

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

Кафедра рослинництва та садово-паркового господарства

**БОТАНІКА**  
**курс лекцій**  
**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти**  
**ОПШ «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» денної форми**  
**здобуття вищої освіти**



МИКОЛАЇВ  
2023

УДК 581  
Б 86

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету від „18” травня 2023 р. протокол № 9.

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 патофізіології, 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, 2023

## ЗМІСТ

Лекція №1. Ботаніка як наука про будову і життєдіяльність рослин. Клітина – основна структурна і функціональна одиниця живого.....	4
Лекція 2. Цитоплазма, ядро.....	11
Лекція 3. Продукти життєдіяльності рослинної клітини. Клітинна оболонка.....	18
Лекція 4. Визначення поняття «тканин». Типи тканин.....	25
Лекція 5. Механічні, провідні та видільні тканини.....	31
Лекція 6-7. Вегетативні органи рослин. Поняття про вегетативні органи рослин. Корінь. Пагін (стебло, листок).....	37
Лекція № 8-9. Розмноження рослин. Вегетативне розмноження. Безстатеве або нестатеве розмноження, його суть. Статеве розмноження.....	49
Лекція 10. Зміст і завдання систематики рослин. Неклітинні доядерні організми. Віруси і фаги. Прокаріоти. Царство Дроб'янки (Монера, Прокаріота). Відділ Бактерії. Відділ Ціанобактерії (Синьо-зелені водорості).....	54
Лекція 11-12. Еукаріоти (ядерні організми). Царство Гриби. Екологічні групи грибів. Класифікація грибів. Відділи: міксоміцети, ооміцети, їх характеристика, основні представники і життєві цикли розвитку.....	63
Лекція 13. Царство Рослини. Водорості і Лишайники. Екологічні групи водоростей. Класифікація. Значення водоростей. Відділ Лишайники. Класифікація їх за морфологічною структурою талому: накипні, листуваті, куцисті. Значення лишайників.....	72
Список літератури.....	83

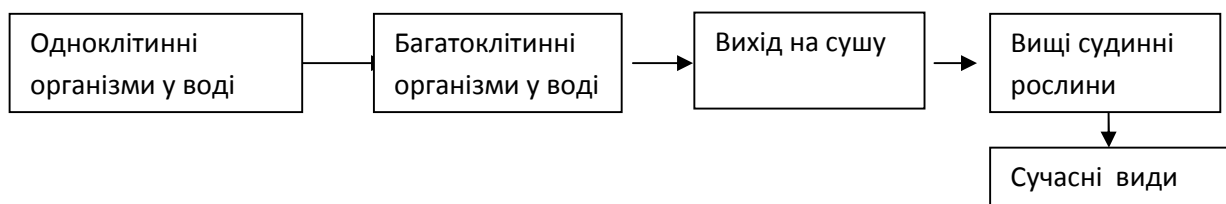
## ЛЕКЦІЯ №1.

**Ботаніка як наука про будову і життєдіяльність рослин. Космічна роль зелених рослин. 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. Клітина – основна структурна і функціональна одиниця живого. 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. В наш час це багатогалузева наука, спільне завдання якої – різностороннє вивчення не лише окремих рослин, а й природних рослинних угруповань, з яких формуються ліси, луки, степи тощо. Разом з тим, ботаніка як фундаментальна наука, дає відповідь на на запити практики: як найбільш доцільно використовувати корисні рослини чи певні ділянки рослинного покриву. Разом з тваринами та іншимт групами організмів рослини складають світ живих істот, які виявляють між собою єдність, що проявляється в одноманітності їх клітин, в схожості процесів росту, розвитку, розмноження, хімічного складу, обміну речовин та інших основних життєвих проявів.

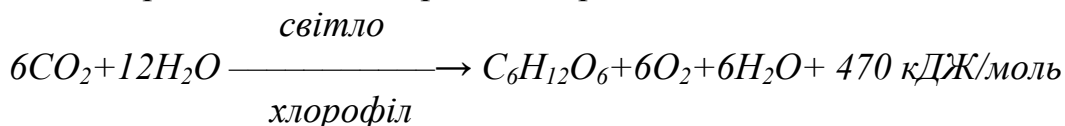
Життя на планеті виникло близько 3,8 млрд. років тому в безкисневому середовищі. Первинна атмосфера складалася із азоту, водню, парів води, метану, фосфору тощо. Кисень входив до складу атмосфери лише у вигляді оксидів (переважно водню).

Етапи формування живих організмів:



Рослинний світ нараховує близько 500 тисяч видів. Поширені скрізь: на суші від екватора до арктичних областей, в прісних та солоних водоймах, льодах Арктики і Антарктики.

Завдяки хлорофілу, який міститься в хлоропластах, відбувається перетворення променистої енергії Сонця на органічні речовини, таким чином відбувається первинний синтез органічної речовини:



Із них синтезуються інші речовини (білки, жири, вуглеводи та їх похідні), які використовуються гетеротрофними організмами, що включаються в кругообіг речовин. Через що рослини називають фототрофами, оскільки вони використовують енергію сонячних променів.

### **Продуценти → Консументи → Редуценти**

Щорічно синтезується близько 83 млрд. т органічних речовин, засвоюють в процесі фотосинтезу 174 млрд. т вуглецю. Вони є джерелом накопичення енергії у вигляді кам'яного вугілля, нафти, газу.

Завдяки діяльності зелених рослин атмосфера Землі збагатилася киснем. Утворення ґрунтів за рахунок вивітрювання гірських порід, збільшило енергію життєвих процесів, призвело до виникнення кисневого дихання.

Гетеротрофні організми (сапрофіти, паразити) розкладають органічні рештки рослин і тварин, перетворюють цих решток на неорганічні сполуки.

Рослинний покрив впливає на формування і зміну клімату, ґрунтоутворюючі процеси і підвищення родючості.

#### *Рослини в житті людини:*

Із 500 тисяч рослин людина використовує близько 25 000 видів переважно квіткових рослин, у культурі налічують 1500 видів і величезну кількість сортів (сортів винограду нараховується близько 8 тисяч, сортів картоплі в Україні – близько 100).

Вони задовольняють головні потреби людини в їжі, одягу, житлі. Найважливіші групи: хлібні або зернові (рис, пшениця), овочеві (картопля, морква, буряк, капуста, помідори, огірки), баштанні (кавуни, дині, гарбузи), плодові (яблука, груша, банани, ананаси, сливи, вишні), олійні (соняшник, ріпак, олива), лікарські (материнка, евкаліпт, шавлія), ефіроолійні (троянда, м'ята, лаванда, котовник, мак, череда), каучуконосні (гваюла, кок-сагіз), медоносні (фацелія, шоломниця), дубильні, кормові (овес, суданка, сорго, кукурудза). технічні (олія, цукор, тканини), прядивні (бавовник, льон, коноплі, кенаф, рамі, канатник), фарбувальні (вайда фарбувальна, баптизія південна) тощо. Деревину людина використовує для отримання будівельного матеріалу, паперу, картону, штучного шовку, скипидару, ацетону, камфори, деревного вугілля, ефірної олії тощо.

### **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.

## **Історія ботаніки**

Термін «ботаніка» походить від грецького «botane» – трава, рослини.

**1 етап** – *Етап накопичення інтуїтивних знань про рослин.* Знайомство первісних людей з корисними рослинами. Вже близько 20 тисяч років тому люди вже розпізнавали і використовували їстівні та лікарські рослини. У будівлях давніх людей, які були зведені 6000 років до н.е., знайдені зерна пшениці, ячменю, гороху, проса, маку, льону, яблуні, винограду та ін. рослин. У Стародавньому Китаї та Індії за 2700 років до н.е. згадується багато видів рослин, особливо зернових (пшениця, просо) та лікарських.

**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 – багаторічники, дворічники та однорічники. Необхідність визначення корисних рослин – морфологія рослин. Лікар Гіппократ, який жив у V-IV столітті до н.е., описав більше як 200 лікарських рослин. Грецький філософ і природодослідник Теофраст (370-286 рр. до н.е.) у своїй 10-томній роботі “Дослідження про рослини” описав понад 450 рослини і запропонував свою класифікацію. Він поділяє тіло 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 рослин з корисними властивостями, виділив серед них лікарські, декоративні, харчові, технічні тощо. До кінця 17 ст. – для ботаніків – настільна книга. Таким чином, наука ботаніка на різних етапах свого розвитку була тісно пов'язана із практичними потребами людини.

**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. Андреа Чезальпіно – XVII – в основі систематики – будова плоду. Серед вчених існувала думка, що всі організми земної кулі мають аморфну будову без будь-якої структури. Панував релігійний світогляд.

**4 етап** – *Етап аналітичних ботанічних знань*. Англійський вчений Роберт Гук удосконалив мікроскоп, ввів термін «клітина». Мальпігі і Грю заклали початок анатомії рослин. Ботанік Неесмія Грю з'ясував, що рослинні тканини складаються з клітини, але вони різні за формою, розмірами та призначенням. К. Лінней (1707-1778) – вершина штучної систематики. Уточнив техніку опису рослин, ввів термін «вид» як основної одиниці систематики, для назв ввів бінарну номенклатуру (перше слово – рід, друге – вид). 1833 Роберт Броун описав ядро. Ян Пуркіне і Хуго Моль – цитоплазма. В.І. Беляєв описав механізм мітозу і мейозу в рослин. І.М. Горожанкін між клітинами є плазмодесми, відкрив просте запліднення у голонасінних.

В.Гете і К.Ф. Вольф досліджували вегетативні органи рослин та появу їх метаморфозів у процесі еволюції. Були основоположниками морфології рослин.

Одним із засновників ембріології рослин був німецький ботанік В. Гофмейстер, який у 1849 описав розвиток насінного зачатка та зародкового мішка, процес запліднення та розвиток зародка із заплідненої яйцеклітини. Німецький ботанік Едуард проводив дослідження в галузі анатомії, цитології і ембріології рослин. Він вперше описав розвиток восьмиядерного зародкового мішка та у 1894р. написав підручник з ботаніки, на якому навчалися покоління студентів.

О.П. Декандоль – обґрунтував анатомо-морфологічна схожість рослин за функціями та за планом будови і походження – гомологічні і аналогічні органи. Навашин С.Г. 1898 р.– подвійне запліднення рослин. В.В. Докучаєв (1846-1903) – вчення про географічні зони.

**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 Віллібальд Готлібович – був першим професором ботаніки університету імені Св. Володимира. Наукові праці В. Бессера присвячені флористиці та систематиці рослин. Вивчав флору Правобережжя, опублікував двотомна працю «Флора Галіції».

Навашин Сергій Гаврилович – 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 Дмитро Костянтинівич – видатний 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 Яків Самуїлович – 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 “Ембріология 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.

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).

### **Ботаніка і майбутнє**

- Проведення досліджень рослин на Землі і в космосі для забезпечення продуктами харчування в умовах замкнених систем (Є. Кордюм – космічна біологія).
- 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).



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

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

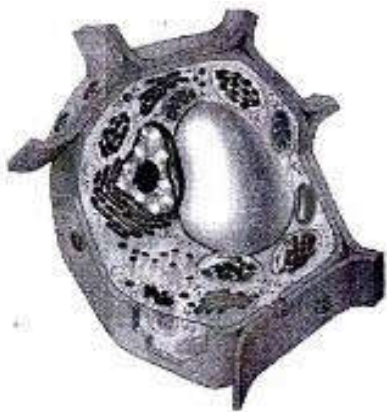
клітини всіх одноклітинних і багатоклітинних організмів подібні за походженням (гомологічні), будовою, хімічним складом, основними проявами життєдіяльності;

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). *Клітина – 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 із чотирьох основних структурних компонентів – **клітинної оболонки, протопласту, вакуолі і включень.**

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

Форма рослинних клітин:

– *паренхімні* (довжина = ширина), входять до твірної, основної, механічної тканин;  
– *прозенхімні* – це витягнуті (довжина > ширина) і загострені на кінцях (на відміну від паренхіми) клітини, різні за походженням і функціями. Між прозенхімою (тканиною, утвореною прозенхімними клітинами) і паренхімою є переходи, наприклад, коленхіма і лопатеві гіллясті клітини мезофіла в листі канни 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 органоидами.

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

*Цитоплазма, ядро. Структура, фізичні властивості та хімічний склад. 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 із 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. В цілому 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 зсередини 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 – це явище, при якому відбувається відокремлення протопласта від оболонки рослинної клітини. Явище протилежне тургору та деплазмолізу. Причиною плазмолізу є зменшення об'єму вакуолі через втрату внутрішньоклітинної води, під дією гіпертонічних розчинів або плазмолітиків: сахарози,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ , концентрація яких більша, ніж вакуолярного соку клітини. Плазмоліз можливий лише 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 тим вищий, чим більш концентрований розчин. Проявом осмотичних властивостей рослинних клітин є явище плазмолізу. Тобто, внаслідок дії плазмолітиків на клітину більш концентрований розчин відбирає воду від вакуолі, зменшуючи її об'єм і шар цитоплазми, що був притиснутий вакуолею до оболонки, відстає від останньої. При деплазмолізі кількість води в клітині поступово збільшується, об'єм вакуолі зростає, клітинний сік тисне на цитоплазму і притискає її до клітинної оболонки. Клітинна оболонка розтягується під впливом внутрішнього тиску і клітина переходить в стан тургору. Таким чином, за допомогою плазмолітичного методу ми можемо визначити величину осмотичного потенціалу клітини і відповідно концентрацію клітинного соку, який являє собою розчин мінеральних і органічних речовин.

**Ядро** відкрите в 1832 р. Р. Броун. В клітинах 1 або декілька ядер (водорості, гриби). Ядро має колоїдну природу, але більш в'язке, ніж цитоплазма. Ядро в процесі еволюційного розвитку рослин виникло не відразу. Первісні організми ядра не мали. Із сучасних рослинних організмів чітко

сформованого ядра не мають бактерії та ціанобактерії. Замість нього в цитоплазмі є центральне тіло — дрібні частини ядерної речовини.

*Форма:* кулеподібна, овальна або сплющена. В клітинах з високою фізіологічною активністю форма ядра складна, завдяки чому збільшується відношення поверхні ядра до його об'єму (в черешках пеларгонії ядра мають джгутикоподібні вирости, що збільшує їх поверхню).

*Розмір* ядра залежить від розмірів клітини. При збільшенні об'єму цитоплазми збільшується і об'єм ядра. Співвідношення об'єму ядра до об'єму цитоплазми називається ядрово-плазмовим співвідношенням. В молодих клітинах ядро займає порівняно 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 1мкм 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. Об'єм протягом доби змінюється. Положення ядра в клітині непостійне: в меристематичних клітинах по центру, в зрілих – біля стінки. Як правило, клітина має одне ядро. Проте, зустрічаються деякі види рослин, в клітинах яких є два і більше ядра. По декілька ядер мають клітини спеціалізованих тканин (наприклад, клітини тапетуму, молочники). У зеленої водорості кладофора у кожній клітині міститься по кілька ядер, а в клітинах сифоних водоростей – по декілька сот. ядер.

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

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

1. *Інтерфазне ядро*, в якому відбувається реплікація ДНК з утворенням другої хроматиди і перетаоренням однохроматидної хромосоми в двоохроматидну.
2. *Ядро, що ділиться*, в якому відбувається розрив двоохроматидної хромосоми на однохроматидні і розподіл їх між дочірніми ядрами, що забезпечує передачу спадкової інформації.
3. *Робоче ядро*, в якому гени, локалізовані в хромосомах, регулюють клітинну активність.

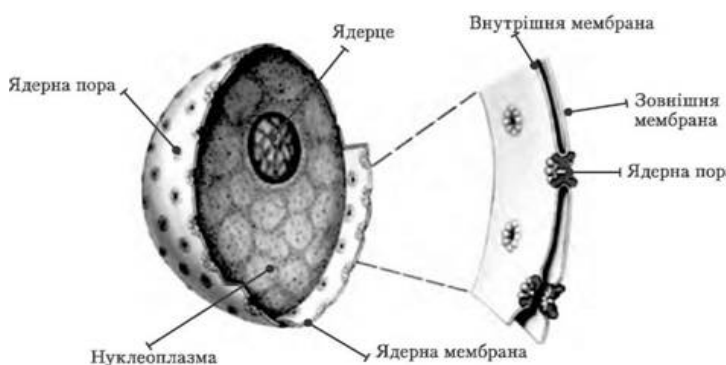
*Структура:*

*Ядерна оболонка* оточує ядро, складається із 2 мембран з перинуклеарним простором між ними. Внутрішня мембрана її 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 Відмежовує ядро від цитоплазми 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* тонкі (10 нм) нитчасті структури (видно під електронним мікроскопом), *конденсовані* короткі і товсті, видно під світловим мікроскопом. Це нуклеопротейд із ДНК(нуклеотиди – залишок фосфорної к-ти + 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 вдрізняються 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. – синтез рРНК зі з'єднанням її з білками.

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

## ДВОМЕМБРАННІ ОРГАНЕЛИ

*Пластиди* – органели рослинної клітини, що складаються з білкової стромы, оточені двома ліпопротеїдними мембранами. Внутрішня з них утворює всередину вирости (тилакоїди, або ламелли) чітко обмежені в'язкі тільця спеціалізованої структури і ф-ції, які можуть змінювати свою форму. У нижчих рослин пластид не може бути або їх кількість 1-2 на клітину. У клітинах вищих рослин – багато. Великих розмірів хлоропластиводоростей називаються хроматофорами. Форма пластидів може бути дуже різноманітною. Класифікують залежно від наявності та типу пігментів: зелені пігменти – хлоропласти, інші кольори – хромопласти, безбарвні – лейкопласти. Всі пластиди мають білкову основу або строму.

Це напівавтономні двомембранні органели, в яких відбувається первинний і вторинний синтез вуглеводів.



*Хлоропласти* мають хлорофіл, який формується на внутрішній мембрані і каротиноїди в матриксі (стромі). Їх кількість в рослинній клітині може бути різною: у деяких водоростей в клітині міститься лише один великий хлоропласт, часто химерної форми, в клітинах деяких вищих рослин знаходиться багато хлоропластів. 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



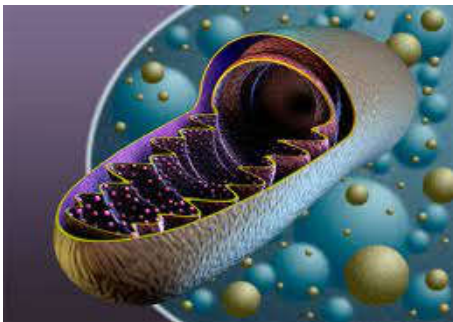
запасуються поживні речовини: білки – протеопласти; олії – олеопласти; вуглеводи – амілопласти.

*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 про пластидів – пропластид, сферичних тілець, оточених подвійної мембраною і виповнених 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, які видно при збільшенні в 1000-1200 разів, є центрами внутрішньоклітинного окислення, містять ферменти ди- і трикарбонівих 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**

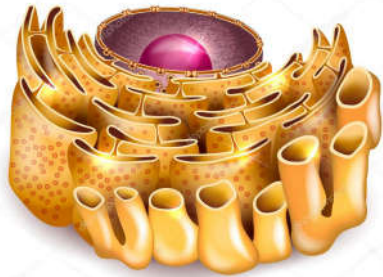
*Рибосоми* – не мембранна органела, є обов'язковою клітинною компонентою, дрібні, майже сферичні органели, які видно під електронним мікроскопом, виконують функція синтезу білків. Складаються із двох субодиниць: малої і великої. До складу малої входять молекули білка та одна молекула рибосомальної РНК, 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 ОРГАНЕЛІ



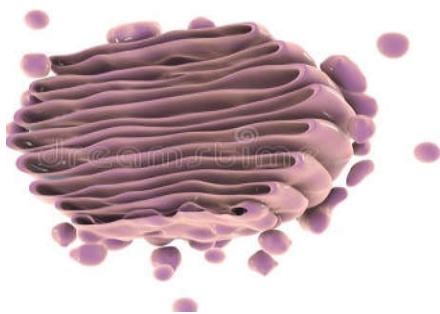
*ЕПР (ендоплазматичний ретикулум), ендорплазматична сітка* – Розгалужена система ультрамікроскопічних каналців, пухирців і цистерн, яка безперервно змінюється. Обмежена елементарною мембраною і виповнена безструктурним матриксом, що відрізняється від гіалоплазми. Канальці ЕПР з'єднуються з зовнішньою оболонкою ядра, і через них ядро сполучається з цитоплазмою. З'єднує сусідні

клітини, з органелами 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 від 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 жирозапасаючого насіння рицини, соняшнику.

*Сферосоми* – округлі одномембранні тільця, розташовані в гіалоплазмі. Під мембраною – в матриксі містяться ферменти. Ф-ція

синтез і накопичення рослинних жирів, які перетворюються у вуглеводи під час проростання.

*Лізосоми* – округлі одномембранні тільця діаметром 0,5-2,0 мк, що мають на поверхні.

*Мікротрубочки*

Типи мікротрубочок:

- м/т, що утворюють ядерне веретено поділу в мітозі;
- що зустрічаються в цитоплазмі;
- є структурними елементами джгутиків і війок.

### 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?

## ЛЕКЦІЯ 3.

*Продукти життєдіяльності рослинної клітини. Вакуолярна система. Розвиток і структура. Роль у життєдіяльності клітини. Клітинний сік та його хімічний склад: органічні речовини; неорганічні речовини. Фізіологічно активні речовини. Ферменти. Фітогормони. Вітаміни. Антибіотики. Фітонциди. Продукти обміну і запасання речовин. Вуглеводи. Ліпіди. Жирні олії. Кутин. Суберин. Воски. Фосфоліпіди. Конституційні і запасні білки. Амінокислоти. Поліпептиди. Отруйні речовини. **Клітинна оболонка.** Походження, фізичні властивості, хімічний склад і функції. Значення клітинної оболонки.*

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 понад 30 % об'єму, а в окремих випадках навіть до 90 %. Вакуолі рослин подібні злізосомамитварин і

містять велику кількість гідролітичних ферментів, проте їхні функції не обмежені тільки перетравленням біополімерів. Зокрема цей компартмент може використовуватись для зберігання, як поживних речовин так і відходів метаболізму. Вакуолі дають можливість економно і швидко збільшувати розмір клітини, не збільшуючи об'єму цитоплазми. Нерідко одна клітина може містити кілька вакуоль з різними функціями.

Вакуолі рослин необхідні для регулювання тиску тургору цитоплазми. Наприклад, у випадку зростання кислотності навколишнього середовища надмірне надходження протонів у цитоплазму принаймні деякою мірою компенсується їх транспортом всередину вакуоль. Схожим чином підтримується і тургор, частково завдяки контрольованому розщепленню та синтезу полімерів, таких як поліфосфати, у вакуолях, а частково, завдяки зміні швидкості транспорту амінокислот, цукрів та інших малих молекул через плазмалему та тонопласт (мембрану вакуолі).

У вакуолях зберігаються найрізноманітніші речовини, деякі із яких можуть мати поживну цінність (унаслідок вмісту в них солі і сахарозу вакуолі містять велику кількість білків). Коли насіння проростає, білки розщеплюються гідролітичними ферментами, а амінокислоти транспортуються через тонопласт у цитоплазму. Вакуолі можуть накопичувати пігменти (антоціанін, зокрема у пелюстках для привабливості 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  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ . При збільшенні концентрації речовина в 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 типу 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 використовується спектр світла, який не поглинають хлоропласти, при цьому підвищується температура органів, що захищає рослину від негативного впливу низьких температур.

*Антохлори* – жовті пігменти (квітки лядвенцю, льонку, жоржин) виконує 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. В 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 (букльба 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.* Термін «жир» використовують для ефірів 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 корицевого дерева, в плодах мускатного горіха).

*Мінеральні солі* у вигляді солей азотної (нітрати) – кропива жалка, щиряца загнута, грицики, соняшник, картопля, квасоля, фосфорної (фосфати) – черешки і листки кінського щавлю, цибуклі, часнику; соляної (хлориди) – (у рослин посушливих місцевостей) 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 достиганні. Відіграють значну роль у харчуванні людини.

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 органоїдами клітини та втратили безпосередній зв'язок з протопластом, 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, кожен реакцію каталізує специфічний фермент.

*Класифікація ферментів:*

1. *Гідролази* каталізують розщеплення складних орг. сполук на простіші з участю води (протеази – розщеплення і синтез білків, ліпази – жирів, фосфотази – 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 фосфорної к-ти, моносахаридів, амінокислот).

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

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

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

1. *Вітаміни* – фізіологічно активні речовини з різною фізіологічною дією. Це коферменти, без якого не буває взаємодії ферменту і субстрату. Синтезуються лише рослинами. Відомо близько 40 вітамінів, їх 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* (зв'язуються з білками цитоплазми, зумовлюють розтягнення клітин в довжину, пом'якшуючи клітинну стінку)

*цитокиніни* стимулюють поділ клітин, прискорюють проростання насіння;

*гіберіліни* стимулюють ріст рослин, прискорюють проростання насіння

До фітогормонів належать також інгібітори росту (пригнічують дію ростових речовин).

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

Функція – регуляція мікробної флори повітря, підтримання стабільності біологічного середовища. Добувають антибіотики, що використовуються в медичній практиці і сільському господарстві. Діють на збудників дизентерії, холери, туберкульозу, газової гангрені, черевного тифу, вірусу грипу.

**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 (винятком є гриби ооміцети, чия клітинна стінка також складається з целюлози).

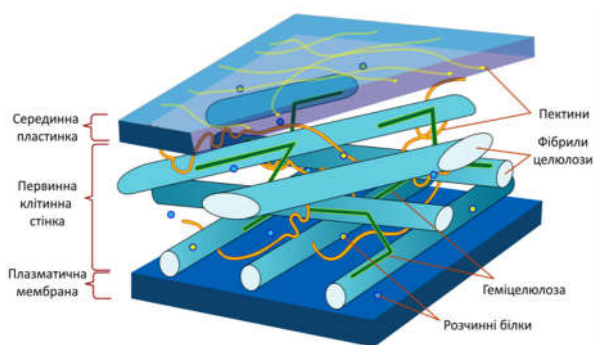
*Функція:* захищає вміст клітини від пошкоджень та зовнішніх патогенів, надає певної форми клітині, бере участь у поглинанні і проведенні речовин, транспірації і виділенні речовин із клітини.

Як правило, оболонка безбарвна, прозора, легко пропускає сонячні промені, по ній може пересуватися вода з розчиненими низькомолекулярними речовинами.

При відмиранні протопласта 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. Першою утворюється під час поділу клітин. Складається із пектинових полісахаридів. 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 ( $C_6H_{12}O_6$ )<sub>n</sub>, розміщуються паралельно одна до одної і групуються по декілька десятків, утворюючи тривимірні грати – міцели, яка складається із 100 целюлозних

молекул. Міцели групуються в мікрофібрили, а остані у фібрили, які видно у світловий мікроскоп. Полімолекулярні волокна – *мікрофібрили*, занурені у полісахаридний матрикс, основним компонентом якого є пектин. Мікрофібрили еластичні і міцні на розрив. Первинна клітинна стінка – мережа волокон целюлози, направлених у випадкових напрямках. Волокна утримуються разом водневими зв'язками, що забезпечує досить високу



міцність. Клітини тримаються разом і розділяють желатинову мембрану, яка називається *проміжна ламелата* містить пектати (солі пектинової кислоти) магнію і кальцію. Клітини взаємодіють через плазмодесми (цитоплазменні каналці), що з'єднують цитоплазми клітин крізь клітинні стінки. Основні вуглеводи, що складають первинну клітинну стінку, – целюлоза, геміцелюлоза і пектинові речовини. Целюлозні мікрОВОлокна зв'язуються через хеміцелюлозні мостики, формуючи целюлозно-хеміцелюлозну мережу, яка оточена матрицею пектину. Найзагальніший 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 органодів (АГ) і плазмалеми. 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 – *апозція*.

Видозміни клітинної оболонки. Крім пектинових речовин і геміцелюлоз в матриксі можуть відкладатися інші речовини. До 30 % вмісту компоненту матриксу входить поліфенол лігнин, відкладання якого призводить до підвищення твердості оболонки, зникнення еластичності, зниження проникності для води, – *здерева́ння*.

У клітинах надземних органів може міститися значна кількість мінеральних речовин (кремнезем або оксалат кальцію), надають оболонці твердість і крихкість (у хвощів, осокових і злаків) – *мінералізація*.

Оболонки клітин поверхневих органів можуть містити кутин у вигляді плівки – *кутинізація*, віск, які виконують захисну ф-цію. При відкладанні жироподібної речовини суберину, що є сумішшю ефірів полімерних насичених і ненасичених жирних кислот. Такі стінки не пропускають воду і гази, тому протопласт поступово відмирає – *окорковіння*.



*Ослизнення* – оболонка вкривається слизом з целюлози і пектину.

*Пора* – непотовщена ділянка оболонки у вигляді заглибини. Через пори проходять в сусідні клітини тяжі цитоплазми, які називаються плазмодесми. Виникають внаслідок нерівномірного потовщення первинної (первинні порові поля), які характерні для оболонок меристематичних клітин.

Порові поля вторинної клітинних оболонок можуть виникати над первинними поровими полями або на тих ділянках, де порових полів немає. Пора однієї клітини відповідає порі сусідньої клітини – *пара пор*. Замикаюча плівка є загальною для обох пор і складається із двох первинних оболонок і шару міжклітинної речовини.

*Мацерація* – процес роз'єднання клітин внаслідок руйнування міжклітинної речовини. Буває природна (у перестиглих плодів кавуна, груші, черешках листків перед листопадом) – пектинові речовини серединної пластинки переходять у розчинний стан, а потім вимиваються водою; штучну мацерацію проводять при промисловому виділенні волокон з прядивних культур (льону, конопель).

### Питання для самоперевірки до лекції

1. Як відбувається процес формування вакуолярної системи рослинної клітини?
2. Як формується вакуоля, біохімічний склад клітинного соку?
3. Яку роль відіграють різні групи пігментів рослинних клітин?
4. Які речовини належать до фізіологічно активних у рослинних клітинах?
5. Біохімічний склад та будова клітинної стінки?
6. Які вторинні зміни відбуваються з віком в клітинній стінці?

## ЛЕКЦІЯ 4

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

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

Формуються в процесі розвитку органів шляхом поділу клітин мітозом, їх росту і диференціації. Ф-ції тканин виконують живі і мертві

клітини. Розрізняються за формою клітин, функцією, тривалістю їх життя тощо.

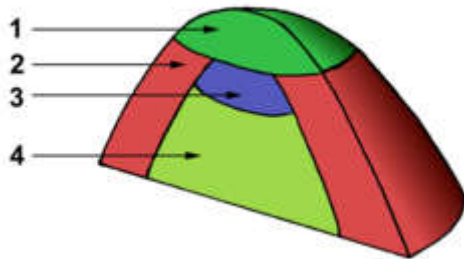
#### Типи тканин

- 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 якої розвивається перицикл і прокамбій. Вони трансформуються в **стелу (центральний осьовий циліндр кореня)**.

Конус наростання пагона покритонасінних рослин містить два (1-4) рядів ініціальних клітин, які входять до складу туніки, вони оточують групу ініціальних клітин, з яких складається **корпус**. Зовнішній шар клітин туніки 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

флоеми, ксилеми, механічних тканин, паренхіми, що є складовими центрального осьового 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, що виникає з про меристеми 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 – 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.

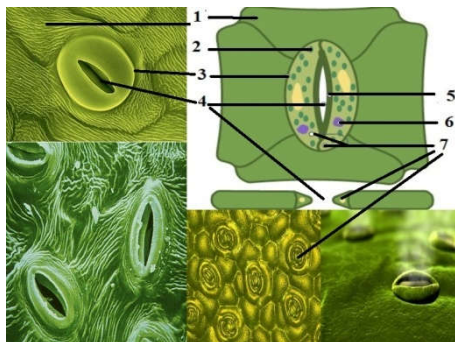
*Камбій* – бічна вторинна меристема.

*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 (В1, В2, РР, Е, каротиноїди), ферменти.

### ***Покривні тканини***

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



За походженням: первинна (епідерміс, епілема), 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 одного 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.

Ф-цію газообміну і транспірацію в корку виконують сочевички – отвори в корку з кулястими виповнюючіми клітинами і добре розвиненими міжклітинниками.

*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. Кірка dorостає щорічно зсередини завдяки фелогену, а ззовні відмирає злущується. Кірка – потужніша за корок захисну тканину.

### ***Основні тканина***

Найбільший обсяг у рослині займають основні тканини, які захищені зовні покривними тканинами і пронизані провідними, механічними та іншими тканинами.

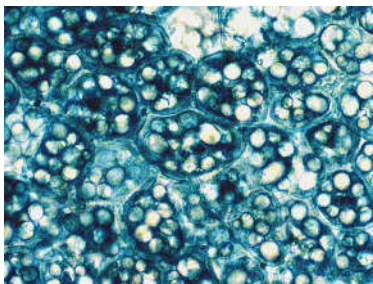
Клітини, які утворюють тканини, відрізняються звичайною паренхімною будовою; їх оболонка здебільшого тонка, складається з целюлози, але нерідко потовщується і дерев'яніє.

Обриси клітини різні, найчастіше – округло-багатокутні.

Основна тканина на противагу іншим дуже багата міжклітинними просторами. Розміри їх дуже різноманітні, починаючи від вузьких каналів і закінчуючи великими порожнинами, які у багато разів перевищують розміри самих клітин.

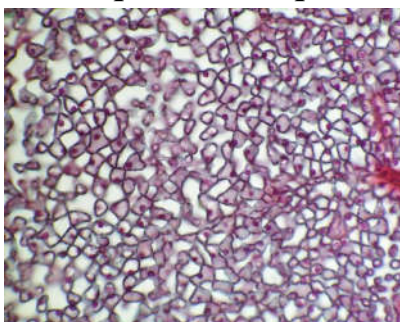
Основні тканини є для усієї рослини, переважно, живильними тканинами. У них існують функціональні відмінності і відповідно до цього, вони поділяються на такі три різновиди основної тканини. Від виконуваної функції поділяють на *асиміляційну, запасуючу, повітроносну, водоносну*

### **Водоносна тканина: будова і функції**



Основна тканина даного виду побудована з великих клітин, що володіють тонкими стінками. У вакуолях клітин цієї тканини міститься спеціальне слизувате речовина, яке призначене для того, щоб утримувати вологу. Функції водоносної тканини полягають у тому, що вона запасає вологу. Знаходиться водоносна паренхіма в стеблах і листках таких рослин, як кактуси, агави, алое та інших, що ростуть у посушливому кліматі. Завдяки великій кількості такої тканини рослина може застатися водою на випадок, якщо дощу довго не буде.

### **Повітроносна паренхіма**

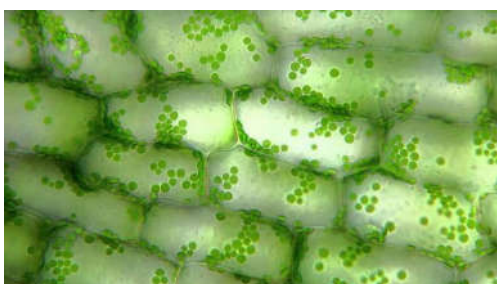


Клітини основної тканини цього виду знаходяться на відстані один від одного. Між ними знаходяться межклітинники, в яких знаходиться повітря. Функція цієї паренхіми полягає в забезпеченні клітини інших тканин рослини вуглекислим газом і киснем. Присутня така тканина в основному в організмі болотних та водних рослин. У сухопутних вона зустрічається рідко.

### **Поглинаюча паренхіма**

Поглинаюча паренхіма, її функції полягають у транспорті водних розчинів, які спочатку всмоктуються корневими волосками на закінченнях коренів, різних мінеральних речовин із ґрунту. Поглинаюча паренхіма направляє ці розчини в центральну частину кореня, де вони потрапляють в спеціальну водопровідну систему. Ця паренхіма розташована у всмоктувальній частині кореня.

### **Асиміляційна паренхіма**



Складається з середніх за розміром клітин з тонкими стінками. В середині клітин асиміляційної тканини у великій кількості знаходяться хлоропласти – органели, які відповідають за фотосинтез.

Асиміляційна паренхіма, характеризується наявністю в її клітинах значної кількості хлорофілових зерен.

Головною функцією цієї тканини є процес фотосинтезу, утворення його первинних продуктів.

Синтез вуглеводів залежить від наявності хлоропластів і від сонячного світла, тому паренхіма розташована безпосередньо під епідермісом листка і зелених стебел, проникаючи іноді й глибше.

Паренхіма в листках нерідко не утворює однорідної тканини.

У багатьох квіткових рослин вона розділяється на два абсолютно різних, не пов'язаних між собою переходами шари. Один з них, який лежить під

шкіркою верхньої сторони листа і складається з витягнутих в довжину призматичних клітин, розташованих перпендикулярно до поверхні листа, носить назву стовбчатої, або палісадної паренхіма.

Клітини її відрізняються присутністю значної кількості хлоропластів, чим і пояснюється інтенсивність процесу фотосинтезу в цій тканині. Інший шар, який лежить з нижнього боку листка, відрізняється рихлістю через утворення великих міжклітинних просторів, тому така тканина називається губчастою паренхімою. Остання хоч і має в своїх клітинах хлорофілові зерна, але асиміляція – її друга функція, а головними функціями є: газообмін та транспірація (випаровування води).

### ***Запасаюча паренхіма***

Ця форма основної тканини пристосована до накопичення запасів таких поживних речовин, як: 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, наприклад, хлібних злаків, де відкладаються переважно крохмаль і білки; в насінні бобових, де відкладається значна кількість білків і крохмалю (горох, соя, люпин) або масла (арахіс).

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

У листках багатьох вічнозелених рослин, як, наприклад, благородний лавр, маслина, падуб, магнолія, зовнішні клітини в певну пору року бувають заповнені великими крохмальними зернами.

У клітинах паренхіми відкладаються не тільки запасні поживні речовини, але і різні інші органічні сполуки: алкалоїди; глюкозиди; дубильні речовини; каучук в суміші зі смолами тощо.

Паренхіма є також тканиною для транзиту різних розчинів всередині рослини.

Практичне значення запасаючої 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 різними відрізками; щеплення рослин; пошкодженнях тощо.

### **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?
5. Які типи основних тканин, їх будова та функції?
6. Яке значення мають покривні, твірні та основні тканини для сільськогосподарського виробництва?



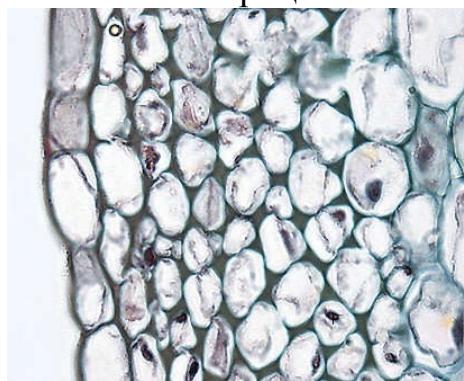
## Лекція 5. Механічні, провідні та видільні тканини

Типи механічних тканин, їх будова, походження та використання. Типи провідних тканин. Флоема, ксилем. Провідні пучки: визначення, класифікація, типи і характеристика. Типи видільних тканин різного походження.

**Механічні тканини.** Складаються із групи спеціалізованих клітин, які надають міцності органам і самій рослині. Ці клітини можуть бути живими або мертві, товстостінні, рівномірно або нерівномірно потовщені, паренхімні або прозенхімні.

За особливостями походження, будови, функції і розміщення в органах механічні тканини поділяють на *коленхіму, склеренхіму і склереїди*.

**Коленхіма.** В процесі еволюції коленхіма утворилася з основної тканини. У ній може міститися деяка кількість хлорофілу, тоді за участю цієї структури здійснюється фотосинтез. Коленхіма є тільки у *молодих рослин*.



Вона знаходиться відразу за покривною тканиною, вистилаючи окремі органи, але іноді може розташовуватися глибше. Ця тканина здатна виконувати свою функцію тільки тоді, коли клітини зберігають тургор. Всі клітини коленхіми безперервно ростуть і

діляться, зберігаючи життєздатність до закінчення періоду вегетації. Залежно від того, яке зчленування мають клітини, є 3 види коленхіми:

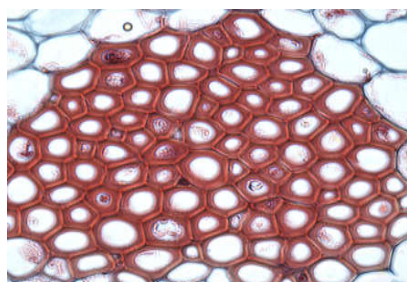
- **Пластинчаста.** Стінки клітин досить щільні, з рівномірним потовщенням, розташовуються впритул одна до іншої, а по відношенню до стебла – паралельно (соняшник).

- **Кутикова.** Клітинні оболонки найбільш товсті посередині і в кутах. Примикання утворюється саме в цих місцях (щавель, гречка, гарбуз).

- **Пухка.** Клітини відстоять один від одного, тому утворюється міжклітинний простір. Потовщення рівномірні, середні за величиною (підбіл, беладона). Ця структура здатна виконувати фотосинтезуючу функцію.

У тілі рослини коленхімою багаті листя і черешки. Також вона присутня в стеблі, оточуючи його на зразок циліндра. Всі клітини тканини живі і недеревовидні, тому вони не створюють перешкод для росту пагонів, листя і квіток.

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



### 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. Він допомагає рослинам переносити динамічні навантаження, що виникають у зв'язку з природними катаклізмами. Завдяки здревілим тканинам дерева витримують масу крони.

У процесі фотосинтезу склеренхіма не бере участі, оскільки в її структурі немає живих клітин.

Склеренхіма має високу міцність на злам (не поступається сталі).

Структуру тканини утворює кілька типів клітин:

- либриформ;
- склереїда;
- волокно;
- структури в складі флоєми, ксилеми і провідних тканин.

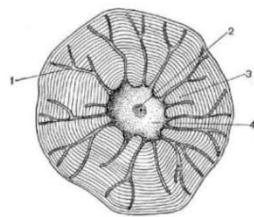
Будова і розташування кожного типу розрізняються. Волокна – це прозенхімні структури з невеликою кількістю пор і здрев'янілими оболонками. Клітини витягнуті в довжину і мають загострені кінці. Волокна сконцентровані в черешку, серединній частині кореня, стеблі, міжвузлях.

Луб'яні волокна знаходяться в периферійній частині рослин і є складовою частиною кори (лубу, флоєми). Клітини довгі (5-300 мм), 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 мм завдовжки), загострені по кінцях. Клітинні оболонки потовщуються за рахунок лігніну.



*Склереїди або кам'янисті клітини* – група мертвих клітин паренхімної форми з потовщеними, здревілими 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 товщують, при цьому відбувається їх здрев'яніння. Склереїди утворюються з паренхіми і первинної меристеми. Місця, де вони локалізуються, дозволяють зрозуміти, наскільки висока міцність таких структур.

Частини рослини, в яких присутні склереїди:

- кісточка плодів;
- кістянки ягід;
- горіхова шкаралупа.



Деякі види формують плоди, в структуру яких також включена тканина цього виду. Завдяки такій будові речовина стає непривабливим для тварин.

Варіанти форми клітин склереїдів:

- остеосклереїди.
- поздовжні (структура нагадує волокна).
- брахісклереїди (клітини короткі, округлі, за формою схожі на паренхімні).

Значення клітин обумовлено тим, що вони виконують арматурні функції, але цим їх роль не обмежується.

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 CO<sub>2</sub> 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 провідними тканинами, а рух органічних речовин – живими.

**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 них клітин із скошеною поперечною оболонкою. Довжина у покритонасінних рослин – 0,5-1,0 мм, у голонасінних – до 4 мм. Оболонка має пори і вторинні потовщення різної форми (спіральні, кільчасті, драбинчасті, пористі). 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** (від грец. *xylon* — *деревина*) — комплексна провідна тканина, до складу якої входять провідні (судини і трахеїди), паренхімні та механічні гістологічні елементи.

**Флоема** (від грец. *phloios* — *кора, лико*) - комплекс провідних, паренхімних та механічних елементів по яких пересуваються органічні речовини від листків до коренів.

*Провідні пучки: визначення, класифікація, типи і характеристика.*

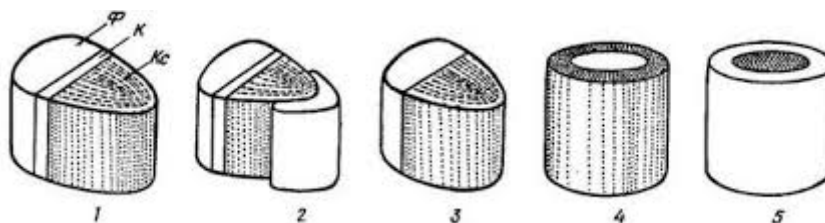
Залежно від взаєморозташування в пучку флоєми і ксилеми розрізняють колатеральні, біколатеральні, концентричні та радіальні судинно-волокнисті

пучки. Провідні тканини ксилема та флоема в органах рослин розташовуються не ізольовано, а зібрані у відповідні групи, які називаються судинно-волокнистими пучками.

Утворюються судинно-волокнисті пучки з прокамбію, який до центра відкладає первинну ксилему, а назовні - первинну флоему. Первинна ксилема складається з протоксилеми і метаксилеми, а первинна флоема з протофлоеми і метафлоеми. 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 починає твірну діяльність, відкладаючи назовні вторинну флоему, а до центру вторинну ксилему.

**Колатеральні пучки** – це такі, в яких 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*, то він називається *закритим*. Такі провідні пучки формуються у однодольних рослин, протягом всього життя залишаються незмінними.

– Якщо у провідному пучку є *камбій*, який міститься між флоемою і ксилемою, то він називається *відкритим*. Такі пучки властиві, в основному, дводольним рослинам. За рахунок твірної діяльності камбію утворюються вторинні провідні тканини – вторинна ксилема та вторинна флоема.

*Біколлатеральний пучок* - це відкритий коллатеральний пучок, в якому з внутрішнього боку розташовується додаткова ділянка флоеми. Зустрічаються в стеблах гарбузових, пасльонових.

*Концентричні пучки* - це закриті пучки, в яких флоема оточує ксилему, або навпаки. Характерні для таких рослин як півники, конвалія та ін. однодольні.

*Радіальні пучки* - характеризуються тим, що в них флоема і ксилема розташовані в різних радіусах. Поділяють на закриті (зустрічаються в коренях однодольних) та відкриті (в коренях дводольних).

### **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 реч-н, які є також 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 чохлак – амінокислоти, вуглеводи, вітаміни, алкалоїди, глікозиди).

Шляхи виділення речовин:

1. екструзія – (пухирці АГ підходять до плазма 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, омофори, нектарники, гідатоди); продуктами зовнішньої секреції є ефірні олії, нектар, вода тощо.

Внутрішні видільні тканини: секреторні ідіобласти, залозисті клітини (вмістилищі), видільні ходи, молочники, поодинокі видільні клітини, накопичують чують й лізигенні вмістища; 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. За будовою вони дуже різноманітні, але зберігають морфологічну сталість для кожної групи рослин.

- ***Нектарники*** – залозки, які виділяють на поверхню органа розчин вуглеводів. Цукристі виділення нектарників квітки приваблюють комах-запилювачів. У ентомофільних рослин мають вигляд залозок, розташованих на квітколожі при основі зав'язі або тичинкових ниток. Видільні клітини нектарників мають густу цитоплазму і високий рівень обміну речовин.

- ***Гідатоди*** – водяні продири, 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.

Розрізняють два види молочників: ***членисті*** і ***нечленисті***. ***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. Провідна функція відбувається тоді, коли молочники з'єднують місця синтезу органічних речовин, наприклад листки, з місцями засвоєння їх.

Про видільну і запасуючу функції молочників можна робити висновок за складом латексу. 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. Іноді у латексі є ферменти. 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 базана та в інших рослинах.

- **Схізогенні і лізигенні вмістища.** В них накопичуються і довго 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 бувають у дуже різноманітних груп рослин, але особливо 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.

#### *Питання для самоперевірки до лекції*

1. Яку роль у рослині відіграють механічні тканини?
2. Які види механічних тканин мають живі клітини та здатні до фотосинтезу? Де вони знаходяться?
3. Як використовує людина механічні тканини?
4. З чого складається висхідний потік речовин і по якій тканині він рухається?
5. З чого складається нисхідний потік речовин і по якій тканині він рухається?
6. З яких елементів складається судинно–волокнистий пучок?
7. За якими ознаками відрізняється відкритий провідний пучок від закритого?
8. Яка функція видільної тканини?
9. Чим відрізняються схізогенні вмістища від лізигенних?
10. Молочний сік, що виділяють рослини кульбаби лікарської утворюється у яких вмістищах?

## ЛЕКЦІЯ 6-7. 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 потовщенні 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. Особливості будови стебла голонасінних рослин. Будова стебла односім'ядольних рослин. **Листок.** Поняття і функція листка. Походження і розвиток листка. Морфологія листка, його частин. Типи листків. Листки злаків. Формації листків. Розмір і тривалість життя листків. Жилкування. Мозаїчність. Гетерофілія. Листопад і його біологічне значення. Масова частка листків та листкової поверхні в структурі фітомаси та формуванні врожаю провідних сільськогосподарських культур. Мікроскопічна будова. Особливості будови листків злаків. Будова хвої. Залежність анатомо-морфологічної будови листка від екологічних факторів. Метаморфози листка. Сукулентність листків.

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).

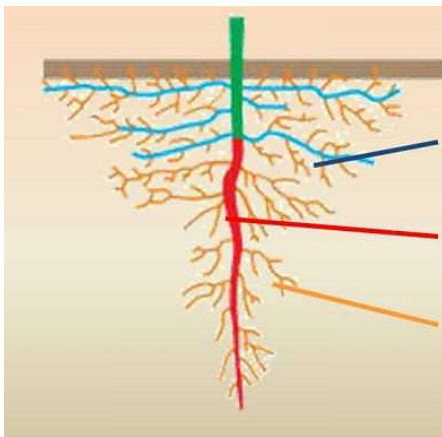
Гомологічні органи – (від грец. homologia – відповідність) – органи, які спільні за походженням, але відрізняються між собою за формою та функціями (напр., колочка глоду, кореневище купини, бульба картоплі, стрілка цибулі).



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

Функції:

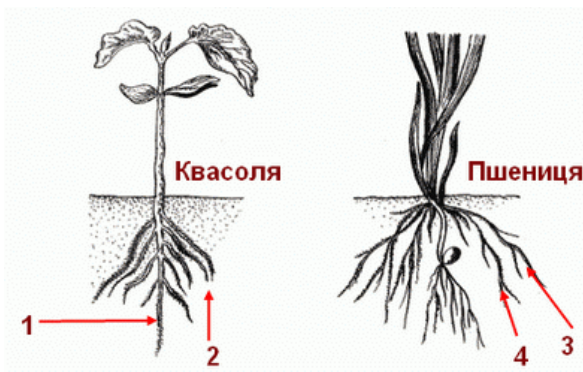
1. Закріплення рослин в ґрунті;
2. Поглинання з ґрунту води і розчинених мінеральних речовин;
3. Первинні перетворення ряду поглинутих речовин і синтез органічних сполук.
4. Місце відкладання запасних орг. речовин (коренеплід моркви);
5. Орган вегетативного розмноження.



*Різноманітність коренів:*

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

**Типи кореневих систем:**



*Стрижнева к. с.* (соняшник, петрушка).

*Мичкувата к. с.* (пшениця, кукурудза).

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

*Форми коренів.*

*За напрямками росту:* горизонтальні; вертикальні; універсальні.

*Метаморфози коренів*

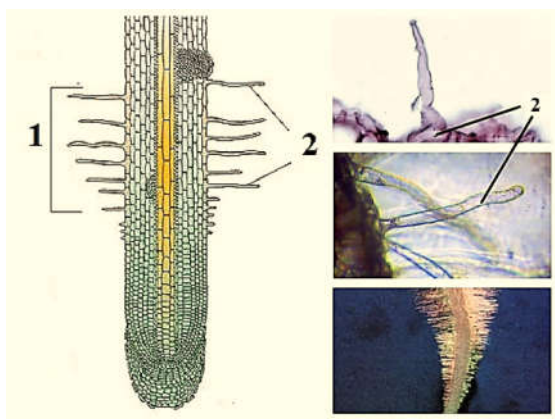
Багато рослин в процесі еволюції уї пристосування до умов існування змінили свою форму, розміри, загальний вигляд. В одних випадках зміни

пов'язані з відкладанням в коренях запасних поживних речовин, в інших – з пристосуванням ролин 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'ятилисточкового, 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 злуцуються та замінюються на нові. Під ним знаходиться апікальна меристема (апекс або конус наростання);

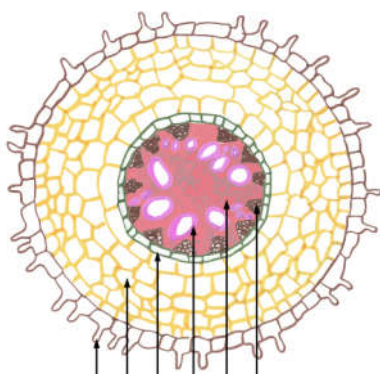
*I – зона ділення* (поділу) складається із клітин твірної тканини та забезпечують верхівковий ріст кореня. Довжина зони становить 1-3 мм.

*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 епілеми утворюють одноклітинні вирости – кореневі волоски. Вони збільшують поглинальну поверхню кореня та всмоктують воду з розчиненими в ній мінеральними речовинами. Довжина цієї зони становить близько 1,5-2см. Кореневі волоски живуть в середньому 10-20 діб, а потім відмирають і злуцуються. 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 епілеми (1), 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 (№3) – дає початок бічним корням. Всередині центрального циліндру (№5) знаходяться транспортна та механічна тканини. Транспортна тканина представлена судинами (№4), з яких формується ксилема, та ситоподібними трубками (№6), 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.**

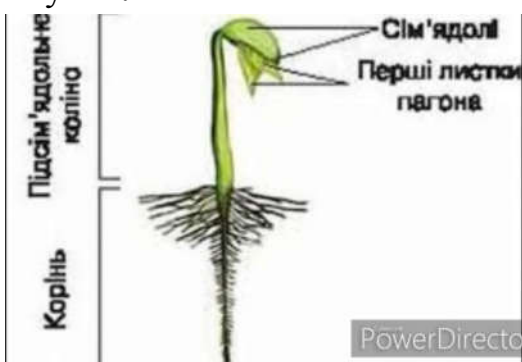
У більшості дводольних рослин первинна будова замінюється на вторинну, формується з первинної у результаті діяльності вторинних меристем - камбію і фелогену.

#### **Етапи:**

- 1) **пучковий камбій**, клітини яких діляться тангентально відкладає назовні від камбія вторинну флоему, а всередину – вторинну ксилему (їх більше). Таким чином, утворюються *відкриті колатеральні провідні пучки*.
- 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

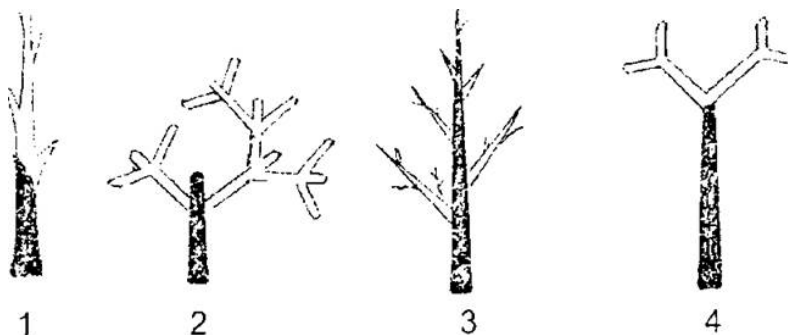
*Вузол* – ділянка стебла, де прикріплені листки.

*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 міжвузль: 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), батоги 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 (яблуна, слива, помідор).

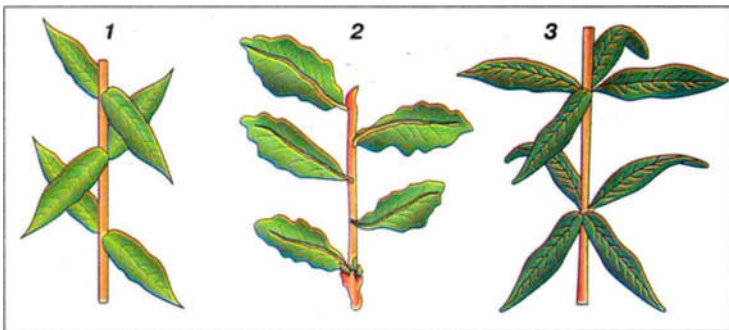


**Кущіння злаків:** . Відповідно з еколого-біоморфологічною класифікацією провідні види газонних трав належать до розеткоутворюючих, частково напіврозеткоутворюючих кореневищних, кореневище-кущових, рихлокущових, столоно-утворюючих, щільно-дернинних, бульбистих та цибулькових злаків.

Серед біологічних форм важливим є тип кущіння, де розрізняють: кореневищні: довгокореневищні, короткокореневищні; рихлокущові; кореневищно-кущові: кореневищно-рихлокущові, кореневищно-компактнокущові; дернові: щільнодернові, компактдернові, столоноутворюючі; повзучі, повзучі з припіднімаючими пагонами і клубневі та цибулинні.

Кореневищні злаки - зону кущіння мають неглибоко під землею. Вони розвивають вертикальні пагони, які ростуть вверх і утворюють на поверхні ґрунту травостій середньої щільності. Підземні пагони (кореневища) спочатку нарастають горизонтально (плагіотропно) під землею, утворюючи іноді по декілька підземних вузлів (3-5), причому перед утворенням дуги вкорочених вузлів і розвитком підземних пагонів з самостійною кореневою системою і зоною кущіння (рис.7.1). Таким чином кореневищні злаки розмножуються вегетатив

*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.

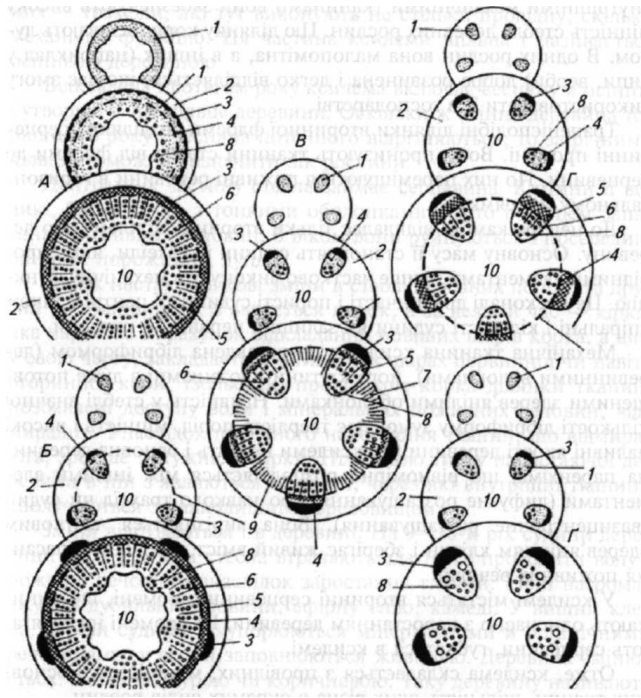
Первинна будова стебла характерна для односім'ядольних рослин протягом всього життя та для двосім'ядольних і голонасінних рослин на перших етапах розвитку.

*Теорія туніки і корпусу Шмідта*

Будова: **епідерміс**

**первинна кора**

**центральный циліндр**



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

### ***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 продиховою порожниною і продихом 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;

*центральный 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 змикаються 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 листки папоротей).

*Тривалість життя.* Листки більшості квіткових рослин живуть лише протягом кількох теплих місяців року. В однорічних видів вони 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. Отже рослини, листки яких розвиваються протягом одного вегетативного сезону і щорічно з настанням несприятливих умов опадають, називають листопадними.

Листки вічнозелених рослин живуть від 1 до 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 - масове опадання листків на холодний або жаркий період року.

В помірних зонах дерева скидають листки на зиму, коли корені не можуть подавати воду з мерзлої землі, а мороз висушує рослину. У тропіках листопад спостерігається в сухий період року.

*Підготовка до опадання листків:*

- Руйнування хлорофілу, інші пігменти (каротин і ксантофіл) зберігаються довше.

- Біля основи черешка листка утворюється відокремлюючий шар.
- Жилки закупорюються продуктами життєдіяльності.
- Листок відривається, а на стеблі залишається листковий рубець.

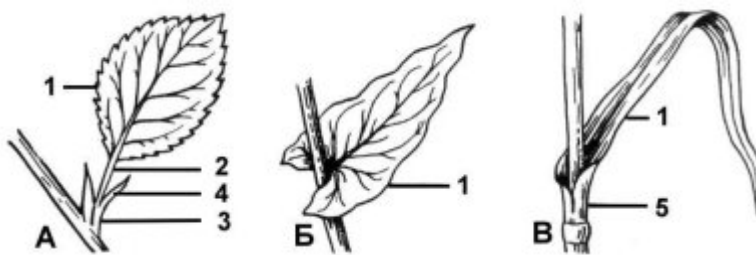
З опалим листям видаляються непотрібні продукти обміну речовин з рослини.

**Функції листка:**

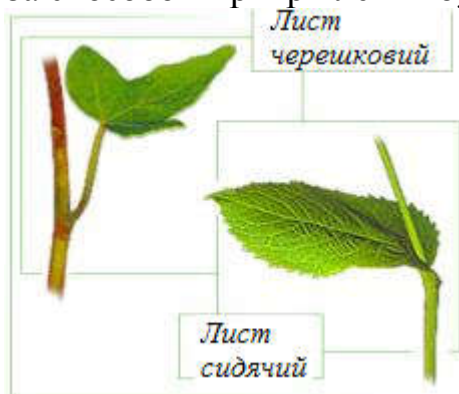
- Фотосинтез;
- Транспірація;
- Газообмін;
- Вегетативне розмноження;
- Нагромадження поживних речовин, води, мін. солей, алкалоїдів, глікозидів, танідів, ефірної олії;
- Вловлювання комах (росички, мухоловки, непентес);
- Для чіпляння (вусики гороху);
- Для захисту (колючки кактусів);
- Виділяють отруйні речовини.

Розвиток в онтогенезі

**Частини листка.** Черешок, листкова пластинка, прилистки (А, Б). Для однодольних характерна така будова листка: піхва, листкова пластинка, на границі яких - піхва (В).



За способом прикріплення бувають сидячі і черешкові:



**Формації листків:** низові; серединні; верхівкові.

Листки бувають: прості і складні.

**Прості листки** класифікують:

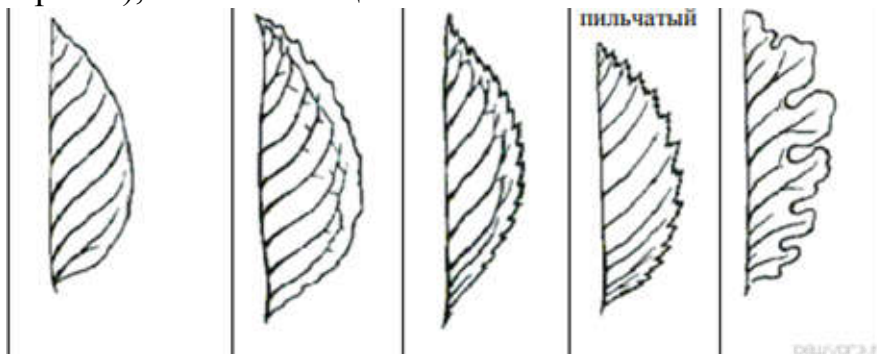
- за характером прикріплення до стебла (черешкові, сидячі, стеблообгортні, пронизані, збігаючі)
- за формою листкової пластинки, (співвідношення між довжиною і шириною та положення найширшої частини пластинки): широкояйцеподібні (тополя чорна), округлі (осика), оберненоширокояйцеподібні (ліщина), яйцеподібні

(бузок), овальні (черемха), ланцетні (верба), довгасті (верба біла), обернено ланцетні (королиця біла), лінійні (пирій), голчасті (сосна).

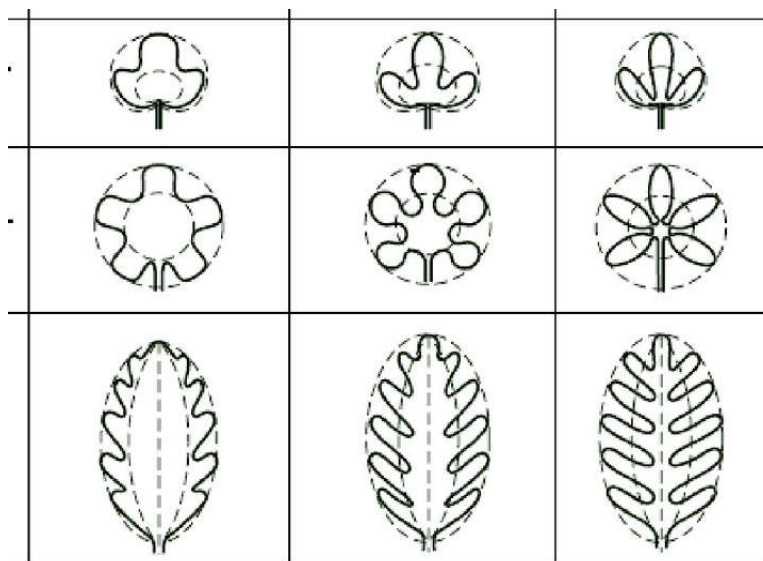
- за формою основи – округла (граб), серцеподібна (липав), клиноподібна (береза), списоподібна (березка польова), стрілоподібна (стрілолист);

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

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



1- цілюкрайній, 2- хвилястий, 3 – пильчастий, 4- двійчастопильчастий, 5- лопатевий.



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

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





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

### АНАТОМІЧНА БУДОВА ЛИСТКІВ

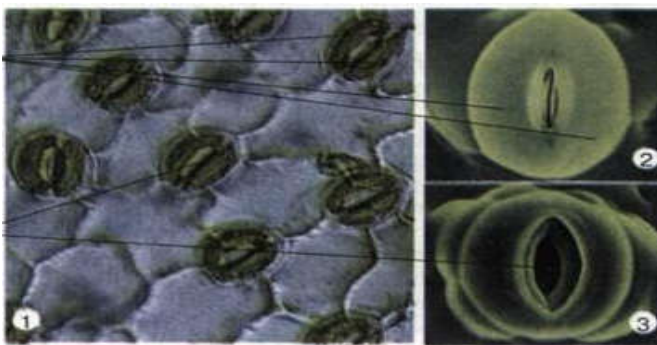
#### Внутрішня будова листка

Листок має клітинну будову. Клітини різної форми і будови, розміщені у певному порядку і виконують **відповідні функції**.

Зверху та знизу листок вкритий клітинами покривної тканини (епідерміс), клітини якої щільно прилягають одна до одної захищаючи внутрішні частини від висихання, механічних ушкоджень. Шкірка переважно одношарова і складається з живих безколірних клітин. Завдяки прозорості клітин сонячні промені легко проникають крізь них у товщу листка. Нерідко клітини шкірки вкриті тонкою жироподібною прозорою плівкою - кутикулою, яка виконує захисну функцію.

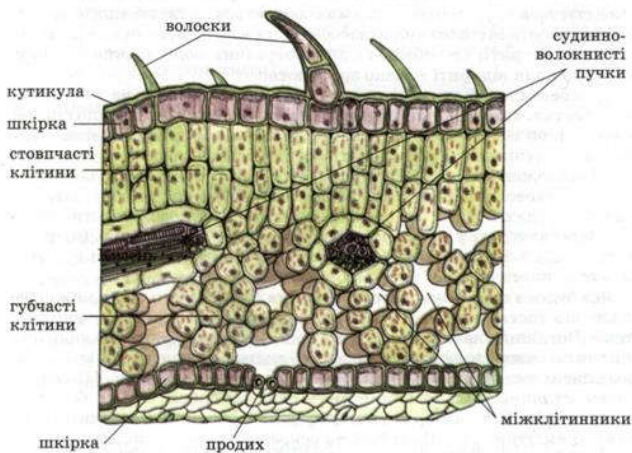
У шкірці між безбарвними клітинами містяться клітини, що мають хлоропласти - це продихи. Продих складається з двох замикальних клітин бобоподібної форми з нерівномірно потовщеними стінками і продихової щілини. Продихи регулюють швидкість газообміну та випаровування води листком. Особливістю клітин продихів є те, що вони можуть змінювати свою форму, внаслідок чого регулюють розмір продихової щілини.

Продихи розташовуються звичайно на нижньому боці листка, але бувають і на верхньому, іноді розподілені рівномірно (кукурудза), у водних рослин - лише на верхній поверхні листка. Кількість продихів на  $1 \text{ мм}^2$  - 100-300 і більше, що залежить від виду рослин, умов зростання.



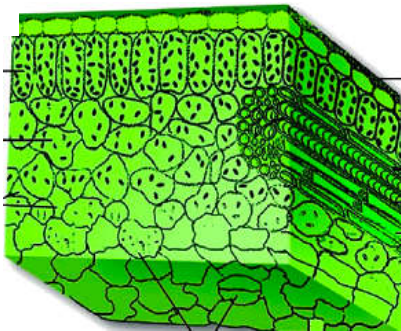
Між верхньою і нижньою шкірочками листкової пластинки розташовується м'якоть листка (мезофіл) - це основна тканина. Верхня частина клітин цієї тканини відрізняється своєю будовою від нижньої. Клітини верхнього шару, який називають стовпчастою паренхімою, видовжені і розміщені перпендикулярно до поверхні листка. Нижній шар складається з більш округлих клітин, віддалених одна від одної досить великими міжклітинниками, цей шар називається губчастою паренхімою. Основна

функція стовпчастої тканини – фотосинтез, а губчастої – крім фотосинтезу ще й запасання поживних речовин, транспірація і газообмін.



М'якоть листка пронизана густою сіткою жилок (судинно-волокнистих пучків). До їхнього складу входять ситоподібні трубки, судини та механічні тканини. По ситоподібних трубках з листка до всіх інших органів відтікають органічні речовини, утворені під час фотосинтезу. Судини забезпечують постачання клітин листка водою та мінеральними солями. Волокна надають листові міцності.

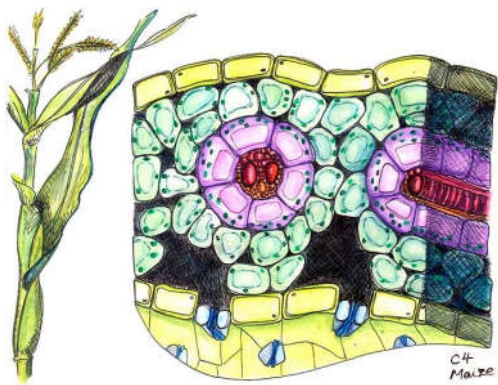
В міру галуження жилок листка спостерігається зменшення судин та ситоподібних трубок. У найдрібніших розгалуженнях жилок зовсім відсутня флоєма, спрощується і ксилема - в ній немає трахей, залишається невелика кількість трахеїд.



### 1. *Різнорідномезофільний (гетеротропний) тип* (двосім'ядольні рослини);

Складається із тканин: *асиміляційної, покривної, провідної і механічної*. У деяких видів і *видільні* тканини.

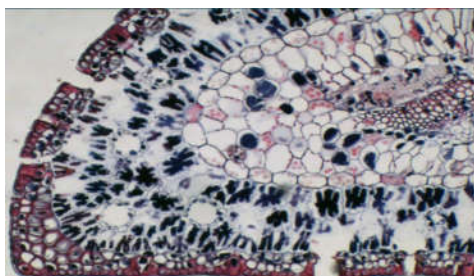
В листку виділяють епідерміс, мезофіл та провідні пучки.



### 2. *Однорідномезофільний (ізолатеральний, гомеотипний) тип* (однодольні)

Листок рівномірно освітлюється, тому мезофіл однорідний, – стовпчаста тканина, продиhi знаходяться на верхньому боці листка, оточені моторними клітинами. Листок.

### 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. Назвіть вегетативні органи рослин.
2. Яка морфологічна будова пагона проростка рослин?
3. Чим відрізняється стебло однодольних від стебла дводольних рослин?
4. Які типи анатомічної будови стебла характерна для однодольних рослин?
5. Які типи анатомічної будови стебла характерна для дводольних рослин?
6. Які існують видозміни пагонів, їх функції?
7. Яку роль відіграє листок?
8. Що таке гетерофілія? Наведіть приклади.
9. Поясніть термін «фармація листків».
10. Які морфологічні особливості простого і складного листка?
11. Які типи анатомічної будови листка?
12. Які існують видозміни листків, їх функції?

### **ЛЕКЦІЯ № 8-9.**

**Розмноження рослин.** *Поняття про розмноження. Розмноження як одна із основних властивостей живих організмів. Способи розмноження рослин.*

**Вегетативне розмноження.** *Практичне значення вегетативного розмноження в сільськогосподарській практиці. Безстатеве або нестатеве розмноження, його суть. Органи спороутворення. Типи спор. Спори нестатевого і статевого розмноження. Спороутворення в різних систематичних групах як одна з ознак єдності рослинного світу. Статеве розмноження. Гамети і зигота. Біологічна суть запліднення. Еволюція форм статевого розмноження. Копуляція, кон'югація, соматогамія, гаметангіогамія, зигогамія. Чергування ядерних фаз у життєвому циклі.*

Відтворення собі подібних, що забезпечує існування виду в просторі і часі.

Відтворення нащадків – одна із основних властивостей живих організмів, як ріст, живлення тощо. При його відсутності особи не залишають нащадків, а вид вимирає. З утворенням нащадків пов'язані - відтворення – загальна властивість організмів утворювати подібних до себе нащадків.

- *розмноження* – загальна властивість організмів утворювати нащадків, що супроводжується збільшенням кількості особин даного виду.

Утворення нащадків не завжди веде до розмноження. (кількість дочірніх особин = числу батьківських особин або менша від нього), при цьому нащадки, які заміщують батьків, практично не співіснують з ними в часі. Так само розмноження часто не супроводжується відтворенням (чоловічий щитник спори проростають у заростки, не подібні до материнської рослини, яка утворює спори).

- *Прогресивні види* – швидко розмножуються, розширюючи свій ареал

- *Стабільні види* – сталість кількості особин і ареалу.

- *Регресивні (вимираючі)* види – кількість індивідумів та територія їхнього ареалу скорочується.

**Способи розмноження** організмів на планеті: вегетативне, нестатеве і статеве.

В онтогенезі рослин розмноження може бути одноразовим або багаторазовим, відповідно рослини називаються моно циклічними або полі циклічними. Один і той же організм може розмножуватися і нестатевим і статевим шляхом

**Вегетативне розмноження** – це розмноження частинами талому, органами або частинами органів рослин, зачатками дочірніх особин (бруньками), здатними розвиватися в самостійну рослину. Потомство, яке утворюється, називається клоном. При цьому зберігається плідність (частини вегетативних органів, виводкові тіла і бруньки).

*Одноклітинні рослини* (бактерії, синьо-зелені водорості, діатомові, деякі зелені водорості) розмножуються шляхом поділом клітин, мітоспори (нерухомими апланоспорами або рухливими зооспорами).

*Багатоклітинні* великі неклітинні організми (водорості, гриби, лишайники) – розпадаються на частини – найменш досконалий спосіб вегетативного розмноження.

*У грибів* – спеціальні одноклітинні пристосування до вегетативного розмноження – **конідії, оїдії і хламідоспори.**

Форми вегетативного розмноження:

– партикуляція полягає в розщепленні рослини на фрагменти – *партикули* через відмирання центральної частини кореневої системи і сильно здерев'янілої основи пагона (каудекса) (нерідко партикулюють і кореневища). Відокремлені партикули мають стебла й корені здатні до самостійного існування. Зазвичай, але не завжди, партикуляція відбувається у старих рослин.

– сарментація – нові особини відокремлюються від материнської рослини вже після їх вкорінення (розмноження відводками, які вкорінюються у вузлах, столонами, батогами і вусами);

– вегетативна діаспорія беруть участь фрагменти пагонів, видозмінені органи, спеціалізовані діаспори. Забезпечує найбільшу чисельність потомства та ефективність його розселення (верба, елодея),.

Синьо-зелені водорості розмножуються *гормогоніями*, гриби – конідіями, оїдіуми, хламідоспорами, лишайники – іридіями і соредіями, що містять кілька одноклітинних водоростей, обплетених гіфами грибів, вегетативними органами – поділом рослини на частини, надземними і підземними пагонами, листками, коренями.

**Природне вегетативне розмноження** відбувається в природі без втручання людини. Одно- і дворічні рослини не розмножуються вегетативно.

Найбільш розповсюджене у насінневих рослин вегетативне розмноження:

– **кореневищами** (*хвоц, пирій, деревій, бобівник, материнка, меліса, чемериця, валеріана, конвалія*).

– **цибулинами** – трав'янисті рослини – одно сім'ядольні з родини лілійних і амарилісових (*цибуля, тюльпан, лілія, пізньоцвіт, черемша, шафран*).

– **кореневими бульбами** – цикламен.

- **кореневими паростками** – *осот польовий, жовтий осот польовий, шипшина, бузок, біла акація, лимонник* – пагони розвиваються з додаткових бруньок, які утворюються на коренях. Після відмирання коренів, що сполучали дочірні рослини з материнськими, нові рослини стають самостійними.

- **вивідковими бруньками** – маленькими зачатковими пагонами, що утворюються в пазухах листків або суцвіттях, опадаючи зх. рослини вони здатні вкорінюватися (*бріофітум, росичка*), видозмінюються в цибулини – *тонконіг бульбастий, лілія або в бульбочками*.

- **фрагментацією** – розділення особини на дві або декілька частин (частинами стебел), кожна з яких регенерує нову особину – для нитчастих і пластинчастих водоростей, деяких квіткових рослин (*елodeя канадська – в Європу потрапили лише жіночі особини; кактус опуція, верба*).

**Штучне вегетативне розмноження** здійснює людина, воно пов'язане із хірургічним відокремленням від рослини її частин і проводять у випадках:

- коли рослина не утворює насіння (безнасінні сорти мандаринів, винограду),
- насінне розмноження не забезпечує збереження властивостей сорту,
- для швидкого розмноження сорту або рослини;
- при вирощуванні персиків на підщепі абрикоси або мигдалю.

**Способи:**

1) кореневими паростками – малина, вишня, слива, ожина, обліпіха, лимонник, біла акація, осика тощо.

1) поділом куща (первоцвіт, стокротки, дельфініум, золотарник канадський), овочеві (щавель, ревінь), лікарські (валеріана, ехінацея, белладонна);

2) відсадками (агрус, фікус, гвоздика, троянда, олеандр, азалія, виноград);

3) розмноження живцями: – стеблові (зимові і зелені) кореневі і листові.

Живець – це відрізана від материнської рослини частина пагона, кореня, листка.

У процесі розмноження живцями слід пам'ятати про закон полярності.

Пагонові живці бувають зимовими – без листків (але з бруньками) 20 – 30см довжиною у віці 1 – 3 роки і літніми – з листками 3 – 4см завдовжки з пагонів

поточного року. Листковий живець складається з листкової пластинки і черешка. Додаткові корені найчастіше виникають на нижньому боці листка. Розмножують – лілію, бегонію, алое та інші. Кореневими живцями розмножують види рослин, корені яких легко утворюють додаткові бруньки – малину, вишню, сливу, фінікову пальму, флокс тощо.

- зимові стеблові живці – виноград, смородина
- літні зелені живці – хризантеми, жоржини, огірки, баклажани
- кореневі живці – хрін, шипшина, троянд;
- листкові живці – бегонія, глоксинія, портулак, колеус, гіацинт, томати.

4) трансплантація – зрощування зрізаних живців або бруньок однієї рослини – розмножуваної (прищепи) з іншою – вкоріненою (підщепою).

І.В. Мічурін розробив *метод ментора* (вихователя) – на основі впливу підщепи на прищепу.

*Переваги вегетативного розмноження:* при ньому зберігаються сортові ознаки без відхилень, однак може знизитися стійкість, старіють ферментативні системи, скорочується загальний вік рослин.

Розмноження живцями. Живець – це відрізана від материнської рослини частина пагона, кореня, листка. У процесі розмноження живцями слід пам'ятати про закон полярності. Пагонові живці бувають зимовими – без листків (але з бруньками) 20 – 30см довжиною у віці 1 – 3 роки і літніми – з листками 3 – 4см завдовжки з пагонів поточного року. Листковий живець складається з листкової пластинки і черешка. Додаткові корені найчастіше виникають на нижньому боці листка. Розмножують – лілію, бегонію, алое та інші. Кореневими живцями розмножують види рослин, корені яких легко утворюють додаткові бруньки – малину, вишню, сливу, фінікову пальму, флокс тощо.

### **Нестатеве (безстатеве) розмноження**

Здійснюється спеціалізованими зачатками, що утворюються організмом, – гаплоїдними зооспорами і спорами (водорості, гриби і всі спорові рослини, крім насінних).

*Типи спор:* рухливі зооспори з джгутиками, немає твердої полісахаридної оболонки – для нижчих рослин, що живуть у воді.

Нерухливі спори (аплантоспори) не мають органів пересування, пасивно переносяться, захищені твердою оболонкою. – у сухопутних нижчих і для всіх вищих спорових рослин (подвійна оболонка – інтина та екзина).

Спори утворюються в результаті мітозу (мікроспори) або мейозу (мейоспори) в спеціальних органах – спорангіях, а зооспори – зооспорангіях – це *ендоспори*.

Для спор характерні рівно- (коли всі спори однакові) та різноспоровість (мікроспора і макроспора).

*Особливості нестатевого розмноження:* – висока інтенсивність розмноження; швидке розселення виду як результат високої інтенсивності

розмноження; висока однорідність нащадків, які повторюють ознаки і властивості материнської рослини.

### **Статеве розмноження**

*Біологічна сутність:* злиття генетично різнорідного матеріалу, який забезпечує появу генетично різноманітних нащадків з ознаками материнського і батьківського організмів → нащадки більш життєздатні, краще пристосовані до різних умов. Чоловічі і жіночі гамети формуються в статевих органах: антеридіях і архегоніях. Після періоду спокою зигота ділиться і дає початок новій особині.

*Типи статевого процесу:*

**Гаметогамія.**

*Форми: Ізогамія, Гетерогамія, Оогамія.*

**Агаметогамія:** *Хологамія, Кон'югація, Зигогамія, Гаметангіогамія.*

Статевий процес відсутній у прокариот і деяких еукариот.

### **Цикли відтворення рослин.**

Цикл відтворення без чергування поколінь – у рослин, які розмножуються одним способом – нестатевим або статевим. При нестатевому – із спор, які формуються в результаті мітотичного поділу → при цьому рослини залишаються гаплоїдними (дейтероміцети, хлорела).

Статеве розмноження: гаплофазний (коли диплоїдною є лише зигота – хламідомонада, спірогіра, улотрикс) та диплофазний (диплоїдна зигота і вегетативне тіло рослини, а гаплоїдними лише гамети – бура водорість фукус).

Цикли відтворення з чергуванням двох поколінь і ядерних фаз – спорофіта (диплоїдна фаза ядра) та гаметофіта (гаплоїдна фаза ядра). – для вищих рослин, деяких зелених і бурих водоростей.

### **Питання для самоперевірки до лекції**

1. Чим відрізняється відтворення від розмноження?
2. Які види розмноження існують у рослинному світі?
3. В яких органах відбувається формування статевих клітин та клітин нестатевого розмноження у вищих спорових рослин?
4. Які спеціалізовані клітини для власне нестатевого розмноження?
5. Які бувають спори за місцем утворення?
6. Яке значення має штучне вегетативне розмноження?
7. Переваги вегетативного розмноження перед статевим? Як це використовується людиною в практиці сільськогосподарського виробництва?
8. Які особливості життєвого циклу рослин?
9. В якому напрямку йшла еволюція статевого процесу в рослинному світі?
10. Як відбувається чергування двох поколінь у вищих спорових рослин?
11. Як відбувається чергування ядерних фаз у вищих спорових рослин?
12. Поясніть з точки зору еволюції живого на планеті переваги статевого розмноження перед нестатевим?

## ЛЕКЦІЯ 10

**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 (Синьо-зелені водорості).**

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. Декандалем. 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. Міжнародний кодекс ботанічної номенклатури оснований на принципах:

1. Ботанічна незалежна від зоологічної номенклатури.
2. Принцип типифікації.
3. Принцип пріоритету в обнародуванні.
4. Принцип унікальності
5. Принцип універсальності.

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 (листочестеблові).

## **Царство ВІРУСИ (VIRA)**

### ***Відділ VIROPHYTA***

**Віруси** – це 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 облігатними 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. Бейерінком.

В еволюційному плані вірус часто є компромісом між реплікацією та заподіянням шкоди хазяїну

### ***Основні ознаки вірусів:***

- Дрібні розміри;
- Відсутність клітинної структури;
- Відсутність власних білоксинтезуючих систем;
- Наявність у вірусів лише однієї з двох нуклеїнових кислот;
- Генетичний паразитизм.
- Віруси не ростуть;
- Розмноження шляхом диз'юнктивної репродукції;
- Можливість інтеграції в клітинний геном і синхронної з ним реплікації



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

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

В основу класифікації вірусів покладені такі категорії: тип нуклеїнової кислоти (ДНК або РНК), її структура, кількість ниток (одна або дві), особливості відтворення вірусного генома; розмір і морфологія віріонів, кількість капсомерів і тип симетрії; наявність суперкапсиду; місце розмноження в клітині; антигенні властивості тощо.

### ***Пріони і віроїди***

Пріони - білкові інфекційні частинки, що мають вид фібрил розміром 10-20x100-200 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. Типи взаємодії вірусів з кліти

*Типи взаємодії вірусів з клітинами:* продуктивний; абортивний, інтегративний.

### ***Проникнення:***

1 - зіткнення бактеріофага із бактеріальною клітиною;

2 – зовнішня оболонка бактеріофага скорочується, звільняючи частину стрижня, що знаходився у відростку і з силою проникає в клітинну оболонку бактерії;

3 – головки бактеріофага через канал і хвостовий відросток всередину клітини вприскується нуклеїнова кислота;

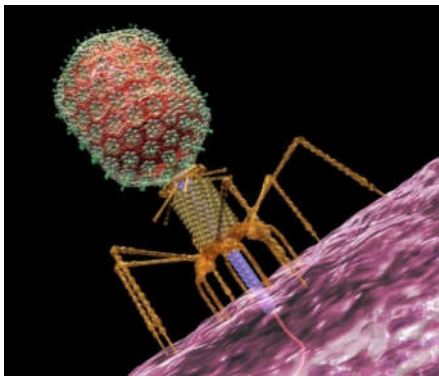
4 – бактеріальна клітина продукує не свої білки, а нові копії ДНК чи РНК, внаслідок чого клітина поступово гине. Через 15-20 хвилин після пошкодження клітини оболонка її розривається і клітина звільняє потомство, яке налічує кілька сотень нових часток, заражають нові клітини.

***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. Бактеріофаги, або просто фаги – це віруси, які здатні паразитувати в бактеріальних клітинах, репродукуватися в них і викликати їхнє розчинення (лізис). Більшість фагів під електронним мікроскопом мають форму пуголовка або сперматозоїда, але можуть бути ниткоподібної або кубічної форми, розміром від 20 до 800 нм.

*Схема будови фагової частинки:*

- ікосаедрична голівка, в якій міститься нуклеїнова кислота – ДНК, рідше РНК, яка оточена білковим капсидом;
- хвостовий відросток, всередині якого є порожній циліндричний стрижень,



що сполучається отвором з голівкою, зовні – чохол, спроможний скорочуватися. Хвостовий відросток закінчується шестикутною базальною пластинкою з короткими шипами, від яких відходять ниткоподібні структури – *фібрили*.

Залежно від взаємин фага й мікроорганізму-хазяїна фаги ділять на дві групи:

- Вірулентні;
- Помірні (або симбіотичні)

**Практичне застосування фагів** обумовлене їхньою строгою специфічністю: використовують для терапії і профілактики інфекційних захворювань, а також при лабораторній діагностиці для визначення виду або штаму мікроорганізмів. Препарати бактеріофага випускають у вигляді рідини й таблеток.

Культивування вірусів Використовують біологічні моделі: організм лабораторних тварин; курячі ембріони; культура клітин (тканин).

*Захворювання людини* – вірус грипу, кору, сказу, поліомієліту. Гепатиту, герпесу, віспи, ящура, СНІДу, корона-вірус

*Захворювання тварин* – ящур, чума

*Захворювання рослин* – плямистість і зморшкуватість листків, жовтуха плодів.

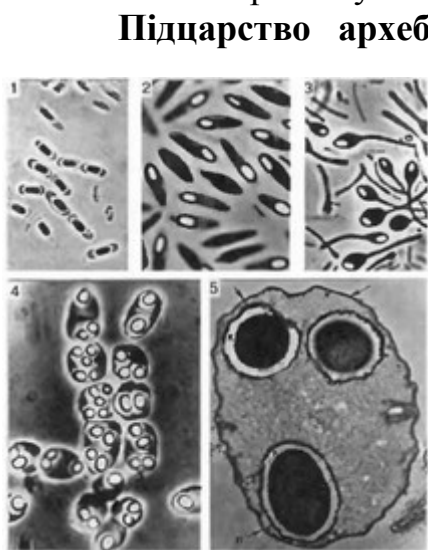
Коронавірус COVID-19 належить до вірусів *coronaviridae*, або коронавірусів. Назва походить від вигляду вірусних частинок під мікроскопом: крихітні протеїнові випинання на їх поверхнях складають враження наче вони оточені ореолом, подібним до корони.

Інші коронавіруси були причиною смертельних спалахів серйозного гострого респіраторного синдрому (ГРВІ) у Китаї у 2003 році та Близькосхідного респіраторного синдрому (MERS) з 2012 року. Ці віруси мутують відносно часто таким чином, що швидко поширюються серед людей.

## ЦАРСТВО ДРОБ'ЯНКИ

Представник царства Дроб'янки належать до доядерних організмів – це виключно мікроскопічні організми, що не мають сформованого ядра, вкритого

мембраною, їх генетичний матеріал концентрується в так званому нуклеотиді. Він 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 археобактерії (Archaeobacterio)** налічує понад 40 видів найдавніших із сучасних організмів. Зберігаючи загальні риси будови прокаріотів, вони 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 археобактерій 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. Археобактерії беруть участь в утворенні родовищ сірки, оскільки деякі з них здатні до окислення і відновлення сірки.

### **Підцарство справжні бактерії**

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

**Відділ Бактерії Bacteriophyta** – Bacteriobionta представлене дуже давніми одноклітинними організмами, що жили вже понад 3 млрд років тому. Це мікроскопічні організми, але їх колонії можна бачити й неозброєним оком. Розповсюджені скрізь і живуть у різноманітних умовах. 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** бактерій різноманітні, але постійні для кожного виду. За формою і 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 спіральні 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.

Здатні до активного руху (джгутики та ритмічні скорочення клітин). Розміщення джгутиків – 1- багато, на одному кінці на обох кінцях або по всій поверхні. Джгутики – проста фібрилярна нитка із філогенів.

#### **Розмноження:**

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

У несприятливих умовах утворюють циста. Зберігаються протягом багатьох років, при температурі від  $-180^{\circ}\text{C}$  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*.

**Гниття** – процес розкладу бактеріями азотовмісних сполук до аміаку і сірководню.

**Бродіння** безкисневе розщеплення сполук, що містять вуглеводи.

#### **Типи бродіння:**

- *молочнокисле бродіння* – молочний цукор розщеплюється до молочної кислоти (силосування кормів, квашення овочів, фруктів, грибів);
- *маслянокисле бродіння* – при нейтральній реакції середовища, утворюється масляна та вугільна кислоти і водень, при кислій реакції – ацетон, бутиловий спирт, вуглекислота й водень;
- *пектинове бродіння* – за допомогою масляно-кислих бактерій – руйнування пектинових речовин, що склеюють луб'яні пучки льону і конопель;
- *оцтовокисле окислення* – окислюють спирт до оцтової кислоти.

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 міксобактерії***

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 СУАНОРНУТА**

Синьозелені водорості є однією з найдавніших груп на планеті. Вважають, що *Cyanophyta* виникли біля 3.5-3.8 млрд. років тому (для порівняння - вік Землі за даними аналізу метеоритного свинцю складає 4.6 млрд. років, перші еукаріоти з'явилися біля 1.5 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 (т.з. строматоліти) датуються віком біля 3.2 млрд. років. З цього часу і протягом майже 2 млрд. років *Cyanophyta* панували на Земній кулі. Завдяки здатності синьозелених водоростей до окисного фотосинтезу на планеті виникла киснева атмосфера.

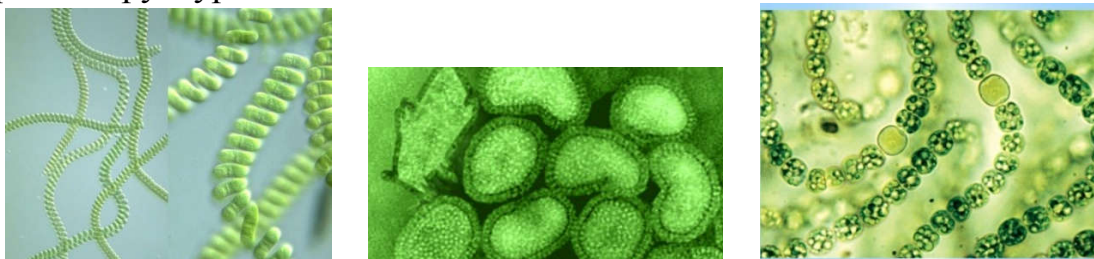
*Фотосинтетичний апарат* представлений тилакоїдами, що є похідними інвагінацій плазмалеми. Тилакоїди не відокремлюються від цитоплазми двомембранною оболонкою, тобто фотосинтетичний апарат не організований у вигляді пластид. Тилакоїди звичайно розташовуються поодинокі, зрідка (у деяких "прохлорофітів") зібрані у стопки, які дещо нагадують грани. Звичайно тилакоїди розташовуються у периферичному шарі цитоплазми. В оптичний мікроскоп зона розташування тилакоїдів інтенсивно забарвлена, через що її називають хроматоплазмою. В мембрани тилакоїдів "вбудовані" молекули хлорофілу та додаткові пігменти - каротини та ксантофіли.

На поверхні тилакоїдів у всіх представників, за винятком "прохлорофітів" розташовуються також особливі "антенні" структури - фікобілісоми. Кожна фікобілісома утворена трьома глобулами аллофікоціаніну, що безпосередньо

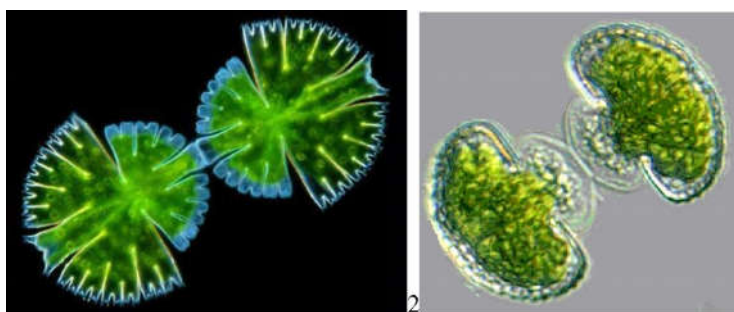
закріплюються у мембрані тилакоїду. Від глобул аллофікоціаніну відходять шість "променів", що при основі складаються з глобул фікоціаніну, а на верхівці - з фікоеритрину. Кількість глобул фікоеритрину може змінюватись залежно від спектральної характеристики світла: при переважанні короткохвильового синього та фіолетового опромінювання їх кількість збільшується, і клітини набувають червоного забарвлення, і навпаки, при фотосинтезі у середній та довгохвильовій частинах спектру кількість фікоеритрину зменшується, і клітини набувають блакитно-зеленого забарвлення. Це явище отримало назву хроматичної адаптації.

До елементів фотосинтетичного апарату у *Cyanophyta* опосередковано належать також поліедральні тіла. Вони звичайно розташовуються у хроматоплазмі і мають вигляд кутастих включень. Поліедральні тіла утворені ферментом рибульозо-дифосфат-карбоксилазою (RuBisCo), який бере участь в асиміляції вуглекислого газу у темновій фазі фотосинтезу. Поліедральні тіла є попередником піреноїду еукаріотичних водоростей.

*Інші цитоплазматичні структури.* Всі представники *Cyanophyta* мають рибосоми, дифузно розміщені у цитоплазмі. Ці рибосоми дрібніші, ніж цитоплазматичні рибосоми еукаріот (їх розмір становить 21 x 29 нм, коефіцієнт седиментації - біля 70S, замість 22 x 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 (аналогі мітохондрій) та інші мембранні структури.



Продукт фотосинтезу – глікопротеїди, 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.

### **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 Дробянок?
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?



## Лекція 11-12.

**Еукаріоти (ядерні організми). Царство Гриби.** Загальна характеристика, особливості будови вегетативного тіла. Плазмодій. Ризоміцелій. Міцелій, гіфи. Будова грибною клітини. Плектенхіма. Плодові тіла. Способи живлення. Гриби – паразити і сапрофіти. Екологічні групи грибів. Класифікація грибів. Відділи: міксоміцети, ооміцети, їх характеристика, основні представники і життєві цикли розвитку.

*Еукаріоти* – велика і різноманітна група живих організмів, клітини яких містять ядро. Рослини, гриби та тварини є еукаріотами. Вони можуть бути одноклітинними або багатоклітинними, але всі мають спільний план будови клітин. Усі вони мають спільного предка і виникли 1,5-2 млрд років тому. За результатами новітніх досліджень, цей предок, імовірно за все, належав до архей.

Спільними основними ознаками еукаріотів є такі:

- одноклітинні, колоніальні або багатоклітинні організми;
- багатоклітинні мають диференційовані клітини, тканин та органи;
- мають у клітинах ядро, ендоплазматичну сітку, апарат Гольджі, вакуолі, лізосоми та деякі інші;
- більшість мають мітохондрії;
- ті, що здатні до фотосинтезу, – мають хлоропласти;
- до складу мембран входять фосфоліпіди;
- клітинна стінка (якщо є) складається з целюлози, а також може містити хітин, хітозан, пектини та деякі інші речовини;
- джгутик утворений комплексом двох вільних мікротрубочок та дев'яти подвійних; укритий мембраною; рухи хвилеподібні, росте від основи, використовує енергію АТФ;
- живуть в усіх біотопах Землі, поширені здебільшого в умовах нормальної температури, тиску та кількості кисню.

За сучасною системою органічного світу, що була запропонована за результатами новітніх досліджень у 2005-2016 рр., еукаріоти розділені на п'ять основних супергруп: Екскавати, Амебозої, Опістоконти, Архепластиди, SAR. Також є некласифіковані таксони.

**Гриби** – група безхлорофільних гетеротрофних організмів, одноклітинні і багатоклітинні організми, які належать до царства Гриби. Наука, що вивчає їх називається мікологія. Мають поліфілетичне походження. Живляться переважно осмотрофно, і більшість з яких здатні розмножуватись за допомогою спор (хоча деякі втратили цю можливість і розмножуються вегетативно). Більшість з них протягом всього життя або на певних стадіях розвитку мають міцеліальну будову, а деякідріжджі –одноклітинні. Сьогодні описано приблизно 70 тис.

видів грибів, проте їх очікуване різноманіття, за оцінками різних авторів, становить від 300 тис. до 1,5млн видів

Вони живуть у ґрунті, у воді, на рослинах, в організмах тварин і людини, спричиняючи різні захворювання. Але, незважаючи на велику різноманітність, грибам властиві такі загальні ознаки:

– чітко виражена оболонка, що складається з хітину, який значно стійкіший до впливу дії мікроорганізмів, ніж целюлоза;

– під оболонкою знаходиться плазма лема;

– до складу протопласту входять цитоплазма, ядро (або кілька ядер), рибосоми, мітохондрії, апарат Гольджі (розвинений слабо). Пластиди в клітинах грибів відсутні, а пігменти знаходяться в цитоплазмі, але можуть бути і в оболонці (меланін).

– за способом живлення гриби — гетеротрофні організми (сапрофіти й паразити). Основним продуктом їх запасу є глікоген. Крім того, вони можуть накопичувати білок (у вигляді гранул у вакуолях) і крапельки ліпідів.

#### Риси, спільні з рослинами

1. Необмежений ріст;
2. Живлення шляхом адсорбції;
3. Ригідна оболонка;
4. Малорухливих у вегетативному стані форм

#### Риси, спільні з тваринами

1. Гетеротрофні організми;
2. Наявність в обміні речовин справжньої сечовини;
3. До складу клітинної оболонки входить хітин;
4. Запасним продуктом – глікоген;
5. Синтез лізину відбувається по типу тварин.

Вегетативне тіло грибів – *міцелій* або *грибниця* – система тонких ниток (*гіф*), часто сплітаються, утворюючи *плектенхіму*. У нижчих грибів вегетативне тіло – грудочка цитоплазми, що оточена цитоплазматичною мембраною або міцелій зачатковий (*ризоміцелій*).

Міцелій грибів може розвиватися екзогенно на поверхні субстрату або ендогенно всередині субстрату (у паразитичних видів). Міцелій гриба може бути неклітинний (несептований), або ж клітинний – септований. За цією ознакою поділяють на нижчі з несептованим міцелієм і вищі – з септованим.

У багатьох вищих грибів – склероції, міцеліальні тяжі та ризоморфи.

Забарвлення зумовлене пігментами: каротин, монаскофлавін, моноскорубін, мускаруфін, телефонові к-та, цитронін, цитроміцетін, ксилендеїн.

Живлення: – гетеротрофи, поділяють на облігатних і факультативних паразитів і сапрофітів, серед них багато симбіонтів. Факультативні паразити живляться сапрофітно, але при певних умовах можуть переходити на паразитичне живлення (сапролегнія).

### *Способи живлення грибів*

Всі гриби є obligатно гетеротрофними організмами. Проте поглинання органічних речовин вони можуть здійснювати двома шляхами – осмотрофно (піноцитозом) та фаготрофно (фагоцитозом).

При осмотрофному живленні організм або його окремі клітини (наприклад, клітини трофічних гіф –гаусторій) поглинають розчинену органічну речовину шляхом абсорбції, без утворення травних вакуолей. Зазвичай абсорбуються низькомолекулярні органічні речовини, які утворюються при розщеплення високомолекулярних сполук різноманітними гідролітичними екзоферментами. Грибні екзоферменти здатні розкладати до мономерів такі біополімери як целюлозу, лігнін, хітин, білки, нуклеїнові кислоти тощо.

При фаготрофному живленні органічну речовину організм поглинає у вигляді твердих часток за допомогою псевдоподій, і надалі перетравлює або у травних вакуолях, або в лізосомах. Осмотрофний тип живлення притаманний всім грибам, тоді як фаготрофний – лише міксомікотовим слизівикам.

Відомі також хижі гриби, що полюють на нематод або паразитують на них, наприклад *Arthrobotrys oligospora*.

Факультативні сапрофіти, навпаки, існують як паразити, але при загибелі хазяїна переходять на сапрофітне живлення (трутовики). Гриби – симбіонти зв'язані із іншими організмами, наприклад, коренями вищих рослин (підосиновики, підберезовик). – мікориза.

#### *Екологічні групи:*

Грунтові гриби; гриб лісової підстилки, гриби – мікоризоутворювачі, хижі гриби, гриби – копрофіти, гриби – паразити.

#### *Розмноження вегетативне, безстатеве та статеве.*

У життєвих циклах відбувається зміна кількох типів спороношення – плеоморфізм іржистих грибів.

#### *Значення грибів:*

##### *Позитивне:*

1. – беруть участь в кругообізі речовин, руйнують орг. реч-ни, перетворюючи їх на мінеральні.

2. – розкладають лігнін і целюлозу. Беруть участь у симбіозі із вищими рослинами;

3 – шапинкові гриби мають харчове значення.

4 – В медицині – антибіотики.

5. В хлібопекарній пром-сті і пивоварінні, кормові - харчові дріжджі, пивні дріжджі в тваринництві.

##### *Негативне значення:*

1. – отруйні,

2. – псують продукти харчування, руйнують деревину, будівлі;

3. – Спричиняють хвороби с/г рослин;

4. – зумовлюють інфекційні захворювання тварин та людей: парша, стригучий лишай та ін..

## Систематика грибів:

### Нижчі:

1. Хітридіоміцети
2. Ооміцети
3. Зигоміцети

### Вищі:

1. Аскоміцети
2. Базидіоміцети
3. Дейтеромицети

Відділ Вищі гриби: аскоміцети, базидіоміцети, дейтеромицети. Їх характеристика, основні представники і життєві цикли розвитку. Значення грибів у природі, народному господарстві. Гриби – паразити сільськогосподарських культур.

### Відділ Хітридіоміцети.

Клас Хітридіоміцети

Міцелій розвинений слабо або вегетативне тіло має вигляд плазмодію. Нестатевий процес – одножгутиковими зооспорами. Клітинна оболонка – з хітину.

Статевий процес – гологамія, ізогамія, гетерогамія, оогамія.

Порядок Хітридієві.

Ольпідій капусти *Olpidium brassicae* - вегетативне тіло – плазмолій. – паразити розсади капусти – «чорна ніжка». Міцелій одноклітинний, гаплоїдний. Клітина складається із голого одноядерного протопласта, що паразитує в клітинних кори кореня, уражаючи кореневу шийку розсади в парниках, спричиняючи її почорніння і відмирання.

Сінхитрій ендобіотичний (*Synchytrium endobioticum*) заражає бульби картоплі – рак картоплі. Заражаються навесні в ґрунті при наявності води, по якій зооспори рухаються. Зооспори одножгутикові.

## ВІДДІЛ ООМІЦЕТИ

Клас Ооміцети *Oomycetes*

1. Міцелій добре розвинений, одноклітинний, несептований.
2. Статевий процес оогамний.
3. Зооспора з двома джгутиками – пірчастим і гладеньким.
4. Паразити та сапрофіти.
5. В клітинній оболонці відсутній хітин.
6. Вміст антеридію не диференційований на гамети.

Родина Пімієві в морській та прісній воді, в різних типів ґрунтів, на вищих рослинах.

Ураження наз-ся кореневою гниллю. На буряках, люцерні, бавовнику, деревах.

Рід *Фітофтора* нараховує 70 видів. Міцелій білий, павутинистий. *Phytophthora infestans*, викликає фітофтороз пасльонових.

Заходи боротьби: обробка рослин мідним купоросом з вапном, або фунгіциди, селекція стійких сортів, використання в селекції мексиканських видів.

Родина Пероноспорових – Плазмодіоми виноградна викликає мільдію винограду, гриб вражає листки, вусики, плодоніжки, ягоди.

### **Клас ЗИГОМІЦЕТИ**

Об'єднує понад 500 видів грибів, сапрофітні і паразитні види грибів, вищих рослин, комах, інших тварин та людини. Ведуть переважно наземний спосіб життя.

1. Міцелій добре розвинений, несептований у порядку мукорових і септований у ентомофторових.
2. Зигогамний статевий процес (зливається вміст двох гетеролітичних міцелію. Клітини відділюються від основного міцелію. Гамети не утворюються. На місці злиття клітин, які ф-нують як багатоядерні гаметангії, з яких розвивається спочиваюча зигоспора).
3. Безстатеве розмноження спорангіоспорами або конідіями
4. В клітинній оболонці – хітин і хітозан.

Мукор або головчата цвіль *Mucormucedo*.

### **ВІДДІЛ АСКОМІЦЕТИ ASCOMYCOTA**

– утворення при статевому розмноженні сумок (*асків*) – одноклітинних структур, що містять 8 аскоспор. Вегетативне тіло – розгалужений багатоклітинний гаплоїдний міцелій із багато- або одноядерних клітин, сполучених порою. Може розпадатися на окремі клітини або брунькуватись, вегетативне тіло скл-ся з окремих клітин, здатних брунькування.

Нестатеве розмноження – спори – конідії, утв-ся на галоїдному міцелії екзогенно на конідієносцях.

Статевий процес- гаметангіогамія.

Поширені на всій Земній кулі, серед них є сапрофіти, мікоризоутворювачі, паразити. Продуценти антибіотиків, алкалоїдів, фітонцидів, вітамінів (рибофлавіну), ферментів, кормового білка, збудника спиртового бродіння, об'єкти біохімічних і генетичних досліджень.

**Клас Сахароміцети** – сумки поодинокі, утворюються із зиготи без участі аскофенних гіф. Інколи брунькуванням. Більшість сапрофіти, що розвиваються на цукроміських середовищах. Клітина *дріжджів* має оболонку, цитоплазму з усіма органоїдами, розмножується брунькуванням. *Схізосахароміцес* – клітина розмножується не брунькуванням, а амітозом, використовують для алкогольного бродіння і поширений в Ямайці, Африці, Яві.

Гриб Кандида *Canida albicans* спричиняє кандидози (молочниця ротової порожнини та інших слизових оболонок).

Клас тафриніві гриби – монотипний клас, 100 видів паразитних грибів. У циклі розвитку пререважає дикаріонний однорічний чи багаторічний міцелій. Уражає плоди кісточкових.

*Тафрина деформуюча* – збудник кучерявості листків перчиків, потовщується листкова пластинка, не працюють продихи. Міцелій зберігається в деревині і на корі.

Клас Сумчасті – сумки утворюються в плодових тілах – аскокарпах, які бувають відкритими (апотеції), закритими (клејстотеції) і напіввідкритими (перитеції).

*Порядок Аспергілові* – розвинений міцелій, клејстотеції мікроскопічні, сапрофіти, розвиваються на різних субстратах рослинного і тваринного походження, в ґрунті, на лісовій підстилці, на харчових продуктах, кормах, промислових матеріалах, гриби –кератинофіли (на пір'ї, рогах, копитах), гриби –дерматофіти (на волоссі, шкірі, нігтях ссавців).

*Рід Penicillium* – багатоклітинний розгалужений у вигляді китиці конідієносці вгорі. Міцелій утворює блакитну або зелену плісняву на орг. субстратах. Утворює антибіотики (пеніцилін, біоміцину, тетрацикліну, вітаціну тощо), отримують сири (рокфор).

*Рід Aspergillum* – утворюють конідіальні стадії – одноклітинний нерозгалужений конідієносець, який несе стеригми з ланцюгамиодноклітинних конідій. – в ґрунті у вигляді плісняви сизого, зеленого або жовтого кольору. Є паразити, викликають аспергильози у тварин та людини. Отримують антибіотики, лимонну кислоту. На хлібі, взутті, варених овочах тощо.

*Порядок Борошнисторосяні (Еризифові)*– мають плодові тіла клејстотеції. Облігатні паразити вищих рослин,ю збудники «борошнистої роси». Міцелій на поверхні субстрату. Безстатеве розмноження за допомогою конідій. Заражені органи припорошені борошном конідій.

Еризифе – збудники борошнистої роси, руйнують хлоренхіму листків і стебел, знижують врожайність на 30 %.

*Родина Клавіцепсові* – перитеції в добре розвинених стромах, що складаються з гіфів гриба. Паразити грибів, є паразити рослин, грибів, комах.

Ріжки паразитує на злаках. Містять токсичні алкалоїди (ерготин, ерготамін – похідні лізергінової к-ти). Проявляються у гангренозній і нервово-паралітичній формах.

*Підклас Пецицієві*– переважно сапрофітні гриби. Порядок пецицієві – їстівні гриби – зморщок їстівний, зморщок степовий. – умовно їстівні (гемоліз крові), строчок звичайний - смертельний.

*Порядок трюфелеві* – трюфель їстівний або літній до 1 кг, трюфель осінній, справжній чорний трюфель.

Відділ Базидіоміцети – 30 тисяч видів, що мають багатоклітинний міцелій. Сапрофіти, мікоризоутворювачі, паразити рослин і тварин.

Статеве розмноження базидіоспорами. Статевий процес шляхом злиття двох вегетативних к-н гетероталічног або гомоталічного міцелію, що виростають із галоїдної базидіоспори.

Під час статевого процесу зливаються цитоплазма клітин, а ядра – дикаріон, які потім синхронно діляться – утворюється вторинний дикаріотичний міцелій і є основою вегетативного тіла гриба. В момент

статевого процесу на кінцях дикаріофільних гіфів ядра дикаріфона зливаються і з диплоїдних клітин утв-ся базидії. Диплоїдне ядро бази дії діляться мейозом і на бази дії утворюється дві або чотири базидіоспори, що сидять на виростах.

*Клас базидійні гриби*

*Підклас Агарикові* – наявність гіменіального шару в плодових тілах. Гіменій – частина плодового тіла, що несе бази дії, базидіоли, цистити, стеригми, парафізи (стерильні клітини) і базидіоспори. Плодові тіла різноманітні. На плодових тілах є *гіменофор* – шар з розташованим на ньому *гіменієм*. Форма – пластинчаста, трубчаста, складчаста, гладенька.

Порядок болетові – гриби утворюють однорічні відкриті плодові тіла із ніжки і шапинки (білий гриб з діаметром шапинки 57 см, ніжка 52 см, маса 2,720 кг) – мікоризоутворювачі.

Порядок агарикові –гриби із закритими або відкритими плодовими тілами. Печериця звичайна

*Клас Іржисті гриби* – чотири клітинний бази дії, що виростає із товстостінної спочиваючої клітини – теліоспори. Зимуюча стадія – диплоїдна теліоспора.

*Порядок Іржисті гриби* – паразити, поява плям або смужок на фото синтезуючих органах. Цикл розвитку іржистих відбувається на двох господарях (основним і проміжним).

Лінійна іржа злаків *Ruscinia graminis* . На верхньому епідермісі листків барбарису (проміжний господар) з'являються бурі плями – спороношення гриба, яке виникло на міцелії, що розвивається із галоїдної базидіоспори всередині мезофіла листка.

5 стадій: 1) пікніки з пікноспорами, 2) ецидії з ецидоспорами, 3) уредоспори, 4) теліоспори, 5) базидіоспори. Таке явище, коли в циклі розвитку гриба чергуються кілька видів споро ношення – плеоморфізм.

*Клас Сажкові гриби* – паразитичні гриби. Сажка – скупчення спор – хламідіоспори. Спора проростає з утворенням росткової гіфи або проміцелія.

Порядок сажкові – паразитичні, уражають бруньки, листки, квітки, плоди, трав'янисті рослини, злаки. Хламідоспори товстостінні, двоядерні. Зараження шляхом прилипання до зернівок при обмолоті. Зимує у вигляді хламідоспор. В сприятливих умовах відбувається кардіогамія – злиття ядер – →диплоїдна. Мейоз! Утворюються базидій із 4 гаплоїдними базидіоспорами, які проростають у первинний міцелій. Гаплоїдні клітини якого або базидіоспри зливаються (плазмогамія → дикаріонний міцелій, який проникає у проросток і поширюється в тканинах). При досяганні урожаю дикаріонний міцелій розпадається на дикаріонні хламідоспори – «сажка».

Гриб уражує усі органи рослини, крім коріння: листя, стебла, міжвузля, листові піхви, качани, волоть, повітряні корені. Проявляється хвороба у вигляді пухирчастих здуттів різної форми і величини – від невеликих до 15 см і більше в діаметрі. Розвиток здуттів починається з блідих, злегка припухлих плям, що швидко збільшуються і за 2–3 тижні перетворюються у великі жовна блідуваторожевого або зеленуватожовтого кольору. У нестиглому стані сажкові



здуття складаються з сіруватобілої, шаруватої маси, вкритої товстою вологою оболонкою. При досяганні вміст здуття перетворюється на чорно-оливкове скупчення теліоспор гриба. При мікроскопічному аналізі ідентифікуються теліоспори гриба – шароподібні, 7–12 мкм в діаметрі, або еліпсоподібні, 8–15x17–10 мкм, з жовто-бурою, дрібношипуватою оболонкою, у масі – оливкового кольору.

*Розвиток хвороби.* Зараження відбувається протягом значного періоду вегетації за допомогою теліоспор, які разносяться вітром з пухирів, що лишилися на полі з минулого року і руйнуються при обробітку ґрунту. У польових умовах рослини кукурудзи найбільш вразливі до хвороби від фази 4–6 листків до початку молочної стиглості. Більш раннє ураження зустрічається дуже рідко і звичайно закінчується загибеллю проростка; ураження пізніше фази молочно-воскової стиглості є незначним. Спори, проростаючи, проникають у рослини через епідерміс. Гриб-збудник хвороби здатний уражувати тільки молоді меристематичні тканини. Найчастіше він заражає зону стеблового конуса наростання, внаслідок чого здуття утворюються на стеблі, листках та волоті, а також молоді качани та їх рудименти, що знаходяться в листових піхвах нижче качанів. Перші ознаки первинного ураження хворобою проявляється на молодому листі і піхвах, починаючи з фази сходів. У фазу 5–8 пар листків уражаються листові піхви та стебла, потім — волоть, на початку цвітіння — качани. Маса зрілих теліоспор, що розпилюється з тріщин пухирів, спричиняє повторне зараження рослин. Кількість таких повторних циклів залежить від погодних умов. За період вегетації рослин гриб може утворювати 3–5 генерацій.

Гриб дифузно не поширюється по рослині, тому кожне утворене здуття є місцем її зараження. Проростають теліоспори за наявності краплинної вологи протягом кількох годин. Оптимальною температурою для проростання спор гриба є + 23- +25°C.

Джерела інфекції. Теліоспори знаходяться у ґрунті в незруйнованих сажкових жовнах, рідко – на насінні.

Шкідливість полягає у загибелі уражених молодих рослин, безплідності качанів за умов раннього їх зараження, а також у значному недоборі урожаю внаслідок ураження різних органів рослин. На величину втрат урожаю впливає кількість та розмір пухирів на одній рослині. Пухирі великих розмірів спричиняють втрати близько 60 % і більше, середньої величини – 25 %, невеликі – 10 %. Щодо токсичності пухирчастої сажки вважається, що молоді жовна з щільною м'якоттю не отруйні, а нарости зі сформованою споровою масою такі ж отруйні, як і ріжки злаків. Тому рослини з пухирями сажки не слід використовувати для годівлі тварин, ні у свіжому вигляді, ні у вигляді силосу.

Прогноз на урожай. На ступінь розвитку пухирчастої сажки дуже впливають фактори погоди. Висока температура і умови, коли періоди достатньої вологи чергуються з її нестачею, більш сприятливі для розвитку пухирчастої сажки, ніж умови систематичного достатнього зволоження. В роки, коли в період вегетації дощі випадають нерівномірно, пухирчастої сажки буває

дуже багато, але тривалі посухи несприятливі для її розвитку. Ураженість рослин завжди більша при низькій (40 % і нижче) чи високій (80 % і вище) вологості ґрунту, ніж при оптимальній (60 %). Розвиток хвороби також залежить від цілісності оболонки жовен при перезимівлі в полі: спори у незруйнованих жовнях дуже стійкі проти несприятливих осінніх та зимових умов, а у розпорошеному стані швидко гинуть. Поширенню пухирчастої сажки сприяє також пошкодження рослин шведською мухою та іншими комахами.

**Заходи захисту.** На сучасному етапі розвитку інтенсивного землеробства основна роль належить агротехнічним прийомам, спрямованим на різке зменшення резервації інфекції і підвищення стійкості рослин проти хвороби. Боротьба з цим захворюванням полягає, головним чином, у знищенні джерел інфекції, а також у створенні умов, які підвищують опір рослинного організму хворобі. До таких заходів належать агротехнічні прийоми: правильна зміна культур у сівозмінах, в сівозміні кукурудза на насіння не повинна перевищувати 25–30 % площі; сівба гібридним насінням першого покоління та добір здорового насінневого матеріалу; використання добрив; оптимальні строки сівби; збирання кукурудзи комбайном; очищення поля від післязбиральних решток і осіння оранка. Впровадження хімічних заходів захисту рослин лише частково знижує шкодочинність цієї хвороби, підвищуючи при цьому і без того високе пестицидне навантаження на ґрунт. Воно запобігає поширенню хвороби з насінням у райони, де вона відсутня або зустрічається рідко. Протруювання насіння здійснюється препаратами: вітавакс 200ФФ, 34 % в.с.к. (2,5–3,0 л/т); віта вакс 200, 75 % з.п. (2,0 кг/т); максим, 2,5 % т.к.с. (1 л/т). Створення і застосування стійких гібридів кукурудзи є найбільш радикальним і економічно ефективним методом боротьби з пухирчастою сажкою.

### **Питання для самоперевірки до лекції**

1. Дайте визначення грибів.
2. Чому у грибів є риси, спільні з рослинами і тваринами?
3. За якою ознакою гриби поділяють на вищі і нижчі гриби?
4. Яке значення мають гриби в біоценозах?
5. Яке значення мають гриби в сільськогосподарському виробництві?
6. Назвіть гриби – збудники захворювань сільськогосподарських культур.

### **Лекція 13. Царство Рослини. Водорості і Лишайники**

**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, листуваті, кущисті. Мікроскопічна будова талому і його типи: гомемерна, гетеромерна. Будова апотеція. Способи розмноження. Сорезії, ізидії. Класифікація лишайників: Сумчасті і Базидійні лишайники. Значення лишайників.

**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, вакуолей та ін.) 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:

**Типи будови водоростей:**

*Монадний тип структури* – наявність у клітинах джгутиків (активний рух). Є стигма (акцептор світла).

*Амебоїдний або ризоподібний тип структури* відсутня тверда оболонка, рух за допомогою ризоподій (золотисті, жовто-зелені водорості).

*Кокоїдний тип* – одноклітинні і колоніальні, нерухливі у вегетативному стані.

*Сарциноїдний тип* – колоїдний габітус і вегетативний клітинний поділ.

*Нитчастий тип* – нитчасте розміщення клітин, наростає в одному напрямку.

*Різноститчастий тип* – диференціація нитчастої структури.

*Паренхіматозний тип* – утворення комплексів клітин, які виконують певні функції і нагадують тканини вищих рослин (бурі і червоні водорості).

*Сифональний тип* – відсутність всередині слані клітинних перегородок при наявності великої кількості органел.

*Харофітний тип* – великий багатоклітинний талом лінійно-членистої будови, ризоїди в нижній частині.

#### **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 загальновизнаною теорією є синтетична гіпотеза походження еукаріот. Ця гіпотеза об'єднує уявлення щодо автогенетичного походження клітини (шляхом дарвінівської еволюції) та ендосимбіотичну гіпотезу (виникнення еукаріотичної 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, очевидно, різними шляхами, про що свідчать результати молекулярно-генетичних, морфологічних та біохімічних досліджень.

#### ***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* та *наземні*.

<b>Водні водорості</b>	<i>Планктон</i>	водорості в товщі води у завислому стані (вольвокс, пандорина)
	<i>Бентос</i>	водорості, які живуть на дні водойм (харові)
	<i>Перифітон</i>	водорості, якими обростають підводні об'єкти (червоні водорості)
<b>Наземні водорості</b>	<i>Едафітон</i>	водорості, які живуть у ґрунті або на ґрунті (ботридій, вошерія)
	<i>Аерофітом</i>	водорості, які живуть на корі дерев, на скелях (плеврокок)

Отже, водорості можуть жити у водному, ґрунтовому і наземно-повітряному середовищах. Поширення цих рослин визначається наявністю світла та постійним зволоженням.

Планктонні водорості – дрібні водорості, населяють прісні і солоні водойми.

Бентосні водорості – в прикріпленому до дна водойми стані (бурі, червоні, зелені).

Водорості гарячих джерел при температурі 35-52 °С (синьо-зелені, діатомові, зелені водорості).

Водорості льодів і снігу (зелені, синьо-зелені, водорості).

Водорості солоних водойм – одноклітинні рухливі зелені водорості.

Аерофільні водорості – мікроскопічні одноклітинні або колоніальні форми (на скелях, на корі дерев).

Водорості вапнякових відкладів

Мешкають як у водному середовищі, так і поза ним. Можуть руйнувати (шляхом виділення органічних кислот) та створювати (виділяючи кальцій) вапнякові породи.

Водорості ґрунтові одноклітинні або колоніальні синьо-зелені, евгленові, золотисті.

### ***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, як-от *Nostoc pruniforme* (носток сливовидний), *Nostoc commune* (носток звичайний), *Nostoc 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 культивуваці 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 м. 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.

Клас бангієві

Порфира в Чорному морі, в їжу.

Клас флоридеї

### ***Підцарство Справжні водорості***

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

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, як і зазначалось, з кремнеземового панцира (*фрустули*), який розташований назовні від плазмалеми. Сам панцир має дві половини: верхню (*епитеку*) та нижню (*гіпотеку*). Відповідно кожна половина складається із стулки та пояскового обідка. Край стулки загнутий під певним кутом, утворює *загин стулки*. У цій зоні з краєм стулки одним боком щільно з'єднується поясковий обідок. Поясковий обідок верхньої стулки насувається на поясковий обідок нижньої, у результаті утворюється пенал



(гіпотека), що накрита кришкою (епітекою). Зона, де перекриваються пояскові обідки, називається *пояском*. Різним групам діатомових водоростей притаманна фрустула певної будови, тому її форма та будова – специфічна діагностична ознака.

Стулки за типом симетрії можуть бути *актиноморфними* та *зигоморфними*. Актиноморфною стулка називається тоді, коли через неї можна провести багато осей симетрії. Якщо через стулку можна провести одну чи дві, або жодної осей, то таку стулку називають зигоморфною.

Ядро у клітині одне, структурно пов'язане з оболонкою пластиди (зовнішня мембрана ядра переходить у зовнішню мембрану пластидної ендоплазматичної сітки), 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, що розташовується на полюсах органели.

Мітохондрій у клітині 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 (ті, що мають шов), утворюють колонії, ніжки для прикріплення, слизові трубки.

### ***Розмноження та життєвий цикл***

Розмножуються статевим та нестатевим шляхом. *Нестатеве розмноження* здійснюється вегетативним поділом надвоє. Перед поділом клітина набрякає, епітека та гіпотека розсуваються. Потім проходить поділ хлоропластів, а за ним — мітоз. Після закінчення мітозу кожна дочірня клітина отримує частину фрустули від материнської, далі добудовує другу половину (гіпотеку). Клітини діатомових водоростей підтримують сталі розміри завдяки стадії ауксоспори.

За статевого процесу дві клітини обгортаються загальним слизом, далі 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 статевого процесу є ізо- та гетерогамія.

Також у водоростей є особливий тип статевого процесу — автогамія. Під час автогамії 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.

### ***Еволюція діатомових водоростей***

Вчені відносять виникнення діатомових до юрського періоду мезозою(близько 135 млн років тому). Молекулярно-генетичні та біохімічні дослідження доводять походження пластид діатомових від первинно симбіотичного родопласта, що притаманний червоним водоростям. Зараз водорості групи діатомових знаходяться у стані біологічного прогресу та є домінуючою групою у морських та прісноводних біотопах. Вважається, що центричні форми діатомових примітивніші за пеннатних.

### ***Особливості екології та використання людиною***

Діатомові водорості зустрічаються в морських та прісноводних угрупованнях планктону, перифітону, бентосу. В екосистемах діатомові водорості є продуцентами. Фактично, водорості цієї групи мешкають повсюди, де є волога, у тому числі, і у ґрунті. Більшість діатомових реагують на забруднення середовища, тому цей ефект використовується при оцінюванні якості води. З діатомових водоростей роблять вибухівку, використовують як корм риби. Діатомові водорості, ймовірно, виникли на початку юрського періоду. Фрустула має здатність до специфічного заломлення світла, що використовують при дослідженні оптичних явищ, самі принципи побудови та з'єднання ступки використовуються у техніці, а викопні матеріали з діатомових мають високу порозність, що використовується у виробництві динаміту.



### ***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 однопікні, циліндричні або кулясті. Оболонка двошарова, целюлозна і пектинова, 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, листкова, коренеподібна частини). Ріст інтеркалярний і апікальний.

Для водоростей характерні всі типи розмноження.

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

Значення водоростей: продуценти органічних речовин (альгінати), 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

## **ЛИШАЙНИКИ**

**Лишайники –Lichenes** це *симбіотичні організми*, до складу слані яких входять *гетеротрофний компонент (мікобіонт) і водорості – автотрофний компонент (фікобіонт)*. Гриби представлені одним із видів аскоміцетів, базидіоміцетів або фікоміцетів, зелені, жовто-зелені, бурі водорості або ціанобактерії. Із зелених водоростей у цьому симбіозі близько 90 % складають такі роди, як требуксія – Требоихіа, несправжня требуксія –Pseudotreboихіа і трентеполія – Trentepohlia, а із ціанобактерій – носток –Nostoc і глеокапса – Gloeocapsa. Жовто- зелені й бурі водорості в лишайниковому симбіозі зустрічаються рідко. В слані одного виду лишайників можуть знаходитись різні види водоростей. Водоростевий компонент лишайника називається *фікобіонтом*.

У деяких лишайників виявлена також бактерія Azotobacter, тобто вони складаються з трьох компонентів. Взаємовигідність такого симбіозу зумовлюється тим, що водорості і ціанобактерії дістають від гриба потрібні їм мінеральні солі, вологу, а гриб від водоростей і ціанобактерій – вуглеводи, що утворюються в процесі фотосинтезу, і азот, який здатні засвоювати з повітря Azotobacter і Nostoc.

Характерно, що водорості і ціанобактерії, що входять до лишайникового симбіозу, можуть існувати самостійно, тоді як лишайникові гриби, як правило, – лише в симбіозі з ними. На підставі цього лишайники вважають контрольованим паразитизмом.

Наука, що вивчає лишайники – *ліхенологія*.

Назву дав Теофраст (371-286 р. до н.е.)

Нараховано близько 26 тис. видів. Поширені по всій Земній кулі, є космополіти, піонерами та ендеми. Видова різноманітність в помірній зоні.

До субстрату (каміння, ґрунт, дерева) лишайники прикріплюються ризоїдами.

У лишайниках виявлено водорості та ціанобактерії приблизно 40 родів (25 - еукаріотичних водоростей, 15 - ціанобактерій); найчастіше трапляються *Trebouxia*, *Trentepohlia* та *Nostoc*. 90 % лишайників містять еукаріотичні водорості, 10 % - ціанобактерії. Трапляються як одноклітинні, так і нитчасті форми. Гриб може бути аскомікотовим або базидіомікотовим. У більшості випадків це аскомікотові гриби з класу леканороміцетів.

Водорості одного й того самого виду можуть вступати в симбіоз із грибами різних видів, а гриби одного й того самого виду - з водоростями різних видів. Водорості різних видів можуть траплятися навіть у межах одного і того самого талому.

Симбіоз може відбуватися між трьома організмами - грибом, водоростю та одноклітинними базидіомікотовими дріжджами (*Cyphobasidiales*). Це показали дослідження різниці між *Bryoria tortuosa* та *Bryoria fremontii*, що містять однакові види грибів та водоростей, проте розрізняються кольором і токсичністю.

Водорості і ціанобактерії в складі лишайників представлені вільноживучими видами, лишайникові гриби існують лише в симбіозі з ними.

Партнерство в лишайнику скоріш за все контрольований паразитизм гриба на автотрофі, ніж симбіоз, тому **живлення** – змішане – автотропно-гетеротропне.

**Поширення:** від аридних пустель до Арктики (на голому ґрунті, стовбурах дерев, скалах, заборах, альпійських піках).

**Походження.** Будова тіла та умови проживання лишайників не сприяють утворенню скам'янілостей, і в викопному стані вони трапляються рідко. Найдавніший надійно ідентифікований викопний лишайник (серед відомих станом на 1995 рік) знайдено в кременистому сланці ранньодевонського віку (близько 400млн років). Інші знахідки приблизно такого ж віку – *Spongiophyton* – також були інтерпретовані як лишайник на основі морфології та ізотопного складу вуглецю. Висувалося й припущення, що лишайниками були й організми едіакарської біоти. Можливу вказівку на симбіоз гриба і водорості знайдено в едіакарських скам'янілостях Південного Китаю; можливо, це був морський лишайник. І мікобіонти, і фікобіонти лишайників поліфілетичні; отже, різні групи лишайників виникли незалежно.

**Забарвлення:** від білого до чорного через різні відтінки червоного, оранжевого, коричневого, жовтого і зеленого.

### Морфологія і анатомічна будова лишайників

Розрізняють форми тіла лишайників:

- кіркові, або накипні – мають вигляд накипу (тонкої кірки);
- листуваті – округлі пластини, що виростають до 5-6 сантиметрів;
- куцисті – стеблоподібна слань у вигляді кущиків, гриви (довжиною до 50 сантиметрів).

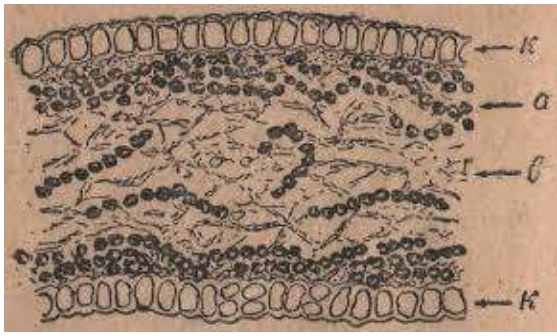
Є проміжні і перехідні форми.



**Анатомічна будова**

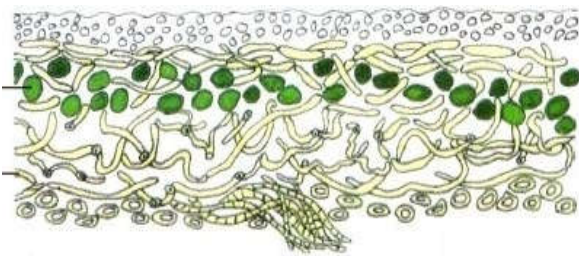


За анатомічною будовою розрізняють лишайники двох типів: гомеомерні та гетеромерні.



Слань *гомеомерних лишайників* на поперечному розрізі не має шарів: клітини водорості більш менш рівномірно розміщені між гіфами гриба. Це – найпримітивніший тип. Така будова характерна для тих лишайників, водоростевим компонентом яких є ціанобактерії – носток, глеокапса. Вони

виділяють слиз і утворюють групу слизуватих лишайників.



У гетеромерних лишайників слань складається з кількох (3-4) шарів: а) зовнішні шари утворюють так звану кору, що має вигляд переплетених, тісно зімкнених гіф (плектенхіма). Під нею гіфи розташовані рихліше, між ними знаходяться клітини водорості – це б)

гонідіальний шар (зелені клітини водорості називаються гонідіями). Нижче, гіфи розташовані ще рихліше, без клітин водоростей, проміжки між ними заповнені повітрям – це в) серцевина. За серцевиною знаходиться г) нижня кора, яка за будовою подібна до верхньої. Від нижньої кори відходять вирости – пучки гіф – ризоїди, які прикріплюють лишайник до субстрату.

У кіркових лишайників нижньої кори немає, і грибні гіфи серцевини зростаються безпосередньо із субстратом.

Кора виконує захисну та зміцнюючу функцію. Зона водоростей (гонідіальний шар) виконує функцію фотосинтезу та накопичення органічних речовин.

Основна функція серцевини – проведення повітря до клітин водоростей, що містять хлорофіл. У деяких куцистих лишайників серцевина виконує також опорну функцію.

Органами газообміну є псевдоцифели – розриви кори, які помітні неозброєним оком як білі плямки.

У нижній поверхні листоватих лишайників є круглі правильної форми білі заглиблення – це цифели, також органи газообміну. Газообмін здійснюється також через перфорації – відмерлі ділянки корового шару, тріщини та розриви у коровому шарі.

Воду лишайники можуть вбирати всією поверхнею тіла, а також гіфами (використовують дощову воду, вологу туманів). Важливим компонентом у живленні лишайників є азот. Лишайники, фікобіонтим яких є ціанобактерії, здатні фіксувати атмосферний азот: вважають, що третім компонентом у лишайників може бути азотобактерії.

Специфічною є біохімія лишайників: у процесі обміну утворюються лишайникові кислоти, які не виявлені ні у грибів, ні у водоростей. Лишайникові

кислоти відкладаються у вигляді кристалів і зумовлюють певне забарвлення слані. Це безазотисті речовини, фенольного типу, близькі до дубильних речовин. Добре відомі леканорова, уснінова, вульпінова, процетрарова та інші лишайникові кислоти.

Біологічне значення цих кислот остаточно не з'ясоване. Деякі з них мають токсичні або антибіотичні властивості, і напевно, виконують захисну функцію.

У складі тіла лишайника виявлений особливий полісахарид –ізоліхнін, маніт, вітаміни, вуглеводи, близькі до геміцелюлози, антибіотичні речовини, невелику кількість білків і жирів.

#### ***Розмноження лишайників.***

Всі типи розмноження, найчастіше ***вегетативне*** (соредіями і іридіями).

#### ***Безстатеве розмноження***



Розмножуються вегетативно. Мають спеціальні утворення –соредії (з клітин водорості і гіфів гриба), що утворюються всередині слані, а виштовхуються з неї назовні, та іридії – вирости верхньої кірочки слані. На відміну від соредій, ізидії відламуються разом зі шматочками лишайника.

#### ***Екологічні групи лишайників***

Оселяються на *грунті; епіфітні, епібіотичні, епілітні*.

***Систематика*** – на складу мікобіонтів, що входять до слані. Поділяють на класи Сумчасті, Базидійні, Мітоліхенес.

#### ***Значення лишайників.***

Акумулюють сонячну енергію, розкладають органічні і мін. реч-ни. Оселяються першими на субстратах, непридатних для інших організмів. Лишайниково-рослинні угруповання з домінуванням лишайників вкривають 6% земного суходолу. В тундрі – основні едифікатори, індикатори чистоти повітря, корм для оленів (ягель).

Продукують желеподібні речовини для кондитерської промисловості, джерело глюкози і вітамін С, лакмусовий папір і фарби, в парфумерній промисловості для стабілізації аромату – паргелія, рамаліна.

Медицина – 40 видів – в Єгипті для лікування хвороб печінки; цетрарія ісландська (ісландський мох)- тонізуюча і антибіотична дія проти стафілококів, стрептококів тощо.

Деякі є сировиною для хімічної та фармацевтичної промисловостей (евернія, цетрарія), їжею людини (цетрарія ісландська), парфумерії. Через дуже малу швидкість росту та високу чутливість до забруднення чимало лишайників потребують охорони.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойко М. Ф. Ботаніка. Водорості та мохоподібні. Київ : Вид-во Ліра-К, 2019. 272 с.
2. •Григора І. М.,Шабарова С. І., Алейніков І. М. Ботаніка :підручник. Київ : Фітосоціоцентр, 2017. 476 с. •
3. Загальна цитологія і гістологія: підручник /М. Е. Держинський та ін. Київ: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. 575 с.
4. Курс загальної ботаніки : підручник / І. М. Григора та ін. Київ : Фітосоціоцентр, 2017. 476 с. •
5. Миколайчук В. Г. Ботаніка. Частина 1. Робочий зошит для практичних занять для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр» спеціальності 201 «Агрономія» денної форми навчання. Миколаїв : МНАУ, 2020. 76 с. <https://dspace.mnau.edu.ua/jsru/handle/123456789/7122>
6. Ботаніка: практикум /Б. Є. Якубенко та ін. ; за ред. Якубенка Б. Є. 7-е вид. Київ : Фітосоціоцентр, 2017. 354 с. •
7. Якубенко Б. Є. Польовий практикум з ботаніки |/ за ред. Б.Є. Якубенка. Київ : Фітосоціоцентр, 2017. 400 с.
8. •Якубенко Б. Є., Попович С. Ю., Григорюк І. П. Геоботаніка: тлумачний словник. Київ : Фітосоціоцентр, 2017. 420 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