

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ**

Кафедра рослинництва та садово-паркового господарства

БОТАНІКА
Короткий конспект лекцій
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
ОПП «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» заочної форми
здобуття вищої освіти



МИКОЛАЇВ
2025

УДК 581(075.8)
Б 86

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету від „15” травня 2025 р. протокол № 10.

Укладач:

В. Г. Миколайчук – канд. біол. наук, доцент кафедри рослинництва та садово-паркового господарства, Миколаївський національний аграрний університет

Рецензенти:

О. В. Корольова – канд. біол. наук, доцент, доцент кафедри медичної біології та фізики, мікробіології, гістології та патологічної фізіології, Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Н. В. Нікончук – канд. с.-г. наук, доцент, доцент кафедри виноградарства та плодовоовочівництва, Миколаївський національний аграрний університет

© Миколаївський національний
аграрний університет, 2025

ЗМІСТ

Змістовний модуль 1. Основи вчення про клітину.....	4
Лекція №1. Клітина – основна структурна і функціональна одиниця живого.....	4
Лекція 2. Будова рослинної клітини.....	9
Змістовний модуль 2. Рослинні тканини (гістологія). Вегетативні органи	20
Лекція 3. Рослинні тканини. Будова і функції. Вегетативні органи рослин. Формування і будова.....	20
Змістовний модуль 3. Систематика рослин.....	36
Лекція 4. Нижчі спорові рослини. Цикли розвитку нижчих спорових рослин.....	36
Змістовний модуль 4. Царство рослини. Вищі спорові рослини.....	47
Лекція 5. Вищі спорові рослини.....	47
Лекція 6. Цикли розвитку вищих спорових рослин.....	48
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	58

ЛЕКЦІЯ №1. КЛІТИНА – ОСНОВНА СТРУКТУРНА І ФУНКЦІОНАЛЬНА ОДИНИЦЯ ЖИВОГО.

Ботаніка як наука про будову і життєдіяльність рослин. Історія ботаніки. Рослини як джерело сировинної і продовольчої бази суспільства. Ботаніка та майбутнє. Рослини і тварини, їх спільні ознаки та відмінності. Розділи ботаніки. Взаємозв'язок ботаніки з іншими дисциплінами та галузями сільськогосподарського виробництва. Різноманітність клітин. Будова клітини. Протопласт, його біологічні властивості, склад, значення.

Ботаніка – наука про рослини, яка вивчає їхню зовнішню і внутрішню будову, життєдіяльність і розвиток, географічне поширення, залежність від умов місцезростання, флористичні та ценотичні взаємини, класифікацію, походження, еволюція тощо. Знання про рослини потрібні агрономам, зооінженерам, фахівцям ветеринарної медицини. Це багатогалузева наука, завдання якої – різностороннє вивчення окремих рослин і природних рослинних угруповань. Ботаніка як фундаментальна наука, дає відповідь на запити практики: як найбільш доцільно використовувати корисні рослини чи певні ділянки рослинного покриву.

Разом з тваринами та іншими групами організмів рослини складають світ живих істот, які виявляють між собою єдність, що проявляється в одноманітності їх клітин, схожості процесів росту, розвитку, розмноження, хімічного складу, обміну речовин та інших основних життєвих проявів.

Історія ботаніки

Термін «ботаніка» походить від грецького «botane» – трава, рослини. В історії ботаніки виділяють такі етапи:

1 етап – *Етап накопичення інтуїтивних знань про рослин.*

2 етап – *Етап утилітарних знань про рослини.* Початок штучного розведення корисних рослин (VI-V тис. р. до н.е.). За цей час накопичені знання про корисні властивості рослин, їх сумування призвела до зародження ботаніки. Розвиток ботаніки почався пізніше у V-IV столітті до н.е. У цей час описується багато рослин, зокрема лікарських.

Перші записи – III – IV ст. до н.е. – Аристотель і Теофраст – перша спроба класифікації рослин. Поділив на дерева, кущі, напівкущі та трави, а трави – на багаторічники, дворічники та однорічники. Грецький філософ і природодослідник Теофраст (370-286 рр. до н.е.) у 10-томній роботі “Дослідження про рослини” описав 450 рослин, запропонував класифікацію рослин на основні органи – корінь, стебло і листок, описав бруньки дерев, вегетативне і насінне розмноження, розрізняв життєві форми – дерева, кущі, трави.

Пліній Старший (23-79 рр. до н.е.) – «Натуральна історія» – дані про 1000 видів рослин з корисними властивостями, виділив серед них лікарські, декоративні, харчові, технічні тощо.

3 етап – *Етап описових ботанічних знань.* XV – XVIII ст.. – період первісної інвентаризації рослин, формуються основні поняття ботанічної

морфології, розроблені принципи і методи класифікації рослин, створені перші штучні системи рослинного світу.

4 етап – *Етап аналітичних ботанічних знань*. Англійський вчений Роберт Гук удосконалив мікроскоп, ввів термін «клітина». Мальпігі і Грю заклали початок анатомії рослин. Ботанік Неємія Грю з'ясував, що рослинні тканини складаються з клітини, але вони різні за формою, розмірами та призначенням. К. Лінней (1707-1778) – уточнив техніку опису рослин, ввів термін «вид» як основної одиниці систематики, ввів бінарну номенклатуру (перше слово – рід, друге – вид).

5 етап – *Епоха системних знань із ботаніки*.

Е. Вармінг – екологічна географія та життєві форми. О. Гумбольдт (1769-1859) географічне поширення рослин та їх залежність від кліматичних, геоморфологічних та інших факторів – географія рослин. Геоботаніка – рослинний покрив та фітоценози (Гризебах 1814-1879), В.М. Сукачов, Й.К. Пачоський, Х.Гамс.

Розвиток ботаніки в Україні

Бессер В. Г. – перший професор ботаніки університету імені Св. Володимира, займався вивченням флористики та систематики рослин. Вивчав флору Правобережжя, опублікував двотомна працю «Флора Галіції».

Навашин С. Г. – видатний український і російський вчений ботанік – цитолог і ембріолог. Уперше описав явище халазогамії, відкрив подвійне запліднення у покритонасінних рослин, заклав основи вчення про каріологію

Зеров Д. К. – український ботанік-бріолог, філогеніст, академік АН України. Вивчав флору сфагнових та печінкових мохів України, написав «Визначник сфагнових мохів України» «Визначник печіночних мохів України», «Флора печіночних та сфагнових мохів України», «Бріофлора Українських Карпат», «Очерки филогении бессосудистых растений».

Модилевський Я. С. – український ботанік-цитолог і ембріолог рослин. Досліджував розвиток чоловічого і жіночого гаметофітів, процеси запилення і запліднення, формування зародка і ендосперму, проблеми мейозу, гаплоїдії, апоміксису. Написав монографії «Эмбриология покрытосеменных растений», «История отечественной эмбриологии высших растений», «Цитоэмбриология высших растений».

Ф.К. Біберштейн досліджував флору Криму і Кавказу;

В.М. Черняєв написав «Конспект растений дикорастущих и разводимых в окрестностях Харькова и в Украине», де зроблений опис 1759 видів, з них 112 культивованих і 17 нових;

Й.К. Пачоський – «Флора Полісся і прилеглих територій», описав 1291 вид;

І.Ф. Шмальгаузен – «Флора юго-западной России, т.е. губерний: Киевской, Волынской, Подольской, Полтавской, Черниговской и смежных мест», описав 20714 видів рослин.

О.А. Яната – ботанік, агроном, який досліджував флору Херсонської губернії, був організатором Інституту ботаніки, член редколегії Українського ботанічного журналу, керівник української ботанічної номенклатурної комісії.

В.І. Вернадський – біосфера; М.Г. Холодний – вчення про фітогормони, вивчав біологію ауксинів; В.М. Любименко – природа хлорофілів, зв'язок із каротиноїдами; М.М. Гришко – генетика і селекція конопель і декоративних рослин.

Сучасні вчені досліджують синантропну флору України (Г. О. Кузнецова, В.В. Протопопова, В.А. Соломаха), розділ космічної біології очолювала член-кореспондент АН України, професор, доктор біологічних наук Є.Л. Кордюм.

Розділи ботаніки

Морфологія – вивчає зовнішні форми і внутрішні структури. Поділяється на цитологію, гістологію, анатомію, гістохімію, ембріологію.

Фізіологія – життєві процеси, притаманні рослинам (обмін, ріст, розвиток тощо), відокремилися біохімія біофізика рослин.

Систематика рослин – опис всіх існуючих видів, класифікація по таксономічних групах; встановлення шляхів еволюційного розвитку рослинного світу.

Палеоботаніка – відновлення ходу еволюційного розвитку рослинного світу.

Фітоценологія – рослинні угруповання, які мають певну структуру, стійкість.

Екологія – взаємозв'язки рослин з навколишнім середовищем, вплив на їх структуру і життєдіяльність.

Географія рослин – розподіл видів рослин і фітоценозів на поверхні Землі залежно від клімату, ґрунтів і геологічної історії.

Ботаніка і майбутнє

– Проведення досліджень рослин на Землі і в космосі для забезпечення продуктами харчування в умовах замкнених систем. Виведення нових високопродуктивних сортів і гібридів. Трансгенні культури.

– Розробка заходів щодо збереження цілісності рослинного покриву нашої планети.

Будова рослинної клітини

Рослинна клітина – універсальна саморегулююча, самовідновлююча елементарна структурна одиниця рослин і тварин, якій властиві всі ознаки живого. Для клітин рослин і тварин характерні спільні і відмінні риси:

Клітину відкрив англійський мікроскопіст Роберт Гук, який ввів термін «клітина» для клітинних стінок, а потім і для вмісту клітини. В 1862 році з'явився термін «цитоплазма».

Голандський вчений Левенгук відкрив хлоропласти, Броун в 1833 році відкрив ядро, Е. Руссов і І.М. Горожанків в 1879 р. – пори в клітинній оболонці і описали тяжі плазмодесм. І.Д. Чистяков в 1874 р. описав поділ ядра. Основоположником вчення про ядро був С.Г. Навашин (1989).

Ознака	Рослини	Тварини
<i>Тип живлення</i>	Автотрофи, гетеротрофи	Гетеротрофи
<i>Рух</i>	Рухливі спори, тропізми рослин	+, прикріплені морські губки, поліпи, асцидії
<i>Чутливість</i>	Мімози, мухоловки,	+
<i>Біохімія</i>	Крохмаль, інουλін	Глікоген
	Хлорофіл, гемоглобін (бульбочкові бактерії)	Гемоглобін
	Утворення і поведінка статевих клітин, клітинна будова, фізико-хімічна будова клітин	

Цитологія – наука про клітину, її морфологію, функції.

На кінець XIX цитологія сформувалася як самостійна наука. Завдяки світловому мікроскопу були вивчені основні компоненти клітини. З відкриттям електронного мікроскопу – відкриті нові і описані важливі деталі відомих органел.

Історія вивчення клітини

Рік	Учений	Внесок у розвиток науки
1665	<i>Р. Гук</i>	Виявлено клітинну структуру корку, введено поняття «клітина»
1674–1676	<i>А. Левенгук</i>	Відкриті бактерії найпростіші, описані пластиди (хроматофори), еритроцити, сперматозоїди та різноманітні мікроструктури рослин і тварин
1827	<i>К. Бер</i>	Відкрито яйцеклітини ссавців
1831	<i>Р. Броун</i>	Відкрито клітинне ядро. Описане ядро рослинної клітини
1839	<i>Т. Шванн, М. Шлейден</i>	Сформульовані основи клітинної теорії
1858	<i>Р. Вірхов</i>	Сформульоване положення «кожна клітина – з клітини»
1868	<i>І. Ф. Мішер</i>	Відкриті нуклеїнові кислоти
1871	<i>М. М. Любавін</i>	Установлено, що білки складаються з амінокислот
1878	<i>В. Флемінг</i>	Відкрито мітотичний поділ тваринних клітин
1892	<i>Д. І. Івановський</i>	Відкриті віруси
1898	<i>В. І. Беляєв</i>	Описаний механізм мейозу і мітозу в рослин
1944	<i>О. Евері</i>	Доведена роль ДНК як носія спадкової інформації
1953	<i>Дж. Уотсон, Ф. Крик</i>	Створена модель просторової структури ДНК, схема реплікації ДНК

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ КЛІТИННОЇ ТЕОРІЇ:

– клітина – елементарна одиниця будови і розвитку всіх живих організмів;

– клітини всіх одноклітинних і багатоклітинних організмів подібні за походженням (гомологічні), будовою, хімічним складом, основними проявами життєдіяльності;

– кожна нова клітина утворюється виключно внаслідок розмноження материнської шляхом поділу;

– у багатоклітинних організмів, які розвиваються з однієї клітини – зиготи, спори – різні типи клітин формуються завдяки їхній спеціалізації протягом індивідуального розвитку особини та утворюють тканини;

– із тканин складаються органи, які тісно пов'язані між собою й підпорядковані нервово-гуморальним та імунним системам регуляції.

Клітина – основна структурна одиниця більшості рослин (одноклітинних, колоніальних та багатоклітинних), – це морфологічно і фізіологічно диференційована біологічно активна одиниця, яка обмежена напівпроникною мембраною і здатна до самооновлення, саморегуляції та самовідтворення в неживому середовищі.

Рослинна клітина складається з чотирьох основних структурних компонентів – **клітинної оболонки, протопласту, вакуолі і включень**.

Розміри рослинної клітини: від ультрамалих – 0,2 мкм до кількох см (луб'яні волокна льону до 2-3 см, у кропиви – до 8 см, рамі – 20-22 см).

Форма рослинних клітин:

– **паренхімні** (довжина = ширина), такої форми клітини входять до складу твірної, основної, механічної тканин;

– **прозенхімні** – це витягнуті (довжина > ширина) і загострені на кінцях клітини, різні за походженням і функціями. Між прозенхімою (тканиною, утвореною прозенхімними клітинами) і паренхімою є переходи, наприклад, коленхіма і лопатеві гіллясті клітини мезофіла в листіканні ін. рослин, луб'яні волокна, клітини коленхіми, ситовидні трубки.

Протопласт – живий вміст клітин, він складається з цитоплазми та її органелів – це метаболічно активний компонент живої клітини. До складу протопласта входить цитоплазма (безбарвний біологічний колоїд), в якій знаходяться різні структурні компоненти (пластиди, мітохондрії, ЕПС, АГ, лізосоми, мікротільця, сферосоми, рибосоми, мікротрубочки та мікрофіламенти), які називають органелами, або органоїдами.

Питання для самоперевірки

1. Що вивчає наука «ботаніка»?
2. Які існують розділи ботаніки?
3. Які етапи розвитку науки ботаніки?
4. Які наукові ботанічні школи існують в Україні?
5. Які основні положення клітинної теорії?
6. Який план загальної будови рослинної клітини?
7. Що таке «протопласт»?

ЛЕКЦІЯ 2. БУДОВА РОСЛИННОЇ КЛІТИНИ

Структура, фізичні властивості та хімічний склад цитоплазми. Пластиди, їх походження, будова і типи. Ендоплазматична сітка (ЕС). Структура, фізичні властивості, хімічний склад та функції. Мітохондрії. Походження, структурна організація, фізичні властивості, хімічний склад та функції. Рибосоми. Будова, фізичні властивості, хімічний склад. Комплекс Гольджі. Походження, структурні елементи, фізичні властивості, хімічний склад, функції, значення. Ядро. Форма, розміри, кількість. Структурна організація, фізичні властивості, хімічний склад. Ядерна оболонка. Каріоплазма. Ядерце. Хромонема. Будова хромосоми. Ядро як основа збереження і передачі спадковості. Поділ ядра і клітини.

Цитоплазма—напіврідка колоїдна структура, яка має мембранну структуру, в якій проходять найважливіші життєві процеси (синтез, дихання, ріст, рух тощо).

Властивості: подразливість; рух; ріст; вибіркова проникність.

Має мембранну організацію, в основі — біологічні мембрани, які складаються із ліпідів і білка. Вони поділяють цитоплазму на ізольовані відсіки, в яких одночасно і незалежно один від іншого проходять біохімічні процеси. Мембрани визначають хімічний склад цитоплазми.

Складається з трьох шарів:

- *плазмалема*— відмежований від оболонки клітини тонкий зовнішній шар, регулює обмін речовин клітини з навколишнім середовищем, бере участь у синтезі речовин.

- *тонопласт* або *вакуолярна система* — відділяє цитоплазму від внутрішніх порожнин.

- *мезоплазма* — міститься між плазмалемою і тонопластом, утворюються численні органели, складається із однорідної безструктурної гіалоплазми структурних органел.

Гіалоплазма або *матрикс* — рідке неперервне середовище, в яке занурені органели.

Хімічний склад — вода (до 80-85 %), білків, жирів, вуглеводів, мікро- та макроелементів. Вони становлять 95-98 % загальної маси живого організму.

Типи руху — *коливальний; циркуляційний; ротаційний* або *круговий; фонтануючий*.

Для них характерні явища *осмосу і тургору*. *Осмос* процес односторонньої дифузії через напівпроникну мембрану молекул розчинника в бік більшої концентрації розчиненої речовини з обсягу з меншою концентрацією розчиненої речовини.

Тургор напружений станклітинної стінки, зумовлений тиском на неї цитоплазми з середини клітини. Зростаючий тиск усередині клітини розтягує навколишню клітинну стінку. Тургор поглинається пружною стінкою, яка протидіє йому. Коли тургор досягає найвищого можливого значення, говорять про *повну тургорність* або *клітину з повною тургорністю*. Якщо осмотичний показник навколишнього середовища більший, ніж у клітинному соку (гіпертонічне середовище), тургор знижується і протопласт відшаровується від

клітинної стінки (відбувається плазмоліз). Міцність трав'янистих, недеревних рослин базується на взаємодії тургору і стінкового тиску.

Плазмоліз – явище, при якому відбувається відокремлення протопласта від оболонки рослинної клітини, воно протилежне тургору та деплазмолізу. Причиною є зменшення об'єму вакуолі через втрату внутрішньоклітинної води під дією гіпертонічних розчинів або плазмолітиків: сахарози, KNO_3 , NaCl , KCl , $\text{Ca(NO}_3)_2$, концентрація яких більша, ніж вакуолярного соку клітини. Можливий в життєздатній та функціонально-цілісній клітині. Процес повернення клітини до нормального осмотичного стану (тургору) у гіпотонічному розчині називається деплазмолізом.

Осмотичний тиск – це тиск розчину на напівпроникну перетинку, яка відокремлює його від розчинника (води), або від розчину з меншою концентрацією. Осмотичний тиск вищий у більш концентрованому розчині.

Ядро відкрите в 1832 р. Р. Броуном. В клітинах одне/декілька ядер (водорості, гриби). Воно має колоїдну природу, більш в'язке, ніж цитоплазма. Ядро в процесі еволюції рослин виникло не відразу: первісні організми ядра не мали. Із сучасних організмів чітко сформованого ядра не мають бактерії та ціанобактерії. У їх цитоплазмі є дрібні частини ядерної речовини.

Форма: кулеподібна, овальна або сплюснена. В клітинах з високою фізіологічною активністю форма ядра складна.

Розмір ядра залежить від розмірів клітини: при збільшенні об'єму цитоплазми збільшується об'єм ядра. У молодих клітинах ядро займає більший об'єм протопласта, ніж в сформованих клітинах. В першому випадку об'єм ядра становить від 1/4 до 1/6 об'єму протопласта, а в останньому – від 1/20 до 1/200. Величина ядра досить змінюється залежно від виду рослин, типу тканин, віку клітин тощо. Розміри бувають в межах від 1 мкм до 1,5 см, залежить від кількості хромосом, їх розміру. У грибів ядра дуже малих розмірів, всього 0,5 - 2,0 мк, а ядра соматичних клітин вищих рослин (лілії, орхідеї) мають діаметр до 1,5 мм. Великі ядра зустрічаються в клітинах голонасінних рослин. Положення ядра в клітині непостійне: в меристематичних клітинах по центру, в зрілих – біля стінки. По декілька ядер мають клітини спеціалізованих тканин (наприклад, клітини тапетуму, молочники).

Хімічний склад: білки (73,9 %), нуклеїнові кислоти (26,1%), ліпіди та мінеральні солі. 20 % білків із нуклеїновими кислотами утворюють нуклеотиди (азотиста основа + цукри + фосфорна к-та). Розрізняють дві типи нуклеїнових кислот (ДНК та РНК).

У клітині три стани ядра, які відповідають трьом його функціям.

1. *Інтерфазне ядро*
2. *Ядро, що ділиться.*
3. *Робоче ядро.*

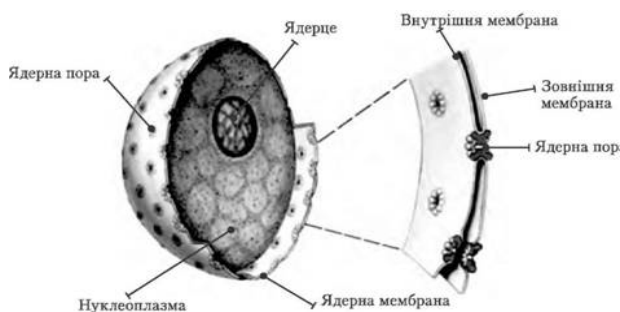
Структура:

Ядерна оболонка оточує ядро, складається із 2 мембран з перинуклеарним простором між ними. Внутрішня мембрана агранулярна, до зовнішньої

прикріплені рибосоми. Має пори, вкриті особливими тільцями. Контролює обмін речовин між ядром і цитоплазмою, відмежовуючи його вміст від цитоплазми, здатна синтезувати білки і ліпіди.

Будова ядра

Структура	Будова	Функції
Поверхневий апарат	Складається з двох мембран. Зовнішня ядерна мембрана з'єднується з внутрішньою навколо отворів – ядерних пор, вкритих особливими тільцями	Здійснює обмін речовинами між ядром і цитоплазмою
Каріоплазма	За складом та властивостями нагадує цитоплазму	Внутрішнє середовище
Ядерця	Щільні структури, які складаються з рибонуклеопротейдних фібрил	Беруть участь у формуванні рибосом
Хромосоми	Основу складає дволанцюгова молекула ДНК, яка зв'язана з ядерними білками й утворює нуклеопротейди. Кожна хромосома складається з двох поздовжніх частин – хроматид. Обидві хроматиди сполучаються між собою в зоні первинної перетяжки, яка поділяє хромосому на ділянки – плечі. Деякі хромосоми мають і вторинні перетяжки	Зберігають спадкову інформацію, яка передається із покоління в покоління



Ядерний сік, або нуклеоплазма (каріоплазма) – колоїдний розчин, в якому хромосоми і ядерця (одне або кілька). За складом та властивостями нагадує цитоплазму. Містить молекули ДНК, з'єднані з специфічними білками (гістонами) і ферменти ядра. Функція: зв'язок із органелами ядра, транспорт речовин.

Хроматин (основна ядерна речовина) – місце транскрипції РНК. Під час мітозу конденсується, утворюючи хромосоми.

*Хромосоми забезпечують збереження спадкової інформації, її подвоєння і передачу дочірнім клітинам у процесі клітинного поділу. Мають два стани: **деконденсовані** (10 нм) нитчасті структури (видно під електронним мікроскопом), **конденсовані** короткі і товсті, видно під світловим мікроскопом. Це нуклеопротейд із ДНК(нуклеотиди – залишок фосфорної кислоти + дезоксирибози + азотисті основи (аденін, гуанін, тимін, цитозин) і білка.Основу складає дволанцюгова молекула ДНК, яка зв'язана з ядерними білками й утворює нуклеопротейди. Кожна хромосома складається з двох поздовжніх частин – хроматид. Обидві хроматиди сполучаються між собою в зоні первинної перетяжки, яка поділяє хромосому на ділянки – плечі. Деякі*

хромосоми мають і вторинні перетяжки. Функція: збереження спадкової інформації, яка передається із покоління в покоління.

Набори хромосом у клітинах: гаплоїдний (n) – всі хромосоми відрізняються між собою; диплоїдний ($2n$) – кожна хромосома парна, вони подібні за розміром і формою; поліплоїдний ($3n, 4n, \dots$) – число хромосомних наборів перевищує два гаплоїдних.

Аутосоми – хромосоми, які подібні в обох статей. Статеві хромосоми відрізняються у різних статей.

Ядерце – кулясте тільце, складається з білка і РНК, в якому відбувається синтез рРНК зі з'єднанням її з білками.

РНК складається із фосфорної кислоти + рибози + азотисті основи (аденін, гуанін, урацил, цитозин), примикає до вторинної хромосомної перетяжки.

ДВОМЕМБРАННІ ОРГАНЕЛИ

Пластиди – органели рослинної клітини, що складаються з білкової стріми, оточені двома ліпопротеїдними мембранами. Внутрішня оболонка утворює вирости (тилакоїди, або ламели). У нижчих рослин пластид не може бути або їх кількість 1-2 на клітину, у вищих рослин – багато. Форма пластидів різна. Класифікують залежно від наявності та типу пігментів: зелені пігменти – хлоропласти, інші кольори – хромопласти, безбарвні – лейкопласти.

Це напівавтономні двомембранні органели, в яких відбувається первинний і вторинний синтез вуглеводів, чітко обмежені в'язкі тільки спеціалізованої структури і функції, які можуть змінювати свою форму.



Хлоропласти мають хлорофіл, який формується на внутрішній мембрані і каротиноїди в матриксі (стромі). Особливо їх багато в так званих мезофільних тканинах листя, там одна клітина може мати в собі до сотні хлоропластів.

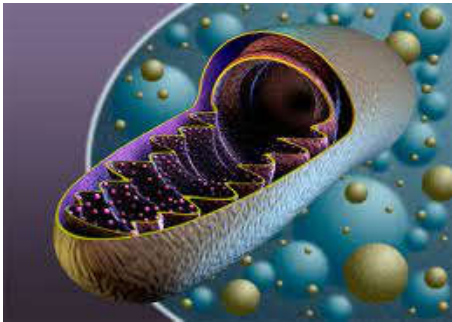
Лейкопласти – двомембранні, дрібніші від хлоропластів, але більші, ніж хондріосоми. Мають кулясту або подовжену форму і розміщуються групами біля клітинного ядра, а також в усій клітинній протоплазмі. У клітинах коренів, бульб, насінин та інших органів лейкопласти є центрами утворення вторинного крохмалю, що утворюється за рахунок цукру, який надходить з листків. У них запасуються поживні речовини: білки – протеопласти; олії – олеопласти; вуглеводи – амілопласти.

Хромопласти – нефотосинтезуючі яскраво забарвлені каротиноїдами пластиди оранжевого, червоного і жовтого кольору, утворюються із лейкопластів і хлоропластів. Зустрічаються у яскраво забарвлених частинах рослин – осінніх листках, плодах, пелюстках, коренеплодах. Хромопласти властиві переважно дозрілим плодам (шипшина, помідори, перець). За будовою бувають

кулясті, кристалічні, трубчасті, пливчасті та фібрилярні. В одній клітині можуть знаходитися хромопласти різної будови.

Походження пластид.

1. Всі пластиди генетично пов'язані між собою, тому здатні переходити з одного типу в інший.
2. Із пропластидів – сферичних тілець, оточених подвійної мембраною і вповнених матриксом, із них формуються всі інші види пластид.
3. При поділі клітин у результаті поділу материнських пластидів.



Мітохондрії – напівавтономні органели у вигляді дрібних зерняток, паличок або ниток, є центрами внутрішньоклітинного окислення, містять ферменти ди- і трикарбонових кислот, дихального ланцюга переносу електронів, окислювального фосфорилування.

Основна функція – забезпечення енергетичних потреб клітини, контролюють концентрацію і якісний склад іонів у цитоплазмі.

Властивості: внутрішня мембрана утворює кристи, простір заповнений матриксом, в якому знаходяться рибосоми і ДНК.

Походження – утворюються з ініціальних часточок, відокремлених від ядра та поділом мітохондрій.

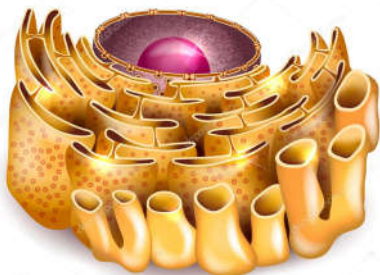
Немембранні органели

Рибосоми – немембранна органела, є обов'язковою клітинною компонентою, дрібні, сферичні органели, які видно під електронним мікроскопом, виконують функцію синтезу білків. Складаються із двох субодиниць: малої і великої. До складу малої входять молекули білка та одна молекула рибосомальної РНК, до складу іншої – білки і одна молекула рибосомальної РНК. Розташовані в мітохондріях, пластидах, гіалоплазмі, прикріплені до поверхні мембран ЕПР.

Розміщуються групами, які називаються полісоми, формуються в ядрі, виконують функцію синтезу специфічних для цієї клітини білків.

Одномембранні органели

ЕПР (ендоплазматичний ретикулум), ендорплазматична сітка – розгалужена система ультрамікроскопічних каналців, пухирців і цистерн, яка безперервно змінюється. Обмежена елементарною мембраною і вповнена безструктурним матриксом. Канальці ЕПР з'єднуються з зовнішньою оболонкою ядра, через них ядро сполучається з цитоплазмою, з'єднує сусідні клітини, з органами клітини.

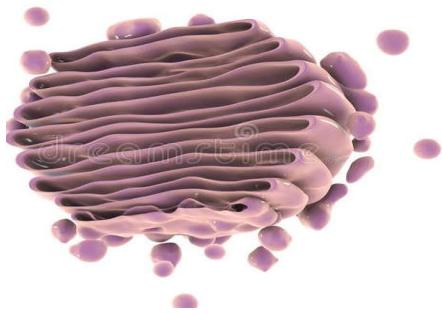


Два типи ретикулума:

гранулярний (шорсткий), на якому розміщуються рибосоми, відбувається синтез білків, ферментів, транспортування речовин,

зв'язок між сусідніми клітинами, утворення нових мембран, вакуоль.

агранулярний (гладенький) – відбувається синтез ліпідів, синтез і транспорт ефірних олій, смол, каучуків.



Апарат Гольджі або система диктіосом

– групи 5-8 сплюснених цистерн, обмежених агранулярною мембраною (диктіосом), які лежать паралельно. По краях цистерн знаходяться дрібні пухирці. Цистерни можуть збільшуватися, утворюючи великі вакуолі.

Накопичують продукти обміну речовин – чужорідні включення, отруйні речовини, які потім надходять у вакуоль, формування клітинної оболонки, накопичення і транспорт білків, жирів і вуглеводів.

Мікротільця – кулястої форми з діаметром 0,2-1,5 мкм, оточені мембраною. Матрикс містить ферменти каталазу і різні оксидази.

Пероксисоми знаходяться у фотосинтезуючих клітинах вищих рослин у тісному контакті з хлоропластами і мітохондріями, що беруть участь у фотодиханні.

Гліоксисоми в клітинах ендосперму чи сім'ядолей жирозапасуючого насіння рицини, соняшнику.

Сферосоми – округлі одномембранні тільця, розташовані в гіалоплазмі. Під мембраною в матриксі містяться ферменти. Функція синтез і накопичення олій, які перетворюються у вуглеводи під час проростання.

Лізосоми – округлі одномембранні тільця діаметром 0,5-2,0 мк.

Мікротрубочки

Включення найчастіше трапляються в рослинних клітинах і від органел відрізняються тим, що вони тимчасові – то з'являються, то зникають у процесі життєдіяльності клітини і зазвичай не оточені мембраною. Кількість їх залежить від інтенсивності обміну речовин і стану організму. Під оптичним мікроскопом вони мають форму зерен або крапель різних величини і форми.

Вакуолі (від лат. *Vacuus* – порожнина), порожнина в цитоплазмі, виповнені рідким вмістом, який називається *клітинним соком*. В процесі росту дрібні вакуолі, які зливаючись збільшуються в розмірах, займаючи весь об'єм клітини (від 30 до 90 %).

Вакуоля обмежена внутрішньою мембраною цитоплазми – тонопластом.

У рослинних клітинах вакуолі переважно займають об'єму 30-90 %. Вакуолі рослин подібні злізосомам і містять велику кількість гідролітичних ферментів, проте їхні функції не обмежені тільки перетравленням біополімерів. Цей компартмент може використовуватись для зберігання поживних речовин і відходів метаболізму. Вакуолі дають можливість економно і швидко збільшувати розмір клітини, не збільшуючи об'єму цитоплазми. Одна клітина містить кілька вакуоль з різними функціями.

Вакуолі рослин необхідні для регулювання тиску в цитоплазмі.

У вакуолях зберігаються речовини, які можуть мати поживну цінність (насіння квасолі, гороху). Коли насіння проростає, білки розщеплюються гідролітичними ферментами, а амінокислоти транспортуються через тонопласт у цитоплазму. Вакуолі можуть накопичувати пігменти (антоціанін, зокрема у пелюстках для приваблення запилювачів). Ці органели можуть містити речовини із відлякувальною функцією для захисту від рослиноїдних тварин.

Клітинний сік вакуолі – водяниста рідина, що містить різноманітні неорганічні (фосфати, нітрати, хлориди) та органічні сполуки, які виділяють протопласт. У різних видів рослин і навіть у різних органах однієї рослини хімічний склад клітинного соку неоднаковий і може змінюватися з віком клітини.

Хімічний склад може змінюватися: вода, в якій у вигляді розчину або колоїдів різні речовини (солі, цукри, органічні кислоти, розчинні сполуки, білки, ліпіди, фенольні сполуки (антоціан та антохлор), таніни, алкалоїди). Концентрація клітинного соку змінюється від 0,4 до 0,6 М, серед мінеральних речовин переважають іони Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} . При збільшенні концентрації речовин у результаті зневоднення (зневоднення насіння) кристалізується.

Вода до вакуолі потрапляє крізь тонопласт завдяки осмосу, який спричинений високою концентрацією розчину клітинного соку. Речовини до вакуолі надходять шляхом активного транспорту, або в мембранних пухирцях АГ.

Пігменти клітинного соку забарвлюють клітинний сік у яскраво червоний, фіалковий, синій або жовтий кольори різних відтінків. Найбільш поширеними є сполуки глікозидів – *антоціани* та *антохлори*. Антоціани змінюють забарвлення залежно від рН клітинного соку: при лужній реакції – синій і блакитний, нейтральній – фіалкове, в кислому середовищі – рожеві.

Клітинний сік може змінювати забарвлення залежно від фізіологічного стану рослин: віночок рослин з родини шорстколистих до запилення мають рожеве або червоне забарвлення, а після запилення – синє або блакитне.

Антоціани зумовлюють фіалковий і червоний кольори плодів вишні, сливи, суниці, коренеплодів буряка, редиски. Наявність підвищує активність поглинання світла при цьому підвищується температура органів, що захищає рослину від негативного впливу низьких температур.

Антохлори – жовті пігменти (квітки лядвенцю, льонку, жоржин) виконують функції запилення квітки і поширення плодів.

Функції:

1. Опорна – утримують клітину в стані *тургору*, виконуючи разом з клітинною стінкою опорну.

2. Накопичують речовини (запасні речовини клітин насіння, які приваблюють для запилення і поширення шляхом поїдання або отруйні алкалоїди або глікозиди, які відлякують тварин і захищають від поїдання).

3. Розщеплення полімерів і складних речовин до мономерів чи складових у зв'язку з наявними в них гідролітичними ферментами.

Включення – тверді речовини або рідини, що мають певну будову, які можуть накопичуватися в матриксі цитоплазми, органоїдів, вакуолях, клітинній оболонці в аморфному або кристалічному вигляді. Це запасні поживні речовини, мінеральні речовини, органічні (смоли, таніни, камеді, кайучук, алкалоїди). Запасні речовини: білки, жири, вуглеводи.

Вуглеводи. Крохмаль ($C_6H_{12}O_6$) утворюється в хлоропластах в процесі фотосинтезу (первинний крохмаль), який зберігається в пластитах доки в клітині є залишки вуглеводи. У результаті ферментативного перетворення в глюкозу, транспортується з листка на побудову органів живлення тканин і про запас. Запасний крохмаль утворюється в лейкопластах у вигляді крохмальних зерен. В одній пластиді може бути 1-декілька крохмальних зерен, які залишаються роз'єднаними (прості крохмальні зерна) або утворюють складне крохмальне зерно. Крохмальне зерно формується навколо центра нашарування шляхом накладання шарів. При рівномірному накладанні шарів формуються концентричні крохмальні зерна (зернівка пшениці), при нерівномірних – ексцентричні (бульба картоплі). Найбільше в насінні, бульбах, кореневищах, цибулинах, в паренхімі вторинних провідних пучків.

Білки запасуються у вигляді аморфних або кристалічних відкладень. Аморфний білок утворює безформні маси. Кристалічний білок має властивості і кристалів і колоїдів, тому називається кристалоїдом (клейковина в зернівках пшениці в комплексі із крохмалем). В ендоспермі – алейронові зерна, які формуються в процесі визрівання насіння. При цьому вакуолі в клітинах підсихають, втрачають воду, а білкові речовини кристалізуються з мінеральними солями. Сформоване алейронове зерно складається із білкової оболонки, білкового утворення (кристалоїда) та дрібних кристалічних включень, утворених мінеральними солями – глобоїдів, що містять фосфор. Це – складні алейронові зерна. При проростанні насіння білки та глобоїди розчиняються у воді.

У простих алейронових зерен білки має вигляд аморфної маси (бобові, кукурудза). Запасні білки зустрічаються в ядрі, пластидах, мітохондріях, ЕПР.

Жири і подібні речовини. – це ефіри жирних кислот і гліцерину, а й подібних до них речовин, які об'єднуються в групу ліпідів. Жирні олії розглядаються як рідкі жири. До жирів подібні віск, суберин і кутин (оболонка, епідерміс) – захисна функція; фосфатиди і стеарини. Розташовані в насінні, спорах, зародках, в меристематичних клітинах. Стан рідкий (краплини різного розміру в цитоплазмі) або твердий. Виникають в цитоплазмі або лейкопластах.

Ефірні олії – леткі ароматичні речовини (у хвойних у всіх тканинах, троянди в пелюстках, шкірках плодів апельсину, корі і листках коричневого дерева, в плодах мускатного горіха).

Мінеральні солі у вигляді солей азотної (нітрати) – кропива жалка, щиріця загнута, грицики, соняшник, картопля, квасоля, фосфорної (фосфати) – черешки і листки кінського щавлю, цибулі, часнику; соляної (хлориди) – (у рослин посушливих місцезростань) кислот тощо.

Органічні кислоти у вигляді солей або вільному стані (щавелева, винна, яблучна, лимонна кислоти). У плодах (лимони, смородина, яблука, виноград). Вміст кислот змінюється при досягненні.

Кристали. Мінеральні речовини відкладаються у вигляді солей кальцію (моно- і тригідратні солі, що утворюють кристалічний пісок, октаедри, ромбоедри) або оксидів кремнію. Вони можуть утворювати друзи і сферити, видовжені стилоїди, що об'єднуються в пучки – рафіди. Зустрічаються у вакуолях або цитоплазмі звичайних клітин або спеціалізованих (ідіобластах).

Фізіологічно-активні речовини, які виробляються цитоплазмою та іншими органοїдами клітини та втратили безпосередній зв'язок з проторпластом, зберігають свою активність навіть при руйнуванні клітини.

Ферменти (ензими, E) – клітинні каталізатори біохімічних реакцій, які прискорюють швидкість біохімічних реакцій в сотні і тисячі разів, що регулюють обмін речовин (метаболізм), синтезуються в клітинах живих організмів. Відкриті в 1819 р. російським вченим К.Кірхгофом. Відомо близько 2000 ферментів. Основа ферментів білки+небілкова частина (вітаміни, метали тощо).

Всі біохімічні процеси відбуваються послідовно, кожену реакцію каталізує специфічний фермент.

Класифікація ферментів:

1. *Гідролази* каталізують розщеплення складних органічних сполук на простіші з участю води (протеази – розщеплення і синтез білків, ліпази – жирів, фосфатази – складні ефіри фосфорної кислоти).

2. *Ліази* реакції негідролітичного розщеплення з утворенням подвійних зв'язків.

3. *Оксидоредуктази* – окислювально-відновлювальні ферменти в реакціях під час дихання і бродіння (оксидоредуктази, дегідрогенази).

4. *Трансферази* (ферменти перенесення) каталізують перенесення молекул та атомних угруповань від однієї сполуки до іншої (залишків фосфатної кислоти, моносахаридів, амінокислот).

5. *Ізомерази* – каталізують перетворення орг. сполук на їхні ізомери внаслідок внутрішньомолекулярних переміщень атомів.

6. *Лігази* – каталізують синтез складних органічних сполук із простіших.

Дію ферментів використовують у багатьох технологічних процесах галузей промисловості, виноробстві, силосуванні тощо.

1. *Вітаміни* – фізіологічно активні речовини з різною фізіологічною дією. Це коферменти, без яких не буває взаємодії ферменту і субстрату. Синтезуються лише рослинами. Відомо близько 40 вітамінів, які поділяють на водорозчинні (накопичуються в клітинному соці) та жиророзчинні (накопичуються в цитоплазмі).

2. *Фітогормони* – органічні сполуки, гормони, які виробляє протопласт рослинної клітини. Регулюють ріст, розвиток і розмноження клітин. Діють не безпосередньо, а через зміну обміну речовин. Утворюються в верхівках пагонів, переносяться в інші частини рослини і регулюють фізіологічні процеси.

Класифікація: ауксини, цитокініни, гіберіліни.

До фітогормонів належать інгібітори росту.

3. *Фітонциди* – комплекс органічних сполук, які мають бактеріцидну, антигрибкову, протистостатичну дію тощо.

Функція – регуляція мікробної флори повітря, підтримання стабільності біологічного середовища. Добувають антибіотики, що використовуються в медичній практиці і сільському господарстві.

Клітинна оболонка (стінка) – продукт життєдіяльності цитоплазми. Клітинна стінка є не тільки у рослинних клітин: вона є у грибів і бактерій, але тільки у рослин вона складається з целюлози.

Функція: захищає вміст клітини від пошкоджень та зовнішніх патогенів, надає певної форми клітині, бере участь у поглинанні і проведенні речовин, транспірації і виділенні речовин із клітини.

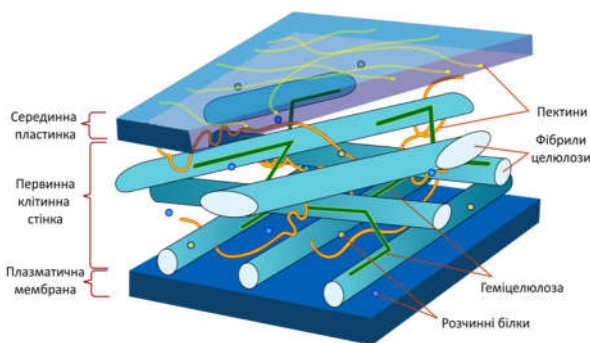
Як правило, оболонка безбарвна, прозора, легко пропускає сонячні промені, по ній може пересуватися вода з розчиненими низькомолекулярними речовинами. При відмиранні протопласту клітини оболонки часто зберігаються і клітини продовжують виконувати різні функції (клітини механічної і провідної тканин).

Складається із *серединної пластинки, первинної і вторинної оболонок*. В оболонці є пори, перфорації і плазмодесми.

Серединна пластинка – аморфний міжклітинний шар між первинними оболонками сусідніх клітин із пектинових полісахаридів. Утворюється під час поділу клітин, при тривалому кип'ятінні вони екстрагуються водою.

Первинна оболонка відкладається із середини клітини на серединну пластинку. Здатна до росту і потовщення. Основною складовою є целюлоза

$(C_6H_{12}O_6)_n$, розміщуються паралельно одна до одної і групуються по декілька десятків, утворюючи міцели. Складається із 100 целюлозних молекул. Полімолекулярні волокна – *мікрофібрили*, занурені у полісахаридний матрикс, основним компонентом якого є пектин. Мікрофібрили еластичні і міцні на розрив. Клітини тримаються разом і розділяють



желатинову мембрану, яка називається *проміжна ламелата* містить пектати (солі пектинової кислоти) магнію і кальцію. Клітини взаємодіють через плазмодесми, що з'єднують цитоплазми клітин крізь клітинні стінки. Основні вуглеводи, що складають первинну клітинну стінку, – целюлоза, геміцелюлоза і пектинові речовини. Тип хеміцелюлози в первинній клітинній стінці – ксилоглюкан.

Вторинна оболонка – додаткові шари, що відкладаються на первинну оболонку із сторони цитоплазми. Вона складається із мікрофібрил целюлози, розташованих у полісахаридному матриксі, із геміцелюлози і невеликої кількості пектину. У деяких типах клітин деяких рослин, після того як

досягається максимальний розмір або певна точка розвитку, між рослинною клітиною і первинною стінкою формується вторинна стінка. На відміну від первинної стінки, волокна вирівнюються здебільшого в одному напрямку, і з кожним додатковим шаром їх орієнтація злегка змінюється. Клітини з вторинними клітинними стінками дуже тверді. Міжклітинна взаємодія все ще можлива через отвори у вторинній клітинній стінці, що дозволяють плазмодермі проникати через обидві клітинні стінки.

Ріст клітинної стінки. Первинна оболонка має товщину 0,1-0,5 мкм. Побудова первинної оболонки та її ріст пов'язані із діяльністю органотидів (АГ) і плазмалемі. Ріст клітини супроводжується збільшенням об'єму. При цьому відбувається поверхневий ріст внаслідок вклинення нових міцел целюлози в клітинну оболонку між більш старими, що сприяє її розтягуванню. Такий ріст називається *інтусусцепція*.

Коли ріст клітин закінчується, клітинна оболонка може потовщуватися шляхом послідовного відкладання нових міцел целюлози в напрямку порожнини клітини і призводить до зменшення порожнини – *анозиція*.

Видозміни клітинної оболонки. До 30 % вмісту компоненту матриксу входить поліфенол лігнин, відкладання якого призводить до підвищення твердості оболонки, зникнення еластичності, зниження проникності для води, – *здерев'яніння*.

У клітинах надземних органів містяться мінеральні речовини (кремнезем або оксалат кальцію), які надають оболонці твердість і крихкість (у хвощів, осокових і злаків) – *мінералізація*. Оболонки клітин поверхневих органів можуть містити кути у вигляді плівки – *кутинізація*. При відкладанні жироподібної речовини суберину, що є сумішшю ефірів полімерних насичених і ненасичених жирних кислот – *окорковіння*. *Ослизнення* – оболонка вкривається слизом із целюлози і пектину.

Пора – непотовщена ділянка оболонки у вигляді заглибини, через них проходять плазмодесми. Виникають внаслідок нерівномірного потовщення первинної стінки (первинні порові поля), які характерні для оболонок меристематичних клітин.

Мацерація – процес роз'єднання клітин внаслідок руйнування міжклітинної речовини. Буває природна (у перестиглих плодів кавуна, груші, черешках листків перед листопадом); штучна мацерацію, яку проводять при промисловому виділенні волокон з прядивних культур (льону, конопель).

Питання для самоперевірки до лекції

1. На які групи поділені органели клітини за будовою мембрани?
2. Який фізичний та хімічний склад цитоплазми?
3. Назвіть шари цитоплазми та їх функції.
4. Які органели належать до немембранних, їх функції?
5. Які органели належать до одномембранних, їх функції?
6. Які органели належать до двомембранних, їх функції?
7. Як відбувається процес формування вакуолярної системи рослинної клітини?
8. Як формується вакуоля, біохімічний склад клітинного соку?
9. Яку роль відіграють різні групи пігментів рослинних клітин?

10. Які речовини належать до фізіологічно активних у рослинних клітинах?
11. Біохімічний склад та будова клітинної стінки?
12. Які вторинні зміни відбуваються з віком в клітинній стінці?

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 2. РОСЛИННІ ТКАНИНИ (ГІСТОЛОГІЯ). ВЕГЕТАТИВНІ ОРГАНИ

ЛЕКЦІЯ 3. РОСЛИННІ ТКАНИНИ. БУДОВА І ФУНКЦІЇ. ВЕГЕТАТИВНІ ОРГАНИ РОСЛИН. ФОРМУВАННЯ І БУДОВА

Визначення поняття «тканин». Класифікація тканин за функцією, формою клітин, консистенцією, походженням і анатомо-фізіологічними особливостями. Меристематичні тканини. Походження, будова і функції меристеми, особливості будови. Первинна і вторинна меристеми. Покривні тканини, їх походження, будова та функції. Основні тканини, їх типи, будова, функції. Класифікація. Механічні тканини, їх типи, особливості їх будови та значення. Провідні тканини, їх походження, структура, типи і значення. Видільні тканини, їх будова і функції. Господарське використання рослинних тканин.

Вегетативні органи рослин. Поняття про вегетативні органи рослин. Формування і будова. **Корінь.** Функції коренів. Морфологія кореня. Типи коренів. Коренева система. Зони кореня. Первинна будова кореня. Вторинне потовщення кореня. Будова коренеплодів. Метаморфози кореня. Симбіоз коренів з бульбочковими бактеріями. Мікориза, її види і значення в практиці сільського і лісового господарства.

Пагін. Поняття про пагін та його функції. Макроскопічна будова. Типи пагонів за будовою, розміщенням, призначенням. Ріст пагона. Закономірності розміщення листків. Метаморфози пагонів. Стебло. Визначення поняття і функції стебла. Макроскопічна та мікроскопічна будова. Первинна будова стебла двосім'ядольних рослин. Вторинна будова стебла. Типи будови стебла двосім'ядольних рослин. Будова стебла односім'ядольних рослин. **Листок.** Поняття і функція листка. Походження і розвиток листка. Морфологія листка, його частин. Типи листків. Формації листків. Жилкування. Мозаїчність. Гетерофілія. Мікроскопічна будова. Особливості будови листків злаків. Будова хвої. Метаморфози листка.

Тканина – сукупність клітин, подібних за походженням, будовою та функцією.

Формуються в процесі розвитку органів шляхом поділу клітин мітозом, їх росту і диференціації. Функції тканин виконують живі і мертві клітини. Розрізняються за формою клітин, функцією, тривалістю їх життя тощо.

Типи тканин

- за складністю: *прості* та *складні* (комплексні) – перидерма, флоема, ксилема, кірка.

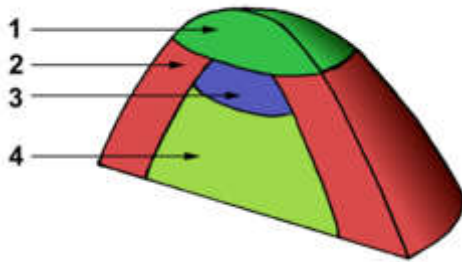
- за здатністю до поділу клітин: *твірні* (меристеми), і *постійні*. Виняток: основні тканини, первинні покривні, з яких в процесі росту можуть формуватися вторинні твірні тканини фелогені камбій).

- за ступенем диференціації: недиференційовані (твірні), напівдиференційовані (основні), диференційовані (механічна, покривні, провідна).

- за формою клітин: паренхімні і прозенхімні.
- за функцією: твірні (меристеми), покривні, видільні, основні (паренхіма), провідні, механічні (арматурні).

Твірна тканина (меристема)

Клітини зберігають здатність до поділу протягом всього життя. За походженням поділяють на первинні і вторинні, за положенням в організмі – верхівкові (*апикальні*), бічні (*латеральні*), вставні (*інтеркалярні*) та травматичні (*ранові*).



Склад: дрібні ізодіаметричні клітин. За функцією і формою клітини поділяються на ініціальні та похідні.

Ініціальні клітини першого ряду перетворюються в клітини кореневого чохла і **дерматоген**, з якого формується **протодерма**, а з неї **епіблема**.

Ініціальні клітини другого ряду формують **периблему**, а з неї основну меристему, яка диференціюється в клітини **первинної кори кореня**.

Третій ряд ініціальних клітин формує **плером**, з якого розвивається перицикл і прокамбій. Вони трансформуються в **стелу**.

Конус наростання пагона покритонасінних рослин містить два ряди ініціальних клітин, які входять до складу туніки, з яких складається **корпус**. Зовнішній шар клітин перетворюється на протодерму, яка є зачатковою епідермою. Із внутрішнього шару клітин туніки або із зовнішніх клітин корпусу утворюється основна меристема, з якої формуються запасуючі (асиміляційні) або первинні механічні тканини первинної кори. Ініціальні клітини корпусу дають початок **прокамбію**, із якого формуються клітини флоєми, ксилеми, механічних тканин, паренхіми, що є складовими центрального осевого циліндру або *стели*.

Первинні меристеми. Знаходяться в зародку насінини, утворюючи її первинну будову. До них належать конуси наростання кореня і пагона, перицикл, прокамбій та інтеркалярна меристема.

Прокамбій – бічна меристема, виникає з промеристеми конуса наростання стебла і кореня. Закладається в органі у вигляді окремих тяжів або суцільного кільця (пучковий і непучковий тип будови органу). Із нього → первинні провідні тканини (трахеї, трахеїди, ситовидні трубки, клітини-супутники), також камбій (при пучковому типі будови – пучковий камбій).

Перицикл – бічна меристема, яка оточує центральний циліндр → в первинній будові формує бічні корені, у вторинній будові – фелогені

міжпучковий камбій, у дводольних – луб'яні волокна і склеренхіма, луб'яні волокна і основна тканина.

Вторинна меристема з'являється в процесі росту органів рослин із клітин прокамбію та або живих паренхімних клітин, забезпечує вторинний ріст і формування вторинної постійної тканини та вторинної будови органів (камбій, пучковий, міжпучковий камбій і корковий камбій (фелоген)).

Фелоген (корковий камбій) – бічна меристема, з якої розвиваються вторинні покривні тканини – корок і кірка.

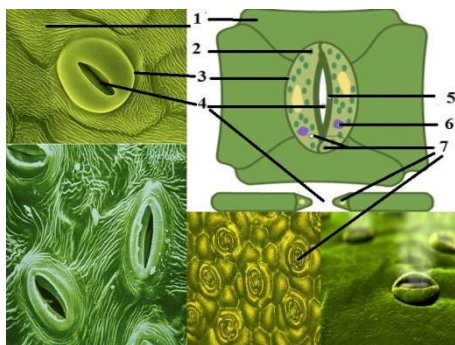
Камбій – бічна вторинна меристема.

Ранова меристема. За походженням вторинна. Виникає при механічному пошкодженні, утворюються з живих клітин, в результаті чого утворюється нарост паренхімної тканини (калюс). З часом на калюсі утворюється перидерма, а в глибині – інші постійні тканини.

Твірна тканина багата на фітогормони (цитокініни, ауксини), нуклеїнові кислоти, пуринові і пірамідинові основи, вітаміни (B1, B2, PP, E, каротиноїди), ферменти.

Покривні тканини

Функції: захисна і регулює виділення або поглинання речовин, світла, тепла органами рослин.



За походженням: первинна (епідерміс, епіблема), вторинна (корок або фелема), і третинна(кірка, або ритидом).

Первинна покривна тканина. Епідерміс – первинна покривна тканина листків, трав'янистих стебел, частин квіток, плодів. Складається з шару живих клітин і його похідних. Їх можна поділити на *основні (покривні), замикаючі і побічні*.

До похідних епідермісу належать кутикула, волоски та емергенци або шипи.

Епіблема або ризодерма – первинна покривна тканина кореня, одношарова, вкриває поверхню всисної зони кореня.

Функція: поглинання із субстрату воду і необхідні речовини; виділення в ґрунт, що покращують розчинення компонентів; створюють сприятливе середовище для м/о.

Вторинна покривна тканина – корок (фелема). Формується із вторинної латеральної меристеми – коркового камбія (фелогену). Корок – це покривна тканина переважно дерев'янистих стебел, а також провідної зони кореня вторинної будови в двосім'ядольних і голонасінних рослин.

Корковий камбій – шар здатних до поділу клітин, який утворюється з епідермісу, субепідермального шару або із глибших шарів кори. Функцію газообміну і транспірацію в корку виконують сочевички.

Третинна покривна тканини. Кірка (ритидом) – тканина дерев'янистих стебел і коренів, складний комплекс відмерлих клітин кори, який утворюється внаслідок багаторазового закладання фелогена і корку в більш глибоких шарах кори, клітини кори, що залишаються назовні від новоутвореного корку, відмирають.

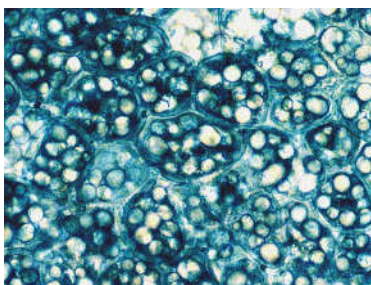
Основні тканина

Займають найбільший об'єм, захищені зовні покривними тканинами і пронизані провідними, механічними та іншими тканинами.

Клітинимаяють паренхімну будову; оболонка тонка, складається з целюлози, але нерідко потовщується і дерев'яніє. Обриси клітини різні, найчастіше – округло-багатокутні. Основна тканина багата міжклітинними просторами.

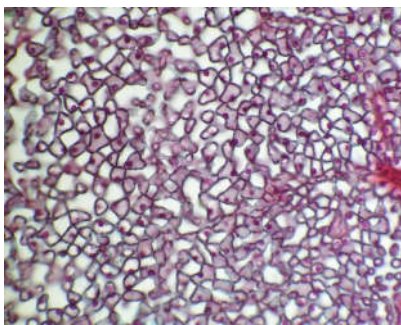
Основні тканини для усієї рослини, переважно, поживними тканинами. У них існують функціональні відмінності і, відповідно, вони поділяються на три різновиди основної тканини: *асиміляційну, запасуючу, повітроносну, водоносну*.

Водоносна тканина: будова і функції



Тканина побудована з великих клітин, що мають тонкі стінки. У вакуолях клітин міститься слизувата речовина, яка утримує вологу. Функції водоносної тканини полягають у запасанні вологу. Знаходиться в стеблах і листках таких рослин, як кактуси, агави, алое та інших, що ростуть у посушливому кліматі. Завдяки великій кількості тканини рослина може запастися водою на випадок тривалого посушливого періоду.

Повітроносна паренхіма



Клітини тканини знаходяться на відстані один від одного. Між ними знаходяться межклітинники, в яких знаходиться повітря. Функція цієї паренхіми полягає в забезпеченні клітини інших тканин рослини вуглекислим газом і киснем. Присутня в організмі болотних та водних рослин..

Поглинаюча паренхіма

Функції полягають у транспорті водних розчинів, які спочатку всмоктуються корневими волосками на закінченнях коренів, різних мінеральних речовин із ґрунту. П. паренхіма направляє ці розчини в центральну частину кореня, де вони потрапляють в спеціальну провідну систему. Розташована у всмоктувальній частині кореня.



Асиміляційна паренхіма складається з середніх за розміром клітин з тонкими стінками. Всередині клітин асиміляційної тканини у великій кількості знаходяться хлоропласти – органели, які відповідають за фотосинтез. Характеризується наявністю в клітинах значної кількості хлорофілових зерен. Головною функцією тканини є процес

фотосинтезу, утворення його первинних продуктів.

Паренхіма в листках нерідко не утворює однорідної тканини. У багатьох квіткових рослин вона розділяється на два різних, не пов'язаних між собою переходами шари. Один з них лежить під епідермісом верхнього боку листа і складається з витягнутих в довжину призматичних клітин, розташованих перпендикулярно до поверхні листа, – стовбчата (палісадна) паренхіма. Інший шар лежить з нижнього боку листка, відрізняється рихлістю через утворення великих міжклітинних просторів, – губчаста паренхіма, головна її функція – газообмін та транспірація (випаровування води).

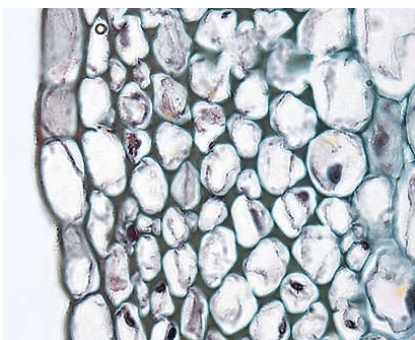
Запасаюча паренхіма пристосована до накопичення запасів поживних речовин (крохмаль; інсулін; цукри; олії тощо). Вона є у всіх органах насінневих рослин. Стінки клітин її нерідко потовщені (в деревині, в насінні).

Запасаюча тканина існує в насінні хлібних злаків, де відкладаються переважно крохмаль і білки; в насінні бобових, де відкладається значна кількість білків і крохмалю (горох, соя, люпин) або олії (арахіс).

Тканина властива бульбам і коренеплодам та кореневищам багатьох рослин, а також відведеним гілкам дерев і чагарникам, заповнюючись найчастіше крохмалем; в коренеплодах цукрових буряків вона запасє сахарозу.

У листках багатьох вічнозелених рослин (благородний лавр, маслина, падуб, магнолія) зовнішні клітини в певну пору року бувають заповнені великими крохмальними зернами. У клітинах паренхіми відкладаються і різні органічні сполуки: алкалоїди, глюкозиди, дубильні речовини, каучук в суміші зі смолами тощо. Практичне значення запасуючої паренхіми: вона є для нас джерелом різноманітної рослинної сировини.

Одна з властивостей основної тканини – її здатність перетворюватися за певних умов в тканину з клітинами, які діляться. Це має величезне практичне значення при розмноженні рослин відрізками; щеплення рослин; пошкодженнях тощо.



Механічні тканини. Складаються із групи спеціалізованих клітин, які надають міцності органам і самій рослині. Клітини можуть бути живими або мертвими, товстостінними, рівномірно або нерівномірно потовщеними, паренхімними або прозенхімними. За особливостями походження, будови, функції і розміщення в органах механічні тканини поділяють на *коленхіму, склеренхіму і склерейди*.

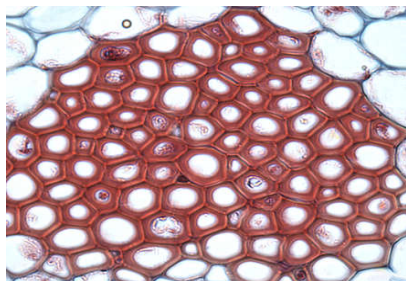
Коленхіма. В процесі еволюції утворилася з основної тканини. У ній може міститися деяка кількість хлорофілу. Коленхіма є тільки у *молодих рослин*. Вона знаходиться за покривною тканиною, вистилаючи окремі органи, іноді може розташовуватися глибше. Здатна виконувати функцію тоді, коли клітини зберігають тургор.

Всі клітини коленхіми безперервно ростуть і діляться, зберігаючи життєздатність до закінчення періоду вегетації. Існує 3 види коленхіми: пластинчаста (соняшник), кутикова (щавель, гречка, гарбуз); пухка (підбіл, беладона).

Коленхімою багаті листя і черешки, вона є в стеблі, оточуючи його циліндром. Всі клітини тканини живі і недеревовидні, тому вони не створюють перешкод для росту пагонів, листя і квіток.

Основні функції – опорна і фотосинтезуюча, перша здійснюється меншою мірою, оскільки більшою мірою підтримку забезпечує склеренхіма.

Склеренхіма утворюється з прокамбія, камбію і меристеми. Клітини

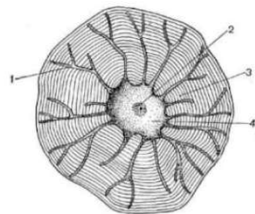
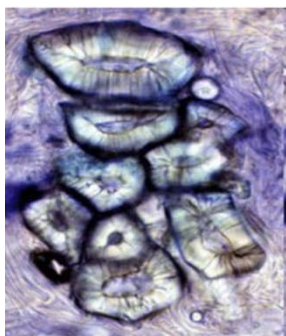


мають здерев'янілі оболонки, сильно потовщені з усіх боків, завдяки лігніну. Жива речовина протопласт. У міру дорослішання клітини воно відмирає. Функція: утворює міцний і цілісний каркас, який служить скелетом і допомагає рослинам переносити динамічні навантаження. У процесі фотосинтезу склеренхіма не бере участі.

Склеренхіма має високу міцність на злам. Структуру тканини утворює кілька типів клітин: либриформ; склереїда; волокно; структури в складі флоєми, ксилеми і провідних тканин.

Будова і розташування кожного типу розрізняються. Волокна – це прозенхімні структури з невеликою кількістю пор і здерев'янілими оболонками. Клітини витягнуті в довжину і мають загострені кінці. Волокна сконцентровані в черешку, серединній частині кореня, стеблі, міжвузлях.

Луб'яні волокна знаходяться в периферійній частині рослин і є складовою частиною кори (лубу, флоєми). Клітини довгі (5-300 мкм), з потовщеними



оболонками, які найчастіше складаються з целюлози та пектинових речовин, розміщуються групами вздовж органів рослини.

Первинні луб'яні волокна утворює **прокамбій**. *Вторинні луб'яні волокна* утворює **камбій**, вони тонші і коротші від первинних луб. волокон.

Деревинні волокна (либриформ) входять до складу ксилеми або деревини.

Клітини короткі (до 5 мкм завдовжки), загострені по кінцях, оболонки потовщуються за рахунок лігніну.

Склереїди або кам'янисті клітини – група мертвих клітин паренхімної форми з потовщеними, здеревілими і мінералізованими кремнеземом або вапном оболонками, в яких є порості і розгалужені пори. Форми клітин: *астросклереїди, брахісклереїди та остеосклереїди*.

Склереїди формуються зі звичайних клітин: протопласт поступово відмирає, а оболонки товщають, при цьому відбувається їх здерев'яніння. Склереїди утворюються з паренхіми і первинної меристеми. Частина рослини, в яких присутні склереїди: кісточка плодів; кістянки ягід; горіхова шкаралупа.

Завдяки склереїдам рослинні організми добре переносять температурні перепади, протистоять бактеріям і грибам, відновлюються після пошкодження тваринами. У комплексі з іншими видами тканинних структур склереїди формують механічний каркас, що відрізняється високою стійкістю.

Провідні тканини

У вищих судинних рослин частина вегетативного тіла знаходиться в ґрунті (корені), а частина – в повітрі (пагони та їх похідні). Корені добувають з ґрунту воду й елементи ґрунтового живлення. Листки із повітря поглинають CO₂ і за рахунок енергії світла здійснюють фотосинтез. Речовини, поглинуті і утворені різними частинами рослини, перерозподіляються в її тілі за допомогою провідної тканини. Від коренів починається *висхідний потік* води і речовин, який здійснюється по трахеїдам і трахеям (судинам). Від листків до кореня і генеративних органів по ситоподібним трубкам або ситоподібних клітинах здійснюється *нисхідний рух* переважно органічних речовин. Рух води здійснюється мертвими, рух органічних речовин – живими провідними тканинами.

Судини (трахеї) – із звичайних паренхімних клітин під конусом наростання, внаслідок розсмоктування поперечних перегородок клітин.

Трахеїди – одноклітинні еволюційно старші провідні елементи ксилеми у вигляді довгих мертвих прозенхіми цих клітин із скошеною поперечною оболонкою. Довжина у покритонасінних рослин – 0,5-1,0 мм, у голонасінних – до 4 мм. Сполучаються між собою за допомогою пор на скошених кінцях.

Ситоподібні клітини – довгі (1,5-4,8 мм) клітини з загостреними кінцями і ситоподібними полями на бічних стінках.

Ксилема – комплексна провідна тканина, до складу якої входять провідні (судини і трахеїди), паренхімні та механічні гістологічні елементи.

Флоема – комплекс провідних, паренхімних та механічних елементів, по яких пересуваються органічні речовини від листків до коренів.

Провідні пучки: визначення, класифікація, типи і характеристика.

Залежно від взаєморозташування в пучку флоєми і ксилеми розрізняють колатеральні, біколateralні, концентричні та радіальні судинно-волокнисті пучки. Провідні тканини ксилема та флоєма зібрані у відповідні групи, які називаються судинно-волокнистими пучками. Утворюються судинно-волокнисті пучки з прокамбію, який до центра відкладає первинну ксилему, а назовні – первинну флоєму. Первинна ксилема складається з протоксилеми і метаксилеми, а первинна флоєма з протофлоєми і метафлоєми. Протоксилема і

протофлоема – це недовговічні тканини, метаксилема і метафлоема – довговічні і становлять первинну флоему судинно-волокнистого пучка. На певних етапах розвитку в судинно-волокнистих пучках утворюється вторинна твірна тканина – камбій, який відкладає назовні вторинну флоему, а до центру вторинну ксилему.

Колатеральні пучки – в них флоема і ксилема розташовані в одному радіусі, причому флоема завжди розташована назовні, а ксилема прилягає до неї з внутрішнього боку. Залежно від присутності або відсутності камбію у судинно-волокнистому пучку розрізняють *закриті і відкриті судинно-волокнисті пучки*. Якщо в провідному пучку немає камбію, він називається *закритим* (однодольні рослини). Якщо у провідному пучку є камбій, який міститься між флоемою і ксилемою, то він називається *відкритим* (дводольні рослини). За рахунок твірної діяльності камбію утворюються вторинні провідні тканини. *Біколлатеральний пучок* – відкритий коллатеральний пучок, в якому з внутрішнього боку розташовується додаткова ділянка флоєми (стебла гарбузових, пасльонових). *Концентричні пучки* – закриті пучки, в яких флоема оточує ксилему, або навпаки. Характерні для таких рослин як півники, конвалія та ін. однодольні. *Радіальні пучки* – флоема і ксилема розташовані в різних радіусах.

Видільні тканини

Рослинні клітини продукують багато речовин, які є побічними продуктами обміну і рослиною не використовуються. Вони виводяться спеціальними утвореннями – видільними тканинами, які виводять речовини, а також накопичують в організмі у формі відносно нешкідливих для організмів речовин, які є матеріалом для синтезу нових речовин.

Виділення речовин буває: *активним* (спеціальні залозисті клітини – вода, солі, цукри, слизисті речовини, Е, ефірні олії); *пасивним* (разом із відмерлими клітинами та органами – листки, кореневий чохлик – амінокислоти, вуглеводи, вітаміни, алкалоїди, глікозиди).

Шляхи виділення речовин:

1. екструзія – (пухирці АГ підходять до плазми леми, зливаються з нею і вивільнюють свій вміст крізь кл. оболонку);
2. активний транспорт речовин через цитоплазму;
3. фільтрація за градієнтом концентрацій.

Зовнішні секреторні структури розміщуються на поверхні (залозисті волоски, залозисті лусочки, залозки, оофори, нектарники, гідатоци); продуктами зовнішньої секреції є ефірні олії, нектар, вода тощо.

Внутрішні видільні тканини: секреторні ідіобласти, залозисті клітини (вмістилища), видільні ходи, молочники, поодинокі видільні клітини, накопичують чують й лізигенні вмістилища; продуктами внутрішньої секреції є дубильні речовини смоли, ефірні олії тощо.

Видільні тканини зовнішньої секреції

- *Залозисті волоски.* Утворюються з клітин епідерми. В них накопичуються і виводяться з тіла рослини у зовнішнє середовище різноманітні екскреторні речовини в газоподібному, рідкому й твердому вигляді.

- *Нектарники* – залозки, виділяють на поверхню органа розчин вуглеводів. Видільні клітини нектарників мають густу цитоплазму і високий рівень обміну речовин.

- *Гідатоди* – водяні продихи, зосереджені по краю листка, переважно на верхівках зубчиків.

Видільні тканини внутрішньої секреції:

– *Молочники* – живі клітини з цитоплазмою, багатьма ядрами і вакуолею, що виповнена *молочним соком (латексом)*. Стінка складається з целюлози. *Членисті* молочники утворюються в результаті руйнування поперечних стінок у вертикального ряду клітин, *нечленисті* виникають внаслідок розростання спеціальних клітин зародка. Молочники розташовані або у флоемі, або пронизують усі органи тіла (стебло, корінь, листок). Вони виконують не лише видільну, а й провідну і запасуючу функції. У різних рослин склад латексу дуже різноманітний. З екскреторних речовин він часто містить каучук, таніди, алкалоїди, смоли тощо; із запасних – крохмаль, цукри, білки, жирну олію. Колір латексу білий або оранжево-червоний. Молочники характерні лише для деяких груп рослин, наприклад складноцвітних, макових, молочайних та інших.

Видільні клітини. Розсіяні серед клітин інших тканин. З накопиченням екстракту, протопласт клітин відмирає, а на стінку клітини зсередини відкладається суберин, який ізолює отруйні речовини від оточуючих клітин. Видільні клітини є в листках чаю, лавра, у кореневищах бадана.

Схізогенні і лізигенні вмістища. В них накопичуються і зберігаються багато кінцевих продуктів життєдіяльності, які не беруть участі в обміні речовин. Вони округлої або каналоподібної форми і різні за розмірами. *Схізогенні* вмістища формуються з міжклітинників, які утворюються в результаті розсування клітин. Живі клітини, що прилягають до вмістища, стають епітеліальними і виділяють у порожнину вмістища екскреторні речовини. Схізогенні вмістища характерні для голонасінних, в яких в смоляних ходах накопичується бальзам – розчин смол в ефірних оліях.

Лізигенні вмістища утворюються в результаті розчинення групи клітин, виповнених екскреторними речовинами. Вони характерні для цитрусових.

Органи рослин поділяють на *вегетативні* і *генеративні*. Тіло рослин складається з *вегетативних органів*, які виконують основні функції життєдіяльності (корінь, стебло і листок). Стебло з листками (бруньками) називається пагоном.

Генеративні (репродуктивні) органи – є органами статевого і нестатевого розмноження (квітка, суцвіття, плід, насінина).

Для органів рослин характерні закономірності:

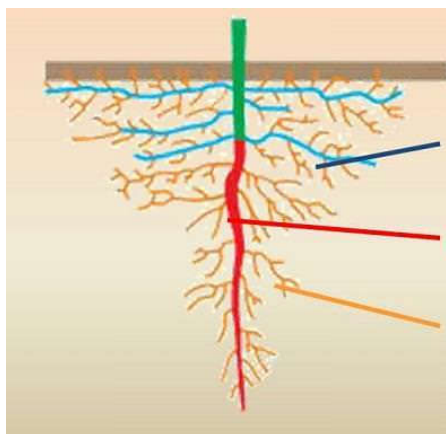
- *полярність; геотропізм і геліотропізм; симетрія; метамерія; кореляція.*

Видозмінені (метаморфізовані) органи – органи, в яких під дією навколишнього середовища або в зв'язку з виконанням певної функції відбулася спадково закріплена різка зміна форми.

Метаморфозовані органи гомологічні і аналогічні.

Аналогічні органи – (від грец. *analogia* – подібність) – органи рослини, які виконують однакову функцію і подібні за зовнішніми ознаками, але різні за походженням (напр., колючка барбарису – видозмінений листок, а колючка глоду – пагін).

Гомологічні органи – (від грец. *homologia* – відповідність) – органи, які спільні за походженням, але відрізняються між собою за формою та функціями (напр., колючка глоду, кореневище купини, бульба картоплі, стрілка цибулі).



КОРІНЬ - *осьовий підземний вегетативний орган спорофіта судинних рослин, який характеризується необмеженим верхівковим ростом, радіальною симетрією, позитивним геотропізмом, здатний до метамерії.*

Функції:

1. Закріплення рослин в ґрунті;
2. Поглинання з ґрунту води і розчинених мінеральних речовин;
3. Первинні перетворення ряду поглинутих речовин і синтез органічних сполук.
4. Місце відкладання запасних орг. речовин (коренеплід моркви);
5. Орган вегетативного розмноження.

Різноманітність коренів:

За походженням – *головний, бічні; додаткові* корені. Всі метаморфози коренів є додатковими.

Типи кореневих систем:

Стрижневая к.с. (соняшник, петрушка).

Мичкувата к.с. (пшениця, кукурудза).

Мішана к.с. (помідори, перець, капуста, огірки, гарбузи).

Метаморфози коренів

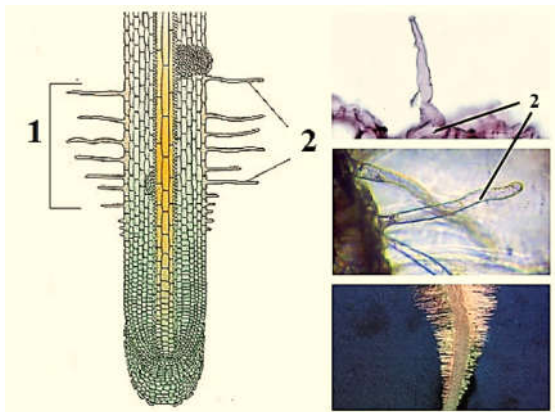
Багато рослин в процесі еволюції пристосувалися до умов існування, змінили свою форму, розміри, загальний вигляд. В одних випадках зміни пов'язані з відкладанням в коренях запасних поживних речовин, в інших – з пристосуванням рослин до умов існування.

Метаморфози коренів – зміни форми й будови кореня, які виникли в процесі історичного розвитку в зв'язку із зміною функцій. Ці зміни передаються по спадковості. Розрізняють такі метаморфози коренів: коренеплоди – видозміна головного кореня (моркви, редиски, петрушки, селери), кореневі шишки – видозміна бічних і додаткових коренів (коренебульби жоржин, пшінки, батату), корені-причіпки плюща, винограду п'ятилисткового, корені-присоски (гаусторії повитиці), опорні корені

кукурудзи, втягуючі корені цибулі, дихальні болотного кпарису, повітряні корені орхідей, кореневі бульбочки з азотофіксуючими бактеріями, мікориза – симбіоз із грибами.

Анатомія кореня

Будова кінчика кореня: кореневий чохлак, який захищає корінь від пошкоджень і не входить до жодної зони кореня. Клітини сильно вакуолізовані, регулярно злущуються та замінюються на нові. Під ним знаходиться апікальна меристема (апекс або конус наростання);



I – зона ділення (поділу) складається із клітин твірної тканини та забезпечують верхівковий ріст кореня. Довжина зони становить 1-3 мм.

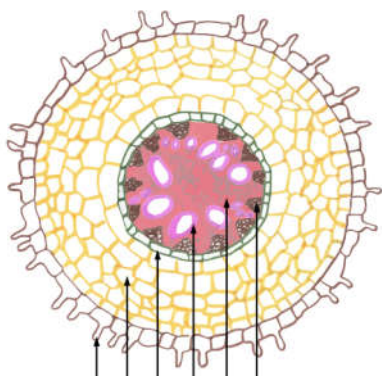
II – зону росту і розтягнення складається з клітин, які вже не діляться, а набувають постійної форми, розтягуються. Таким чином корінь росте в довжину. Разом із зоною поділу утворює *зону росту*.

III – Зона всмоктування або поглинання, зона корневих волосків – На цій ділянці клітини епіблеми утворюють одноклітинні вирости – кореневі волоски. Вони збільшують поглинальну поверхню кореня та всмоктують воду з розчиненими в ній мінеральними речовинами. Довжина цієї зони становить близько 1,5-2 см. Кореневі волоски живуть в середньому 10-20 діб, а потім відмирають і злущуються. Зона всмоктування постійно переміщується, адже корінь росте і всі його ділянки просуваються вглиб субстрату.

IV Зона бічних коренів або зона галуження – найдовша зона кореня. На цій ділянці з'являються бічні корені, які утворилися із клітин перициклу і закріплюють рослину в ґрунті. У провідній зоні з'являються транспортна та механічна тканини.

Анатомічна будова кореня в зоні всмоктування

Первинна будова кореня складається із клітин епіблеми, яка дає кореневі волоски; первинної кори, яка складається із трьох шарів: (екзо-, мезо-, ендодерма) та центрального циліндра. *Екзодерма* розташовується безпосередньо під епіблемою та зазвичай побудована з зкорковілих клітин. *Мезодерма* розташована глибше та відрізняється від інших шарів великими міжклітинниками. Основні функції мезодерми – газообмін, запасання та синтез органічних речовин. *Ендодерма* – це один ряд клітин, що оточує центральний циліндр (стелу).



Зовнішній шар центрального циліндру – перицикл – дає початок бічним кореням. В середині центрального циліндру знаходяться транспортна та механічна тканини. Транспортна тканина представлена судинами, з яких формується ксилема, та

ситоподібними трубками, з яких формується флоема. По судинах вгору транспортуються неорганічні речовини, тобто вода та мінеральні сполуки, а по ситоподібних трубках вниз транспортуються органічні речовини, що утворюються в результаті фотосинтезу.

Вторинна будова кореня.

У більшості дводольних рослин первинна будова замінюється на вторинну, формується з первинної у результаті діяльності вторинних меристем - камбію і фелогену.

Етапи формування вторинної будови кореня:

1) пучковий камбій, клітини яких діляться тангентально відкладає назовні від камбія вторинну флоему, а всередину – вторинну ксилему.

2) Міжпучковий камбій в результаті поділу клітин утворює серцевинні промені (паренхімні клітини), які розміщуються радіально.

3) Кільце камбію.

4) Із камбію формується вторинна твірна тканина – фелоген.

5) При поділі клітин фелогену формується корок.

6) Первинна кора окорковіє і відмирає. В результаті корінь перестає виконувати функцію поглинання речовин із ґрунту, відлущується («линяння кореня»), і виконує лише функцію закріплення рослини в ґрунті.

7) Між вторинною флоемою і ксилемою розміщуються клітини пучкового камбію, які утворюють 4 колатеральні пучки, які розмежовані радіальними променями паренхіми.

Третинна будова кореня характерна для буряка, моркви, редьки. Починається із появи додаткового камбіального кільця, який утворюється із шару паренхіми, який утворений поділом клітин первинної флоєми і перициклу. Це третинний камбій, який утворює третинні колатеральні провідні пучки.

ПАГІН – стебло з розміщеними на ньому листками, бруньками, вузлами і міжвузлями.

Стебло – надземний осьовий орган з негативним геотропізмом, позитивним геліотропізмом, радіальною симетрією, необмеженим верхівковим ростом.

Для пагона характерні такі елементи:

- підсім'ядольне коліно (гіпокотіль) – частина пагона між коренем і сім'ядолями;
- сім'ядолі – зародкові листочки, часто виконують функцію листків до появи справжніх листків;
- надсім'ядольне коліно (епікотиль) – частина пагона між сім'ядолями і справжніми листками;
- примордіальні листки – перші справжні листки;
- верхівкова брунька.

Функції – місце нагромадження поживних речовин, орган вегетативного розмноження

Вузол – ділянка стебла, де прикріплені листки.

Міжвузля.

Пазуха листка з пазушними бруньками.

Класифікація бруньок:

- За функціями – вегетативні, генеративні або квіткові, мішані.
- За положенням: верхівкові і бічні (пазушні);
- За розміщенням: поодинокі, серіальні, колатеральні;
- За станом: активні або зимуючі, сплячі, вовчки, адвентивні або додаткові.

- За довжиною міжвузля: укорочені (плодушки, розетки), нормальні (слив, ліщина, горох), видовжені (вовчки або водяні пагони).

- За положенням у просторі: - пряморослі, висхідні (спориш, верес, вероніка лікарська), витке (ліани – хміль, квасоля, актинідія до 300 м), чіпкі (дикий виноград, плющ), повзучі (гарбузи), лежачі (диня), батого і вуса (суниці).

- Безлисте стебло, яке несе квітку або суцвіття – стрілка (цибуля, первоцвіт), частина стебла з укороченими міжвузлями – прикоренева розетка.

- За формою: округле, циліндричне; виповнене і порожнисте (соломина);

- За поперечним зрізом: чотиригранні (глухокропивні), тригранні (осокові), багатогранні (селерові), плоскі (опунція), сплюснені (плавун), крилаті (чина лісова), цистерно подібні (каванелезія).

- За тривалістю вегетації: однорічні (хлібні злаки, горох, льон тощо), дворічні (капуста, морква, буряк, петрушка), багаторічні (тау-сагиз, півники, подорожник, дерева).

- За типом галуження пагонів: дихотомічне (плауни, водорості); несправжньодихотомічне (бузок, зірочник), моноподіальне (ялина, смерека), симподіальне (яблуня, слива, помідор).

Метаморфози пагонів: бульба і столони картоплі, кореневище півників і пирію, цибулина цибулі, бульбоцибулина гладіолуса, вусик винограду, колючка пагонового походження груші, кладодій аспарагуса, філокладій рускуса

Листкорозташування: почергове (спіральне); супротивне; мутовчасте.

Анатомічна будова стебла

Із тканин конусу наростання формується первинна покривна тканина епідерміс та первинна кора. Внутрішні клітини корпусу – формують центральний циліндр. Три блоки тканин виникають із двох блоків – туніки і корпусу. Первинна будова стебла характерна для односім'ядольних рослин протягом всього життя та для двосім'ядольних і голонасінних рослин на перших етапах розвитку.

Теорія туніки і корпусу Шмідта

Будова: епідерміс, первинна кора, центральний циліндр.

Особливість: у стеблі збільшується кількість механічних тканин, провідні пучки колатеральні, високий ступінь паренхімізації.

Будова стебла однодольних рослин

Кукурудза має стебло виповнену соломину. Ззовні вкрите епідермісом, під яким розміщується шар хлорофілоносної паренхіми, що утворює паренхіму

первинної кори, центральний циліндр із перициклічних луб'яних волокон, основної паренхіми, провідні пучки закриті колатеральні, розміщені хаотично і оточені склеренхімним кільцем.

У багатьох злаків (пшениця, овес, ячмінь) стебло пористе – **соломина**. Склеренхіма має вигляд зубчастого колеса, між якими розташовується хлорофілоносна паренхіма з продиговою порожниною і продигом в епідермісі.

Провідні пучки розміщені двома колами, колатеральні закриті

Будова стебла двосім'ядольних рослин. Первинна будова стебла триває лише в молодому стані, в стадії першої пари зародкових листків: епідерміс; первинна кора (коленхімою, багатошарова паренхіма первинної кори, ендодермою (крохмаленосною піхвою), центральний циліндр (перицикл, шар паренхіми, провідні пучки, розміщені колом), провідні пучки відкриті колатерального типу, серцевина.

Вторинна будова стебла: епідерміс з кутикулою, первинна кора із коленхіми, паренхіми кори і ендодерми; центральний циліндр, в периферійній частині якого в паренхімі знаходяться відкриті колатеральні провідні пучки.

Пучковий тип будови стебла (кырказон)

Пучковий тип – прокамбій закладається в конусі наростання у вигляді прокамбіальних тяжів, які розміщені правильним колом по периферії центрального циліндра → первинна ксилема, первинна флоема, камбій між ними. Із якого вторинна флоема і в. ксилема.

Перехідний тип будови стебла

Міжпучковий камбій відчленовує не паренхіму серцевинних променів, а флоему назовні і ксилему до центра. → ксилемні неповні пучки. В процесі розвитку зникаються із сусідніми, утворюючи суцільні циліндри флоєми, камбію та ксилеми або камбію і вторинної ксилеми.

Безпучковий тип будови стебла

Характерний для дерев, кущів, деяких трав'янистих рослин (льон, конопля). Прокамбій закладається у вигляді суцільного циліндра. Прокамбій утворює три суцільні блоки – первинну ксилему, камбій та первинну флоему.

Епідерміс з численними порами. Первинна кора з хлорофілоносною паренхімою. Внутрішній шар – ендодерма (крохмаленосна піхва).

Центральний циліндр, на периферії якого первинні луб'яні волокна, перициклічного і флоємного походження.

ЛИСТОК – бічний плагіотропний вег. орган, обмежений в рості, із основною функцією фотосинтезу, транспірації та дихання. Виник в ході еволюції двома шляхами:

– як виріст зовнішніх тканин конуса наростання стебла (дрібні шиловидні листки у плаунів);

- внаслідок сплюснення і зростання осей (теломів, які ще не були диференційовані на вег. органи – великі листоподібні пагони папоротей).

Тривалість життя. Листки більшості квіткових рослин живуть протягом кількох теплих місяців року. В однорічних видів відмирають разом з іншими надземними частинами. У одних багаторічних дерев'янистих рослин листки

можуть повністю опадати в певну пору року, в інших – кожен листок живе кілька років. Рослини, листки яких розвиваються протягом одного вегетативного сезону і щорічно з настанням несприятливих умов опадають, називають листопадними.

Листки вічнозелених рослин живуть 1-15 років. Відмирання частини старих і утворення нових листків відбувається постійно, дерево здається вічнозеленим (хвойні, цитрусові).

Біологічним пристосуванням рослин до захисту від випаровування є листопад. З опалим листям видаляються непотрібні продукти обміну речовин з рослини.

Функції листка: фотосинтез; транспірація; газообмін; вегетативне розмноження; нагромадження поживних речовин, води, мін. солей, алкалоїдів, глікозидів, танідів, ефірної олії; вловлювання комах (росички, мухоловки, непентес); для чіплення (вусики гороху); для захисту (колючки кактусів); виділяють отруйні речовини.

Частини листка. Черешок, листкова пластинка, прилистки. Для однодольних характерна така будова листка: піхва, листкова пластинка, на границі яких- піхва.

За способом прикріплення бувають сидячі і черешкові:

Формації листків: низові; серединні; верхівкові.

Листки бувають: прості і складні.

Прості листки класифікують:

- за характером прикріплення до стебла (черешкові, сидячі, стеблообгортні, пронизані, збігаючі)

- за формою листкової пластинки, (співвідношення між довжиною і шириною та положення найширшої частини пластинки): широкояйцеподібні (тополя чорна), округлі (осика), оберненоширокояйцеподібні (ліщина), яйцеподібні (бузок), овальні (черемха), ланцетні (верба), довгасті (верба біла), обернено ланцетні (королиця біла), лінійні (пирій), голчасті (сосна).

- за формою основи – округла (граб), серцеподібна (липав), клиноподібна (береза), списоподібна (березка польова), стрілоподібна (стрілолист);

- за формою верхівки – тупі (копитняк), гострі (верба), загострені (тополя чорна), гострокінцева з колючкою (осот польовий), виїмчасті (гінкго дволопатева);

- за формою краю листкової пластинки – цілокраї (бузок), зубчасті (кропива, шовковиця), пильчасті (груша, верба), двоякопильчасті (фіалка), виїмчасті (кульбаба лікарська), звивисті тощо.

- за ступенем почленування листкової пластинки: лопатеві (виїмка по краю пластинки досягають чверті ширини, але не більше третини), роздільні (виїмки по краю пластинки перевищують половину її ширини), розсічені (виїмки доїдають до головної жилки).

- за жилкуванням: дихотомічне (вилчасте) – гінкго дволопатева; паралельножилкові – злаки, осоки; дугожилкові – конвалія; пальчастожилкові – клен гостролистий; перистожилкові – груша, слива.

Складні (до загального черешка – рахісу прикріплені кілька окремих простих листочків, що мають свої, інколи непомітні черешки).

Анатомічна будова листків. Листок має клітинну будову. Зверху та знизу листок вкритий клітинами епідермісу з живих безколірних клітин і захищає внутрішні частини від висихання, механічних ушкоджень. Клітини епідермісу вкриті кутикулою, яка виконує захисну функцію. Між безбарвними клітинами містяться продихи, які складаються з двох замикальних клітин бобоподібної форми з нерівномірно потовщеними стінками і продихової щілини. Вони регулюють швидкість газообміну та випаровування води листком.

Розташовуються на нижньому боці листка, але бувають і на верхньому, іноді розподілені рівномірно (кукурудза), у водних рослин - лише на верхній поверхні листка. Кількість продихів на 1 мм² - 100-300 і більше. Між верхнім і нижнім епідермісом розташовується мезофіл. Клітини стовпчастої паренхіми видовжені і розміщені перпендикулярно до поверхні листка. Нижній шар утворює губчасту паренхіму. Основна функція стовпчастої тканини – фотосинтез, губчастої – крім фотосинтезу ще запасання поживних речовин, транспірація і газообмін.

Мезофіл пронизана густою сіткою судинно-волокнистих пучків. У найдрібніших розгалуженнях жилок зовсім відсутня флоєма, спрощується і ксилема - в ній немає трахей, залишається невелика кількість трахеїд.

1. ***Різнорідномезофільний (гетеротропний) тип*** (двосім'ядольні рослини). Складається із тканин: *асиміляційної, покривної, провідної і механічної*. У деяких видів і *видільні* тканини. В листку виділяють епідерміс, мезофіл та провідні пучки.

2. ***Однорідномезофільний (ізолатеральний, гомеотипний) тип*** (однодольні). Листок рівномірно освітлюється, тому мезофіл однорідний, – стовпчаста тканина, продихи знаходяться на верхньому боці листка, оточені моторними клітинами.

3. ***Складчастий тип (голонасінні)***

Хвоїнки – голчастий листок хвойних дерев. – мають тривалий період життя. Ксероморфна будова листків голонасінних: товстостінний епідерміс, гіподерма, глибоке залягання продихів, складчастий мезофіл, смоляні ходи, один шар крохмаленосних клітин ендодерми, під нею трансфузійна паренхіма, в яку занурені два провідних пучка.

Видозміни листків

До видозмін органів рослин належать: колючки, приквітки, покривні луски бруньок, сухі і соковиті луски цибулини; сукуленти, вусики, філодії; сім'ядолі, листки комахоїдних рослин.

Питання для самоперевірки до лекції

1. Дайте визначення терміну «тканина»?
2. Як класифікують тканини?
3. Яка будова клітин меристеми і їх типи?
4. Які типи покривної тканин та її функції? Які типи основних тканин, їх будова та функції?

5. Яке значення мають покривні, твірні та основні тканини для сільськогосподарського виробництва?
6. Яку роль у рослині відіграють механічні тканини?
7. Які види механічних тканин мають живі клітини та здатні до фотосинтезу? Де вони знаходяться?
8. Як використовує людина механічні тканини?
9. З чого складається висхідний потік речовин і по якій тканині він рухається?
10. З чого складається нисхідний потік речовин і по якій тканині він рухається?
11. З яких елементів складається судинно–волокнистий пучок?
12. За якими ознаками відрізняється відкритий провідний пучок від закритого?
13. Яка функція видільної тканини? Чим відрізняються схізогенні вмістилища від лізігенних?
14. Молочний сік, що виділяють рослини кульбаби лікарської утворюється у яких вмістилищах?
15. Назвіть вегетативні органи рослин.
16. Яка морфологічна будова пагона проростка рослин?
17. Чим відрізняється стебло однодольних від стебла дводольних рослин?
18. Які типи анатомічної будови стебла характерна для однодольних рослин?
19. Які типи анатомічної будови стебла характерна для дводольних рослин?
20. Які існують видозміни пагонів, їх функції?
21. Яку роль відіграє листок? Що таке гетерофілія? Наведіть приклади.
22. Поясніть термін «фармація листків». Які морфологічні особливості простого і складного листка?
23. Які типи анатомічної будови листка? Які існують видозміни листків, їх функції?

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 3. СИСТЕМАТИКА РОСЛИН

ЛЕКЦІЯ 4. НИЖЧІ СПОРОВІ РОСЛИНИ. ЦИКЛИ РОЗВИТКУ НИЖЧИХ СПОРОВИХ РОСЛИН

Зміст і завдання систематики рослин. Системи рослинного світу. Таксономічні одиниці (таксони). Бінарна номенклатура К. Ліннея. Вид і внутрішньовидові таксони. Сучасна формальна класифікація організмів. Поняття про вищі і нижчі рослини.

Неклітинні доядерні організми. Віруси і фаги. Прокаріоти. Царство Дроб'янки (Монера, Прокаріота). Відділ Бактерії. Відділ Ціанобактерії.

Водорості. Особливості будови водоростей. Екологічні групи водоростей. Класифікація. Підцарство Червоні водорості (Багрянки), особливості будови, спосіб життя, розмноження, основні представники, їх значення. Підцарство Справжні водорості. Основні відділи водоростей. Особливості будови, живлення, розмноження, їх поширення в Україні та на Земній кулі. Значення водоростей.

Відділ Лишайники. Лишайники як комплексні (симбіотичні) організми. Класифікація їх за морфологічною структурою талому: накипні, листоваті, куцисті. Мікроскопічна будова талому і його типи: гомеомерна, гетеромерна. Будова апотеція. Способи розмноження. Сорезії, ізидії. Класифікація лишайників: Сумчасті і Базидійні лишайники. Значення лишайників.

Систематика рослин – одна з найдавніших біологічних наук, яка вивчає різноманітність рослинного світу, виявляє, описує, класифікує рослини, дає їм назву, встановлює шляхи еволюції і родинні взаємозв'язки. Завданнями сучасної систематики є виявлення, опис, класифікація і групування рослин у

систему, яка необхідна не лише дослідникам, а й господарським працівникам. При виконанні цього завдання дослідники користуються даними таких наук, як еволюційне вчення, морфологія, анатомія, біохімія, фізіологія рослин.

Сучасна систематика включає кілька тісно пов'язаних між собою розділів, основними з яких є таксономія, номенклатура і філогенетика. *Таксономія* – це теорія і практика класифікації організмів. Термін «таксономія» був впроваджений у 1813 р. швейцарським ботаніком О. Декан্ডолем. У перекладі з грецької мови «таксіс» означає стрій.

Класифікація рослин – це розподіл усіх відомих рослин виходячи з їх схожості і різниці за певною системою супідрядних категорій.

Номенклатура – це назва таксонів рослин, грибів і прокаріот. Головною засадою формування номенклатури рослин є принцип пріоритету, тобто прийняття назви рослини за найранішою публікацією.

Філогенетика встановлює спорідненість видів в історичному розрізі і визначає історичний розвиток як окремих систематичних груп, так і світу живих організмів у цілому. Побудова системи рослин неможлива без твердо встановлених систематичних одиниць – таксономічних категорій і таксонів. Таксономічні (систематичні) категорії – це певні абстрактні ранги, або рівні в класифікації. Основними таксономічними категоріями вважаються: *вид*(species), *рід*(genus), *родина*(familia), *порядок*(ordo), *клас*(classis), *відділ*(divisio), *царство*(regnum).

Сучасні системи рослин, тварин, грибів і тварин ієрархічні.

Вид Пшениця м'яка

Рід Пшениця

Родина Тонконогові **ceae**

Порядок Тонконогоцвіті **ales**

Клас Однодольні **psida**

Відділ Квіткові **phyta**

Підцарство Вищі рослини **bionta**

Царство Рослини **Plantae**

Надцарство Ядерні організми **Eucaryota**

Найвищим таксоном є відділ, найнижчим – вид.

Вид – сукупність популяцій особин, здатних до схрещування з утворенням плідних нащадків, які населяють певну територію (ареал), мають низку спільних морфо- та фізіологічних ознак і типи взаємовідносин з абіотичним і біотичним середовищами і відокремлені від інших таких же груп особин несхрещуваністю в природних умовах.

К. Лінней запропонував бінарну номенклатуру.

Обов'язкові положення ботанічної номенклатури затверджуються Всесвітнім ботанічним конгресом.

Органічний світ планети різноманітний і поділяють на 7 царств: віруси, дроб'янки, протозоа, хроміста, гриби, рослини, тварини.

На Землі нараховується близько 350 тис. видів рослин, які поділяють на нижчі (сланеві) і вищі (листочеві).

Царство ВІРУСИ (VIRA)

Відділ VIROPHYTA

Віруси – найдрібніші доклітинні форми життя, здатні проникати в живі клітини і розмножуватися тільки всередині цих клітин. Мають власний генетичний апарат, який кодує синтез вірусних частинок, використовуючи біосинтетичні й енергетичні можливості клітини – господаря. Є облигатними внутрішньоклітинними паразитами на генетичному рівні. Поширені в біосфері, уражають живі організми усіх груп.

Відкриті в 1886 р. українським мікробіологом М. Гамалією на теляті, хворому на чуму. В 1892 р. російський учений Д. Івановський відкрив віруси на рослинах (тютюнова мозаїка). Термін запропонував у 1899 р. нідерландський ботанік і мікробіолог М. Бейєрінком.

Форми: позаклітинна (вірусні частки або *віріони*) та внутрішньоклітинна (комплекс «вірус-господар»).

Структура віріону: Центральну частину віріона займає нуклеїновa кислота (ДНК або РНК), що виконує функції генома. Нуклеїнову кислоту вірусів оточує білковий капсид (від лат. capsula - футляр)

Прості віруси складаються із білкової оболонки (капсида) і нуклеїнової кислоти (ДНК або РНК). *Форма* паличкоподібна, сферична, кубічна.

Складні віруси складаються із ліпопротеїнової оболонки (суперкапсид, або пеплос), капсида і нуклеїнової кислоти (ДНК або РНК), можуть містити ліпопротеїдну мембрану, вуглеводи, ферменти. Під оболонкою деяких вірусів перебуває матриксний М-білок.

Внутрішні структури вірусів називаються серцевиною: у РНК-вмісних вірусів розрізняють віруси з «плюс»-нитка РНК-геномом. Плюс-нитка РНК цих вірусів виконує спадкоємну функцію й функцію інформаційної РНК (іРНК). У РНК-вмісних вірусів з «мінус»-нитка – геномом РНК виконує тільки спадкоємну функцію.

Пріони і віроїди

Пріони - білкові інфекційні частинки, що мають вид фібрил розміром 10-20×100-200 нм. Пріони є одночасно індукторами й продуктами автономного гена людини або тварини й викликають у них енцефалопатії в умовах повільної вірусної інфекції (хвороби Крейтцфельда-Якоба й ін.). Іншими незвичайними агентами, близькими до вірусів, є віроїди – невеликі молекули з кільцевою, суперспіралізованою РНК, не містять білок, які викликають захворювання в рослин.

Бактеріофаги – віруси, що паразитують у клітинах бактерій. Відкриті в 1898 р. мікробіологом і епідеміологом М. Ф. Гамалією. Складається із призматичної головки і відростка, базальної пластинки і нитчастих структур. Внутрішній вміст головки – один або два ланцюжки ДНК чи РНК.

Практичне застосування фагів для терапії і профілактики інфекційних захворювань, а також при лабораторній діагностиці для визначення виду або штаму мікроорганізмів

Захворювання людини –вірус грипу, кору, сказу, полімієліту,гепатиту, герпесу, віспи, ящура, СНІДу, корона-вірус

Захворювання тварин – ящур, чума

Захворювання рослин – плямистість і зморшкуватість листків, жовтуха плодів.

Коронавірус COVID-19 належить до вірусів *coronaviridae*, або коронавірусів. Інші коронавіруси були причиною смертельних спалахів серйозного гострого респіраторного синдрому (ГРВІ) у Китаї у 2003 році та Близькосхідного респіраторного синдрому (MERS) з 2012 року.

ЦАРСТВО ДРОБ'ЯНКИ

Належать до доядерних організмів – це виключно мікроскопічні організми, що не мають сформованого ядра, вкритого мембраною, їх генетичний матеріал концентрується в нуклеотиді, який складається з ДНК, білків і РНК. ДНК утворює одну нитку, що називається генофором. Типовий статевий процес у цих організмів відсутній, але обмін генетичним матеріалом іноді відбувається під час інших процесів, що називаються парасексуальними. Поділ клітин амітотичний.

Підцарство архебактерії(Archaeobacterio)

Налічує понад 40 видів найдавніших із сучасних організмів. Зберігаючи загальні риси будови прокаріотів, відрізняються від них деякими фізіологічними властивостями: до складу їх клітинної оболонки входять *кислі полісахариди*, а не глікопептид мурен;склад і послідовність нуклеотидів в їх рибосомній і транспортній РНК відрізняються від цих ознак в інших прокаріотичних організмах;серед архебактерій є анаеробні і аеробні організми, хемогетеротрофи і хемоавтотрофи, організми, які живуть у нейтральному і кислому середовищі, деякі з них можуть жити в гарячих джерелах при дуже високій температурі, деякі відомі як метаноутворюючі. Весь метан біогенного походження утворюється на Землі завдяки діяльності цих груп анаеробних бактерій. Архебактерії беруть участь в утворенні родовищ сірки, оскільки деякі з них здатні до окислення і відновлення сірки.

Підцарство справжні бактеріїцарства Дроб'янки

– одноклітинні або колоніальні доядерні організми, включає два відділи – бактерії та ціанобактерії (синьозелені водорості).

Відділ Бактерії *Bacteriophyta* – Bacteriobionta представлений дуже давніми одноклітинними організмами, що жили вже понад 3 млрд років тому. Мікроскопічні організми, але їх колонії можна бачити й неозброєним оком. Це організми-космополіти, вони зустрічаються на всіх материках, у повітрі, водоймищах, ґрунті, продуктах харчування, в організмах людей і тварин. Нараховують близько 3000 видів одноклітинних, колоніальних або нитчастих доядерних організмів. Відкриті в 1675 році Левенгуком. Основоположник вчення про мікроорганізми французький вчений Луї Пастер.

Форми за характером об'єднання клітин розрізняють такі групи бактерій:

– *коки*,що мають кулясту форму;

- *диплококи*, які складаються із двох зближених коків;
- *стрептококи* – коки, що утворюють ланцюжок;
- *сарцини* – коки, що розміщені по вісім і більше щільними пакетиками;
- *стафілококи* – згрупування коків у вигляді грона винограду;
- *бацили*, або *палички*, – видовжені бактерії;
- *вібріони* – дуговидно зігнуті бактерії;
- *спірили* – видовжені і спірально звивисті бактерії.

У деяких бактерій є *джгутики*, за допомогою яких вони рухаються. Клітинна оболонка бактерій досить міцна і складається із муреїну. Часто бактеріальна клітина вкрита слизом, що утворює слизову капсулу. Продуктом запасу бактеріальних клітин є волютин, до складу якого входять залишки фосфорної кислоти, але можуть бути крохмаль або глікоген.

Не мають справжнього ядра, мітохондрій, ЕПР та пластид. Оболонка – пектин, мурен (за хімічним складом схожа з клітинною оболонкою ціанобактерій). Зовні вкрита шаром слизу або капсулою, яка міцно прилягає до неї. Цитоплазма густа і містить гранули глікогену, білки та жири. Нуклеїнові кислоти зосереджені в дифузному стані або зосереджені в ядерній зоні – нуклеоїді. В старих клітинах – вакуолі, зелене забарвлення зумовлене пігментом – бактеріохлорофілом, пурпурове – каротиноїди.

Розмноження: поділом навпіл (амітозом); за допомогою спор: ендогенних та мікроцист.

За несприятливих умов утворюють циста. Зберігаються протягом багатьох років, при температурі від -180°C до $+250^{\circ}\text{C}$.

Живлення – всмоктування поживних речовин через напівпроникну мембрану. За типом живлення – *автотрофи* та *гетеротрофи*.

Дихання – всією поверхнею клітини за допомогою дихальних ферментів.

За відношенням до кисню – *аеробні* та *анаеробні*.

За класифікацією Красильникова М.О. поділяють на 4 класи:

Клас справжні бактерії

Одноклітинні, різної форми (бацили, кокки, спірили), утворюють капсулу, здатні до активного руху за допомогою джгутиків, розмножуються поділом або рухливими гонідіями.

Клас актиноміцети

Утворюють вегетативні структури, аналогічні гіфам грибів. Міцелій актиноміцетів здатний до галуження.

Клас мікоплазми

Невияснене походження, клітини дрібні, не мають оболонок, утворюють довгі відростки, схожі на гіфи актиноміцетів. Поширені в природі, у тварин, на ґрунтах, компостах – сапрофіти.

Клас місобактерії Найбільш розвинені бактерії, мають оформлене ядро і утворюють плодові тіла. Клітини паличкоподібної або кулястої форми, розмножуються перетяжкою клітини. Рух реактивний. Сапрофіти – розкладання рослинних решток.

Клас спірохети. Дуже рухливі, звивисту еластичну оболонку. Сапрофіти й паразити (сифіліс, поворотний тиф, інфекційна жовтуха).

ВІДДІЛ ЦΙΑНОБАКТЕРІЇ CYANOPHYTA

Синьозелені водорості є однією з найдавніших груп на планеті. *Cyanophyta* виникли біля 3.5-3.8 млрд. років тому. 2000 видів у водоймах, ґрунтах, на корі дерев. В Україні – 500 видів. Це одноклітинні, колоніальні, рідше багатоклітинні прокаріотичні організми. Клітини мають ригідну оболонку із пектинів, амінокислот, жирних кислот, ліпополісахаридів і муреїну.

Найдавніші викопні рештки синьозелених водоростей датуються віком біля 3.2 млрд. років. Протягом майже 2 млрд. років *Cyanophyta* панували на Земній кулі. Завдяки здатності до окисного фотосинтезу на планеті виникла киснева атмосфера.

Фотосинтетичний апарат представлений тилакоїдами, що є похідними інвагінацій плазмалеми, які не відокремлюються від цитоплазми двоюмембранною оболонкою і розташовані у периферичному шарі цитоплазми. В мембрани тилакоїдів "вбудовані" молекули хлорофілу та додаткові пігменти - каротини та ксантофіли. На їх поверхні у всіх представників, за винятком "прохлорофітів" розташовуються "антенні" структури - фікобілісоми. До елементів фотосинтетичного апарату у *Cyanophyta* належать також поліедральні тіла, які розташовуються у хроматоплазмі і мають вигляд кутастих включень, утворені ферментом рибульозо-дифосфат-карбоксилазою (RuBisCo), який бере участь в асиміляції вуглекислого газу у темновій фазі фотосинтезу. Поліедральні тіла є попередником піреноїду еукаріотичних водоростей.

Представники *Cyanophyta* мають рибосоми, дифузно розміщені у цитоплазмі. Ці рибосоми дрібніші, ніж цитоплазматичні рибосоми еукаріот (їх розмір становить 21×29 нм, коефіцієнт седиментації - біля 70S, замість 22×32 нм та 80S, як це має місце у цитоплазмі еукаріотичних клітин). Рибосоми, подібні до *Cyanophyta*, виявлені у хлоропластах та мітохондріях еукаріот. Оболонка здатна ослизнюватися із слизових чохла. Цитоплазма оточена плазмалею, відсутня типова ЕПС, її функції виконує розвинена мембранна система, до якої крім плазмалеми відносять мембрани тилакоїдів, мезосоми (аналоги мітохондрій) та інші мембранні структури. Продукт фотосинтезу – глюкопротеїди, полісахариди, волютин.

Клас хроококові. Колоніальні, рідше одноклітинні форми. Колонії прості і складні. Розмноження поділом в одноклітинні форми, а в колоній – фрагментацією колоній. Викликають цвітіння води.

Клас хамесифонові. Епіфітні одноклітинні водорості, прикріплюються до субстрату. Розмножуються спорами. Живуть у прісних і солоних водоймах.

Клас гормогонієві. Нитчасті водорості, у яких протопласти сусідніх клітин сполучаються з допомогою плазмодесм. Розмножуються гормогоніями, деякі – спорами. Спіруліну використовують у харчуванні. Шкідливі викликають замор риб, масова загибель водоплаваючих птахів, домашніх тварин.

Справжні водорості –Phycobionta – це нижчі рослини: одноклітинні, колоніальні, неклітинні і багатоклітинні організми, життя яких пов'язане з водним середовищем. Вони звичайно живуть у водоймах, але часто зустрічаються і в ґрунті, на зволжених місцях, на стовбурах дерев, у снігу, льоду, деякі входять до складу лишайникового симбіозу. Всі вони фотосинтезуючі рослини. Їх тіло являє собою слань, не диференційовану на тканини і органи. У деяких видів (каулерпа) слань розчленована на частки, що зовні нагадують органи вищих рослин. У клітин водоростей є тверда оболонка, що складається з мікрофібрил целюлози, занурених у матрикс, до складу якого входять геміцелюлоза і пектинові речовини. У деяких видів водоростей оболонки просочуються кремнеземом, карбонатом кальцію або альговою кислотою. І лише в зооспор, гамет і деяких примітивних водоростей твердих оболонок немає, а їх функцію виконує цитоплазматична мембрана.

Водорості – одно- і багаторічні, колоніальні або неклітинні автотрофні хлорофілоносні організми, які живуть переважно у водному середовищі. Клітина складається із целюлозно-пектинової або пектинової оболонки і протопласта, до якого належить цитоплазма з усіма органелами.

Форма хлоропластів сферична, паличкоподібна, зерниста, кільцева. На хлоропластах є білкові тільця – піреноїди. Кількість ядер – одне, два або більше. Вегетативне тіло – слань (талом).

Цитологічні ознаки водоростей є цілком типовими для інших еукаріот (наявність ядра, комплексу Гольджі, мітохондрій). Разом з тим вони мають специфічні ознаки, що властиві лише рослинним (наявність клітинної оболонки, хлоропластів, вакуолейтощо) чи лише тваринним організмам (руховий апарат, центріолі). Синьозелені водорості за будовою нагадують бактерії, разом з якими їх відносять до без'ядерних (прокаріотичних) організмів.

До цитологічних ознак, що є систематичними ознаками на рівні відділів, належать такі:

Розмноження:

Вегетативне – поділом клітин, повторний і множинний поділ, брунькування, фрагментація слані за допомогою бульбочок, виводкових бруньок тощо.

Безстатеве – за участю апланоспор або зооспор.

Статеве – за допомогою гамет (хологамія – дві рухливі вегетативні клітини), кон'югація (безжгутикові клітини), ізогамія, гетерогамія, оогамія, які утворюються в гаметангіях – антеридіях і оогоніях.

Чергування статевого (гаметофіта) і нестатевого (спорофіта) поколінь протягом життєвого циклу.

Походження, філогенія та еволюція

Походження різних груп водоростей шляхом первинного і вторинного ендосимбіозу

Згідно з сучасною системою органічного світу, водорості є в обох надцарствах органічного світу: Procaryota та Eucaryota. Питання про

походження водоростей тривалий час було дискусійним, власне, як і питання про походження еукаріот. У наш час загальноновизнаною теорією є синтетична гіпотеза походження еукаріот. Ця гіпотеза об'єднує уявлення щодо автогенетичного походження клітини (шляхом дарвінівської еволюції) та ендосимбіотичну гіпотезу (виникнення евкаріотичної клітини шляхом серії ендосимбіозів між різними організмами). Було доведено автогенетичне походження ядра та одномембранних органел та ендосимбіотичне походження пластид та мітохондрій. Виникнення різних груп водоростей відбувалось різними шляхами.

Екологічні групи водоростей:

Деякі види водоростей пристосувалися до співіснування з іншими живими організмами, оселяючись усередині їхнього організму. Крім взаємодій водоростей з іншими водоростями, вищими рослинами, грибами в складі лишайників, відомі й взаємовигідні зв'язки з тваринами. Так, зелена водорість хлорела поселяється у вакуолях інфузорій. Симбіотичні водорості, що мешкають у кишечниках червів, нематод, амфібій, відомі серед евгленових та динофітових водоростей. Паразитів немає.

За місцем зростання водорості поділяють на *водні* (планктон, бентос, перифітон) та *наземні* (*едафітон*, *аерофітон*).

Поширення цих рослин визначається наявністю світла та постійним зволоженням.

Роль водоростей:

- продуценти органічної маси;
- єдині продуценти вільного кисню;
- утилізація органічних сполук, солей важких металів;
- очищають воду від органічних забруднень, важких металів, пестицидів, детоксикуючи їх.
- є біоіндикаторами забрудненості води.
- беруть активну участь в побудові рифів.
- формують родючість ґрунтів; Ґрунтові водорості виділяють особливі речовини, які сприяють діяльності бактерій, грибів, і отже, ґрунтоутворенню. Вони постачають у товщу ґрунту кисень, а їхні відмерлі рештки утворюють органічну речовину ґрунту, що підвищує родючість.
- сформували корисні копалини (сапропелі, горючі сланці, нафту);
- будівельні матеріали, фармацевтичні препарати, біологічні активні сполуки, нові об'єкти для біотехнологій, розширення продовольчих ресурсів, освоєння космічного простору.
- здатні до співжиття з іншими організмами (лишайники).

Застосування у житті людини: *харчова* (японські цукерки, виготовлені з комбу, морська капуста). Окрім морських водоростей, у їжу вживають також прісноводні та наземні водорості (*Nostoc pruniforme* (носток сливовидний), *N. commune* (носток звичайний), *N. flagelliforme* (носток повстяний)).

Фармацевтична. З водоростей отримують агар-агар, агароїди та альгінати. Використовують як джерело каротиноїдів (*Dunaliella salina*) та харчового йоду (морські водорості).

Технічна. Водорості використовують у космічній техніці, виробництві біопалива та як агенти очистки стічних вод, модельних об'єктів для оцінки стану навколишнього середовища. Є і інша сторона: це обростання гідротехнічних споруд, забивання фільтрів насосних станцій та ін. Розглядаються як перспективні об'єкти культивування для очищення газів та отримання біомаси (отримання целюлози) та олії (отримання біодизелю).

Науково-дослідна завдяки особливостям життєвого циклу, клітинної будови, високій продуктивності та зручності культивування (більшості водоростей) є досить зручними модельними об'єктами біологічних досліджень різних напрямів – від вузько спеціалізованих (філогенія водоростей, дослідження цитології та молекулярної біології, дослідження фотосинтезу), так і прикладних (наприклад, для застосування у техніці).

Класифікація водоростей

Підцарство Червоні водорості

Відділ Червоні водорості



Морські рослини, 4000 видів. Розміри від кількох см до декілької метрів. Забарвлення – рожеве, червоне, синювато-фіолетове і майже чорне, інколи блакитне або жовте.

Пігменти: хлорофіли *a* і *d*, каротиноїди, фікобіліни (фікоеритрин, фікоціанін, аллофікоціаніни). Запасний продукт – багрянковий крохмаль. Відсутня

джгутикова стадія. Клітини мають оболонку із пектинового і целюлозного шарів, утворюють слиз, інколи вапно. Ядер 1-кілька. Хлоропласти постійні, зерна або пластинки, зірчасті піреноїди.

Порфіра в Чорному морі, в їжу.

Підцарство Справжні водорості

Справжні водорості (Algae) – широка група рослинних організмів, яка включає декілька відділів і близько 30 тис. видів. Розміри залежать від рівня їх організації: тіло може бути однією клітиною чи колонією клітин, або багатоклітинним шаром. Справжніх тканин немає. Вегетативні органи відсутні. Розміри одноклітинних водоростей від 0,25 до 30 мкм. Представники багатоклітинних видів досягають 10-12 і навіть 50 м (бурі водорості).

Поширені в морських і прісних водах, у вологому середовищі, на суші. Залежно від екологічних особливостей водорості ділять на планктонні, бентосні (донні), наземні, ґрунтові, водорості гарячих джерел, водорості снігу та льоду.

Планктонні та бентосні водорості є основними виробниками органічної речовини у водоймищах. Від їх чисельності залежить чисельність різних

рослиноїдних безхребетних і хребетних тварин (молосків, ракоподібних, риб тощо).

Біомаса водоростей у Світовому океані оцінюється в 1,7 млрд.

1000 видів еугленових водоростей, в прісних водоймах, паразити риб, жаб. Клітина вкрита пелікулою. Розмноження поділом клітини. Протопласт із стигмою, ядром, хлоропластом, мітохондріями. Продукт асиміляції – парамілон, включення – волютин.

Відділ Діатомові

10000 видів одноклітинних і колоніальних. Протопласт із цитоплазми, ядра, хлоропласти пластинчастої або зернистої форми, пігменти а і с, каротиноїди (фукоксантин). Продукт асиміляції – олія, волютин, хризоламінарин.

Розмноження – поділ клітин і статевий.

Є важливою ланкою трофічних зв'язків, відмерлі утворюють осадові породи (діатоміт). Викликають «цвітіння» води.

Мають кокоїдний тип морфологічної структури.

Водорості покриви складаються з кремнеземового панцира (*фрустули*), який розташований назовні від плазмалемі. Сам панцир має дві половини: верхню (*епитеку*) та нижню (*гіпотеку*). Відповідно кожна половина складається із стулки та пояскового обідка. Різним групам діатомових водоростей притаманна фрустула певної будови, тому її форма та будова – специфічна діагностична ознака. Ядро одне, структурно пов'язане з оболонкою пластиди, займає центральне положення. Апаратів Гольджі 1-2. Мітоз відкритий, центріолі відсутні. Замість мікротрубочок – полярні диски.

Фотосинтетичний апарат представлений вторинно-симбіотичними родопластами, що займають переважно пристінне положення. Оболонка пластиди має 4 мембрани, причому між внутрішньою та зовнішньою мембранами є перипластидний простір. Тилакоїди зібрані у ламели по три, під оболонкою пластиди розташована оперізуюча ламела. Піреноїд один, голий, може бути пронизаний парами тилакоїдів. У пластиді наявна замкнена в кільце ДНК. Мітохондрій кілька, локалізовані на периферії, кристи трубчасті. Вакуолярний апарат представлений 4 типами вакуолей, в залежності від вмісту: з волютином, хризоламінарином, олією та клітинним соком. Більшість видів діатомових водоростей здатні виділяти слиз, з його допомогою водорості рухаються, утворюють колонії, ніжки для прикріплення, слизові трубки.

Розмножуються статевим та нестатевим шляхом. *Нестатеве розмноження* здійснюється вегетативним поділом надвоє. За *статевого* процесу дві клітини обгортаються загальним слизом, відбувається збільшення протопласту та розсування половинок фрустули. Подальший процес у різних видів відбувається по-різному, однак спільним в усіх випадках є те, що ядра кожної з клітин від одного до кількох разів редуційно діляться. У водоростей з актиноморфними стулками найчастіше зустрічається оогамний статевий процес. У водоростей з зигоморфними стулками найпоширенішими типами статевих процесу є ізо- та гетерогамія. У водоростей є особливий тип

статевого процесу – автогамія (у процесі бере участь лише одна клітина, ядро якої редуційно ділиться, далі два гаплоїдних ядра дегенерують, а два інших зливаються, відновлюючи диплоїдність, та утворюючи зиготу, що перетворюється на ауксоспору).

Виникли в юрському періоді мезозою (близько 135 млн років тому). Зараз водорості групи діатомових знаходяться у стані біологічного прогресу та є домінуючою групою у морських та прісноводних біотопах.

Діатомові водорості зустрічаються в морських та прісноводних угрупованнях планктону, перифітону, бентосу. В екосистемах діатомові водорості є продуцентами. Реагують на забруднення середовища, тому цей ефект використовується при оцінюванні якості води. З діатомових водоростей роблять вибухівку, використовують як корм риби.

Відділ Бурі водорості

Морські багатоклітинні рослини, талом розчленований, прикріплюються до дна водойми. 1500 видів, з них 5 – прісноводні. Пігменти хлорофіли а і с, каротини і ксантофіли (фукоксантин). Клітини однадерні, циліндричні або кулясті. Оболонка двошарова, целюлозний і пектиновий, з порами. В протопласті багато вакуолей, хлоропласти численні, дископодібні, стрічкоподібні або пластинчасті. Продукти асиміляції – вуглеводи (ламінарин, манніт), олії. Талом від декількох мм до 50 м. До дна прикріплюються ризоїдальними клітинами. У висоорганізованих талом нагадує вищі спорові рослини (стеблова, листовка, коренеподібна частини). Ріст інтеркалярний і апікальний. Характерні всі типи розмноження.

Рід ламінарія – морські, довжиною до 50 м. Цінні харчові і технічні рослини. Представники роду саргасум утворюють «море без берегів».

Значення водоростей: продуценти органічних речовин (альгірати), маніт (синтетичні смоли, папір, вибухівка), борошно, йод, добрива, мікроелементи. В медицині – радіопротектор, препарати йоду.

Відділ зелені водорості

20000 видів мікро- і макроводоростей, поширених у прісних і солоних водоймах. Одноклітинні, колоніальні, багатоклітинні і неклітинні, всі типи будови крім амебоїдної. Клітинна оболонка із целюлози або інші полісахариди, інкрустована солями заліза або кальцію, з порами. Ядер – одне, або декілька сотень. Хлоропласти різні за формою і кількістю (1-100), із хлорофілом а і b, каротиноїди. Розмножуються вегетативним, безстатевим і статевим шляхом.

До відділу належать роди Вольвокс, Хлорокок, Улотрикс, Спірогира

Питання для самоперевірки до лекції

1. Чому віруси не належать до живих організмів?
2. Яке значення мають віруси в житті людини та сільськогосподарському виробництві?
3. Чому бактерії і ціанобактерії належать до Дроблянок?
4. Яке значення мають бактерії і ціанобактерії у фітоценозах та житті людини?
5. За якою ознакою водорості належать до нижчих рослин?
6. Яке значення мають водорості у фітоценозах та житті людини?

ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ 4. ЦАРСТВО РОСЛИНИ. ВИЩІ СПОРОВІ РОСЛИНИ

ЛЕКЦІЯ 5. ВИЩІ СПОРОВІ РОСЛИНИ

Вищі рослини. Підцарство Вищі спорові рослини (архегоніати). Загальна характеристика. Класифікація. Головні відділи.

Донедавна вищі рослини поділяли на великі підцарства: *архегональні (Archegoniatae)* і *квіткові (Anthophytae)* або *маточкові (Gynoeciatae)*.

Для архегоніат характерні ознаки: наявний багатоклітинний жіночий статевий орган – архегоній. Не є єдиною цілісною групою, складається із декількох відділів: мохоподібні (гаплоїдна фаза переважає, це гаметофітна гілка), у інших (плауноподібні, хвощеподібні, папоротеподібні) переважає спорофіт, а гаметофіт редукований, особливо у різноспорових форм папоротеподібних, плауноподібних і голонасінних. Останні розмножуються насінням, яке розвивається із насінних зачатків, що є видозміненими мегаспорангіями різноспорових папоротей. Насінням розмножуються також квіткові, але насінина у них знаходиться в плоді. Плід розвивається із зав'язі.

Підцарство Вищі спорові рослини поділяється на 9 відділів:

Відділ I – Мохоподібні Bryophyta – спорофіт не галузиться, прикріплений до гаметофіта, виконує функцію безстатевого розмноження. Гаметофіт довговічний і живиться самостійно.

Відділ II. Риніофіти Rhyniophyta – спорофіт галузистий (дихотомічне або дихогамне), стебло – типова протостела зі слабо розвиненою провідною тканиною. Ксилема із трахеїд з кільчастими або спіральними потовщеннями. Спорангії верхівкові.

Відділ III Зостерофілофіти Zosterophyllophyta – спорофіт галузистий (дихотомічне або тихогамне), типова протостела зі слабо розвиненою провідною тканиною. Ксилема із трахеїд з кільчастими або спіральними потовщеннями., спорангії бічні. Гаметофіт невідомий.

Відділ IV. Плауноподібні Lycopodiophyta – Спорангії поодинокі, розташовані на стеблі, листки цілісні, з 1-2 жилками. Протостела різних типів або сифоностела. Трехеїди драбинчасті або точкові. Гаметофіти від добре розвинених до мікроскопічних. Сперматозоїди дво – або багатоджгутикові.

Відділ V Псиломоподібні Psilotophyta – коренів немає, органи прикріплення ризоїди. Галуження дихотомічне. Листки дрібні. Вторинний ріст відсутній. Спорангії у синангіях. Рівноспорові. Гаметофіти дихотомічні, підземні або надземні. Сперматозоїди багатоджгутикові.

Відділ VI Хвощеподібні Equisetophyta – листки розташовані кільчасто, невеликі. Стебла членисті. Спорангії розташовані на більш-менш щиткоподібних спорангієфорах і не утворюють синангіїв.

Відділ VII Папоротеподібні Polypodiophyta листки чергові, великі, з розгалуженою системою жилкування. Стебла не членисті. Спорангії розташовані по краях або на нижньому боці листка, в примітивних видів верхівкові. Нерідко спорангії зростаються в синангії.

Відділ VIII Голонасінні Pinophyta плодолистиків немає. Жіночий гаметофіт з розвинутими архегоніями (відсутні у вельвічії та гнетума). Потрійне злиття відсутнє. Зародок у насінині оточений видозміненою тканиною галоїдного жіночого гаметофіта. Судин немає (є лише у ефедри, вельвічії, гнетума).

Відділ IX Магноліофіти або Квіткові або Покритонасінні (Magnoliophyta, Anthophyta, Angiospermae) – плодолистки. Жіночий гаметофіт без архегоніїв. Всередині гаметофіта відбувається подвійне запліднення. Судини є.

Питання для самоконтролю

1. Які відділи належать до вищих спорових рослин?
2. Які філогенетичні зв'язки існують між вищими споровими рослинами і водоростями?
3. Чому Покритонасінні рослини не належать до архегональних?
4. Яке покоління переважає у вищих спорових рослин?
5. Яке покоління переважає у мохоподібних?

ЛЕКЦІЯ 6. ЦИКЛИ РОЗВИТКУ ВИЩИХ СПОРОВИХ РОСЛИН

Цикли розвитку представників відділів Мохоподібні, Плауноподібні, Хвощеподібні, Папоротеподібні, Голонасінні, Покритонасінні. Особливості циклу розвитку, будова соруса, спорангія, заростка. Чергування поколінь у рівно- і різноспорових представників.

Відділ Мохоподібні *Bryophyta*

На земній кулі існує понад 35-40 тисяч видів мохів. В Україні – 832 (станом на 30.07.2008 р.). Всі представники відділу Мохоподібних багаторічні, досить дрібні рослини, висота яких зазвичай становить 10-20 см і лише окремі види — 50 см.

Вважають, що предками були древні зелені водорості. Відомі з девону печіночники; в карбоні з'явилися маршанцієві і бріїди, в юрському періоді – річчієві, сферокарпальні і сфагнові, верхній крейді – юнгерманієві, у верхньому третинному періоді – антоцеротові.

Несудинні, без коренів, у деяких вегетативне тіло у вигляді дихотомічного сланкого талому.

Мохоподібні – гетерогенна група наземних рослин, яких об'єднує відсутність судин, відділ вищих спорових рослин, у життєвому циклі яких переважає статеве покоління. Приблизно 40 тис. видів. Наука, що вивчає мохи – бріологія. Невеликі наземні, епіфітні, рідше водяні рослини, прості будови, з чітко виявленою зміною поколінь або ядерних фаз, з домінуванням у циклі розвитку галоїдного або статевого покоління (гаметофіта) над диплоїдним або нестатевим (спорофітом).

Гаметофітом є слань (талом) або більш-менш вертикальне стебельце з дрібними листками і з ризоїдами, але без справжніх коренів. Провідна система не розвинена, прості будови, відсутні судини. На гаметофіті розвиваються

статеві органи – антеридії (чоловічі) і жіночі (архегонії). Запліднення відбувається у вологому середовищі за допомогою рухливих дводжгутикових сперматозоїдів. Спорофіт, який у мохоподібних називається спорогоном, недовговічний і існує звичайно один вегетаційний період, представлений звичайно лише коробочкою з ніжкою, яка за допомогою стопи, або гаусторії (від лат. *гаустор* - той, що п'є), занурюється в тканину гаметофіту. Веде напівпаразитичний спосіб життя. У коробочці з клітин археоспорія після редукційного поділу утворюються спори. Із спор розвивається статеве покоління (гаметофіт), спочатку представлена протонемою.

Мохоподібні – багаторічні дернинні одно-, дво- та багатодомні рослини, пов'язані із вологими місцезростаннями.

Більшість не мають практичного значення для людини, але є складовою частиною біорізноманіття. У природі мохоподібні відіграють примітивну роль – основа покриву боліт, утримують воду, допомагають у формуванні річч. Тварини майже не їдять мохи.

У господарстві мохи, викликаючи заболочування ґрунтів, погіршують сільськогосподарські землі. Розростаючись, можуть запобігати ерозії ґрунтів, видаляючи вологу з поверхні в підземні води. Сфагнові мохи використовуються в медицині як перев'язувальні засоби. Моховидні беруть участь в утворенні торфу.

Клас 2. Печіночники або Маршанціопсиди *Marchantiopsida*

Підклас Маршанцієві* Маршанція поліморфна *Marchantiapolymorpha

Переважно багаторічні рослини, що ростуть групами, мають пластичну слань, на поверхні якої знаходяться вирости-підставки для статевих розмноження і вивідкові корзинки, що забезпечують вегетативне розмноження. Це дводомна рослина, має плоский попарно розгалужений талом, зазвичай 2-10 см завдовжки та 1-2 см завширшки, росте апікально. Має численні кореневища, з яких гладенькі розташовані глибоко в ґрунті, а бульбоподібні — паралельно поверхні.

Її можна побачити на болотах, у лісах, на вологому камінні вздовж річок. За сприятливих умов маршанція розмножується вегетативно (шляхом утворення вивідкових бруньок, які накопичуються у вивідкових кошиках на зовнішній поверхні талому). Вода легко змиває такі бруньки і переносить на інше місце, де кожна з них дає початок новому організму. Статеве розмноження супроводжується виникненням чоловічих та жіночих підставок, на яких розвиваються архегонії та антеридії. Після запліднення із зиготи розвивається нестатеве покоління – спорофіт (спорогон) у вигляді коробочки на підставці. Зрілі спори випадають і, проростаючи, дають початок новому організму.

Клас 3. Листкостеблові мохи, Бріопсиди

Тіло розчленоване на стебло і листки, з простою внутрішньою диференціацією, з одно-чи багатоклітинними ризоїдами, рідше без ризоїдів. Стебло має радіальну будову, округле. Листки цілісні, часто із жилкою, одношарові, рідше багатшарові, без олійних тілець клітинах, сидячі, розміщені спіралью. Антеридії і архегонії – на верхівках стебла, між ними стерильні

нитки. Спорогон має стопу з гаусторією, ніжку і коробочку (спорангій) з кришечкою і перистомом. В коробочці колонка. Спори без елатер. Поширені в тропіках, позатропічних регіонах з помірним і холодним кліматом.

Найпоширенішими є: зозулин льон (двостовбна рослина), торфові мохи, річчія водяна, фонтіналіс, схістостега периста.

Підклас Сфагнові (білі мохи)

Із спори виростає коротка нитчаста протонема, із якої розвивається пластинчаста одношарова протонема з багатоклітинними ризоїдами, на ній виникають бруньки, з яких розвиваються гаметофори – листостеблові пагони із гаметангіями. Пагони галузяться, вони невисокі, без ризоїдів, ростуть верхівкою, нижня частина відмирає (накопичують торф). У білих мохів хлорофіл швидко руйнується, рослини стають білуватими, хоча є рослини зеленого, червоного, фіолетового, бурого кольорів. Представник Сфагн болотний *Sphagnum palustre*

Органи розмноження розміщуються на одній рослині або на різних гілочках однієї рослини, на коротких бічних гілочках, на верхівці стебел, але ніколи – на одній гілочці. Гілочки із антеридіями яскравіше забарвлені у жовтуватий або буруватий колір. Спорогон виникає із заплідненої яйцеклітини, складається із кулястої коробочки на товстій гаусторії без ніжки. Всередині коробочки коротка колонка, яка не доходить до верхівки. Зверху коробочки є кришечка.

Представлений 1 родом, 350 видами, особливо в північній півкулі. На верхових і перехідних болотах, високо в горах, у заболочених лісах.

Утворюють торфовища (без доступу кисню утворюють гумінові кислоти і торф), товща торфу в 1 м нарастає протягом тисячоліття. Брикетований торф – паливо в побуті, в оранжерейному і тепличному господарствах, в бальнеологічній і косметичній практиці та для одержання шляхом перегонки хімічних сполук: деревний спирт, торфовий віск тощо. Висушений торф і сфагновий мох використовують як підстилка і добриво. Прикладений до рани сфагновий мох або сфагновий торф запобігають загниванню завдяки антисептику сфагнову і сприяє швидкому загоєнню рани.

Підклас Брієві (Зелені мохи) – Bryidae

Порядок Політрихові – *Polytrichales*

Родина – *Polytrichaceae*

Рід Політрих, або Зозулин льон – *Polytrichum*

Вид *Політрих звичайний* або *Зозулин льон звичайний*, *Рунянка звичайна* *Polytrichum commune*

Із роду політрих у флорі України представлені 8 видів. Найбільш характерний – політрих звичайний – росте густими дернинами на вогких і сирих місцях у лісах, особливо хвойних, на луках; поширений майже по всій Україні, особливо в лісових і гірських районах. Стебло пряме (20-40 см), густо вкрите цупкими лінійно-ланцетними листками.

Гаметофіт складається із нитчастої багаторічної протоними, яка розвивається із спори, і листостеблового пагона з ризоїдами. Галуження

каулідії моноподіальне, прямостоячі, простої будови або слабо диференційовано на епідерміс, кору і основну тканину. Статеві органи розміщуються групами на верхівках стебел або на кінцях бічних відгалужень, на одній (однодомні) або на різних (двodomні) рослинах. Спорогон розвивається із заплідненої яйцеклітини, є диплоїдним. Верхній кінець ніжки утворює основу коробочки. Коробочка овальна, циліндрична, складається із спороносною частиною (урни) і кришечки. В центрі урни – колонка. Стінки урни багат шарові, в епідермісі – продихи, особливо в нижній частині.

Кришечка зверху вкрита ковпачком (залишок архегонія). Між ними поясок клітин з потовщеними стінками – кільце (сприяє відокремленню кришечки). При досяганні спорогона кришечка разом із ковпачком відокремлюється від урни і відпадає, а спори висипаються.

Спора проростає в нитчасту протонему, на ній бруньки, з яких розвивається гаметофор.

Відділ Плауноподібні *Lycopodiophyta*

Описані з девону, походять від ринієфітів, розвитку досягли в пізньому палеозої, на сьогодні – невелика кількість родів і видів, які не мають значного впливу на формування рослинного покриву планети.

Характерне переважання спорофіта над гаметофітом; наявність справжніх коренів і листків.

Сучасні види – багаторічні трав'янисті рослини, вічнозелені, біля основи листочка – язичок або лігула. Викопні – зустрічалися деревоподібні.

Підземні частини – кореневище з видозміненими листками і з додатковими коренями. Осі органів нарастають апікально, характерне дихотомічне галуження надземних і підземних осей.

Спорофіта мають дихотомічно розгалужені ортотропні пагони, на верхівках яких знаходяться стробіли (спороносні колоски), які складаються із осі і спорофілів. В пазухах спорофілів знаходяться спорангії, в яких визрівають спори з трипроменевими спорами.

Гаметофіти (заростки) рівноспорових форм існуючих плауноподібних підземні, надземні і напівпідземні, м'ясисті, двостатеві (гермафродитні), ведуть сапрофітний або напівсапрофітний спосіб життя, розвиток протягом 1-15 років.

Гаметофіти різноспорових плаунів одностатеві, редуковані, розвиваються протягом кількох тижнів за рахунок поживних речовин, що містяться в спорі.

Статеві органи – антеридії (дво- або багатоджгутикові сперматозоїди) і архегонії (одна яйцеклітина). Запліднення – при наявності краплинно-рідкої води. Із зиготи без стану спокою – нестатеве покоління – спорофіт.

Клас Плауновидні *Lycopodiopsida*, Родина Плаунові *Lycopodiaceae*

До родини плаунових належать 40 видів. В Україні 8 видів. Найбільша концентрація видів у Пд. Америці, на Малих та Великих Антильських та Багамських островах – як епіфіти у вологих і тінистих лісах. В Євразії – у світло-хвойних лісах, заплавах, і по берегах північних річок. Окремі види заходять у заполярне коло та високо в гори.

Плауноподібні – це багаторічні трав'янисті рослини до 30 см висотою, тіневитривалі. Середовище життя – хвойні ліси, заболочені луки, тропічні райони. В їх життєвому циклі переважає спорофіт (нестатеве покоління). Серед плаунів є рівноспорові (плаун булавовидний) та різноспорові (селагінела, молодильник). Виникнення різноспоровості сприяло пристосуванню та виживанню рослин на суші.

Плауни мають справжні корені, пагони галузяться дихотомічно густо вкриті вузькими ланцетовидними листочками, що мають продихи і одну жилку. Добре розвинені провідна та покривна тканина в корені і стеблі.

Рід Lycopodium

Плаун булавовидний L. clavatum L..

Він має дихотомічно розгалужене, густо вкрите дрібними листочками стебло, що стелиться по землі. Від стебла в ґрунт відходять корені. Нові наростаючі пагони укорінюються додатковими коренями, старіші – поступово відмирають. Так вегетативно розмножуються і розселяються плауни. Ріст плауна відбувається лише в точці росту, оскільки камбій в стеблі відсутній.

Домінує в життєвому циклі спорофіт (2n). Його будова: на верхівці стебла міститься стробіл, що складається з спорофілів, на верхньому кінці яких містяться спорангії, де дозрівають спори. Спори мають гаплоїдний набір хромосом. Вони висипаються в ґрунт і через 5 років проростають, утворивши заросток – гаметофіт (n) – невеличку підземну бульбочку. Таких бульбочок у ґрунті буває багато, але виживають лише ті, які зустрічаються з гіфами гриба. Клітини заростка не мають хлорофілу і тому розвиваються під землею 12-14 років, ведучи спорофітний спосіб життя, живлячись за допомогою мікоризи. На верхній стороні гаметофіта знаходяться антеридії і архегонії, тобто він однодомний. Після запліднення із зиготи розвивається зародок, а з нього – доросла рослина (спорофіт). На утворення із спори гаметофіту і розвитку з нього спорофіту потрібно 20 років.

Значення плауноподібних: вимерлі форми плауноподібних відіграли важливу роль в утворенні кам'яного вугілля; спори плауна багаті на олію, тому їх використовують у металургії при фасонному литті (для гладкості поверхонь) та при виготовленні ракет для феєрверків; медичні препарати, виготовлені з плаунів, використовують при лікуванні психічних захворювань, при наркозі, при лікуванні запалень внутрішніх органів, очних хвороб. Раніше використовували для виготовлення оболонок пігулок (спори). Спори входять до складу медичних присипок. Плауни використовують для виготовлення букетів.

На висхідних пагонах стробіл – спороносний колосок (вісь, спорофіли, біля основи їх одногнізді спорангії). У спорангії → редуційний поділ → тетради гаплоїдних спори (50% жирної олії). Спори потрапляють на глибину 8-10 см ґрунту, через 5-7 років проростають → статеве покоління – двостатевий гаметофіт (невелика 2-3 см діаметром підземна білувата бульбочка, зверху статеві органи – антеридії і архегонії), прикріплюється ризоїдами. Симбіоз з грибом, гіфи якого проростають у коровій паренхімі гаметофіта.

Статева зрілість через 12-15 років, а все життя гаметофіта триває 18-20 років.

Плаунок плауновидний Selaginellaselaginoides

Занесений до Червоної книги. Корені додаткові, дихотомічно розгалужені, на кінцях ризофорів і з нижнього боку пагону. Пагони сланкі, повзучі, висхідні, лазячі, лежачі, або виткі чи сидячі, дихотомічно розгалужені.

Анатомічна будова: епідерміс без продихів, під епідермісом – гіподерма із механічних клітин; кора із паренхімних і хлорофілоносних клітин, між якими повітряні порожнини; в центрі стебла – декілька або одна стела, оточена перициклом і ендодермою. Ксилема із драбинчастих трахеїд і трахей, оточена флоємою із ситовидних трубок і лубу.

Філоїди розміщені спіралью у рівнолистих форм або в чотири ряди – у різнолистих. Мають язичок біля основи., зібрані у стробіли на кінцях пагонів, у верхній частині розміщуються мікроспрофіли, в нижніх мегаспорофіли. В пазухах мікроспрофілів – мікроспорангії → багато мікроспор → редукований чоловічий гаметофіт (вегетативна клітина і 1 антеридій із кількох сперматогенних клітин) → дводжгутикові сперматозоїди в результаті поділу сперматогенних клітин.

Мегаспорангій має багато материнських клітин спор, з яких розвивається одна. → редуційний поділ → 4 мегаспори, одна розвивається, а решта відмирає. → жіночий заросток, який знаходиться під оболонкою мегаспори; багатоклітинний, зелений, з архегоніями → із зиготи розвивається зародок, який перебуває всередині мегаспори, а потім виходить назовні, прориваючи заросток. Має стебельце, два зародкових листочка, зачаток кореня і ніжку.

Відділ Хвощоподібні (Equisetophyta) становить лінію еволюції членисто-стеблових форм, що виникли і розвинулись з риніофітів.

Характерною рисою хвощеподібних є наявність у них своєрідних структур, що несуть спорангії – *спорангієфорів*. Кільця спорангієфорів або утворюють на стеблі спороносні зони, що чергуються із вегетативними листками, або сидять на кінцях осей, утворюючи чисті (що складаються лише з спорангієфорів або із спорангієфорів і стерильних листків) стробіли. Переважна більшість хвощеподібних – рівноспорові рослини, і лише деякі, переважно викопні форми, - різноспорові.

Статеве покоління – гаметофіт, або заросток – у нині існуючих хвощів представлене одно- або двостатевими недовговічними дуже маленькими зеленими рослинами, розмірами в кілька міліметрів. На гаметофітах утворюються антеридії і архегонії. В антеридіях розвиваються багатоджгутикові сперматозоїди, в архегоніях – яйцеклітини. Запліднення відбувається при наявності краплинно-рідкої води, із зиготи без періоду спокою виростає нове безстатеве покоління – спорофіт.

Щитник чоловічий (чоловіча папороть) *Dryopterisfilix-mas*.



Це багатолітня трав'яниста рослина з добре розвиненим кореневищем (видозмінений підземний пагін), від якого відходять численні додаткові корені. Листкоподібні пагони (вайї) великі до 1 м довжини, вони стеблового походження і ростять верхівкою, як стебло. В листках можна розрізнити жилки, епідерміс і продихи. На зиму листки відмирають. Такі рослини становлять собою особини нестатевого покоління – спорофіт.

На нижнійстороні листкових пластинок розміщені коричневі соруси, в яких містяться спорангії, де дозрівають спори. При утворенні спор відбувається редукційний поділ, внаслідок якого в ядрі кожної спори гаплоїдний набір хромосом. Спори розсіюються при розриві стінки спорангія. Число спор на одній рослині – сотні мільйонів, іноді мільярдів. Утворюються спори в другій половині літа.

Потрапивши на вологий ґрунт, спора проростає у маленьку зелену серцеподібну пластинку (заросток) величиною до 1 см². Вона прикріплюється до ґрунту ризоїдами. Це статеве покоління папороті – гаметофіт. На гаметофіті утворюються чоловічі статеві органи – антеридії, та жіночі статеві органи – архегонії. Заросток щитника чоловічого – двостатевий. Яйцеклітини та сперматозоїди на одному заростку дозрівають у різний час, запліднення перехресне.

Воно відбувається звичайно у водному середовищі – під час роси або дощу утворюється диплоїдна зигота, яка дає початок зародку, що проростає в нову рослину нестатевого покоління – проросток. Поки спорофіт не почне самостійно синтезувати, він живиться за рахунок гаметофіту.

Отже в життєвому циклі щитника чоловічого йде чергування двох поколінь: гаметофіту та спорофіту, який домінує. Гаметофіт – пристосований до життя в умовах зволоження, а спорофіт – сухопутна рослина.

*Цикл розвиткуголонасінних **Pinussylvestris**.*

Органи спороношення з'являються навесні. На верхівці торішніх пагонів – групи мікроспорофілів (чоловічі шишечки), на верхівці молодих пагонів – поодинокі або парні мегастробіли (жіночі шишечки) зеленуватого або жовтого кольору. Мікростробіл довжиною 10 мм, має вісь і мікроспорофіли з двома паралельними мікроспорангіями. Заповнені спорогенною тканиною, клітини якої мітотично діляться – *мікроспороцити*. Кожен мікроспороцит ділиться редукційно (мейотично), в результаті чого формуються 4 гаплоїдні *мікроспори*. Спочатку одноклітинні і одноядерні, але в спорангії проростають в чотириклітинний редукований чоловічий гаметофіт.

Дві дрібні клітини гаметофіта розчиняються, третя – *антеридіальна* і найбільша – *вегетативна*. Спора вкрита *інтиною* і *екзиною*, між ними знаходяться повітряні мішки. Пилок – початкова стадія чоловічого гаметофіта. Остаточний розвиток чоловічого гаметофіта відбувається при потраплянні на жіночі стробіли під час запліднення.

Жіноча шишечка має вісь, до якої прикріплюються покривні лусочки, в пазухах кожної знаходиться насінна луска, біля основи якої два насінні зачатки (видозмінені мегаспороангії).

Насінний зачаток має *інтигумент* і *нуцелус*, в якому розвивається один *мегаспороцит*. Внаслідок мейозу мегаспороцита утворюється 4 мегаспори, одна збільшується в розмірі, з неї розвивається жіночий гаметофіт (первинний ендосперм), три розчиняються. У гаметофіта формуються оболонки навколо ядер, на верхівці знаходяться два архегонія з великими яйцеклітинами.

Запилення відбувається за допомогою вітру. Пилок потрапляє на мікропіле і починає проростати через 8-9 місяців. Із вегетативної клітини та інтини утворюється пилкова трубка, яка досягає нуцелуса і проникає в шийку архегонія. Ядро антеридіальної клітини опускаються в пилкову трубку і діляться, утворюючи генеративну і базальну клітини. Ядро генеративної ділиться і утворюються два спермія – чоловічі гамети. Кінчик пилкової трубки розчиняється, гамети потрапляють в цитоплазму яйцеклітини. Одна із них зливається із ядром яйцеклітини, утворюючи перше диплоїдне ядро майбутнього спорофіта. Між запиленням і заплідненням проходить 12-14 місяців.

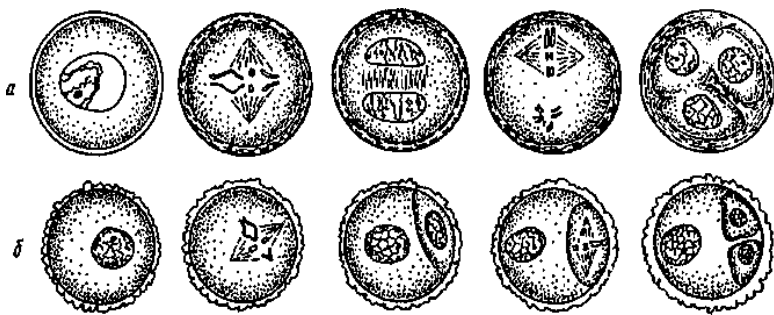
Клітини нуцелуса заповнюються поживними речовинами – первинний ендосперм. Насінний зачаток перетворюється на насінину, інтигумент – насінну шкірочку. Після запліднення жіноча шишка розростається, луски дерев'яніють, просмолюються. Дозрівання насіння відбувається вкінці зими: луски підсихають, розкриваються і насіння випадає. Вона має крилоподібний виріс і легко розноситься вітром.

Пиляк, мікроспорогенез. Розвиток чоловічого гаметофіта

Під епідермісом майбутнього пиляка з'являються чотири групи клітин з великими ядрами і густою цитоплазмою, з яких утворюються чотири мікроспороангії. Поділ і ріст клітин мікроспороангії супроводжуються їх наступною диференціацією периферійні клітини залишаються стерильними, а внутрішні дають початок первинним спорогенним клітинам. Із периферійних клітин утворюється стінка мікроспороангії, клітини якої диференціюються на три шари – зовнішній (ендотецій), середній і внутрішній (тапетум). Клітини ендотеція прилягають до епідерми зсередини – фіброзний шар. Клітини середнього шару таблитчасті, тонкостінні, під час утворення мікроспор витягуються, а в багатьох рослин руйнується.

Тапетум складається із 1-або багатьох таблитчастих одно-, дво- або багатоядерних клітин з густою цитоплазмою. Типи – секреторний або залозистий (гранулярний), та амебоїдний або периплазмоїдальний.

Одночасно відбувається мікроспорогенез: первинні спорогенні клітини в результаті мітотичного поділу перетворюються на мікроспороцити, із яких в результаті мейозу утворюються тетроди мікроспор. В кінці поділу формується спородерма – оболонка мікроспор.



Внаслідок редуційного поділу із мікроспори розвивається пилок (чоловічий гаметофіт), який складається із двох клітин різного розміру: меншої генеративної, яка занурена в більшу

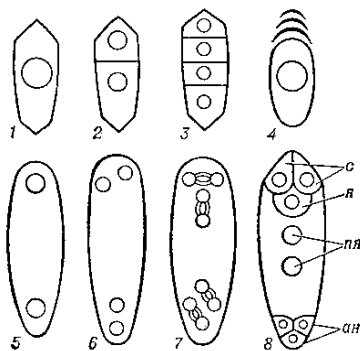
вегетативну. Оболонка мікроспори диференціюється на інтину та екзину.

Під час проростання пилку вегетативна клітина тисне на інтину, і через аперттури (отвори в оболонці) розростається в пилкову трубку. Генеративна клітина рухається у пилкову трубку слідом за вегетативною, ділиться мітотично і утворюються дві чоловічі гамети – спермії.

Будова насінного зачатка, мегаспорогенез. Розвиток жіночого гаметофіта.

Насінний зачаток розміщений у зав'язі маточки, складається із *нуцелуса* (мегаспорангія) і *покриву* (інтигумента). На верхівці насінного зачатка краї інтигумента утворюють *пилковхід* (мікропіле). Нижня частина нас. зачатка, називається *насінною ніжкою*, а місце переходу насінного зачатку в насінну ніжку – *халазою*.

Нуцелус складається із спорогенної тканини і стінки, навколо нього розміщується два, рідше один інтигументи. Розрізняють бітегмальні насінні зачатки з двома інтигументами, унітегмальні – з одним інтигументом, у паразитичних видів – без інтигументів – голий (атегмальний). За розміщенням



насінних зачатків – прикріплені перпендикулярно до плаценти, ба їхнє мікропіле знаходиться на одній осі з насінною ніжкою – *прямий* (ортотропний); насінні зачатки загнуті донизу так, що їхній пилко вхід повернутий до плаценти і розміщується поряд з насінною ніжкою, називається *оберненими* (анатропними).

Насінні зачатки бувають *красинуцелярні* (з масивним нуцелусом) і *тенуінуцелярний* (зі слабо розвиненим нуцелусом).

В нуцелусі формується одна диплоїдна материнська (археспоріальна) клітина мегаспор. В результаті редуційного поділу утворюється 4 гаплоїдні клітини, розміщені одна над іншою. Одна із них перетворюється в мегаспору. Жіночий гаметофіт – зародковий мішок. Із однадерної гаплоїдної мегаспори в результаті першого поділу утворюються два ядра, які розходяться до полюсів; внаслідок другого і третього поділів біля кожного з полюсів утворюється по чотири первинних гаплоїдних ядра. Це восьмиядерна стадія розвитку жіночого гаметофіту.

Від кожного полюсу до ядра рухаються по одному ядру, зливаються на екваторі – диплоїдне вторинне ядро центральної клітини зародкового мішка

або, зближуючись не зливаються – дикаріон. Біля мікропілярного полюса – три клітини яйцевого апарату (яйцеклітина та дві синергіди). На протилежному хала зальному полюсі – три антиподи. Це моноспоричний тип жіночого гаметофіту.

Зародковий мішок формується із двоядерної мегаспори. При цьому після першого поділу мейозу клітини перегородки з'являються, а після другого – ні, внаслідок чого формуються дві двоядерні клітини. Одна розвивається в жіночий гаметофіт. Для утворення восьми ядерного зародкового мішка двоядерна мегаспора двічі, а не тричі, ділиться мітозом.

Тетраспоричний зародковий мішок формується з чотири ядерної мегаспори. Утворюється чотириядерна мегаспора.

Питання для самоперевірки

1. Чергування яких поколінь характерне для вищих спорових рослин?
2. Яке покоління переважає у циклі розвитку представників відділу Мохоподібні?
3. Яке покоління переважає у представників Плауноподібних, Хвощеподібних, Папоротеподібних та насінних рослин?
4. На якому етапі розвитку відбувається зменшення набору хромосом?
5. В яких органах формуються спори та гамети?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойко М. Ф. Ботаніка. Водорості та мохоподібні. Київ : Вид-во Ліра-К, 2019. 272 с.
2. Ботаніка: практикум / Б. Є. Якубенко та ін. ; за ред. Якубенка Б. Є. 7-е вид. Київ : Фітосоціоцентр, 2017. 354 с. •
3. Григора І. М., Шабарова С. І., Алейніков І. М. Ботаніка : підручник. Київ : Фітосоціоцентр, 2017. 476 с. •
4. Загальна цитологія і гістологія: підручник / М. Е. Держинський та ін. Київ: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. 575 с.
5. Коваль Т. В., Овчарук О. В. Ботаніка: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський, 2020. 477 с.
6. Курс загальної ботаніки : підручник / І. М. Григора та ін. Київ : Фітосоціоцентр, 2017. 476 с. •
7. Машевська А. С., Єрмейчук Т. М., Іванців О. Я. Ботаніка: навчальний посібник для вступників до закладів вищої освіти. Луцьк: ПП Іванюк В. П., 2020. 181 с.
8. Ботаніка. Частина 1 : робочий зошит для практичних занять для здобувачів вищої освіти ступеня "бакалавр" спеціальності 201 "Агрономія" денної форми навчання / уклад. В. Г. Миколайчук. Миколаїв : МНАУ, 2020. 79 с. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/7122>
9. Ботаніка. Частина 2 : робочий зошит для практичних занять для здобувачів вищої освіти ступеня "бакалавр" спеціальності 201 "Агрономія" денної форми навчання / уклад. В. Г. Миколайчук. Миколаїв : МНАУ, 2020. 97 с. <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8023>
10. Ботаніка. Систематика рослин: методичні вказівки до проведення лабораторних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальностей 205 «Лісове господарство» і 206 «Садово-паркове господарство» / уклад. : С.М. Левандовська, Т.П. Лозінська. Біла Церква: БНАУ, 2022. 76 с.
11. Світельський М.М., Іщук М.І., Федючка С.І., Матковська С.І. Ботаніка з основами екології: навчальний посібник. Херсон: Олді-плюс, 2019. 540 с.
12. Якубенко Б.Є. Польовий практикум з ботаніки / за ред. Б.Є. Якубенка. Київ : Фітосоціоцентр, 2017. 400 с.
13. •Якубенко Б. Є., Попович С. Ю., Григорюк І. П. Геоботаніка: тлумачний словник. Київ : Фітосоціоцентр, 2017. 420 с.
14. Неведомська Є. О., Маруненко І. М., Омері І. Д. Ботаніка : навч. посіб. Київ : ЦУЛ, 2021. 218 с.

Навчальне видання

БОТАНІКА

Курс лекцій

Укладач: **Миколайчук Віра Георгіївна**

Формат 60x84/16 Ум. друк. арк. 5,19
Тираж 80. Зам. №__

Надруковано у
видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013

