким чином, картопляний гриб проводить життєвий цикл у гаплоїдному стані, диплоїдна в циклі розвитку лише зигота.

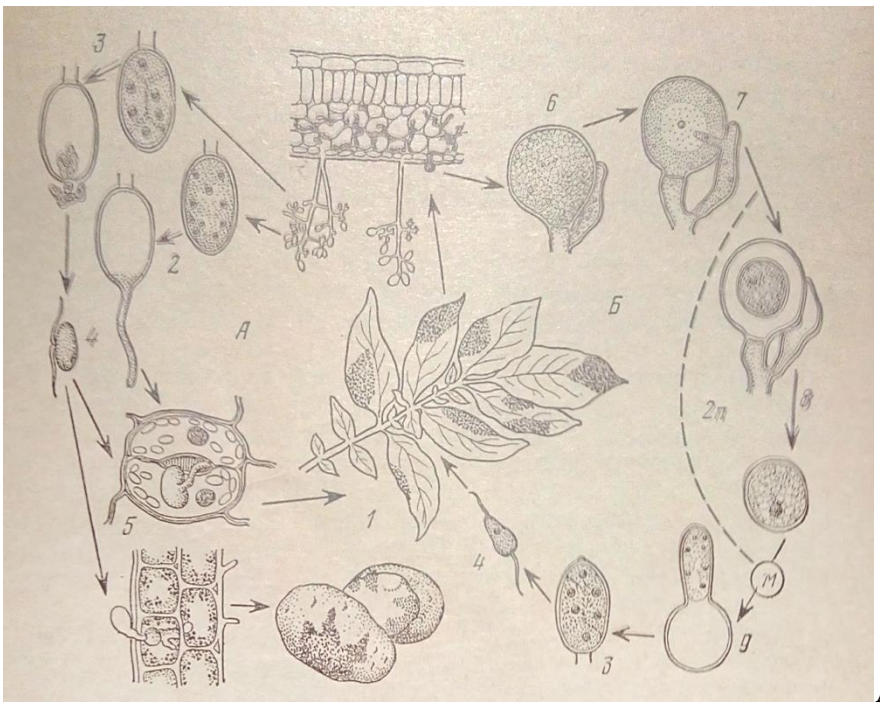


Рис. 5. Цикл розвитку фітофтори *(Phitophthora infestans):* **А :** а – нестатеве розмноження; б – статеве розмноження; М – мейоз; 1 – органи, уражені фітофторою; 2 – проростання зооспорангія; 3 – зооспорангій та вихід зооспор; 4 – зооспора; 5 – проростання зооспори; 6 – оогоній і антеридій; 7 – оогамія; 8 – утворення зиготи; 9 – проростання зиготи (ооспори). **Б:** уражені листки, стебла, бульби.

Несправжня борошниста роса або мільдью винограду (*Plasmopara viticola*) – паразитний гриб із ооміцетів, порядку пероноспорові (Peronosporales) (рис. 6.). Збудник є облігатним монофагом і паразитує лише на виноградній лозі. Хвороба здавна розвивався на дикорослих виноградних лозах, зростаючих в лісах південного-сходу Північної Америки. В Європу проник в 70-ті роки XIX ст. із завезеними до Франції американськими видами винограду *Vitis riparia, V. berlandieri, V. rupestris*. Також вражає всі зелені органи виноградної лози – листки, пагони, суцвіття, ягоди і вусики. Листки вражаються мілдью протягом всього вегетаційного періоду.

Рис. 6. Пошкоджені листки винограду збудником хвороби *Plasmopara viticola*.

Зооспори, які зимують в опалих заражених листках і ягодах є джерелом цієї інфекції . Ооспори утворюються в кінці літа і восени в результаті статевого процесу всередині вражених тканин. Проростають тільки після дозрівання, життєздатність зберігають більше двох років. Ооспори проростають навесні, в умовах високої вологості. Для проростання їм потрібно дво- трьохденне сильне зволоження. Активність проростання ооспор залежить від температури. Вони проростають при температурі від 11 °С до 38 °С, оптимальна температура 25 °С, при 17-25 °С – проростають через 2-3 дні, а при 11 °С – через 8 днів. Проростаючи, ооспори утворюють зооспорангії. Зооспорангії легко відламуються і переносяться вітром. Осідаючи на поверхні листків винограду, змочених краплями дощу або роси, зооспорангії розтріскуються, вивільнюючи зооспори.

Зооспори квасолеподібної форми, розміром 6-8х4-5мкм, з увігнутого боку мають 2 джгутика. Живуть близько 2-ох годин і рухаються у воді, а потім, при дотикові до продихів на нижньому боці листків, рух зооспор припиняється, вони втягують у себе джгутики, набувають округлої форми, та вкриваються оболонкою. Після цього зооспори проростають, даючи ниткоподібний паросток, який проникає в тканини через продихи. Паросток розростається в грибницю між клітинами. В клітини проникають лише гаусторії, якими гриб поглинає поживні речовини.

Після зараження гриб розвивається приховано. Він порушує життєдіяльність клітин, руйнує хлорофіл. Внаслідок на вражених листках з'являються «маслянисті» плями і починається відмирання клітин. В цей період гриб утворює органи розмноження. Вологої погоди плями вкриваються білим нальотом, який являє собою зооспорангієносці з зооспорангіями. Зооспорангієносці виходять через продихи. Вони мають моноподіальне галуження: головна вісь несе бокові гілки, які закінчуються короткими зубцями, на яких утворюються зооспорангії. Кожний зооспорангієносець утворює до 200 зооспорангій, в яких формуються по 4-5 зооспор. Конідіальне спороношення протікає при відносній вологості повітря 95-100 % і температурі в інтервалі від 11 °С до 29 °С. Сильне спороношення спостерігається після дощу або при появі роси, але якщо в кінці інкубаційного періоду стоїть суха погода, то воно затримується.

Інкубаційний період мілдью залежить від температури повітря. Він рівний 4 дням при 21-25°С і 12 дням при 13-14°С. Для проходження інкубаційного періоду потрібна сума середньоденних ефективних (вище 8 °С) температур 61 °С.

Зазвичай протягом вегетації збудник дає 15-16 генерацій. Вологої погоди хвороба розвивається по типу епіфітотії, завдаючи великої шкоди урожаю і насадженням.

Цикл розвитку представлено на рис. 7.

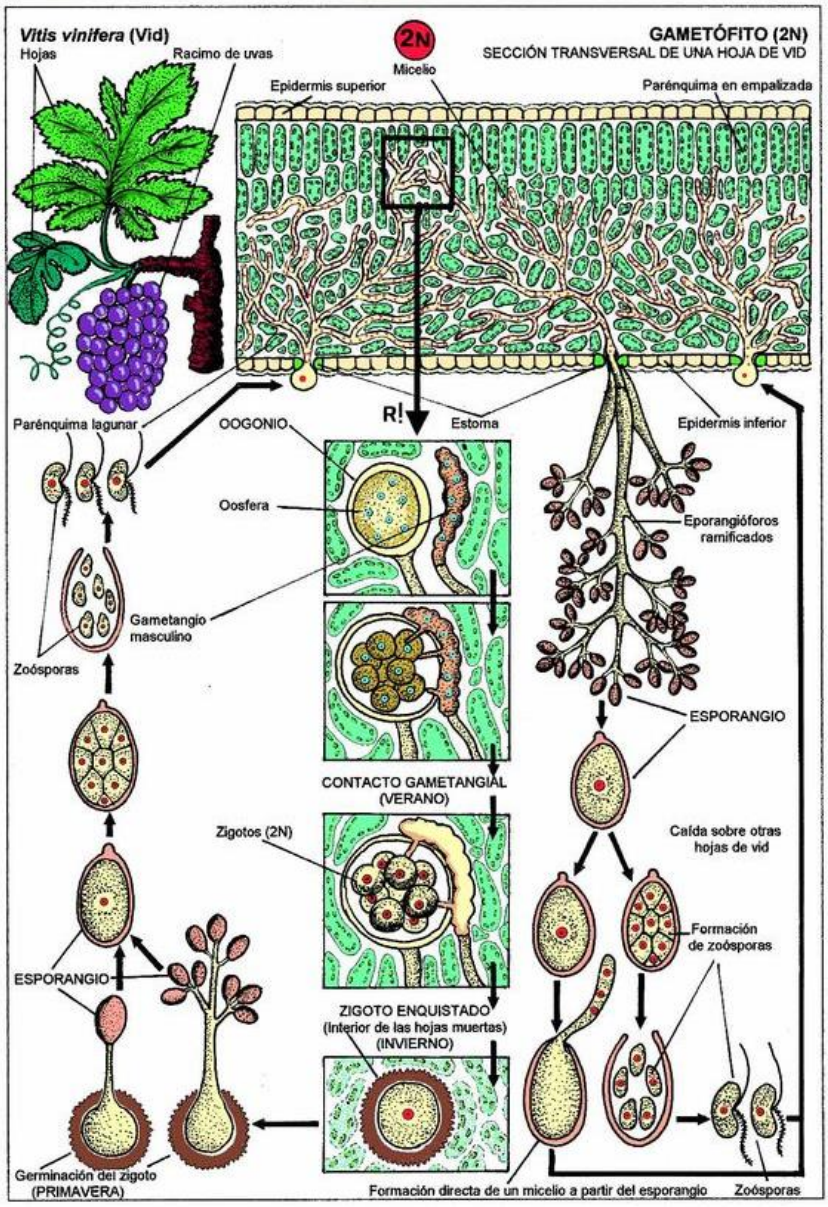


Рис. 7. Цикл розвитку мілдю винограду (*Plasmopara viticola*).

Клас Зигоміцети *(Zygomycetes).* Зигоміцети характеризуються добре розвиненим несептованим міцелієм, з великою кількістю ядер. Поперечні перегородки виникають лише при утворенні органів спороношення. Життєвий цикл зигоміцети проводять в гаплоїдному стані, диплоїдна лише зигота. Зигоміцети – сапрофіти, живуть на субстратах, багатих вуглеводами (хліб, овочі, гній, ґрунт і т. д.). Міцелій зовнішній у вигляді білого або сірого пухкого нальоту. Незначна частина представників – паразити.

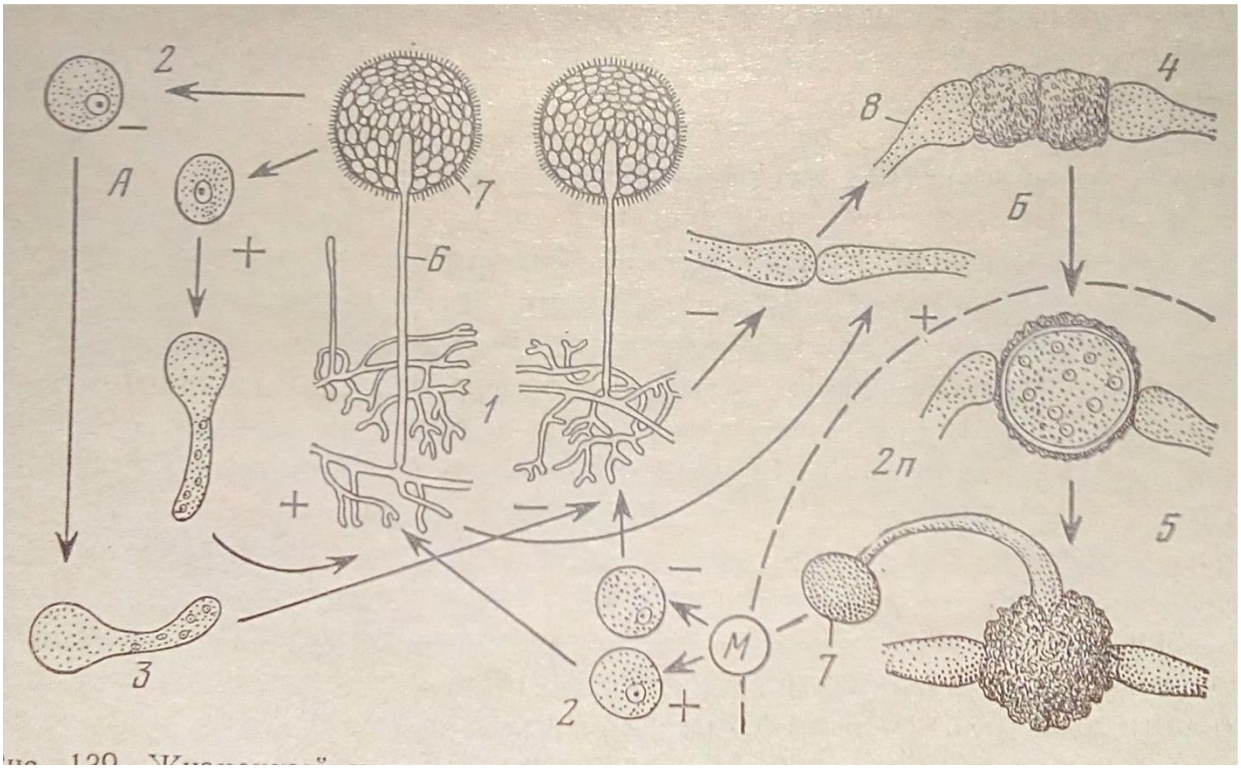
Нестатеве розмноження відбувається за допомогою спорангієспор. Статевий процес – *зигогамія* з утворенням спорангієспор. Представником зигоміцетів є головчаста цвіль. Виготовити тимчасовий препарат і розглянути його під мікроскопом.

Головчаста цвіль *(Mucor mucedo)* – гриб-сапрофіт з несептованим міцелієм. Міцелій зовнішній, у вигляді білого пухкого нальоту на субстратах, багатих вуглеводами. Зовні міцелій покритий оболонкою, під якою знаходиться цитоплазма і багато ядер, оскільки весь гриб – велика розгалужена клітина (рис. 8. та рис. 8, а).

Розмноження нестатеве і статеве. При нестатевому розмноженні на міцелії виростають спорангієносці, на верхівці яких утворюються кулясті спорангії. Молоді спорангії жовтого, а старі – чорного кольору, завдяки спорам, що покриті товстою оболонкою.

Статевий процес зигогамний і здійснюється дуже рідко. Життєвий цикл головчаста цвіль проводить в гаплоїдному стані, тому особини гетероталічні. Під час статевої розмноження + і – міцелії ростуть назустріч один одному. Гіфи, що доростають одна до одної відчленовують гаметангії, вміст яких зливається і утворюється зигота. Вона покривається щільною оболонкою і перетворюється в зигоспору. Після періоду спокою зигоспора проростає в спорангієносець зі спорангієм, в якому дозрівають гаплоїді гетероталічні спори статевого розмноження.

А



Б

Рис. 8. Загальний вигляд проростання головчастих спорангіїв цвілевого гриба *(Mucor mucedo)* **на хлібі (А), та схема циклу розвитку (Б):** а – нестатеве розмноження; б – статеве розмноження; М – мейоз; 1 – гетероталічні міцелії; 2 – гетероталічні спори; 3 – проростання спор; 4 – кон'югація гаметангіїв гетероталічних міцеліїв; 5 – зигота та її проростання; 6 – зародковий спорангій; 7 – спорангієносець із спорангієм, де утворюються спори нестатевого розмноження; 8 – підвісок.

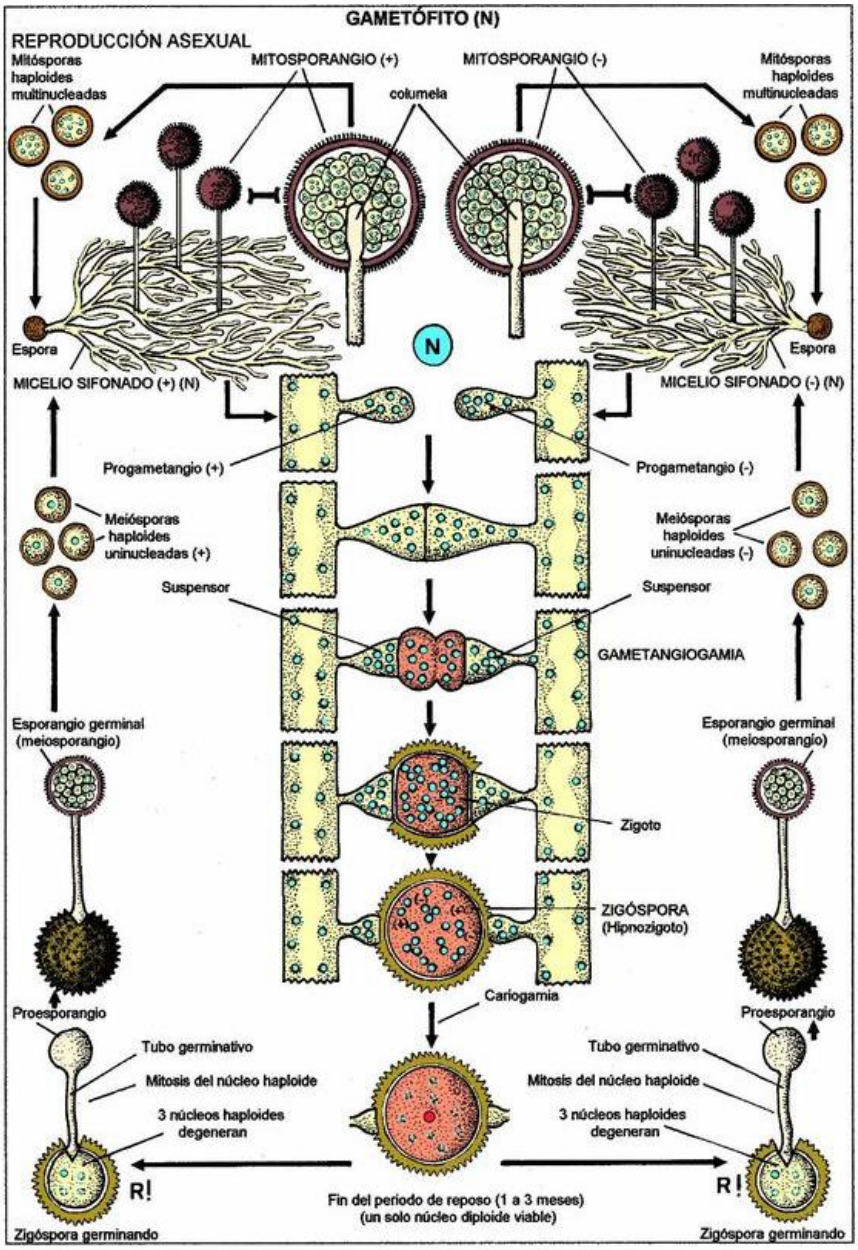


Рис. 8, а. Цикл розвитку гриба мукора, головчата цвіль (*Mucor mucedo*).

Клас Аскоміцети *(Ascomycetes)* – вищі гриби, які при статевому способі розмноженн утворюють аски з аскоспорами. Міцелій добре розвинений, членистий, клітини багатоядерні, оскільки ядра мають можливість мігрувати за рахунок того, що перегородк між клітинами неповні. За способом живлення вони бувають сапрофіти і паразити.

Клас аскоміцети ділиться на два підкласи: **Голосумчасті** і **Плодосумчасті.** Голосумчасті при статевому розмноженні не утворюють плодових тіл. Аски формуються безпосередньо на міцелії. Плодосумчасті при статевому розмноженні утворюють плодові тіла і аски формуються в гіменіальному шарі плодового тіла. Плодовими тілами аскоміцетів є клейстотеції, перитеції, апотеції. Гіменіальний шар складається з аск парафіз. Розмноження вегетативне, статеве і нестатеве. Вегетативне розмноженн здійснюється частинами міцелію. При нестатевому розмноженні утворюються екзогенн спори – конідієспори (конідії). Статевий спосіб розмноження *оогамний,* але дещо редукований. На міцелії утворюються органи статевого розмноження: чоловічий – антеридій і жіночий – архікарп. Архікарп складається з двох частин - нижньої розширеної - аскогона і верхньої трубчастої – тріхогіни. Тріхогіна вростає в антеридій і вміє антеридія переливається в аскогон. Відбувається лише плазмогамія, а ядра паруються (+ і –), утворюючи дикаріон (рис. 9.).

На аскогоні утворюються сліпі вирости – аскогенні гіфи, куди переходять дикаріони. Відбувається багаторазовий поділ ядер дикаріону для збільшенні їх кількості. Верхівкові клітини аскогенних гіф спочатку витягуються, а потім загинаються у вигляді гачка. Обидва ядра синхронно діляться, утворюючи два дикаріони Один з них залишається на місці перегину, а у другого дикаріону одне ядро відходить ш кінчик гачка, а друге залишається біля основи. Після цього виникає перегородка, ще відділяє середню дикаріонну клітину. Ядра, що залишаються, з часом дегенерують. Клітина з дикаріоном є материнською клітиною аска. В ній відбувається каріогамія, тобто ядра дикаріону зливаються, утворюючи зиготу. Зигота ділиться редукційно і мітотично, з неї формується аска, в якому вісім аскоспор. Аскоспори в аску гаплоїдні гетероталічні. За зовнішнім виглядом аски округлі або видовжені Представником голосумчастих аскоміцетів є пивні дріжджі, а плодосумчастих – сиза цвіль (пеніцил), борошниста роса аґрусу й ріжки жита. Розглянути їх на тимчасових препаратах. Схема циклу розвитку аскоміцетів представлено на рис. 10.

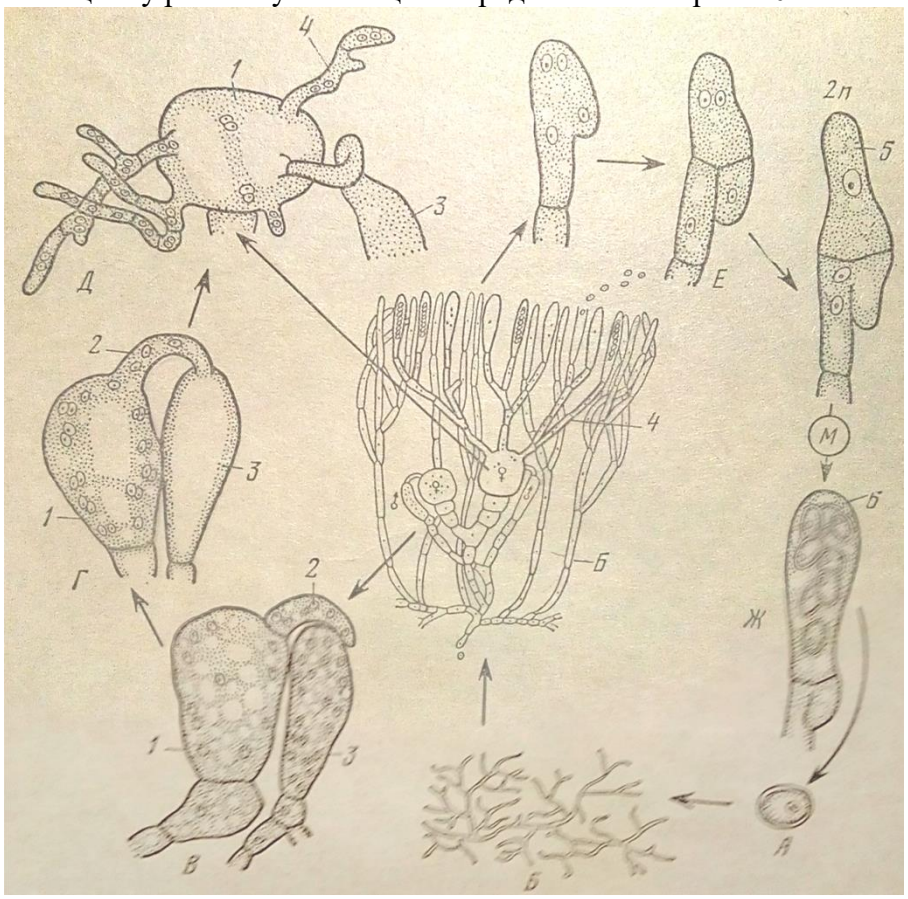


Рис. 9. Статевий процес у **аскоміцетів** *(Ascomycetes):* а – аскоспора; б – гаплоїдний міцелій; в – органи статевого розмноження ; г – зростання трихогіни з антеридієм; д – утворення аскогенних гіф; е – формування аска на кінці аскогенної гіфи; є – утворення аскоспор; М – мейоз; 1 – аскогон; 2 – трихогіна (1,2 – архікарп); 3 – антеридій; 4 – аскогенна гіфа; 5 – зигота; 6 – аска з аскоспорами.

Пивні дріжджі *(Saccharomyces cerevisiae)* мають одноклітинний міцелій. Клітини овальні або округлі, одноядерні (рис. 10.). Сапрофіт, що розвивається на поживній суміші, багату вуглеводами, викликає спиртове бродіння, тому його широко застосовують у різних галузях виробництва. Для пивних дріжджів характерні вегетативне і статеве розмноження.

Вегетативне розмноження здійснюється брунькуванням. Статевий процес відбувається досить рідко. При цьому вміст двох клітин зливається з утворенням зиготи, з якої формується аска, в якому 8 аскоспор. Часто аски формуються без статевого процесу (партенокарпічно). Ядро клітини ділиться двічі мітозом і формується аска, в якому чотири аскоспори.

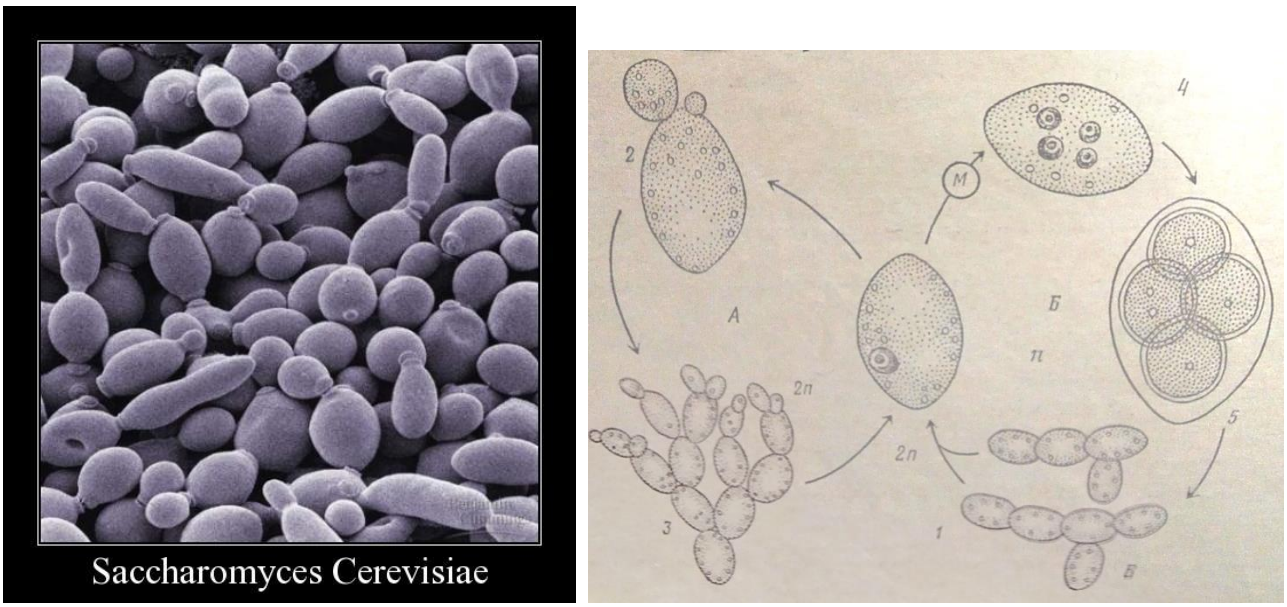


Рис. 10. Загальний вигляд та схема циклу розвитку дріжджів пивних *(Saccharomyces cerevisiae)*: а – брунькування; б – статевий процес; М – мейоз; 1 – одноклітинний диплоїдний талом; 2-3 – клітини, що брунькуються, утворюючи псевдоміцелій; 4 – утворення аскоспор шляхом мейозу.

Сиза цвіль *(Penicillium glaucum)* – гриб сапрофіт з добре розвиненим членистим міцелієм. Міцелій зовнішній, щільно притиснутий до субстрату, білого кольору розвивається на субстратах, багатих вуглеводами (плоди, овочі, харчові продукти, гній). Сиза цвіль виділяє антибіотик пеніцилін і тому використовується у фармацевтичій промисловості.

Розмножується гриб вегетативно, нестатево і статево. Вегетативне розмноження здійснюється частинами міцелію. При нестатевому розмноженні на міцелії гриба виникають багатоклітинні конідієносці, які на верхівці розчленовуються і утворюються стеригми. Вони відчленовують клітини, з яких формуються конідії. Конідії мав зеленувато-сизе забарвлення, звідси і назва – сиза цвіль (рис. 11.).

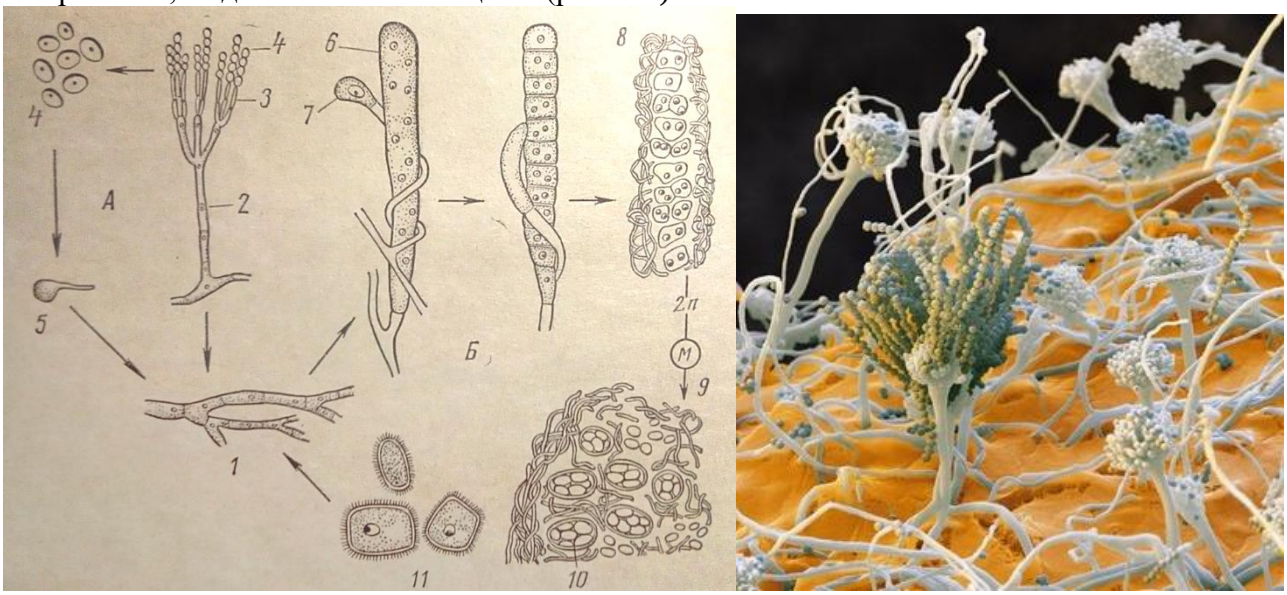


Рис. 11. Цикл розвитку пеніцилу (*Penicillium glaucum*): а – нестатеве розмноження; б – статеве розмноження; М – мейоз; 1 – міцелій; 2 – конідієносець; 3 – стеригма; 4 – конідії; 5 – проростання конідії; 6 – аскогон; 7 – антеридій; 8 – формування клейстотецію, в якому зливаються дикаріони; 9 – частина клейстотецію з асками; 10 – аска з аскоспорами; 11 – аскоспори.

Статеве спороношення здійснюється досить рідко. При цьому утворюються клейстотеції, які мають кулясту форму і дуже міцну оболонку. В гіменіальному шарі клейстотецію формуються аски, які розміщені між парафізами. Аски звільняються результаті

розриву плодового тіла. Статевий процес у пеніцилу має такі особливості органи статевого розмноження утворюються, але запліднення в більшості випадків відбувається. У аскогона апогамно утворюються аскогенні гіфи з дикаріонами, з яких в кінцевому результаті формуються аски з аскоспорами

Таким чином, аскоміцети проводять життєвий цикл в гаплоїдному стані, під час статевого процесу формуються дикаріони, а диплоїдна лише зигота.

Борошниста роса агрусу *(Sphaerotheca mors-uvae)* – гриб-паразит, з добре розвиненим, членистим, зовнішнім міцелієм. Пошкоджує листки, пагони, плоди агрусу (рис. 12.). Має вигляд білого борошнистого нальоту. В тканини рослини проникають лише гаусторії, що забезпечують надходження поживних речовин (рис. 12, а).

Рис. 12. Уражені частини агрусу, клейстотеції на плодах та міцелій на листку, незрілому плоді.

Розмноження вегетативне, нестатеве і статеве. Вегетативне розмноження здійснюється частинами грибниці. Нестатеве розмноження здійснюється на протязі вегетації і викликає масове пошкодження рослин. При цьому на міцелії утворюються одноклітинні конідієносці, що відшнуровують ланцюжки конідій, які переносяться вітром.

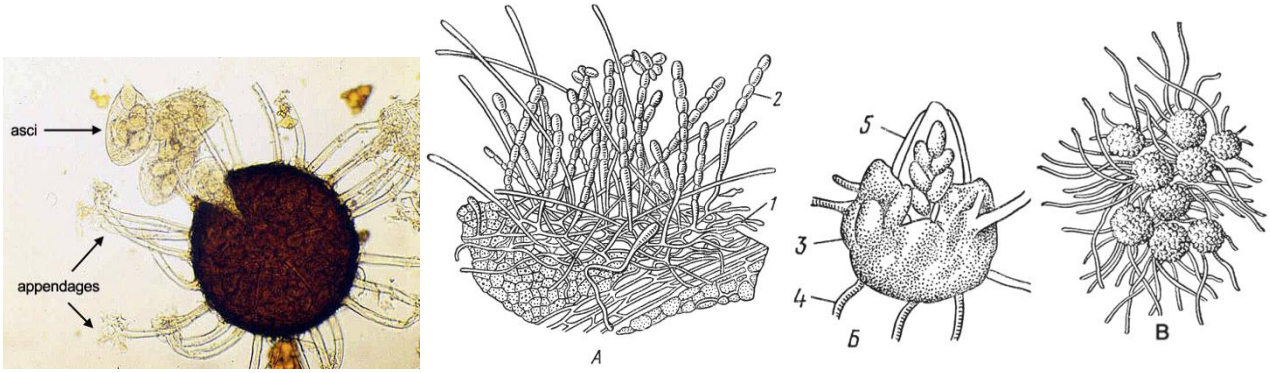


Рис. 12, а. Плодове тіло клейстотецій у борошнистої роси агрусу (*Sphaerotheca mors uvae*): А – конідіальне розмноження; Б – клейстотецій; В – група клейстотеціїв; 1 – міцелій; 2 – ланцюжки конідієспор; 3 – клейстотецій; 4 – гаусторії; 5 – аска з аскоспорами.

В кінці вегетації здійснюється статеве розмноження. На міцелії гриба формуються закриті плодові тіла – клейстотеції. В гіменіальному шарі клейстотецію утворюються антеридії та архікарпи. Вміст антеридію переливається в аскогон через отвір, який

утворюється в стінці, оскільки тріхогіна відсутня. Відбувається плазмогамія, але ядра не зливаються, а паруються, утворюючи дикаріони. Аскогон розростається, розділяється на ряд клітин, одна з яких перетворюється на зиготу в результаті злиття ядер дикаріону, а потім в аску з 8 аскоспорами. Клейстотецій зимує. Весною набухає і розривається. Аскоспори звільняються і, попадаючи на рослини аґрусу, розвиваються в новий міцелій.

Ріжки жита *(Claviceps purpurea)* – гриб-паразит, що розвивається на представниках родини злакових, найчастіше на житі, пирії, тимофіївці, райграсі, ячмені, ярій пшениці тощо. На уражених колосках замість зернівок утворюються склероції або ріжки з щі переплетених гіф міцелію, що утворюють несправжню тканину-плектенхіму. Розмір склероціїв від 2 до 5 см в довжину і 0,2-0,3 см в ширину. Забарвлення чорно-фіолетове. Склероції опадають і зимують, а весною на них виростають, головчасті червонуватого кольору строми на довгих ніжках. На кожному склероції утворюється багато стром (рис. 13.).

А

Б

Рис. 13. Загальний вигляд та схема циклу розвитку ріжок жита *(Claviceps purpurea)*: А– а – склероції в колосі жита; б – проростий склероцій з головчастими стромами; в – розріз строми з плодовими тілами; г – напіввідкрите плодове і (перитецій) з сумками; д – сумка з ниткоподібними аскоспорами; е – утворення конідій на гіфах гриба. Б – проростілі склероції.

По периферії головок стром утворюються перитеції – напіввідкриті плодові кількість аскоспорами. В *кожному аску вісім аскоспор. Утворення аск з аскоспорами в плодових* тілах – результат статевого розмноження у плодосумчастих аскоміцетів. Утворення аскоспор співпадає з фазою цвітіння у жита. Аскоспори переносяться вітром і повинні потрапити на приймочку маточки квітки, де проростають у зав'язь. Там утворюється щільний міцелій, на якому виростають конідієносці і відчленовуються спори нестатевого розмноження – конідієспори. В цей час грибниця виділяє медв'яну росу, що містить значну кількість цукру, завдяки чому конідієспори переносять комахи. Конідієспори також можуть переноситися вітром або водою під час дощу. Гриб може розмножуватися і вегетативно – частинами

багатоклітинного міцелію. Конідіальне спороношення викликає масове ураження квіток. Склероції утворюються до фази дозрівання зерна і опадають. Зимують вони на пожнивних рештках. Цикл розвитку пошкодженого жита представлено на рис. 14.

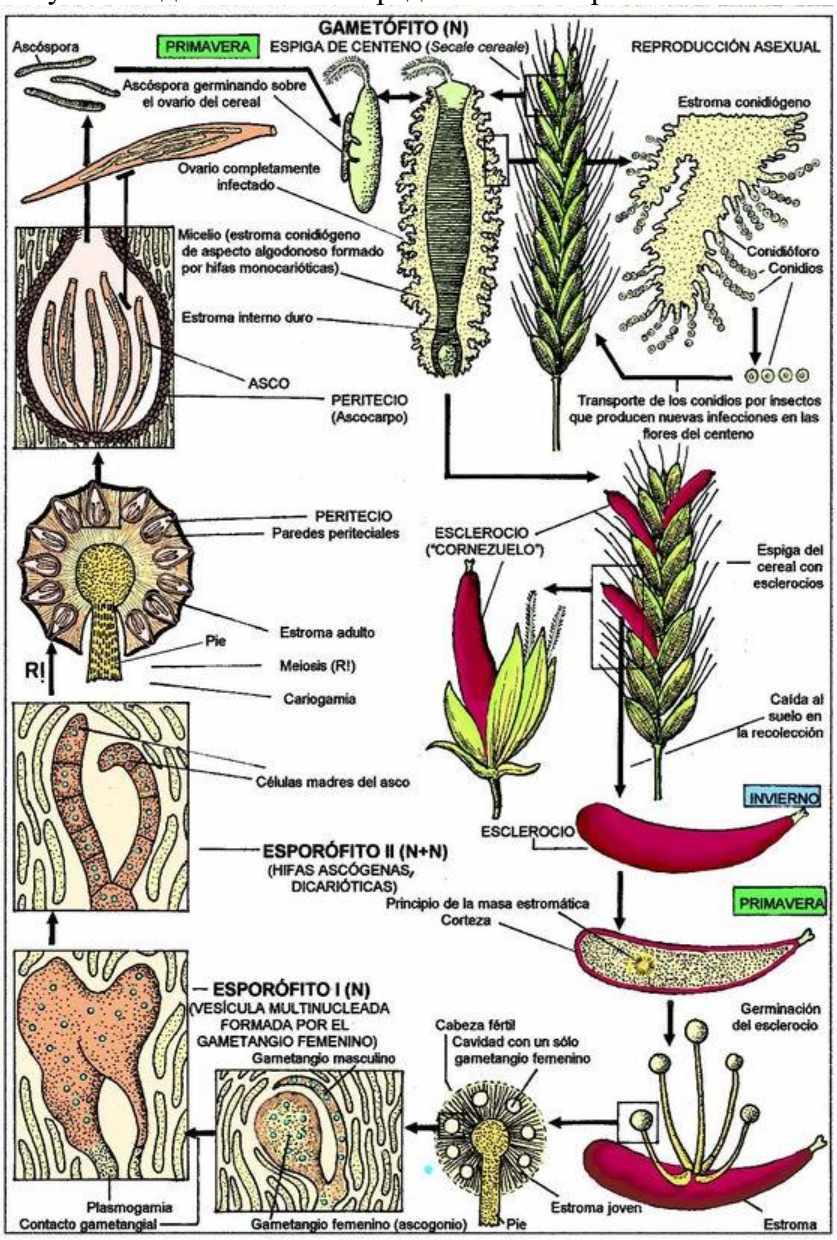


Рис. 14. Цикл розвитку гриба ріжки жита (*Claviceps purperea*).

Порядок пецицеві, родина пецицеві ма.ть сумки, які відкриті. Представники сапрофіи, іноді паразити. У порядку гелоцієвих з родини склеротинієв апотеції зазвичай невеликих розмірів. Сумки розкриваються тріщинами або порами. Серед них також зустрічаються і сапрофіти і паразити (рис. 15.).

Пеціца *(Peziza)* сапрофітний гриб, який зустрічається на грунті, рештках гниючої деревини, навіть гноївкі. Плодове тіло бокальчасте потім блюдцевидне, кріпиться пучком гіф до грунту. Забарвлення, буре, коричневе. Гіменіальний шар має щільний, до складу яких входять переплетені гіфи, далі субгіменіальний шар (рис. 15.). Глибше розташований шар міцної плектенхіми з рихлим переплетеним шаром гіф складаючи велику частину плодового тіла.

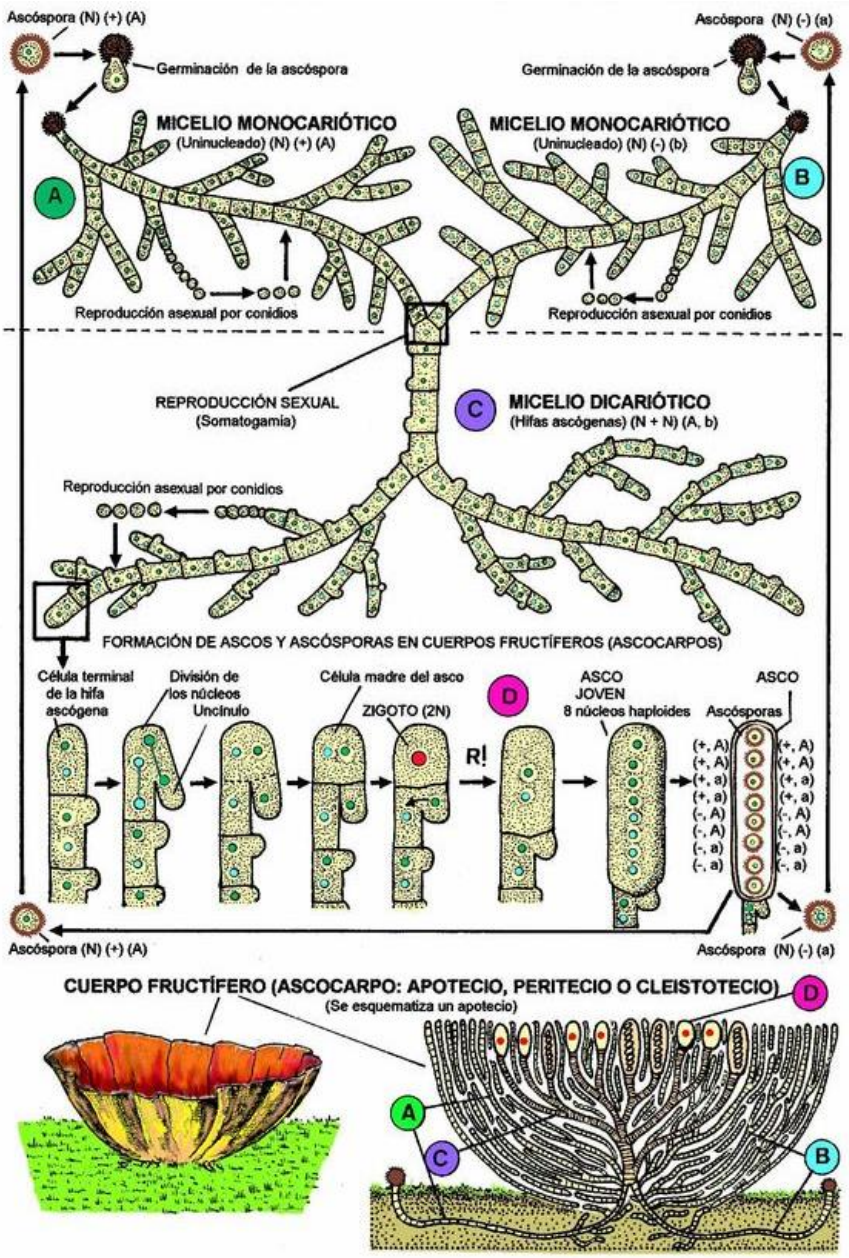


Рис. 15. Схема циклу розвитку аскоміцетів *Peziza* з відкритим плодовим тілом (апотеції.)

Монілінія *(Monilinia fructigena)* парзитний гриб, міцелій якого розвивається в мякушу лоду яблуні і груші, викликаючи чорну гниль. Захворювання спостерігається у плодів з пошкодженим епідермісом. Їх спричиняють жуки-довгоносики казарки, відкладаючи яєчка у мякуш плоду, прогризаючи епідерміс, замащуючи отвори своїми екстрементами, що містять конідії склеротинії (рис. 16.)

Міцелій розвивається ендогенно. Через певний перід росту він розпочинає утворювати конідії, групи яких увигляді сіруватих подушечок виходять на поверхню, розриваючи епідерміс. При цьому розташовуючись концентричними колами.

Мякуш пошкоджени грибом стає буріти, опадає, а гриб у ньому продовжує розвиватись. До осені поверхня плоду чорніє, стає щільним, муміфікованим. Такий плід і є склероцієм гриба. Навесні на його поверхні утворюються апотеції на довгих ніжках. Склероції проростають конідіями, які знову здатні уражувати яблуні і груші.

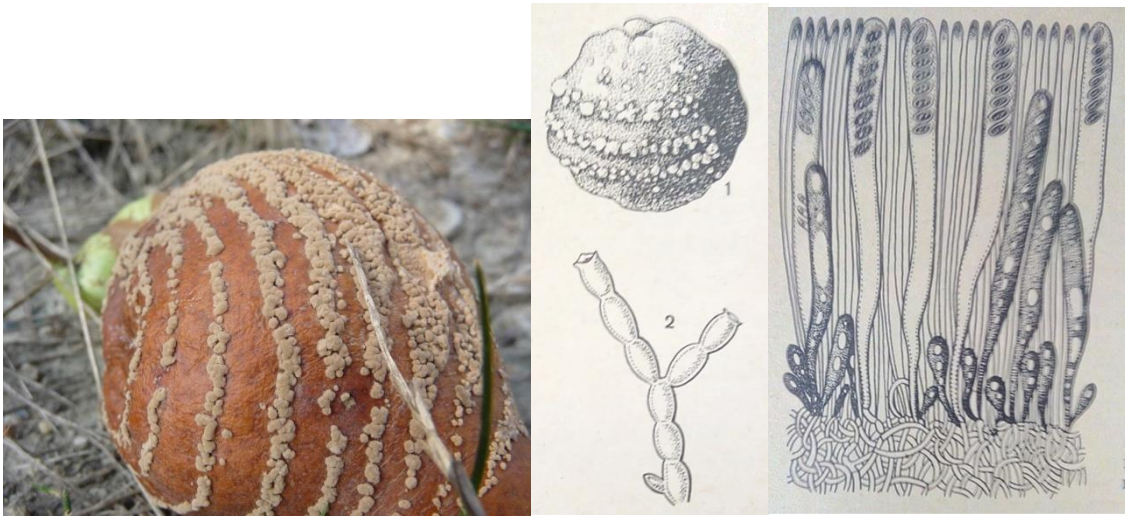


Рис. 16. Монілінія *(Monilinia fructigena)* (ліворуч): яблуко з конідіальним спороношенням гриба, розташовані концентричними колами, 2 – ланцюжок конідієспор. **Парафізи пеціца** *(Peziza)* (праворуч): гіменіальний шар, видно сумки в різних стадіях розвитку і парафізи.

ТЕМА 4. ЦАРСТВО ГРИБИ (МУСОТА). ВІДДІЛ БАЗИДІОМІКОТОВІ (BASIDIOMYCOTA).

Підцарство: **Талофіти безпластидні** (Thallobionta aplastidae).
Клас: **Базидіоміцети** (Basidiomycetes).
Підклас: **Фрагмобазидіоміцети** (Phragmobasidiomycetidae).
Порядок: **Сажкові** (Ustilaginales).
Об'єкти: **Тверда сажка пшениці** *(Tilletia caries).*
Порошиста сажка пшениці *(Ustilago tritici).*
Порядок: **Іржасті** (Uredinales).
Об'єкт: **Лінійна іржа пшениці** *(Puccinia graminis).*
Підклас: **Холобазидіоміцети** (Holobasidiomycetidae).
Порядок: **Афілофорові** (Aphyllophorales)
Об'єкт: **Трутовик справжній** *(Fomes fomentarius)*
Порядок: **Гіменоміцети** (Hytenomycetes).
Об'єкти: **Білий гриб** *(Boletus edulis),* **печериця звичайна** *(Agaricus campestris)*
Порядок: **Гастероміцети** (Gasteromecetidae)
Об'єкт: **Бовіста** *(Bovista),* **зірочник** *(Geastrum)*
Клас: **Дейтероміцети або незавершені гриби** (Deuteromycetes)

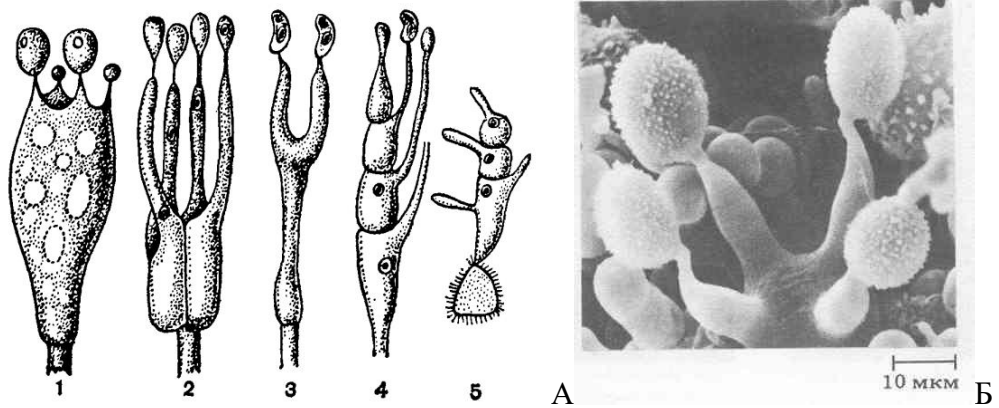
ЗАВДАННЯ:

1. Вивчити особливості будови та розмноження базидіальних грибів.
2. Ознайомитися з характеристикою підкласів базидіальних грибів.
3. Ознайомитися з циклом розвитку сажкових грибів: а) за таблицею вивчити цикл розвитку твердої сажки пшениці; б) за таблицею вивчити цикл розвитку порошистої сажки пшениці.
4. Ознайомитися з циклом розвитку лінійної іржі: а) розглянути на готовому препараті ецидії та пікніди на листках барбарису; б) розглянути уредоспори та телейтоспори на листках та стеблах пшениці; в) за таблицею розглянути проростання телейтоспори.
5. Особливості будови та розмноження холобазидіоміцетів: а) розглянути поперечний зріз через трубчастий та пластинчастий гіменофори трутовика справжнього та печериці звичайної; б) за таблицею розглянути холобазидію з базидіоспорами.
6. Ознайомитися з гербарними зразками різних представників.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

Клас Базидіоміцети *(Basidiomycetes)* – вищі гриби, у яких при статевому способі розмноження угворюються базидії з базидіоспорами. Міцелій добре розвинений, багатоклітинний, розгалужений. Клітини гіф гриба дикаріонні. В циклі розвитку переважає дикаріонна стадія, гаплоїдні базидіоспори, що розвиваються в первинні гаплоїдні гетероталічні міцелії, диплоїдна зигота.

Цикл розвитку базидіоміцетів пов'язаний із статевим способом розмноження, дуже розтягнутий і відбувається без утворення статевих органів. Базидіоспори гаплоїдні і гетероталічні. Вони можуть проростати лише в первинні міцелії, що складають невеликої кількості клітин. Первинні міцелії (+ і –) копулюють з утворенням дикаріонів (плазмогамія відбувається, каріогамія – ні). Із дикаріонної клітини утворюється вторинний, добре розвинений дикаріонний міцелій – основна життєва форма гриба. Статевий процес завершується злиттям ядер дикаріонної клітини та утворенням зиготи. Зиготи утворюють клітини на кінцях гіф і відбувається це у більшості базидіоміцетів в гіменіальному шарі плодового тіла, яке має вигляд шапки і ніжки. Гіменіальний шар складається з псевдопарафіз, цистид та базидій. Базидія формується із зиготи і несе чотири екзогенні базидіоспори, розміщені на стеригмах. Базидії бувають двох типів – холобазидії та фрагмобазидії (рис. 1.). Холобазидії – це одноклітинні базидії, оскільки при редукційному поділі зиготи відбувається лише каріогамія, а плазмогамія не відбувається. Фрагмобазидія – чотириклітинна базидія, тому що редукційний поділ зиготи йде до кінця. Клас Базидіоміцети ділиться на два підкласи: **Холобазидіоміцети** *(Holobasidiomycetidae)* і **Фрагмобазидіоміцети** *(Phragmobasidiomycetidae)* **Холобазидіоміцети** – гриби, у яких при статевому розмноженні формуються одноклітинні базидії – холобазидії; **Фрагмобазидіоміцети** – гриби, у яких при статевому розмноженні формуються чотириклітинні базидії – фрагмобазидії.



А Б

Рис. 1. Типи базидій: А – 1 – холобазидія, 2,3,4 – гетеробазидія, 5 – склеробазидія або фрагмобазидія. Б. Мікрофотографія холобазидіїї (10 мкм).

Крім статевого процесу базидіоміцети розмножуються вегетативно. Вегетативне розмноження здійснюється частинами грибниці, хламідоспорами, оідіями і т.д.

До підкласу Фрагмобазидіальних грибів відноситься порядок Сажкові *(Ustilaginales),* до якого належать представники: тверда і порошиста сажка пшениці, порошиста сажка вівса, пухирчаста сажка кукурудзи.

Познайомитися з циклами їх розвитку, розглянути гербарні зразки пошкоджених рослин та хламідоспори при великому збільшенні мікроскопа.

Тверда сажка пшениці *(Tilletia caries).* Захворювання проявляється в період дозрівання зернівок. Гриб пошкоджує лише насінину, оплодень зберігається, тому колоски зовні виглядають як здорові, але вони легкі, тому в посіві, стоять прямо, а здорові від маси зернівок нагинаються. В цей час гриб розмножується вегетативно. Грибниця розпадається на окремі клітини, що покриваються міцною оболонкою. Називаються вони хламідоспорами (теліоспорами). Хламідоспори кулясті, покриті світло-коричневою сітчастою оболонкою (рис. 2.).

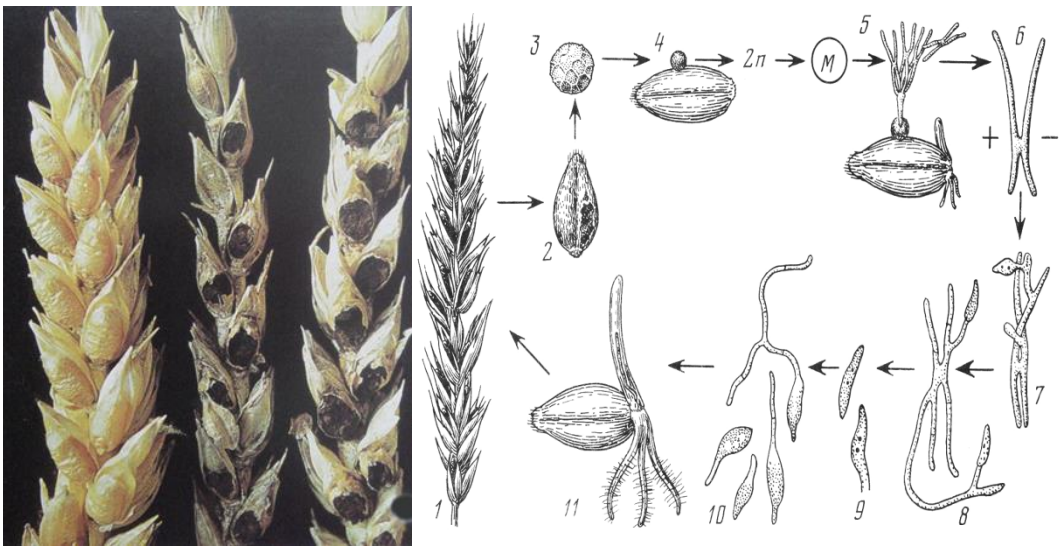


Рис. 2. Загальний вигляд та життєвий цикл твердої сажки пшениці (*Tilletia caries*): 1 – колос пшениці, уражений твердою сажкою; 2 – зернівка з хламідоспорами; 3 – хламідоспора; 4 – хламідоспора на здоровій зернівці; 5 – проростання хламідоспори і утворення базидіоспор; 6 – копуляція базидіоспор; 7-10 – утворення гіф; 11 – гіфи гриба в проростку пшениці.

Під час обмолоту пошкоджені зернівки легко руйнуються і хламідоспори прилипають до поверхні здорових зернівок, де й зберігаються до посіву. Під час посіву хламідоспори попадають в ґрунт і проростають разом з зернівками. В цей час гриб розмножується статевим способом. Хламідоспора проростає в базидію, що має вигляд трубочки, на якій розвивається 4-12 базидіоспор. Вони гаплоїдні і гетероталічні. Базидіоспори попарно копулюють, утворюючи дикаріонний міцелій, який і вростає в проросток пшениці. Росте гриб по міжклітинних просторах і тому видимих ознак захворювання немає. В період дозрівання зерна міцелій гриба, що знаходиться в насінині, розпадається на хламідоспспори. Цикл розвитку гриба здійснюється за одну вегетацію рослини-господаря.

Порошиста сажка пшениці *(Ustilago tritici).* Захворювання проявляється в період формування колоса. Гриб руйнує всі частини колоска, залишаючи лише центральний стрижень складного колоса. В цей час міцелій гриба розпадається на хламідоспори (вегетативне розмноження), і тому колос має вигляд обгорілої головешки (рис. 3.).

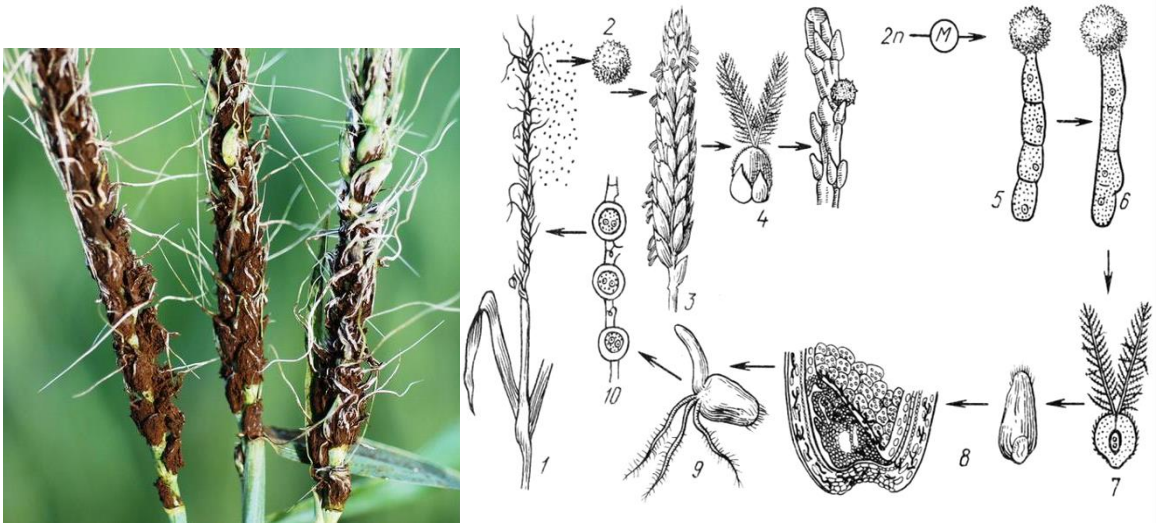


Рис. 3. Загальний вигляд та життєвий цикл порошистої сажки пшениці (*Ustilago tritici*): 1 – колос пшениці, уражений порошистою сажкою; 2 – хламідоспора; 3 – квіткуючий колос пшениці; 4 – хламідоспора на маточці; 5 – проростання хламідоспори і утворення базидіоспор; 6 – копуляція члеників фрагмобазидії; 7-8 – вростання гіф в зародок; 9 – проростання враженої зернівки; 10 – утворення хламідоспор.

Хламідоспори переносяться вітром і попадають на приймочки маточок квіток здорових колосків, які знаходяться у фазі цвітіння. Хламідоспори кулясті, темно-коричневі, на оболонці з маленькими шипами. Хламідоспора проростає на приймочку маточки. Відбувається статеве розмноження. Утворюється фрагмобазидія з базидіоспорами. Базидіоспори брунькуються, утворюючи споридії, які копулюють утворенням дикаріону. Формується дикаріонний міцелій, який проростає до насінного зачатка. З насінного зачатка розвивається зовні нормальна насінина, всередині якої зберігається міцелій гриба. Так гриб зберігається до наступного вегетаційного періоду. Проростає гриб разом із зернівкою і росте по міжклітинниках до фази колосіння, а потім розпалається на хламідоспори.

Пухирчаста сажка кукурудзи (*Ustilago zeae=maydis*) – гриб, який уражує усі органи рослини, крім коренів: листки, стебла, початки, волоть, повітряні корені (рис. 4.). Визначити можна ураження при наявності пухирчастих здуттів різної форми величиною від малесеньких до 15 см і більше в діаметрі. Розвиток здуттів починається з блідих, злегка припухлих плям, що швидко збільшуються і за 2–3 тижні перетворюються у великі жовна блідуваторожевого або зеленуватожовтого кольору. У нестиглому стані сажкові здуття складаються з сіруватобілої, шаруватої маси, вкритої товстою вологою оболонкою. При достиганні вміст здуття перетворюється на чорно-оливкове скупчення телейтоспор гриба.

При мікроскопічному аналізі ідентифікуються телейтоспори гриба – шароподібні, 7–12 мкм в діаметрі, або еліпсоподібні, 8-15×17-10 мкм, з жовто-бурою, дрібношипуватою оболонкою, у масі – оливкового кольору. араження відбувається протягом значного періоду вегетації за допомогою теліоспор, які розносяться вітром з пухирів, що лишилися на полі з минулого року і руйнуються при обробітку ґрунту. У польових умовах рослини кукурудзи найбільш вразливі до хвороби від фази 4–6 листків до початку молочної стиглості. Більш раннє ураження зустрічається дуже рідко і звичайно закінчується загибеллю проростка; ураження пізніше фази молочно-воскової стиглості є незначним. Спори, проростаючи, проникають у рослини через епідерміс. Гриб-збудник хвороби здатний уражувати тільки молоді меристематичні тканини. Найчастіше він заражає зону стеблового конуса наростання, внаслідок чого здуття утворюються на стеблі, листках та волоті, а також молоді качани та їх рудименти, що знаходяться в листкових піхвах нижче качанів. Перші ознаки первинного ураження хворобою проявляється на молодому листі і піхвах, починаючи з фази сходів. У фазу 5-8 пар листків уражаються листові піхви та стебла, потім – волоть, на початку цвітіння – початки. Маса зрілих телейтоспор, що розпилюється з тріщин пухирів, спричиняє повторне зараження рослин. Кількість таких повторних циклів залежить від погодних умов. За період вегетації рослин гриб може утворювати 3-5 генерацій (рис. 4, а).

Гриб дифузно не поширюється по рослині, тому кожне утворене здуття є місцем її зараження. Проростають телейтоспори за наявності краплинної вологи протягом кількох годин. Оптимальною температурою для проростання спор гриба є + 23 +25°С. Телейтоспори знаходяться у ґрунті в незруйнованих сажкових жовнах, рідко – на насінні.

Рис. 4. Уражені початки пухирчастою сажкою кукурудзи (*Ustilago zeae*).

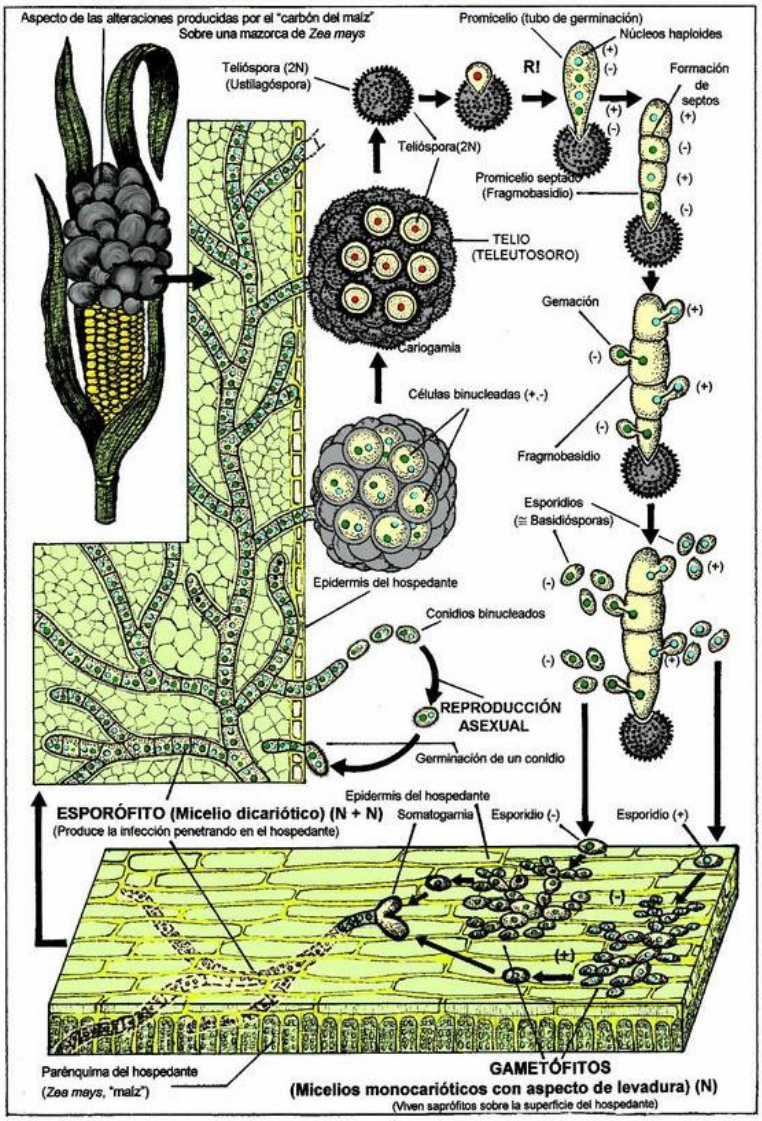


Рис. 4, а. Цикл розвитку кпухирчастої сажки кукурудзи (*Ustilago maydis*).

Порядок Іржасті *(Uredinales).* Представники цього порядку паразитують на злакових рослинах. Вони мають складний цикл розвитку і розвиваються на двох хазяїнах – основному і проміжному. Міцелій багатоклітинний, добре розвинений, росте по міжклітинниках, а в клітини проникають лише гаусторії. За вегетацію утворює велику кількість різноманітних спор різних відтінків оранжевого або червоно-бурого кольорів, звідси і назва – іржасті гриби.

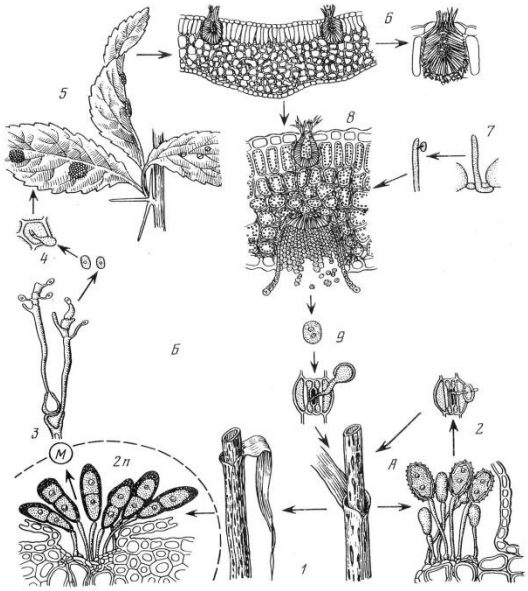
Лінійна (стеблова) **іржа пшениці** *(Puccinia graminis),* гриб-паразит, повний цикл розвитку якого здійснюється на двох рослинах-господарях – барбарисі та пшениці (рис. 5.).

Розвиток гриба розпочинається весною, коли проростають телейтоспори, що зимують на пожнивних залишках.

Телейтоспора проростає у фрагмобазидію з чотирма гаплоїдними гетероталічними базидіоспорами. За допомогою вітру базидіоспори попадають на листки барбарису і проростають, утворюючи з верхньої сторони оранжеві плями гіпертрофованої тканини. Базидіоспори утворюють первинний гаплоїдний міцелій. На гаплоїдному міцелії на верхній поверхні листка утворюються пікніди (спермогонії), що мають вигляд глечиків, на дні яких утворюються спороносці, що відчленовують пікноспори (спермації).

В це пікніди виділяють «медвяну росу», яка приваблює комах, і вони переносять пікноспори від однієї пікніди до другої. Пікноспори + і – копулюють, утворюючи дикаріонний міцелій. Він розростається в мезофілі листка і з нижньої його сторони формує ецидії чашовидної форми, занурені в губчасту паренхіму листка. На дні ецидії формуються

базальні клітини, які відчленовують ецидіоспори. Крайові базальні клітини відчленовують клітині розростаються, утворюючи одношаровий покрив – перидій.



Уражені листки бабрарису.

Літні уредоспори на стеблах пшениці.

Рис. 5. Життєвий цикл лінійної іржі пшениці (*Puccinia graminis*):

А – нестатеве розмноження; Б – статеве розмноження; 1 – листки та стебла ураженіьпукцинією; 2 – уредоспори та їх проростання; 3 – телейтоспора з фрагмобазидіями; 4 – базидіоспори; 5 – листок барбарису, вражений пукцинією; 6 – листок барбарису з пікнідами; 7 – утворення дикаріонного міцелію; 8 – лист барбарису з ецидіями; 9 – ецидіоспора та її проростання.

Цикл *Puccinia graminis* розвитку представлено на рис. 5, а.

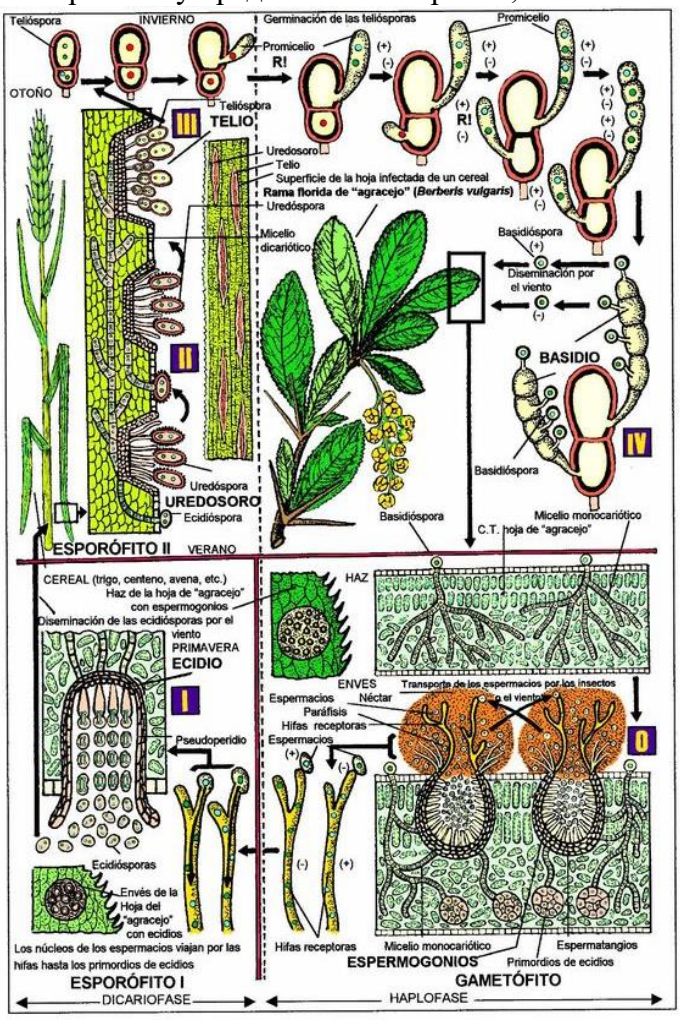


Рис. 5, а. Цикл розвитку гриба іржа барбарису (*Puccinia graminis*).

Ецидіоспори переносяться на злакові рослини і, проростаючи, формують дикаріонний міцелій, що росте по міжклітинниках хлоренхіми листка або стебла. На міцелії 5-6 разів за вегетацію формуються літні спори або уредоспори. Вони розміщені купками і паралельно жилкам, звідси і назва лінійна іржа. Уредоспори переносяться вітром або комахами і є спорами нестатевого розмноження. Уредіальне спороношення викликає масове ураження посівів пшениці. В кінці вегетації на тому ж міцелії утворюються зимуючі спори – телейтоспори, розміщені купками. При утворенні телейтоспор відбувається кардіогамія і дикаріонна клітина перетворюється на зиготу. Телейтоспори складаються, як правило, з двох зигот, що мають товсту оболонку темно-бурого кольору і зимують на пожнивних рештках.

Підклас Холобазидіоміцети *(Holobasidiomycetidae)* – базидіальні гриби, у яких статевому розмноженні утворюються одноклітинні холобазидії, що несуть чотири стеригми з базидіоспорами. Базидії формуються або просто на міцелії, або в гіменіальному шарі плодового тіла. Плодове тіло має вигляд шапки і ніжки, утворених несправжньою тканиною – плектенхімою. Нижня частина шапки називається гіменофором. Гіменофори бувають трубчасті, пластинчасті, складчасті, гладенькі, шипуваті та ін. Гіменофор несе гіменіальний шар, що складається з базидій псевдопарафіз і цистид. Холобазидіоміцети поділяються на два порядки: **Гастероміцети** і **Гіменоміцети.** Плодові тіла родини шампінйонові (Agaricaceae) мясисті, недовговічні складаються із шапки та ніжки та мають пластинчасті гіменофори (рис. 6.). Більшість із них представники грунтових сапрофітів, які поширені в лісових угрупуваннях. Вони здатні вступати в симбіоз з деревами утворюючи мікоризу. Представники гіменоміцетів дощовик, бовіста, зірковик також є грунтовими сапрофітами, а іноді і на відмерлих рештках. Плодові тіла їх замкнуті, формуються в грунті і потім виходять на поверхню. Форма тіл різноманітна (рис. 6.). Білий гриб і печериця звичайна відносяться до порядку Гіменоміцети. Познайомитися з циклом розвитку шапкових грибів. Розглянути трубчастий і пластинчастий гіменофори.

А

Б

В

Г

Д

Е

Рис. 6. Представники гастероміцетів: А –дощовик справжній (*Lycoperdon),* Б – д. шипуватий, В – геаструм, земляна зірка (*Geastrum*) **та гіменоміцети:** Г – підберезовик, Д – мухомор червоний, Е – трутовик.

У дощовика грушовидна. Нижня частина глеби, звужена на ніжку, безплідна. Дозріле плодове тіло розкривається на верхівці увигляді маленького отвора з якого висипаються спори повітряними потоками розсіваючись. Зазвичай цей рід представників зустрічається на лукаї та пасовищах. Бовіста або пурхавка має округло-яйцевидне плодове тіло різного

розміру. У зірковика перидій має два шари: зовнішній при дозріванні плодового тіла розривається і розгортається увигляді зірки. Він реагує на вологість повітря: в суху пору розгорнутий, у вологу – скручений. Спори розсипаються на верхньому тонкому шарі перидія. Зустрічається в сухих лісових асадженнях.

У представника **Трутовика справжнього** (*Fomes fomentarius*) (рис. 7.) відмітимо також наявності трубчастого гіменофора. Він багатолітній, паразитний гриб на деревах як плодових так і лісових. Плодове тіло має вигляд копита, яке щільно зрослось із деревиною. Щорічно шар копитоподібного тіла наростає, збільшується в розімірі. Тому можна визначити його вік. Його міцелій руйнує деревину.

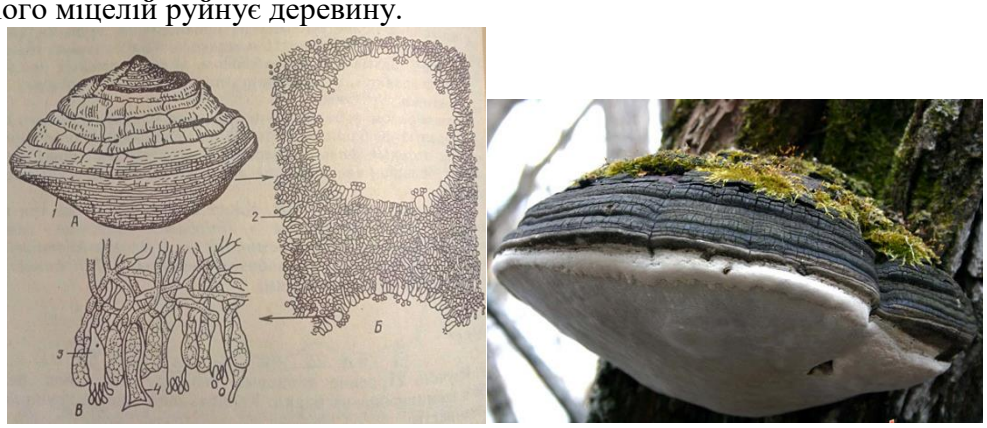


Рис. 7. Трутовик справжній (*Fomes fomentarius*): А – плодове тіло, Б – поперечний розріз трубчастого гіменофора, В – гіменіальний шар, 1 – гіменофор, 2 – плектенхіма, 3 – базидія, 4 – цистіда.

Білий гриб *(Boletus edulis)* – представник родини **Болетових** з добре розвиненим багатоклітинним міцелієм і масивним плодовим тілом. Гриб утворює мікоризу з різними деревними породами. Росте на протязі кількох діб. Шапка плодового тіла має різне забарвлення (жовте, буре, білувате, майже чорне), ніжка бульбовидно потовщена. З нижньої сторони шапки знаходиться трубчастий гіменофор та пластинчастого (рис. 8.).

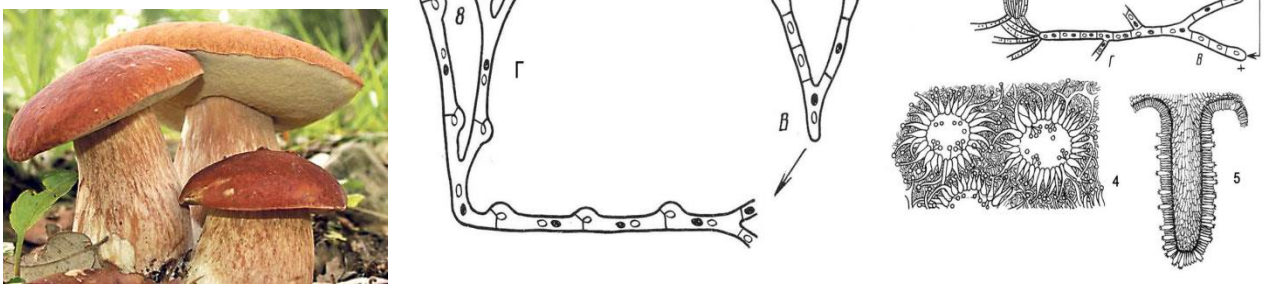


Рис. 8. Загальний вигляд *Boletus edulis* та цикл розвитку: А – базидіоспори Б – гаплоїдні гіфи; В – соматогамія Г – ріст дикаріонних гіф; 1 – холобазидія; 2 – базидіоспори; 3 – плодове тіло; 4 – трубчастий гіменофор; 5 – пластинчастий гіменофор**.**

Гіменіальний шар вистеляє трубочки, там і дозрівають базидії з базидіоспорами. Крім цього гриб розмножується вегетативно – частинами грибниці.

Цикл розвитку білого гриба: з гаплоїдних гетероталічних (+ і –) базидіоспор, які утворилися на базидіях трубчастого гіменофора плодового тіла шапки гриба, на землі розвивається гетероталічний первинний гаплоїдний міцелій.

Кінці гіфів цих міцеліїв зближаються, протопласти їх зливаються, а ядра залишаються самостійними. Утворюється вторинний дикаріонний міцелій. За сприятливих умов на цьому міцелії формуються плодові тіла, які виходять на поверхню ґрунту (третинний міцелій).

На кінцях деяких гіфів, що виходять з-під шапки плодового тіла, утворюються бази дії. Неплодоносні гіфи, які розміщені між базидіями, називаються парафізами. Вони виконують буферну функцію. Більші від парафіз членики називаються цистидами і захищають базидії від тиску згори.

Печериця звичайна *(Agaricus campestris)* – представник родини **Агарикові** з багатоклітинним добре розвиненим міцелієм і досить великим плодовим тілом. Шапка плодового тіла товста, масивна, білого кольору, з пластинчастим гіменофором з нижньої сторони. Пластинки гіменофора вистелені гіменіальним шаром, в якому дозрівають базидіоспори. У молодому віці гіменофор прикритий покривальцем білого кольору, яке після дозрівання базидіоспор розривається і залишки його можна побачити у вигляді білого кільця на ніжці. Печериця звичайна – сапрофіт, легко розмножується у теплицях.

У представника **мухомора червого** (*Amanita muscaria*) з родини Мухоморові, отрйного гриба, відмітимо наявність пластинчастого гіменофору, і його цикл розвитку представлено на рис. 9.

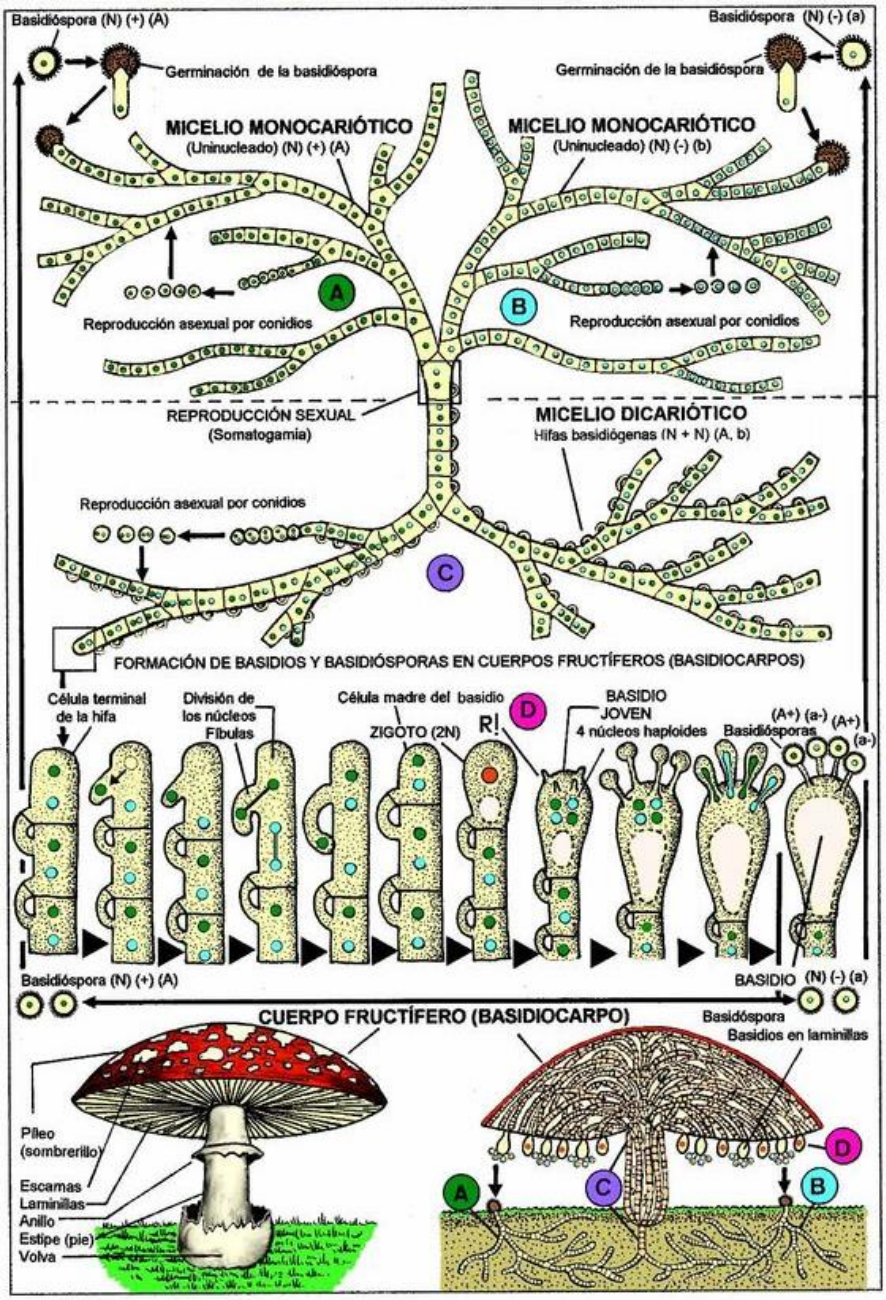


Рис. 9. Загальний вигляд, будова та розмноження мухомора червоного (*Amanita muscaria*).

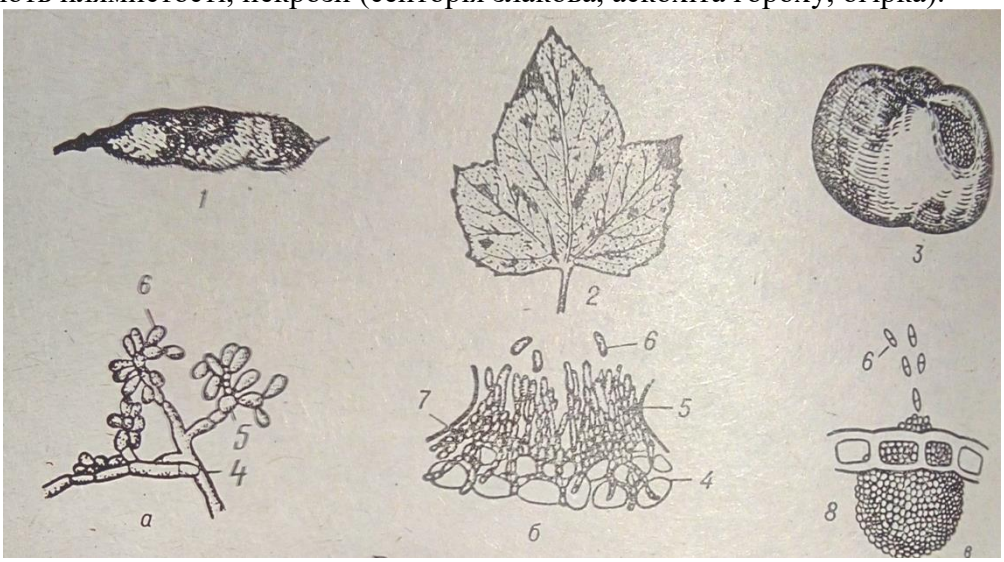
У базидіях ядра дикаріону зливаються з утворенням зиготи. Вона редукційно ділиться, утворюючи чотири гаплоїдних гетероталічних ядра. Ядра крізь канальці стеригм пересуваються у вирости базидії і там із них утворюються базидіоспори. Вони легко відокремлюються від стеригм, падають на субстрат і утворюють новий гаплоїдний міцелій.

Отже, у циклі розвитку базидіальних грибів переважає дикаріонна фаза. Гаплоїдна фаза коротка – це базидіоспори і міцелій, що виріс із них. Диплоїдна фаза представлена, лише зиготою, яка утворилася при злитті ядер дикаріону в базидії.

Представники класу дейтероміцетів (рис. 10.), або незавершені гриби переважно паразити та сапрофіти. Загальна кількість видів близько 30000. Багато цих грибів поширені в природі, нерідко спричиняють захворювання і загибель сільськогосподарських рослин. Більшість розмножуються конідіями та формують плодове тіло – склероцій.

Включає клас порядки: гіфоміцети (Hyphomycetales), що включає гриби, які утворюють поодинокі конідієносці, або конідієносці обєднані в коремії і спородохії; меланконієві (Melanconiales), що формують ложа; і сферопсідні (Sphaeropsidales), що формують пікніди.

Представники гіменоміцетів відомі, як численні паразити рослин викликаючи гнилі (сіра гниль, коренева гниль, плямистості, в'янення) у овочевих, декоратиних рослин. Представники меланконієвих викликають антракноз – плямистість з роз'їданням тканин (виноград, смородина, квасоля, лимон). Представники сферопсидних у вищих рослин спричиняють плямистості, некрози (септорія злакова, аскохіта гороху, огірка).



I

II

Рис. 10. Дейтероміцети: I. а – рід Botrytis, б – Colletotrichum, в – Dipiodina, 1 – ушкоджений плід гороху, 2 – ушкоджений листок смородини, 3 – ушкоджений плід томату, 4 – міцелій, 5 – конідієносець, 6 – конідія, 7 – ложе, 8 – пікніда. II. Фомоз на плодах огірка посівного (*Cucumis sativus* L.), плямистість на листку черешні (*Cerassus avium*), фомоз на денці бульбоцибулини гладіолуса (*Gladiolus*).

ТЕМА 5. ВІДДІЛ ЛІХЕНІЗОВАНІ ГРИБИ АБО ЛШАЙНИКИ (LICHENES).

Підцарство: **Талофіти ядерні** (Thallobionta plastidae)
Відділ: **Ліхенезовані гриби або лишайники** (Lichenes)
Клас: **Сумчасті лишайники** (Ascolichenes)
Порядок: **Круглоплодні** (Cyclocarpales)
Об'єкти: **Кладонія оленяча** *(Cladonia rangiferina)*
Цетрарія ісландська *(Cetraria islandica)*
Ксанторія стінна *(Xanthoria parietina)*

ЗАВДАННЯ:

1. Вивчити лишайники різних морфологічних груп: накипних, листуватих, кущових.
2. Розглянути на готових препаратах анатомічну будову гомеомерної та гетеромерної слані.
3. Вивчити особливості розмноження лишайників: а) розглянути утворення і будову соредій та ізидій; б) розглянути будову апотеція та гіменіального шару.
4. Розглянути гербарні зразки, природний матеріал різних представників.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

Лишайники – це симбіотичні організми, до складу яких входять два компоненти: водорість (автотрофний фікобіонт) і гриб (гетеротрофний мікобіонт). Необов'язковим компонентом лишайників вважають азотфіксуючі бактерії, які зустрічаються у складі лише частини лишайників.

До складу лишайників входять ціанобактерії (носток, хроокок, глеокапса), зелені (хлорокок, хлорела) та жовто-зелені водорості (гетерококус). Водорість синтезує органічні речовини в результаті процесу фотосинтезу, які використовує гриб. Гриб захищає водорість від пересихання, а також забезпечує водою і мінеральними речовинами, які бере з повітря. До складу лишайників входять гриби переважно з класу Аскоміцети і значно рідше Базидіоміцети.

Лишайник являє собою не лише корисний симбіонт, але і складну форму паразитизму. У лишайників спостерігається толерантний (терпимий) паразитизм гриба на водорості. Так, після штучного розділення компонентів лишайників водорість продовжує існувати, а гриб гине.

Ростуть лишайники на різних субстратах (камінь, грунт, кора дерев, скло тощо). Вони можуть вростати в субстрат або прикріплюватися до нього за допомогою рідзин.

Лишайники зустрічаються в різних кліматичних зонах. Вони дуже чутливі до чисто повітря, не переносять сірчистих газів.

За формою тіла виділяють три групи лишайників (рис.1):

а) ***накипні*** (коркові), які мають вигляд нальотів або кірочок, вростають у субстрат практично від нього не відокремлюються;

б) ***листуваті*** **–** талом яких має вигляд розчленованих пластинок, що прикріплюються, субстрату рідзинами;

в) ***кущові*** **–** талом яких має вигляд дихотомічно розгалуженого кущика висотою 15 см, що прикріплюється до субстрату рідзинами (рис. 1.).

За анатомічною будовою слані лишайники бувають гомеомерні та гетеромерні. гомеомерних лишайників гіфи гриба і клітини водорості розміщені рівномірно по всі товщі слані. У гетеромерних – клітини водорості розміщені в спеціальному шарі, що, називається гонідіальним. Таким чином, у гетеромерної слані розрізняють *зовнішні корковий шар* із щільно переплетених гіф міцелію гриба; *гонідіальний* шар з водоростей, до яких підходять гаусторії гриба; серцевину з нещільно переплетених гіф міцелію гриба (та *нижній корковий шар* з щільно переплетених гіф міцелію гриба. Через нижній корковий шар проходять рідзини (рис. 2.).

Рис. 1. Морфологічні форми сланей лишайника: (злвіва-направо) листуватий на корі дерева – пармелія настінна (*Parmelia parietina*), нефрома (*Nephroma*); накипний на камені; кущитстий – цетрарія ісландська (*Cetraria islandica*).

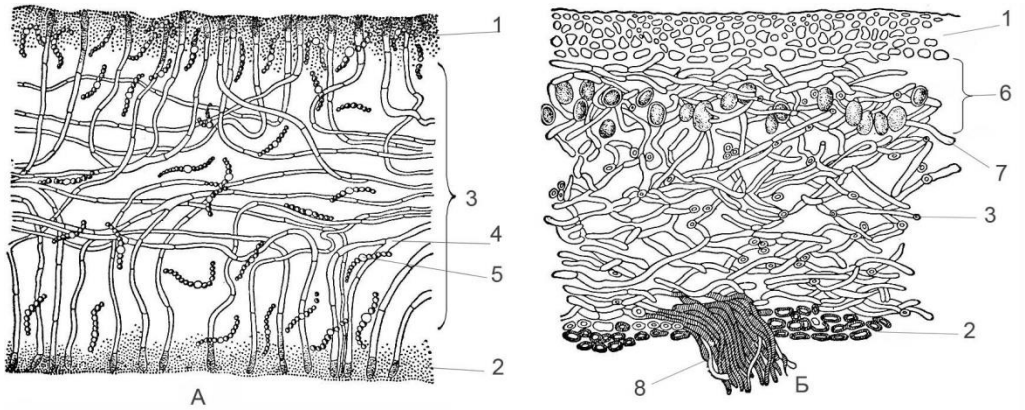


Рис. 2. Типи анатомічної будови слані лишайника: А – гомеомерний талом; Б – гетеромерний талом; 1 – верхній корковий шар; 2 – нижній корковий шар; 3 – серцевина; 4 – гіфи гриба; 5 – водорості; 6 – гонідіальний шар; 7 – гіфи гриба; 8 – ризини.

Забарвлення лишайників різноманітне: сірувате, сірувато-зеленувате, коричнювате жовте, оранжеве і майже чорне. Воно зумовлене наявністю лишайникових кислот.

Ростуть лишайники дуже повільно: приріст коркових складає 1-8 мм, а кущових – 1-3 см за рік. Розрізняють п’ять екологічних груп лишайників. ***Епіфітні*** – це лишайники що ростуть на стовбурах дерев і кущів, бувають за формою слані – накипні, листуваті та кущисті (рис. Б.1., додаток Б). ***Епіфільні*** – лишайники, що ростуть на поверхні листків вічнозелених рослин, накипні і листуваті за формою слані. ***Епіксильні*** – лишайники, що ростуть на обробленій або гниючій деревині, за формою слані накипні, листуваті і кущисті. ***Епілітні*** – лишайники, що ростуть на кам’янистому субстраті, за формою слані – накипні, листуваті та

кущисті (рис. Б.2., додаток Б). ***Амфібічні*** – лишайники, що ростуть з зонах приливів і місць, що подовгу залиті водою, за формою слані – накипні, листуваті й кущисті.

Лишайники, як цілісний організм розмножуються лише вегетативно. Вегетативне розмноження здійснюється частинами слані, брунькуванням, сорédіями та ізидіями. Сорédії являють собою кілька клітин водоростей, обплетених гіфами міцелію гриба. Утворюються сорédії в гонідіальному шарі, розрихлюються, розриваючи верхній корковий шар. На місці розриву утворюється сораль. Сорédії видуваються вітром або вимиваються водою. їзидії являють собою кілька клітин водоростей, обплетених гіфами міцелію гриба, і зовні покриті корковим шаром. Вони утворюються як вирости на верхньому корковому шарі і, відламуючись, розповсюджуються (рис. 3.).

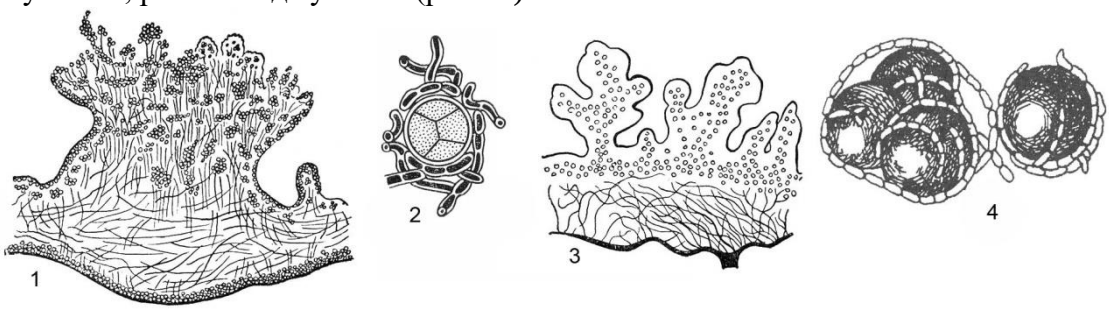


Рис. 3. Сорédії та ізидії лишайника: 1 – талом з сорédіями; 2 – сорédії; 3 – талом з ізидіями; 4 – ізидії.

Крім того, обидва компоненти лишайника зберегли здатність розмножуватися самостійно. Водорості розмножуються вегетативно (поділом клітин) або нестатево (автоспорами). Здатність утворювати зооспори і статеве розмноження редуковані. Гриби лишайників розмножуються статево. В аскоміцетів утворюються плодові тіла: апотеції або иеритеції. Перитеції занурені в талом і мають вигляд темних крапочок, а апотеції розміщені зовні і мають вигляд подушечок, блюдець або дисків. Статеве розмноження здійснюється з утворенням статевих органів. Аскогон запліднюється спермаціями (пікноспорами), що розвиваються в спермагоніях (пікнідах). Спермації – одноклітинні гаплоїдні утворення. Спочатку виникають дикаріони, ядра яких зливаються з утворенням зиготи, з якої розвивається аска з 8 акоспорами. У багатьох грибів лишайників статеве розмноження редуковане.

Новий лишайник утворюється лише у тому випадку, коли спори гриба і конідії водорості попадуть на субстрат поруч і будуть такими, що вже жили у складі лишайника.

Розглянути на гербарних зразках типи лишайників за формою тіла: коркові (ризокарпон географічний); листуваті (ксанторія стінна); кущові (кладонія оленяча, цетрарія ісландська). На готових препаратах розглянути слань та апотецій ксанторії стінної.

Ксанторія стінна *(Xanthoria parietina)* – листуватий лишайник з гетеромерним таломом (рис. 4.).

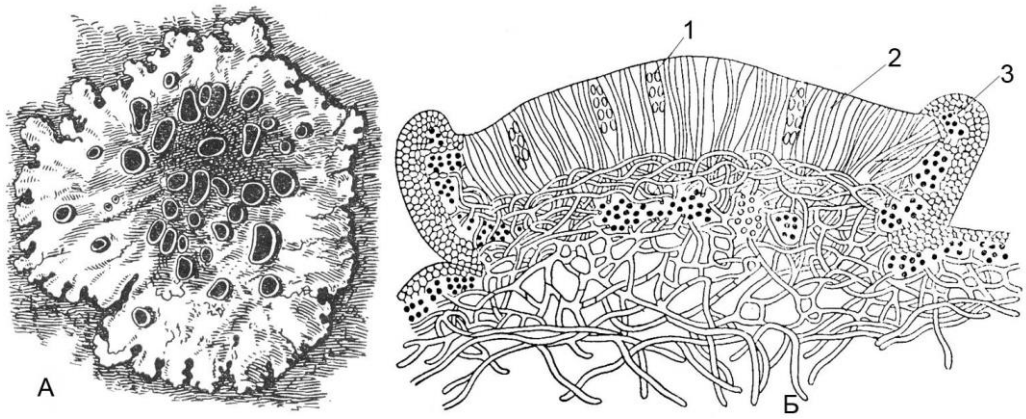


Рис. 4. Анатомічна будова апотеція ксанторії стінної (*Xantoria parientina*):
А – слань лишайника; Б – апотецій; 1 – аска з аскоспорами; 2 – гіменіальний шар;
3 – гонідіальний шар.

Він має жовте або жовтогаряче забарвлення. Росте ксанторія на корі дерев, на обробленій деревині в добре освітлених та багатих на азот місцях. Зверху й знизу слань покрита корковим шаром, які не відрізняються за будовою. Верхній корковий шар забарвлений лишайниковими кислотами. Під ним знаходиться гонідіальний шар, в якому містяться зелені кулясті одноклітинні водорості. До них підходять гіфи міцелію гриба. За гонідіальним розміщений серцевинний шар, який складається з рихло переплетених гіф гриба.

Лишайник розмножується вегетативно сорédіями та частинами талому. Водорость розмножується окремо (автоспорами), а гриб з класу Аскоміцети конідієспорами і статево. При статевому розмноженні утворюється апотецій блюдцеподібної форми.

Зверху в апотеції знаходиться епітецій з пафізами, який покриває апотецій або гіменіальний шар, що складається із сумок і парафіз. Сумки знаходяться на різних стадіях розвитку. Під апотецієм розміщений гіпотецій або субгіменіальний шар, клітини якого продукують сумки. З боків апотецій обмежований корковим шаром.

ТЕМА 6. ВИЩІ СПОРОВІ РОСЛИНИ. ВІДДІЛ МОХОПОДІБНІ (BRIOPHYTA).

Підцарство: **Допагонові архегональні** (Procormobionta archegoniatae).
Відділ: **Мохоподібні** (Bryophyta).
Клас: **Печіночники** (Marchantiopsida).
Порядок: **Маршанцієві** (Marchantiales).
Об'єкт: **Маршанція мінлива** *(Maarchantia polymorpha).*
Клас: **Листяні або справжні мохи** (Bryopsida).
Підклас: **Зелені мохи** (Bryales)
Об'єкт: **Рунянка звичайна або зозулинльон звичайний** *(Polytrichum commune).*
Підклас: **Сфагнові мохи** (Sphagnales)
Об'єкт: **Сфагнум гостролистий** *(Sphagnum acutifolium)*

ЗАВДАННЯ:

1. Вивчити цикл розвитку маршанції мінливої, зозулиного льону та сфагнуму гостролистого, розглянути гербарні зразки рослин.
2. На зафіксованих рослинах розглянути чоловічу та жіночу слані маршанції з виводковими бруньками, гінеєціями та андроеціями.
3. На готовому препараті вивчити анатомічну будову слані маршанції мінливої.
4. На готовому препараті розглянути спорогон рунянки звичайної.
5. На тимчасовому препараті розглянути анатомічну будову листка сфагнуму гостролистого.
6. Розглянути гербарні зразки різних представників.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

Відділ Мохоподібні *(Bryophyta)* найпростіші серед вищих рослин. Представлені лише трав'янистими рослинами невеликих розмірів. У більш примітивних мохоподібних (печіночники та антоцеротові) тіло – талом, а справжні мохи мають стебло і листки. Всі мохоподібні не мають кореневої системи. її функції виконують ризоїди, які бувають одноклітинні і багатоклітинні. В клітинах містяться хроматофори (як і у водоростей), а в більш організованих – хлоропласти. Всі мохоподібні фототрофні. Живуть в умовах підвищеної вологості.

Мохоподібні складають сліпу гілку еволюції, тому що в циклі розвитку переважає гаметофіт – гаплоїдне статеве покоління. На гаметофіті формуються багатоклітинні статеві органи: жіночий – архегоній, чоловічий – антеридій. Гаметофіти бувають двостатеві і роздільностатеві. Архегоній має колбоподібну форму. Звужена його частина називається

шийкою, а розширена – черевцем. У черевці дозріває одна яйцеклітина, яку захищають одна черевна і чотири шийкових клітини. Коли яйцеклітина дозріє, клітини ослизнюються, відкриваючи доступ сперматозоїдам до яйцеклітини архегоній покритий багатоклітинною одношаровою тканиною, яка утворює стінку.

Антеридій округлої форми, покритий багатоклітинною одношаровою стінкою, всередині заповнений спермагенною тканиною, з якої розвиваються сперматозоїди.

Для запліднення необхідна вода. У результаті копуляції сперматозоїда з яйцеклітиною утворюється зигота. Із неї розвивається нестатеве диплоїдне редуковане покоління – спорофіт. У мохоподібних його називають спорогоном. Спорогон складається з коробочки, в якій формуються спори, ніжки і гаусторії. Коробочка може бути голою і покритою покривальцем, що утворюється із стінки архегонія. При допомозі гаусторії спорогон паразитує на гаметофіті. Спори формуються із спорогенної тканини шляхом редукційного поділу, тому вони гаплоїдні та гетероталічні.

Спора проростає, утворюючи протонему, яка своїм виглядом нагадує водорість. На протонемі виростає новий гаметофіт.

Мохоподібні, як найпростіші серед вищих рослин, зберегли ряд ознак нижчих рослин, але мають чітко сформований цикл розвитку з чергуванням спорофіта і гамето фіта та багатоклітинні статеві органи.

Розглянути представників мохоподібних: маршанцію мінливу, рунянку звичайну, сфагнум гостролистий та познайомитися з особливостями їх циклу розвитку.

Маршанція мінлива *(Marchantia polymorpha).* Тіло рослини – талом листоподібної форми довжиною 10-12 см, дихотомічно розгалужений (рис. 1.). Від нижнього епідермісу відходять безбарвні одноклітинні вирости – ризоїди, що виконують функцію кореневої системи, а також багатоклітинні червонуваті або зеленуваті лусочки амфігастрії або філоїди (редуковані листки). На верхньому епідермісі розміщені виводкові кошики з виводковими бруньками. Виводкові бруньки – дволопатеві зелені пластинки, що служать для вегетативною розмноження (рис. 1.).

Маршанція – роздільностатева дводомна рослина. На жіночих рослинах з верхньої сторони виростають гінеації (жіночі підставки), що складаються з ніжки та дев'ятипроменевої зірочки на її верхівці. На чоловічих – андроеції, (чоловічі підставки), що складаються з ніжки та восьми лопатевого диска. На гінеації з нижньої сторони кожного променя зірочки розміщені архегонії, а на андроеції з верхньої сторони диска в спеціальних заглибленнях розміщені антеридії. Сперматозоїди, що дозрівають в антеридіях, виходять на поверхню злегка блюдцеподібного диска, а звідти розбризкуються краплями роси або дощу. Рослина, на якій формуються органи статевого розмноження і дозрівають гамети, в циклі розвитку – гаметофіт.

При наявності води здійснюється запліднення. Внаслідок копуляції сперматозоїда і яйцеклітини утворюється зигота. Із зиготи на жіночій підставці формується спорофіт (диплоїдна фаза в циклі розвитку) (рис. 1, а.).

Рис. 1. Загальний вигляд талому маршанції та вивідкові бруньки.

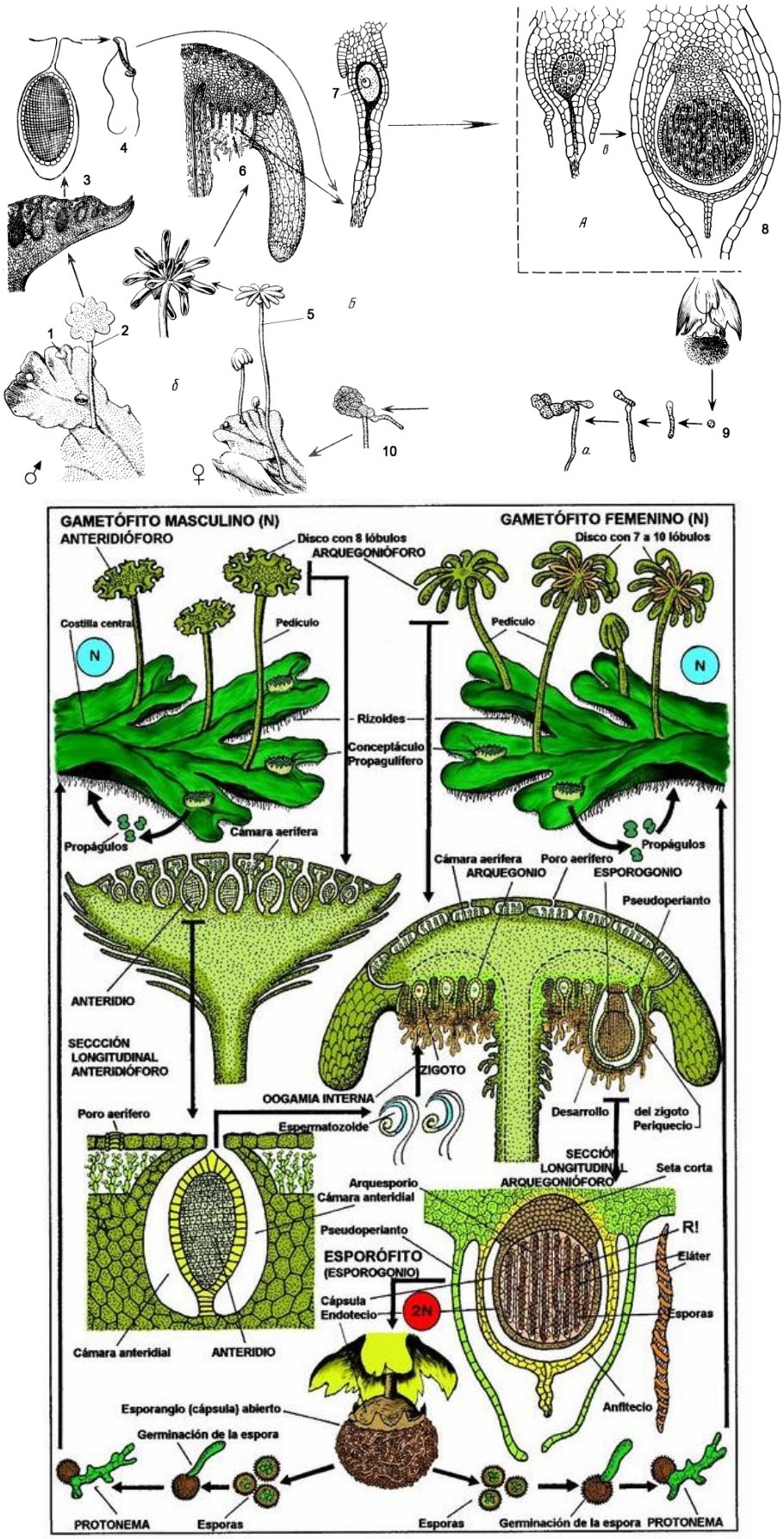


Рис. 1,а. Цикл розвитку маршанції мінливої (*Marchantia polimorpha*): А – спорофіт; Б – гаметофіт; а – проростання спори і утворення протонеми; б – різностатеві таломи; в – утворення спорогону; 1 – виводковий кошик; 2 – підставка чоловіча; 3 – антеридій; 4 – сперматозоїди; 5 – підставка жіноча; 6 – архегоній; 7 – яйцеклітина; 8 – спорогон; 9 – спора; 10 – новий гаметофіт.

Спорофіт (спорогон) – коробочка на ніжці, що закінчується гаусторією. Коробочка має багатоклітинну одношарову стінку. Всередині вона заповнена спорогенною тканиною. Спорогон без ковпачка. Із спорогенної тканини, в результаті редукційного поділу, утворюються гаплоїдні, гетероталічні спори, а також флатери, які розрихлюють спори і розкривають коробочку. Зі спори виростає протонема у вигляді розгалуженої нитки, на якій формується новий гаметофіт.

Клас листостеблові, або справжні мохи (Bryophytes) – високоорганізовані мохоподібні з розчленуванням тіла на вегетативні органи (стебло і листки). До листостеблових належать сфагнові (Sphagnales), андрієві (Andreaeales) та зелені мохи (Bryales).

Сфагнові мохи (білі, або торфові) включають 350 видів. Стебло досягає висоти 15-20 см, розгалужене, зовні покрите багатошаровим епідермісом, спіральні клітини якого мають потовщення і пори, по них проводиться вода. Глибше залягають прозенхімні клітини з потовщеними оболонками, які надають стеблу міцності. К центрі розміщена серцевина з великоклітинної паренхіми. Листки (філоїди) одношарові без жилок і складаються з гіалінових (водоносних) та асимілюючих клітин. Асимілюючі клітини видовжені з великою кількість хлоропластів і складають ⅓ від загальної кількості. Гіалінові клітини з потовщеними стінками, без хлоропластів, з облямованими або простими порами, складають ⅔ від загальної кількості і запасають воду, кількість якої в 40-50 разів перевищує масу рослини. Листорозміщення кільцеве.

У дорослих рослин ризоїди відсутні. Вони є лише на пластинчастій протонемі, що виростає із спори. Стебло виростає з бруньок на протонемі і весь час росте верхівкою, а нижньою частиною відмирає. Відмерлі рештки не перегнивають, завдяки підвищеній кислотності середовища, а осідають і утворюють торф. Види сфагнумів є однодомні і дводомні. На однодомних (двостатевих) рослинах антеридії і архегонії містяться на коротеньких бічних гілочках, але не поруч, а у дводомних (роздільностатевих) на різних рослинах. Антеридії кулястої форми, сидять по одному на довгих ніжках в пазухах листків на верхівці стебла. Архегонії розміщені на коротких бічних гілочках по 1-5 і зовні покриті листочками. В антеридіях і архегоніях дозрівають гамети. Для запліднення необхідна вода. Із зиготи розвивається спорогоній на короткій ніжці. В коробочці спорогону міститься колонка, над якою розміщений куполоподібний спорангій, в якому з материнських клітин утворюються гомоталічні або гетероталічні спори, з яких розвиваються двостатеві або одностатеві гаметофіти. Представником сфагнових мохів є білий мох, або сфагнум (*Sphagnum acutifolium*).

Сфагнум гостролистий *(Sphagnum acutifolium)* – багаторічна трав'яниста роздільностатева однодомна рослина висотою 10-15 см (рис. 2.).

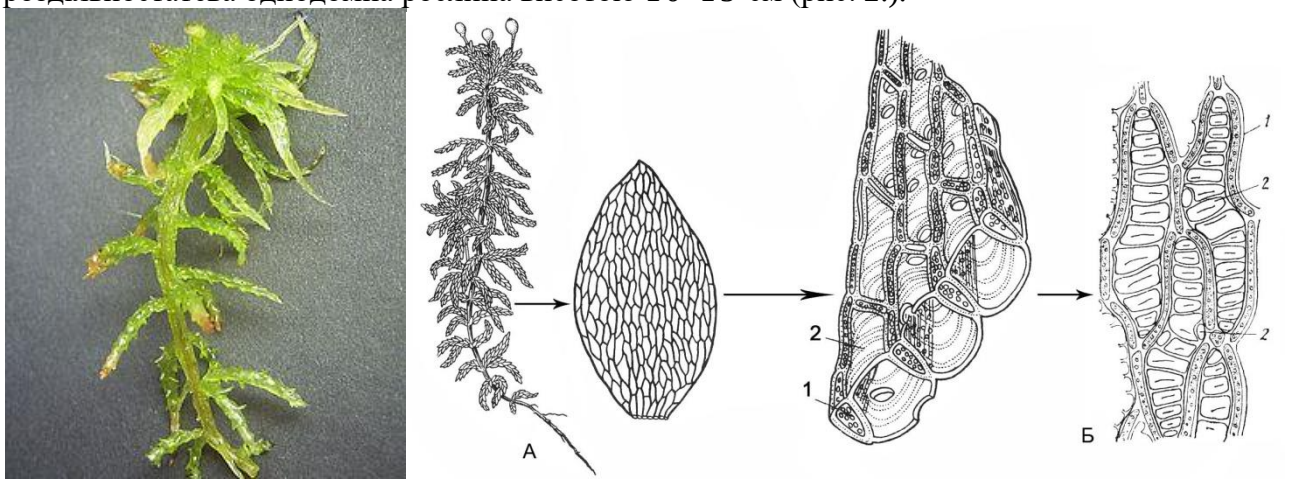


Рис. 3. Загальний вигляд та натомічна будова листка сфагнума болотного (*Sphagnum palustre*): А – гаметофіт з спорогонами; Б – клітини листка; 1 – хлорофілоносні клітини; 2 – гіалінові клітини.

Рослина має тонке розгалужене стебло, покрите дрібними філоїдами, що розміщені кільчасто. Ризоїдів і коренів немає. Функції кореневої системи виконує нижня частина рослини, занурена у воду.

Завдяки будові, сфагнум має здатність утримувати води в 30-40 разів більше ваги рослини і викликати заболочення території. В будові листків ⅔ складають гіалінові або водоносні клітини і лише ⅓ – асимілюючі. Гіалінові клітини великого розміру, мертві, з потовщеними стінками, великою кількістю пор та дуже гігроскопічні

В циклі розвитку сама рослина – гаметофіт (гаплоїдна фаза). Весною на різних розгалуженнях однієї і тієї ж рослини утворюються антеридії і архегонії. Для запліднення потрібна вода. По воді сперматозоїди антеридіїв пересуваються і запліднюють яйцеклітини – архегоніїв. Із зиготи розвивається спорофіт. Цикл розвитку сфагнуму представлено на рис. 2,а. Спорофіт – куляста коробочка з кришечкою на ніжці, що закінчується гаусторією. В коробочці утворюються гаплоїдні спори. З часом вони проростають в пластинчасту протонему з ризоїдами, на якій формується новий гаметофіт.

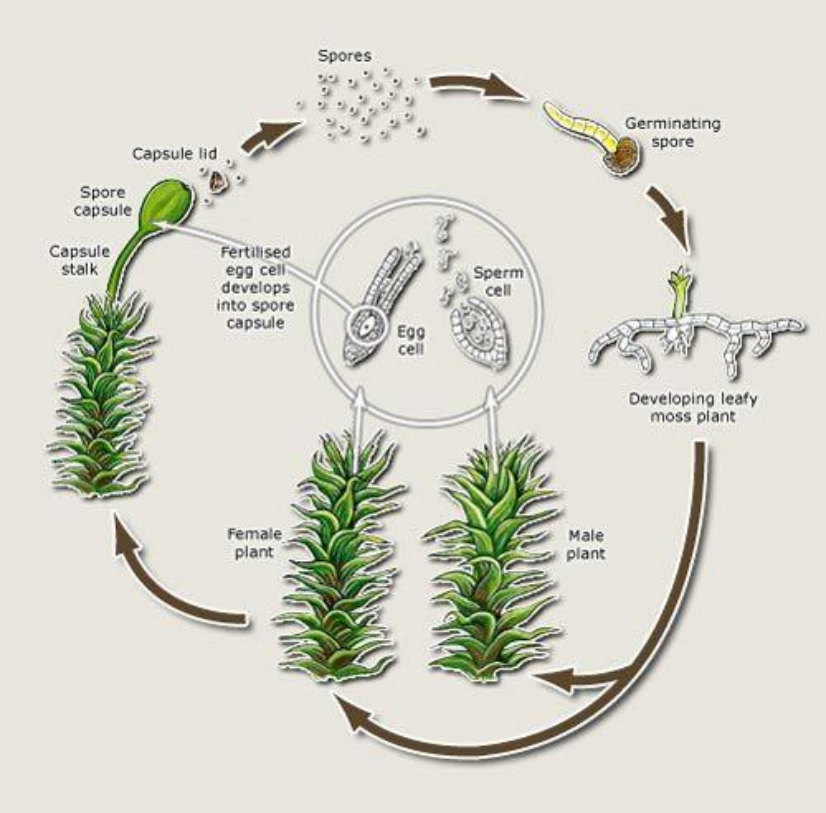


Рис. 2, а. Цикл розвитку *Sphagnum acutifolium.*

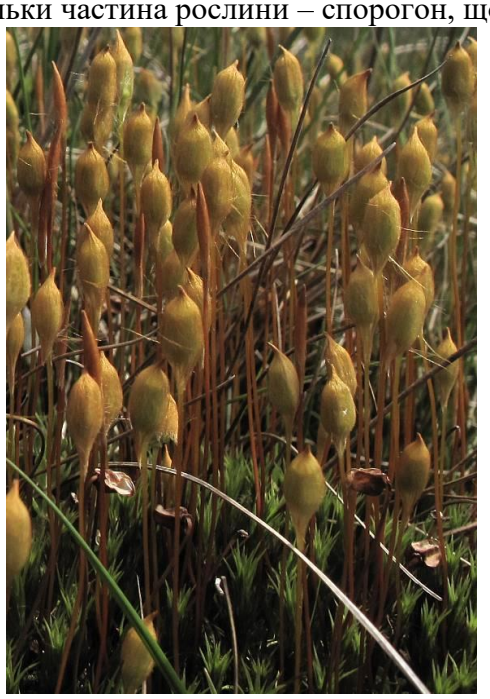
Рунянка звичайна, або зозулин льон звичайний *(Polytrichym commune)* – багаторічна роздільностатева дводомна трав'яниста рослина висотою 10-15 см. Рослина має розгалужене стебло, на якому густо розмішені дрібні ланцетні «листочки» (філоїди) (рис. 3.). Функцію кореневої системи виконують ризоїди.

Сама рослина в циклі розвитку – гаметофіт. Весною на верхівці жіночої рослини утворюється група архегоніїв, в яких дозріває по яйцеклітині, а на верхівці чоловічої рослини – група антеридіїв, оточених червонуватими листочками, в яких дозрівають сперматозоїди. Для запліднення потрібна вода. В результаті запліднення на жіночій рослині в архегонії утворюється зигота, з якої розвивається спорофіт (спорогон).

Спорофіт складається з коробочки, ніжки і гаусторії. Коробочка має урну, всередині якої розміщена колонка, навколо колонки знаходиться споровий мішок. Урна покрита кришечкою з ковпачком; під кришечкою містяться перистоми – один або два ряди зубчиків, які мають здатність відгинатися, щоб спори могли висипатись. Зовні коробочка покрита

покривальцем, утвореним із стінок архегонія. Спори гаплоїдні і гетероталічні. Спора спочатку проростає в нитковидну протонему, а потім в новий гаметофіт (рис. 3, а).

Таким чином у зозулиного льону в циклі розвитку переважає гаметофіт, а спорофіт – це тільки частина рослини – спорогон, що паразитує на жіночому гаметофіті.



Спорогон прикритий «зозулькою»

Загальний вигляд з філоїдними листочками

Розкрита коробочка

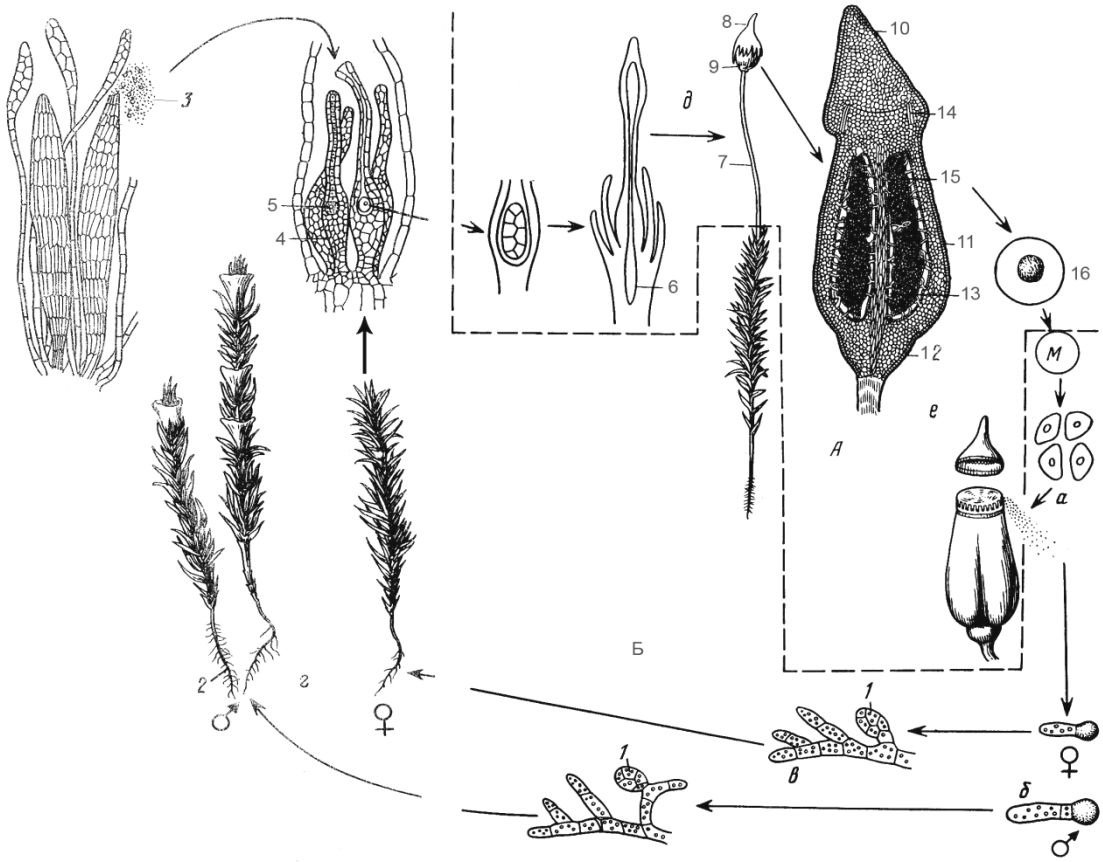


Рис. 3. Цикл розвитку зозулиного льону звичайного (*Polytrichum commune*): А – спорофіт; Б – гаметофіт; а – спори; б – проростання спор; в – протонема; г – жіночий і чоловічій гаметофіти; д – спорогон; е – коробочка; 1 – брунька; 2 – ризоїди; 3 – сперматозоїди; 4 – архегоній; 5 – яйцеклітина; 6 – гаусторія; 7 – ніжка; 8 – ковпачок; 9 – коробочка; 10 – кришечка; 11 – урночка; 12 – шийка; 13 – колонка; 14 – епіфрагма; 15 – спорангій; 16 – спорогенна клітина.

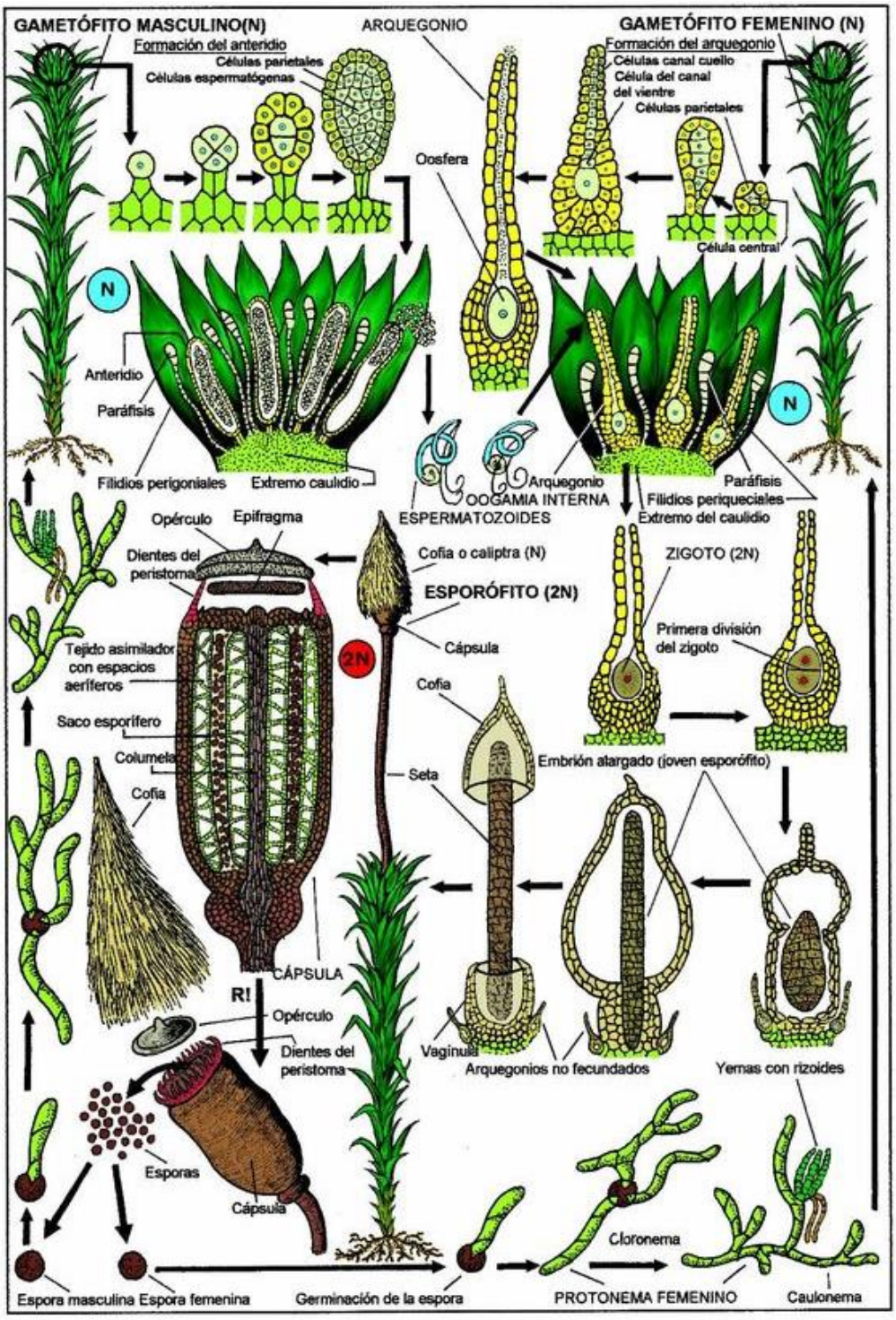


Рис. 3, а. Цикл розвитку *Polytrichum* sp.

Значення в природі та використання мохоподібних:

- утворюють природні ландшафти,
- приймають участь у створенні біомаси планети,
- приймають участь у загальному кругообігу речовин в природі,
- регулюють глибину залягання підземних вод,
- утримують вологу і викликають заболочення території,
- переважають в фітоценозах тундри, лісотундри та боліт,
- утворюють торф (запаси в Україні 12170 млн. м³.),
- торф використовують як паливо, як добриво, для отримання спирту, парафіну,для утворення компостів, як підстилку для худоби і т. ін.

ТЕМА 7. ВИЩІ СПОРОВІ РОСЛИНИ. ВІДДІЛ ПЛАУНОПОДІБНІ (LYCOPODIOPHYTA). ВІДДІЛ ХВОЩЕПОДІБНІ (EQUISETOPHYTA). ВІДДІЛ ПАПОРОТЕПОДІБНІ (PTERIDOPHYTA).

Підцарство: **Пагонові архегональні** (Cormobionta archegoniatae)
Відділ: **Плауноподібні** (Lycopodiophyta)
Клас: **Плауновидні** (Lycopodiopsida)
Об'єкти: **Плаун булавовидний** *(Lycopodium clavatum)*
Плаунок плауновидний *(Selaginella selaginoides)*
Відділ: **Хвощеподібні** (Equisetophyta)
Клас: **Хвощевидні** (Equsetopsida)
Порядок: **Хвощеві** (Equisetales)
Об'єкт: **Хвощ польовий** *(Equisetum arvense)*
Відділ: **Папоротеподібні** (Pteridophyta)
Клас: **Папоротевидні** (Pteridopsida)
Порядок: **Ціатеєві** (Cyatheales)
Об'єкт: **Щитник чоловічий** *(Dryopteris filix-mas)*
Порядок **Сальвінієві** (Salviniales)
Об'єкт: **Сальвінія плаваюча** *(Salvinia natans)*

ЗАВДАННЯ:

1. За гербарним матеріалом вивчити особливості будови представників Плауноподібних, Хвощеподібних і Папоротеподібних.
2. Користуючись гербарним матеріалом і таблицею, вивчити цикл розвитку плауна булавовидного *(Lycopodium clavatum):* а) загальний вигляд спорофіта із спороносними колосками; б) будову спороносного колоска; в) двостатеві бульбовидні заростки з антеридіями та архегоніями.
3. Користуючись таблицею, вивчити цикл розвитку плаунка плауновидного *(Selaginella selaginoides):* а) загальний вигляд спорофіта із спороносними колосками; б) будову спороносного колоска з макро- і мікроспорангіями; в) редуковані роздільностатеві гаметофіти.
4. За таблицею вивчити цикл розвитку хвоща польового *(Equisetum arvense):* а) загальний вигляд спорофіта (вегетативний і спороносний пагони); б) будову спороносного колоска (фіксований препарат); в) спори з елатерами (тимчасовий препарат); г) роздільностатеві заростки з архегоніями та антеридіями.

За таблицею та гербарним матеріалом вивчити життєвий цикл щитника чоловічого *(Dryopteris filix-mas):* а) загальний вигляд спорофіта; б) зріз через сорус (готовий препарат); в) спорангії та спори (готовий препарат); г) заросток з архегоніями та антеридіями.

6. За таблицею вивчити схему циклу розвитку сальвінії плаваючої *(Salvinia natans):* а) загальний вигляд спорофіта; б) будову сорусів із мікро- і макроспорангіями; в) будову чоловічого і жіночого гаметофітів та антеридіїв і архегоніїв; г) запліднення та розвиток зародка спорофіта.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

До вищих спорових рослин крім мохоподібних відносяться ще три відділи: **Плауноподібні** *(Lycopodiophyta),* **Хвощеподібні** *(Equisetophyta)* та **Папоротеподібні** *(Polypodiophyta).* Це високоорганізовані, наземні вищі рослини з диференціацією тіла на вегетативні органи: стебло, листки, корені. Анатомічна будова названих відділів свідчить про високу організацію. Є покривна і основна тканини, а також протостела. Судинно-волокнисті пучки концентричні або колатеральні закриті. Ксилема складається, як правило, з трахеїд, а флоема з ситовидних трубок різноманітних за будовою.

Вищі спорові рослини разом з голонасінними складають групу архегоніальних рослин, тому що вони утворюють архегоній – жіночий статевий орган.

Плауноподібні, хвощеподібні і папоротеподібні мають подібний цикл розвитку. У циклі розвитку переважає спорофіт (диплоїдна фаза), а гаметофіт (гаплоїдна фаза), редукований. Гаметофіт розвивається і живиться самостійно. Спорофіт – це сама рослина. а гаметофіт – зелена пластинка з ризоїдами (заросток), на якому формуються антеридії і архегонії. Заросток розвивається у вологих місцях, тому що для запліднення потрібна вода.

Після запліднення із зиготи на заростку розвивається зародок, що складається із стебла, кореня і першого листка, але не схожий на дорослу рослину. З часом зародоок розвивається в дорослу рослину.

З часом на спорофіті розвиваються органи снороношення – спорангії. Спорангії розміщені з верхньої або нижньої сторони листка, на спеціальному спороносному листку або зібрані на верхівці пагона в спороносний колосок. Видозмінені листки, що несуть спорангії, або групи спорангіїв, називаються спорофілами. Спори утворюються із спорогенної тканини шляхом редукційного поділу. У спорангіїв є різноманітні пристосування для розкриття та розповсюдження спор. Із спори в сприятливих виростає заросток.

Серед плауноподібних і папоротеподібних є рівно- і різноспорові рослини. У рівноспорових заростки двостатеві, у різноспорових – роздільностатеві.

Плауноподібні *(Licopodiophyta)* – сучасні трав'янисті і давні викопні дерев'янисті рослини з дрібними листками – філоїдами. Стебла і пагони у них не членисті, без міжвузлів. Листки, що несуть спорангії (спорофіли), зібрані в спороносні колоски. На кожному спорофілі на верхньому боці знаходиться по одному спорангію. За розміром спори бувають однакові й неоднакові. Спорофіт – сама рослина (рис. 1.). Гаметофіти двостатеві та роздільностатеві, майже завжди живляться сапрофітно.

Рис. 1. Спороносний колосок та загальний вигляд плауна ялівцевого (*Lycopodium clavatum*).

Плаун булавовидний *(Licopodium clavatum)* – багаторічна вічнозелена трав'яниста рослина з лежачим головним стеблом, від якого відходять вертикальні, дихотомічно розгалужені пагони до 25 см заввишки та добре розвинені додаткові корені. Сама рослина в циклі розвитку спорофіт

Вертикальні пагони несуть по два спороносні колоски або бруньки. Стебло і пагони густо покриті спірально розміщеними дрібними ланцетно-лінійними листками. Камбію немає, вторинні зміни в анатомічній будові не відбуваються. Спороносні колоски мають вісь, на якій спірально розміщені спорофіли, в пазухах яких формуються спорангії ниркоподібної форми. В спорангіях закладається спорогенна тканина, з якої в результаті

редукційного поділу утворюються гаплоїдні спори, однакові морфологічно та фізіологічно. Спори висипаються і проростають в двостатеві заростки бульбоподібної форми, що розвиваються в ґрунті на протязі 12-20 років, і живляться сапрофітно. Зароток в циклі розвитку – гаметофіт. У його будові розрізняють покривну тканину, під якою розміщена паренхіма, а в паренхімі статеві органи - антеридії і архегонії. В статевих органах дозрівають гамети. Сперматозоїди дводжгутикові. Запліднення відбувається при наявності води. Яйцеклітини не покидають архегоніїв. Із зиготи виростає зародок, а потім розвивається доросла рослина – спорофіт (рис. 2, 2, а.).

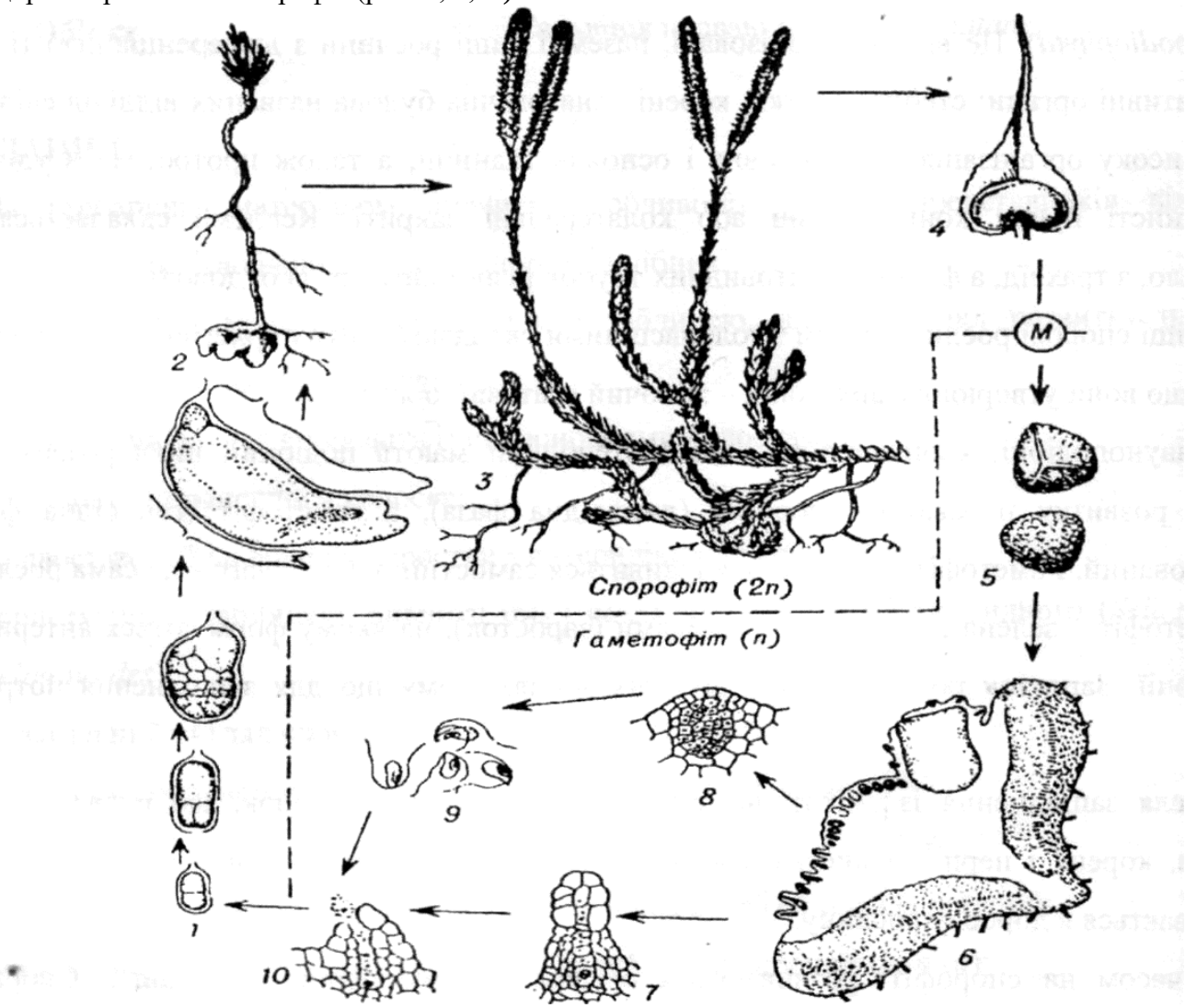


Рис. 2. Цикл розвитку плауна булавовидного *(Licopodium clavatum):* М – мейоз; 1 – поділ зиготи; 2 – зародок спорофіта; 3 – дорослий спорофіт; 4 – спорофіл із спорангієм; 5 – спора; 6 – талом гаметофіта з архегоніями і антеридіями; 7 – архегоній з яйцеклітин; 8 – антеридій із сперматозоїдами; 9 – сперматозоїд; 10 – запліднення.

Молодильник (*Isoetes*) – представник роду з родини молодильникових (Isoetaceae). Існує близько 140-150 видів, з космополітичним поширенням. Це в основному водні або напівводні рослини, які живуть у прозорих водоймах і тихохідних потоках, хоча деякі (наприклад, *Isoetes butleri, I. histrix* та *I. nuttallii*) ростуть на вологому ґрунті, що висихає в літню пору. Листки вузькі, 2-20 см завдовжки (у виняткових випадках до 100 см), ширина 0,5-3,0 мм; вони можуть бути або вічнозелені, листопадні взимку, або листопадні в сухий сезон. Рослини різноспорові. Види роду дуже важко розрізнити за зовнішнім виглядом. Вивчення мегаспор (діаметр по екватору яких становить 250-800 μm) під мікроскопом буде найліпшим результатом для їх визначення. В Україні поширений молодильник озерний (*Isoetes lacustris* L.). Цикл розвитку представлено на рис. 3.

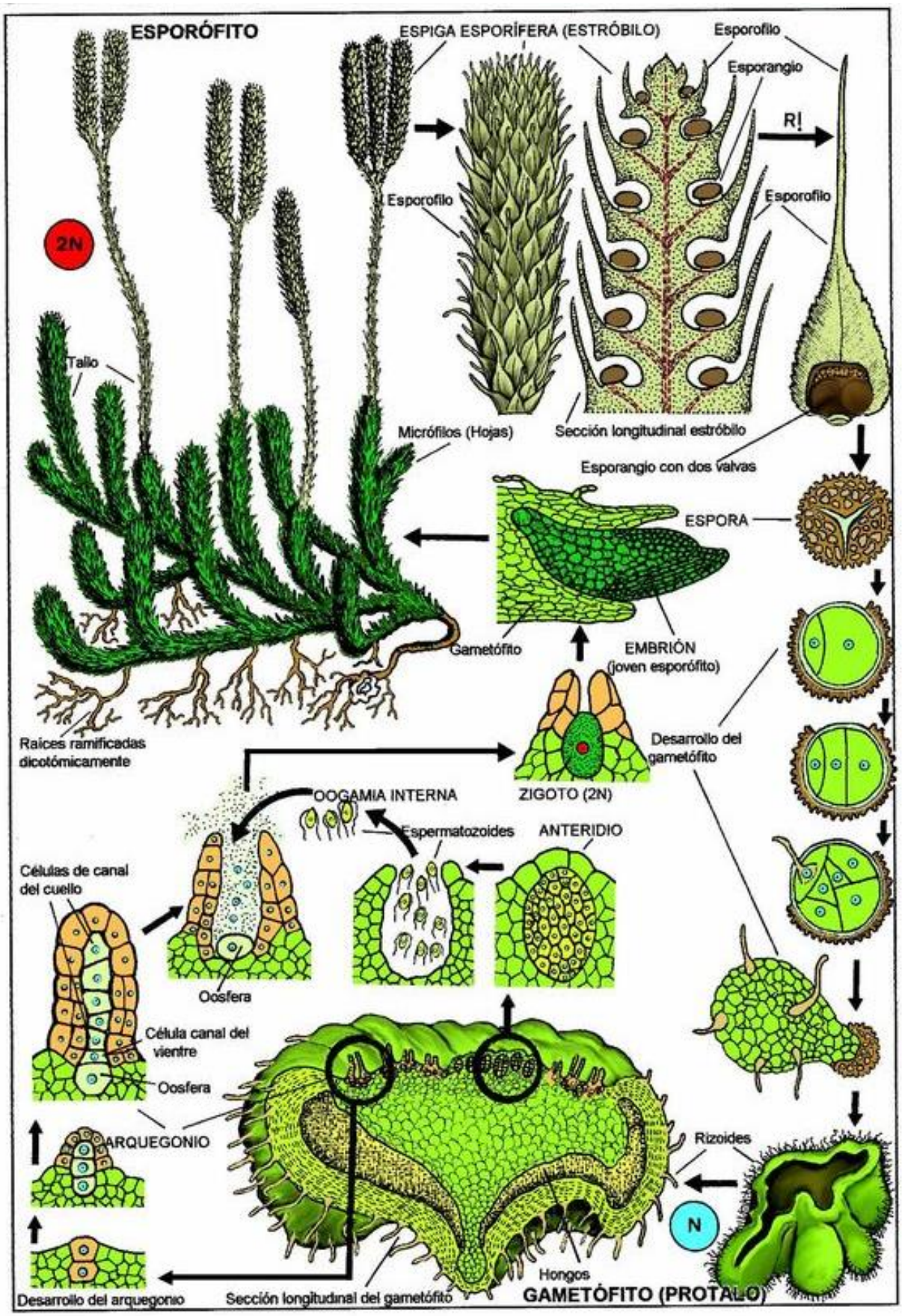


Рис. 2, а. Цикл розвитку плауна булавовидного *(Licopodium clavatum).*

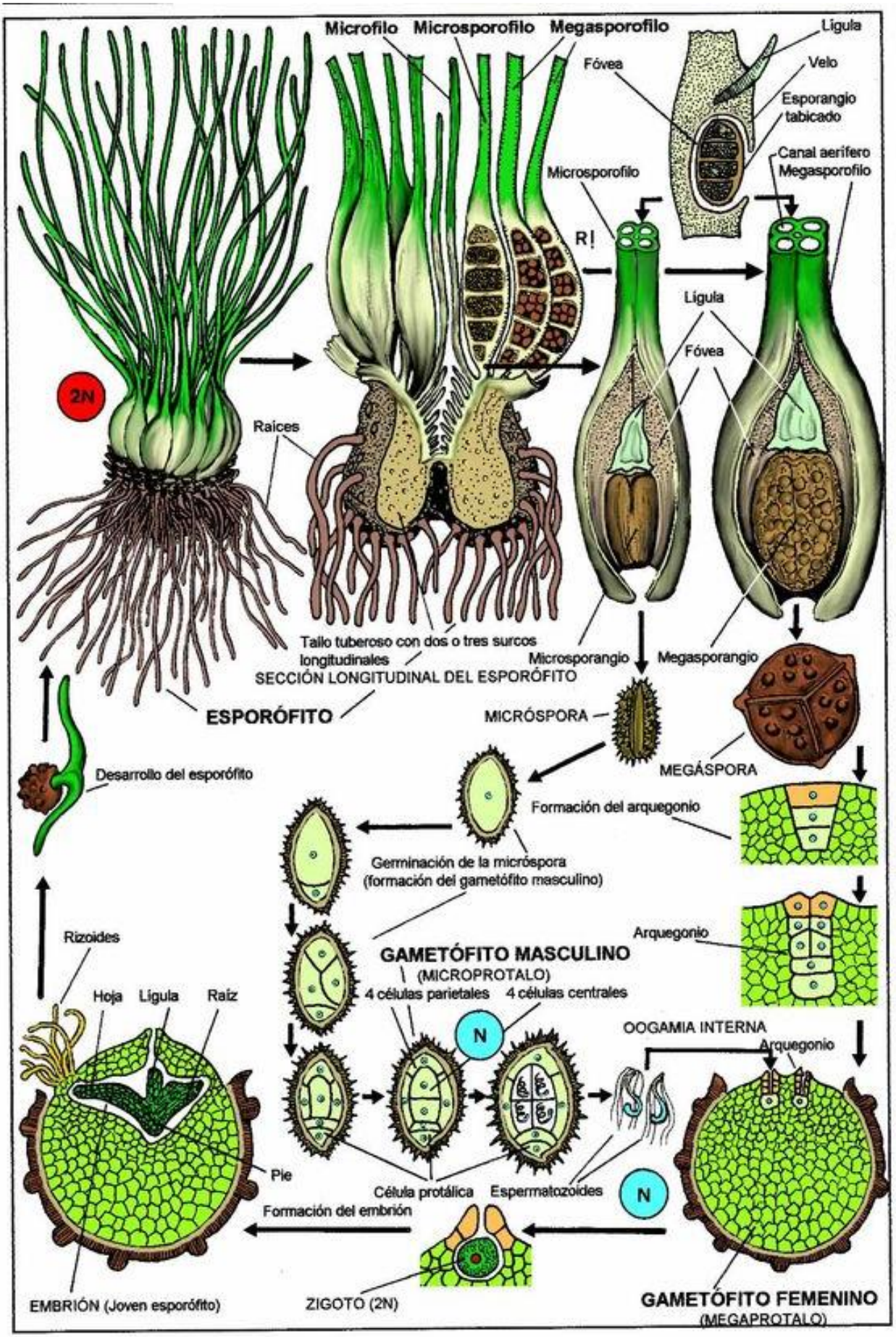


Рис. 3. Цикл розвитку молодильника (*Isoetes* sp.)

Отже, у циклі розвитку плауна булавовидного сама рослина спорофіт (диплоїдна фаза), а гаметофіт – двостатевий заросток бульбоподібної форми.

Плаунок плауноподібний *(Selaginella selaginoides)* – невелика трав'яниста рослина з прямостоячим стеблом, що росте в умовах помірного клімату. Листки маленькі, спірально розміщені, в клітинах листків знаходяться хроматофори. Корені тонкі, дихотомічно розгалужені і відростають безпосередньо від стебла або від спеціальних органів – ризофорів (рис. 4.).

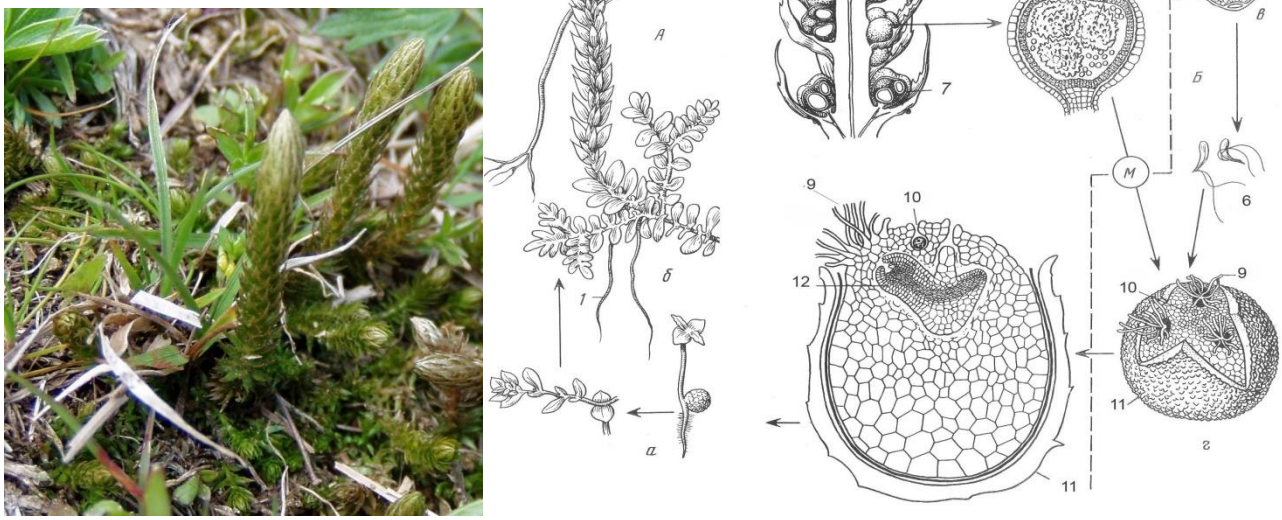


Рис. 4. Загальний вигляд та життєвий цикл плаунка плауновидного (*Selaginella selaginoides*): А – спорофіт; Б – гаметофіт; а – проросток спорофіта; б – доросла рослина; в – чоловічій гаметофіт; г – жіночій гаметофіт; 1 – додатковий корінь; 2 – спороносний колосок; 3 – мікроспорангій; 4 – мікроспора; 5 – спермагенні клітини; 6 – сперматозоїди; 7 – мегаспорангій; 8 – мегаспора; 9 – ризоїди; 10 – архегоній; 11 – екзина мегаспори; 12 – зародок спорофіта.

На верхівках пагонів розвиваються спороносні колоски. Колоски чотиригранні, спорофіли розміщені по спіралі. Вони схожі з вегетативними листками, але мають на верхній стороні плівчастий виріст – язичок. Спорангії розміщені на верхній стороні спорофілів, мають ниркоподібну або оберненояйцеподібну форму і сидять на невеликій ніжці. Для плаунка характерна різноспоровість. В колоску розрізняють мікроспорангії, в яких формуються у великій кількості мікроспори, і макроспорангії, в яких формуються чотири макроспори (мегаспори). Мікро- і макроспорангії розміщені на одному спороносному колоску. Частіше всього верхня частина колоска зайнята мікроспорангіями, а нижня – макроспорангіями. Утворення мікро- і макроспор - один із прогресивних напрямків еволюції. Спори утворюються на самій рослині, тому в циклі розвитку домінує спорофіт (нестатеве покоління).

Заростки дуже редуковані, що також є прогресивним пристосуванням у процесі еволюції. Чоловічий заросток виростає з мікроспори, не покидаючи її оболонки. В результаті першого поділу з ядра мікроспори утворюються дві клітини – менша ризоїдальна (проталіальна) і більша – антеридіальна. З антеридіальної клітини утворюється антеридій, що має 2-4 спермагенні клітини всередині. Спермагенні багаторазово діляться, утворюючи дводжгутикові сперматозоїди. Макроспора проростає в жіночий заросток, який також не перевищує її розмірів. В результаті багаторазового поділу ядра макроспори утворюється

зароcток. У верхній частині зароcтка поділ відбувається інтенсивніше, що призводить до розриву оболонки макроспори і виходу з неї частини зароcтка. Клітини цієї частини зароcтка зеленіють, утворюються ризоїди і зароcток живиться самостійно.

Цикл розвитку представника *Selaginella denticulate* порядку Selaginelales представлено на рис. 5.

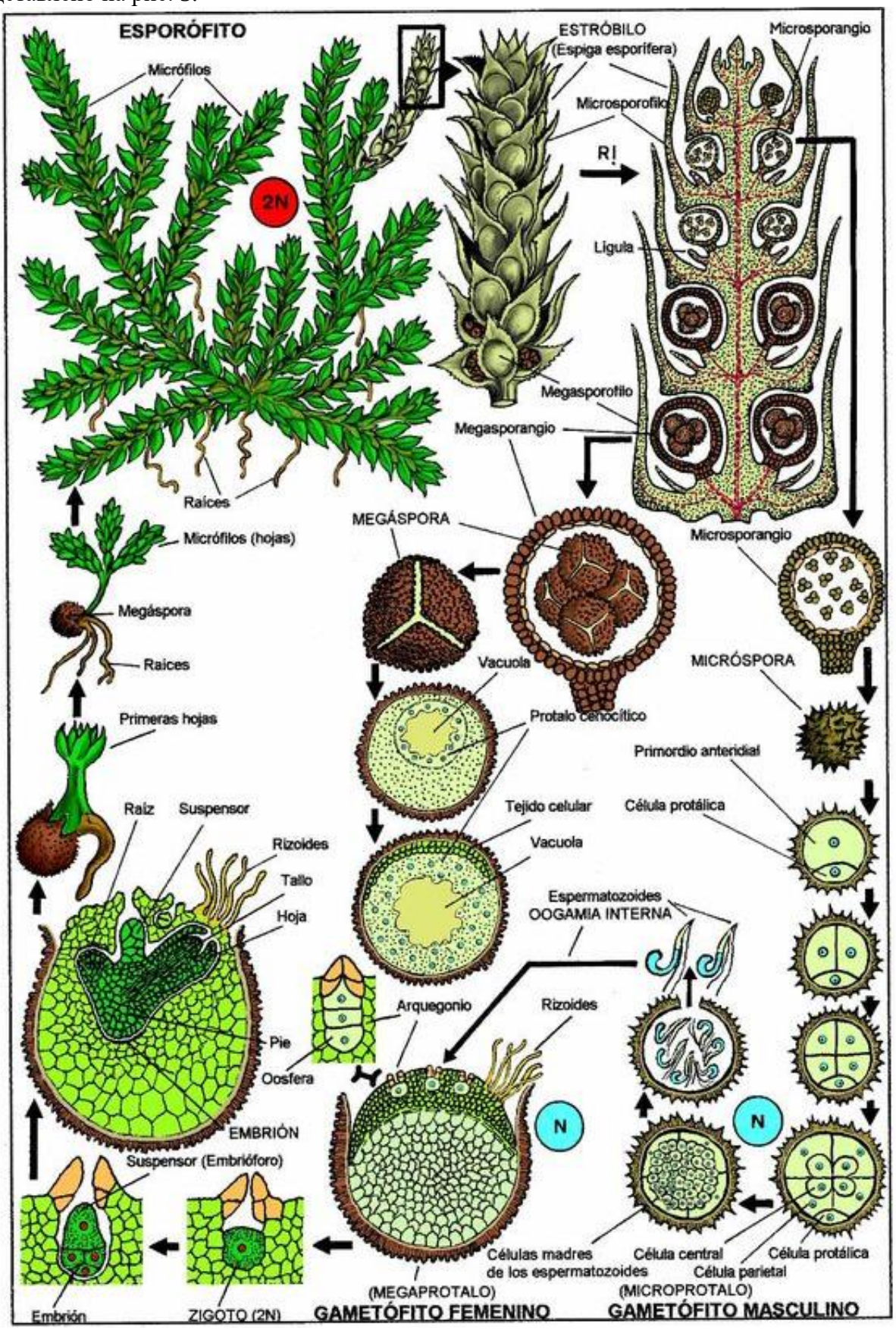


Рис. 5. Цикл розвитку *Selaginella denticulata*.

Відділ Хвощеподібні *(Equisetophyta)* включає сучасні й вимерлі рослини. Сучасні види виключно трав'янисті рослини. Характерною особливістю хвощеподібних є розчленування тіла на вузли і міжвузля. У вузлах кільцями розміщуються бічні гілочки. Листки у хвощів редуковані, мають вигляд зубців, які, зростаючись біля основи, утворюють піхву, що прикриває вузол. Для них характерний верхівковий та інтеркалярний ріст. Стебло ребристе, просякнуте кремнеземом, містить багато порожнин. Підземна частина хвощів представлена кореневищем, яке також розділене на вузли і міжвузля. Хвощеподібні – це рівноспорові рослини.

Хвощ польовий *(Equisetum arvense)* – багаторічна трав'яниста рослина висотою 25-80 см, що росте переважно на кислих ґрунтах. У хвоща добре розвинене кореневище, на якому утворюються бульбочки, заповнені крохмалем. Від вузлів кореневища відходять додаткові корені (рис. 6.).

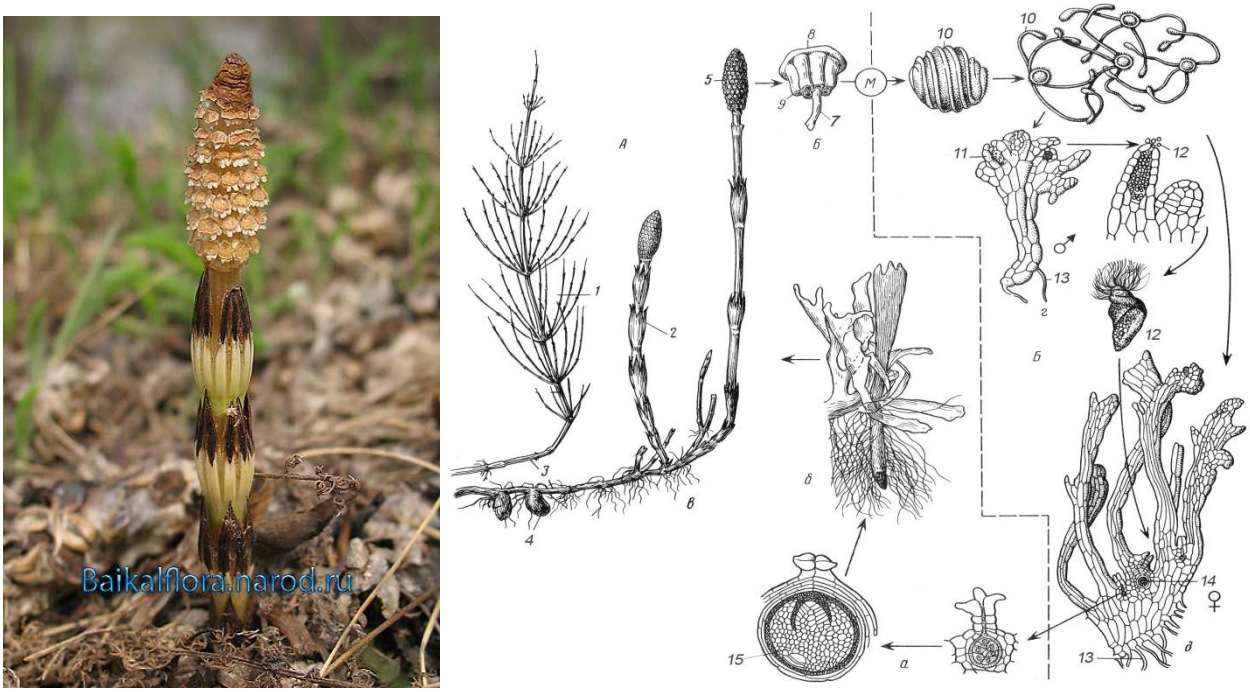


Рис. 6. Літній спороносний пагін та життєвий цикл хвоща польового (*Equisetum arvense*):
А – спорофіт; Б – гаметофіт; а – ділення зиготи; б – зародок спорофіта; в – дорослий спорофіт; г – чоловічий гаметофіт; д – жіночий гаметофіт; 1 – стерильний пагін; 2 – спороносний пагін; 3 – кореневище; 4 – бульбочки; 5 – спороносний колосок; 6 – спорангіофор; 7 – ніжка; 8 – щиток; 9 – спорангій; 10 – спори з елатерами; 11 – антеридій; 12 – сперматозоїди; 13 – ризоїди; 14 – архегонії; 15 – зародок спорофіта.

Весною від кореневища відростають неасимілюючі, нерозгалужені, бурі спороносні пагони, що несуть на верхівці спороносні колоски. Спороносний колосок має вісь, на якій розміщені спорофіли шестигранної форми. Кожен спорофіл несе з нижньої сторони 6-8 спорангіїв, в яких дозрівають гаплоїдні гетероталічні спори з елатерами, що служать для розкривання спорангія і для висипання спор групами. Після дозрівання спор, спороносний пагін відмирає, а на зміну йому утворюється асимілюючий – зелений і розгалужений. Листки лусковидні і зростаються в піхву, тому функцію асиміляції виконує стебло. Літні асимілюючі пагони восени відмирають, відклавши крохмаль в бульбочки кореневища.

В сприятливих умовах спори проростають в роздільностатеві заростки. Заростки мають вигляд зелених розчленованих пластинок з ризоїдами 0,1-0,9 см в діаметрі. Чоловічі заростки менші за розміром і менш розчленовані. На них утворюються антеридії із сперматозоїдами. Жіночі заростки більшого розміру, більш розчленовані і архегонії з яйцеклітинами. Статеві органи занурені в тканину заростка. Запліднення відбувається при наявності води. Зигота проростає в зародок, що собою корінець, стебельце та 2-3 листочки. Згодом зародок переходить на саможивлення і перетворюється на дорослу рослину.

Цикл розвитку представлено на рис. 7.

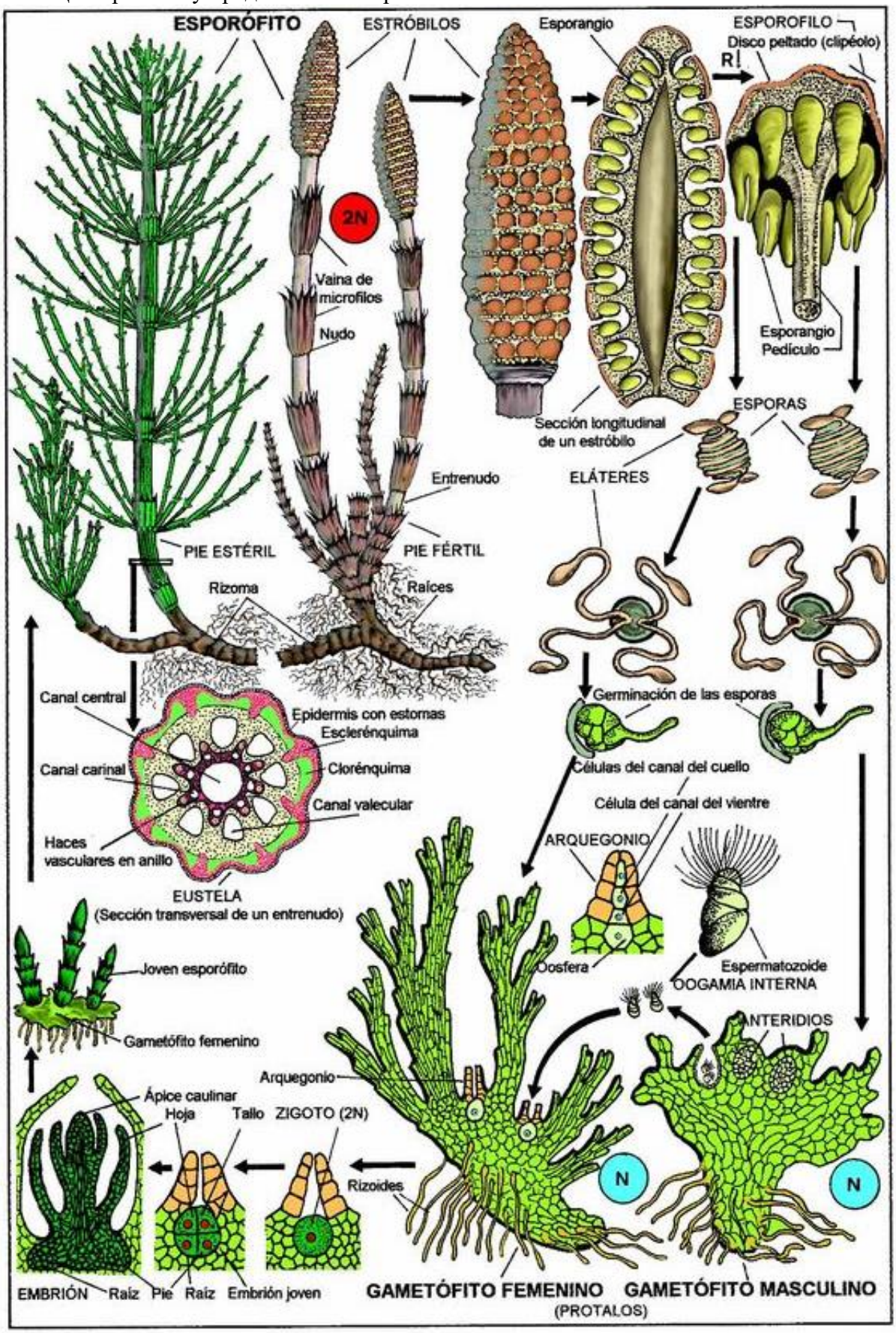


Рис. 7. Цикл розвитку хвоща польового (*Equsetum srvense*).

Відділ Папоротеподібні *(Pteridophyta)* – викопні і сучасні трав'янисті та дерев'янисті (в тропіках) рослини. Спорофіт має розвинений корінь, стебло у вигляді кореневища з слабкорозвинутими міжвузлями, а також великі перистоскладні листки. Характерною особливістю папоротеподібних є утворення листкових проривів (які виникають у місці відходження судинно-волокнистих пучків із стебла в листки. Листки папоротей у молодому віці равликоподібно закручені і ростуть верхівкою, називають вайями.

Чоловіча папороть *(Dryopteris filix-mas).* Найбільш розповсюджена рослина вологих, листяних лісів. Багаторічна, трав'яниста рослина висотою до одного метра. Стебло видозмінене в кореневище і знаходиться в ґрунті. На ньому спірально розміщені залишки черешків опалих листків і додаткові корені, що складають кореневу систему. На верхівці 5-7 добре розвинених листків. Листки багаторічні, двічіперисторозсічені. Листок розвивається в ґрунті два роки і лише на третій рік виходить на поверхню. Він має стеблове походження та не обмежений в рості (рис. 8.).

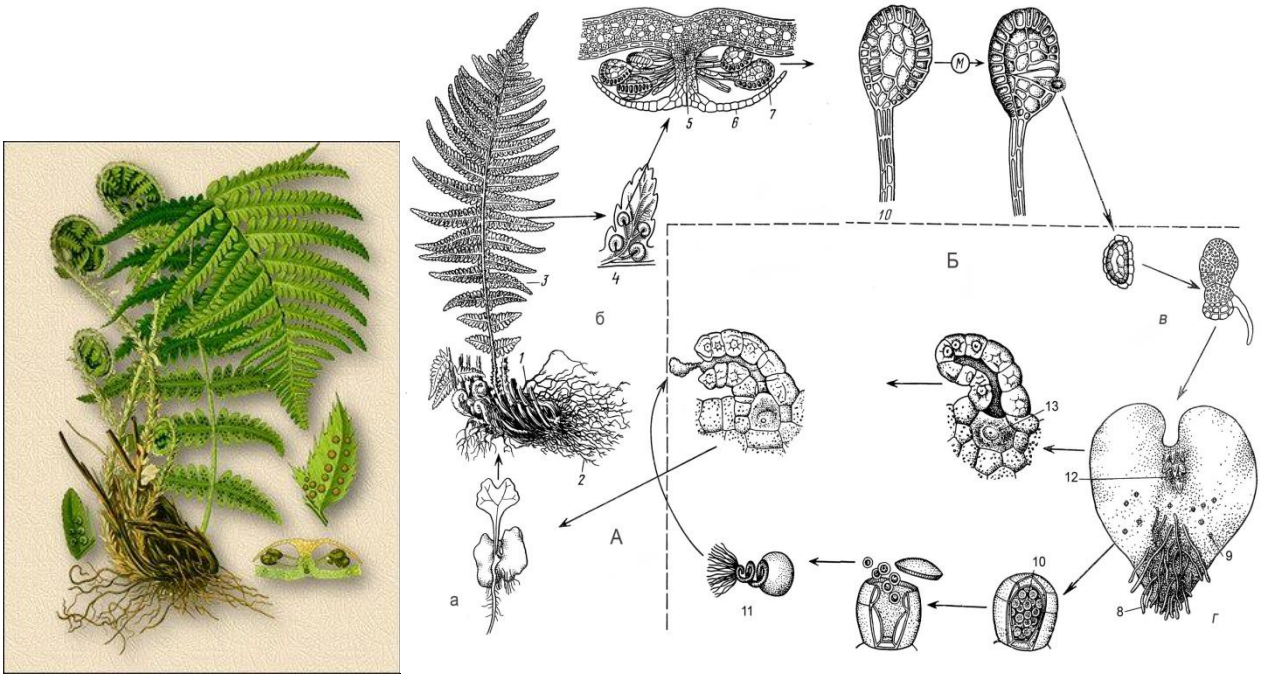


Рис. 5. Загальний вигляд та життєвий цикл щитника чоловічого (*Dryopteris filix-mas*):
А – спорофіт; Б – гаметофіт; а – зародок спорофіта; б – дорослий спорофіт; в – проростання спори; г – зарості;
1 – кореневище; 2 – додаткові корені; 3 – вайї; 4 – частина листка з сорусами; 5 – плацента; 6 – індузій;
7 – спорангій; 8 – ризоїди; 9 – антеридій; 10 – спермагенна тканина; 11 – сперматозоїд; 12 – архегоній;
13 – яйцеклітина.

В середині літа на верхній частині листка з нижньої сторони формуються соруси – групи спорангіїв. Сорус має наступну будову: на листку плацента, до якої по колу прикріплені округлі спорангії на спорангієносцях. Зверху вони покриті індузієм або покривальцем, яке приросло до плаценти, але до листка краями не приростає, щоб не заважати розсіванню спор. Спори утворюються із спорогенної тканини шляхом редукційного поділу. Висипаються після розкриття спорангія. Спора – гаплоїдна клітина, зовні покрита двома оболонками: внутрішня – інтина і зовнішня – екзина. Екзина має пори, навпроти яких в інтині знаходяться потовщення. Рослина, на якій розвиваються спори, – це спорофіт в циклі розвитку (диплоїдна фаза) Із спори виростає двостатевий зарості гаметофіт – зелена пластинка серцевидної форми діаметром 0,5-0,9 см з ризоїдами, що виконують функцію кореневої системи. З нижньої сторони заростка утворюються антеридії і архегонії. Антеридії розміщені ближче до ризоїдів, а архегонії – до виїмки. Запліднення відбувається при наявності води. Із запліднені яйцеклітини виростає зародок, який спочатку розвивається за рахунок заростка, а потім самостійно. Із зародка формується доросла рослина папороті

(спорофіт).

Цикл розвитку представника багатоніжка звичайна (*Polypodium vulgare*) представлено на рис. 9.

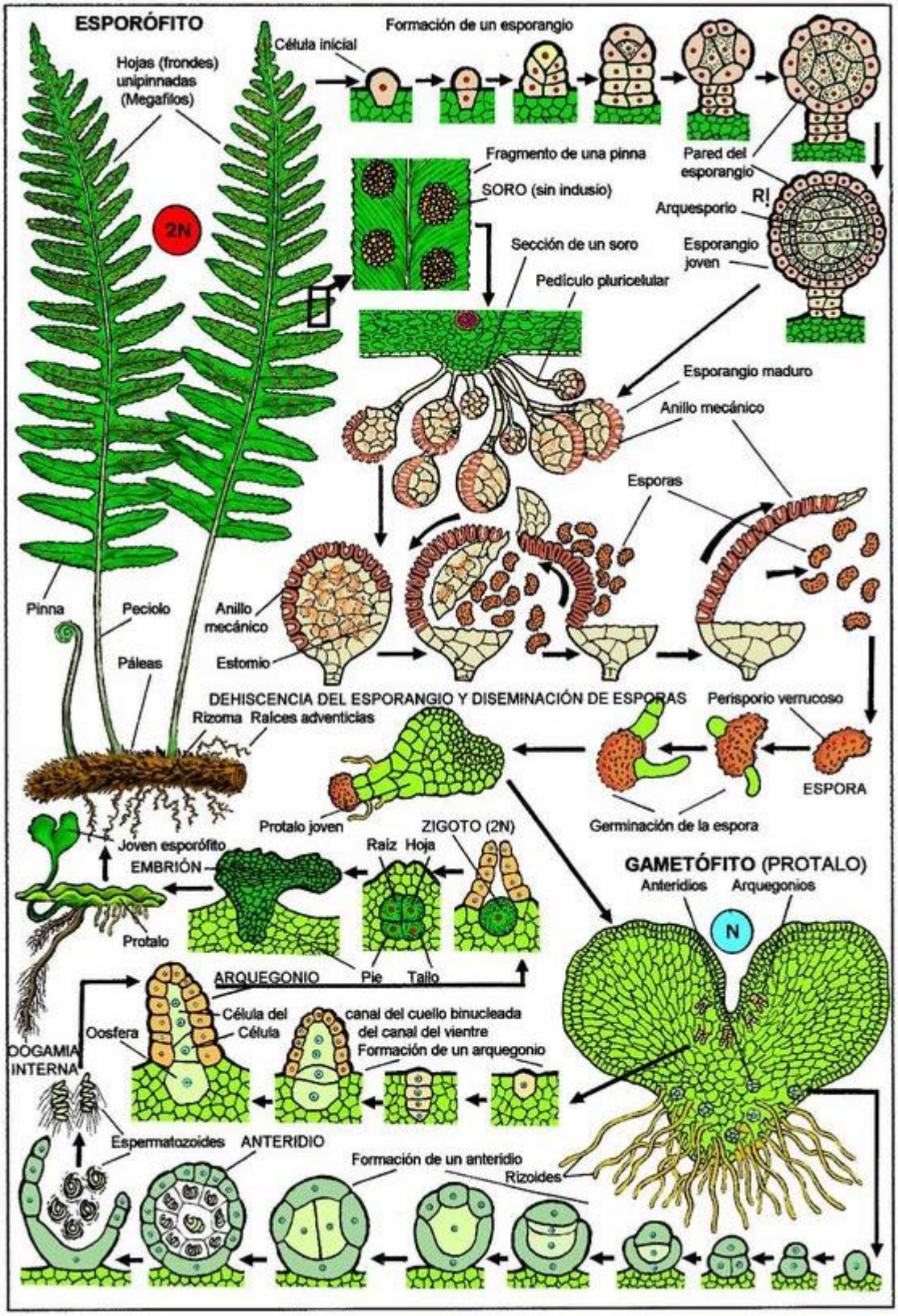


Рис. 9. Цикл розвитку *Polypodium vulgare*.

Сальвінія плаваюча *(Salvinia natans)* – невелика однорічна водяна рослина прісних водойм. Стебло розміщене горизонтально у верхніх шарах води, розгалужене. В анатомічній будові стебла розрізняють покривну частину, первинну кору з повітряне порожнинами та протостелу. Листки розміщені в три ряди, два з яких – надводні, зелені з цілісною листковою пластинкою овальної форми, а третій – підводний, з розсіченою на 8-12 ниткоподібних частинок покритих багатоклітинними волосками і виконує кореневої системи (рис. 10.).

Рослина у циклі розвитку спорофіт – диплоїдна фаза. На спорофіті утворюються спори. У сальвінії плаваючої утворюються макро- і мікроспори, тобто ця рослина різноспорові. Групи спорангіїв (сорії) утворюються біля основи занурених в воду листків. В одних соріях знаходяться мікроспорангії з мікроспорами, а в інших – мегаспора (макроспорангії) з однією мегаспорою. Восени рослини відмирають і сорії опускаються на дно водойми. До весни покриви соріїв руйнуються і спорангії спливають. Гаметофіти редуковані і розвиваються всередині спорангіїв. Чоловічий гаметофіт розвиває мікроспори і складається з двох вегетативних клітин заростка та двох антеридіїв, в яких дозрівають сперматозоїди. Жіночий гаметофіт розвивається з макроспори, менше редукований і має багатоклітинну тканину заростка, що виступає за межі мікроспорангія і має зелене забарвлення. На цій частині заростка розвивається 3-5 архегонії яйцеклітинами. Після запліднення із зиготи виростає невеликого розміру зародок спорофіта, який з часом формується в нову рослину. Сальвінія плаваюча має здатність швидко і легко розмножуватись вегетативно шляхом поділу стебла на частини.

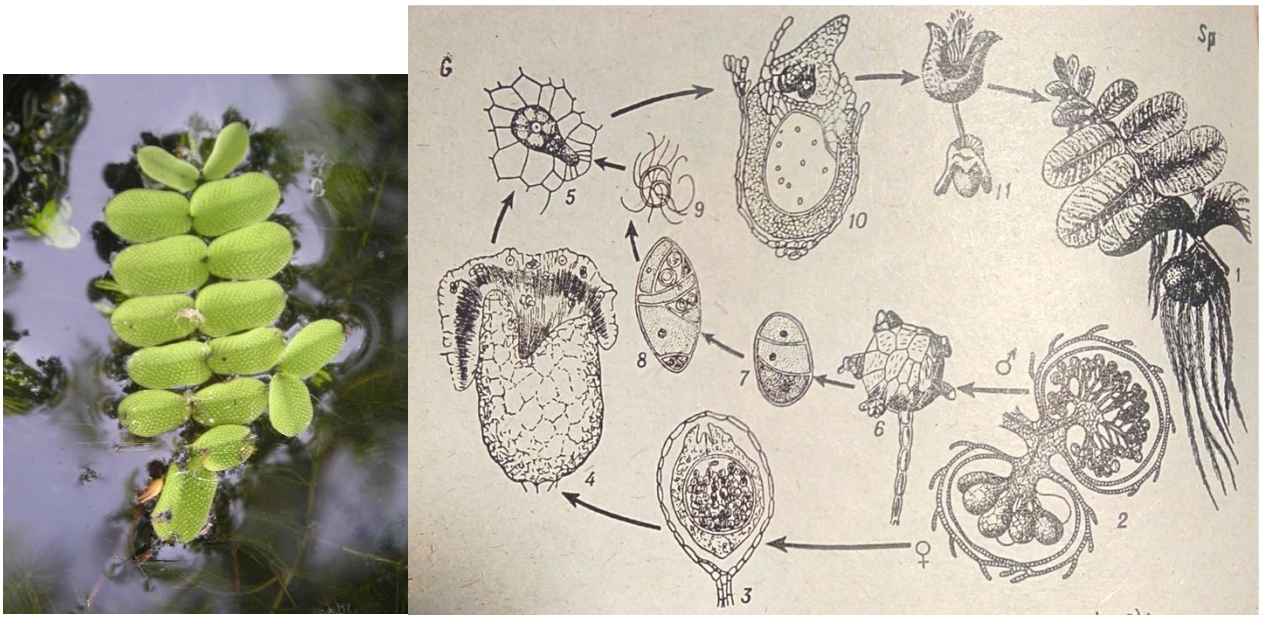


Рис. 10. Загальний вигляд та цикл розвитку сальвінії плаваючої *(Salvinia natans):*
1 – загальний вигляд спорофіта; 2 – мега- і мікроспорангієсоруси; 3, 4 – розвиток жіночого заростка; 5 – архегоній; 6-8 – розвиток чоловічого заростка; 9 – сперматозоїд; 10 – зародок; 11 –молода рослина.

Отже, у сальвінії плаваючої сама рослина в циклі розвитку спорофіт, на якому утворюються мікро- і макроспори (різноспоровість еволюційно прогресивне пристосування), гаметофіти роздільностатеві і редуковані, але розвиваються самостійно а не на добре розвиненому спорофіті.

Значення та використання папоротеподібних рослин:

- формують біомасу планети,
- приймають участь в кругообігу речовин в природі,
- мають наукову цінність для вивчення еволюції,
- сформували поклади кам'яного вугілля,
- використовуються як декоративні рослини,
- використовуються як сировина для фармацевтичної промисловості,
- корисні копалини використовуються в різних галузях як енергетичний матеріал.

ТЕМА 8. ВИЩІ НАСІННІ РОСЛИНИ. ВІДДІЛ ГОЛОНАСІННІ (GIMNOSPERMS).

Підарство: **Пагонові архегоніальні** (Cormobionta archegoniatae).
Відділ: **Голонасінні** (Gymnosperms=Pinophyta).
Клас: **Хвойні** (Piпopsida).
Порядок: **Соснові** (Pinales).
Родина: **Соснові** (Pinaceae).
Об'єкт: **Сосна звичайна** *(Pinus sylvestris).*

ЗАВДАННЯ:

1. Вивчити особливості будови та цикл розвитку голонасінних рослин на прикладі сосни звичайної: а) на фіксованих препаратах розглянути будову чоловічої та жіночої шишок; б) на тимчасовому препараті розглянути будову мікроспори; в) за таблицею вивчити будову чоловічого гаметофіта; г) вивчити будову насінного зачатка, утворення макроспор та розвиток жіночого гаметофіта.

2. За гербарним матеріалом розглянути основних представників порядку соснові: сосна сибірська *(Pinus sibirica),* с. кримська *(P. paallasiana),* с. веймутова *(P. strobus),* ялина звичайна *(Picea exelsa),* модрина сибірська *(Lагix sibirica)* та ін. представників родин.

3. Розглянути шишки хвойних рослин та записати їх українські та латинські назви. Вивчити, описати та обгрунтувати використання.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

Голонасінні *(Pinophyta)* – високоорганізовані вищі рослини з групи архегоніальних, що представлені на земній кулі лише деревними формами і є продовженням гілки еволюції папоротеподібних. З архегоніальними рослинами їх поєднує наявність редукованого архегонія і переважання в циклі розвитку диплоїдної фази – спорофіта. Походять голонасінні з девонського періоду палеозою. Це давні рослини, більшість із яких не дожила до наших днів.

В даний час найбільш повно представлений порядок Сосни. Це вічнозелені (за деякими винятками), деревовидні рослини з голчастими або лусковидними листками (мікрофільна лінія), моноподіальним галуженням та наявністю еустели. Провідними тканинами є ситовидні трубки (клітини-супутники відсутні) та трахеїди, що виконують не лише провідну, а й механічну функцію. Трахеї (судини) зустрічаються лише у представників класу оболонконасінних, типові механічні тканини відсутні.

Голонасінні принципово відрізняються від інших архегоніат тим, що мають новий орган – насінину. Насінина – видозмінений в процесі еволюції мікроспорангій (насінний зачаток), в якому не тільки утворюються мегаспори, але й розвивається жіночий гамето фіт, відбувається запліднення і початковий розвиток нового спорофіта (зародка насінини). Насіння у голонасінних розвивається з насінних зачатків, які лежать відкрито на насінних лусках жіночих шишок. Звідси і назва відділу.

Голонасінні в циклі розвитку повністю відійшли від водного середовища. Гаметофіти дуже редуковані і перейшли жити на спорофіт. Спорофіт – сама рослина, на якій формуються макро- і мікроспори. Макроспори в насінних зачатках (макроспорангіях) жіночих шишок, а мікроспори в мікроспорангіях – чоловічих шишок. Мікроспори переносяться вітром на нуцелус насінного зачатка. Із зиготи утворюється зародок насінини, а насінина – з насінного зачатка.

Сосна звичайна *(Pinus sylvestris)* – найбільш поширений представник порядку Сосни. Це дерево висотою до 40 м, вічнозелене з листками-хвоєю, моноподіальним галуженням. Рослина має два види пагонів: подовжені і вкорочені. На вкорочених пагонах (брахібластах) знаходяться листки. Листки трирічні і розміщені по два. Хвоїнки гладенькі і гострі, випуклі з одного боку і плоскі з іншого. Подовжені пагони покриті незеленими лусковидними, спірально розміщеними листками.

Сосна звичайна – роздільностатева, однодомна рослина. Утворювати насіння вона починає на 25-30 році життя. На верхівках однорічних пагонів утворюються поодинокі жіночі шишки (стробіли), які мають вісь, на якій спірально розміщені м'ясисті насінні луски (макроспорофіли) і плівчасті – покривні. Насінні луски несуть по два насінних зачатки. Насінний зачаток покритий покривом (інтегументом), який в одному місці не зростається, утворюючи пилковхід (мікропіле). Всередині насінний зачаток заповнений тканиною, що називається нуцелусом. Серед клітин нуцелуса, ближче до пилко входу, відокремлюється археспоріальна клітина, яка ділиться редукційно, утворюючи чотири гаплоїдні гетероталітичні мегаспори (макроспори) (рис. 1.). Три із них з часом дегенерують, а залишається лише одна (нижня).

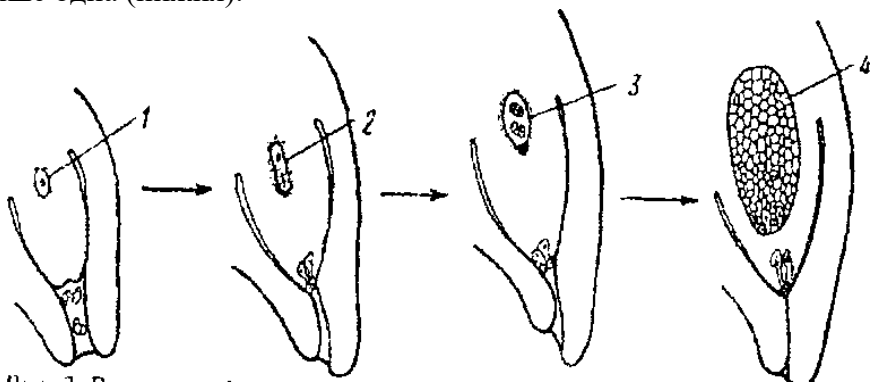


Рис. 1. Розвиток жіночого гаметофіта сосни звичайної *(Pinus sylvestris)*: 1 –археспоріальна клітина; 2 – тетра мегаспор; 3 – ділення мегаспори; 4 – жіночий гамето фіт, який утворюється з мегаспори.

З макроспори розвивається жіночий гаметофіт. При цьому макроспора ділиться багато разів, утворюючи тканину заростка, в якій відокремлюються дві клітини ближче до пилковходу. З них розвивається два редукованих архегонії – жіночі статеві органи. Архегоній складається з яйцеклітини, черевної клітини та 2-4 шийкових, занурених в тканину заростка. З часом клітини заростка заповнюються запасними поживними речовинами, що використовуються як поживна тканина насінини. Її називають первинним ендоспермом, оскільки вона утворюється до запліднення за рахунок гаплоїдного заростка жіночого гаметофіта.

Біля основи однорічних пагонів щороку утворюються чоловічі шишки, зібрані "колоском". Чоловіча шишка має вісь, на якій розміщені мікроспорофіли. Кожний з них з нижньої сторони несе два мікроспорангії. У спорангіях в результаті редукційного і мітозних поділів утворюються мікроспори. Мікроспора – гаплоїдна клітина, зовні покрита двома оболонками. Внутрішня оболонка – інтина, а зовнішня – екзина. Екзина в двох місцях відстає від інтини, утворюючи повітряні мішечки для зменшення ваги. Мікроспори висипаються і переносяться вітром на жіночі шишки. Жіночі шишки в цей час покриті липкою рідиною, до якої прилипають мікроспори. Рідина поступово висихає і затягує мікроспору на нуцелус насінного зачатка. Мікроспора часто проростає в мікроспорангії і на нуцелус насінного зачатка попадає пилок.

З мікроспори розвивається чоловічий гаметофіт (рис. 2.). Відбувається мітозний поділ ядра мікроспори, з утворенням двох ядер – проталіального і археспоріального. Двоядерна клітина називається пилком. Це початкова стадія розвитку чоловічого гаметофіта. Потім діляться обидва ядра, утворюючи дві проталіальні, антеридіальну і вегетативну клітини. Проталіальні клітини дегенерують, а вегетативна починає будувати пилкову трубку, що росте до архегоніїв насінного зачатка. Антеридіальна клітина ділиться, утворюючи базальну (клітина-ніжка) та генеративну клітини. Базальна клітина функціонально відповідає вегетативній. В цей час пилкова трубка розділяється на дві ніжки, одну з яких будує вегетативна, а другу базальна клітини. Генеративна клітина ще раз ділиться, утворюючи два спермії – чоловічі гамети.

Формування гаметофітів у сосни звичайної триває 12-14 місяців. Запліднення

відбувається тоді, коли пилкова трубка доростає до архегоніїв насінного зачатка. Один із сперміїв зливається з яйцеклітиною, утворюючи, диплоїдну зиготу, а другий – відмирає. Запліднення у голонасінних відкрив І.М. Горожанкін у 1880 році.

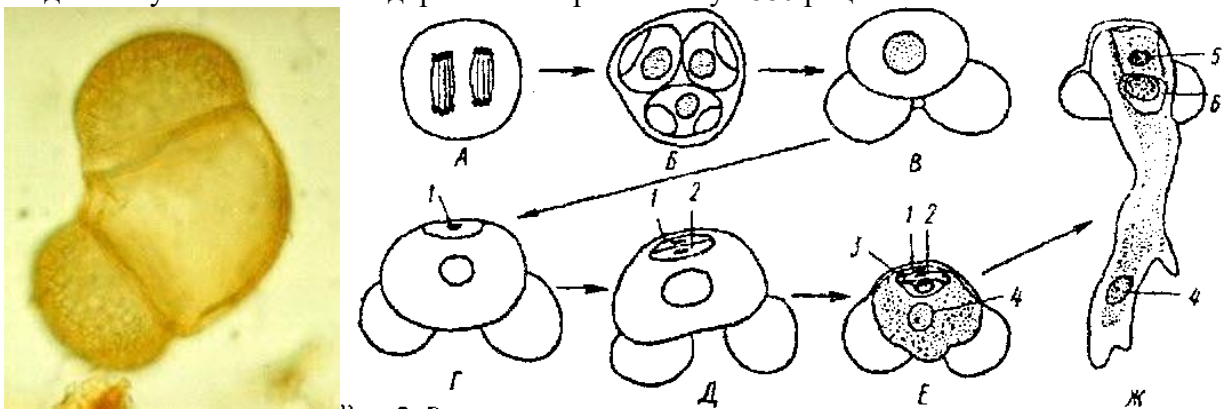


Рис. 2. Розвиток чоловічого гаметофіта сосни звичайної *(Pinus sylvestris):* А – поділ археспоріальної клітини; Б – тетрада мікроспор; В – мікроспора; Г-Е – утворення чоловічого гаметофіта (пилку); Ж – проростання пилку: 1 , 2 – проталіальні (ризоїдні клітини); З – антеридіальна клітина; 4 – вегетативна клітина; 5 – клітина-ніжка; 6 – спермагенна клітина.

Із зиготи спочатку розвивається передзародок, а потім справжній зародок насінини. Розвиток зародка відбувається за рахунок запасних поживних речовин первин: ендосперма. Насіння дозріває на наступний рік (рис. 3.). Цикл розвитку різних сосен представлено на рис. 3, 3, а.

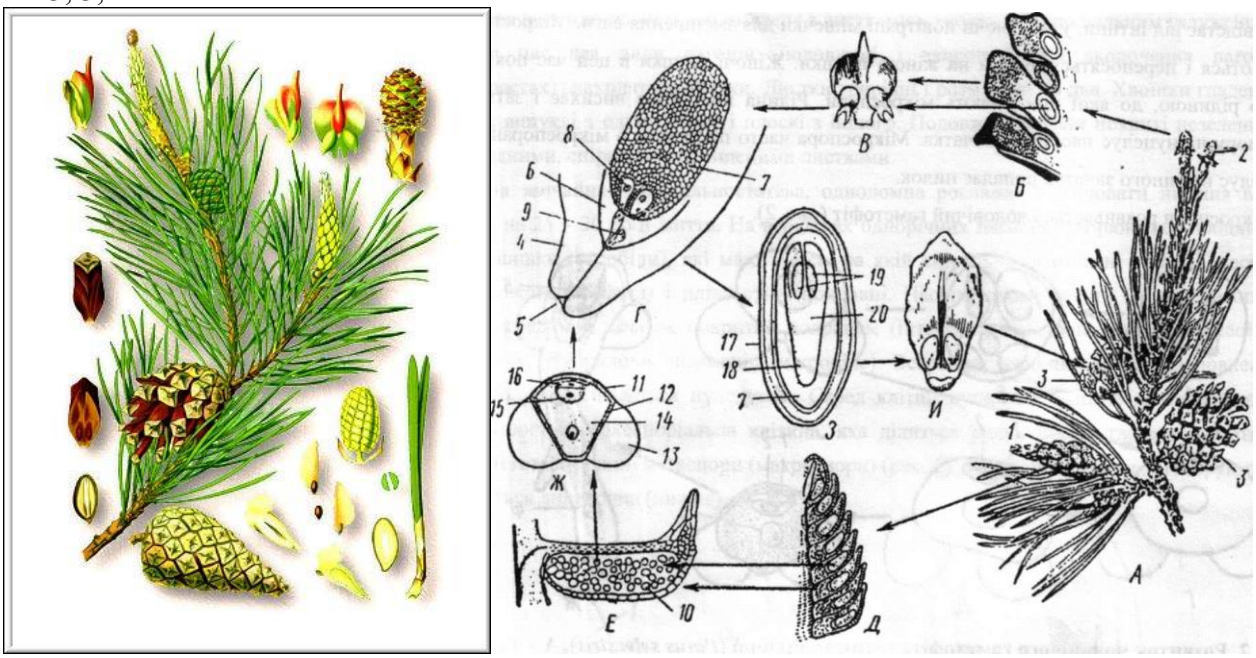


Рис. 3. Цикл розвитку сосни звичайної *(Pinus sylvestris):* А – гілка із шишками; Б – поздовжній зріз молодої жіночої шишки; В – насінна луска із насінними зачатками; Г – поздовжній зріз насінного зачатка; Д – поздовжній зріз чоловічої шишки; Е – поздовжній зріз мікроспорофіла; Ж – пилкове зерно; З – поздовжній зріз насіння; И – насінна луска стиглої шишки: 1 – група чоловічих шишок; 2 – молода жіноча шишка; 3 – стиглі жіночі шишки; 4 – інтегумент; 5 – мікропіле; 6 – нуцелус; 7 – ендосперм; 8 – архегоній; 9 – пилкова трубка із сперміями; 10 – мікроспорангій; 11 – екзина; 12 – інтина; 13 – повітряний мішок; 14 – вегетативна клітина; 15 – антеридіальна клітина; 16 – проталіальні клітини; 17 – насінна шкірка; 18 – зародковий корінець; 19 – сім’ядолі; 20 – гіпокотиль.

Таким чином, цикл розвитку сосни звичайної здійснюється за три роки і в ньому відбувається чергування спорофіта і гаметофіта. Домінує в циклі розвитку спорофіт – сама рослина, тому що у жіночих шишках утворюються макроспори, а в чоловічих – мікроспори. Гаметофіт перейшов жити на спорофіт і тому зазнав значної редукції і повністю відійшов від водного середовища. Гаметофіти роздільностатеві. Жіночий гаметофіт являє собою зароток

з двома архегоніями, в яких дозріває по одній яйцеклітині. Чоловічий гаметофіт складається з шести клітин (дві проталіальні, вегетативна, базальна та два спермії).

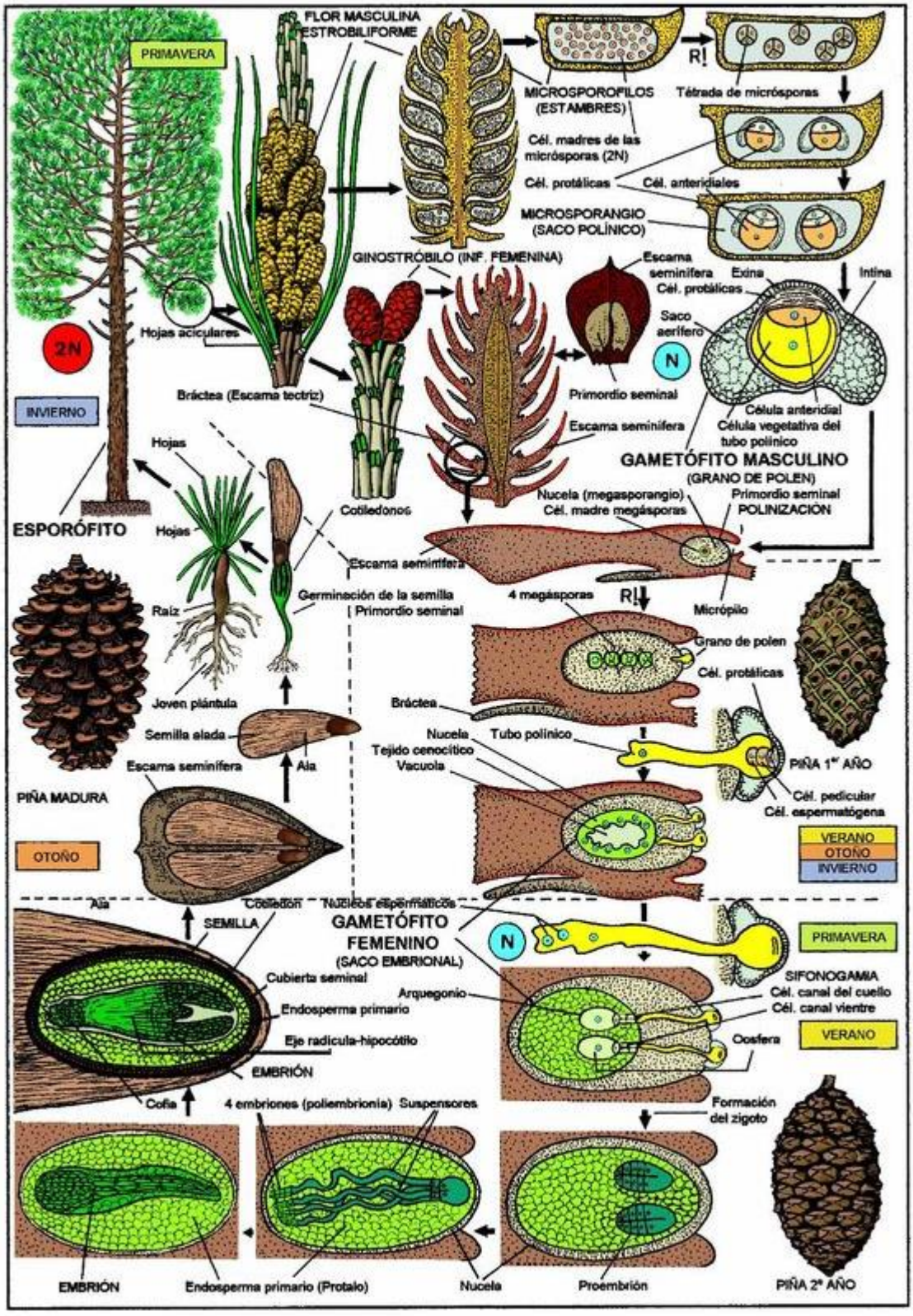


Рис. 3, а. Цикл розвитку сосни (*Pinus* sp.)

У перший рік циклу розвитку формуються чоловічі та жіночі шишки, дозрівають мікро- і макроспори та відбувається запилення. На другий рік циклу розвитку формуються гаметофіти і відбувається запліднення. На третій рік – розвивається, дозріває і висипається насіння. Цикли розвитку накладаються і тому насіння утворюється щорічно. Щороку на

рослині сосни можна бачити шишки чотирьох типів. Чоловічі шишки зібрані “колоском”, що утворюються щорічно. Жіночі шишки першого року життя знаходяться на верхівках однорічних пагонів (0,5-0,6 см в довжину). В них формуються макроспори. У жіночих шишках другого року життя утворюються чоловічий і жіночий гаметофіти. Вони значно більші за розміром, зелені, мають зрослі луски. У жіночих шишках третього року життя дозріває насіння. Вони бурого кольору з розкритими лусками.

Насінина складається з зародка, що розвивається із зиготи, первинного ендосперму, що формується за рахунок заростка гаметофіта, та насінної шкірочки, що утворюється з покривів насінного зачатка. Шкірочка має крилатий виріст для розповсюдження насіння.

Для ознайомлення з окремими представниками класу хвойних порядку соснові потрібно використати гербарний матеріал. Звернути увагу на особливості вегетативних органів і шишок (рис. 4.).

Рис. 4. Шишки хвойних рослин: 1 – сосна зичайна (*Pinus sylvestris*), 2 – с. сибірська (*P. sibirica*), 3 – с. веймутова (*P. strobus*), 4 – модрина сибірська (*Larix sibirica*), 5 – ялина звичайна (*Picea abies*), 6 – я. сибірська (*P. obovata*), 7 – ялиця сибірська (*Abies sibirica*), 8 – я. кавказська (*A. nordmaniana*), 9 – кипарис вічнозелений (*Cupressus sempervirens*), 10 – туя західна (*Thuja occidentalis*), 11 – мікростробіл, 12 – молода жіноча шишка яловця (*Juniperus*).

Спочатку відокремлюють рослини з дрібними листками, розміщеними перехресно-попарно і які налягають один на одного – це туї. Потім серед рослин, що залишилися, знаходять ялівець звичайний, голки на пагонах якого розміщені кільцевидно по три.

Відбирають рослини, які не мають вкорочених пагонів і хвоя яких розміщена спірально – це ялина і ялиця. У ялиці хвоїнки не колючі і на нижній стороні виділяються дві білуваті подовжені смужки.

Залишаються рослини, які мають подовжені і вкорочені пагони. У сосни звичайної та кримської на вкорочених пагонах розміщуються по дві хвоїнки, але у сосни кримської хвоя і шишки значно більші за розміром. У сосни сибірської та Веймутової на вкорочених пагонах розміщується по 5 хвоїнок, але у сосни веймутової хвоїнки тонкі й м’які. У модрини сибірської листки на зиму опадають і тому пагони будуть голими з великою кількістю дрібних шишок.

Розглянути матеріал згідно із завданням, використовуючи таблиці, гербарій, живі об’єкти та готові препарати. У дадатку В представлено види голонасінних рослин, їх шишки представників, які зростають на території студмістечка Уманського НУС.

Порядок гінкгові представлений в сучасній флорі одним видом – **гінкго дволопатеве (*Ginkgo biloba*)** що зустрічається на півдні Китаю і в Японії (рис. 5). Культивується як священне дерево. Рослина має пірамідальну, моноподіально розгалужену крону та черешкові дволопатеві листки з дихотомічним жилкуванням. Спостерігається вторинна анатомічна будова стебла, тому що утворюється камбій. Рослини роздільностатеві дводомні. Жіночі шишки утворюються на вкорочених пагонах в пазухах листків. Кожна шишка складається з двох насінних зачатків, розміщених на верхівці дихотомічно розгалуженої ніжки. Чоловічі шишки також утворюються на вкорочених пагонах в пазухах листків – сережкоподібні. Кожен мікроспорофіл несе два мікроспорангія. У насінному зачатку утворюється архегональна камера, запліднення відбувається за допомогою сперматозоїдів. Насіння обернено яйцевидне за формою, нагадує кістянку і має розміри 2-2,5 см. Зовнішній шар шкірочки насінини соковитий, внутрішній – твердий. Насіння з первинним ендоспермом, зародок з двома сім'ядолями. Насіння вживається в їжу.

Рис. 5. Загальний вигляд гінкго дволопатеве (*Ginkgo biloba* L.) та його морфологічні ознаки: крона, листки, плоди, насіння.

Цикл розвитку гінкго дволопатеве (*Ginkgo biloba* L.) представлено на рис. 5, а.

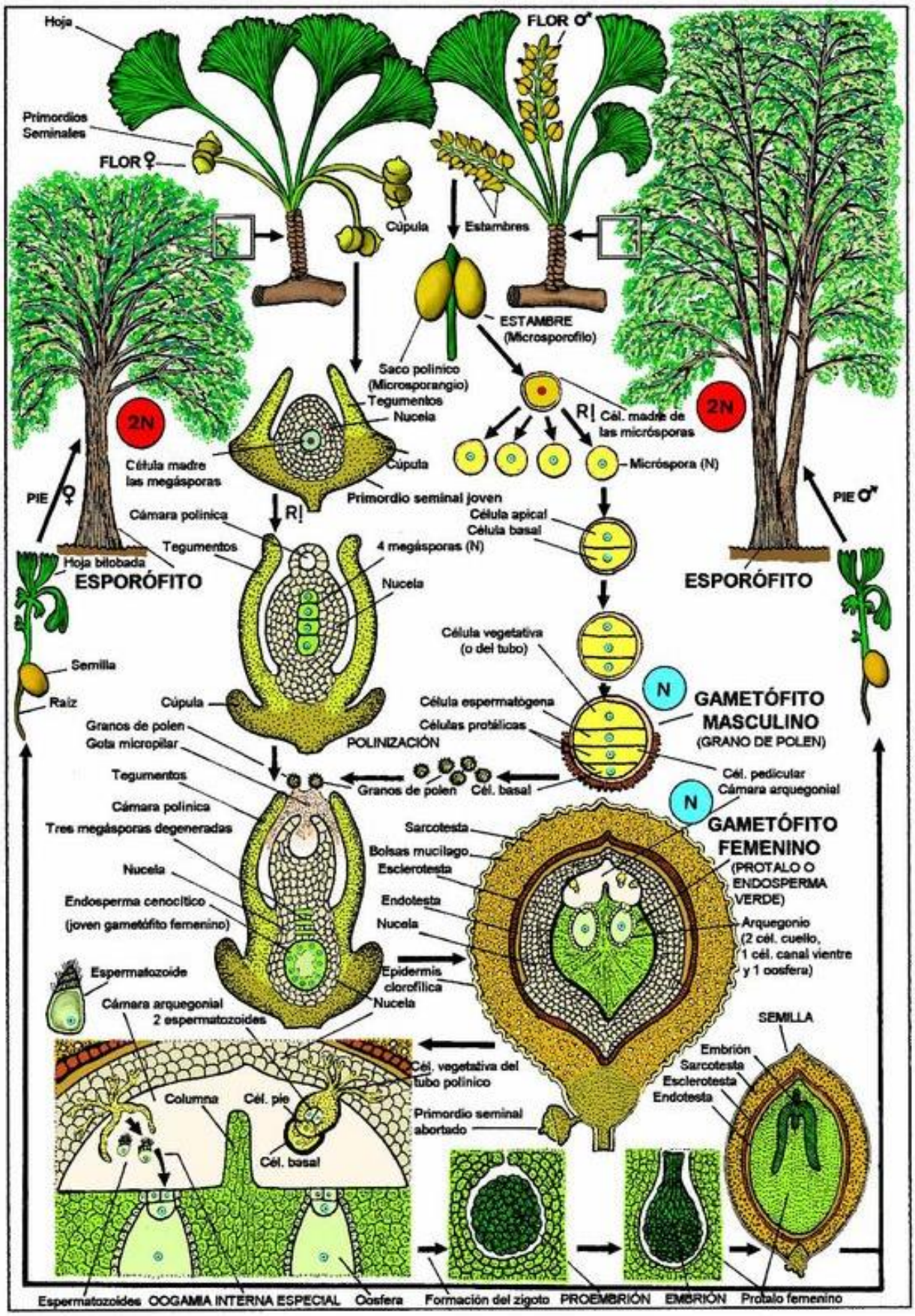


Рис. 5, а. Цикл розвитку *Ginkgo biloba* L.

Представник класу Саговники (Cycadopsida), порядку Саговникові або Цикадові (Cycadales), родина Замієві (Zamiaceae), рід **замія (Zamia sp.)** – вічнозелена декоративно-листяна кімнатна рослина. Батьківщиною рослини є тропічні і субтропічні ліси – від Пара в Бразилії до Флориди в США і на Кубі. Назва цього роду походить від латинського слова, яке означає «збиток». Рід представлений вічнозеленими невисокими рослинами. Існує близько 35 видів замії. Формою листки трохи нагадує фікус, проте розміри цієї рослини значно менші. Це невелика трав'яниста рослина з короткими стеблами, які сильно гілкуються, часто стебла прямостоячі. У стеблах є ущільнення, які містять крохмал. Стовбур гладкий і низький, розташований під землею, зазвичай витягнуто-бульбоподібний. Листки замії невеликі, шкірясті, глянцеові, забарвлені в темно-зелений колір. Вони мають овальну форму і цілісні краї. Листк росте не густо одне за іншим, пірчасто. На черешку буває кілька колючок, але найчастіше він гладкий. Листочки ланцетної або овальної форми, біля основи діляться на дві частки, щільні і тверді, з гладкими або зубчастими краями, іноді на споді листочків сильно виділяються жилки. Шишки на одній рослині можуть бути лише чоловічими або лише жіночими. Після періоду цього замія дає плоди, що нагадують формою ялинову шишку. Насіння цієї рослини м'ясисте, відрізняється оригінальною формою.

Замія – вельми популярний у кімнатному квітникарстві рід. Найчастіше можна зустріти *Zamia furfuracea*, зовні схожу на пальму (рис. 6.).

Рис. 6. Загальний вигляд замії (*Zamia furfuracea*) та її шишка.

Цикл розвитку замії представлено на рис. 6, а.

Значення голонасінних в природі: формують природні ландшафти; є едифікаторами багатьох фітоценозів; мають водоохоронне значення; мають протиерозійне значення; є кормом для багатьох птахів і звірів; формують значну частину органічної речовини суші; поповнюють атмосферу киснем; приймають участь у загальному кругообігу речовин в природі.

Використання голонасінних в народному господарстві: забезпечують будівельну та іншу деревину; виробляють віскозу, шовк, шерсть, целюлозу, штапель; екстрагують бальзами, смоли, камфору; виробляють спирт, оцтову кислоту, дубильні речовини; виробляють харчові продукти та вітаміни (кедр, араукарія, кедрова сосна); виділяють в атмосферу фітонциди, очищаючи повітря; використовують у фармацевтичній промисловості (спазмалітики); мають протиерозійне значення (затримують піски); використовуються як декоративні рослини.

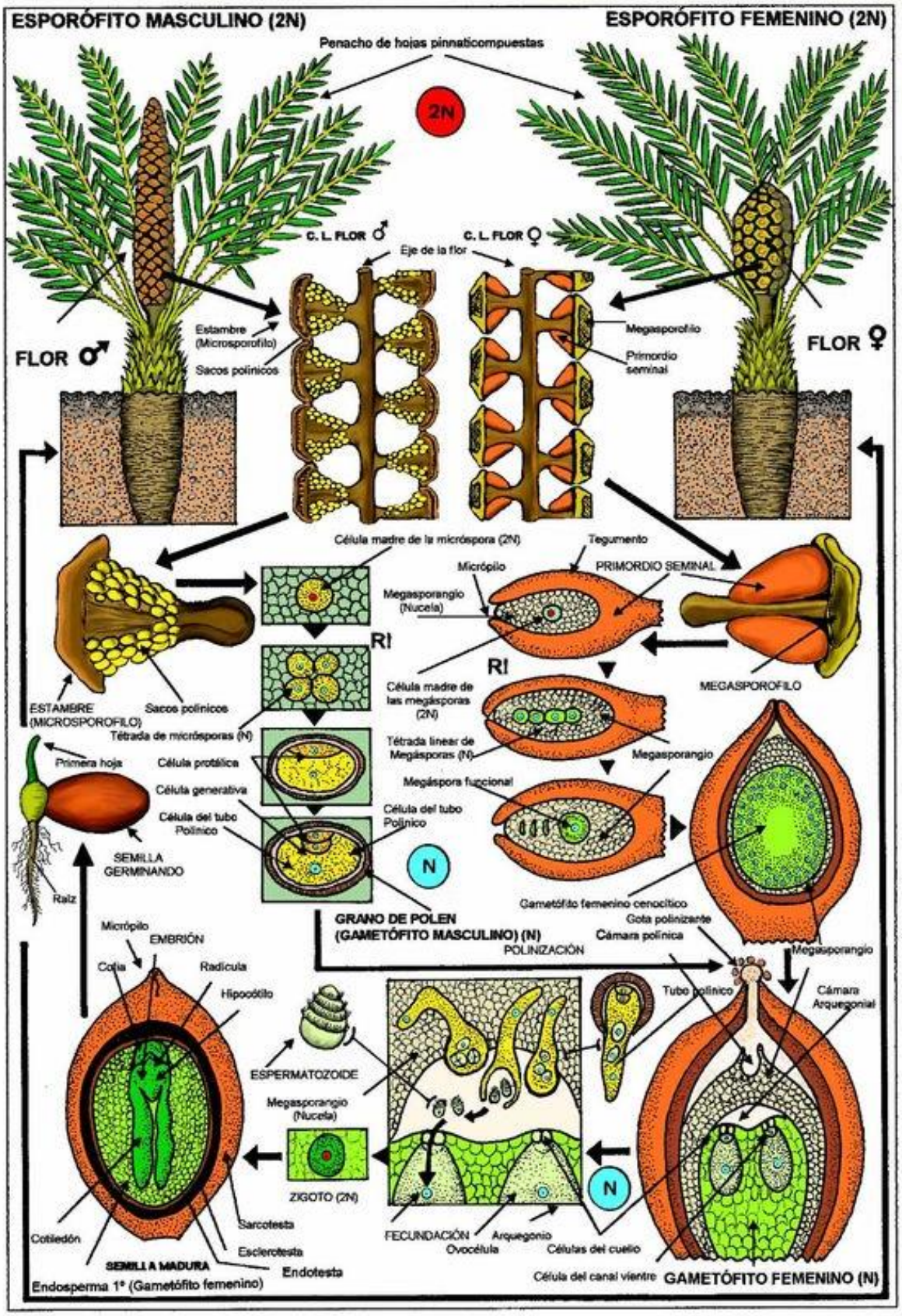


Рис. 6, а. Цикл розвитку замія (*Zamia* sp.).

ТЕМА 9, 10. ВИЩІ НАСІННІ РОСЛИНИ.
ВІДДІЛ ПОКРИТОНАСІННІ АБО КВІТКОВІ РОСЛИНИ (ANGIOSPERMS=MAGNOLIOPHYTA).

Підцарство:	**Маточкові** (Cormobionta gynoeciatae).
Відділ:	**Покритонасінні** *(*Magnoliophyta*)*.
Клас:	**Односім'ядольні** *(*Liliopsida=Monocotylidones*)*.
Об'єкти:	**Проліска дволиста** *(Scilla bifolia)*.
	Кукурудза звичайна *(Zea mays)*
	Пшениця м'яка *(Triticum aestivum)*.
Клас:	**Двосім'ядольні** *(*Magnoliopsida=Dicotyledones*)*.
Об'єкти:	**Квасоля звичайна** *(Phaseolus vulgaris)*.
	Яблуня домашня *(Malus domestica)*.
	Кукіль звичайний *(Agrostemma githago)*
	Цукровий буряк *(Beta vulgaris)*.

ЗАВДАННЯ:

1. Вивчити цикл розвитку покритонасінних рослин.
2. За таблицею та на готових препаратах розглянути будову мікроспор.
3. За таблицями та на готових препаратах розглянути будову зав'язі, утворення макроспор.
4. За таблицями вивчити розвиток чоловічого та жіночого гаметофіта.
5. За тимчасовими препаратами вивчити будову пилку анемофільних та ентомофільних рослин.
6. На прикладі насіння гороху або квасолі вивчити будову насінини без ендосперму і перисперму.
7. На прикладі насінин пшениці та яблуні вивчити будову насіння з ендоспермом.
8. На прикладі насінини буряка та за таблицею вивчити будову насіння з ендоспермом і периспермом.
9. Розглянути живий та фіксований матеріал рослин, гербарні зразки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

Покритонасінні *(Magnoliophyta)* – найбільш високоорганізовані рослини земної кулі, складають 50% від загальної кількості видів. Вони представлені великою різноманітністю життєвих форм (дерева, кущі, напівкущі, трав'янисті багаторічні та однорічні рослини). Вони мають найдосконалішу анатомічну будову (високоспеціалізовані провідні та механічні тканини). Для покритонасінних (квіткових) характерні нові органи – квітка та плід. Їм властиве подвійне запліднення, в результаті якого утворюється зародок майбутнього спорофіта і триплоїдний ендосперм.

Нестатевий і статевий способи розмноження чергуються між собою, утворюючи цикл розвитку рослини (рис. 1.). При цьому відбувається і чергування ядерних фаз – диплоїдної і гаплоїдної.

У циклі розвитку переважає спорофіт. Спорофітом у покритонасінних є сама рослина. На спорофіті формуються мікро- і макроспори. Мікроспори формуються у гніздах пиляка, а макроспори – в насінних зачатках зав'язі маточки.

Гаметофіт розвивається на спорофіті і максимально редукований. Гаметофіти різностатеві. ***Чоловічий гаметофіт*** – пророслий пилок, що складається з вегетативного ядра і двох сперміїв. ***Жіночий гаметофіт*** – зародковий мішок, що складається із семи клітин, – яйцеклітини, двох синергід, вторинного ядра, трьох антипод.

Обидва гаметофіти проростають на спорофіті. Статеве покоління (гаметофіт) розвивається із гаплоїдної спори. Гаметофіт розмножується статевим способом з утворенням гамет.

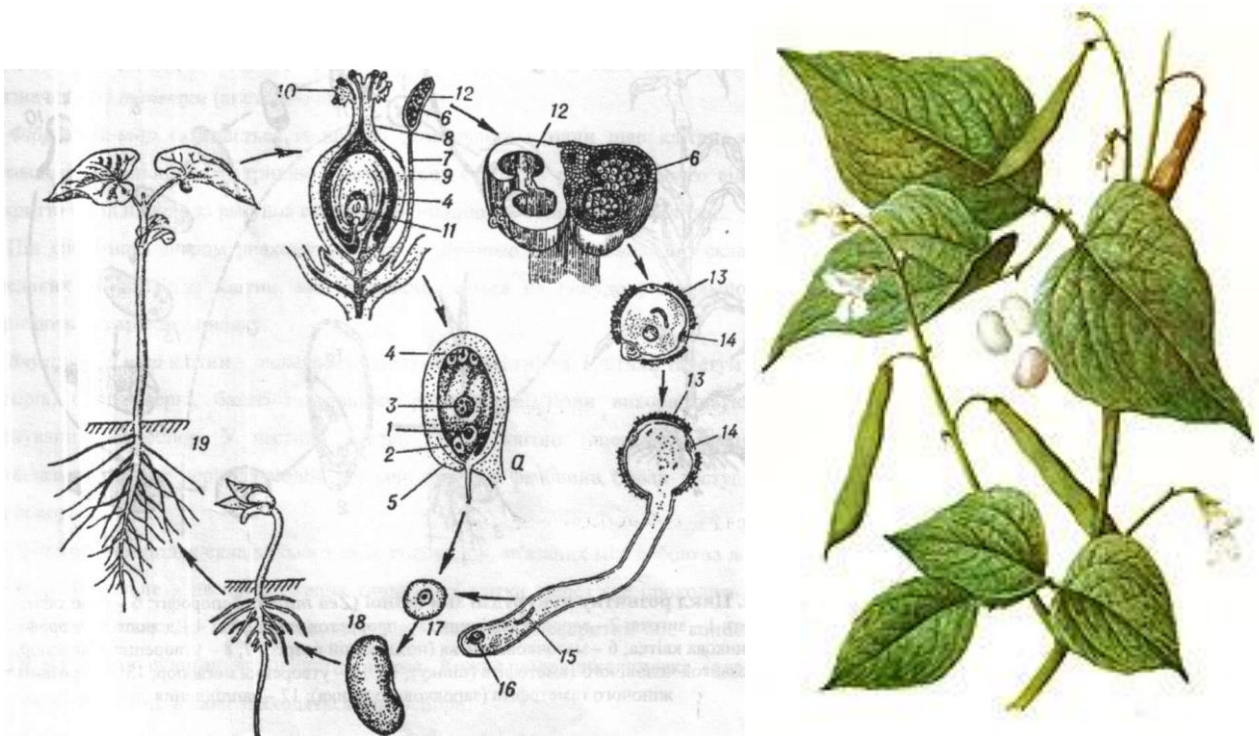


Рис. 1. Загальний вигляд та цикл розвитку квасолі звичайної *(Phaseolus vulgaris):* а – процес подвійного запліднення в зародковому мішку; 1 – яйцеклітина, з якою зливається один із спермій; 2 – синергіди; 3 – вторинне ядро, з яким зливається другий спермій; 4 – антиподи; 5 – покриви насінного зачатка; 6 – гнізда пиляка з пилком; 7 – тичинкова нитка; 8 – стовпчик маточки; 9 – зстінки зав'язі; 10 – приймочка маточки; 11 – зародковий мішок; 12 – пиляк; 13 – пилок (чоловічий гаметофіт), що формується при проростанні мікроспори; 14 – пора в екзині; 15 – генеративне ядро; 16 – вегетативне ядро; 17 – зигота, що утворилася в зародковому мішку насінного зачатка; 18 – насінина, яка утворилася з насінного зачатка; 19 – проросток і доросла рослина спорофіт.

Кукурудза – однорічна трав'яниста, роздільностатева, однодомна рослина з класу Односім'ядольних, родини Тонконогових. На верхівці стебла розміщені тичинкові суцвіття – волоті, а маточкові суцвіття – початки – знаходяться у пазухах листків (рис. 2.).

У квітках тичинкових суцвіть утворюються мікроспори, а у маточкових – макроспори. Процес утворення макроспор здійснюється у насінному зачатку зав'язі маточки. Утворення мікроспор відбувається у гніздах пиляка. Гаметофіти в кукурудзи роздільностатеві, редуковані і розвиваються в маточці квітки. Чоловічий гаметофіт утворюється з мікроспори на приймочці маточки. Жіночий гаметофіт розвивається з макроспори у насінному зачатку. Після запліднення з диплоїдної зиготи розвивається зародок насінини, а з триплоїдної – ендосперм.

Отже, у кукурудзи насіння з ендоспермом, зародок з однією сім'ядолею. Плід зернівка – справжній, однонасінний, простий, сухий, у якого оплодень зростається із шкіркою насінини.

Тичинка – складова частина квітки, розміщена після чашолистків і пелюсток. Вона складається з тичинкової нитки і пиляка. Закладається тичинка на квітколожі у вигляді бугорка меристематичних клітин. Спочатку формується пиляк, а потім за рахунок інтеркалярного росту – тичинкова нитка. Формування пиляка починається диференціацією зовнішнього шару клітин, які перетворюються на епідерміс. В субепідермальному шарі, на місті майбутніх пилкових гнізд, відокремлюються чотири археспоріальні клітини, кожна з яких ділиться мітозом, утворюючи назовні парієтальну, а до середини спорогенну клітини. В результаті багаторазового поділу парієтальної клітини утворюються три шари клітин: ***фіброзний*** (субепідермальний), ***дегенеруючий*** (невідомого призначення) і ***тапетум*** (вистеляючий).

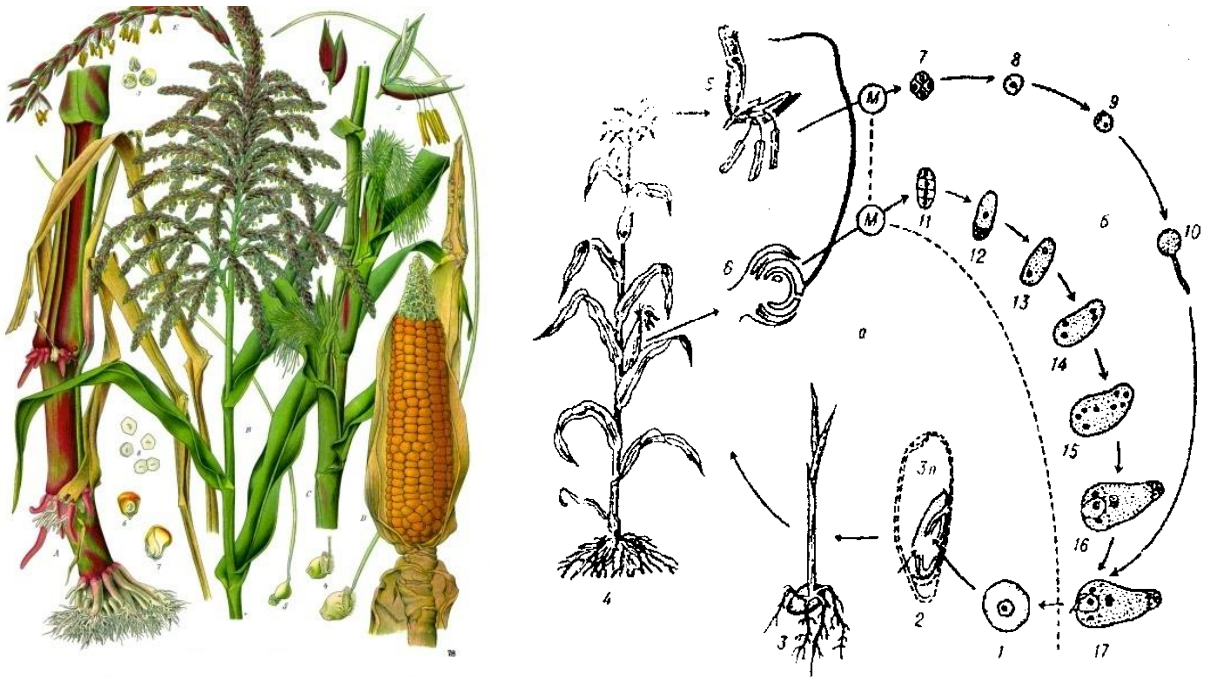


Рис. 2. Цикл розвитку кукурудзи звичайної *(Zea mays):* а) спорофіт: б – гаметофіт; М – мейоз; 1 – зигота; 2 – зародок насінини; 3 – проросток спорофіта; 4 – дорослий спорофіт; 5 – тичинкова квітка; 6 – маточкова квітка (поздовжній розрізі), 7, 8 – утворення мікроспор; 9,10 – розвиток чоловічого гаметофіта (пилку); 11,12 – утворення мегаспор; 13-16 – розвиток жіночого гаметофіта (зародкового мішка); 17 – запліднення.

Фіброзний шар складається із щільно розміщених в один шар клітин, які мають потовщені радіальні та внутрішню тангентальну стінки, в результаті чого відбувається відкриття гнізд пиляка за рахунок скорочення зовнішньої тонкої стінки клітин.

Під фіброзним шаром знаходиться ***шар невідомого призначення***, що складається з невеликих за розміром клітин, які використовуються на побудову мікроспор, або ж зберігаються в зрілому пиляку.

Внутрішній шар клітин – ***тапетум*** вистеляє пилкові гнізда. Клітини тапетуму великих розмірів, багатоядерні, багаті поживними речовинами. Вони використовуються для формування мікроспор. У частини рослин стінки клітин тапетуму розчиняються і цитоплазма утворює периплазмодій, роблячи поживні речовини більш доступними для мікроспор.

Сформований пиляк складається з двох половинок, зв'язаних між собою за допомогою в'язальця. В'язальце – це продовження тичинкової нитки, через яке проходить судинно-волокнистий пучок. До пиляків підходить колатеральний закритий або концентричний амфікрибральний судинно-волокнистий пучок. Кожна половинка пиляка складається з двох пилкових гнізд, в яких знаходяться мікроспори.

Спорогенні клітини також діляться багато разів, формуючи материнські клітини мікроспор. Кожна материнська клітина ділиться редукційно, утворюючи тетраду гаплоїдних мікроспор. Процес утворення мікроспор називається ***мікроспорогенезом*** (рис. 3, 5, а.).

Мікроспора – це гаплоїдна клітина, покрита зовні двома оболонками – екзиною та інтиною. ***Інтина*** – внутрішня тонка оболонка, а ***екзина*** – зовнішня товста. Інтина складається з целюлози і пектинових речовин, а екзина – з поленину і целюлози. В екзині є непотовщені місця – пори, а потовщена частина має різні вирости, необхідні для розповсюдження. У місцях розміщення пор в екзині інтина утворює потовщення з пектинових речовин.

У результаті проростання мікроспори формується чоловічий гаметофіт. Формування його часто розпочинається ще в гнізді пиляка. При цьому ядро мікроспори ділиться, утворюючи вегетативне і генеративне ядра. Така двоядерна клітина називається пилком - це початкова стадія розвитку чоловічого гаметофіта. Пилок тим чи іншим шляхом

переноситься на приймочку маточки і там відбувається дальший ріст гаметофіта. Вегетативну клітину пилку потрібно розглядати як гомолог чоловічого заростка, а генеративну – як гомолог антеридія, тому можна говорити про крайню редукцію чоловічого гаметофіта покритонасінних рослин. Після дозрівання пиляки розстріскуються і пилкові зерна звільняються.

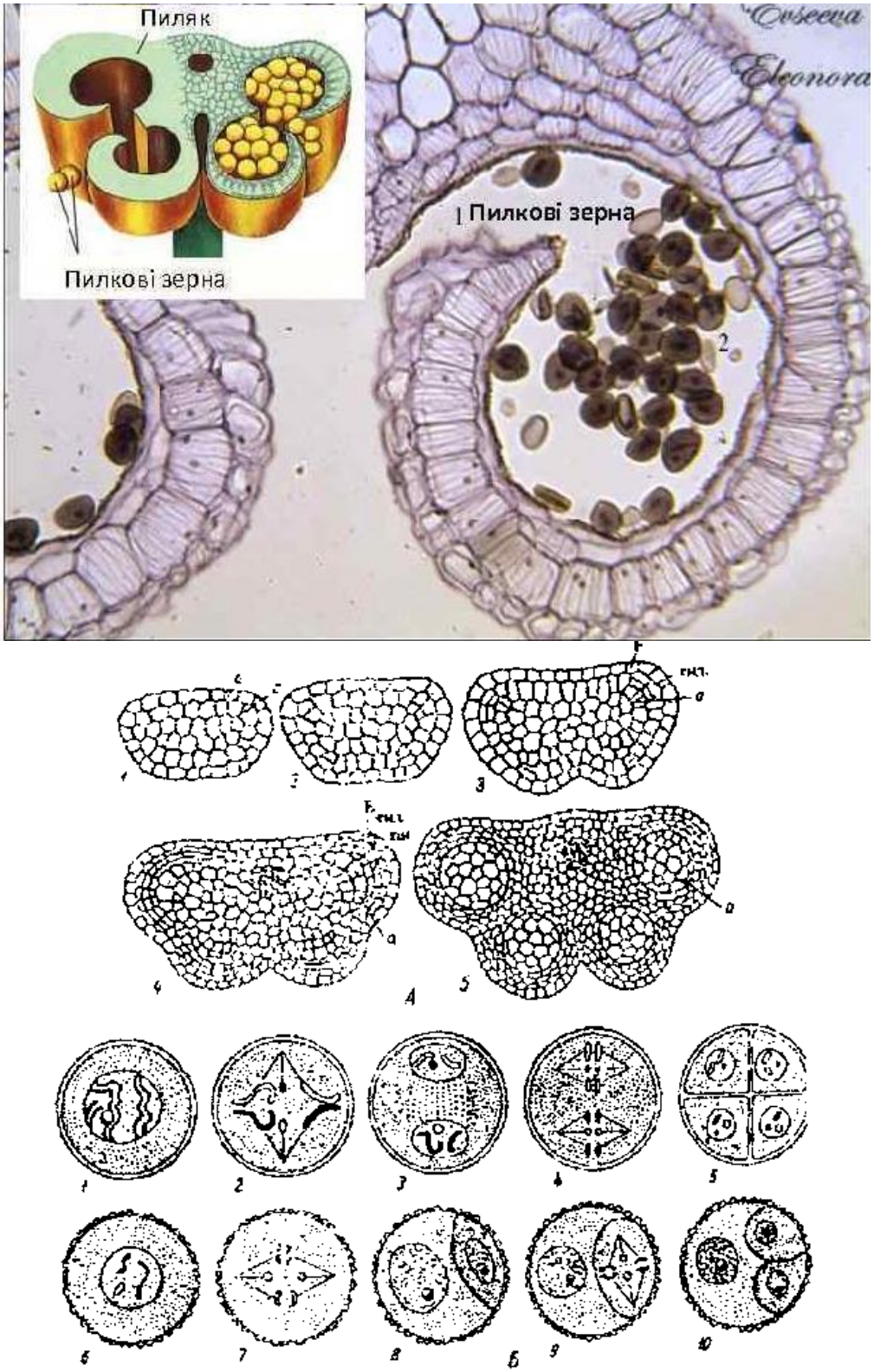


Рис. 3. Мікроспорогенез та розвиток чоловічого гаметофіта покритонасінних рослин:
А – розвиток пиляка: е – епідерміс; с – субепідермальний шар; енд. – ендотецій (фіброзний шар); а – археоспорій; тш – гапетальний шар. Б – схема розвитку пилкових зерен: 1-5 – мікроспорогенез; 6-10 – розвиток чоловічого гаметофіта.

В результаті дальшого проростання пилку, інтина виходить через одну із пор в екзині і формує пилкову трубку. Пилкова трубка росте за рахунок вегетативного ядра по приймочці, стовпчику та стінці зав'язі до насінного зачатка, а генеративне ядро ділиться, утворюючи два спермії, які, на відміну від сперматозоїдів, не мають джгутиків.

Розміри пилкових зерен у рослин дуже відрізняються. Більшості рослин характерна середня величина пилку – 10-15 мікрон, але вона може досягати навіть 200 мікрон (гарбуз, мальва) (рис. 4.).

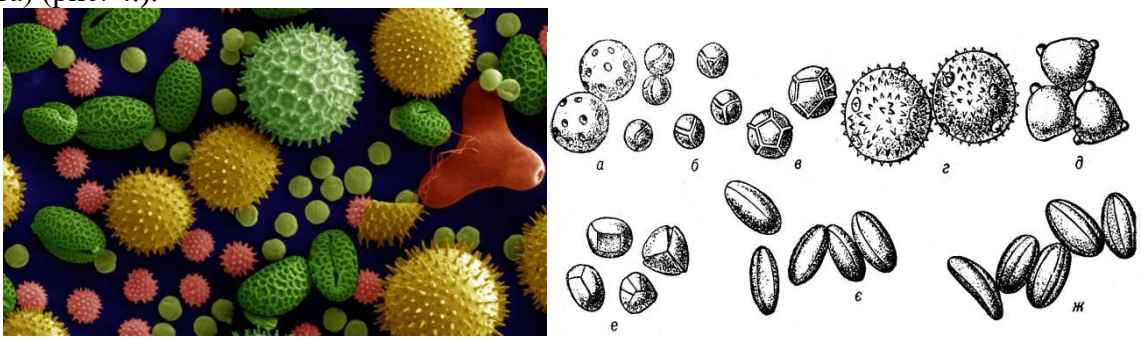


Рис. 4. Типи пилкових зерен: а – берізки польової; б – конопель; в – гвоздики; г – гарбуза; д – цирцеї; е – рясту; є – тирлича; ж – шавлії.

Ентомофільні (комахозапильні рослини) утворюють пилок великого розміру і в малій кількості. При цьому екзина має різні пристосування для прикріплення до тіла комах (рис. 5.). У анемофільних (вітрозапильних рослин) пилок сухий, дрібний, утворюється у великій кількості, що необхідно для забезпечення виживання потомства.

Рис. 5. Загальний вигляд *Scila bifolia.*

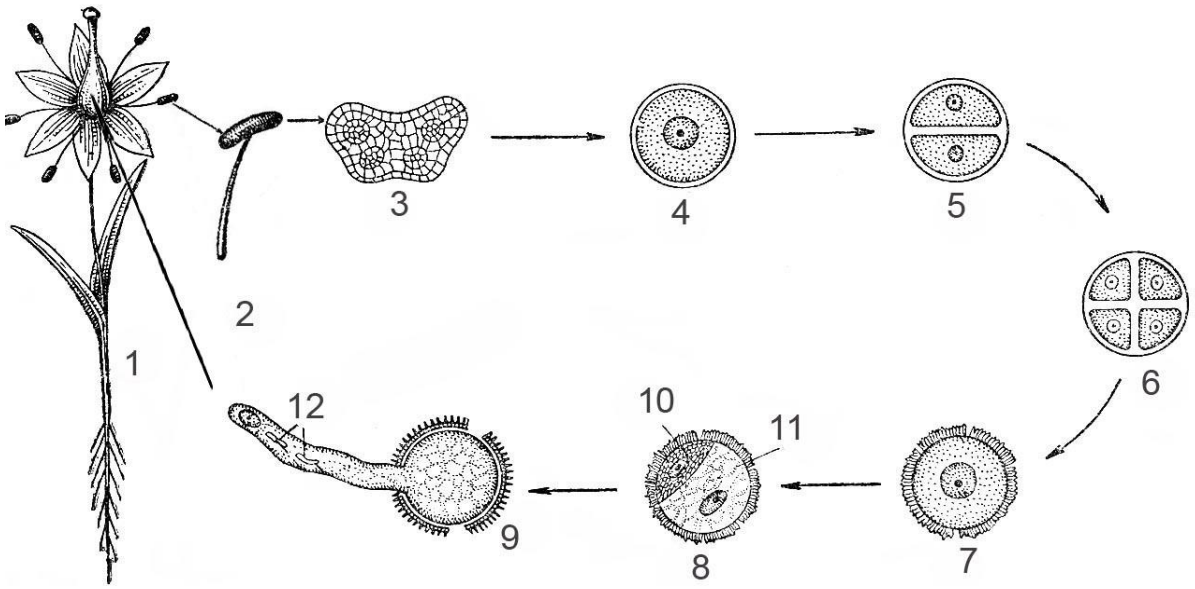


Рис. 5, а. Розвиток чоловічого гаметофіта у (*Scila bifolia*): 1 – доросла рослина: 2 – тичинка ; 3 – зріз пиляка з мікроспорангіями; 4 – материнська клітина мікроспори; 5 –поділ мейозом; 6 – тетрада гаплоїдних мікроспор; 7 – окрема мікроспора; 8 – пилок; 9 – утворення пилкової трубки; 10 – генеративна клітина; 11 – вегетативна клітина; 12 – спермії.

Маточка квітки займає центральне положення на квітколожі. У квітці маточка може бути одна або багато. Сукупність маточок – ***гінецей.*** Маточка може бути утворена одним або кількома плодолистиками (карпелами). Розрізняють такі частини маточки: ***приймочка*** (верхня розширена частина), ***стовпчик*** (середня звужена частина) і ***зав'язь*** (нижня розширена частина). В залежності від кількості плодолистиків і особливостей їх зростання зав'язі бувають одногніздні й багатогніздні. В гніздах зав'язі розмішені насінні зачатки (макроспорангії) (рис. 6.)

Рис. 6. Зав'язь у півонії деревовидної (*Paeonia sufriticosa*).

Зав'язь проліски тригніздна, вона складається з трьох плодолистиків. У кожному гнізді по два насінних зачатки. Зовні зав'язь покрита епідермісом, під ним розміщена паренхіма стінок зав'язі, в якій проходять колатеральні закриті судинно-волокнисті пучки. Гнізда зав'язі вистелені епідермальною тканиною. Центральну частину зав'язі займає плацента, до якої прикріплюються насінні зачатки (рис. 7, 8.).

Насінний зачаток закладається у вигляді бугорка меристематичних клітин. Диференціація починається утворенням інтегументів (один або два), що покривають насінний зачаток зовні. В одному місці інтегументи не зростаються, утворюючи ***пилковхід*** (мікропіле). Внутрішня тканина називається нуцелусом. Частина насінного зачатка, протилежна пилковходу, називається ***халазою.*** Для прикріплення утворюється ***насінна ніжка*** (фунікулюс), а місце прикріплення називається плацентою.

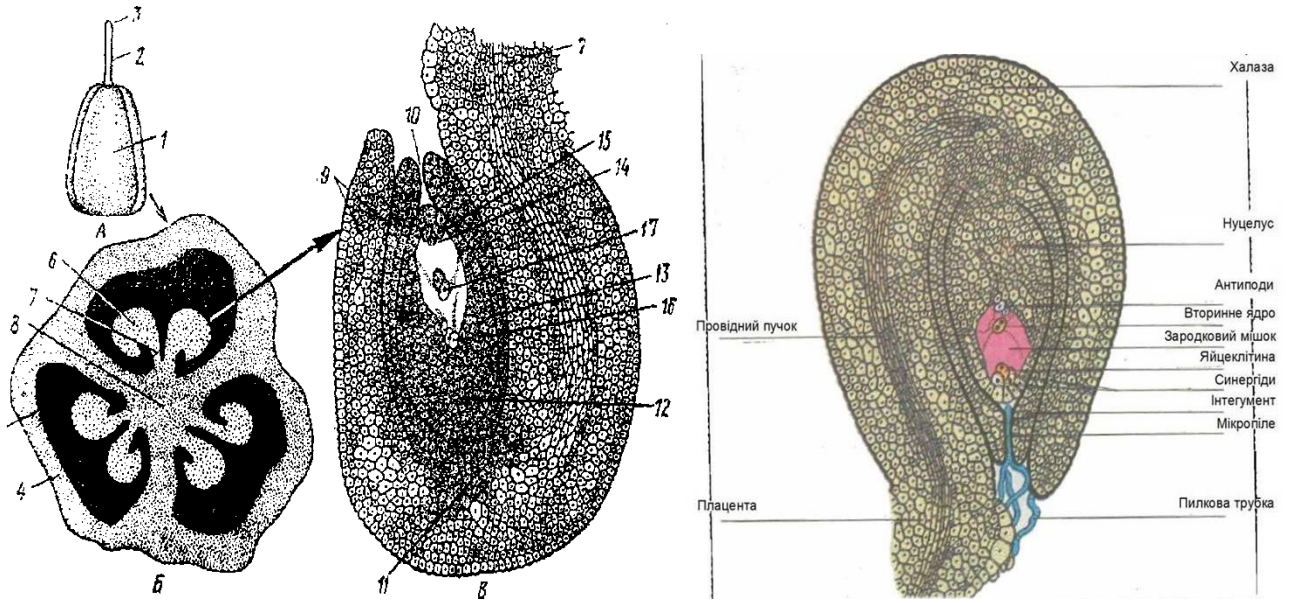


Рис. 7. Гінецей проліски дволистої *(Scilla bifolia):* А – загальний вигляд; Б – поперечний зріз зав'язі; В – насінний зачаток: 1 – зав'язь; 2 - стовпчик; 3 - приймочка; 4 – стінка зав'язі; 5 – гніздо; 6 – насінний зачаток; 7 – насінна ніжка; 8 – плацента; 9 – інтегументи; 10 – мікропіле; 11 – халаза; 12 – нуцелус; 13 – зародковий мішок; 14 – яйцеклітина; 15 – синергіди; 16 – антиподи; 17 – вторинне ядро.

Серед клітин нуцелуса ближче до пилковходу відокремлюється клітина, яка збільшується в розмірах і називається археспоріальною. Згодом вона поділяється, утворюючи назовні покривну, а до середини спорогенну клітини. Покривна клітина ділиться багато разів, утворюючи підвісок, який занурює спорогенну клітину в тканину нуцелуса. Спорогенна клітина ділиться редукційно, утворюючи чотири мегаспори (макроспори). Процес утворення макроспор називається макроспорогенезом (рис. 9.). Три з чотирьох макроспор дегенерують а одна, розміщена глибше, залишається.

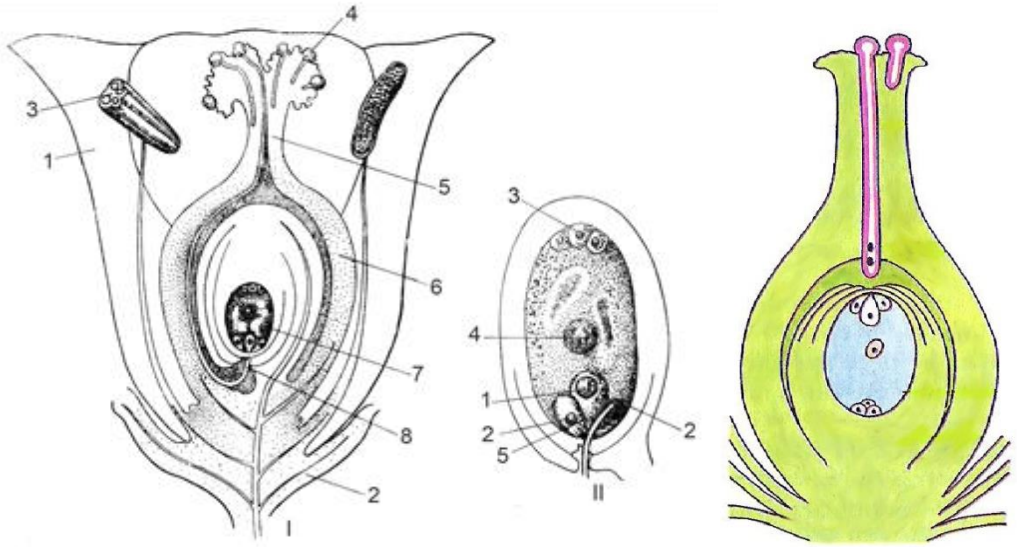


Рис. 8. Будова квітки, насінного зачатку, зародкового мішка у покритонасінних: I – поздовжній зріз квітки; 1 – пелюстки; 2 – чашолистики; 3 – тичинка; 4 – приймочка маточки; 5 – стовпчик; 6 – зав'язь; 7 – зародковий мішок; 8 – пилковхід. II – насінний зачаток; 1 – яйцеклітина; 2 – пилкова трубка; 3 – антиподи; 4 – вторинне ядро; 5 – синергіди.

З макроспори утворюється жіночий гаметофіт (зародковий мішок). При цьому ядро макроспори ділиться мітозом тричі, утворюючи 8 ядер, розміщених по чотири на кожному полюсі. З кожного полюса по одному ядру відходять до середини і, зливаючись, утворюють вторинне ядро. Три ядра на мікропілярному кінці перетворюються на яйцеклітину і дві синергіди (клітини-супутники), а на халазному – на три антиподи. Таким чином, утворюється

сім ядер (шість гаплоїдних і вторинне ядро – диплоїдне), кожне з яких одягається шаром цитоплазми і перетворюється в голу клітину. Сформований зародковий мішок семиклітинний.

Рис. 9. Розвиток жіночого гаметофіта у покритонасінних: 1 – доросла рослина спорофіта; 2 – маточка; 3 – зріз зав'язі; 4 – насінний зачаток; 5 – перший поділ спорогенної клітини (мейоз); 6 – другий поділ спорогенної клітини (мейоз); 7-9 – послідовні поділи ядра макроспори (мітоз); 10 – зародковий мішок (жіночий гаметофіт); 11 – розвиток насінини; 12 – ендосперм; 13 – зародок.

Загальний вигляд життєвого циклу розвитку покритонасінних (Angiosprms) представлено на рис. 9, а.

Насінні зачатки бувають трьох типів (рис. 10.):

- ***атропні*** (прямі), коли верхівка нуцелуса протилежна фунікулюсу;
- ***анатропні*** (обернені), коли верхівка нуцелуса паралельна фунікулюсу;
- ***кампілотропні*** (зігнуті), коли пилковхід повернений до халази.

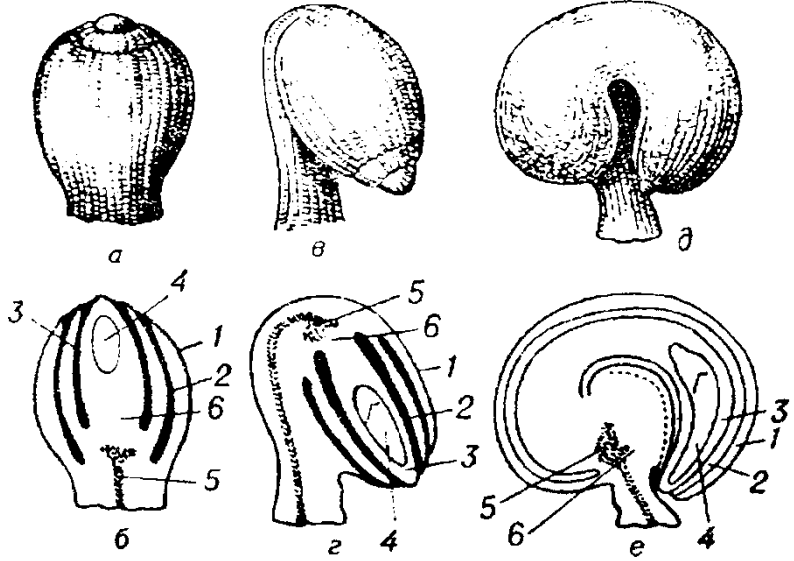


Рис. 10. Типи насінних зачатків: а-б – прямий; д-е – зігнутий; в-г – обернений: 1 – зовнішній; 2 – внутрішній інтегумент; 3 – нуцелус; 4 – зародковий мішок; 5 – провідний пучок; 6 – халаза.

Рис. 9, а. Загальний вигляд життєвого циклу розвитку покритонасінних (Angiosprms) у лаватера (*Lavatera* sp.) родини (Malvaceae).

Після формування жіночого і чоловічого гематофітів, що несуть гамети, відбувається подвійне запліднення. Пилкова трубка росте по нещільній тканині приймочки, стовпчику, по стінці зав'язі до насінного зачатка і проникає в зародковий мішок між яйцеклітиною і синергідою. До цього часу вегетативне ядро дегенерує, а в пилковій трубці залишаються два спермії. Синергіда розчиняє кінчик пилкової трубки і сама при цьому гине, а спермії виливаються в зародковий мішок. Один спермій зливається з яйцеклітиною, утворюючи диплоїдну зиготу, а другий – з вторинним ядром, утворюючи триплоїдну зиготу (рис. 11).

В результаті запліднення розвивається насінина й плід. Насінина розвивається з насінного зачатка, оплодень – із стінок зав'язі, а плодоніжка – з квітконіжки.

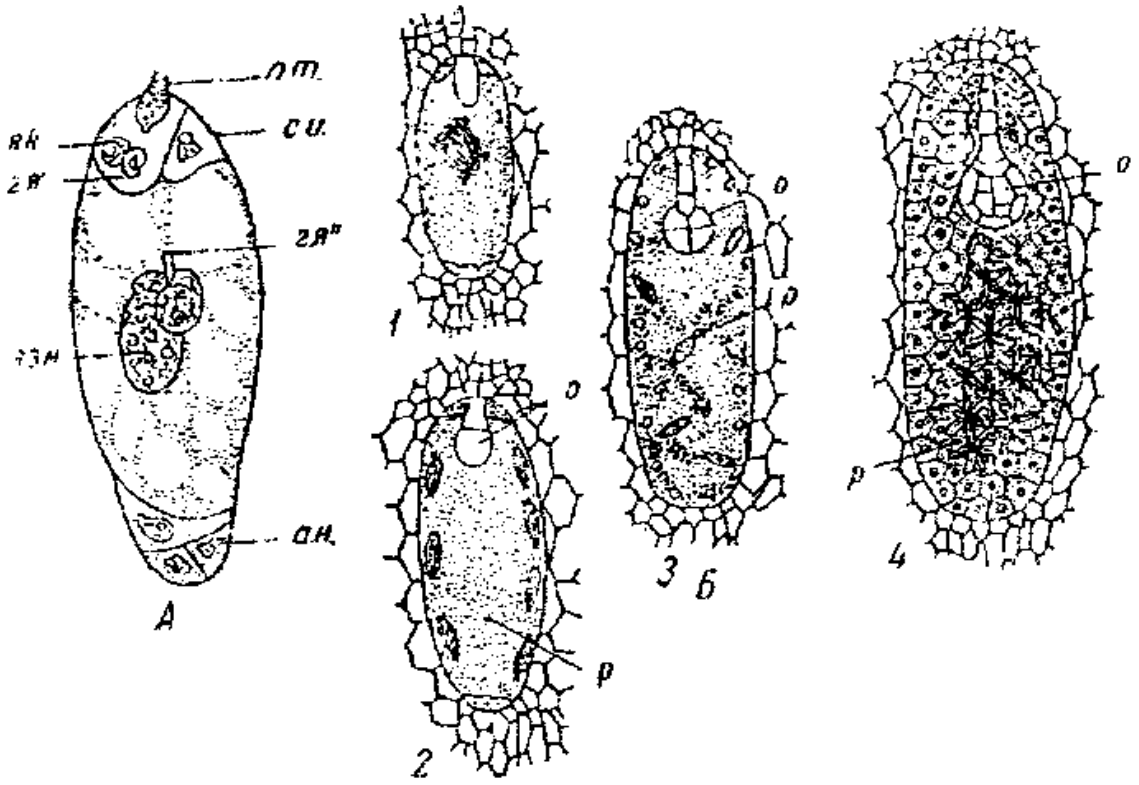


Рис. 11. Подвійне запліднення у покритонасінних рослин: А – зародковий мішок: пт – пилкова трубка; си – синергіда; як – яйцеклітина; гя' – генеративне ядро, яке запліднює яйцеклітину; гя – генеративне ядро, яке запліднює диплоїдне ядро зародкового мішка (язм); ан – антиподи. Б – 1, 2, 3, 4 – послідовні стадії утворення підвіски, зародка і ендосперму: о – підвісок і зародок; р – ендосперм.

У будові насінини розрізняють три складові частини: ***зародок*** (початкова стадія розвитку спорофіта), ***поживну тканину*** та ***шкірочку***. Зародок насінини утворюється з диплоїдної зиготи (заплідненої яйцеклітини), шкірочка – з покривів насінного зачатка. Поживна тканина буває двох типів: ***ендосперм*** і ***перисперм***. Ендосперм утворюється з триплоїдної зиготи (заплідненого вторинного ядра), а перисперм – з клітин нуцелуса. Антиподи і синергіди дегенерують. При формуванні насінини першою починає ділитися триплоїдна зигота, що формує ендосперм. Розрізняють два типи утворення ендосперму: нуклеарний (ядерний) і целюлярний (клітинний).

Ядерний (нуклеарний) тип формування ендосперму характерний, в основному, одно сім'ядольним, але зустрічається й у двосім'ядольних. При ньому запліднене вторинне ядро ділиться мітозом багато разів. Мітоз відбувається без цитокінезу, тому всі ядра знаходяться в цитоплазмі зародкового мішка, який поступово збільшується у розмірах. В протоплазмі нагромаджується білок, крохмаль, жири, і вона має вигляд молочної рідини. Така стадія називається молочною стиглістю (злаки). Ядра продовжують ділитися і заповнюють весь зародковий мішок, а потім водночас відбувається цитокінез і утворюються оболонки клітин. Утворені клітини ще діляться, утворюючи поживну тканину насінини - ендосперм.

Клітинний (целюлярний) тип формування ендосперму характерний дводольним зрослопелюстковим і характеризується тим, що поділ ядер відбувається з цитокінезом і зародковий мішок поступово заповнюється клітинами, з яких утворюється ендосперм.

Зародок насінини утворюється із заплідненої яйцеклітини, яка деякий час знаходиться у стані спокою, покриваючись целюлозною оболонкою. Після першого поділу утворюються дві клітини. З однієї з них шляхом багаторазового поділу утворюється підвісок, який занурює другу клітину глибше в ендосперм. З цієї клітини виникає спочатку передзародок, а потім зародок. Розвиток насінини у різних рослин здійснюється по-різному, і тому утворюються чотири типи насіння: насіння без ендосперму і перисперму; насіння з ендоспермом; насіння з

періспермом; насіння з ендоспермом і періспермом.

Насіння без ендосперму і перисперму утворюється у двосім'ядольних рослин і характеризується тим, що в процесі формування насінини весь ендосперм витрачається на розвиток зародка. При цьому нуцелус не зберігається, так як витісняється зародковим мішком. В цьому випадку в насінині розрізняють дві складові частини: зародок і шкірочку. Зародок складається з зародковою корінця, стебельця, брунечки і двох сім'ядоль. Сім'ядолі добре розвинені і містять запасні поживні речовини. Такий тип насіння зустрічається у представників родин бобових, айстрових, розових, гарбузових (рис. 12.).

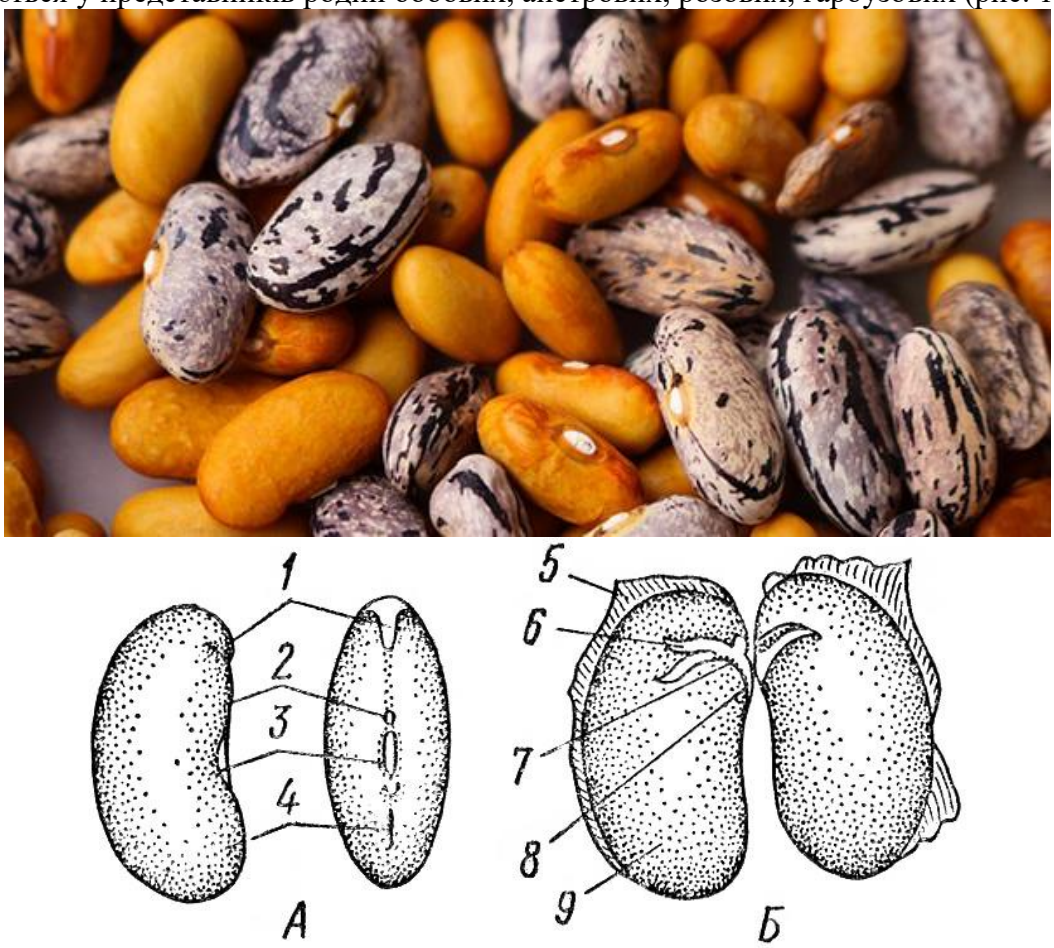


Рис. 12. Загальний вигляд та будова насінини без ендосперму та перисперму:
А – загальний вигляд; Б – зародок; 1 – горбочок зародкового корінчика; 2 – мікропіле; 3 – рубчик; 4 – насінний шов; 5 – насінна шкірочка; 6 – зародкова брунечка; 7 – зародкове стебельце; 8 – зародковий корінчик; 9 – сім'ядоля.

Насіння з **ендоспермом** зустрічається у двосім'ядольних і одно сім'ядольних. В його будові розрізняють зародок, ендосперм і шкірку. Розглядаємо цей тип насіння на прикладі зернівки пшениці (рис. 13.).

Звертаємо увагу на те, що зернівка – плід, у якого оплодень зростається з шкіркою насінини. Ендосперм займає більшу частину насінини. В ньому розрізняють – периферійний алейроновий шар і серединний – крохмалистий. З однієї сторони до ендосперму прилягає зародок, який складається із зародкового корінця, покритого колеоризою, яка виконує захисну функцію, зародкового стебельця, зародкової брунечки, покритої зовні колеоптилем для захисту, добре розвиненої сім'ядолі (щитка), що розміщена на межі з ендоспермом і має всмоктувальний шар клітин для переведення запасних речовин у легкозасвоювані форми і транспортування їх до зародка, а також редукованої другої сім'ядолі (епібласта), розміщеної з протилежної сторони зародка.

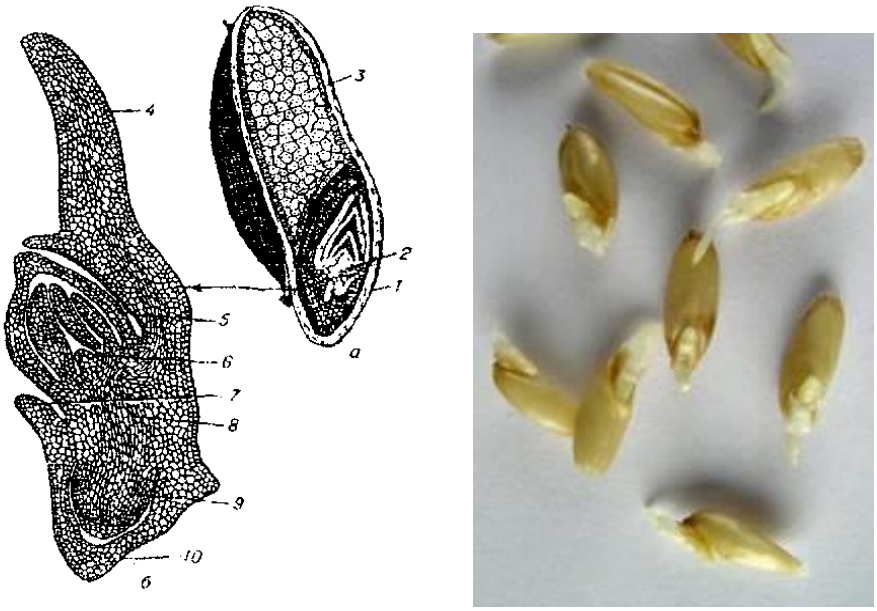


Рис. 13. Будова зернівки і зародка пшениці твердої *(Triticum durum):* а – поздовжній зріз через зернівку; б – поздовжній зріз через зародок: 1 - оплодень, що зростається із шкіркою насінини; 2 – зародок; 3 – ендосперм; 4 – щиток; 5 – колеоптиль; 6 – зародкова брунечка; 7 – епібласт; 8 – зародкове стебельце; 9 – зародковий корінець; 10 – колеориза.

У насінині яблуні крім шкірки, ендосперму і зародка знаходиться перисперм, який представлений тонкою деформованою плівкою.

Шкірка насінини складається з епідермісу, клітини якого мають потовщені оболонки. Під епідермісом розміщені склеренхімні волокна з бурими потовщеними оболонками. Залишки нуцелуса, що містяться під склеренхімними волокнами, є деформованим перисперм. Він має вигляд тонкої безбарвної плівки. Далі розміщений ендосперм, що складається з 3-5 шарів округлих, овальних або майже чотирикутних клітин із щільною целюлозною оболонкою, виповнених алейроновими зернами (рис. 14.).

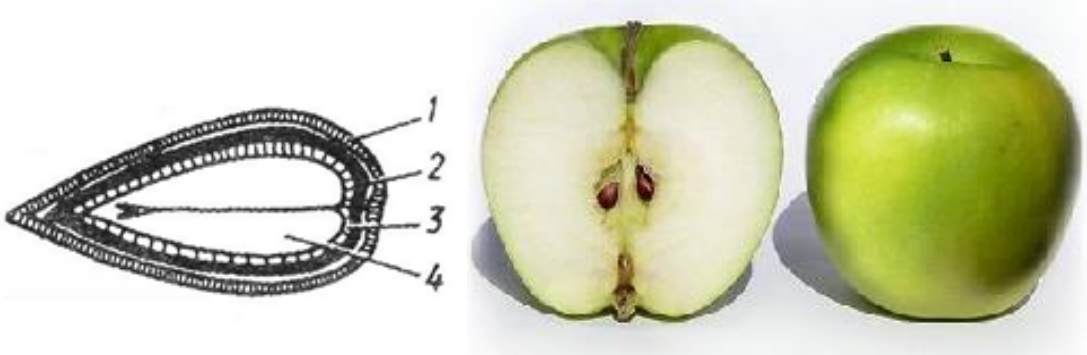


Рис. 14. Будова насінини яблуні з недорозвиненим периспермом: 1 – шкірочка насінини; 2 – перисперм; 3 – ендосперм; 4 – зародок**.**

Зародок насінини складається з двох добре розвинених сім'ядолей, зародкової брунечки, корінця і стебельця. Клітини зародка дрібні, містять олію і крохмальні зерна.

Насіння такого типу зустрічається у представників родин злакових, пасльонових, селерових, розових та інших.

Насіння з **периспермом.** Насіння з периспермом характерне дводольним рослинам. Воно характеризується тим, що ендосперм витрачається на формування зародка, але нуцелус зберігається. Його клітини заповнюються запасними поживними речовинами і перетворюються на перисперм. Таке насіння складається із зародка (зародковий корінець, дві сім'ядолі), перисперму і шкірки (рис. 15.). Такий тип насіння характерний для представників родин гвоздикові, розові та ін.

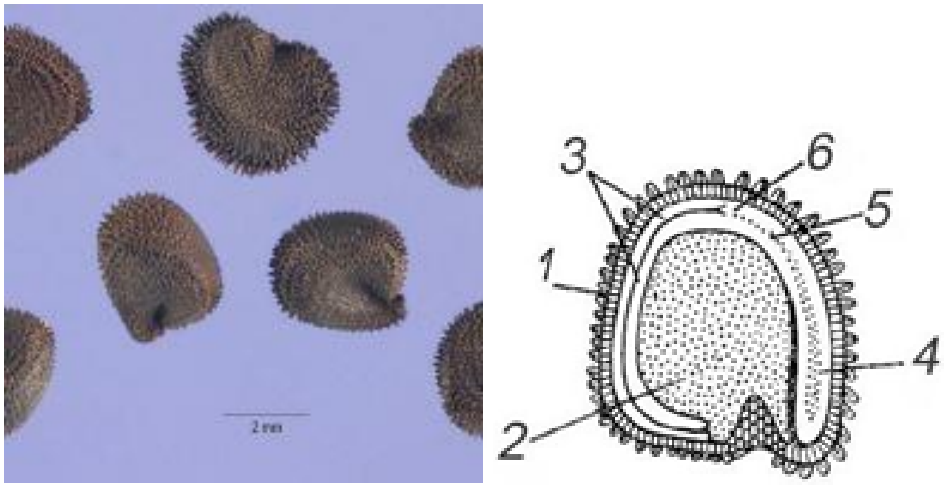


Рис. 15. Загальний вигляд та будова насінини з периспермом у кукіля звичайного *(Agrostemma githago)***:** 1 – насінна шкірочка; 2 – перисперм; 3 – сім'ядолі; 4 – зародковий корінчик; 5 – зародкове стебельце; 6 – зародкова брунечка.

Насіння з **ендоспермом і периспермом.** В насінині розрізняють складові частини: ***зародок*** (складається із зародкового корінця, брунечки і двох сім'ядоль), ***ендосперм, перисперм*** і ***шкірку***. Перисперм розвивається з клітин нуцелуса насінного зачатка, тобто запасні поживні речовини знаходяться в основному у диплоїдній тканині. Такий тип насіння зустрічається у представників родини лободових. Дозріле насіння являє собою глянцювату сочевичну з тоненькою насінною шкіркою. Вона розвивається з двох інтегументів. Протопласти клітин зовнішнього інтегументу відмирають і клітини заповнюються смолистою речовиною. Оболонки клітин внутрішнього інтегументу стають дещо потовщеними (рис. 16.).

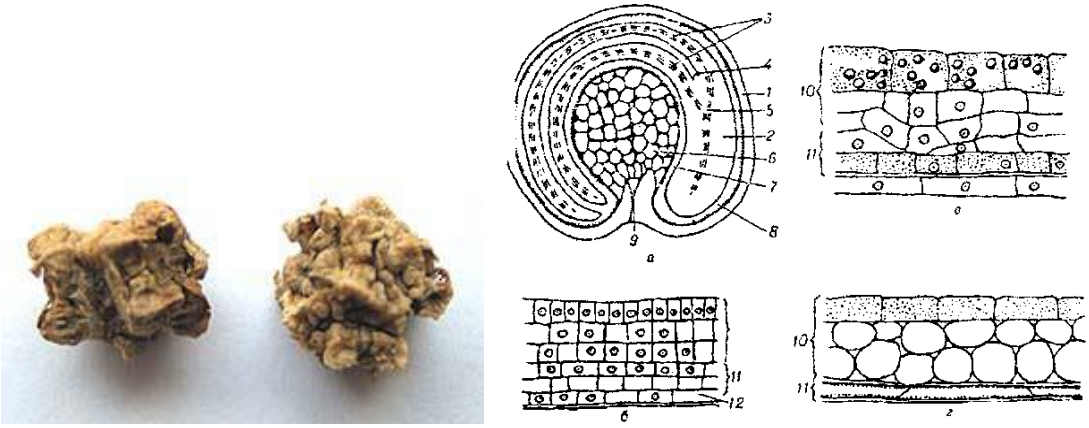


Рис. 16. Будова насінини цукрового буряка *(Beta vulgaris):* а – поздовжній зріз насінини; б-г – насінна шкірка на різних стадіях розвитку; 1 – шкірка; 2 – зародковий корінець; 3 – сім'ядолі зародка; 4 – зародкова брунечка; 5 – зародкове стебельце; 6 – перисперм; 7 – кутикула; 8 – ендосперм; 9 – провідний пучок; 10 – зовнішній інтегумент; 11 – внутрішній інтегумент; 12 – нуцелус.

Зародок насінини під час розвитку загинається навколо перисперму, який знаходиться ніби всередині насінини. Ендосперм редукується до одного шару клітин біля мікропілярного кінця зародкового мішка.

ТЕМА 11-23. МОРФОЛОГІЧНИЙ ОПИС ДВОДОЛЬНИХ ТА ОДНОДОЛЬНИХ РОСЛИН, ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ.

Відділ: **Покритонасінні** *(Magnolophyta)*

Класи: **Двосім'ядольні** *(Magnoliopsida=Dicotylidones)*
Односім'ядольні *(Liliopsida=Monocotylidones)*

Родини: Жовтецеві (Ranunculaceae), фіалкові (Violaceae), шорстколисті (Boraginaceae) розові (Rosaceae), бобові (Fabaceae=Leguminosae), айстрові або складноцвіті (Asteraceae=Compositae), пасльонові (Solanaceae), губоцвіті (Lamiaceae), ранникові (Scrophulariaceae), лілійні (Liliaceae), півникові (Iridaceae), тонконогові або злакові (Graminea=Poaceae).

Об'єкти: **Види рослин з різних родин**
анемона жовтецева (*Anemone ranunculoides*), пшінка весняна (*Ficaria verna*); фіалка триколірна (*Viola tricolor*), ф. запашна (*V. odorata*), ф. дивна (*V. mirabilis*); медунка темна (*Pulmonaria obscura*); яблуня домашня (*Malus domestica*), груша звичайна (*Pyrus communis*), суниці лісові *(Fragaria vesca*); конюшина польова (*T. arvense*), к. лучна (*T. pratense*); стокротки багаторічні (*Bellis perenis*), кульбаба лікарська (*Taraxacum officinalis*); горлянка женевська (*Ajuga genevensis*), розхідник звичайний (*Glechoma hederaceae*), р. шорсткий (*G. hirsuta*), глуха кропива біла (*Lamium album*), г.к. крапчаста (*L. maculatum*), г.к. пурпурова (*L. purpurea*), г.к. стеблообгортна (*L. amplexicaule*); півники болотні (Iris pseudocorus), п. злаколисті (I. graminea), п. бліді (I. pallida), п. німецькі (I. germanica); зірочки малі (Gagea minima), з. жовті (*G. lutea*), тюльпан гібридний (*T. hybrida*), гадюча цибулька гроновидна (*Muscari botroides*), конвалія травнева (*Convallaria majalis*); пирій повзучий (*Elytrigia repens*), бромус мякий (*Bromus mollis*), анізанта покрівельна (*Anisanta tectorum*), чаполоч пахуча (*Hierocloe odorata*), тонконіг бульбистий (*Poa bulbosa*), т. лісовий (*P. sylvicola*), т. лучний (*P. pratensis*), т. однорічний (*P. annua*), т. звичайний (*P. trivialis*), грястиця звичайна (*Dactylis glomerata*)

ЗАВДАННЯ:

1. Засвоїти методику морфологічного опису рослин, написання формул і діаграм квіток.
2. Засвоїти методику роботи з визначником.
3. Визначити запропоновані рослини.

ПЛАН ОПИСУ ПОКРИТОНАСІННИХ АБО КВІТКОВИХ РОСЛИН (МОРФОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ):

1. Рослина трав'яниста чи дерев'яниста. Особливості підземних частин (наявність кореневищ, цибулин, бульб, потовщення кореня і т.д.). Рослина однорічна, дворічна, багаторічна. Висота рослини.

2. *Корінь* – головний, бічні, додаткові, тип кореневої системи (стрижнева, мичкувата, змішана).

3. *Стебло* просте чи розгалужене, облиственe чи безлисте, прямостояче, лежаче, повзуче, чіпке, витке й т.д. Форма стебла на поперечному зрізі (кругле, чотиригранне, багатогранне і т. д.), опушене або голе, має колючки, шипи, вуса, інші особливості.

4. *Листки* – частини листка, листкорозміщення. Прості і складні листки, черешкові або сидячі. Жилкування. Форма пластинок простих листків або листочків складних листків за загальним обрисом листкової пластинки. Листкові пластинки за розчленуванням. Опушення. Метаморфози листка (вуса, колючки, лусочки й т.д.).

5. *Наземні пагони*. Типи галуження. Метаморфози пагонів (вкорочені, стрілки,

колючки, вуса й т.д.). Особливості будови та розміщення бруньок.

6. Суцвіття. Квітки поодинокі чи в суцвіттях. Тип суцвіття. Приквітники, їх форма і розміри. Приквітнички (плівчасті, лусковидні), їх забарвлення.

7. *Квітка*. Частини квітки. Оцвітина (проста, подвійна, безпокривна). Квітка правильна (актиноморфна), неправильна (зигоморфна), асиметрична, двостатева, роздільностатева (тичинкова, маточкова), стерильна.

8. *Чашечка:* роздільнолиста, зрослолиста, правильна, неправильна. Число чашолистків, забарвлення. Підчаша. Віночок зрослопелюстковий. роздільнопелюстковий, правильний, неправильний. Число пелюсток, їх забарвлення та форма.

9. *Тичинки*: кількість, місце прикріплення. Андроцей одно-, дво- та багатобратній, двосильний, чотирисильний, наявність стамінодіїв. Інші особливості андроцея.

10. *Маточка*: будова, кількість. Число стовпчиків. Приймочка цілісна чи лопатева. Зав'язь верхня, нижня, середня. Число гнізд у зав'язі. Число плодолистків (карпел), що утворюють маточку. Гінецей (апокарпний, ценокарпний).

Формула квітки:

а) з простою оцвітиною: P, A, G;

б) з подвійною оцвітиною: Ca, Co, A, G;

11. *Плід* (тип, розмір, форма). Оплодень (сухий, соковитий). Плід розкривний, нерозкривний. Число гнізд. Багатонасінний, однонасінний.

Насіння: величина, форма, колір, інші особливості.

12. *Діаграма квітки*. Малюнки квіток, суцвіть, гінецея, андроцея, плоду. Формули і діаграми квіток.

Характеристику квітки можна подати у вигляді формули і діаграми з- метою скорочення запису. Будова квітки зображується з допомогою літер, цифр, знаків.

Літерні позначення походять від латинських назв частин квітки: P *(perigonium)* – проста оцвітина; Ca *(calix)* – чашечка, Co *(corolla)* – віночок; A *(androceum)* – андроцей; G *(gynoeceum)* – гінецей.

Після літерних позначень ставиться кількість частин, що їх складає (кількість чашолистиків, пелюсток, тичинок і т.д.) Так, п'ятироздільнопелюстковий віночок позначається Ca_5 шеститичинковий багатобратній андроцей – A_6. У тому випадку, коли число одного з членів квітки >12, ставиться знак безкінечності (∞). Знак + ставиться між числами членів однорідних кіл квітки (два кола тичинок, пелюсток, чашолистків). Так, просту віночковидну оцвітину лілії необхідно позначити P Co_{3+3}. У випадку зростання членів квітки між собою цифру, що позначає їх число, беруть у дужки. Так, зрослопелюстковий віночок картоплі позначається $Co_{(5)}$, двобратній андроцей гороху – $A_{(9)+1}$. У формулі квітки відображається число плодолистиків, ступінь їх зростання, тип гінецея. Наприклад, ценокарпний гінецей із нижньою зав'яззю в квітці гарбуза позначається $G_{(\bar{3})}$, де $(\bar{3})$означає, що гінецей утворюється трьома зрослими плодолистиками, а риска зверху – зав'язь нижня. Верхня зав'язь позначається рискою знизу. При відсутності членів квітки ставиться нуль. Умовні позначення типів квітки:

♀♂ двостатева;

♀ - жіноча (маточкова);

♂ - чоловіча (тичинкова);

0 - актиноморфна квітка;

↓- зигоморфна квітка.

Приклади формул квітки рослин різних родин:

а) квітки з подвійною оцвітиною:

Жовтець – $Ca_5Co_5A_\infty G_\infty$

Яблуня – $Ca_{(5)}Co_5A_\infty C_{\bar{5}}$

Капуста – $Ca_{2+2}Co_4A_{2+4}G_{(2\_)}$

Мак – $Ca_2Co_{2+2}A_\infty G_{\infty\_}$

Горох – $Ca_5Co_{1+2+(2)}A_{(9)+1}G_{(1\_)}$

Огірок – ♂$Ca_{(5)}Co_{(5)}A_{(2)+(2)+1}G_0$ ♀$Ca_{(5)}Co_{(5)}A_0G_{(3^-)}$

б) квітки з простою оцвітиною:

Лілія – $PCo_{3}+3A_{3}+3G_{(3\_)}$

Пшениця – $P_{(2)+2}A_3G_{(2\_)}$

Більш повне уявлення про будову квітки дає діаграма, яка є проекцією квітки на площину, перпендикулярну до її осі. Діаграма показує не тільки число, а й взаємне розміщення частин квітки. Діаграма орієнтується таким чином, щоб вісь суцвіття знаходилась зверху, а покривний листок знизу (рис. 1.).

Частини квітки на діаграмі мають такі умовні позначення: вісь квітки – 0, якщо квітка верхівкова, то вісь на діаграмі не позначається; покривний листок, приквітники, чашолистики –{пелюстки – ^; тичинки – ∞ гінецей – ○Δ

У випадку зростання між собою частин квітки значки, що позначають їх на діаграмі, з'єднуються лініями.

Запис результатів визначення

Відділ: Покритонасінні (магнолієві)

Клас: Двосім'ядольні

Хід визначення родини:

Родина. Розові

Хід визначення роду:

Рід: Яблуня

Хід визначення виду:

Вид: Яблуня домашня

Визначник (автор, назва, рік видання).

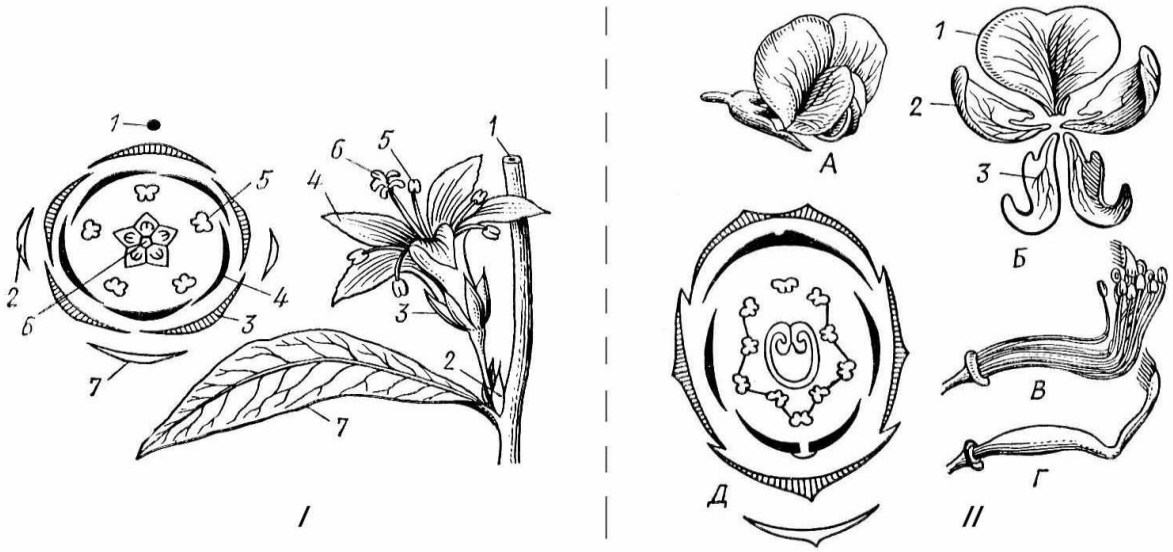


Рис. 1. Діаграми квіток:

I – Будова діаграми квітки лілії (*Lilium*);
1 – вісь суцвіття; 2 – приквітник;
3 – чашолистик; 4 – пелюстка;
5 – тичинка; 6 – гінецей;
7 – покривний листок.

II – Квітка гороху (*Pisum*);
А – загальний вигляд; Б – віночок;
В – андроцей; Г – гінецей;
Д – діаграма квітки; 1 – парус; 2 – весла;
3 – човник.

$$*P_{3+3}\ A_{3+3}\ G_{(\underline{3})}$$

Рис. 2. Діаграма квітки тюльпана (*Tulipa*):
загальний вигляд квітки (ліворуч), діаграма (праворуч), форрмула квітки (по центру) – * – правильна, Р – оцвітина, А – сукупність тичинок, G – сукупність маточок).

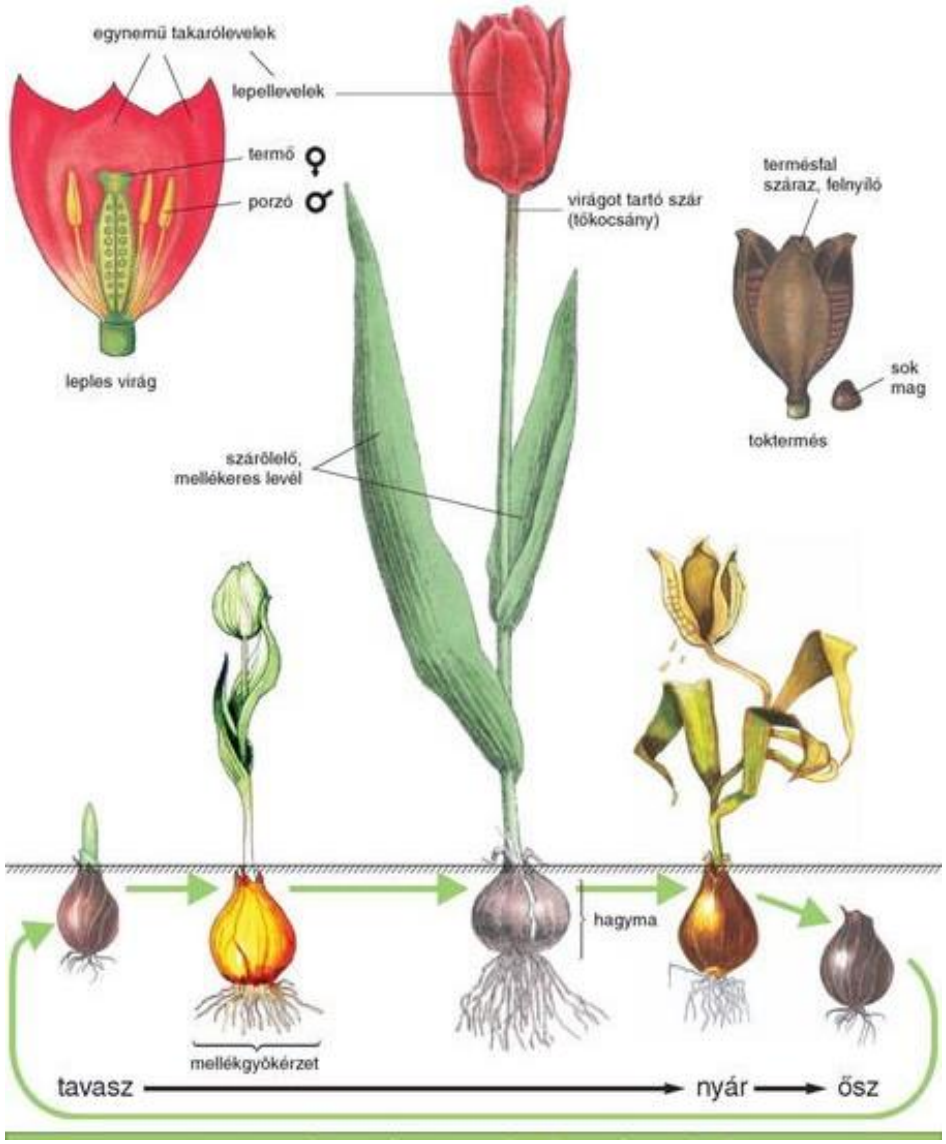


Рис. 3. Загальний вигляд тюльпана гібридного (*Tulipa hybtida* L.) з родини лілійних (Liliaceae).

У додатку Г представлено схеми рисунків представників видів різних родин.

ТЕМА 24. ХАРАКТЕРИСТИКА ОПИСУ УСТАНОВ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ ПОПУЛЯЦІЙ ВИДІВ РОДИН ПОКРИТОНАСІННИХ.

Мета: засвоїти методику створення місць для розмноження, висадження та збереження видів, форм та навчитися їх охороняти в Україні.

Об'єкти: ботанічний розсадник університету, Національний дендропарк «Софіївка» НАНУ (рис. 1.).

ЗАВДАННЯ:

1. Описати наявні рослини (травянисті, деревні породи, кущі), ботанічного розсаднику, дендропарку, парку, лісу, луків, водойм.
2. Записати укр. латинські назви рослин згідно табл. 1.
3. Вивчити рослини, які віднесено до Червоної книги України та піддаються охороні.
4. Зібрати та загербаризувати двадцять рослин території сдудмістечка, вивчити.

Табл. 1.

Родина (укр. лат. мовами)	Рід і вид укр. мовою	Рід і вид лат. мовою	Походження	Місцезростання	Використання

Рис. 1. План-схема дендропарку «Софіївка» нАНУ, м. Умань.

СПИСОК ВИДІВ РОСЛИН, ЩО ПІДЛЯГАЮТЬ ОСОБЛИВІЙ ОХОРОНІ НА ВСІЙ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

(витяг із Переліку рослин, що занесені до «Червоної книги України. Рослинний світ», 1996 р.)

Українська назва	Латинська назва
1. Адіант венерин волос	Adiantum capillus-veneris L.
2. Айстра альпійська	Aster alpinus L.
3. Аконіт Жакена	Aconitum jacquinii Reichenb.
4. Альдрованда пухирчаста	Aldrovanda vesiculosa L.
5. Анакамптис пірамідальний	Anacamptis pyramidalis (L.) Rieh.
6. Астрагал шерстистоквітковий	Astragalus dasyanthus Pall.
7. Асфоделіна жовта	Asphodeline lutea (L.) Reichenb.
8. Баранець звичайний	Huperzia selago (L.) Bernh. ex Schrank et Marl
9. Береза низька	Betula humilis Schrank
10. Билинець довгоногий	Gymnadenia conopsea (L.) R. Br.
11. Билинець найзапашніший	Gymnadenia odoratissima (L.) Rieh.
12. Білотка альпійська	Leontopodium alpinum Cass.
13. Брандушка різнокольорова	Bulbocodium versicolor (Ker-Gawl.) Spreng.
14. Бровник одно бульбовий	Herminium monorchis (L.) R. Br.
15. Бруслина карликова	Euonymus nana Bieb.
16. Булатка великоквіткова	Cephalanthera damasonium (Mili.) Druce
17. Булатка довголиста	Cephalanthera longifolia (L.) Fritsch
18. Булатка червона	Cephalantiiera rubra (L.) Rieh.
19. Верба чорнична	Salix myrtilloides L.
20. Верба старке	Salix starkeana Willd.
21. Відкасник осотовидний	Carlina cirsioides Klok.
22. Відкасник татарниколистий	Carlina onopordifolia Bess ex Szaf.
23. Лімодорум недорозвинений	Limodorum abortivum (L.) Sw.
24. Лінnея північна	Linnaea borealis L.
25. Ломикамінь болотний	Saxífraga hirculus L.
26. Лунарія оживаюча	Lunaria rediviva L.
27. Любка дволиста	Piatanthera bifolia (L.) Rieh.
28. Любка зелено квіткова	Piatanthera chlorantha (Cust.) Reichenb.
29. Малаксис однолистий	Malaxis monophyllos (L.) Sw.
30. Марсилія чотирилиста	Marsilea quadrifolia L.
31. Меч-трава болотна	Cladium mariscus (L.) Pohl
32. Модрина польська	Larix polonica Racib.
33. Надбородник безлистий	Epipogium aphyllum (F. W. Schmidt) Sw.
34. Нарцис вузьколистий	Narcissus angustifolius Curt.
35. Неотіанта каптуру вата	Neottianthe cucullata (L.) Schlechter
36. Нігрителa чорна	Nigritella nigra (L.) Reihenb
37. Орлики трансільванські	Aquilegia transsilvanica Schur
38. Смілка богемська	Carex bohémica Sehreb.
39. Осока затінкова	Carex umbrosa Host
40. Офрис бджолоносна	Ophrys apifera Huds.
41. Офрис комахоносна	Ophrys insectifera L.
42. Офрис кримська	Ophrys táurica (Agg.) Nevski
43. Офрис оводоносна	Ophrys oestrifera Bieb.
44. Пальчатокорінник бузиновий	Dactylorhiza sambucina (L.) Soo
45. Пальчатокорінник іберійський	Dactylorhiza ibérica (Bieb. ex Willd.) Soo
46. Пальчатокорінник м'ясочервоиий	Dactylorhiza incarnata(L.) Soo
47. Пальчатокорінник плямистий	Dactylorhiza maculate (L.)
48. Пальчатокорінник римський	Dactylorhiza romana (Seb. et Mauri) Soo
49. Пальчатокорінник серценосний	Dactylorhiza cordigera (Fries) Soo
50. Пальчатокорінник травневий	Dactylorhiza majalis (Reichenb.) P.F. Hunt et Summerhayes
51. Пальчатокорінник Траунштейнера	Dactylorhiza traunsteineri (Saut.) Soo
52. Пальчатокорінник Фукса	Dactylorhiza fiichsii (Druce) Soo
53. Первоцвіт дрібний	Primula minima L. Soo

54. Переломник Козо-Полянського	Androsacekoso-poljanskii Ovcz.
55. Півонія тонколиста	Paeonia tenuifolia L.
56. Півники борові	Iris pineticola Klok.
57. Півонія кримська	Paeonia daurica Andr.
58. Підсніжник білосніжни	Galanthus nivalis L.
59. Пізньоцвіт осінній	Colchicum autumnale L.
60. Плаун річний II	Lycopodium annotinum L.
61. Ремнепелюстник козячий	Himantoglossum caprinum (Bieb.) C. Koch
62. Росичка англійська	Drosera anglica Huds.
63. Росичка середня	Drosera intermedia Hayne
64. Рябчик руський	Fritillaria ruthenica Wikstr.
65. Рябчик шаховий	Fritillaria meleagris L.
66. Сальвінія плаваюча	Salvinia natans (L.) All.
67. Сверція багаторічна	Swertia perennis L.
68. Ситник бульбастий	Juncus bulbosus L.
69. Скополія карніолійська	Scopolia carniolica Jacq.
70. Скрученик спіральний	Spiranthes spiralis (L.) Chevall.
71. Сон білий	Pulsatilla alba Reichenb.
72. Сон великий	Pulsatilla grandis Wend.
73. Сон чорніючий	Pulsatilla nigricans Storck
74. Сосна кедрова європейська	Pinus cembraL.
75. Огевеніела сатиріовидна	Stevenieila satyrioides (Stev.) Schlechter
76. Сугайник угорський	Doronicum hungaricum (Sadl.) Reihenb. fil.
77. Сишник іржавий	Schoenus ferrugineus L.
78. Товстянка альпійська	Pinguicula alpina L.
79. Товстянка звичайна	Pinguicula vulgaris L.
80. Тофільдія чашечкова	Tofieldia calyculata (L.) Wahlenb.
81. Тирлич весняний	Gentiana venia L.
82. Тирлич жовтий	Gentiana lútea L.
83. Тирлич роздільний	Gentiana laciniata Kit. ex Kanitz
84. Траунштейнера куляста	Traunsteinera globosa (L.) Reichenb.
85. Тюльпан бузький	Tulipa hypanica Klok. et. Zoz
86. Тюльпан гранітний	Tulipa graniticola (Klok. et Zoz) Klok.
87. Тюльпан двоквітковий	Tulipa biflora Pall.
88. Тюльпан дібровний	Tulipa quercetorum Klok. et Zoz
89. Тюльпан змієлистий	Tulipa ophiophylla Klok. et Zoz
90. Тюльпан скіфський	Tulipa scythyca Klok. et Zoz
91. Тюльпан Шренка	Tulipa schrenkii Regel
92. Фісташка туполиста	Pistacia mutica Fisch. et Mey.
93. Хамедафна чашкова	Chamaedaphne calyculata (L.) Moench
94. Хамарбія болотна	Hammarbya paludosa (L.) O. Kuntze
95. Цибуля ведмежа	Allium ursinum L.
96. Цикламен Кузнецова	Cyclamen kuznetzovii Kotov et Czernova Cymbochasma
97. Цимбохазма дніпровська	borysthenica (Pall. ex Schlecht.) Klok. et Zoz
98. Шафран банатський, крокус банатський	Crocus banaticus J. Gay
99. Шафран гарний, крокус гарний	Crocus speciosus Bieb.
100. Шафран Гейфелів, крокус Гейфелів	Crocus heuffelianus Herb.
101. Шафран сітчастий, крокус сітчастий	Crocus reticulatus Stev. ex Adam.
102. Шиверекія подільська	Schivereckia podolica Andrz. ex DC
103. Шолудивник королівський	Pedicularis sceptrum-carolinum L.
104. Штернбергія пізньоцвіта	Stembergia colchiciflora Waldst. et Kit.
105. Язичок зелений	Coeloglossum viride (L.) C. Hartm.

ПРАВИЛА ВИМОВИ БОТАНІЧНОЇ ЛАТИНСЬКОЇ ТЕРМІНОЛОГІЇ

Латинська мова є мовою науки. Сучасна ботаніка, зоологія, фармакологія, геологія, математика, фізика, суспільно-історичні науки, мистецтво, техніка широко використовують латинську, а також грецьку лексику. Як мова міжнародної наукової термінології латинська мова являється й зараз сполучною ланкою між вченими всього світу.

Невід'ємною являється латинська термінологія при вивченні систематики рослин. Для ботаніка, біолога, латинська мова має величезне значення. Вона дає можливість ознайомитись з науковими працями зарубіжних вчених. Знання латинської ботанічної термінології – обов'язкова складова частина освіти біолога.

Ми поставили завдання познайомити студентів з основними правилами вимоги ботанічної латинської термінології, в зв'язку з тим, що з навчальним планом курс латинської мови в педагогічних інститутах не читається.

Фонетика. Латиський алфавіт має 24 букви.

Друкований	**Рукописні**	**Назва літери**	**Вимовляється шрифт як українське**
A a	*A a*	а	*а*
B b	*B b*	бе	*б*
C c	*C c*	се	*ц або к*
D d	*D d*	де	*д*
E e	*E e*	е	*е*
F f	*F f*	еф	*ф*
G g	*G g*	ге або же	*г рос.*
H h	*H h*	аш	*г укр*
J j	*J j*	йот	*й*
I i	*I i*	і	*і*
K k	*K к*	ка	*k*
L l	*L l*	ель	*ль*
M m	*M m*	ем	*м*
N n	*N n*	ен	*n*
O o	*O o*	о	*о*
P p	*P p*	пн.	*п*
Q q	*Q q*	ку	*к*
R r	*R r*	ер	*р*
S s	*S s*	ес	*с або з*
T t	*T t*	те	*т*
U u	*U u*	у	*у*
V v	*V v*	ве	*в*
W w	*W w*	дубль ве	*в*
X x	*X x*	ікс	*кс*
Y y	*Y y*	ігрек	*і*
Z z	*Z z*	зет	*з*

Крім перечислених 24 букв в латинських текстах зустрічається ще буква йот /J j/.

Римляни цієї букви не знали, її ввели латинський алфавіт пізніше вчені і вона проіснувала до нашого часу. Звуки і букви латинського алфавіту, що відповідають цим звукам в російській та українській мовах поділяються на голосні і приголосні.

Голосні a ,e, i, o, и, y.

Приголосні b, c, d, f, q, h, k, l, m, n, p, g, r, s, t, v, x, z.

Крім простих голосних в латинській мові є подвійні голосні /дифтонів/ їх зображають двома буквами, а вимовляють як один звук, як один склад. До них належать ae, oe, аи, еи.

Крім того є чотири сполучення приголосних з продиховим h, ch, ph, rh, th, які вживаються в словах грецького походження.

Правила вимови голосних і приголосних. Звуки і відповідні їм букви латинського алфавіту c, h, k, q, s, x, y, z, мають деякі особливості вимови, тобто їх можна вимовляти двояко.

C,c – вимовляється двояко як російське та українське **ц** і як російське та українське **к**. Перед голосними **є, і, у** та дифтонами **ае, ое, еи** воно вимовляється як російське та українсбке **ц**.

В решті випадків, тобто перед голосними **а, о, и,** перед всіма приголосними на кінці слова, воно вимовляється як російське й українське **к** Celtis (цельтіс/ – каркас, Cercis /церціс/, Cerinthe /церінте/ – вошанка, Citrus /цітрус/ – цитрус, Cicer /ціцер/ – нут, Cicuta /цікута/ – цикута. Cyperus /папірус/, Cyclamen /цикламен/ – дряква, Cinara /цінара/ – артишок, Cystopteris /цістоптеріс/ – цистоптерис, Carex /карекс/ – осока, Caragana – /карагана/ – карагана, Campanula – /кампануля/ – дзвоники, Cornus /корнус/ – дерен, Conium /коніум/ – болигогов, Comarium /комаріум/ – вовче тіло, Cuscuta – /кускута/ –повитиця, Caesalpinia /цезальпінія/ – цезальпінія, Caeloglossum – /цельогльоссум/ – язичок.

E,e – вимовляється як українське **е** Beta /бета/ – буряк, Betrela /бетуля / – береза, Berberis /барбарис / – барбарис.

G,g –точно відповідає російському **г** в словах “год”, “граница” та ін. Qeum /гемум/ – гравілат, Qinkqo /Гінкго/ – гінкго, Qeranium /гераніум/ – герань.

Hh – відповідає українському “**г**” – Helianthis /геліантус/ – соняшник, Hedera /гедора/ – плющ, Hesperis /геспаріс/ – вечорниці.

Y,y – на початку слова перед голосною та в середині слова між голосними вимовляється як **й** Yuncus /юнкус/ – ситник, Yuglans /югланс/ – горіх, Yuniperus /юніперус/ – яловець.

K,k – вимовляється як українське **к**. Ця буква в латинській термінології вживається дуже рідко, звичайно тільки в словах не латинського походження. Knautia /кнаутія/ – свербіжниця, Kochia /кохія/ – віниччя.

L,l – вимовляється м’яко, як українське **ль** Labiatae /лабіате/ – губоцвіті, Lamium /ляміум/ – глуха кропива, Lapula /ляпуля/ – липучк, Larix /ларіке/ – модрина, Palmae /пальма/ – пальма.

Q,q – відповідає російському і українському **К** і завжди вимовляється в словосполученні з буквою **и**. Сполучення вимовляється як українська **кв**. Quercus /кверкус/ – дуб, Queria /кверія/ – кверія, Equisetum /еквісетум/ – хвощ.

Ss – вимовляється як російське й українське **с.** Проте в двох випадках воно вимовляється як російське й українське **з**, якщо **S** стоїть між двома голосними Rosa /роза/ – троянда, Aethusa /етуза/ – собача петрушка, Androsanae /андрозана/ – переломник, Cerasus /церазус/ – вишня.

Якщо буква **S** стоїть між голосною і носовою приголосною **т** або **п** Hortensis /гортензіс/ – садовий, Cosmos /козмос/ – космос.

X,x – вимовляється як подвійний звук **хе**, Xanthium /ксантіум/ – нетреба, Ximeresia /ксемерезія/ – ксименезія, Typha /тіфа/ – рогіз, Thymus /тімус/ – чебрець, Syringa /сірінга/ – бузок.

Z,z – вживається в словах грецького походження і вимовляється як російське й українське **з**, в словах негрецького походження може вимовлятись як російське і українське **ц**, Zerna /зерна/ – стоколос, Zinnia /цінія/ – майорці.

Вимова дифтонів. Подвійними голосними або дифтонгами називаються голосні звуки, які позначаються двома буквами, а вимовляються як один голосний звук або як один склад.

Всього є чотири дифтонги **ае, ое, аи, еи** їх вимовляють так **АЕ** – як українське **е** – Ameqopodium /амегоподіум/ – яглиця, Aesculus /ескулюс/ – гіркокаштан.

ОЕ – як українсбке **е** – Oenothera */енотера/ – енотера,* Oenanthe /енанте/ – омег.

АИ – як один склад з ледве чутним звуком /середнє між українським **ав** і **ау** – Aurinia /аврінія/ – авринія, Caucalis /каукаліс/ – пазурник.

ЕИ – так само вимовляється в один склад з ледве чутним звуком в /середнє між українським **ев** і **еу** – Euphrasia /евфразія/ – очанка, Euphorbia /евфорбія/ – молочай, Eupatorium /евпаторіум/ – сідач. Якщо **ае** або **ое** треба вимовляти роздільно **с** то над **е** ставлять дві крапки /ае, ое/, Aloe /альое/ – алое, benzoe /бензое/ – госний ладан.

Сполучення з продиховим. **Ch** – вимовляється як російське й українське **х**. Chenopodium /хеноподіум/ – лобода, chrysanthenum /хрізантеум/ – хризантема, Chelinorium /хелідоніум/ – чистотіл.

Ph – вимовляється як російське і українське **ф**. Physalis /фізаліс/ – марунка, Philadelphus /філядельфус/ – садовий жасмін.

Rh – вимовляється як російське й українське **р**. Rheum /реум/ – ревінь, Rhamnus /рамнус/ – жостір.

Th – вимовляється як російське й українське **т**. Thuya /туя/ - туя. Thlaspi /тляспі/ – талабан.

Ці чотири сполучення звичайно вживаються в словах грецького походження.

Sch – Завжди слід вимовляти як російське й українське **сх**. /S+ ch/, що вимовляється як російське й українське **х**, правильно вимовляється **сх**. В біологічній практиці іноді **Sch** вимовляється як російське й українське **ш**, що в корені неправильно з точки зору латинської мови в якій звука **ш** ні в стародавню, ні в пізнішу епоху не існувало. Schoenus /схенус/ – сашник, Scherardia /схерардіа/ – шерардія.

Сполучення nqu, qu, su, ti. Nqu – вимовляється як російське й українське **нгу**, але коли воно стоїть перед голосною, то вимовляється як російське й українське **нгв**. Pinquicula /пінгвікуля/ – товстянка.

Qu – завжди вимовляється як російське і українське **кв**. Sequaia /секвойа/ – секвойя, Quria /кверіа/ – кверія.

Su – вимовляється як російське й українське **су**. Але перед голосним воно вимовляється в деяких словах як російське й українське **св**. Це буває в тому випадку, коли **Su** являє один склад з дальшою голосною. Subulara /субуляріа/ – шилолистник, Succisa /суціза/ – комонник, Suaeda /сведа/ – содник.

Ti – вимовляється звичайно як російське й українське **ті**, але коли це сполучення стоїть перед голосною в середині або в кінці слова, а перед ним нема ні **S**, ні **X**, то воно вимовляється як російське й українське **ці**. Tilia /тіліа/ – липа, Urtica /уртіка/ – кропива, Vitis /вітіс/ – виноград, Stipa /стіпа/ – ковила, Pulsatilla /пульсатіля/ – сон, Parrotia /пароціа/ – павротія.

Наголос в латинській мові. У латинській мові наголос може ставитися або на передостанньому складі, тобто на другому від к інця, або на третьому складі від кінця слова. /*латинській граматиці склади рахують від кінця слова*/. Щоб читаючи, правильно ставити наголос, треба розділити довготу і короткість складів. Довгий склад позначається горизонтальною рискою / – /, короткий – півдугою/. Значки ці ставляться над голосними передостаннього складу в слові і наголос у слові цілком залежить від другого складу.

Якщо передостанній склад довгий, то наголос ставиться на ньому, а якщо він короткий, то наголос ставиться на третьому складі від кінця слова.

Твердо засвоївши це правило, можна легко зробити з нього такі висновки,

1. У двоскладових словах наголос ставиться на передостанньому складі, тобто на другому від кінця слова bulbus – цибулина, buxus – самшит,
2. В таких словах, які мають 3 склади, наголос може ставитись на другому або третьому складі від кінця слова, місце його залежить від довготи або короткості передостаннього складу Albizzia – альбіція, Anemona – анемона, Atrapa – белладонна.
3. В словах багатоскладових наголос ніколи не може стояти далі від третього складу від кінця слова. Botrychium – гронянка, Calendula – нагідки, Campanula – дзвоники.

Щоб визначити склад довгий чи короткий необхідно знати:

1. Склад довгий, якщо його голосна являє собою дифтонг – Althaea – просвирник, Centaurea – волошка, Elaeaquns – лох.

2. Склад довгий, якщо за голосною йдуть 2 або більше приголосних – Catabrosa – катаброза, Cerastium – роговик, Cynanetum – цинанхум.
3. Склад короткий, якщо за його голосною йде друга голосна – Opium – опіум, Dianthus – гвоздика, Eriophorum – пухівка.

Вимова і транскрипція латинських назв рослин українською мовою (наприклад):

A,a – вимовляється як українське **а**:
Allium cepa – *алліум цепа* – цибуля ріпчаста.
B,b – вимовляється як **б**:
Beta vulgaris – *бета вулгаріс* – буряк звичайний.
C,c – вимовляється двояко: як **ц** і як **к**:
Перед **e, i, и, ae, de** – вимовляється як **ц**:
Cerasus vulgaris – *церазус вулгарис* – вишня звичайна,
Cicer arientum – *ціцер аріентум* – нут звичайний.
C,c – перед іншими звуками вимовляється як **к**:
Seeale cereale – *секале цереале* – жито дике,
Caragana aboresuns – *карагана арборесиенс* – жовта акація,
Lucopersicum asculentum – *лікоперсікум ескулентум* – томат.
D,d – вимовляється як **д**:
Daucus carota – *даукус карота* – морква звичайна.
E,e – вимовляється як **е**:
Eryngium campestre – *ерінгіум кампестре* – миколайчики сині.
F,f – вимовляється як **ф**:
Fagopyrum esculentnm – *фагопірум ескулентум* – гречка посівна.
G,g - вимовляється твердо, як українське **г**:
Agropyrum repeus – *агропірум репенс – елітрігія репенс* – пирій повзучий.
H,h - вимовляється м'яко, як українське **г**:
Hordeum vulgare – *гордеум вульгаре* – ячмінь звичайний.
J,j – вимовляється як напівголосний **й**.
Juglans regia – *йюгланс регіа* – горіх грецький.
I,i – вимовляється як **і**:
Triticum durum – *трітікум дурум* – пшениця тверда.
К,к – вимовляється як **к**:
L,l – вимовляється м'яко, як **ль**:
Malus sylvestris – *малюс сільвестріс* – яблуня лісова.
Kocbia scoparia – *кохіа скопаріа* – кохія справжня.
M, м – вимовляється як **м**:
Medicago falcata – *медікаго фальката* – люцерна жовта.
N,n – вимовляється як **н**:
Prunus spinosa – *прунус спіноза* – терен колючий.
O,o - вимовляється як **о**:
Oryza sativa – *оріза сатіва* – рис посівний.
P,p – вимовляється як **п**:
Panicum miliaceum – *панікум міліацеум* – просо посівне.
Q,q – зустрічається лише в співвідношенні з послідуючим голосним звуком і вимовляється разом з ним як ка: **Quercus robur** – *кверкус робур* – дуб черешчатий.
R,r – вимовляється як **р**:
Rumex acetosa – *румекс ацетоза* – щавель кислий.
S,s – вимовляється двояко: як **с** і як **з**: між двома голосними вимовляється як **з**:
Rosa rugosa – *роза ругоза* - троянда.
Також у співвідношеннях **Is. ns. rs** перед голосними може передаватись через **льз, нз, рз:**
Fraxinum excelsior – *фраксінум ексцельзіор* – ясень звичайний,
Trifolium pratense – *тріфоліум пратензе* – конюшина лучна,

Cisium arvense – *цирзиум арвензе* – осот рожевий.
В інших випадках вимовляється як **с**:
Sinapis alba – *сінапіс альба* – гірчиця біла.
T,t – вимовляється як **т**:
Triticum – *трітікум* – пшениця.
U,u – вимовляється як **у**:
Cucurbita pepo – *кукурбіта пепо* – гарбуз звичайний.
V,v : W,w – вимовляється як **в**:
Vicia sativa – *віціа сатіва* – вика посівна,
Adonis wolgensis – *адоніс вольгензіс* – горицвіт волзький.
X,x – вимовляється як подвійний звук **кс**:
Taraxacum officinale – *тараксакум оффіцінале* – кульбаба лікарська.
Y,y – вимовляється як **і**:
Zea mays – *зеа маіс* – кукурудза.
Z,z – вимовляється як **з**:
Scorzonera – *скорзонера.*
Крім голосних і приголосних звуків, у латинській мові є двоголосні, вимовляються так:
ae, ce – вимовляється як **е**:
Rubus idaeu – *рубус ідеус* – малина звичайна,
Kocleria graciliis – *келерія граціліс* – кипець стрункий.
Ch – вимовляється як **х**:
Chenopodium album – *хеноподіум альбум* – лобода біла.
Ph – вимовляється як **ф**:
Phaseolus vulgaris – *фазеолюс вульгаріс* – квасоля звичайна.
Rh – вимовляється як **р**:
Rheum tataricum – *реум татарікум* – ревень татарський.
Th – вимовляється як **т**:
Helianthus annuus – *геліантус аннуус* – соняшник однорічний.
Ti – перед голосними вимовляється як **ці**:
Nicotiana tabacum – *нікоціана табакум* – тютюн справжній.

ТЛУМАЧНИЙ СЛОВНИК

Альгологія – розділ ботаніки, що вивчає видовий склад, будову, розмноження, поширення та способи використання водоростей.

Андроцей – сукупність тичинок у квітці.

Антеридій – чоловічий статевий орган у спорових рослин, в якому утворюються сперматозоїди. Він розвивається на гаметофіті.

Антиподи – клітини в холозальній частині зародкового мішка покритонасінних рослин.

Апланоспори – нерухомі (без джгутиків) спори, за допомогою яких безстатевим способом розмножуються деякі нижчі рослини (Н-д.: зелені водорості).

Апотецій – плодове тіло здебільшого блюдце подібної форми у сумчастих грибів та лишайників, в якому гіменій із сумками розвивається відкрито.

Архегоніальні рослини – група вищих спорових і голонасінних рослин, в яких жіночим статевим органом є архегоній.

Архегоній – багатоклітинний глекоподібної форми жіночий статевий орган, в якому розвивається яйцеклітина (утворюються у мохо-, папоротеподібних і голонасінних).

Археспорій – група клітин, з яких у мохів і рівноспорових папоротеподібних розвиваються спори; у різноспорових папоротеподібних – мікро- і мегаспори; у насінних – в чоловічій генеративній сфері – пилкові зерна, а в жіночій переважно одна мегаспора, з якої утворюється зародковий мішок.

Архікарп – жіночий статевий орган сумчастих грибів, що складаються з нижньої частини – аскогона і верхньої – трихогіни.

Аск, аска – спороносний орган сумчастих грибів, всередині якого після запліднення розвиваються аскоспори.

Аскогон – нижня кулеподібна розширена частина архікарпа, в якій утворюються жіночі статеві клітини сумчастих грибів.

Аскоміцети (*Ascomycetes)* – клас вищих грибів, що утворюються в спеціальних органах – асках, або сумках; талом має вигляд добре розвиненого багатоклітинного галоїдного міцелію; розмноження відбувається статевим (сумчаста стадія), безстатевим (конідії) і вегетативним способами.

Аскоспори – спори вищих сумчастих грибів, що утворюються в спеціальних органах спороношення – асках.

Базидіоміцети (*Basidiomycetes*) – клас вищих грибів, характерними ознаками якого є: міцелій багатоклітинний; у життєвому циклі переважає дикаріонтична фаза, а гаплоїдна і диплоїдна фаза дуже короткочасні; статеві органи розмноження відсутні; статевий процес відбувається шляхом двох вегетативних клітин галоїдного міцелію у голоталічних видів зливаються гіфи одного і того ж самого міцелію, а у гетероталічних – гіфи протилежних за знаком (+ і –) особин; на кінцях дикаріонтичних гіф з двоядерних клітин утворюються особливі вирости – базидії, на яких екзогенно формуються базидіоспори; за будовою базидії їх поділяють на голобазидії (одноклітинні, а не розділені на членики) і фрагмобазидії (розділені поперечними перегородками на чотири членики); базидіоспори сидять на шилоподібних виростах базидій – стеригмах; базидії з базидіоспорами можуть утворюватися безпосередньо на міцелії, як у більшості видів вони утворюються на плодових тілах або всередині плодових тіл; нестатеве розмноження відбувається з допомогою конідій.

Базидія – орган статевого спороношення базидіальних грибів, на якому екзогенно утворюються базидіоспори.

Базидіоспора – спора статевого розмноження, що утворюється екзогенно на базидії.
Бентос – сукупність рослин, тварин і бактерій, що живуть на дні водойми.
Бінарна (подвійна) номенклатура – номенклатура, в якій наукова назва рослин або тварин складається з двох слів, де перше слово означає рід, або обидва разом – вид. Уперше б. н. застосована шведським вченим К. Лінеєм у праці «Система природи» (1735).
Вайя – дуже почленований листок папоротей, який росте верхівкою.
Вищі рослини (*Cormophyta*) – тіло рослин, які можна поділити на пагін і корінь. До них належать відділи: плауно- (*Lycopodiophyta*), хвоще- (*Equisetophyta*), папоротеподібні (*Polypodiophyta*), голонасінні (*Pinophyta*), покритонасінні, або квіткові (*Magnoliophyta*).
Відділ – одна з одних таксономічних категорій, що займає у царстві рослин найвище положення. (Н-д.: харові водорості (*Charophyta*), в мохоподібних (*Bryophyta*) та ін. В різних системах рослин кількість їх неоднакова і коливається в межах від 14 до 20. Інколи вони діляться на підвідділи.
Водорості (*Algae*) – група нижчих автотрофних рослин, яка об'єднує переважно водні одноклітинні, колоніальні та багатоклітинні організми. В їх клітинах міститься хлорофіл, за допомогою якого виробляють органічні речовини в процесі фотосинтезу.
Гаметангій – одно- або багатоклітинне утворення, де розвиваються статеві клітини – гамети.
Гамети – спеціалізовані статеві клітини, що зливаються при заплідненні.
Гаметофіт – статеве покоління рослин, що утворює орган статевого розмноження. Ядра клітин мають гаплоїдний (n) набір хромосом. У циклі розвитку рослин він чергується з нестатевим поколінням – спорофітом.
Гетероцисти – особливості клітини, що утворюються з вегетативних клітин у різних місцях трихома і мають добре виражені двошарові оболонки та живий внутрішній вміст, в якому відсутні асиміляційні пігменти, газові вакуолі та запасні речовини (утворюються у нитчастих ціанобактерій).
Гіменій – шар спороносних клітин на поверхні або всередині плодових тіл, деяких вищих грибів (Н-д.: аско-, базидіоміцети).
Гіменофор – поверхня плодового тіла гриба, на якій міститься шар спороносних клітин. Він буває трубчастий (у трутовика, білого гриба), пластинчастий (у сироїжок, опеньків та ін.) сітчасто-складчастий (у домового гриба), гладенький (у деяких видів з родини телефорових).
Гінецей – сукупність плодолистиків, що зростаючись, утворюють одну або кілька маточок.
Гіпотека – менша з двох стулок панцира діатомових водоростей.
Гіфи – нитчасті утворення, сплетіння яких утворюють грибницю або міцелій (вегетативне тіло гриба).
Голонасінні (*Pinophyta*) – відділ насінних рослин характерними ознаками яких є: різноспоровість; формування окремого чоловічого і жіночого гаметофітів; насіннєві зачатки розкриваються відкрито на спорангіях; процеси запліднення і розвиток спорофіту над гаметофітом; утворюється насіння.
Гриби (*Mycota*) – окреме царство організмів, для якого характерними ознаками є: відсутність у клітинах хлорофілу й крохмалю; наявність в оболонці хітину; запасними речовинами є глікоген, волютин, ліпіди, жири; вегетативне тіло (міцелій або грибниця складається з гіфів), гетеротрофний спосіб живлення.
Грибниця – те саме, що й міцелій.
Елатери – безплідні нитки, що утворюють між спорами в споро гонах антоцеронових мохів. Вони бувають одноклітинними, іноді галузистими, зігнутими, з спірально потовщеними

стінками або без потовщень. У зрілому спорогоні елатери гігроскопічні, при зміні вологості повітря можуть скручуватися та розкручуватися і служать для розрихлення спор та їх висівання з коробочки.

Ендосперм – особлива тканина в насінні голонасінних і більшості покритонасінних рослин, в якій відкладаються запасні поживні речовини необхідні для розвитку зародка.

Епітека – більша з двох стулок панцира діатомових водоростей.

Еукаріоти (одноядерні організми) – рослинні організми в яких ядро оточене мембраною. До них належать всі групи рослин.

Зароток – статеве покоління (гаметофіт) у плаунів, хвощів, папоротеподібних, що розвивається із спори і на якому утворюються генеративні органи – архегонії і антеридії.

Зелені водорості (*Clorophyta*) – відділ нижчих рослин, до якого належать одно-, багатоклітинні і колоніальні організми, які містять хлорофіл і мають зелене забарвлення.

Зигогамія – тип статевого процесу, при якому відбувається злиття вмісту особливих клітин (гаметангії) одного або різних таломів на диференційованих за статтю (Н-д.: у зелених водоростей та грибів зигоміцетів).

Зооспора – спора з джгутиками, з допомогою яких вона активно пересувається у водному середовищі (у деяких водоростей, грибів).

Ізидії – вирости різної форми на зовнішній поверхні талому лишайників, що служать для вегетативного розмноження.

Ізогамія – примітивний тип статевого процесу, коли обидві гамети однакові за формою і рухливістю.

Індузій (покривальце) – виріст на нижній поверхні листка у папоротей, що покриває групи спорангіїв.

Іржасті гриби (*Uredinales*) – порядок базидіальних грибів, які є облігатними паразитами вищих рослин. Характерними ознаками є: міцелій, поділений на септи ендофітний, міжклітинний; наявність у циклі розвитку декількох типів спороношення (пікно-, ецидіо-, уредо-, телейто-, базидіоспори).

Клас – одна з вищих таксономічних категорій в систематиці рослин, що об’єднує близькоспоріднені порядки. Квіткові рослини поділяються на два класи: дводольні і однодольні, де ті в свою черг включають порядки.

Клейстотецій – замкнуте плодове тіло сумчастих грибів і лишайників, в якому сумки розташовані безладно, а аскоспори звільняються лише після руйнування оболонки плодового тіла.

Конідії – спори нестатевого розмноження у сумчастих і незавершених грибів. Вони утворюються екзогенно (рідше ендогенно) на особливих гіфах – конідієносцях увигляді ланцюжків, від яких вони легко відокремлюються.

Кон’югація – тип статевого процесу, який полягає у злитті протопластів двох вегетативних морфологічно недиференційованих за ознаками статі клітин.

Мікологія – наука, що вивчає гриби: їхню будову, фізіологію, особливості росту й розмноження, спадковість і мінливість, систематику, походження й поширення. Екологію. Їх значення в житті людини і в природі.

Мікропіле – отвір в насінному зачатку, що утворюється внаслідок не злипання його покривів, через який у більшості квіткових рослин проходить пилкова трубка.

Мікроспора – чоловіча спора у рослин, з якої розвивається чоловічий зароток. У голонасінних і покритонасінних рослин – пилкове зерно.

Міцелій (або грибниця) – вегетативне тіло грибів, що складається з переплетених ниток, або гіфа.

Мохоподібні (*Bryophyta*) – відділ вищих рослин, в яких дорослі рослини перебувають на гаплоїдній фазі розвитку. Вегетативне тіло має вигляд слані або листостеблової рослини.

Насінина – генеративний орган у насінних рослин, який утворюється з насіннєвого зачатка і містить зародок Вона зовні вкрита насіннєвою шкіркою, яка утворюється з інтегументу насіннєвого зачатка. Під насіннєвою шкіркою міститься зародок,що утворюється з зиготи, ендосперм або перисперм – тканини, в яких містяться поживні речовини, що їх зародок використовує під час розвитку. На місці відокремлення насіння від насіннєвої ніжки утворюється рубчик, поблизу якого міститься сім'явхід (мікропілярний отвір).

Насінний зачаток – жіночий орган у насінних рослин, в якому формується жіночий гаметофіт, відбувається запліднення. Розвиток зародка і ендосперму, з якого, здебільшого після запліднення розвивається насінина. Він складається з фунікулюса (насінної ніжки), за допомогою якого він прикріплюється до стінки зав'язі. Нуцелуса (центральної частини н.з.), в якому розвивається зародковий мішок, одного-двох інтегументів (покривів), холази (основи н.з.) – протилежної мікропіле частини (пилковходу), через яке в н.з. примикає пилкова трубка.

Нуцелус – центральна багатоклітинна частина насінного зачатка, оточена одним або двома інтегументами. В ньому і археспоріальної клітини розвивається зародковий мішок.

Оідій – овальні спори вегетативного розмноження, розташовані одна над одною у деяких грибів.

Оогамія – тип стеблового процесу, що полягає у злитті великої нерухомої жіночої статевої клітини (яйцеклітини) з невеликою рухливою чоловічою статевою клітиною (сперматозоїдом або спермієм) (Н-д.: спостерігається у мохо-, папоротеподібних, голо- та покритонасінних).

Оогоній – жіночий статевий орган багатьох водоростей і деяких нижчих грибів, в якому розвивається одна або кілька яйцеклітин.

Папоротеподібні (*Polypodiophyta*) – відділ вищих спорових рослин, що об'єднує дерев'янисті та трав'янисті рослини. Характерними ознаками є: чергування поколінь (гаметофіта і спорофіта), причому спорофіт переважає над гаметофітом, корені додаткові; молоді листки равликоподібні, дорослі пірчасті, рідше цілісні або пальчасті; листки виконують функцію фотосинтезу і спороношення; у більшості спори морфологічно однакові, рідше (у сальвінієвих) диференційовані на мікро- і мегаспори; розміри від кількох мм до 25-30 м заввишки.

Перитецій – форма плодового тіла деяких сумчастих грибів і лишайників з невеликим отвором на верхівці, через який висипаються спори.

Пилкова трубка – трубка. Що утворюється з інтини пилкового зерна і служить для проходження сперміїв до яйцеклітини.

Пилкове зерно (мікроспорангій) – частина пиляка, в якій утворюється пилок.

Пилковий мішок (тека) – половина пиляка, в якій утворюється пилок.

Пилок – сукупність пилкових зерен у насінних рослин.

Підрід – таксономічна категорія в систематиці рослин, що займає проміжне положення між видом і родом.

Пікніди – маленькі глекоподібні вмістища деяких сумчастих, бази дійних грибів, в яких розвиваються конідії (спори нестатевого розмноження), які часто називають пікноспори.

Пікноспори – маленькі одноклітинні гаплоїдні спори нестатевого розмноження, що

розвиваються в пікніках (Н-д.: у іржастих грибів).

Піреноїди – щільні безбарвні білкові тільця в хлоропластах або на них, навколо яких відкладається крохмаль. Вони утворюються в багатьох водоростей та в деяких печіночних мохів.

Подвійне запліднення – статевий процес у покритонасінних рослин, що полягає у злитті одного спермія з яйцеклітиною, а другого – з ядром центральної клітини, або з одним із полярних ядер. Відкрив учений С. Навашин (1898).

Покритонасінні рослини (*Magnoliophyta*) – відділ вищих насінних рослин. Характерними ознаками є: насінні зачатки розвиваються в середині зав'язі маточки, утвореної зростанням плодолистиків; домінування спорофіта; редукція гаметофіта; наявність подвійного запліднення, внаслідок якого утворюється зародок і ендосперм та особливого органу – плоду, що розвивається з квітки.

Ризоїди – коренеподібні утвори, за допомогою яких рослини прикріплюються до субстрату і поглинають з нього воду та поживні речовини (Н-д.: у мохоподібних, лишайників, бурих водоростей).

Рівноспорові рослини – рослини в яких утворюються однакові за розмірами спори (Н-д.: у щитника чоловічого).

Рід – таксономічна категорія в системі рослин, що об'єднує філогенетично близькі види (Н-д.: рід тополя (*Populus*)).

Різновидність – таксономічна категорія в ботанічній номенклатурі, нижча ніж підвид, але вища, ніж форма (Н-д.: у яловцю туркменського інколи виділяють високогірну низькорослу Рід – *Juniperus turcestanica* Kom. var triticosa).

Сажкові гриби (*Ustilaginales*) – порядок бази дійних грибів, які паразитують на вищих рослинах, спричиняють у них захворювання – сажку. Характерними ознаками є: базидія 4-клітинна, міцелій дикаріонтичний, міжклітинний, який під час спороношення розпадається на темні спори (сажкові спори).

Синергіди – дві гаплоїдні клітини. Які разом з яйцеклітиною утворюють у зародковому мішку покритонасінних рослин єдиний комплекс – яйцевий апарат, мають глекоподібні форми, але на відміну від яйцеклітини ядра розташовані у верхній їх частині, де міститься основна маса цитоплазми, а вакуоля розвивається в нижній частині. При проникненні у зародковий мішок пилкової трубки синергіди руйнуються. Вони полі функціональні клітини, сприяють проходженню пилкової трубки в зародковий мішок та розчиненню її оболонки, оскільки містить ферменти, цитазу і пектазу, забезпечують вивільнення її вмісту та попадання сперміїв до яйцеклітини.

Склероцій – дуже щільне переплетення гіф, які містять малу кількість води, що дозволяє грибам довгий час переносити несприятливі умови існування. При проростанні склероції утворюється грибниця або плодові тіла грибів (Н-д.: у деяких сумчастих і базидійних грибів).

Соредій – невеликі кулеподібні утвори на тілі лишайника, що складається з однієї або кількох клітин водорості, обплетених гіфами гриба. Вони служать для вегетативного розмноження.

Сорус – група скупчених спор або органів розмноження – спорангіїв (у папоротей і деяких бурих водоростей), оогоніїв або антеридіїв (у деяких водоростей), гаметангії (у червоних водоростей).

Спермії – утворення сперміїв при поділі (мітозом) генеративної клітини. Спермій відбувається або в пилковому зерні (Н-д.: у пшениці), або в пилковій трубці (у більшості

покритонасінних та голонасінних рослин).

Спорангій – одноклітинний або багатоклітинний орган нестатевого розмноження рослин, в якому утворюються спори. Він у нижчих рослин одноклітинний, а у вищих – багатоклітинний.

Спори – спеціалізовані клітини, які відокремлюються від материнського організму і служать для нестатевого розмноження рослин грибів. Сформовані спори – це переважно одноклітинні, рідше двоклітинні або багатоклітинні утвори кулястої або еліпсовидної форми, міцною оболонкою з порами, покриті кутином.

Спорогоній (спорогон) – спорофіт (нестатеве покоління) мохоподібних, що складається з коробочки на ніжці та присоски (гаусторії), з допомогою якої прикріплюються до гаметофіта (статевого покоління).

Спорофіли – видозмінені листки вищих рослин, на яких розвиваються спорангії.

Спорофіт – нестатеве покоління рослин, в життєвому циклі якого відбувається чергування статевої і безстатевої фаз. Він розвивається з зиготи, з якої утворюється зародок, що дає початок дорослій рослині. Клітини мають диплоїдний набір хромосом. В життєвому циклі папоротеподібних. Голонасінних, покритонасінних рослин він переважає над гаметофітом.

Таксон – відособлена група організмів, споріднених між собою спільністю ознак і властивостей, завдяки чому їм можна присвоїти таксономічну категорію.

Таксономічна одиниця – класифікаційна одиниця в сисематиці, що відображає не реальні організми, а певний ранг або рівень класифікації. Основними т.о. в систематиці рослин є *вид, рід, родина, порядок, клас, відділ*.

Таксономія – розділ систематики рослин, завдяки якого є теоретичне обґрунтування класифікації рослин. Термін запропонував швейцарський ботанік О. Декандоль (1813).

Талом – вегетативне тіло нижчих рослин, яке не почленоване на органи (корінь. пагін).

Уредоспори – спори іржастих грибів, що утворюються з дикаріонтичного міцелію, розвиненого з ецидіоспор всередині листків злаків. Вони розносяться вітром і уражують здорові рослини, де протягом літа розвивається 5-6 поколінь уредоспор (лінійна іржа злаків).

Урна – розширена частина коробочки спорогонія мохів, у якій розвиваються спори.

Царство – вища таксономічна категорія у системі організмів (Н-д.: царство рослин і царство тварин). У даний час більшість вчених виділяє вищу таксономічну категорію над царство (Н-д.: над царство прокаріоти і еукаріоти).

Циста – спора багатьох клітинних організмів, що перебуває у стані спокою і характеризується наявністю товстої твердої оболонки (панцира) , що дозволяє їм переносити несприятливі умови високих і низьких температур. Вони утворюються у джгутикових водоростей і нижчих грибів.

Шийка архегонія – верхня завужена частина архегонія, в якій містяться шийкові канальцеві клітини.

Шишка – генеративний орган у хвойних рослин, що складається з плідних лусок. Чоловічу шишку утворюють мікроспорофілу, а жіночу – макроспорофіли.

Яйцеклітина – жіноча гамета рослинного організму. З якої внаслідок запліднення розвивається зародок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ОСНОВНА

1. Бойко М.Ф. Ботаніка. Систематика несудинних рослин. Навч. посібник. Київ: Видавництво Ліра-К, 2013. 276 с.
2. Бобкова І.А., Варлахова Л.В. Ботаніка: підручник. Київ: ВСВ «Медицина», 2015. 304 с.
3. Гамуля Ю.Г. Рослини України / за ред. канд. біолог. наук О.М. Утевської. Харків: Фактор, 2011. 208 с.: іл.
4. Григора І.М., Шаборова С.І., Алейніков І.М. Ботаніка: Підручник. Київ: Фітосоціоцентр. 2000. 196 с.
5. Дендрологія України. Дикорослі та культивовані дерева і кущі. Покритонасінні. Ч. ІІ. Довідник / Кохно М.А., Трофименко Н.М., Пархоменко Л.І. та ін.; за ред. М.А. Кохно та Н.М. Трофименко. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. 716 с.: іл.
6. Калинець-Мамчур З. Словник-довідник з альгології та мікології: для студ. вищ. навч. закл. Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2011. 399 с.
7. Меженський В.М., Меженська Л.О. Сучасна систематика квіткових рослин. Ч.1: Навчальний посібник. Вид-тво Ліра-К, 2020. 384 с.
8. Морозюк С.С., Протопопова В.В. Трав'янисті рослини України: Навчальний посібник. Тернопіль: Навчальна книга. Богдан, 2007. 216 с.
9. Морфологія і систематика лікарських рослин: Навч. посібник / Романщак С.П., Геркіял З.В., Гаврилюк В.А. Київ: Урожай, 2000. 360 с.
10. Нечитайло В. А. Систематика вищих рослин. ІІ. Покритонасінні. Київ: Фітосоціоцентр, 1997. 272 с.
11. Нечитайло В.А., Кучерява Л.Ф. Ботаніка. Вищі рослини. К.: Фітосоціоцентр. 2000. 384 с.
12. Парубок М.І., Мамчур Т.В. Практикум з ботаніки. Умань: УНУС, 2020. 312 с.
13. Практикум з ботаніки. / І.М. Григора, С.І. Шабарова, І.М. Алейніков. Київ: Урожай, 1994. 272 с.
14. Романщак С.П. Ботаніка: навч. посібник. / С.П. Романщак. Київ: Вища школа, 1995. 356 с.
15. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Т. Ботаніка: Навчальний посібник. Київ: Вища школа, 1995. 254 с.
16. Хржановський В.Г., Пономаренко С.П. Ботаніка. Київ: Вища школа, 1993. 312 с.
17. Чорна Г.А., Красноштан І.В. Ботаніка: навчальний посібник для студентів природничо-географічних факультетів педагогічних вузів. Умань: ФОП Жовтий О.О., 2015. 210 с.
18. Чорна Г.А. Мікологія. Практикум із мікології та фікології для студентів вищих навчальних закладів. Умань: ПП Жовтий О.О., 2012. 96 с.
19. Якубенко Б.Є. Польовий практикум з ботаніки / Б.Є. Якубенко. 3-є видання, перероблене та доповнене. Київ : Фітосоціоцентр, 2012. 400 с.

ДОДАТКОВА

1. Барна М.М. Ботаніка. Терміни. Поняття. Персоналії.: словник. Київ: Вид. центр «Академія»,1997. 272 с. (Nota bene).
2. Вассер С. П. Гербарії України: сучасний стан, проблеми функціонування і розвитку / С. П. Вассер, Л. І. Крицька. *Український ботанічний журнал*. 1999. Т. 56. № 3. С. 321-330.
3. Замія. Електронний ресурс. URL: http://my-flowers.com.ua/z/48-zamia-
4. Замія (*Zamia furfuracea*). URL: https://floristics.info/ua/z-ukr/zamiya.html
5. Зиман С.М., Дідух Я.П., Гродзинський Д.М. та ін. Тримовний словник назв судинних рослин флори України. Київ: Фітосоціоцентр, 2008. 220 с.
6. Кравець Т.О., Красноштан І.В., Мамчур Т.В. Методичні вказівки для лабораторних занять із систематики рослин за напрямом підготовки 6.190101 «Агрономія». Умань: ПП Жовтий О.О., 2011. 88 с.
7. Кучерява Л.Ф., Войтюк Ю.О., Нечитайло В.А. Систематика вищих рослин. І. Архегоніати. Київ: Фітосоціоцентр, 1997. 136 с.

8. Лазарев О.В. Методичні рекомендації з вивчення латинської мови (для ОКР бакалавр). Умань: УНУС., 2012. 52 с.
9. Липа О.Л., Нечитайло В.А. Систематика вищих рослин. Київ, 1993. 316 с.
10. Мамчур З.І., Офінцова А.В. Літня навчальна практика з ботаніки: Навчально-методичний посібник для студентів біологічного факультету. Львів. ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2007. 176 с.
11. Мосякін С.Л. Родини і порядки квіткових рослин флори України: прагматична класифікація та положення у філогенетичній системі. *Український ботанічний журнал*. 2013. Т.70, №3. С. 289-307.
12. Мосякін С.Л., Тищенко О.В. Прагматична філогенетична класифікація спорових судинних рослин флори *Український ботанічний журнал*. 2010. Т. 67, № 6. С. 802-817.
13. Нечитайло В.А. Систематика вищих рослин. ІІ. Покритонасінні. Київ: Фітосоціоцентр, 1997. 272 с.
14. Оляницька **Л.**Г. Курс лекцій з систематики рослин. Київ: Фітосоціоцентр, 1999. 72 с.
Панова Л.С., Протопопова В.В., Морозюк С.С. Весняні рослини України: навчальний посібник. Тернопіль: Навчальна книга. Богдан, 2007. 160 с.
15. 50 рідкісних рослин Черкащини. Атлас-довідник / О. Василюк, А. Куземко, О. Спрягайло, О. Спрягайло, Г. Чорна, В. Шевчик, Д. Ширяєва. Черкаси. 2018. 60 с.: іл.
16. Сажка пухирчаста (кукурудза). URL: https://superagronom.com/hvorobi-grib/sajka-puhirchata-kukurudza-id16306
17. Собко В.Г. Визначник рослин Київської області. Київ: Фітосоціоцентр, 2009. 374 с.
18. Червона книга України [Текст]: Рослинний світ / Під заг. ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонка; Передм. Б.В. Заверухи, Ю.Р. Шеляг-Сосонка. Київ: Українська енциклопедія ім. М.П. Бажана, 1996. 608 с.
19. Чопик В.І., М'якушко Т.Я., Соломаха Т.Д. Гербарій. Історія, створення та функціонування. Київ: Фітосоціоцентр. 1999. 130 с.
20. Якубенко Б.Є., Григора І.М., Дядюша Л.М., Василюк Л.О. Методичні рекомендації щодо користування лісотипологічним гербарієм. Київ: НАУ, 2001. 254 с.
21. Botanica: illustrowana, w alfabetycznym ukladzie, opisuje ponad 10000 roślin ogrodowych. Könemann, 2005. 1018 s.
22. Domino Guides Wild Flowers of Britain & Irland. A & C Black, London. 482 s.
23. Új magyar füvérszkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Ábrák / Király Gergely, Virók Viktor, Molnár V. Attila. Aggteleki Nemzeti Park. Jgazgatóság. 2011. 450 s.
24. Takhtajan A. Flowering Plants. Springer Science + Business Media B. V., 2009. 872 p.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/
2. Всеукраїнська велика енциклопедія рослин. URL: http://roslunu.com.ua/s/48/
3. Фотографії рослин, мікрофотографії, цикли розвитку. URL: https://co.pinterest.com/pin/461759768038494229/?nic_v2=1a5Fic4RP
4. Floral diversity among angiosperms. URL: https://www.researchgate.net/figure/Floral-diversity-among-angiosperms-A-Aconitum-napellus-B-Akebia-quinata-C-Lotus_fig1_51524949
5. Global Biodiversity Information Facility. URL: https://www.gbif.org/uk/
6. Gynoecium. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Gynoecium#Pistil
7. *Lithodesmium.* URL*:* https://www.pinterest.jp/pin/395050198549021976/?nic_v2=1a5Fic4RP
8. Plants. URL: https://www.pinterest.com/pin/443956475738902189/?nic_v2=1a5Fic4RP2.
9. Plants of the World Online. URL: https://powo.science.kew.org/.
10. World Flora Online. URL: http://www.worldfloraonline.org/.
11. *Ustilago maylis*. URL: http://fitopatologiavega.blogspot.com/2012/06/ustilago-maydis.html

ДОДАТКИ

Додаток А

Рис. А.1. Представники водоростей, що засмчуюють фільтр: *Dincorycn, Anacystis, Cymsella, Clorella, Synedra, Melosina, Navicula, Tridenema, Closterum, Tabellaria, Cyclotella, Spirogyra, Oscillatoria, Trachlemonos, Astercnilla, Palmella, Fraglana, Anabena, Diatoma.*

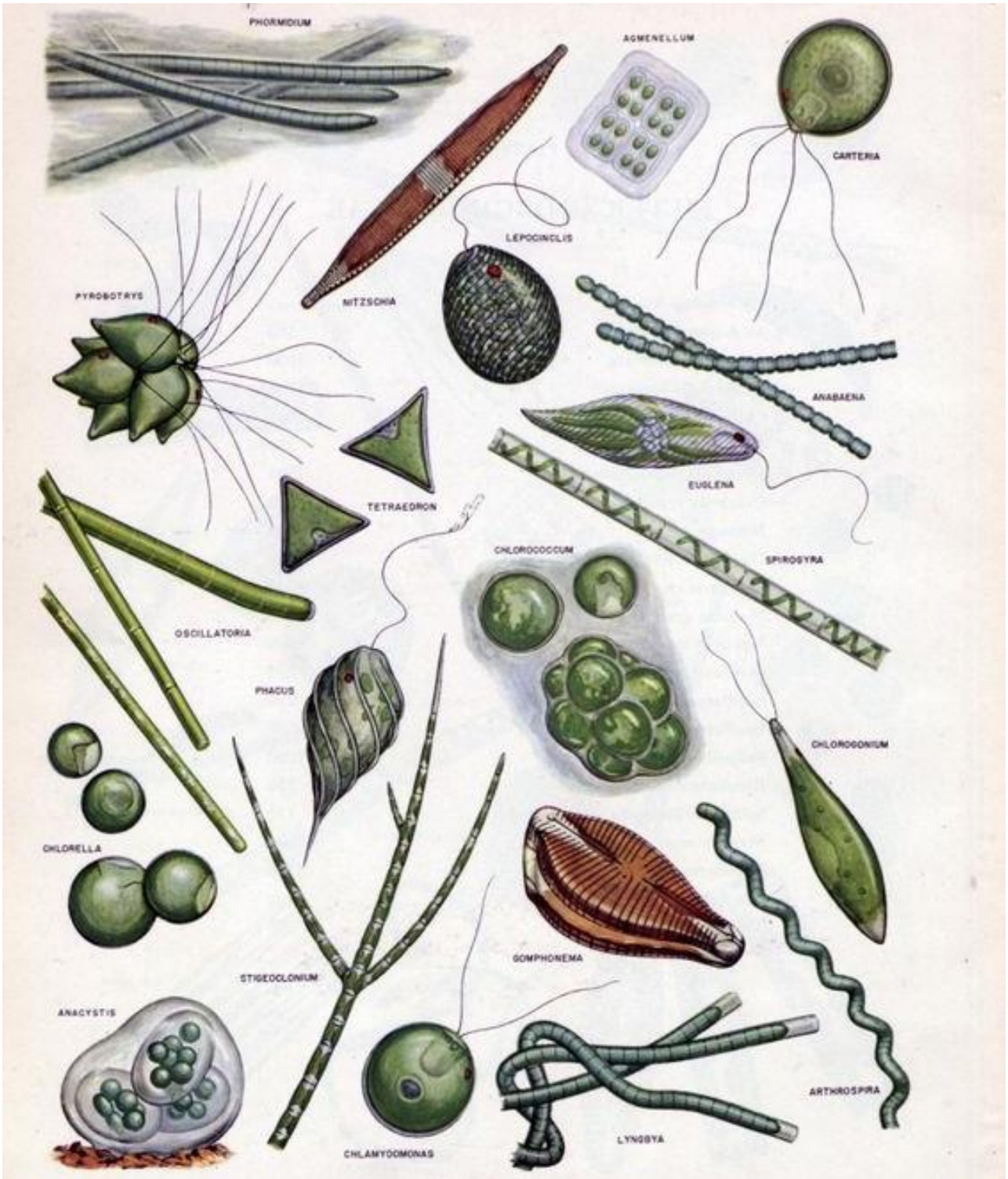


Рис. А.2. Представники водоростей, що забруднюють воду: *Phormium, Agmenillum, Cantepia, Ryaodotoys, Nitzschia, Lepocinclis, Anabaena, Tetraeons, Chlorococcum, Evglena, Spirogyra, Chloroconiem, Oscillatoria, Chlorealla, Pmacus, Anacystis, Stigeoclonium, Comphonema, Chlamydomonas, Lyncoya, Arthrospira.*

Рис. А.3. Представники водоростей, що ростуть на стінах водойм: *Phcanoum, Ulotprix, Cladophora, Achnanthes, Comphonema, Stekoclonum, Chara, Voucheria, Tolypothrix, Auoounella, Tetraspora, Lyngbya, Compsopogon, Sueomaete, Microspra, Phytoconis, Lrapanelola, Cecononium, Cymbella, Batrachospermum, Chaetophora.*

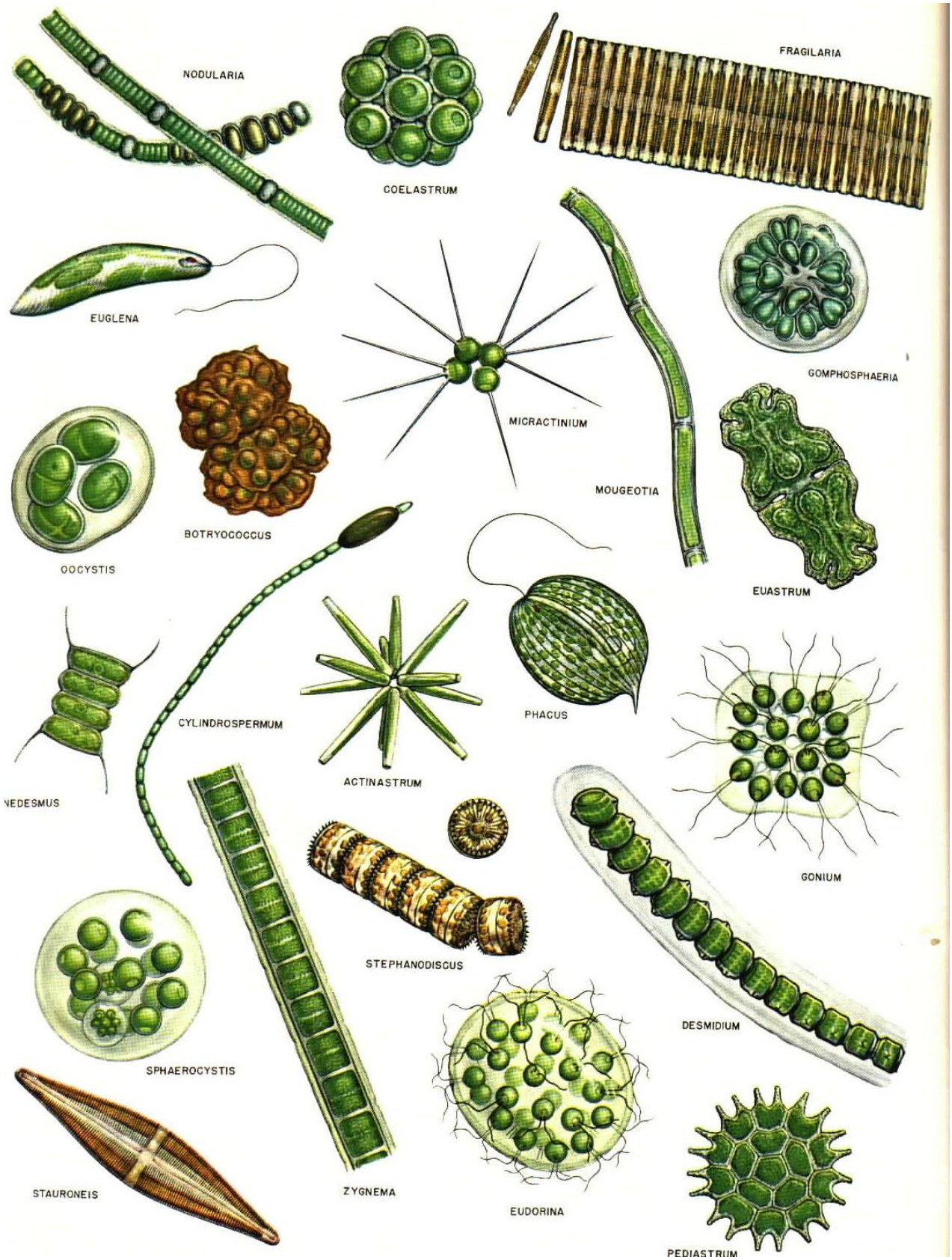


Рис. А.4. Представники планктонних і інших поверхневих водоростей: *Nodularia, Coelastrum, Euglena, Fragilaria, Comphosphaeria, Micractinium, Oocystis, Botryococcus, Mougeotia, Euastrum, Scenedesmus, Cylindrospermum, Actinastrum, Phacus, Gonium, Sphaerocystis, Zygnema, Eudorina, Desmidium, Staukoneis, Rediiastrum.*

Рис. Б. 1. Епіфітні лишайники.

Рис. Б.2. Епілітні лишайники:
1 – *Ochrolechia tartarea*, 2. *Pertusaria corailina*, 3 – *Diploschistes scruposus*, 4 – *Solenopsora candicans*, 5 – *Hacmatomma ventosum*, 6 – *Rhizocarpon geographicum*, 7 – *Rhizocarpon umbilicatum*, 8 – *Huilia macrocarpa*, 9 – *Lecidea dicksonii*.

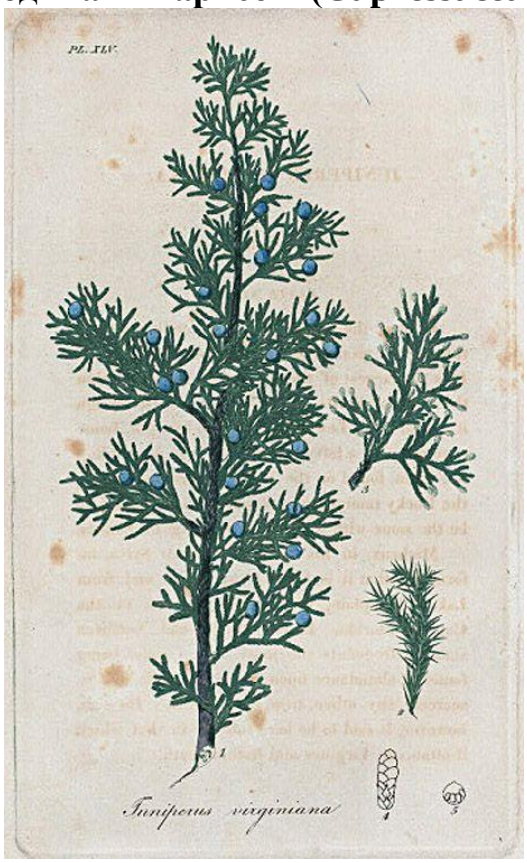
Рис. Б.3. Загальний вигляд кущистих лишайників у природному середовищі.

Додаток В

Родина тисові (Taxaceae)

Тис ягідний (*Taxus baccata* L.)

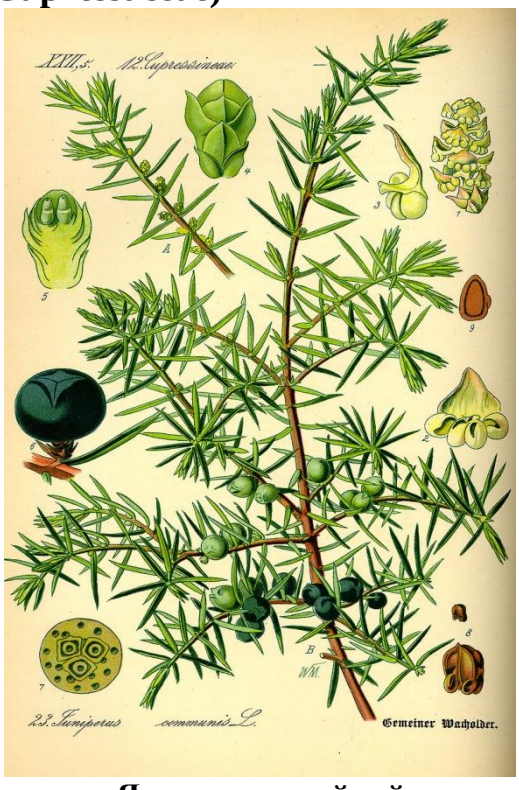
Родина кипарисові (Cupressaceae)



Яловець віргінський (*Juniperus virginiana* L.)

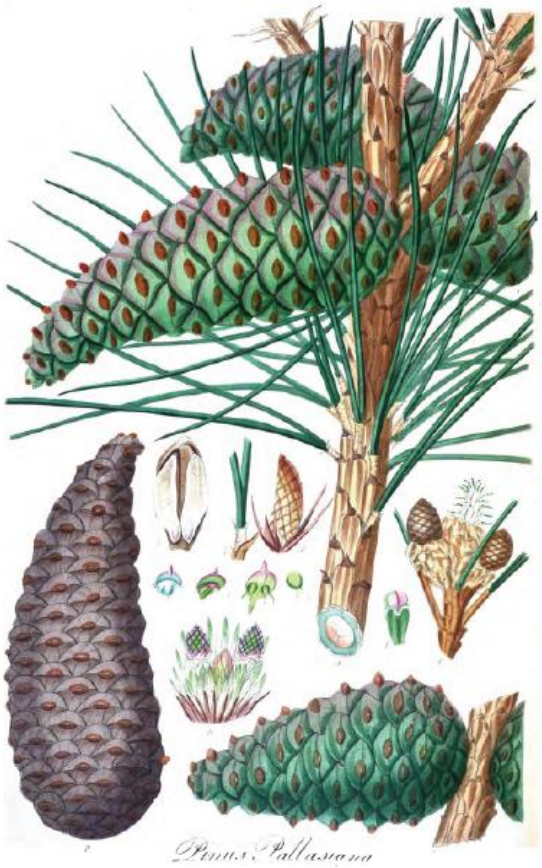
Родина кипарисові (Cupressaceae)

Туя західна (*Thuja occidentalis* L.)



Яловець звичайний (*Juniperus communis* L.)

Родина соснові (Pinaceae)



Сосна кримська або с. Палласа (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*)

Сосна веймутова (*Pinus strobus* L.)

Ялина звичайна або європейська (*Abies europea* L.)

Ялина колюча, блакитна або колорадська (*Picea pungens* Engelm.)

Ялиця біла (*Abies alba*)

Модрина європейська (*Larix decidua* Mill.)

Псевдотсуга Мензіса або тисолиста (*Pseudotsuga menziesii, P. taxifolia* (Mirb.) Franco)

Тсуга канадська (*Tsuga canadensis* L.)

Додаток Г

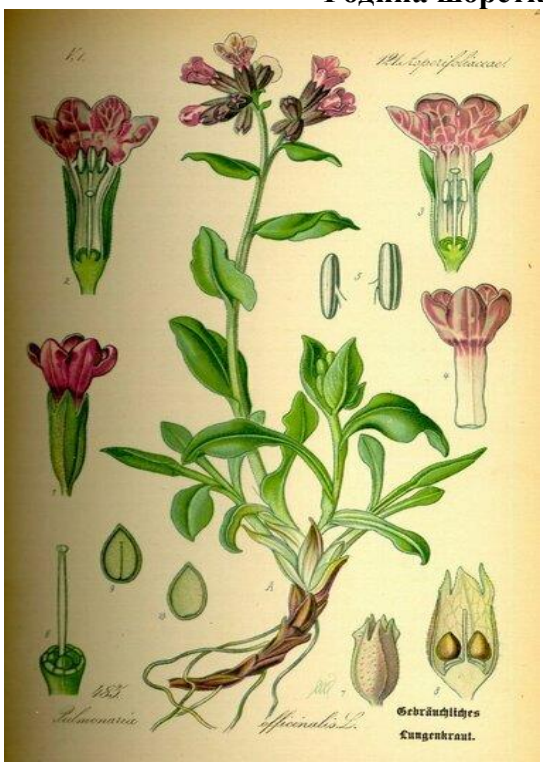
Ботанічні ілюстрації видів квіткових рослин різних родин.

Родина жовтецеві (Ranunculaceae)

Жовтець їдкий (*Ranunculus acris*)

Морозник чорний
(*Helleborus niger* L.)

Родина шорстколисті (Boraginaceae)



Медунка лікарська (*Pulmonaria officanalis*)

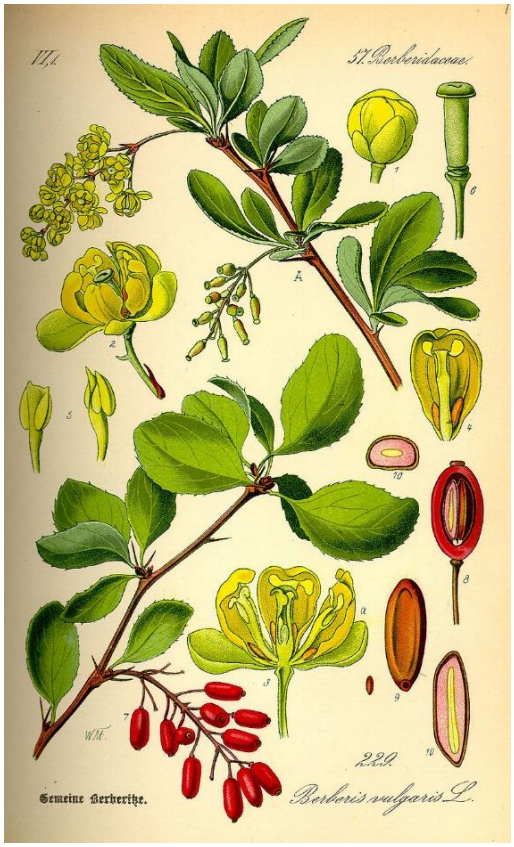
Живокіст лікарський
(*Symphytum officinale*)

Родина гвоздикові або гвоздичні (Caryophylaceae)

Гвоздика турецька (*Dianthus barbatus*)

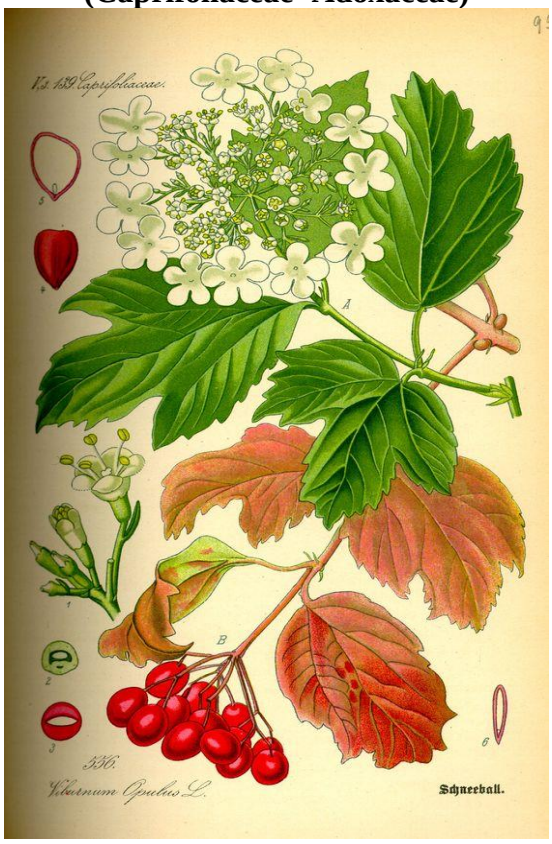
Мильнянка лікарська (*Saponaria officinalis* L.)

Родина барбарисові (Berberidaceae)



Барбарис звичайний (*Berberis vulgaris* L.)

Родина жимолостеві (Caprifoliaceae=Adoxaceae)



Калина звичайна (*Viburnum opulus* L.)

Родина букові (Fagaceae)

Бук лісовий (Fagus sulvatica)

Родина кленові (Aceraceae=Sapindaceae)

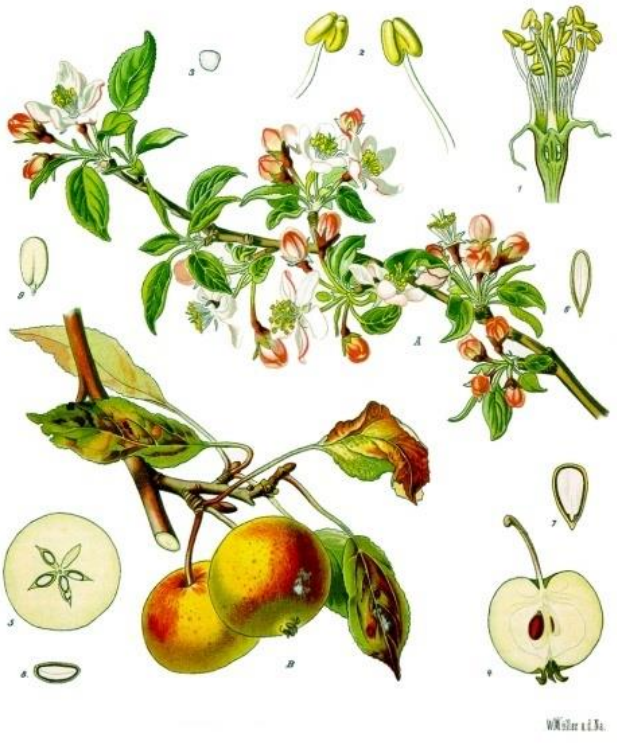
Клен звичайний (Acer platanoides)

Родина хрестоцвіті або капустяні (Brassicaceae)

Грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L.)

Кмин звичайний (*Carum carvi* L.) і аніс (*Pimpinela anisum* L.)

Родина розові (Rosaceae)



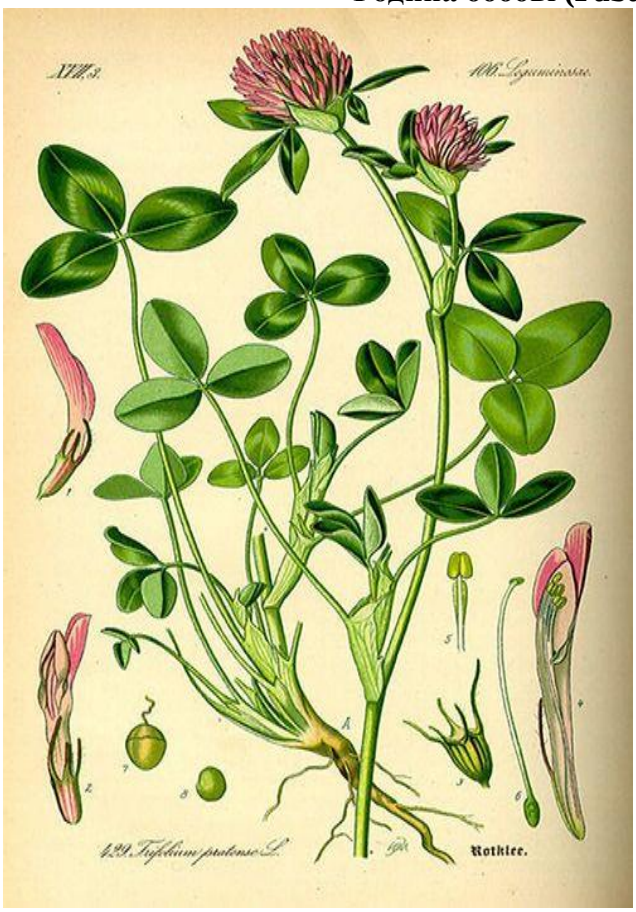
Яблуня домашня (*Malus domestica (Borkh.) Borkh.*)

Парило звичайне (*Agrimonia eupatoria* L.)

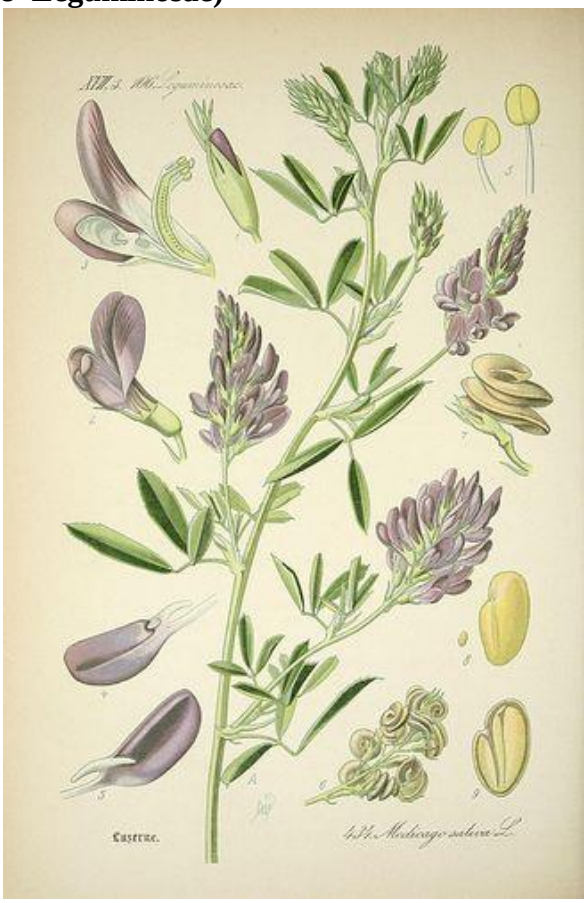
Шипшина звичайна, або ш. собача (*Rosa canina* L.)

Суниці лісові (*Fragaria vesca* L.)

Родина бобові (Fabaceae=Leguminosae)



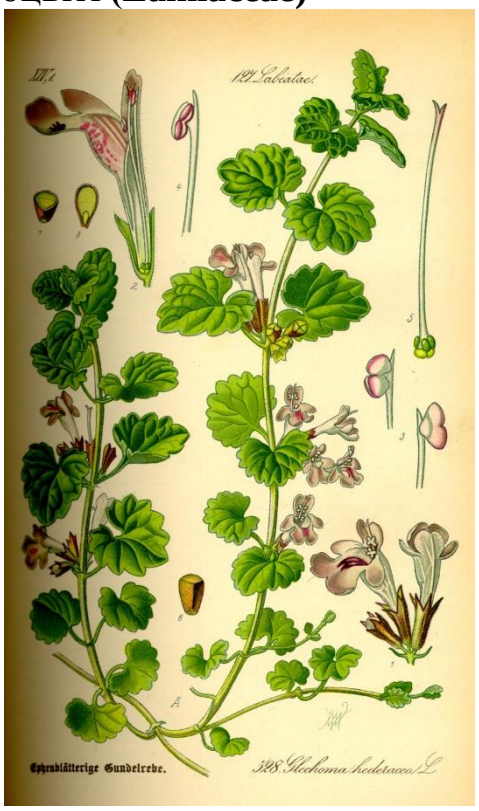
Конюшина лучна (*Trifolium pratense* L.)



Люцерна посівна (*Medicago sative*)

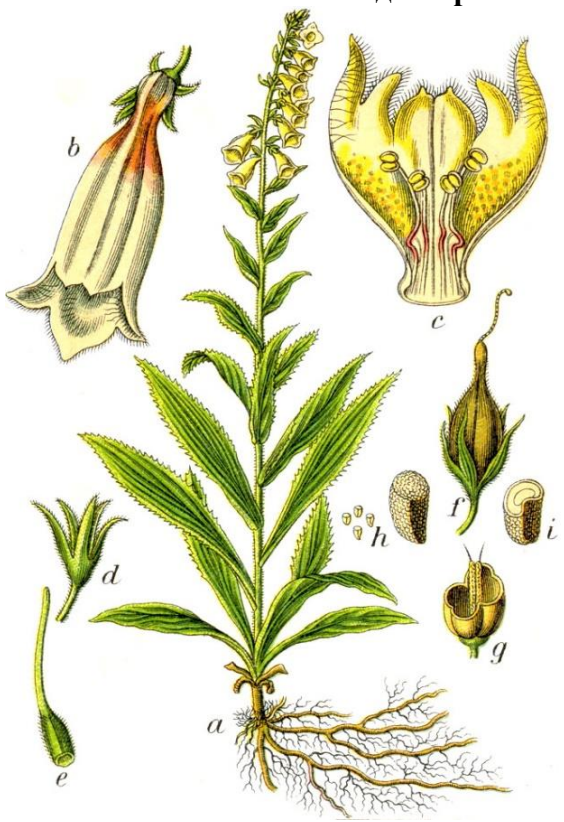
Родина глухокропивові або губоцвіті (Lamiaceae)

Перцева м'ята (*Mentha piperita* L.)



Розхідник звичайний (*Glechoma hederacea* L.)

Родина ранникові (Scrophulariaceae)

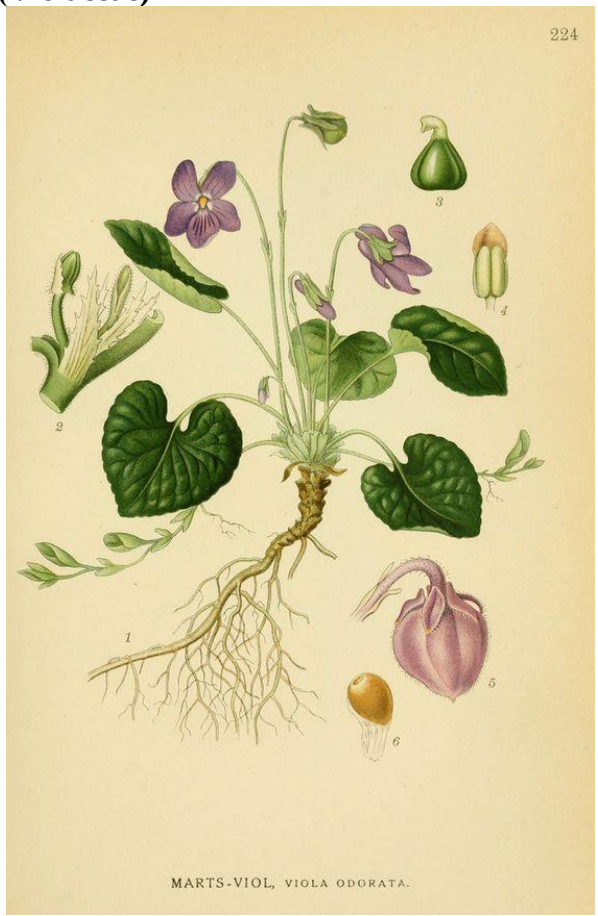


Наперстянка великоквіткова (*Digitalis grandiflora* Mill.)

Ранник вузлуватий (*Scrophularia nodosa* L.)

Родина фіалкові (Violaceae)

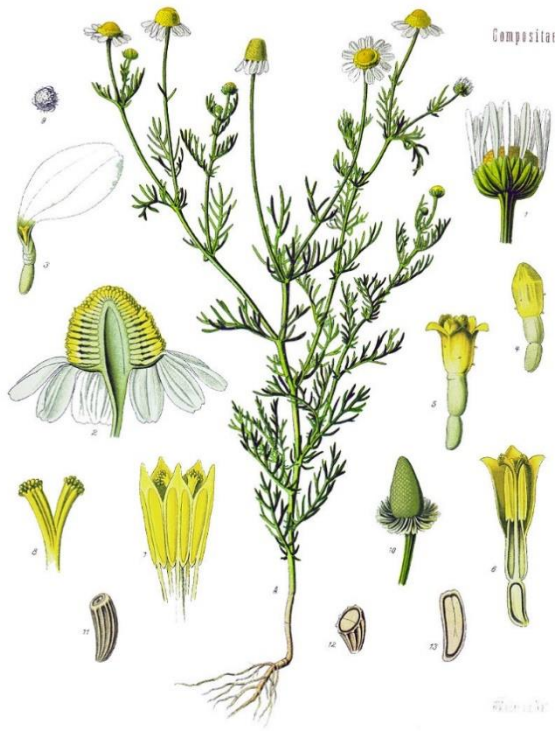
Фіалка триклірна (Viola tricolor L.) – А., ф. польова (V. arvensis Murr.) – В.



Фіалка запашна (*Viola odorata* L.)

Родина айстрові або складноцвіті (Asteraceae=Compositae)

Кульбаба лікарська або к. звичайна (*Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H.Wigg)

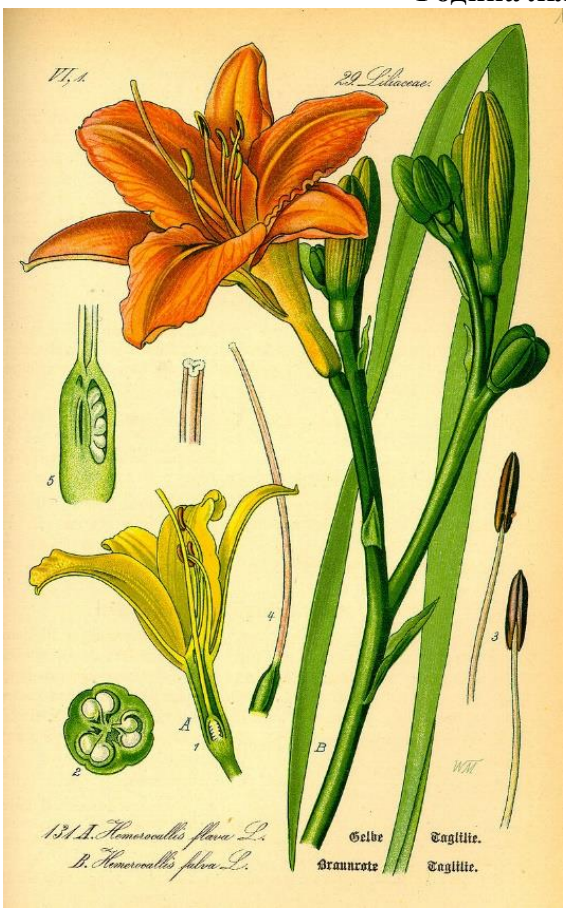


Ромашка лікарська (*Matricaria recutita*, або *M. chamomilla*, або *Chamomilla recutita*)

Нечуй вітер волохатенький (*Hieracium pilosella* L.)

Деревій звичайний (*Achillea millefolium* L.)

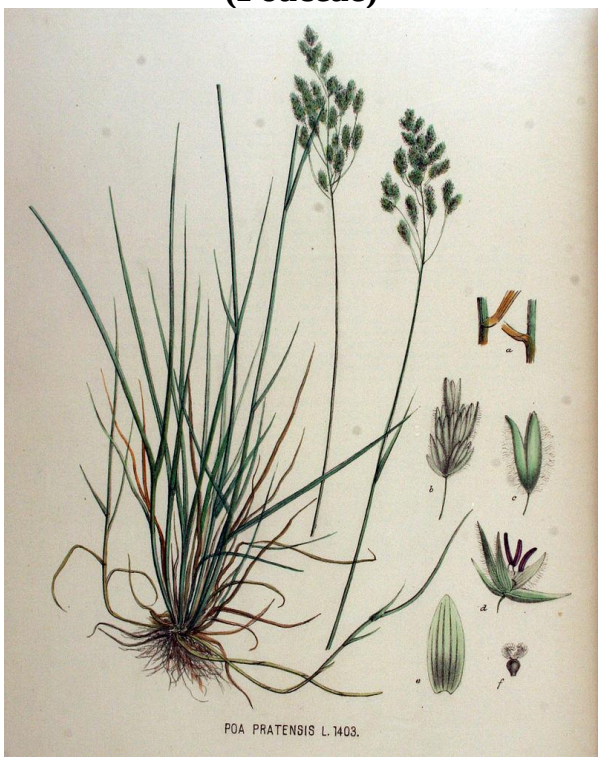
Родина лілійні (Liliaceae)



Лілійник жовтий (А) (*Hemerocallis lilioasphodelus* L.) та л. Буро-жовтий (В) (*H. fulva* L.)

Конвалія звичайна, або конвалія травнева (*Convallaria majalis* L.)

Родина тонконогові або злакові (Poaceae)



Тонконіг лучний (*Poa pratebsis* L.)

Родина півникові (Iridaceae)

Півники маленькі або карликові (*Iris pumila* L.)

Навчальне видання

Мамчур Тетяна Василівна
Парубок Маргарита Іванівна

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ «БОТАНІКА. СИСТЕМАТИКА РОСЛИН» ДЛЯ СТУДЕНТІВ ОСВІТНЬОГО РІВНЯ ПЕРШИЙ «БАКАЛАВР» ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 206 САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

Редакційно-видавничий цент Уманського НУС
Свідоцтво ДК №2499 від 18.05.2006 р.
20305, м Умань, вул. Інститутська, 1
Тел.: 8 (04744) 3-22-35