

**П.В. Дячук
Л.П. Перфільєва**

Б О Т А Н І К А

Частина 1

**УМАНЬ
2015**

УДК 58(075)
ББК 28.5я73
П26

Рецензенти :

С. В. Совгіра - Доктор педагогічних наук, професор кафедри хімії, екології та методики їх навчання Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

А.Ф. Балабак - Доктор сільськогосподарських наук, Уманського національного університету садівництва

Колдарь Л.В. - кандидат біологічних наук Уманського науково-дослідного інституту з проблем дендрології НАН України.

Дячук П.В. Перфільєва Л.П. Ботаніка: підручник / П.В. Дячук, Л.П. Перфільєва. – Умань, – ФОП Жовтий О. О. – 2015. – 206с.
Підручник для педагогічних університетів – Умань: 2015р.

*Розглянуто та рекомендовано до друку
вченою радою Інституту розвитку дитини
Уманського державного педагогічного університету ім. Павла
Тичини (протокол № від 2015 року.)*

У першій частині посібника наведені відомості про організацію та функцію рослинної клітини, будову рослинного організму, розвиток вегетативних та генеративних органів рослин.

Матеріал подається у вигляді лекцій згідно навчальної програми для вищих навчальних закладів напряму підготовки фахівців зі спеціальності «Початкова освіта»

Посібник пропонується для викладачів та студентів стаціонарної і заочної форм навчання вищих навчальних закладів.

УДК 58(075)
ББК 28.5я73
П26

Зміст

Передмова.....	4
----------------	---

Розділ I. Анатомія рослин

1. Будова рослинної клітини.....	5
2. Органографія. Корінь, пагін, стебло.....	44
3. Листок, його будова та функції.....	98
4. Квітка. Суцвіття. Плоди.....	121
5. Розмноження, ріст та розвиток рослин.....	143
6. Екологія рослини. Рослина і середовище. Фітоценологія.....	161
Література.....	209

ПЕРЕДМОВА

Метою посібника є ознайомлення студентів з анатомічною будовою рослин, морфологічними особливостями, класифікацією різноманітного світу.

Курс ботаніки, викладений в посібнику, опрацьований згідно з діючими програмними засадами, орієнтованими на студентів та викладачів педагогічних вузів початкової освіти та біологічного профілю. Автори намагались наблизити основні розділи підручника до сучасного рівня ботанічної науки, акцентувати увагу студентів на осмисленні формування структури рослини залежно від впливу тих чи інших факторів навколишнього середовища.

У першому розділі викладено сучасні уявлення про будову клітини, тканин і вегетативних органів рослини, а також особливості їх розмноження.

Автори вважають, що він може бути використаний студентами як при вивченні нормативного курсу ботаніки, так і при опрацюванні окремих розділів спецкурсів з природознавства. Посібник не претендує на повноту викладу матеріалу і студенти повинні якомога ширше використовувати й інші новітні джерела з курсу ботаніки.

Матеріали посібника підвищують ефективність і якість підготовки студентів до фахового екзамену з ботаніки.

Для успішної підготовки до фахового екзамену необхідно засвоїти основні положення ботаніки з основами екології - будову й життєдіяльність рослинних організмів, взаємозв'язок біологічних систем.

Посібник допоможе не лише закріпити знання з ботаніки, набуті в середній школі, а й розвинути самостійність і творчий підхід до відтворення вже відомого матеріалу. Вміти встановлювати причинно-наслідкові зв'язки і робити висновки, застосовувати біологічні теорії й закономірності для пояснення особливостей функціонування живих організмів і явищ природи. Формувати вміння й навички аналізувати і узагальнювати навчальний матеріал.

АНАТОМІЯ РОСЛИН

1. Будова рослинної клітини.

План:

- 1.1. Вступ.
- 1.2. Будова рослинного організму.
- 1.3. Клітина. Особливості будови рослинної клітини.
- 1.4. Властивості клітини: ділення, ріст і розвиток, обмін речовин.

1.1. Вступ

Ботаніка — це наука про рослини, їх походження, розвиток, будову, класифікацію, географічне поширення, екологічні та фітоценотичні взаємозалежності. Слово "ботаніка" походить від грецького *botane*, що означає овоч, зелень, зілля, трава, рослина.

У природі величезна різноманітність організмів: дерева і трави, бактерії та гриби, водорості та папороті, ліани та епіфіти, паразити й автотрофи, гідрофіти і сукуленти, лишайники і квіткові, польові і дикорослі, поодинокі рослини і рослинні угруповання. Всі вони є об'єктом вивчення ботаніки.

Ботаніка вивчає не тільки сучасні рослини, а й викопні рештки їх, історію розвитку рослин у минулому, філогенетичні зв'язки між окремими групами.

Метою ботаніки є виявлення флористичного і ценотичного різноманіття і розкриття основних закономірностей будови й розвитку рослин і рослинних угруповань, їх взаємодії з екологічними факторами; географічного поширення; нагромадження, розподілу органічних речовин і енергії. Пізнання цих закономірностей дає можливість правильно розуміти складні біологічні процеси в природі, захищати і використовувати рослинні ресурси.

Інтенсивний розвиток науки і високе технічне оснащення виробництва ставлять перед ботанікою нові завдання: з урахуванням сучасних досягнень, із залученням методів електронної мікроскопії розкрити особливості структурної і функціональної організації клітини та її органодів; висвітлити

питання походження, будови і розвитку рослинних тканин і вегетативних органів; вивчити нові розділи і напрями у систематиці, екології, географії рослин на основі досягнень суміжних природничих наук; створити нові перспективні сорти корисних рослин, вивчати особливості будови і життя рослинних угруповань; охороняти рідкісні та зникаючі види рослин; захищати і примножувати рослинні ресурси.

Нині особливо актуальні завдання прогнозування змін флори та рослинності антропогенно порушених територій з метою їх стабілізації; виявлення та вивчення природоохоронних ботанічних об'єктів для включення в екомережу для збереження біорізноманіття; збалансування співвідношення природних фітоценозів і агрофітоценозів та забезпечення екологічної рівноваги в регіональному та глобальному аспектах.

Розділи ботаніки

Морфологія рослин — розділ ботаніки, який вивчає закономірності виникнення і розвитку зовнішніх ознак рослини та їх органів. Сучасна морфологія має експериментальний характер. Вона вивчає закономірності та зміни в розвитку різних форм рослин, що виникають в процесі культивування.

Анатомія рослин — розділ ботаніки, що вивчає внутрішню будову, закономірності формування і розвитку тканин і органів у процесі онтогенезу і філогенезу.

Внаслідок поглибленого вивчення анатомії рослин виділилися окремі підрозділи: фізіологічна анатомія, що вивчає зв'язок між будовою рослин і процесами, які проходять в них; екологічна анатомія — вплив умов середовища на будову рослин; патологічна анатомія — вплив хвороботворних організмів на будову рослин, цитологія — закономірності будови і розвитку зародків, спорогенезу, гаметогенезу, морфологію та еволюцію квітки і суцвіття, формування та ультраструктуру спородерми.

Фітопатологія вивчає природу захворювання рослин і розробляє заходи боротьби з ними. Вона ґрунтується на біології розвитку рослин, внутрішньовидовій таксономії сільськогосподарських культур, знаннях реакції рослин на застосування препаратів.

Заліснення площ і створення лісових культур і будь-яких інших агрофітоценозів неможливе без урахування закономірностей розвитку рослин, фітоценотичних і екологічних взаємозв'язків виникаючих угруповань.

Екологія вивчає закономірності взаємозв'язку між рослиною і навколишнім середовищем.

Географія — це розділ ботаніки, що вивчає географічне поширення і розподіл рослин та їх угруповань по окремих регіонах, зонах, континентах, океанах і морях.

Фітоценологія — це наука, що вивчає фітоценози та їх компоненти, досліджує продуктивність фітоценозів та їх зміни під впливом природних і антропогенних факторів, а також районування і картування рослинності, для чого використовує різноманітні методи наземного дослідження та аерофотозйомки, в тому числі і з космічного простору.

Палеоботаніка — це розділ ботаніки, який вивчає викопні рослини та їх рештки.

Систематика рослин — розділ ботаніки, завданням якого є вивчення різноманітності рослин, класифікація сучасних і вимерлих рослин, встановлення зв'язків спорідненості між окремими групами рослин, розробка таксономічних одиниць та філогенетичних систем.

Основні групи рослин

Покритонасінні або квіткові. Особливості будови і життєдіяльності квіткових рослин. Різноманітність.

Клас дводольні рослини. Родини: хрестоцвіті, розоцвіті, бобові, пасльонові, складноцвіті.

Клас однодольні рослини. Родини: лілійні, злакові. Характерні ознаки рослин названих родин, їх біологічні особливості та народногосподарське значення.

Голонасінні. Будова і розмноження голонасінних. Різноманітність хвойних, їх значення в природі, народному господарстві.

Папороті. Хвоці . Плауни. Будова і розмноження, їх роль у природі і житті людини.

Мохи. Будова і розмноження мохів. Сфагнум. Утворення торфу.

Лишайники. Будова. Живлення. Розмноження. Роль лишайників у природі і господарстві.

Гриби. Загальна характеристика грибів. Шапинкові гриби, їх будова, живлення, симбіоз із рослинами. Цвільові гриби. Мукор, пеніцил, його використання для отримання антибіотиків. Дріжджі. Гриби-паразити, які зумовлюють хвороби рослин. Роль грибів у природі та народному господарстві.

Водорості. Будова і життєдіяльність одноклітинних, нитчастих та багатоклітинних водоростей. Роль водоростей у природі та народному господарстві.

Прокаріоти(не містять сформованого ядра)

Бактерії. Будова і життєдіяльність бактерій. Розмноження бактерій. Розповсюдження бактерій у повітрі, ґрунті, воді, живих організмах. Роль бактерій у природі, медицині, сільському господарстві і промисловості. Хвороботворні бактерії та боротьба з ними.

Ціанобактерії. Синьо-зелені водорості. Будова і особливості життєдіяльності.

Структурні форми рослинного світу

З розвитком органічної природи виникають різноманітні структури організації живої матерії: доклітинні, клітинні доядерні, одноклітинні, колоніальні, багатоклітинні.

Доклітинні структури — це найпростіші організми; вони складаються з нуклеїнової кислоти та білкової оболонки, в них немає клітинної будови та сформованих органел. Сюди належать віруси (рис. 1).

Клітинні доядерні структури відзначаються клітинною будовою, але клітини без чітко відособленого ядра. В цитоплазмі є молекули ДНК. До таких форм життя належать бактерії, синьо-зелені водорості або ціанобактерії.

Характерною рисою *одноклітинних структур* є одноклітинна будова і чітко відособлене ядро та інші органели. Одноклітинні організми відзначаються високою пластичністю. Сюди належать діатомові, зелені, евгленові та інші водорості.

Колоніальні структури характеризуються тим, що їх організм складається із численних клітин, об'єднаних загальною слизовою масою. При цьому клітини зберігають самостійність і

не з'єднані між собою обміном речовин. Але серед них виділяються окремі групи клітин (вольвокс), які об'єднані цитоплазматично і функціонально. Це клітини, що виконують функцію руху, травлення, розмноження. Такі організми займають проміжне положення між типовими колоніальними та багатоклітинними структурами, властивими вищим рослинам.

Багатоклітинні структури властиві організмам, що досягли високого рівня розвитку. Серед них є такі, що мають розчленування тіла на справжні тканини і вегетативні органи. Це харові, бурі та червоні водорості. А вищі спорові та квіткові рослини вже диференційовані на справжні тканини, вегетативні та генеративні органи.

1.2. Будова рослинного організму.

Поняття про вегетативні та генеративні органи рослини.

Корінь і його функції. Види коренів. Типи (стрижнева і мичкувата) кореневих систем та їх утворення. Зовнішня і внутрішня будова кореня. Зони кореня. Ріст кореня. Поглинання води і мінеральних речовин. Добрива. Ґрунт, його значення для життя рослин. Видозміни коренів.

Стебло. Пагін. Брунька — зачатковий пагін, її будова і розвиток, розташування на стеблі. Ріст стебла в довжину. Внутрішня будова стебла деревної рослини й зв'язку з його функціями. Ріст стебла в товщину. Утворення річних кілець. Пересування мінеральних та органічних речовин по стеблу.

Видозмінені пагони: кореневище, бульба, цибулина. їх будова, біологічне та народногосподарське значення.

Листок. Зовнішня будова листка. Жилкування. Листки прості і складні. Розміщення листків на стеблі. Особливості мікроскопічної будови листка, пов'язані з його функціями: покривна тканина (шкірка, продихи), основна і провідна тканина листка. Випаровування води листками. Видозміни листків. Листопад.

Вегетативне розмноження рослин у природі і рослинництві (видозміненими пагонами, живцями, відводками, поділом куштів, щепленням). Біологічне і народногосподарське значення вегетативного розмноження.

Квітка, плід, насінина. Квітка — орган насінневого розмноження рослин. Будова оцвітини, тичинки, маточки. Квітки одно- та двостатеві. Одно- та дводомні рослини. Суцвіття та їх біологічне значення. Запилення (самозапилення, перехресне запилення). Штучне запилення. Подвійне запліднення у квіткових рослин. Утворення насіння і плодів. Типи плодів. Будова і склад насіння (на прикладі одно- та дводольних рослин).

Умови проростання насіння. Живлення і ріст паростка. Агротехніка висівання насіння і вирощування рослин. Водні культури.

Значення квітки, насіння та плода в природі і житті людини.

1.3. Клітина. Особливості будови рослинної клітини.

Вивченням клітини, її будови, поділу, займається наука цитологія.

Відкриття клітини належить англійському мікроскопісту Роберту Гуку. Він ввів термін – «клітина», що означає маленька кімната.

Клітина - елементарна частка всього живого. У нижчих рослин вона становить цілий організм (наприклад, у хламідомонади), в інших - є складовою частиною колонії (у вольвоксу) або елементом багатоклітинного організму. Для вищих рослин характерні висока спеціалізація клітин, об'єднання їх у тканини, з яких формуються органи.

Вперше положення про клітинну будову висунув у 1834 році російський вчений П.Ф. Горянінов.

Клітина з її структурами формувалася в процесі довгої еволюції живої матерії. Перші клітини, як свідчить історія розвитку Землі, з'явилися кілька мільярдів років тому. На цьому етапі розвитку жива природа включає дві групи організмів – прокаріоти (не містять сформованого ядра) та еукаріоти (мають сформоване ядро). Будова прокаріотичних (доядерних) організмів значно простіша, ніж еукаріотичних. До прокаріотичних організмів належать бактерії та синьозелені водорості. Клітини прокаріотів не мають сформованого ядра, яке замінює особлива ядерна зона в цитоплазмі. У прокаріотів немає типових хромосом, їх спадковий матеріал представлений лише молекулою

ДНК, яка не має зв'язку з білками. Прокаріоти позбавлені багатьох органів клітини, які характерні для клітин еукаріот: апарата Гольджі, ендоплазматичної сітки, мітохондрій, пластид, лізосом та ін. Рибосоми прокаріот дрібніші, ніж у еукаріот. Функціональну роль мітохондрій та пластид у клітинах прокаріот виконують досить просто побудовані мембранні структури.

Більшість рослинних організмів живляться автотрофно(за допомогою фотосинтезу), у них немає органів виділення, клітини здебільшого нерухомі. Однак є й винятки. Наприклад, статеві клітини в нижчих і вищих спорових рослин рухомі, не мають целюлозної оболонки, а деякі види живляться гетеротрофно: за рахунок розкладання органічних решток або хімічних реакцій.

Згодом німецький вчений М. Шляиден (1838) довів, що клітина та її органели є складовими рослинного організму. Наступного року його співвітчизник зоолог Т. Шванн (1839) вперше в біології чітко і повно сформулював клітинну теорію. Ось її основні постулати: клітина — основна структурна і функціональна одиниця живих організмів; клітини всіх організмів гомологічні; клітина виникає від клітини; живий організм — це сукупність клітин, що зв'язані між собою різноманітними формами регуляції.

Клітинна теорія будови організмів мала великий вплив на розвиток не тільки ботаніки, а й всього природознавства. Вона спрямовувала зусилля вчених біологів на детальніше вивчення вмісту клітини, довела єдність походження органічного світу. Таким чином, клітинна теорія стала основою еволюційної теорії рослинного світу.

Розмір клітин у рослин неоднаковий. Є клітини «гіганти», які можна бачити неозброєним оком. Наприклад, у м'якоті яблук клітини нагадують форму блискучих цяточок. М'якоть гарбуза, кавуна теж має великі клітини. На кореневій системі за рахунок епіблеми розвиваються волоски (одноклітинні вирости) довжиною 8 мм, якими рослина вбирає з ґрунту воду і поживні речовини. Клітини механічної тканини стебла льону, конопель, кенафу, джуту та інших рослин розвиваються до 40 - 50мм. У водорості хари клітини досягають довжини 10см і більше. Так, клітини прядивної культури рамі досягають 20 см. Поряд з цим є дуже маленькі одноклітинні організми.. Так у бактерій розмір

клітин вимірюється десятими мікрона 0,5 – 10 мк. У квіткових рослин величина клітин знаходиться в межах від 10 до 60мкм. Їх можна розгледіти тільки за допомогою мікроскопу.

Форма клітин дуже різноманітна. Вільні клітини часто набувають спіральної, яйцеподібної, овальної та інших форм. Прикладом цього є одноклітинні водорості, бактерії тощо.

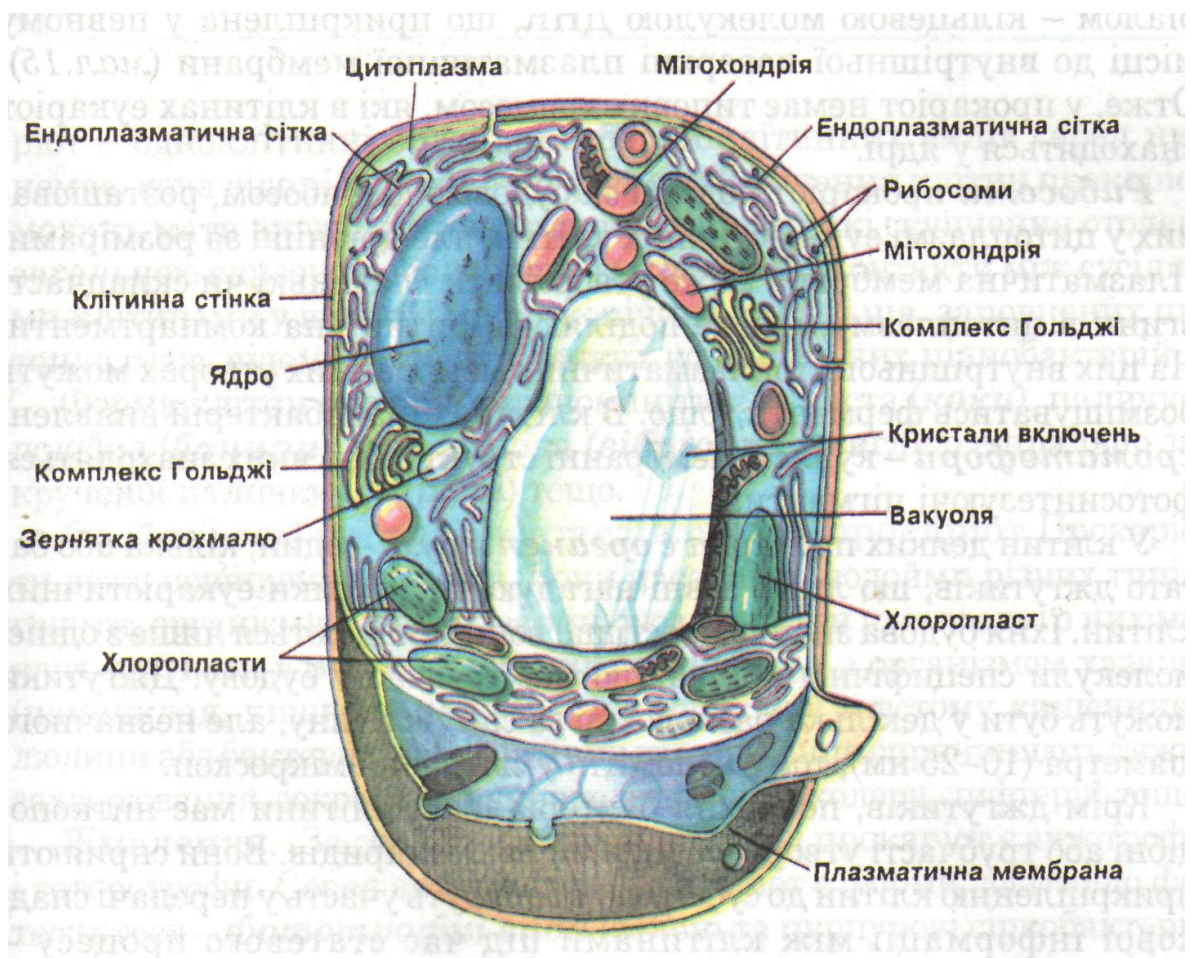
У різних організмів форма клітин може бути призматичною, таблитчастою, кубічною, інколи дуже складною, як це спостерігається у ботридії, каулерпи. Всю різноманітність клітин можна звести до двох основних груп: паренхімних і прозенхімних. Паренхімні клітини – це багатокутні, овальні, округлі, довжина і ширина яких однакова, або їх ширина становить $\frac{2}{3}$ довжини.

Прозенхімні клітини витягнуті, веретеноподібної або циліндричної форми, з загостреними кінцями, і їх довжина в кілька разів перевищує діаметр.

Особливості будови рослинної клітини.

Весь вміст клітини можна розділити на живу (активну) частину – протопласт (вміст клітини без клітинної оболонки). Він представлений досить складною системою органел: цитоплазмою ендоплазматичною сіткою, пластидами, ядром з ядрцем, мітохондріями, рибосомами, комплексом Гольджі, сферосомами, лізосомами.

Нежива частина клітини (неактивна, неорганіди) - це результат життєдіяльності протопласта: клітинна оболонка, тверді включення у вигляді зерен та кристалів, запасних білків, крохмальних зерен, крапель олій, а також вакуолярна система.



Клітинне ядро

Ядро - одна з важливих органел еукаріотичної клітини як рослин, так і тварин. Ядро відкрив відомий англійський ботанік Р.Браун, який у 1831 р. виявив «ореоли» в клітинах шкірки орхідеї.

Форма ядра в рослинних клітинах різноманітна. Вона залежить в основному від конфігурації клітини: від веретеноподібної до нитчастої.

У клітинах може бути одне або кілька ядер. Прокаріоти не мають оформленого ядра. Однак в цих рослин є хроматинова речовина у вигляді тяжів або круглих тілець. У зелених водоростей роду кладофора клітини мають до сотні ядерних структур, а в деяких червоних водоростях їх налічують близько 4 тис.

Компоненти ядра — ядерна оболонка, нуклеоплазма, хроматин, ядерце (ядерця).

Ядерна оболонка представлена двома мембранами — зовнішньою і внутрішньою. За хімічним складом оболонка подібна до ретикулярних цистерн. Органічний зв'язок ядра з цитоплазмою забезпечується через зовнішню ядерну мембрану, яка в окремих місцях з'єднується з ендоплазматичним ретикуломом. Таким чином, зовнішня мембрана нагадує спеціалізовану локально диференційовану частину ендоплазматичного ретикулума. Обмінні процеси між ядром і цитоплазмою відбуваються за допомогою пор в оболонці. Крізь них проходять невеликі молекули, іони, макромолекули типу рибону-клеопротейдів. Кожна пора прикрита діафрагмою.

Нуклеоплазма (каріоплазма) — білково-ліпоїдна колоїдна система. Каріоплазма рівномірно розподіляється по всьому ядру.

Хроматин розташований в нуклеоплазмі у вигляді сітки. До складу хроматину входять молекули нуклеопротейдів, він утримує всю ДНК ядра. Коли клітина поділяється, з хроматину будуються хромосоми. Кількість хромосом та форма їх для відповідного виду сталі. Хромосома представлена двома хроматидами. Кожна хроматида, в свою чергу, складається з 2 ниткоподібних хромонем, до складу яких входять молекули ДНК (дизоксірибонуклеїнова кислота) і білки - гістони. Ділянки хромосоми забарвлюються неоднаково, ті, які інтенсивно забарвлені називають *гетеро-хроматином*, інші — *еухроматином*. У хромосомі виділяють ще й супутник. Він розташований біля ядерця і є зв'язуючою ланкою між хромосомами і ядерцем.

Ці кислоти мають складну хімічну структуру і подібні між собою. Вони утворюють полінуклеотидні ланцюги, що складаються з багатьох нуклеотидів, кожний з яких є поєднанням азотистої основи, пентозного цукру і залишку фосфорної кислоти. Різняться нуклеотиди азотистими основами - аденіну, цитозину, тиміну, гуаніну, урацилу. За даними Д. Уотсона і Ф. Кріка, ДНК складається з двох паралельних полінуклеотидних ланцюгів, що утворюють спіраль, звиваючись один з одним. Обидва ланцюги з'єднано основами полінуклеотидів так, що аденін може з'єднуватися тільки з тиміном, а цитозин — з гуаніном. Інакше кажучи, аденін (А) є комплементарним нуклеотидом до тиміну (Т), а Т комплементарний до А; гуанін (Г)

до цитозину (Ц), а Ц — навпаки до Г. Послідовність нуклеотидів одного ланцюга за принципом комплементарності визначає

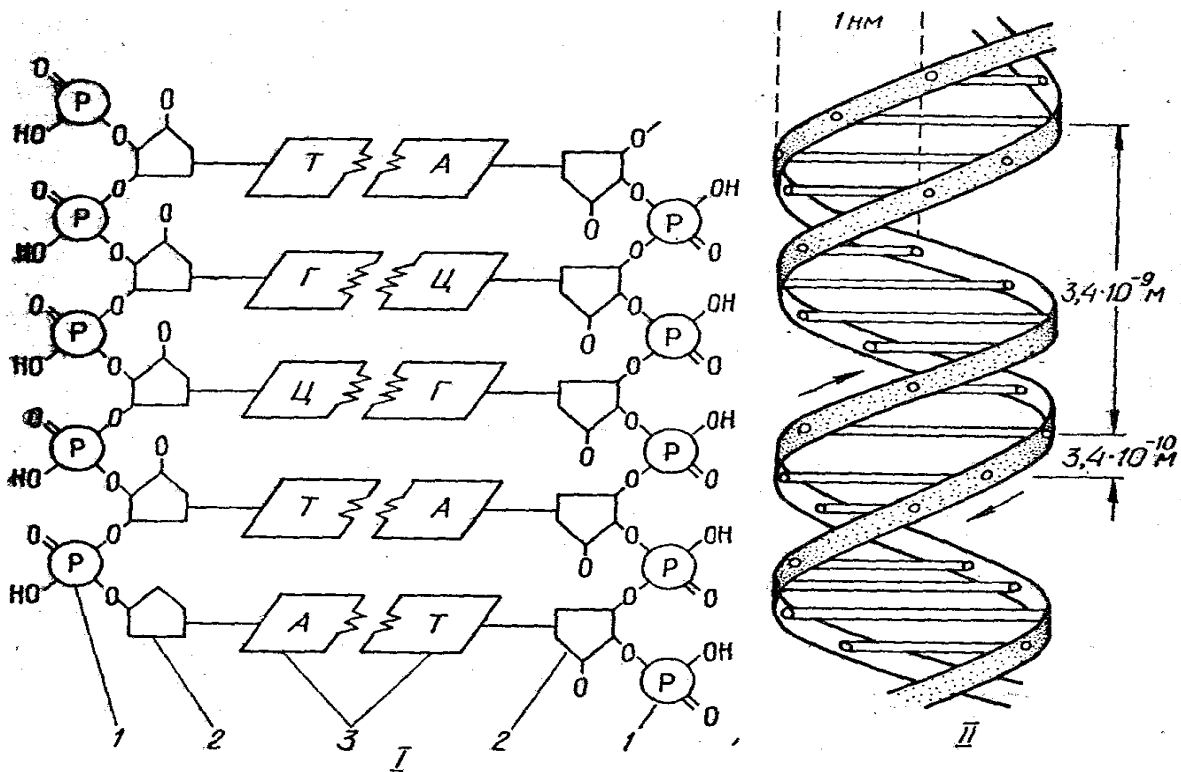


Схема молекули ДНК(I) та її спіральної структури (II):
1 - залишок фосфорної кислоти; 2 – дезоксирибоза; 3 – азотисті основи

послідовність нуклеотидів в іншому ланцюгу. Цим саме визначається природа ДНК. Тому кожний нуклеотид відіграє важливу роль у визначенні природи відповідної основи іншого ланцюга. Нуклеотиди мають певний і для будь-якої ДНК завжди постійний порядок, із зміною нуклеотидів у ДНК змінюється її структура, виникають нові властивості.

Завдяки комплементарності ДНК має властивість синтезувати нову молекулу ДНК, тобто набуває здатності подвоюватися, що одержало назву редуплікації. Процес подвоєння починається з того, що в ДНК на одному з кінців антипаралельні полінуклеотидні ланцюги розходяться. На кожному з них за рахунок вільних нуклеотидів, які є в каріоплазмі ядра, формується новий полінуклеотидний ланцюг. За принципом комплементарності він подібний до першого.

Виникають дві молекули ДНК з однаковим нуклеотидним складом і хімічними властивостями.

ДНК є основою синтезу РНК (рибонуклеїнової кислоти), що кодує синтез білків. Ділянка ДНК, яка визначає специфіку синтезу білка, властивого тільки для певного виду клітин, називається геном. Завдяки ДНК та її генам передаються спадкові ознаки від одного до другого покоління.

Крім ДНК в хромосомі є білок, РНК, ліпоїди, іони Ca^{2+} і Mg^{2+} . Оскільки в ядрі клітини знаходяться хромосоми, які містять ДНК, що кодує спадковість ядра клітин і є сховищем спадкової інформації. Довести це можна за допомогою дослідів над одноклітинною водорістю ацетабулярією. Види цієї водорості складаються з тонких стебелець, що мають на верхньому кінці шляпку, за формою яких ці види і розрізняються. Ядро розташоване в основі стебельця, якщо в одного з видів ацетабулярії штучно видалити шляпку, а до стебельця підсадити ядро іншого виду, то через деякий час, на водорості з підсадженим ядром утворюється шляпка, характерна до того виду, чиє ядро було підсажене.

Положення ядра в клітині різне. В меристематичних клітинах, коли ще немає вакуолі, ядро займає центральне положення. З утворенням вакуолі воно переміщується до однієї зі стінок клітини.

Ядро, як і цитоплазма, рухається. Рухи можуть бути пасивними, зумовленими рухами цитоплазми.

Ядерце. В ядрі одне або кілька ядерць, рідше їх багато. Ядерце не постійне; воно зникає в кінці профазі і з'являється знову у телофазі. За формою кулясте. Розміри його невеликі і часто коливаються залежно від розмірів ядра, тривалості інтерфазі, умов живлення.

Основну частину ядерця становлять білки і РНК, багато фосфоліпідів, частково ДНК, кальцій, калій, цинк, фосфор, залізо.

За фізичними властивостями ядерце подібне до ядра, прозоре, напіврідкої консистенції, більш щільної, ніж каріоплазма. Щільну структуру ядерць створюють гранули, паралельно розміщені білкові нитки, які називають нуклеонемами. Знаходяться вони в безструктурному аморфному матриксі, подібному до гіало-

плазми. Функцією ядерця є синтез рибосомальної РНК і білків, а також утворення рибосом, які з ядра переміщуються в цитоплазму. Вважають, що ядерця постачають матеріал, необхідний для синтезу ДНК у хромосомах при поділі ядра, є місцем відкладання в запас вуглеводів тощо.

Цитоплазма

Внутрішній вміст клітини, за винятком ядра, називають цитоплазмою. Вона займає найбільший об'єм клітини. Цитоплазма становить собою неоднорідний колоїдний розчин – гіалоплазму (основа, матрікс) з розташованими в ній органелами, мембранними та не мембранними компонентами.

Гіалоплазма неоднорідна, має сітку розгалужених каналців, трубочок і міхурців з мембранними оболонками. Гіалоплазма активно рухається внаслідок перетворення хімічно зв'язаної енергії на механічну, що забезпечує внутрішньоклітинне транспортування речовин, синтез та обмін ліпідів(жирів), вуглеводів тощо. В молодій клітині вона заповнює майже всю її порожнину. У міру старіння клітини об'єм гіалоплазми зменшується, обгортаючи тоненькою плівкою клітинні органели. Основну частину в такій клітині займає вакуоля (вакуолі).

Напівпроникність цитоплазми одна з характерних властивостей цитоплазми — її напівпроникність. Відомо, що вода в клітину проникає легко, а інші речовини цитоплазма пропускає вибірково. Цей процес забезпечується мембранною будовою плазма леми (зовнішній шар цитоплазми) і тонопласта. Мембрани складаються з фосфоліпідів та білків. Наприклад, спирт, ефір та інші речовини, які розчинні в ліпідах, проходять крізь ліпоїдні прошарки. Вода і солі не зможуть пройти цими шляхами, бо не розчиняються в ліпоїдних речовинах, а тому вони прокладають собі шлях крізь білкові шари.

Солі та деякі інші речовини у клітину надходять у формі іонів шляхом обмінної адсорбції. Весь процес має вибіркового характер. Плазмалема адсорбує на своїй поверхні відповідні іони солей, а потім відбувається десорбція їх на внутрішню частину плазмалеми. Інтенсивність сорбційних процесів залежить від

дихання клітин. Для прикладу можна взяти схему Брукса — Сабініна, в якій показано, як відбувається цей процес.

Мембранні системи цитоплазми характеризуються безперервністю, замкнутістю, кінці їх завжди закриті. Структурною основою мембран є ліпіди. Мембранні клітини пульсують і знаходяться в постійному русі. У процесі життя клітинні мембрани весь час оновлюються — старі розчиняються, нові виникають.

Завдяки мембранам збільшується співвідношення поверхні до об'єму, а це значить, що площа дотику органел до середовища всередині клітини зростає, і цим самим підвищується інтенсивність обмінних процесів.

Рух цитоплазми. Жива цитоплазма майже завжди рухома. Активність руху залежить від стану живого організму. Під час росту рослин, інтенсивність обміну речовин активізується, рух цитоплазми в клітинах посилюється. Якщо ж рослина знаходиться в стані спокою, такі рухи майже припиняються. Рух цитоплазми залежить від температури, вологості, освітлення та інших факторів.

Для спостереження руху цитоплазми у вищих рослин можна використати елодею, валіснерію, волоски гарбуза та інші об'єкти.

У напрямку переміщення цитоплазми рухи бувають колові (ротаційні) і струменясті (циркуляційні). Однак не вся маса цитоплазми рухається. Шар цитоплазми що прилягає до оболонки клітини, завжди перебуває у стані спокою.

Коловий рух спостерігається у клітинах з однією вакуолею. У цих випадках весь протопласт концентрується в пристінному шарі і цитоплазма, рухаючись в одному напрямку, ніби обертається навколо центра клітини (у водяних рослин — елодеї).

У клітинах, в яких цитоплазма знаходиться в пристінному шарі, а її тяжі перетинають вакуолі, спостерігається циркуляційний рух (в волосках кропиви). Пересування цитоплазми в таких випадках відбувається в усіх напрямках, вона рухається по численних «струмках», напрям струмків час від часу змінюється на зворотній. Причинами руху є електричні явища. Рух цитоплазми становить основу в життєдіяльності клітин. Під час руху відбуваються процеси обміну, які зумовлюються фізіологічними та біохімічними реакціями.

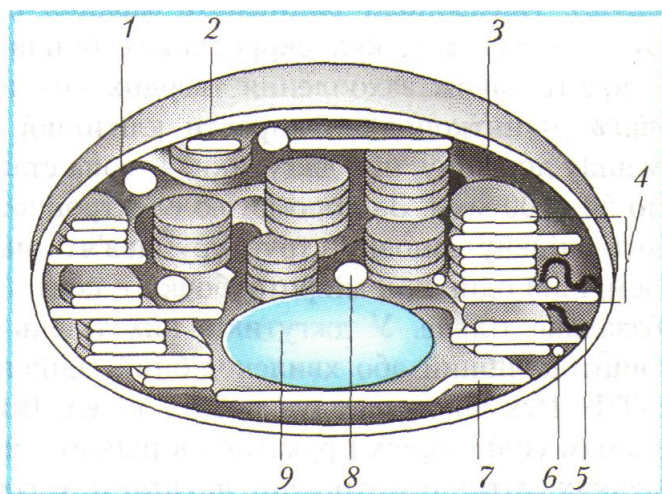
Пластиди

Формування пластид властиве лише для автотрофних рослин. Їх немає в ціанобактеріях, бактеріях, грибах, слизовиках та деяких паразитних квіткових рослин, які не живляться за допомогою фотосинтезу.

Пластиди вперше описано А. Левенгуком в 1676р. Основу пластид становить білкова строма з її складними білковоліпоїдними сполуками. Пластиди беруть участь в обмінних реакціях, внаслідок чого в клітинах нагромаджується, а в деяких рослинах і зберігається енергетичний матеріал, що є рушійною силою всього живого.

За складом пігментів та функціями пластиди поділяють на три типи: *хлоропласти* — зеленого забарвлення, *хромoplastи* — з кольорами від жовтого до червоного, *лейкопласти* — безбарвні пластиди.

Розміри хлоропластів 4-6 мкм, найчастіше овальної форми. Форма пластид у вищих рослин — округла, овальна, дископодібна. У нижчих рослин, пластиди бувають



Будова хлоропласта:

- 1 – внутрішня мембрана хлоропласта;
- 2 – зовнішня мембрана хлоропласта;
- 3 – строма;
- 4 – грана;
- 5 – ДНК;
- 6 – рибосома;
- 7 – тилакоїд строми;
- 8 – крапля олії;
- 9 – крохмаль

тилакоїдами. Таким чином, вся система гран замкнута і становить єдине ціле.

чашоподібної, зірчастої, пластинчастої, стрічкоподібної та інших форм.

Структура хлоропласта досить складна і представлена подвійною мембраною – зовнішньою гладкою та внутрішньою складчастою, складки спрямовані в середину хлоропласта.

Вони утворюють грани побудовані з мембран, які мають вигляд купки монет.

Міжгранні мембрани різної конфігурації називають ламелами, або

Хлоропласти властиві як вищим, так і нижчим рослинам. Всі види хлоропластів в своєму складі мають хлорофіл, речовину нестійку до зниженої температури. В природі існують різні види хлорофілів, але найбільша маса їх припадає на хлорофіл *a* і хлорофіл *b*. Ці пігменти виділив М.С. Цвет (1872—1919). Хлорофіл *a* синьо-зеленого забарвлення, його формула $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ а хлорофіл *b* — жовто-зелений, його формула $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$. Обидва пігменти належать до складного ефіру хлорофілінової кислоти та двох спиртів — метилового і фітолу.

Важливою функцією хлоропластів і хлорофілу є фотосинтез. Фотосинтез – це процес в результаті якого з вуглекислого газу мінеральних речовин, води при підвищеній температурі, завдяки хлорофілу, хлоропласти синтезують вуглеводи (глюкоза, фруктоза, сахароза, крохмаль) та інші сполуки, які відтікають до місць споживання та відкладання їх у запас.

Крім хлорофілу, в хлоропластах існують інші пігменти, такі як каротин і ксантофіл. Каротин ($C_{40}H_{56}$) синтезується в хлоропластах, має червоно-оранжеве забарвлення, а ксантофіл ($C_{40}H_{56}O_2$) — золотисто-жовтого забарвлення. Зелений колір листків зумовлений сумою пігментів хлоропласта (хлорофілу *a* та хлорофілу *b*) та каротиноїдів.

На величину і форму хлоропластів впливають також умови навколишнього середовища. В затінених місцях в клітинах рослин вони крупніші і мають більше хлорофілу, ніж у рослин відкритих місцевостей.

Хлоропласти беруть участь не тільки в фотосинтезі. З участю їх відбувається синтез амінокислот та жирних кислот, вони тимчасово зберігають запаси крохмалю (первинний крохмаль, який нагромаджується під час фотосинтезу).

Хлоропласти мають білкову основу — *stromu*. З інших речовин хлоропласти містять каротиноїди, незначну частину ферментів і невеликий процент РНК і ДНК.

Хромoplastи — забарвлені пластиди, вони нагромаджують у своїх стромах каротиноїди, від яких і залежить колір квіток, плодів, старих листків (забарвлення — від жовтого, жовтогарячого до червоного кольорів). З відомих 60 каротиноїдів найчастіше зустрічаються каротин, ксантофіл, лікопін та ін.

Форма хромопластів різноманітна — від округлої до багатогранної, інколи нагадує голко- або ромбоподібні утворення. У хромопластів немає внутрішньої мембранної системи.

Каротин рожево-червоного кольору є провітамін А, який при наявності жирів перетворюється на вітамін А (ретинол). Він не тільки входить до складу хлорофілу, а у великій кількості нагромаджується і в коренеплодах моркви, у м'якоті кавунів, у плодах червоного перцю, мандарин, в інших ягодах і плодах.

Ксантофіл належить до фікоксантиноїдної групи. Найчастіше він зустрічається в пелюстках квіток різних рослин. Якщо пелюстки забарвлені в жовтий колір, це свідчить про наявність там ксантофілу (крім квіток жоржин, льонку, маку, плодів лимона, в яких забарвлення зумовлюється антохлором). У дозрілих плодах помідорів, пасльону солодко-гіркого міститься каротиноїд лікопін, у жовтих зернах кукурудзи — зеаксантин.

Основна функція каротиноїдів у рослині зводиться до участі їх в процесах фотосинтезу, в різних окислювально-відновних реакціях. Вони мають важливе значення для здійснення генеративного процесу (тому в пилку різних рослин нагромаджується значна кількість каротину).

Однак не завжди колір органів рослин залежить від пластид. Наприклад, наявність антоціану клітинного соку дає синє, малинове, синьо-фіолетове забарвлення, що не залежить від пластид (червоний сік коренеплодів столових буряків, темно-фіолетові сходи жита, плоди малини і калини тощо). Інколи кольори зливаються, що зумовлено пластидами і клітинним соком.

Лейкопласти — пластиди, в яких немає пігментів. Їх важко розглядати під мікроскопом тому, що у них заломлення світла відбувається так, як і в цитоплазмі.

Форма лейкопластів майже округла, інколи веретено-, гантеле-, еліпсоподібна тощо. Зустрічаються вони в листках, бульбах, кореневищах, меристематичних клітинах, у корі молодих стебел, в епідермі листків.

Лейкопласти виконують функцію перетворення глюкози на крохмаль, беруть участь в утворенні білків і жирів. Наприклад, у

деяких клітинах орхідей, крім крохмальних зерен, трапляються кристали білка.

Пластиди легко можуть переходити від одного до другого типу. На думку А. Фрей-Віслінга, спостерігається така послідовність переходів: лейкопласти — на хлоропласти, хлоропласти — на хромопласти. Наприклад, коли картопля освітлюється сонцем, вона зеленіє. Це лейкопласти перетворилися на хлоропласти. Перетворення лейкопластів на хлоропласти проявляється також в позеленінні коренеплодів у моркви, які виходять на поверхню ґрунту. Однак спостерігається і зворотне явище, коли хлоропласти перетворюються на лейкопласти. Іноді хлоропласти перетворюються на хромопласти. Наприклад зелені яблука, що розвиваються, восени набувають червоного кольору.

Вважають, що початковими пластидами є лейкопласти, а кінцевим етапом розвитку їх - хромопласти.

Рух пластид може бути пасивним і активним. При пасивному русі переміщення відбувається з участю цитоплазми. Активний рух пластид спостерігається під час розмноження їх, при вікових змінах тощо. Рух зелених пластид зумовлюється ще силою і напрямком падаючого світла. Розташування хлорофілових зерен біля стінок клітин у напрямку падаючих променів спостерігається в рослинах при яскравому сонячному освітленні. Ввечері, коли сила освітлення зменшується, хлоропласти розміщуються під зовнішніми клітинними оболонками перпендикулярно до світлових променів, що надходять до клітини. Вночі хлорофілові зерна рівномірно розподіляються під клітинними оболонками.

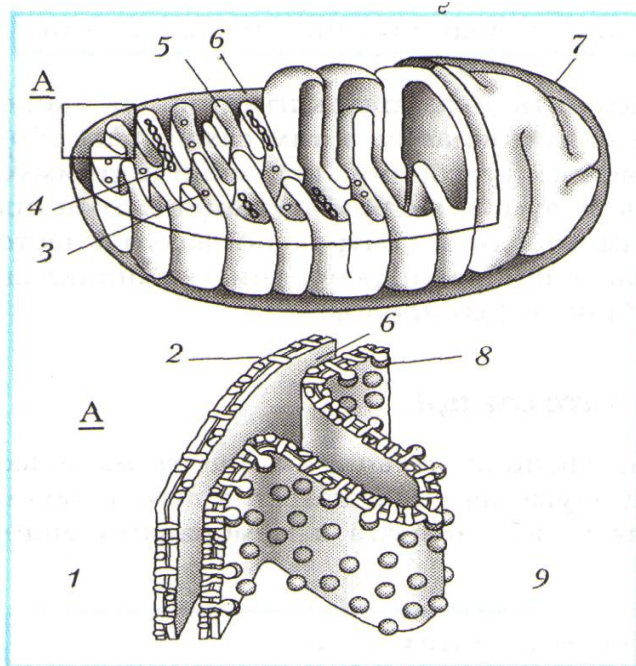
Розмножуються пластиди простим поділом. Процес розмноження хлоропластів вивчений добре. Перед поділом хлорофілове зерно витягується, набираючи видовжено-еліптичної форми, а тоді приблизно посередині шляхом вставного росту утворюється безбарвна проміжна і пластида ділиться.

У процесі життєдіяльності рослин пластиди часто деградують, особливо при зниженні температури, що призводить до руйнування їх. Наприклад перед листопадом, першими руйнуються хлоропласти і тому листки втрачають зелений колір,

а набувають жовтого та червоного так як хромопласти руйнуються при більш зниженій температурі.

Розглядаючи питання еволюції пластид за внутрішньою структурою їх, в якій виявлені рибосоми і молекули ДНК, вчені передбачають, що пластиди сформувалися з окремих організмів, можливо з бактерій, які в своїй сукупності та з появою хлорофілу перетворилися на пластиди-хлоропласти.

Мітохондрії



Будова мітохондрії:

1 – цитоплазма; 2 – зовнішня мембрана мітохондрії; 3 – рибосома; 4 – ДНК; 4 – матрикс, що заповнює внутрішній простір; 6 – між мембранний простір; 7 – зовнішня мембрана; 8 – ферменти синтезу АТФ; 9 – внутрішній матрикс

кристами.

Кристи занурені у матрикс мітохондрії. У матриксі крім білка знаходяться також рибосоми, ДНК і дуже мало РНК, ліпіди, фосфати. Такий склад внутрішнього вмісту надає мітохондрії напівавтономність.

Мітохондрії — це невеличкі двомембранні, напівавтономні органели, які містяться в цитоплазмі.

Мітохондрії вивчають багато вчених. Досить широко описав їх російський вчений І. Д. Чистяков у 1874 р.

За формою мітохондрії мають вигляд кульок, паличок або зерняток. Зустрічаються також мітохондрії зігнутої, нитчастої та інших форм.

За будовою мітохондрії — двомембранні системи. Зовнішня мембрана, яка вкриває органелу — гладенька. Внутрішня мембрана утворює вирости — гребні, які називають

Кристи збільшують внутрішню поверхню мембран, на яких знаходяться лізуючі ферменти. Завдяки ферментам відбувається процес окислювального фосфорилування.

За своїми фізико-хімічними властивостями вони нагадують цитоплазму.

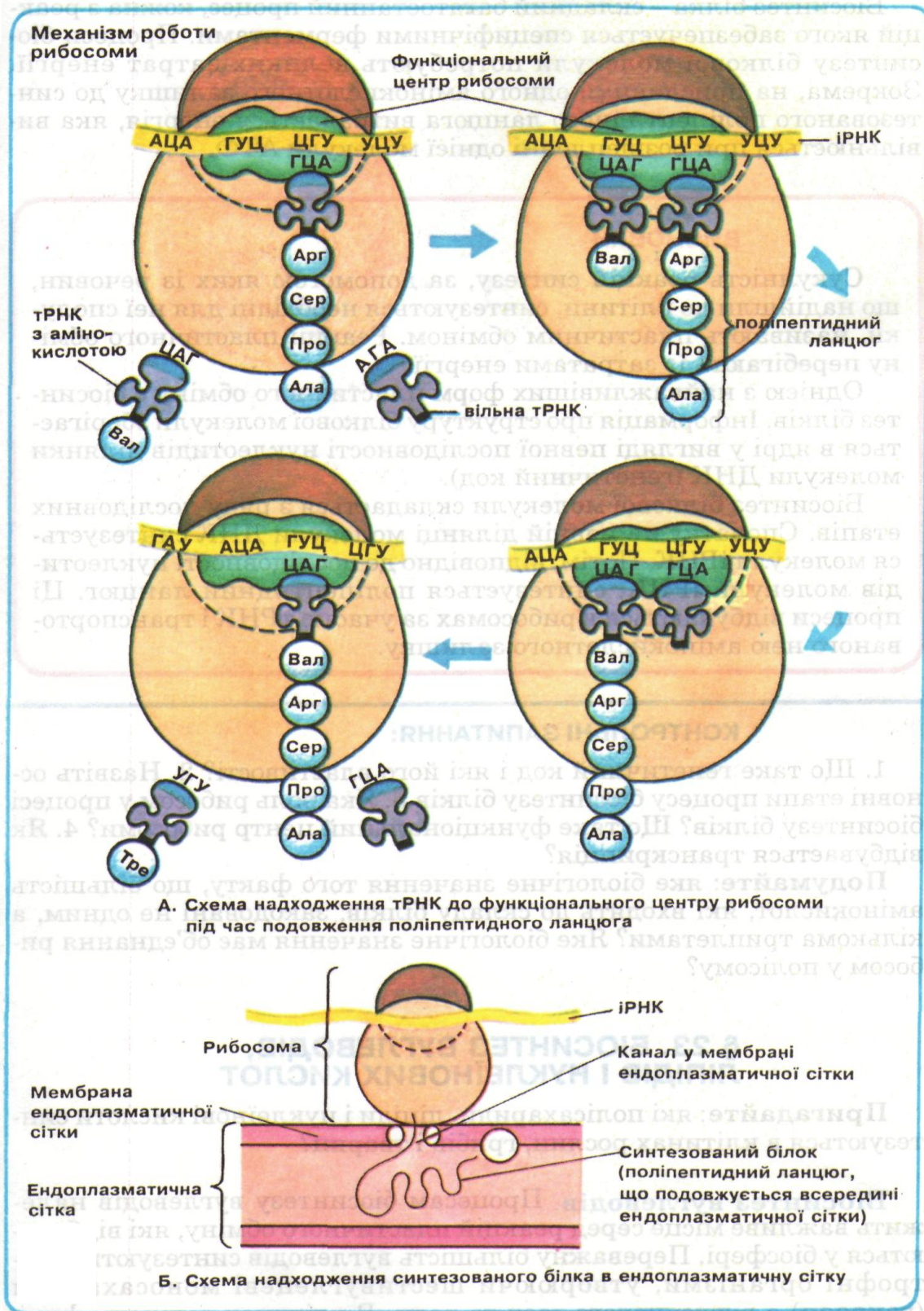
У ході реакцій енергетичного обміну частина енергії запасається у високоенергетичних хімічних зв'язках певних органічних сполук. Такою універсальною речовиною є аденозинтрифосфорна кислота (АТФ). Молекула АТФ це – нуклеотид, який складається із залишків азотистої основи (аденіну), вуглеводу (рибози) та трьох залишків фосфорної кислоти. Якщо під дією ферментів відщеплюється один залишок фосфорної кислоти, АТФ перетворюється на АДФ (аденозиндифосфат), вивільнюючи близько 42 кДж енергії. Тобто із АДФ, за участю фосфорної кислоти за рахунок енергії дихання. Коли від молекули АТФ відщеплюються два залишки фосфорної кислоти, утворюється аденозинмонофосфат (АМФ), при цьому вивільнюється 84 кДж енергії. Ця енергія використовується для синтезу необхідних організму сполук. Таким чином, мітохондрії — енергетичні «станції» для живих клітин.

Для мітохондрій властиві рухи. Вони переміщуються в ті місця клітини, де відбуваються активні фізико-хімічні процеси, інколи зливаючись одна з одною. Розмножуються мітохондрії поділом. Кількість їх в клітинах визначається потребою для забезпечення енергією життєвих процесів клітини. В клітині їх буває сотні або й тисячі.

Рибосоми

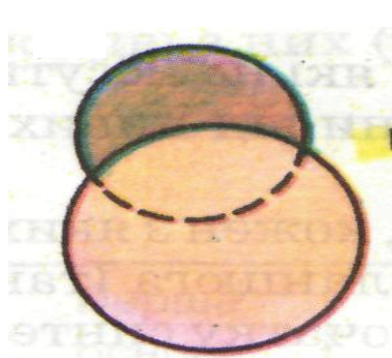
В гіалоплазмі завжди розташовані дрібненькі, майже сферичні гранули, які під електронним мікроскопом видно у вигляді темних цяточок. Це — рибосоми, які містяться в клітинах еукаріот і прокаріот, але в прокаріот рибосоми дрібніші за розмірами (субмікроскопічні структури), з участю рибосом синтезуються білки; перехрещуються два потоки — потік інформації, який в рибосомах йде від ядра у вигляді інформаційної (матричної) РНК (мРНК), і потік «будівельних блоків» - амінокислот для синтезу білків, властивих цій клітині.

Назви амінокислот на малюнку: аланін (АЛА), аргінін (АРГ), валін (ВАЛ), пролін (ПРО), серин (СЕР).



Рибосоми виявлено в мітохондріях і пластидах. Вони розташовані групами або поодинокі. Це своєрідні «фабрики» білка. В рибосомах з амінокислот утворюються білкові молекули. Білки надходять у каналці ендоплазматичної сітки і розносяться по всій клітині. Оскільки в процесі життєдіяльності білки цитоплазми і ядра постійно оновлюються, без рибосом клітини довго жити не можуть. Генетична інформація, закладена в ядрі, переноситься до хромосом ядра за допомогою іРНК; тим самим визначаються структура і властивості білкових молекул. Кожна клітина одночасно синтезує велику кількість неоднакових білків. Для цього в цитоплазмі є різні молекули іРНК, які кодуються різними генами. Рибосомальні РНК беруть участь у структурній організації рибосом, у виконанні рибосомами біосинтетичної функції. Походження рибосом вивчено ще недостатньо. Відомо, що всі форми РНК утворюються в ядрі.

Рибосоми утримують близько 50 % всієї клітинної РНК і мають досить високий вміст білків. Функціональність рибосом контролюється ядром, при відсутності ядра вони втрачають здатність синтезувати цитоплазматичні білки і зникають, а це призводить до відмирання живого вмісту клітини.



Велика і мала субодиниці рибосоми

Рибосома складається з двох субодиниць — великої і маленької.

При переході з великої на малу субодиницю є ділянка, де кріпиться і-РНК і транспортна РНК. (т-РНК).

РНК — це дуже ущільнений полінуклеотидний ланцюг, який відрізняється від ДНК тим, що замість цукру дезоксирибози містить рибозу, а замість тіміну — урацил. Відносна молекулярна маса РНК менша, ніж ДНК. Розрізняють

РНК інформаційну (матричну), рибосомальну і транспортну. РНК відіграє важливу роль в біосинтезі білків.

Матрична (або інформаційна) — це одно ланцюжковий полінуклеотид, що являє собою матрицю, яку виробляють рибосоми при переведенні генетичної інформації з ДНК у вигляді послідовності нуклеотидів в амінокислотну послідовність білків. Кожна і-РНК кодує один або кілька поліпептидних ланцюгів;

транспортна РНК(т-РНК) – це одно ланцюговий полінуклеотид із специфічною конфігурацією. Кожній з амінокислот відповідає одна чи кілька т-РНК, які зв'язують цю амінокислоту, переносять до рибосоми і є «адапатором» при переведенні закодованої в м-РНК генетичної інформації в амінокислотну послідовність білків;

рибосомальні РНК (р-РНК) беруть участь у структурній організації рибосом (разом з білками є основним їх компонентом), а також у виконанні рибосомами біосинтетичної функції.

Генетичний код - єдина система збереження спадкової інформації в молекулах нуклеїнових кислот у вигляді послідовності нуклеотидів. Ця послідовність визначає порядок введення амінокислотних залишків у поліпептидний ланцюг під час його синтезу.

Встановлено, що кожний амінокислотний залишок у поліпептидному ланцюзі кодується певною послідовністю з трьох нуклеотидів - *триплетом*.

До складу білків входить двадцять основних амінокислот.

Широкі можливості генетичного коду визначають його іншу властивість - *виродженість*. Тобто одну амінокислоту можуть кодувати кілька різних триплетів, що підвищує надійність генетичного коду, оскільки випадкова заміна однієї азотистої основи в триплеті на іншу не завжди супроводжуватиметься змінами у первинній структурі білка.

Основні етапи біосинтезу білка.

Біосинтез білка відбувається в шість основних етапів, кожен з яких потребує певних компонентів:

транскрипція (пересування) — передача в ядрі інформації про структуру білка, яка закодована в молекулі ДНК на м-РНК (і-РНК): нитки молекули ДНК за допомогою ферменту роз'єднуються і на одному з ланцюгів ДНК за принципом компліментарності синтезується молекула м-РНК; на наступному етапі в цитоплазмі кожна амінокислота за участю ферментів приєднується міцним ковалентні зв'язком до відповідної молекули т-РНК (*стан активації*);

м-РНК (і-РНК), яка несе інформацію про структуру поліпептида, зв'язується з рибосоною, а потім з амінокислотою, прикріпленою до певної т-РНК. т-РНК, що несе амінокислоту, за принципом компліментарною взаємодіє з особливим триплетом (кодоном), який дає сигнал про початок синтезу поліпептидного ланцюга (*етап ініціації*);

подовження поліпептидного ланцюга за рахунок та послідовного приєднання міцним ковалентним зв'язком амінокислот, кожна амінокислота займає своє положення за допомогою відповідної т-РНК, яка утворює компліментарні пари з визначеним кодоном в м-РНК (*процес елонгації*).

Процес реалізації інформації про структуру білка, записаної в м-РНК у вигляді послідовності нуклеотидів, у послідовність амінокислот у молекулі білка називається трансляцією;

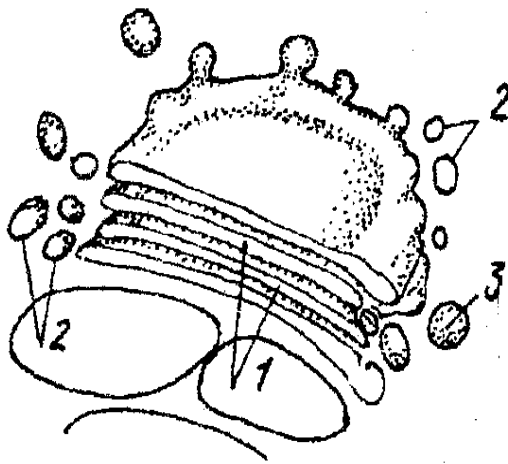
Під час синтезу молекули білка рибосома насувається на ниткоподібну молекулу іРНК таким чином, що іРНК опиняється між її двома субодинами. Рибосома «ковзає» зліва направо по іРНК і складає білкову молекулу. В рибосомі є особлива ділянка — *функціональний центр*, де відбувається трансляція. Його розміри відповідають довжині двох триплетів, тому в ньому водночас перебувають два сусідніх триплети іРНК. В одній частині функціонального центру антикодон тРНК впізнає кодон іРНК, а в іншій - амінокислота звільняється від тРНК. Коли рибосома просунеться по іРНК, то на її місце надходить друга, яка теж починає просуватись по цій молекулі. Потім надходить третя, четверта і так далі. Кількість рибосом, що одночасно вміщується на молекулі іРНК, визначається її довжиною. Молекулу іРНК з нанизаними на неї рибосомами називають *полісоною (полірибосоною)*. Для здійснення процесу синтезу необхідні особливі білки та енергія, яка вивільнюється при розщепленні АТФ. Завершення синтезу поліпептидного ланцюга, про що сигналізує термінуючий кодон м-РНК (УАА, УАГ, УГУ) і звільнення білка з рибосоми (*етап термінації і звільнення*); згортання поліпептидного ланцюга і утворення в цитоплазмі просторової конфігурації молекули білка - називається *процесингом*).

Комплекс Гольджі

Комплекс Гольджі – це органоїд еукаріотичних клітин названий на честь італійського вченого, який його відкрив. Комплекс Гольджі складається з цистерн які розташовані паралельно одна одній.

Ці сплюснені цистерни не рідко бувають вигнутими, що надає органоїду полярність. Від цистерн у всі боки відходять мембрані переплетення у вигляді трубочок і пухирців, які створюють переплетення. Пухирці формуються на трубочках та відбруньковуються від них.

Головна функція органоїда – упаковка та транспортування з клітини речовин які в ній синтезуються. Комплекс Гольджі бере



Будова комплексу Гольджі:

1 – сплюснені цистерни;

2 – мікропухирці;

3 - вакуолі

участь в утворенні клітинної стінки. У процесі клітинного поділу міхурці, які відбруньковуються від органоїда, переміщуються в область формування клітинної стінки зливаються між собою і утворюють два шари мембран ендоплазматичної сітки. Органоїд постачає необхідні матеріали для формування плазматичної мембрани.

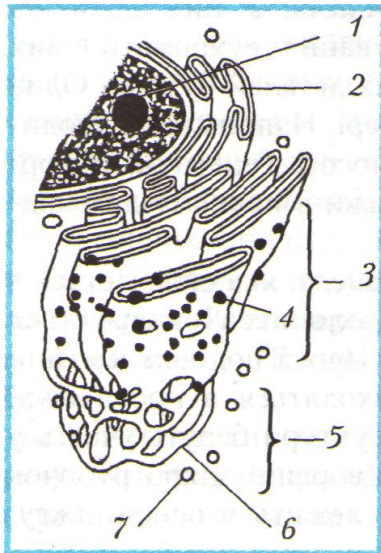
Ендоплазматична сітка

Ендоплазматична сітка являє собою систему порожнин, каналців та трубочок що сполучаються між собою і оточені мембраною. Органоїд є системою синтезу та транспортування органічних речовин у цитоплазмі клітини. Продукти синтезу спочатку накопичуються в каналцях та порожнинах, а потім транспортуються до різних органоїдів клітини. Ендоплазматична сітка зв'язує між собою основні органоїди клітини.

Вона буває гладенькою та гранульованою. На мембранах гранульованої ендоплазматичної сітки розташовані рибосоми, тому вона бере участь у синтезі білка. На мембранах гладенької

ендоплазматичної сітки, рибосом немає і відбувається синтез ліпідів та вуглеводів.

Між комплексом Гольджі та ендоплазматичною сіткою існує



*Будова
ендоплазматичної
сітки:*

- 1 – ядро; 2 - цистерни
ЕПС;
3 – шорстка ЕПС; 4 –
полісома;
5 – гладенька ЕПС;
6 – розгалуження
мембранних трубочок;
7 - везикула*

зв'язок, який проявляється в тому, що ці органоїди в клітині мають безпосереднє просторове сполучення, по каналцях ендоплазматичної сітки до комплексу Гольджі транспортуються продукти біосинтезу – білки, вуглеводи, ліпіди. Ці речовини спочатку накопичуються, а потім у вигляді пухирців надходять у цитоплазму і використовуються клітиною або виводяться за її межі. Наприклад, лізомами утворюються завдяки діяльності комплексу Гольджі, а білки, які входять до складу ферментів лізосоми, синтезуються на мембранах ендоплазматичної сітки, а потім транспортуються до комплексу Гольджі.

Лізосоми

Лізосоми – це дрібні сферичні органоїди клітини (1 мкм в діаметрі), оточені плазматичною мембраною. Лізосоми містять гідролітичні ферменти, які можуть розщеплювати білки, жири, вуглеводи тощо. Вони беруть участь у перетравлюванні речовин, які надходять у клітину ззовні. Ферментів синтезується за участю рибосом на мембранах гранульованої ендоплазматичної сітки і по системах каналців порожнин просуваються до комплексу Гольджі, де вкриваються мембраною і надходять у цитоплазму.

Але ферменти, які містяться у лізосомі звичайно не перетравлюють вміст клітини, тому що лізосоми мають дуже міцну мембрану що запобігає проникненню власних ферментів у цитоплазму клітини. Якщо лізосома пошкоджена будь-якими зовнішніми впливами, то руйнується або вся клітина, або її частина. Так, при голодуванні лізосоми можуть перетравлювати деякі органоїди.

Сферосоми

Сферосоми – це прозорі, щільні тільця. Форма їх сферична. Діаметр сферосом 0,5 – 1,0 мкм. Вони мають безбарвну зернисту структуру, оточену елементарною мембраною. Вперше описані в 1880 р. Й. Ганштейном і названі мікросомами, тобто маленькими тільцями. Хімічною основою органіда є складні білки (до 60 %). Крім того до їх складу входить значна кількість ліпоїдів, ферментів, амінокислот.

Сферосоми синтезують жири, звідки і одержали назву жиру утворювачів.

Характерною особливістю в будові рослинної клітини, порівняно з тваринною, є те, що рослинна клітина має міцну целюлозну оболонку з плазмодесмовими каналами, здатна до фотосинтезу, має хлоропласти та в багатьох випадках велику вакуолю. Позбавлена центриолі, а на відміну від грибною клітини – запасає крохмаль.

1.4. Властивості клітини: ділення, ріст, розвиток та обмін речовин.

Поділ клітини

Кількість клітин рослинних організмів збільшується шляхом їх поділу. Так розмножуються одноклітинні і багатоклітинні організми.

Поділ клітини тісно пов'язаний з їх ростом і розвитком. На відповідному етапі росту клітини поверхня не відповідає її об'єму. Щоб привести ці величини у відповідність, клітина повинна розділитись.

Поділ клітини розпочинається з ядра. Існує два типи поділу ядра: *прямий (амітоз)* і *непрямий (мітоз)*. До особливого типу поділу, належить *мейоз* (від гр. *meiosis* — зменшення), який відбувається при утворенні статевих клітин. Клітина може утворюватися шляхом брунькування (у дріжджів). В клітинах цих грибів відбувається перегруповання хроматину, але хромосоми не утворюються.

Прямий поділ характерний тим, що в ядрі перед поділом клітини спіралізація хроматину не спостерігається. Спочатку ділиться ядро, а потім — ядро, з наступним утворенням

перегородки крізь всю клітину. Інколи, коли за поділом ядра не відбувається поділ всього вмісту клітини, тоді виникають багатоядерні структури (у каулерпи, ботридія, в зародковому мішку покритонасінних рослин тощо).

При прямому поділі ядра як старих так і молодих клітин ядерна речовина не завжди рівномірно розподіляється між дочірніми клітинами. Він має місце у харових водоростей, в ендоспермі насіння деяких квіткових рослин, в цибулинах (у денці) та в інших представників рослинного світу. Амітоз у рослин зустрічається рідше, ніж непрямий поділ.

Поділу клітини передуює підготовчий період. В проміжках між поділами клітин в ядрі відбуваються складні процеси. У підготовчий період включається Інтерфазний стан та фази поділу. Весь комплекс змін, що відбувається в цей час в ядрі і в цілому в клітині, називають *клітинним циклом*. Інтерфаза в клітинному циклі найбільш тривала і включає три етапи: перший (період G_1) розпочинається відразу після поділу клітини, він спрямований на синтез цитоплазми та органел, оскільки кожна новоутворена клітина внаслідок поділу одержує лише половину клітинного вмісту. В наступному періоді під символікою S відбувається подвоєння дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК). Завершуючим етапом (період G_2) є формування мікротрубочок та інших структур, які підлягають поділу при розмноженні клітини.

Мітоз, або каріокінез

Мітоз — поділ клітин, який властивий для всіх форм живої матерії. Він відбувається споконвічно.

Під час мітозу формуються хромосоми, ахроматинове веретено, фрагмопласт, відбувається рівномірний розподіл вмісту материнської клітини між новоутвореними дочірніми клітинами.

Під час мітозу відбувається поділ ядра з одночасним діленням пластид і мітохондрій. Кінцевим етапом мітозу є цитокінез, тобто розподіл тіла клітини на дві дочірні. Кожне ядро дочірньої клітини одержує таку кількість хромосом, яка була в материнському ядрі (чи то був гаплоїдний, чи то диплоїдний набір хромосом).

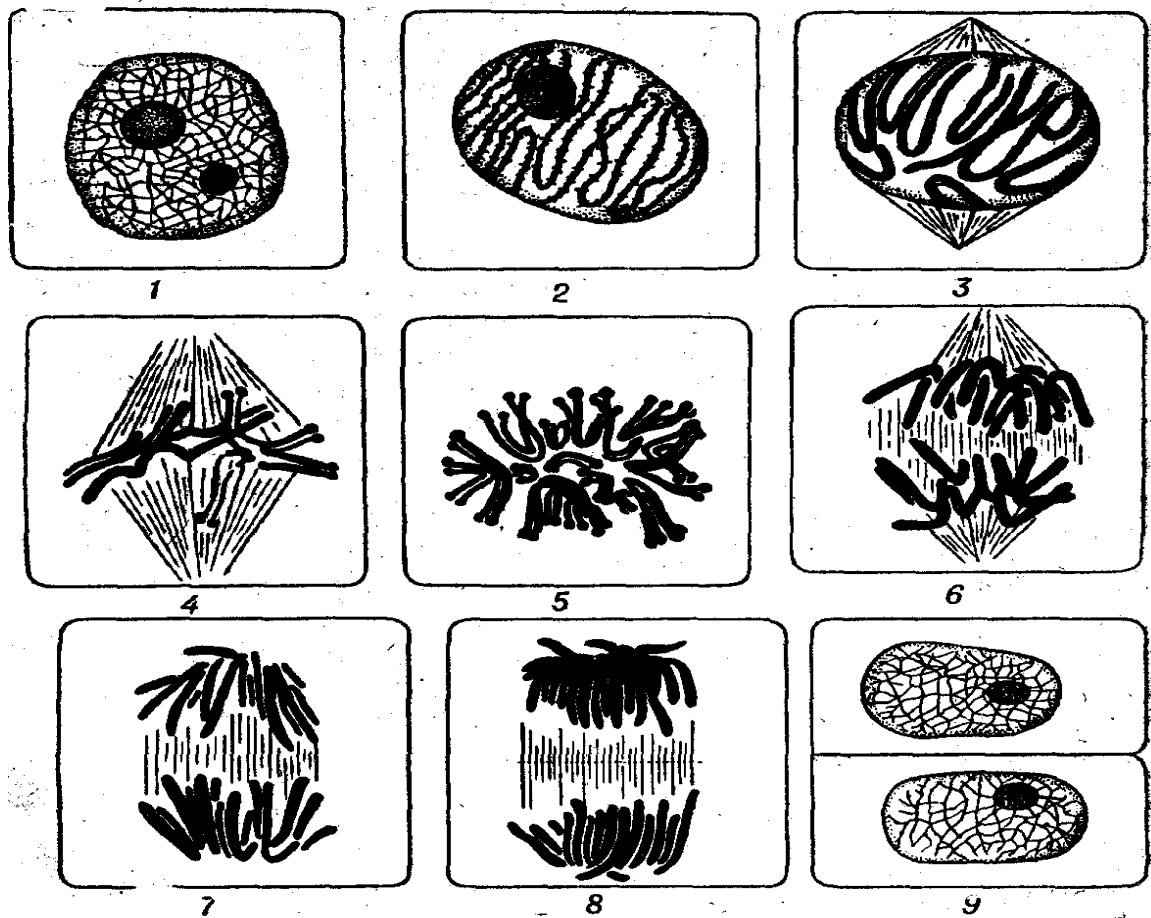


Схема мітозу:

1 – інтерфаза; 2-3 – профаза; 4-5 – метафаза; 6-7 – анафаза; 8 – телофаза; 9 – цитокінез

Мітотичний поділ відбувається поетапно з виділенням таких фаз: *профази, метафази, анафази, телофази*. Кожна хромосома складається з двох тонких ниток — *хроматид*, вони безладно переплетені між собою. На стадії пізньої профазі хроматиди у хромосомах укорочуються, потовщуються і поступово розплітаються. У цей час ядрце (чи ядрця) починає зменшуватися і вкінці зникає разом з ядерною мембраною. Каріоплазма змішується з цитоплазмою, утворюючи змішану плазму — *міксоплазму*. Спіралізовані хромосоми перетворюються на палочковидні.

У *профазі* з мікротрубочок формується *ахроматинове веретено поділу*, і хромосоми розчіплюються на хроматиди.

У *метафазі* хромосоми розміщені по центру екваторіальної пластинки; стають помітні центромери хромосом, до яких прикріплюються нитки веретина поділу, парні хроматиди (це одна хромосома) відділяються одна від одної.

В *анафазі* центромери хромосом поділяються і хроматиди за допомогою ниток веретина поділу розходяться до полюсів клітини. Кожна хроматида стає самостійною хромосомою і називаються дочірньою, або сестринською.

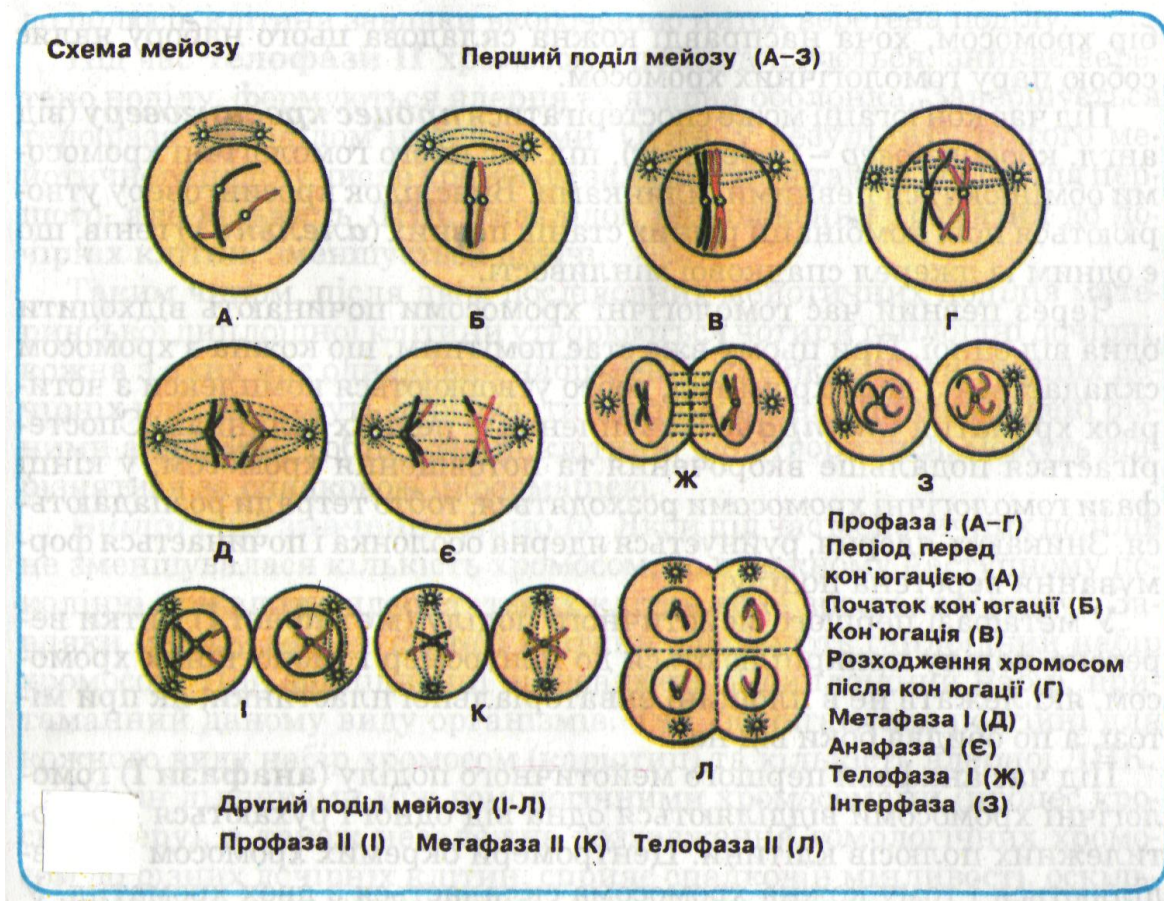
Телофаза завершує метотичний цикл. Вона починається після того, як дочірні хромосоми сягають полюсів клітини. Хромосоми знов деспіралізуються і набувають вигляду довгих тонких ниток. Навколо них виникає ядерна оболонка, формується ядрце, в якому синтезуються рибосоми. Відбувається поділ цитоплазми (цитокінез), під час якого всі органоїди майже рівномірно розподіляються між дочірніми клітинами.

Біологічне значення мітозу полягає в чіткому розподілі генетичного матеріалу клітини між двома дочірніми клітинами.

Мейоз, або редуційний поділ

Мейоз — особливий тип поділу клітини, кінцевим результатом якого є утворення чотирьох клітин з половинним набором хромосом. Він має місце в тих організмів, яким властивий статевий процес.

У статевому процесі беруть участь дві статеві клітини, які зливаючись утворюють зиготу. Із зиготи розвивається новий організм з подвійним набором хромосом (один набір - від матері, а другий - від батька). Якби не було мейозу то статеві клітини містили б подвійну кількість хромосом, і в зиготі кожного наступного покоління кількість хромосом зростала б попарно до нескінченності. Проте такі процеси не відбуваються, їм протистоїть мейоз в результаті якого кількість хромосом у статевих клітинах зменшується вдвічі. Таким чином, в забезпеченні статевого процесу потрібна зміна ядерних фаз з диплоїдної на гаплоїдну, що забезпечить формування гаплоїдних статевих клітин з половинним набором хромосом. Мейоз забезпечує підтримання сталості числа хромосом в усіх поколіннях організмів, які розмножуються статевим шляхом.



Місце мейозу в живих організмах різне. У більшості нижчих рослин він відбувається у ядрі зиготи, у архегоніат — під час утворення спор статевого і безстатевого розмноження, у квіткових рослин — перед утворенням пилку і зародкового мішка, а в тваринному світі — під час утворення статевих клітин.

Мейоз включає два етапи поділу: перший (мейоз I) — редукційний, в процесі якого кількість хромосом зменшується наполовину; другий (мейоз II) — власне мітоз в результаті якого нові клітини одержують такий самий набір хромосом, який мала клітина, з якої вони походять. Клітини під час мейозу діляться поетапно, як і під час мітозу. Мейоз I складається з *профази I*, *метефази I*, *анафази I* та *телофази I*.

Профаза I підрозділяється на кілька стадій. Спочатку в ядрі і ядерної речовини відшнуровуються тоненькі нитки хромосом, Це й є рання профаза I — *лептонема*. Далі гомологічні (жіночі і чоловічі) хромосоми попарно зближуються (кон'югація), утворюючи біваленти — стадія *зигонема*. Вважають, що гомологічні хромосоми обмінюються між собою окремими ділянками, тобто спадковою інформацією. Цей процес називається кросинговер і складає третю стадію - *пахінему*. Після кон'югації гомологічні хромосоми відокремлюється одна від одної — четверта стадія *діплонема*.

У кінці профазі I вкорочені та потовщені хромосоми відходять до периферії, зникають ядерця і ядерна оболонка, утворюється ахроматинове веретено, настає друга фаза поділу ядра — *метафаза I*. Характерною ознакою метафазі I є наявність в екваторіальній площині клітини гомологічних хромосом, які лежать парами (біваленти, або комплекси з чотирьох хроматид). До хромосом прикріплюються нитки веретина поділу

Анафаза I настає тоді, коли біваленти починають роз'єднуватися по редукційній щілині і відходити до полюсів. При цьому від кожної пари одна гомологічна хромосома відходить до одного полюса, друга — до протилежного, тобто до полюсів відходять цілі хромосоми, які мають по дві хроматиди. Іншими словами відбувається редукція – зменшення кількості хромосом вдвічі.

Телофаза I настає негайно з утворенням поперечної перегородки, яка ділить материнську клітину на дві дочірні гаплоїдні клітини. Після цього настає коротка інтерфаза, молекули ДНК в цей час не подвоюються. В клітинах багатьох рослин інтерфаза взагалі відсутня. Дочірні клітини діляться вдруге за типом звичайного мітозу.

У *профазі II* хромосоми вкорочуються і наближаються до екватора, формується веретено поділу у *метафазі II*, а потім кожна хромосома ділиться на хроматиди, які в *анафазі II* розходяться до полюсів. У *телофазі II* утворюється чотири ядра з гаплоїдним набором хромосом. Клітинні оболонки формуються після закінчення мейозу. Так, з однієї диплоїдної клітини в процесі редукційного поділу утворюється тетрада (чотири) клітини з гаплоїдним набором хромосом у кожному ядрі. Однак бувають випадки, коли утворенню статевих клітин не передуює нормальний розвиток мейозу, внаслідок чого клітини одержують не гаплоїдний набір хромосом, а диплоїдний. Причина такого явища виявляється в руйнуванні мікротрубочок веретена. При цих умовах хромосоми не відходять до полюсів, цитокінез не відбувається до кінця і клітини залишаються диплоїдними. На відповідному етапі розвитку вони дадуть вихід на статеві клітини. Якщо одна з статевих клітин матиме диплоїдний набір хромосом, а друга — гаплоїдний, то при злитті їх зигота матиме триплоїдну кількість. В тих випадках, коли порушення відбулося

в обох сферах, (в жіночій і чоловічій статевих клітинах утворилася диплоїдна кількість хромосом) то зигота буде тетраплоїдною. Можуть бути і поліплоїдні форми. Зміну каріотипу, що зумовлює кратне збільшення кількості хромосом в ядрі, називають *поліплоїдією*. Подібні порушення в каріотипі клітини стимулюють підвищення продуктивності рослин, що часто використовують в селекції сільськогосподарських культур. Явища поліплоїдії можуть зумовлюватися природними факторами або штучними агентами (хімічними, радіаційними тощо).

Обмін речовин

Сукупність процесів надходження, перетворення і виведення поживних речовин в організмі має назву обмін речовин (*метаболізм*). Процеси, пов'язані з поглинанням із довкілля, засвоєнням і накопиченням хімічних речовин, які використовуються для синтезу сполук, потрібних для організму, називають *асиміляцією*. Сукупність реакцій синтезу, що забезпечують ріст клітин і поновлення їхнього хімічного складу, називають пластичним обміном. Процеси обміну речовин, які приводять до розкладу певних сполук, називають *дисиміляцією*. Асиміляція та дисиміляція – це різні сторони єдиного процесу обміну речовин і перетворення енергії в живих організмах. У процесі життєдіяльності організми поглинають з довкілля енергію, а потім повертають її, але в іншій формі. Сукупність реакцій розщеплення складних сполук, які супроводжуються виділенням енергії, називають енергетичним обміном. Організми, які здатні синтезувати органічні сполуки з неорганічних, називають *автотрофами*. Одні з них використовують для процесу синтезу енергію світла – це *фототрофні* організми (зелені рослини), інші організми для цього використовують енергію хімічних реакцій – це *хемотрофні* організми (сіркобактерії, залізобактерії). Тварини, гриби, більшість прокариот та деякі рослини належить до *гетеротрофів*. Джерелом енергії для них є органічні речовини, синтезовані іншими організмами (живі організми, їхні рештки або продукти життєдіяльності), які вони одержують з їжею.

Моносахариди головним чином представлені глюкозою (виноград, смородина, морква тощо) і фруктозою (диня, яблуко, слива, вишня).

Фізіологічно активні речовини

В цитоплазмі утворюються найрізноманітніші фізіологічно активні речовини. Їх формування та накопичення є дуже важливим, оскільки всі процеси синтезу речовин, їх транспорт, споживання, утилізація, є необхідною умовою життєдіяльності клітини та рослинного організму в цілому. До фізіологічно активних речовин належать: ферменти, вітаміни, антибіотики, фітогормони, фітонциди.

Ферменти. В процесі життєдіяльності рослинної клітини за участю ферментів здійснюється одночасно до 2 тис. різноманітних біохімічних і фізіологічних перетворень. Ферменти — це біологічні каталізатори, активність яких у десятки тисяч разів перевищує каталітичні властивості каталізаторів неорганічної природи. Їх активність залежить від температури середовища, його кислотності, наявності різних інактиваторів. Всі ферменти характеризуються вибірковою здатністю: діють лише на певний субстрат і здійснюють тільки певний вид перетворень. Так, фермент *діастаза* перетворює крохмаль в мальтозу, *інвертаза* розщеплює тростинний цукор на глюкозу і фруктозу. В той же час ці ферменти не діють на інші сполуки - жири, білки. Ферменти можуть бути в розчинному чи адсорбованому стані та залежно від цього виконують відповідні біохімічні перетворення. Ферменти в розчинному стані прискорюють процеси гідролізу, адсорбовані — синтезують сполуки.

Нині відомо понад 1 тис. ферментів, які діляться на окремі групи головним чином за характером дії на ті чи інші речовини чи здійснювані процесі.

Останнім часом ферменти набули промислового значення і широко застосовуються в хлібопеченні, виноробстві, пивоварінні, виробництві цукру, чаю, тютюну, ліків тощо.

Вітаміни відкрито М. Луніним (1880), а назву їм дав польський учений К. Функ (1912). Вітаміни — це фізіологічно активні речовини, які необхідні для здійснення нормальних

фізіологічних процесів у тварин і людини. Зелені рослини — основний постачальник продуктів харчування, багатих як на енергію, так і на вітаміни. Тепер відомо понад 40 вітамінів, які об'єднуються в дві великі групи: *жиророзчинні* та *водорозчинні*. Всі вітаміни позначаються великими літерами латинського алфавіту.

До *жиророзчинних* вітамінів належать: вітаміни групи А, О, Е, К. Вітаміни групи А — похідні каротину, який розщеплюється в печінці тварин і людини на певні сполуки з утворенням провітаміну А. Вітамін А регулює ростові процеси, забезпечує стійкість проти захворювань, гостроту зору. Багато його у плодах шипшини, горобини, малини, томатів, салату. При нестачі вітаміну А виникає захворювання очей, ураження тканин епітелію. Застосовується вітамін А для поліпшення гостроті зору, при гострих ран, опіках, пролежнях тощо.

Вітаміни групи О (стереоли) відіграють важливу роль у обміні кальцію і фосфору. Використовуються для лікування рахіту у малих дітей. Містяться у дріжджах, пліснявих грибах, олії льону, соняшнику, вершковому маслі, курячому жовтку.

Вітаміни групи Е (токофероли) впливають на статеву сферу, його нестача викликає деградацію статевих залоз, м'язову дистрофію, атрофію зародка. Вони зустрічаються в помідорах, цитрусових, горосі, салаті, петрушці, пшениці, олії льону і бавовнику, а також у тваринних продуктах.

Вітамін К (похідний нафтохінону) істотно впливає на зсідання крові. Його відсутність в організмі тварин і людини викликає кровотечі. Вітамін К є в листях каштану, кропиви, люцерни, капусти, картоплі, шпинату, томатів.

Водорозчинні вітаміни — це вітаміни С, Н, РР та групи В, останні властиві висівкам пшениці, рису, зародкам злаків, дріжджам, картоплі, овочам і фруктам. До їх складу входять вітаміни групи В₁ (аневрин, тіамін), що відіграють важливе значення в перетворенні вуглеводів в організмі рослин і тварин. Відсутність В₂ (рибофлавін) викликає порушення апетиту, зменшення маси, а В₆ (піридоксину) — порушення білкового обміну і синтезу жирів.

Нестача вітаміну РР (нікотинова кислота) призводить до захворювання шкіри, появи проносів, психічному розладі. Міститься в зародках пшениці, кукурудзи, картоплі.

Нестача вітаміну С (аскорбінова кислота) викликає цингу. Він зустрічається в цибулі, зеленому горошку, картоплі, капусті, кропі, перці, хвої, шипшині, мандаринах, смородині.

При нестачі вітаміну Р (рутин) підвищується проникність кровоносних судин (цитрин). Міститься у цитрусових, смородині, волоському горісі, петрушці, шпинаті.

Вітамін Н (біотин) є фактором росту дріжджів і мікроорганізмів у людей. При його нестачі пошкоджується шкіра, нігті, випадає волосся.

Фітогормони — це фізіологічно активні речовини, що виробляються спеціалізованими тканинами рослин і діють як регулятори і координатори онтогенезу. Відомо 5 типів фітогормонів: ауксини, гібереліни, цитокініни (стимулятори), а також абсцизова кислота і етилен (інгібітори), вони гальмують ростові процеси. Фітогормони діють як стимулятори в мізерній кількості, вони здатні пересуватись від місця утворення до місця дії, впливають на біосинтез ферментів та інших типів білків. Є дані про існування й інших фітогормонів, наприклад кініну, що одержаний з клітин дріжджових грибів, цитокініну, що зустрічається в місцях ушкодження рослин, флоригену, що викликає цвітіння у квіткових рослин.

Антибіотики — це речовини, які пригнічують або згубно діють на хвороботворні мікроорганізми. Вперше їх природу розкрили В. Манасеїні і у 1935 р. М. Красильников і Ю. Нахімовська довели, що актиноміцетні гриби здатні пригнічувати розвиток мікроорганізмів. У 1940 р. О. Флемінг і його колеги вперше одержали штучно синтезований антибіотик — пеніцилін. Пізніше Г. Гаузе і М. Бражнікова виділили грамцидин. Тепер відомо понад 100 антибіотиків, в тому числі стрептоміцин, левоміцетин, тетрациклін, ауреоміцин, фумігацин, гліотоксин, синтоміцин та інші, які широко застосовуються як лікувальні засоби в боротьбі з хвороботворними мікроорганізмами. Діють антибіотики тільки на певний вид мікроорганізмів. Антибіотики є продуктом життєдіяльності деяких грибів.

Фітонциди — це комплексні легкі хімічні сполуки ароматичного ряду які пригнічують або згубно діють на мікроорганізми.

Фітонциди вперше відкрито в 1928 р. Б. Токінім. Вони виявлені у багатьох видів вищих квіткових рослин.

Вони захищають рослини від руйнівної дії мікроорганізмів. Фітонциди відзначаються вибірковою здатністю, тобто певний фітонцид діє на певну групу мікроорганізмів. Тривалість їх дії — від 50 до 500 годин і більше.

Поширений фітонцид аліцин, виділений з цибулі, сативін — з часнику— з редьки і редиски, кварцетин — з дуба, крепін — з скереди, іманін вперше одержаний із звіробою і використаний при внутрішньочеревних пораненнях і опіках, де застосування ліків в рідкому стані виключено.

Продукти обміну речовин

В процесі життєдіяльності клітина виробляє різні поживні речовини. В плодах, насінні, бульбах та інших органах, які забезпечують ростові процеси і розмноження рослин, нагромаджуються запасні поживні речовини: жири, білки, вуглеводи.

Жири - складні ефіри гліцерину і жирних кислот. Багато їх в плодах і насінні: мигдалю - 40-60, абрикоса - 40, ліщини - 57-71, волоського горіха - 57-74, маку - 44%. Багато рослинної олії у соняшнику, льону, коноплі, ріпаку, рижю, кокосової пальми тощо. Нагромаджуються жири у рідкому або твердому (кокосовий горіх) стані. Жири — це високоенергетичні сполуки і використовуються в процесі обміну речовин під час проростання насіння. Жири належать до найкалорійніших запасних речовин, що виробляються клітиною в процесі фотосинтезу.

Білки. В процесі обміну речовин у клітині виробляються різні білкові сполуки, зокрема структурні й запасні білки. Серед білків, які не беруть участі в обміні речовин, є кристалічні форми. Білкові кристали властиві пластидам, ядру, цитоплазмі, клітинному соку. Запасні білки зустрічаються у вигляді алейронових зерен. Вони мають оболонку і аморфну білкову масу, до складу якої входять кристали та кристалоїди (кристалізовані білки). Такі алейронові зерна називають

складними, на відміну від тих, які не мають кристалів і кристалоїдів. Виникають алейронові зерна на місці усохлих вакуолей. Багато запасних білків у бобових (чини, гороху — 16 - 28, волоського горіха — 12-21, горіха мигдалю — 20-30, ліщини —18,).

Вуглеводи представлено моно-, ди- і полісахаридами і становлять до 75-90% загальної маси рослини. Серед полісахаридів найпоширеніший крохмаль. Він властивий майже всім вищим рослинам. Виникає крохмаль як вторинний продукт фотосинтезу рослин.

Крохмаль за видами поділяється на асиміляційний, транзиторний і запасний. Той, що утворюється в процесі фотосинтезу, називається асиміляційним, або первинним. В нічний час під впливом ферментів він гідролізується і у вигляді цукрів переміщується до місць споживання чи відкладання в запас. Запасний крохмаль формується в лейкопластах насіння, бульб, кореневищ та інших частинах рослин. Той, що пересувається у вигляді глюкози до місць відкладання, на своєму шляху перетворюється в транзиторний крохмаль.

Кожне крохмальне зерно складається з твірного центру і шаруватості. Залежно від місцезонашування твірного центру, або ядра, та характеру шаруватості розрізняють прості, складні й напівскладні крохмальні зерна. Просте крохмальне зерно має власну шаруватість і один твірний центр, складне — два твірні центри і кожний з них власну шаруватість, а напівскладне крохмальне зерно також складається з двох-трьох твірних центрів з власною шаруватістю, оточених потім загальною шаруватістю. Шаруватість у різних видів рослин, як і форма та розмір крохмальних зерен різна, але найчастіше концентрична й ексцентрична.

Серед полісахаридів виділяється інουλін, який знаходиться в колоїдному стані, але може випадати у вигляді кристалів сферичної форми, сферокристалів. У бактерій, грибів і синьозелених водоростей зустрічається полісахарид глікоген, У насінних шкірках багатьох плодів і насінин відкладається в запас геміцелюлоза.

Дисахариди (сахароза, мальтоза) у значній кількості містяться в основній і запасній паренхімі коренеплодів моркви, цукрового буряка, груші, кавунів тощо.

Моносахариди головним чином представлені глюкозою (виноград, смородина, морква тощо) і фруктозою (диня, яблуко, слива, вишня).

Запитання для самоконтролю

1. Дати визначення клітині.
2. Хімічний склад цитоплазми.
3. Органоїди цитоплазми та їх функції.
4. Фізичні властивості цитоплазми та її будова.
5. Які типи пластид є в рослинній клітині та яка їх фізіологічна роль?
6. Яка будова і роль ядра?
7. Що таке мітотичний цикл?
8. Які існують типи поділу клітин?
9. Які фази мітозу ви знаєте? В чому полягає його біологічна суть ?
10. В чому полягає біологічна суть мейозу?

2. Органографія. Корінь, пагін, стебло.

План.

- 2.1. Будова та функції кореня.
- 2.2. Будова і видозміни пагонів. Галуження пагонів.
- 2.3. Будова та функції стебла.
- 2.4. Культурні рослини.

2.1. Будова та функції кореня

Відомо, що корінь як осьовий орган рослин у процесі еволюції сформувався пізніше, ніж пагін. Утворення кореня забезпечило виживання рослинних організмів в екстремальних умовах за відношенням до вологи. Це один з важливих показників пристосування рослин до умов зростання.

Характерною особливістю кореня є те, що він має радіальну симетрію, не розділений на вузли і міжвузли, точка росту його (апикальна меристема) прикрита чохликом або кишенькою, бічні розгалуження ендогенні, вступає в симбіоз з бактеріями і грибами. Корінь — підземний осьовий орган на ньому не утворюються (безпосередньо) листки і зовнішні (екзогенні) бруньки. Головна функція кореня полягає в поглинанні води, мінеральних солей з ґрунту та передачі їх до стебла і листків. Коренем рослина заглиблюється в субстрати, він може бути органом вегетативного розмноження (вишня, осот, берізка, осика) або бути вмістилищем запасних поживних речовин, наприклад у буряків, редиски, цикорію.

В коренях багатьох рослин синтезуються алкалоїди (тютюн, махорка, хінне дерево); молочники — в молочаю, у корені бруслини накопичується гутаперча. Паралельно з цим корінь виконує і видільну функцію. Через кореневі волоски виділяються органічні кислоти, наприклад оцтова, вугільна, мурашина тощо. Одержані дані про те, що у коренях виноградної лози розвиваються зелені пігменти, які за своєю природою ідентичні зеленим пігментам листків, але вони не стійкі на світлі. Завдяки цим пігментам відновлюються нітрати, які легко засвоюються рослинами. При цьому виділяється кисень, який використовується для дихання коренів і мікроорганізмів у зоні ризосфери.

Корені виділяють ферменти і вітаміни, потрібні для мікроорганізмів, що беруть участь у мінералізації поживних речовин в доступних для рослин формах.

Зародкові корені в рослин формуються по-різному. У вищих, спорових представників рослинного світу вони розвиваються з заростка на гаметофіті. Зародковий корінь у насінних рослин (голо- і покритонасінних) закладається в зародку насінини і називається головним.

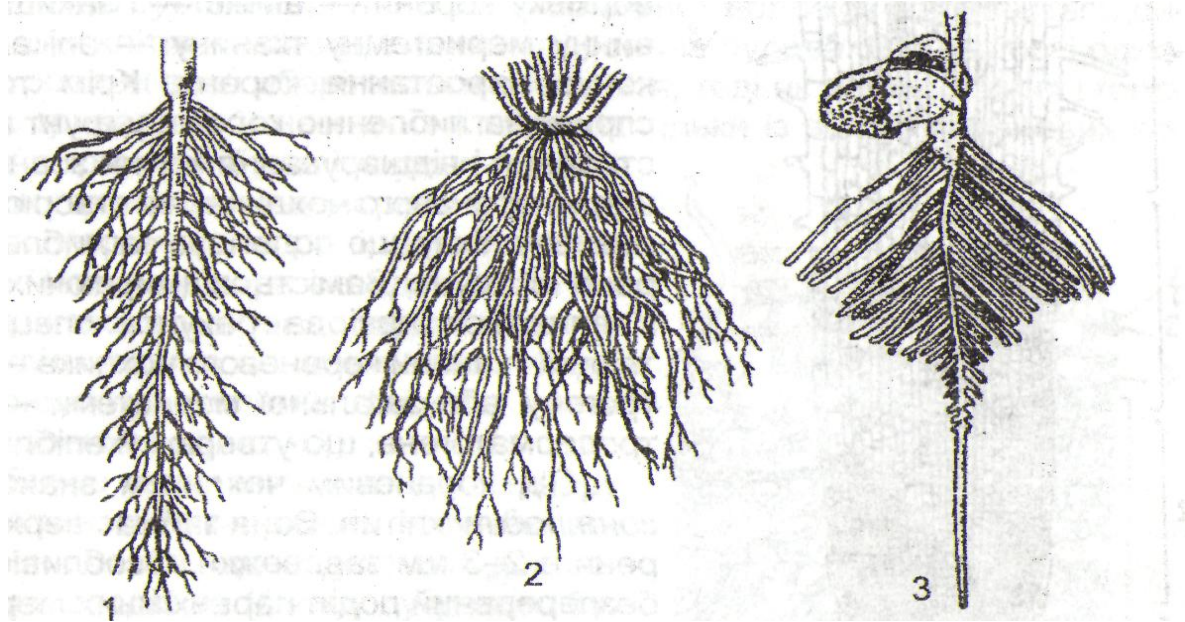
В процесі індивідуального розвитку (онтогенезу) у квіткових рослин їх розвиток починається із заплідненої клітини — зиготи. В результаті її поділу та зростання клітинної маси виникає зародок. В молодому, але цілком сформованому стані, зародок складається із сім'ядолей і зародкового корінця, зародкового стебельця, підсім'ядольного коліна, зародкових листків (примордіїв) і брунечки, прикритої зародковими листками. При проростанні насінини відбувається зцукрення вуглеводів клітин ендосперму чи перисперму, і за допомогою поглинаючої тканини йде живлення зародка.

Він диференціюється на органи, тканини і перетворюється на молодий проросток. При цьому зародковий корінець, внаслідок поділу клітин конуса наростання, збільшується і перетворюється на головний корінь, на якому згодом виникають бічні корені. У двосім'ядольних виникає один зародковий корінець і головний корінь, а в односім'ядольних — 3-5 корінців, головний з яких або слабо розвинутий або завмирає, а основна маса коренів — це додаткові, які розвиваються за рахунок бруньок відновлення, що закладаються в тканинах зародкового стебельця.

Вся сукупність коренів утворює кореневу систему рослини. Пізніше у багатьох видів коренева система розвивається за рахунок *вегетативних* органів: на листках, пагонах і їх метаморфозах. Такі корені називаються додатковими.

Форма коренів надзвичайно різноманітна. Частіше зустрічаються довгі циліндричні, більш товсті шнуроподібні і тоненькі ниткоподібні. Рідше вони веретеноподібні, конусоподібні, ріпоподібні, кулясті, шишкуваті. Форма коренів залежить від їх місцезростання та функції.

Розрізняють три типи кореневої системи: *стрижневий* (1), *мичкуватий* (2), *змішаний* (3). Потужність кореневої системи залежно від її походження різна. Наприклад, насіння дводольних рослин, як було зазначено вище, проростає одним корінцем, який



Типи кореневої системи: стрижневий (1), мичкуватий (2), змішаний (3).

пізніше стає головним коренем 1-го порядку. Він у багатьох видів рослин глибоко занурюється у ґрунт. Паралельно з ростом відбувається і його розгалуження на корені другого і наступних порядків. Коренева система, в якій є центральний корінь, з бічними розгалуженнями становить кореневу систему головного кореня і називається *стрижневою*. Вона розвивається у багатьох трав'янистих рослин (бобових, айстрових, селерових) та дерев'янистих рослин.

У злаків більше розвинені додаткові корені, (головний у них швидко відмирає) вони становлять основну масу кореневої системи. Цей тип кореневої системи має назву - *мичкуватий*. Первинна ж коренева система у цих рослин має значення лише на початку їхнього розвитку, пізніше особливого значення вона не має, оскільки слабо розвинена.

Особливою групою є *змішана* коренева система, наприклад у суниці. Тут, поряд з кореневою системою головного кореня,

утворюються ще й додаткові корені. Вони розвиваються з нижньої, підземної частини стебла.

Розвиток кореневої системи залежить від індивідуальних особливостей рослин та екологічних факторів. Рослини, що ростуть в умовах з недостатньою кількістю вологи, розвивають більш потужну кореневу систему порівняно з рослинами вологих місцевостей зростання.

За характером розподілу кореневої системи в ґрунті розрізняють такі типи: *глибинний, поверхневий, універсальний*:

глибинний - всі корені, головний і бічні, розвиваються тільки вглиб, особливо в рослин засушливих місцезростань;

поверхневий - корені розподіляються горизонтально в поверхневих шарах ґрунту, особливо в заболочених ґрунтах;

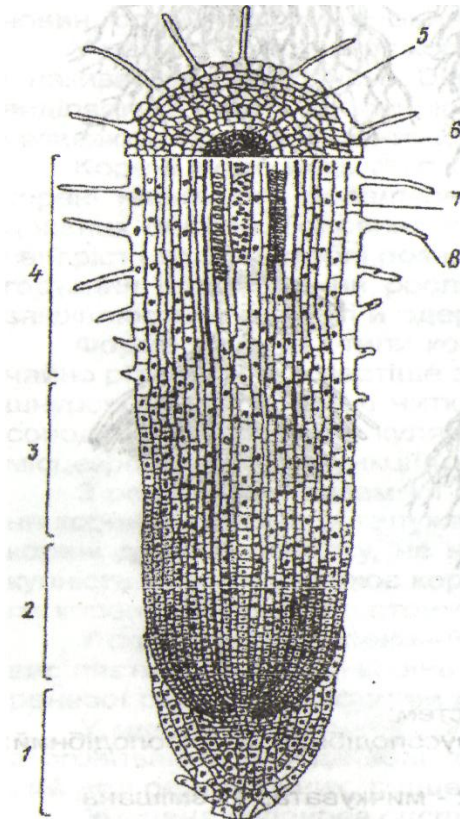
універсальний - корені розвиваються вглиб і вшир.

Анатомічна будова кореня.

Будова кінчика кореня

При проростанні насіння першим починає рости і заглиблюватись у ґрунт зародковий корінець. Під дією сили тяжіння зародковий корінь росте вниз, на-відміну від стебла, яке росте вгору. Кінчик кореня вкритий кореневим чохлаком, який захищає корінь від пошкоджень. На кінці кореня, під кореневим чохлаком, розташована верхівкова, (апикальна) меристема (апекс, або конус наростання).

Конус наростання кореня, який є зоною ділення, або поділу на відстані 1,5—2 мм від верхівки кореня поступово переходить в *зону росту і розтягнення*. Тут корінь більш прозорий, клітини дуже видовжуються, в них з'являються великі вакуолі. При великому збільшенні мікроскопа можна помітити видовжені клітини прокамбію і перші сформовані провідні елементи флоєми і ксилеми. На поверхні кореня розташовані клітини одношарової епіблеми з тонкими оболонками, без кутикули, легко проникні для води і водних розчинів. Вище зони росту, приблизно в 2—3 мм від кінчика кореня, клітини епіблеми утворюють так звані кореневі волоски. Кореневі волоски — це трубчасті вирости клітин епіблеми кореня.



Поздовжній зріз
молодого корінця:

- 1 – кореневий чохлак; 2 –
зона поділу; 3 – зона
росту;
4 – зона всмоктування; 5
- центральний циліндр; 6
– паренхіма кори; 7 –
епіблема; 8 – кореневий
волосок

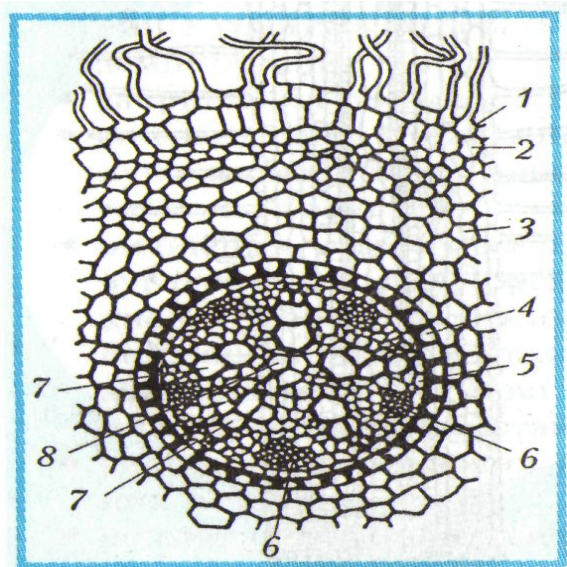
Функція корневих волосків — всмоктування води і поживних речовин з ґрунту. За рахунок їхнього розвитку збільшується всмоктуюча поверхня коренів. Основними компонентами оболонок корневих волосків є целюлоза і пектинові речовини. Кореневі волоски недовговічні, тривалість життя їх вимірюється днями. Старі кореневі волоски зморщуються і відпадають.

Зону, яка несе кореневі волоски, називають зоною всмоктування, або диференціації. В цій зоні формуються епілема, первинна кора і центральний циліндр. Зона всмоктування переходить в зону проведення, де вже повністю оформлені провідні та всі інші тканини кореня первинної будови.

Первинна будова кореня

У первинній будові кореня виділяють епілему, первинну кору і центральний циліндр. Первинна будова кореня формується з первинних меристем як у однодольних, так і дводольних рослин. Однак у однодольних рослин первинна будова залишається на все життя, у дводольних рослин з появою перших справжніх листків первинна будова кореня перетворюється на вторинну. Покривною тканиною при первинній будові кореня є епілема. Та клітини її при просуванні кореня в ґрунті швидко руйнуються і функцію покривної тканини в корені виконує екзодерма. Екзодерма, мезодерма, ендодерма - складові частини первинної кори. Екзодерма утворюється з двох-трьох рядів клітин первинної кори, які знаходилися під епілемою. Ці клітини

щільно зімкнуті, оболонки їх просочені суберином. Суберинізація зумовлює непроникність клітин для води і газів. Щодо цього екзодерма схожа на корок, але на відміну від нього первинна за своїм походженням.



Внутрішня будова кореня:

- 1 – епілема; 2 – екзодерма;
 3 – мезодерма;
 4 – ендодерма; 5 – перецикл; 6 – флоема; 7 – ксилема; 8 – паренхіма центрального циліндра

двошарова). Вона оточує осьовий циліндр. Функція ендодерми пов'язана з регулюванням надходження води й розчинів в горизонтальному напрямку від мезодерми до осьового циліндра. Форма ендодермальних клітин правильно чотирикутна, тонкостінна. У молодому віці клітини живі, тонкостінні. Пізніше в ендодермі, в зоні всмоктування, відбуваються зміни, які проходять поетапно. На першому етапі клітинна оболонка зазнає зкорковіння і здерев'яніння в середній її частині. На цьому місці з'являються потовщення у вигляді пояска, який називають *пояском Каспарі*. Вони обмежують вільне переміщення розчинів уздовж клітинних оболонок, виконуючи роль фізіологічного бар'єру. Німецький ботанік Каспарі вперше виявив і описав його. На цьому етапі й закінчується формування ендодерми. На другому етапі, зміни охоплюють всю клітинну оболонку. Із внутрішнього боку її відкладається суцільний шар потовщення,

Під екзодермою пухко розташовані живі паренхімні клітини первинної кори з міжклітинниками, збагачені крохмальними зернами. Це – так звана *мезодерма*. В мезодермі деяких рослин інколи розвиваються повітряноносні порожнини, механічні елементи (склереїди, волокна та ін.). Внутрішній шар первинної кори одноядерний, клітини щільно прилягають одна до одної.

За мезодермою розташований останній одноклітинний шар первинної кори – *ендодерма* (Інколи буває

він формується з целюлози та суберину. Однак не всі клітини ендодерми вступають в другу фазу. Частина клітин, що розташовані проти ксилемних груп, залишаються на рівні першої стадії, вони не втрачають пропускних функцій, і тому процеси обміну між первинною корою та осьовим циліндром не порушуються.

У центрі кореня розташований *осьовий (центральный)* циліндр. За анатомічною будовою він представлений відповідними тканинами. Його одноклітинний зовнішній шар, який прилягає до первинної кори, називають *перициклом*. Рідко кількість шарів перициклу буває великою (шовковиця, бобові), або він зовсім не утворюється (водні рослини). Тут беруть початок бічні корені, закладаються додаткові бруньки у коренепаросткових рослин (осоту, березки). У перициклі зароджується камбій, фелоген (корковий камбій), молочники, вмістилища секреторної діяльності рослин та інші тканини.

Клітини перициклу тонкостінні, ділячись тангентальними перегородками, утворюють дугу.

В осьовому циліндрі формується провідна система — *флоема* та *ксилема*, які утворюють у однодольних рослин закритий провідний пучок. *Склад флоєми у однодольних та дводольних рослин на початку розвитку найпростіший: сюди входять ситовидні трубки з клітинами-супутниками, паренхімні клітини (основна тканина) та клітини механічної тканини склеренхіми. По флоємі пересуваються органічні речовини з листків до коренів.*

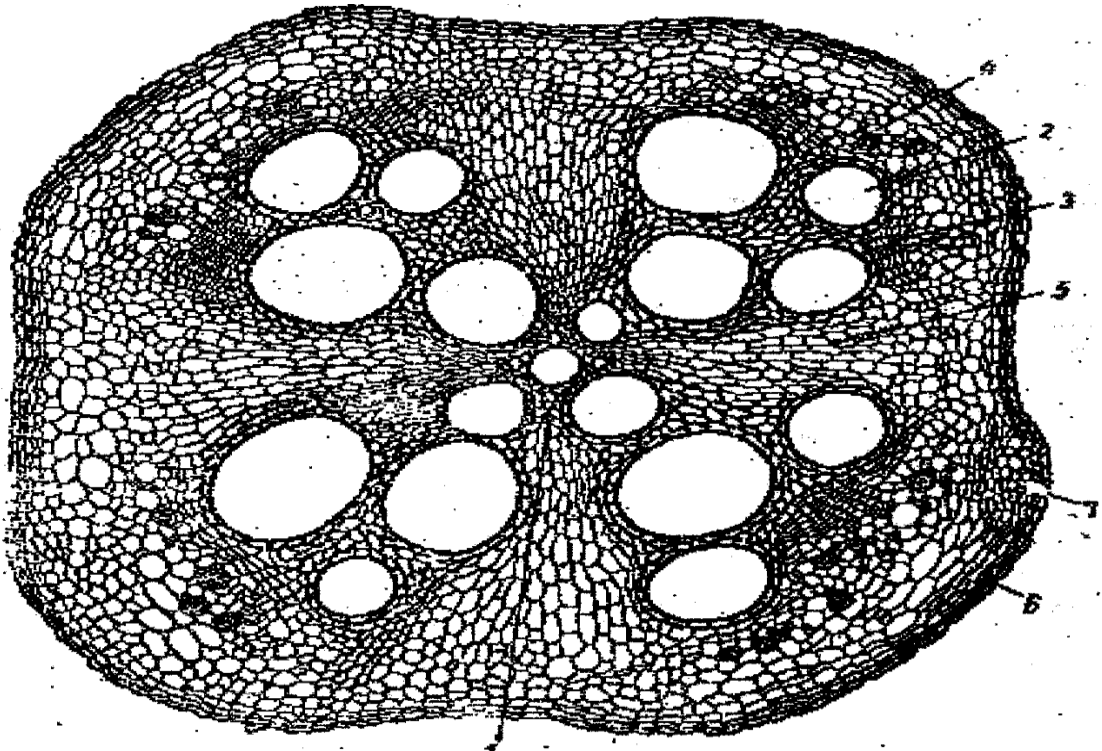
Ксилема складається з судин, або трахей, трахеїд, клітин запасуючої паренхіми, а також клітин механічної тканини склеренхіми. По ксилемі рухаються вода з мінеральними речовинами з коренів до листків.

Між ксилемою та флоємою знаходиться прокамбій (твірна тканина), який утворює провідні тканини. Флоєму та ксилему, що розвиваються з прокамбію, називають первинними (флоєма-1, ксилема-1). У дорослих однодольних рослин прокамбій зникає, тому що весь перетворюється на провідні тканини.

У центральній частині осьового циліндра інколи формується серцевина. Вона має тонкостінні клітинні оболонки, де відкладаються запасні поживні речовини.

Вторинна будова кореня

Вторинна будова кореня для однодольних рослин не характерна. Вторинні зміни відбуваються у дводольних та голонасінних рослин як всередині осьового циліндра, так і у периферичній частині його. Розпочинаються вони з появою першого справжнього листка в місцях закладання бічних коренів, інколи у верхній зоні кореневих волосків на висоті 2—3 см від кінчика кореня.



Вторинна будова кореня гарбуза:

1 – первинна ксилема; 2 – вторинна ксилема; 3 – камбій; флоема; 5 – радіальний промінь; 6 – перидерма; 7 - сочевичка

Вторинні зміни спричиняє камбій (твірна тканина, яка формується з прокамбію і утворює вторинні провідні тканини) і фелоген (твірна тканина, яка утворює вторинні покривні тканини). Поява вторинних меристем та функціональність їх зумовлюють реконструкцію анатомічної структури кореня. В основному в корені розвиваються вторинні тканини, первинні ж елементи

залишаються в невеликій кількості і майже втрачають свою роль у житті рослини.

Камбій як вторинна твірна тканина (меристема) спочатку закладається за рахунок паренхімних клітин осьового циліндра під первинною флоемою кожного сегмента провідного пучка. Камбій утворює овальне камбіальне кільце. У місці закладання камбію (під первинною флоемою) він продукуватиме (у бік до серцевини) широко-просвітні судини вторинної ксилеми (ксилема-II), а до периферії (під первинну флоему) відкладатиме вторинну флоему (флоема-II). В такому разі первинна флоема поступово дегенерує і втрачає свої функції, поруч з нею розвивається потужна вторинна флоема. Ділянка камбію над перициклом формує паренхіму серцевинних променів. У процесі розвитку камбій буде більш активний під первинною флоемою, ніж над ксилемою, що призводить до утворення круглого камбіального кільця. Таким чином, камбій всередині осьового циліндра утворює відкриті колатеральні провідні пучки (це пучки в яких флоема і ксилема розташовані бік у бік) вторинного походження. Камбій все життя рослини утворює вторинні провідні тканини, тому такі провідні пучки називають відкритими.

З первинних структур в осьовому циліндрі первинна ксилема залишиться в повному складі, та клітини серцевини в тих рослин де вона формується.

Одночасно з перебудовою осьового циліндра відбуваються зміни і в первинній корі — формується *перидерма* як покривна тканина. Крім перидерми, в корені формується ще й кірка. Це відбувається тоді, коли корені виходять на поверхню ґрунту (у дерев'янистих рослин).

Поглинання коренями води і розчинених у ній мінеральних речовин — найважливіша функція їх, нерозривно пов'язана з усім комплексом процесу обміну речовин рослинного організму. Вода, що надійшла до кореневих волосків, проходить складний шлях по рослині.

Тургор (лат. тургор — вздуття, наповнення) — напружений стан клітинної оболонки, що створюється гідростатичним тиском вмісту клітини. В рослинних клітинах внутрішній тиск на стінку клітини завжди перевищує тиск на неї зовнішнього середовища.

Тургор необхідний для нормального перебігу всіх фізіологічних процесів в організмі рослин. Завдяки тургору тканини рослин мають певну пружність і конструктивну міцність. Зміною тургору зумовлені рухи у рослин, в'янення.

Осмоз — явище, при якому відбувається вирівнювання концентрацій двох розчинів, які розділені напівпроникною оболонкою (наприклад, клітинною мембраною), за рахунок переміщення розчинника з менш концентрованого до більш концентрованого розчину. *Осмотичний тиск* — надлишковий тиск з боку розчину, що перешкоджає проникненню розчинника з менш концентрованого у більш концентрований розчин через напівпроникну мембрану.

Поглинання речовин пов'язують з проникненням їх у клітину по градієнту концентрації. Цей процес не залежить від обміну речовин живої клітини. Основною рушійною силою його визнають дифузію та осмос.

Через кореневі волоски вода надходить у клітини основних тканин кореня. Далі через пропускні клітини — в судини центрального циліндра, а потім у надземну частину рослини по судинах провідної зони. Судини кореня в надземній частині рослини стають судинами стебла. Місце переходу кореня в стебло дещо потовщене і називається *кореневою шийкою*. Висхідний (від кореня до листків) рух води пояснюється *кореневим тиском* і *присисною дією (транспірацією)* листків.

Мінеральні солі, що необхідні рослині. Рослинні організми складаються із органічних і неорганічних речовин, до складу яких входять різні хімічні елементи. Для нормального розвитку рослин корені повинні приносити із ґрунту воду і мінеральні солі, які містяться в певних кількостях: макроеlementи (P, N, S, K, Ca, Mg, Fe) і мікроelementи (B, Cu, Mn, Zn, Mo). Обидві групи елементів важливі для рослини, оскільки входять до складу органічних і мінеральних сполук, що беруть участь у процесах життєдіяльності, формуванні тканин і органів тощо. При недостатчі або надлишку в ґрунті будь-якого мінерального елемента відбуваються різні порушення процесів життєдіяльності у рослин. Так, при фосфорному голодуванні у рослин спостерігаються пригнічення синтезу і руйнування вже синтезованих білків. Відсутність калію припиняє ріст рослин, оскільки порушується обмін

білків і вуглеводів. На недостатчу заліза вказують блідо-зелений або блідо-жовтий колір через недостатність утворення хлорофілу.

Видозміни коренів (метаморфози)

Поява кореня в процесі еволюції рослин — важливий ароморфоз, одне із пристосувань до життя на суші. Вперше справжні корені з'являються у папоротеподібних. Потім у квіткових рослин завдяки ідіоадаптаціям формувались різні типи коренів, здатних виконувати додаткові функції. Так, у деяких рослин у коренях відкладається запас поживних речовин, що приводить до їхнього потовщення, утворення *коренеплодів* (морква, редиска, буряки) або *кореневих бульб* (жоржини, пшінка). Корені епіфітних (епіфітними рослинами називають такі рослини, які живуть на надземних частинах інших рослин, але не як паразити або сапрофіти) рослин (використовують інші рослини як субстрат, але не паразитують на них; орхідеї, мохи, лишайники) можуть нагромаджувати воду.

У тропічних дерев, що живуть на ґрунтах, бідних на кисень або на, болотах, утворюються дихальні корені — *пневматофори* (мангрові), що ростуть вгору; вони піднімаються над поверхнею субстрату і забезпечують дихання. *Ходульні корені* утворюються на надземних пагонах, закріплюються в ґрунті і міцно утримують рослину (фікус-баньян, кукурудза). Деякі рослини-паразити утворюють *корені-присоски* (повитиця, омела). У витких і лазячих рослин формуються чіпкі *повітряні корені* (плющ).

Сюди ж належать ходульні корені дерев. За походженням вони додаткові. *Втягуючі корені* — це додаткові корені, які, вкорочуючись впоперек, з початком вегетації втягують бруньку або цибулину глибше в землю, наприклад, у цибулі, лілії, гусячої цибульки, приліски та ін.

Повітряні корені за походженням додаткові. Розвиваються вони на стеблах, мають властивість конденсувати вологу з повітря і брати участь у фотосинтезі. Повітряні корені бувають у монстери, у рослин роду дикусів. До метаморфізованих коренів належать також *дихальні корені*, які розвиваються у водяних плаваючих рослин (наприклад, у болотного кипарису, ряски). До них належать також корені епіфітних рослин. Вони прикріплюються особливими сплющеними коренями до кірки

стовбурів і цими коренями вловлюють воду, яка стікає по стовбуру.

Підсумовуючи вище викладене, матеріал можна викласти у таблиці:

<p>Запасаючі</p> 	<p>Потовщуються та стають м'ясистими внаслідок відкладення у них запасних поживних речовин (коренеплоди у моркви, буряка, редьки та кореневі бульби або кореневі шишки у жоржини, пшінки весняної, батату)</p>
<p>Повітряні</p> 	<p>Розвиваються на надземних органах, поглинають кисень з повітря і засвоюють воду та поживні речовини з опадів (характерні для багатьох тропічних рослин-епіфітів, які живуть на інших рослинах, використовуючи їх як місце прикріплення)</p>
<p>Дихальні (пневматофори)</p> 	<p>Розвиваються у рослин заболочених місцезростань, ростуть вертикально вгору, забезпечуючи підземну частину рослинного організму киснем (характерні для мангрових дерев, болотного кипариса)</p>

Ходульні



Відходять від стовбура та гілок багатьох тропічних дерев, що утворюють мангрові зарості у припливно-відпливній смузі, ростуть униз, до землі, де вкорінюються і правлять рослині за опору (у ризофори, пандануса)

Опорні дошкоподібні





Розвиваються біля основи стовбурів великих дерев тропічного дощового лісу у вигляді вертикальних плоских, подібних до дошок виростів

Стовпоподібні (корені підпорки)



–

Відростають від горизонтальних гілок дерева донизу та перетворюються на товсті стовпоподібні опори, які підтримують крону дерева (в індійського баньяну)

<p>Корені - причіпки</p> 	<p>Характерні для лазячих ліан, допомагають їм утримуватись на опорах: стеблах, стінах, стелях та лізти вгору (у деяких фікусів, плющів)</p>
<p>Корені - присоски</p> 	<p>Розвиваються у багатьох рослин-паразитів та напівпаразитів, які селяться на коренях чи стеблах рослини-хазяїна (у вовчка, омели)</p>

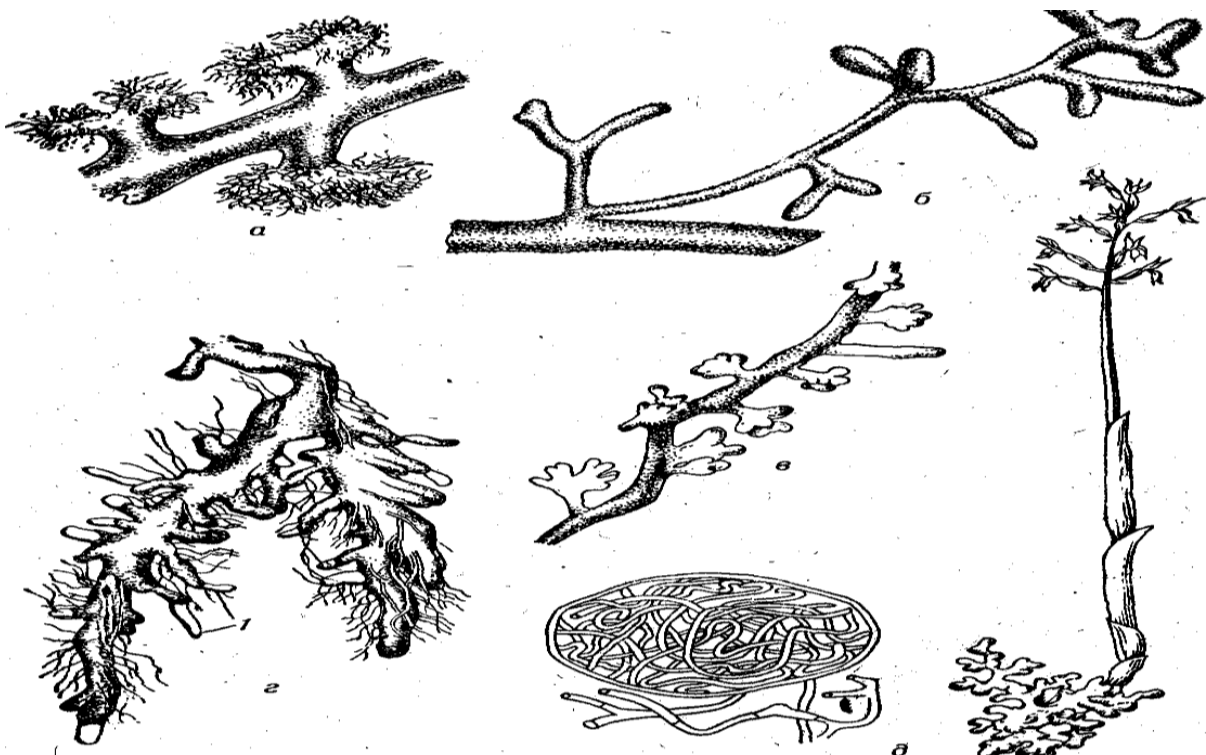
Як це було зазначено вище, зародок кореня закладається одночасно з брунькою в зародку насінини і називається *зародковим коренем*. При проростанні насінини цей корінь перетворюється на головний, або первинний, корінь, здатний до галуження. Паралельно з ростом на ньому з'являються бічні корені першого порядку, які, в свою чергу, дають корені другого порядку, на них виникають корені третього порядку та ін. Крім головного і бічних коренів у рослин утворюються і додаткові корені, які формуються на стеблах, листках, тільки не на корені.

Сукупність усіх цих коренів утворює *кореневу систему*.

За формою розрізняють два типи кореневих систем: *стрижневу* і *мичкувату*. *Стрижнева* має добре виражений головний корінь, що займає в ґрунті вертикальне положення, від якого відходять бічні корені і розташовуються в ґрунті радіально. Вона зустрічається у більшості дводольних рослин.

У мичкуватій системі всі корені майже однакові за розмірами, за походженням це додаткові корені, які пучком ростуть від основи стебла. Мичкувата коренева система формується під час кущіння. При цьому на підземній частині стебла утворюється вузол кущіння, із якого розвиваються додаткові пагони (підземне галуження стебла) і численні додаткові корені, що веде до утворення мичкуватій кореневої системи. Така система характерна для більшості однодольних рослин.

Мікоризи



Симбіоз вищих рослин з грибами (Мікориза): а – на коренях берези; б – на коренях бука; в – на коренях сосни; г – на коренях дуба; д - ендотрофна мікориза у клітинах кореня обхідних

У багатьох (близько 90 %) квіткових рослин корені вступають у симбіоз з грибами, утворюючи мікоризу (грибокорінь).

Мікоризу у 1881 р. відкрив Ф. М. Каменський. Відомі такі типи мікоризи: зовнішня - коли гриб обплітає покривну тканину закінчень молодих коренів, утворюючи сплетення грибниці у вигляді чохлів. Кореневі волоски при суцільній зовнішній

мікоризи не розвиваються, тому що їх замінюють гіфи грибів. Вона є у дуба, ліщини, сливи, сосни і багатьох деревних порід. Внутрішня мікориза – при якій міцелій гриба проникає в клітини кори кореня і там гіфи утворюють клубки; вона буває у підбілу, брусниці, чорниці та зовшньо-внутрішня - коли гриб розвивається і зовні, і всередині клітини (у багатьох дерев і чагарників). Деякі гриби утворюють мікоризу з відповідними видами рослин: піддубники — з дубом, підберезовики — з березою та ін. Розвиваючись на поверхні молодих коренів, міцелій гриба виконує роль корневих волосків, всмоктуючи воду і вбираючи мінеральні речовини, роблячи їх доступними завдяки розчиненню для рослинного організму.

Гриб також збагачує зелену рослину деякими гормонами, вітамінами і ферментами. Зелена ж рослина забезпечує гриб органічними сполуками. Після відмирання гриба зелена рослина використовує продукти розпадання. Є і немікотрофні рослини. Це — бузина, жовта акація, глід, робінія, псевдоакація, тамарикс та ін.

Симбіоз бактерій з коренями рослин

Часто корені квіткових рослин співживають з бактеріями, утворюючи *бактеріоризу*. Мікроорганізми-симбіонти входять до складу *ризосфери* — ґрунтового шару товщиною 2—3 мм, що прилягає до коренів рослин. Скупчення великої кількості грибів і бактерій в ризосфері пов'язане з виділенням коренями речовин, якими живляться ці мікроорганізми.

Важливим хімічним елементом, який засвоюють рослини, є азот. Азот рослини дістають з ґрунту з солей азотистої і азотної кислот, а також з амонійних сполук. Дуже багато азоту є в атмосфері. Однак зелені рослини не можуть засвоювати атмосферний азот, його можуть використовувати лише бактерії, що живуть у ґрунті.

Крім деяких вільно живучих у ґрунті бактерій, здатних засвоювати азот повітря (молекулярний азот), існують спеціальні бактерії — ризобії, які можуть фіксувати азот тільки перебуваючи в тілі рослини. Це так звані *бульбочкові бактерії*. Вони проникають в корені рослин переважно через щілини, які утворюються в головному корені при виході назовні бічного

кореня. В коровій паренхімі бактерії живуть і розмножуються. При цьому в перициклі кореня розпочинається посилений поділ клітин і розростання паренхімної тканини, яка випинається назовні разом з покривною тканиною. При цьому утворюються вирости, які називають *бульбочками*. Всередині бульбочок знаходиться багато бульбочкових бактерій, які мають властивість фіксувати атмосферний азот, що дифундує в ґрунт, і бульбочки. В бульбочках бактерії зв'язують атмосферний азот в аміак (NH_3). Потім NH_3 перетворюється на інші сполуки азоту, життєво потрібні для рослин. - Рослини, з якими живуть бульбочкові бактерії, належать, звичайно, до родини бобових (горох, соя, люпин, конюшина та ін.). Ці рослини сприймають мінеральні з'єднання азоту, який отримується в результаті азотозасвоюючої діяльності бактерій, бактерії ж живляться готовими вуглеводами, які містяться в клітинах кори кореня бобових. Таким чином встановлюється взаємно корисний симбіоз зелених рослин з незеленими.

Кореневі бульбочки у різних бобових відрізняються за розмірами, формою та іншими ознаками. Всередині бульбочки міститься бактероїдна тканина з густим вмістом. В цитоплазмі клітин цієї тканини при значному збільшенні мікроскопа видно мікроскопічні бактерії.

На кінчику бульбочки розташована верхівкова меристема. Її клітини можуть ділитися і нарощувати бульбочку в довжину, поповнюючи бактероїдну, провідну та інші тканини.

Навколо бактероїдної тканини лежить порівняно тонкий шар паренхімних клітин, який переходить у поверхневу, перидерму. Всередині паренхімного шару проходять провідні пучки, які біля основи бульбочки пов'язані з провідною системою материнського кореня. Цими пучками поживні речовини пересуваються від кореня до бульбочки і навпаки. Вважають, що бактеріальні бульбочки є дуже видозміненими бічними коренями.

Бактерії в рослині проникають також і через кореневі волоски. Однак до недавнього часу залишилось нез'ясованим, яким чином " в корені потрапляє саме той вид бульбочкових бактерій, який специфічний для даної рослини, іншими словами, як бактерії «впізнають» корені «свої» рослини. Виявилось, що кореневі волоски рослин виділяють специфічний

білок-принаду. Бактерії рухаються з прикореневого ґрунту на цей білок і буквально обліплюють кореневі волоски перед початком утворення бульбочок. На цьому етапі білок-приманка виступає в ролі вловлювача: він зв'язується з полісахаридом, що знаходиться на поверхні бактерій, і таким чином утримує їх. Однак найцікавіше те, що білок зв'язується з полісахаридом лише тієї бактерії, яка специфічна для цієї рослини, тобто білок і полісахарид підходять один до одного, як ключ до замка.

Щоб довести, що бульбочкові бактерії реагують на білок-принаду, кореневі виділення вмістили поблизу капіляра з бульбочковими бактеріями. Бульбочкові бактерії почали тягнутися, рухатися до «принади». Такого роду рух одержав назву «хемотаксису», тому речовину коренів, що є принадою, назвали хемотактином. Особливо принадливим для бактерій виявився *хемотактин*, що виділяють корені лядвенцю. Його вдалося одержати в чистому вигляді. Це— типовий глікопротеїн, тобто білок, що містить вуглеводну частину.

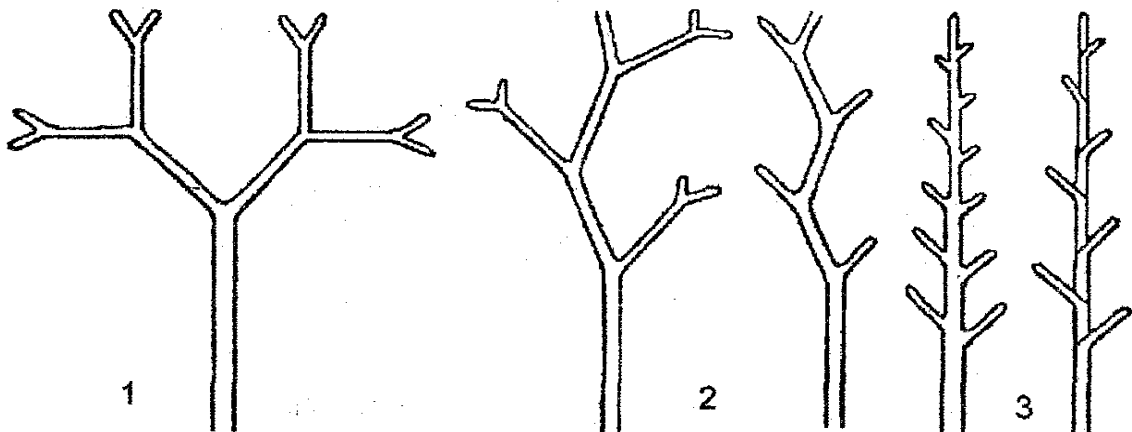
В бульбочках бактерій відкрито три пігменти: червоний, коричневий і зелений. Червоний виявився справжнім гемоглобіном, тобто пігментом крові тварин. Кількість його залежить від інтенсивності світла і від віку рослини. В ясні сонячні дні бульбочки червоніють. Названі пігменти здатні замінити один одного. Це відкриття, що належить Віртанену, є новим підтвердженням єдності походження рослинного і тваринного світу.

Бульбочкові бактерії виявлені також на коренях обліпихи. Цікаво, що на цілинних землях, які тільки почали освоювати, бульбочкових бактерій на коренях бобових рослин в той час не було виявлено.

2.2. Будова і видозміни пагонів. Галудження пагонів.

Пагоном називають стебло з розташованими на ньому листками і бруньками. Розрізняють частини пагона при проростанні із насінини і частини пагона що розвиваються з бруньки. Пагін формується лише у вищих рослин і виконує

функцію повітряного живлення. Він складається з осі (стебла) і листків. Ні пагона без листків (хоча б укороченого чи редукованого), ні листків без пагону (хоча б зачаткових чи видозмінених) утворитися не може, оскільки вони одночасно закладаються в апексі і тому мають єдине походження. Головна функція пагона пов'язана з фотосинтезом, яку виконують листки,



Типи галузження стебла: 1 – дихотомічне; 2 – симподіальне; 3 – моноподіальне

його вісь (стебло) — є опорним органом. Однак пагін виконує провідну, механічну, а інколи фотосинтезуючу і запасуючу функції або є органом для вегетативного розмноження рослин.

Крім листків, обов'язковими для пагона є бруньки — зачаткові пагони. Нові (зачаткові) пагони закладаються в певному порядку на загальній осі головного пагона, що й забезпечує тривале життя рослини, а також його галузження з утворенням системи пагонів. Пагін, який розвивається з бруньки протягом одного вегетаційного періоду, називають *річним*. Багаторічна ж рослина може розглядатися як система послідовно утворених річних пагонів. В однорічних рослин головне стебло і кожна його бічна гілка також може вважатися окремим пагоном. У багаторічних рослин пагоном вважається нерозгалужене стебло з листками і бруньками, що розвинувся протягом одного вегетаційного періоду.

Пагін, як і корінь, є утворенням верхівкової меристеми, але його будова порівняно з коренем значно складніша. Він

відрізняється від кореня наявністю листків (або їх видозмін) і вузлів.

Вузол — це ділянка стебла, від якого відходить один або кілька листків. У багатьох рослин, таких як злаки, гвоздичні, селерові та інші, вузол має чітко виражене потовщення, в інших рослин потовщень майже немає і межі вузлів умовні. Якщо листок або кілька листків, що знаходяться на вузлі, охоплюють його повністю своєю основою, то такий вузол називають закритим, а якщо не охоплюють — відкритим.

Ділянки стебла від вузла до вузла називають міжвузлями. Довжина міжвузлів може бути довгою або короткою, від цього й залежать розміри пагонів — чи то вони будуть довгими, чи короткими.

На пагоні може, бути кілька, а іноді *багато вузлів і міжвузлів* уздовж його осі.

Перший пагін рослини — головний пагін, або пагін першого-порядку, бере свій початок з бруньки зародка насінини. До його, складу входить гіпокотиле, сім'ядолі і брунечка. При подальшому розвитку пагона послідовно формуються нові його метамери.

Крім верхівкової бруньки, в пазухах листків пагона в більшості насінних рослин закладаються пазушні, або бічні бруньки. У деяких рослин в пазусі одного листка може закладатися кілька бруньок, які розташовані по-різному. Якщо вони знаходяться одна над одною (в один вертикальний ряд), таке розташування називають *серіальним*. Найчастіше воно буває в дводольних рослин, наприклад у робінії (білої акації), жимолості татарської, горіха грецького тощо. Якщо бруньки розташовані у вузлі одна біля одної (збоку X то таке розташування буде *колатеральним*). Характерне воно в основному для однодольних рослин, частіше для злаків.

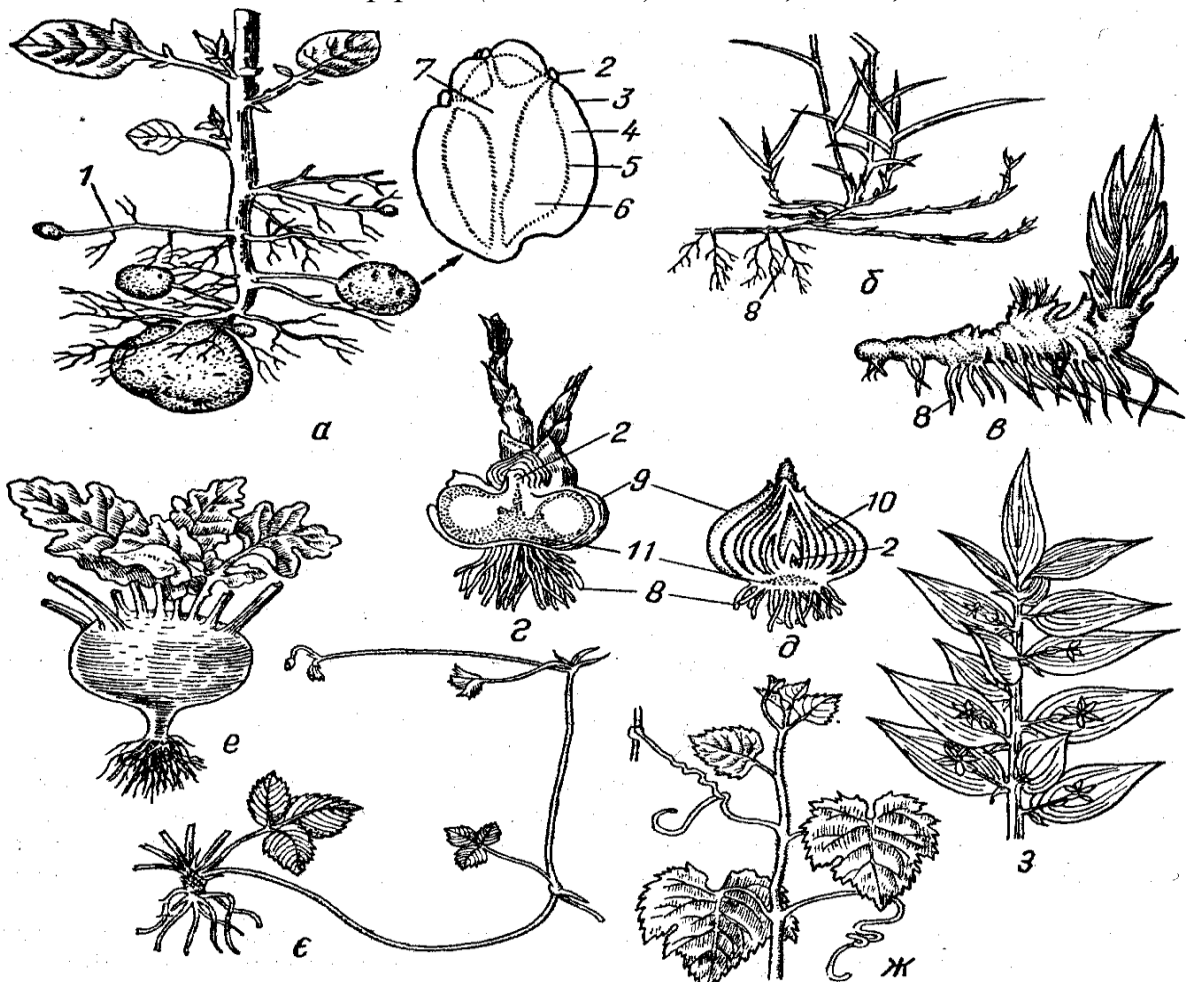
Із бічних пазушних бруньок формуються бічні пагони, за рахунок яких і галузиться головний пагін і збільшується загальна фотосинтезуюча площа рослини.

Так формується система пагонів, серед яких головний пагін буде пагоном першого порядку, його бічні - другого порядку, а з подальшим галуженням — будуть пагони третього, четвертого та іншого порядків. Пагін кожного порядку здатний до верхівкового

росту доти, доки зберігає свою діяльність конус наростання його верхівкової бруньки. Верхівковий ріст властивий не тільки для головного, а й для пагонів інших порядків.

Листок, в пазусі якого розташована брунька, або пагін, що розвивається з неї, називають *криючим*. Бруньки: можуть утворюватися в багатьох рослин не тільки на верхівках пагона, але й на інших частинах або органах його — старих стовбурах, міжвузлях, коренях, листках (такі бруньки називають додатковими).

Метаморфози (видозміни) та спеціалізація пагонів



Видозміни стебла: а – бульба картоплі; б, в – кореневища пирію та ірису; г – бульбоцибулина шафрану; д – цибулина цибулі; е – бульба кольрабі; е – вус полуниці; ж – вусик винограду; з – філокладірускуса: 1 – столон; 2 – брунька; 3 – перидерма; 4 – кора і зовнішня флоема; 5 – камбій; 6 – ксилема і внутрішня флоема; 7 – серцевина; 8 – додаткові корені; 9, 10 – суха та соковита луски; 11 – деще

Формування метаморфозів та спеціалізація органів рослин пов'язанні з досить довгим, історичним розвитком їх і мають пристосувальний характер до виживання в різних екологічних умовах. Теорію метаморфозу розробив великий німецький класик, поет вчений, філософ, натуралістки. И. В. Гете. В основу своєї теорії він поклав видозміни листків в тій самій рослині — від сім'ядоль до частин квітки. Будуючи свою теорію, Гете брав до уваги метаморфози в онтогенезі. Пізніше науково було підтверджено, що видозміна органів пов'язана з еволюційним процесом. Доведено також, що пелюстки і тичинки не листкового походження і тому їх не можна вважати за метаморфози листків.

Що стосується метаморфозу пагонів та їхньої спеціалізації, то тут видозміни можуть охоплювати весь пагін або окремо одну з його частин — стебло чи листки.

Формування бульб

За походженням можна виділити "два типи бульб — підземні (у картоплі, топінамбура) і надземні (у капусти кольрабі, ешфїтних орхідей). Потовщення підсімядольного коліна (гшокотіле), як у ріпи, редиски та інших коренеплідних рослин з родини хрестоцвітних, теж вважають бульбою. Бульби за своєю будовою подібні до кореневищ, одночасно мають істотні відміни. Довговічність бульб становить один — два роки, а кореневища багаторічні. У бульб проявляється сильніша паренхіматизація тканин і нагадує сукулентні форми. Арматурна система розвинена слабо, з незначним здерев'янінням клітинних стінок тощо.

Особливості будови бульби картоплі полягають в тому, що в ній метаморфози зазнала осьова частина пагона внаслідок значної паренхіматизації первинної і вторинної кори та серцевини, де відкладаються запасні продукти — крохмаль, тоді як листки редукувалися і втратили свої функції. Формується бульба під час активного фотосинтезу, коли у рослини добре розвинена листкова поверхня. За таких умов синтезується велика маса асимілятів — крохмалю, який надходить до столонів, що й призводить до роздування верхівкової частини їх. Так, верхівки столонів перетворюються на бульби. На бульбі розташовані вічка. Вічко має брівку — редукований листок, у пазусі якого

закладаються по 3, інколи більше (4—5) бруньок. Найбільш життєвою є середня брунька, вона проростає першою. Цю особливість слід враховувати під час збереження бульб для садіння. Якщо бульби зберігаються в умовах підвищеної температури (понад 5° С), то вони передчасно проростуть у сховищах і до часу садіння утворять видовжені етіольовані паростки, які непридатні до формування врожаю, тому їх видаляють, втрачаючи найкращі пагони. Щоб запобігти передчасному проростанню, бульби зберігають при температурі 2—73 °С. Перед садінням бульби прогрівають на свіжому і теплом повітрі з таким розрахунком, щоб утворилися на них товсті зелені паростки (Є— 7 мм) з виразними кореневими горбочками. Бульби багаті на крохмаль і тому вони є цінним продуктом для людини і тварин.

За формою бульби бувають округлі, видовжені, овальні. Забарвлення бульб біле, рожеве, світло-червоне, червоне, темно-червоне, темно-синє та ін. Забарвлення вічок здебільшого однакове із забарвленням шкірки, але є сорти, в яких вічка забарвлені інтенсивніше.

Кореневище

Кореневищем називають багаторічний підземний пагін, який розвивається в ґрунті.

Існує два способи формування кореневищ. У медунки, копитняку, фіалки дивовижної кореневища формуються з надземних пагонів. Порядок їхнього розвитку такий: спочатку пагони розвиваються на поверхні ґрунту і мають, зелені лускоподібні листки, тобто в онтогенезі проходять фотофільну фазу, потім вони опадають, а пагони за рахунок додаткових коренів, які розвиваються у вузлах надземної частини, втягуються в ґрунт. Отже, спочатку надземний пагін перетворюється на підземний, тобто на кореневище. Таким чином, в індивідуальному розвитку такого пагона спостерігається справжнє перетворення органа (орган метаморфозується) як за формою, так і за функціями.

Іншим способом формуються кореневища в купини. Тут пагін, з якого розвиватиметься кореневище, не проходить фотофільної фази і кореневище утворюється за рахунок

проростаючого підземного пагона. Одночасно на пагоні закладається верхівкова брунька, яка росте вгору, виходить на поверхню ґрунту і розвивається в надземну частину його.

Так само, як купина, "формуються кореневища у пирію повзучого, воронячого ока, конвалії (мал. 134) та в деяких інших рослин.

Про те, що кореневище є видозміненим пагоном, свідчать такі ознаки. На кореневищі немає кореневого чохла і кореневих волосків, обов'язково є зачаткові листки у вигляді лусочок бурого або білого кольорів, інколи вони безбарвні. Лусочки рано опадають, на мірці їх залишаються невеличкі рубці. У пазухах цих лусочок закладаються бруньки, з яких розвиваються підземні і надземні пагони. Додаткові корені на кореневищі утворюються з вузлів.

Велика життєвість кореневищ сприяє швидкому вегетативному розмноженню. Наприклад, у пирію з кожного відрізка його в 5—10 см утворюється нова рослина.

Цибулина

Цибулина — це видозмінений, укорочений пагін. Цибулини формуються у представників родини лілійних, амарилісових, півникових та інших рослин.

Цибулина складається із вкороченого і розширеного стебла (денця). У верхній частині його зароджується брунька, з якої утворюються зелені листки. У нижній частині цибулини формується так звана п'ятка, звідки відходять додаткові корені у вигляді мичкуватої кореневої системи.

Цибулини бувають справжні та несправжні. Справжня цибулина має вкорочене стебло — денце, на якому містяться вегетативні та генеративні бруньки. Бруньки на ній розташовані біля основи лусок. Вони бувають відкритими і закритими. Відкриті луски мають потовщені основи листків, а закриті представлені видозміненими листками; вони вкривають бруньки і живлять їх. Справжня цибулина має багато закритих лусок. Справжню цибулину утворюють цибуля ріпчаста і часник. Несправжня цибулина характеризується тим, що в неї більше відкритих лусок, ніж у справжньої. Вона має потовщену основу несправжнього стебла, яка формується за рахунок нижньої

частини листків. Несправжню цибулину мають цибуля-порей, батун, слизун та ін.

У часнику з пазушних бруньок розвиваються дочірні цибулини, які називають «зубками», або «дітками», утворюючи складну цибулину. Цілий ряд рослий формують надземні цибулини в суцвіттях (у часнику) або в пазухах надземних листків (у зубниці).

У деяких рослин відденця відростають кореневища з наступним утворенням на них нових цибулин. До таких рослин належать деякі сорти тюльпанів, дикорослі види цибулі.

Цибулину, що має розширену серцевинну частину, як у шафранів, гладіолусів, і нагадує форму бульби, називають *бульбоцибулиною*. Кожна бульбоцибулина прикрита сухими лускоподібними листками, які не є метаморфозами, а запасну функцію несе осьова частина бульбоцибулини. Така форма вегетативного органа більше підходить до бульби, ніж до цибулини, з тією різницею, що у . бульби редуковані . листки, а бульбоцибулину вкривають відмерлі піхви колишніх живих фотосинтезуючих листків.

Своєрідні пристосування до вегетативного розмноження має тонконіг живородний. У нього в основі нижніх міжвузлів і в суцвіттях розвиваються маленькі вивідкові цибулинки, за допомогою яких він розмножується.

За характером. покриву цибулин лусками виділяють плівчасті і лускоподібні цибулі. У плівчастої цибулі (ріпчастої) луски цілісні, а в лускоподібної цибулини вкриваються невеличкими лусочками, розташованими табличчасто — у лілій.

Усі види цибулі — одно- та багаторічні рослини, розмножуються як вегетативно (цибулинами і зубками), так і насінням. Однак деякі види цибулі насіння не утворюють (часник).

Цибулинні рослини, досить поширені на планеті. У світовій флорі налічують понад 400 видів цибулі, на Україні — 43 види. Поширені вони .в степових ландшафтах, високогір'ях, напівпустелях і пустелях. На території України, крім овочевих цибуль, трапляються проліски, зірочки, цибуля гранчаста, менше поширені цибуля ведмежа, рябчики, підсніжники; у кімнатах

вирощують кринум та ін. З декоративною метою вирощують тюльпани, лілії, цибулю запашну, цибулю велетенську тощо.

Кладодії

Кладодії (від гр. *klados* — гілка) — метаморфози стебла. Справжні листки на кладодіях редукуються і набувають форми лусок, волосків або колючок. Вони характерні для опунцій. У них форми кладодіїв (плескатої форми) набувають як бічні розгалуження, так і основне стебло. Вся система розгалуження стебла виконує функцію листків, включаючи і осьовий орган. Опунція в наших умовах є кімнатною рослиною, входить до видового складу шкільного куточка живої природи. У природних умовах види опунції ростуть в Австралії і на узбережжі Середземного моря.

Філокладії

Філокладії (від гр. *phylon* — листок, *klados* — гілка) — видозмінене стебло з редукованими листками у вигляді лусочок. З пазух редукованих листків виростають ліісткоюдібні кладодії. За формою і функцією вони подібні до листків, тому їх називають *філокладіями*. Філокладії поряд з основною функцією виконують ще й функцію фотосинтезу. На філокладіях формуються квітки. Це ще раз підтверджує, що філокладії є метаморфозами стебла.

Типовим представником рослин з філокладіями є рускус колючий, який вирощують як кімнатну рослину, а в природних умовах він зустрічається в Криму.

До філокладійних рослин належить і холодок (спаржа). Росте він на луках. Листки у нього дрібні, лускоподібні (редуковані), гілочки — кладодії, мають вигляд зелених, голчастих, укорочених гілочок, які формуються у пазухах листочків — лусочок.

Колючки

Колючки виступають як метаморфози листків у барбарису, прилистків — у робінії, у вигляді емергенців — у шипшини. Окремою групою метаморфозів у вигляді колючок є пагони. Широкого поширення вони набули у дводольних дерев'янистих рослин — лимона трилистого, глоду, гледичії, диких видів

яблунь, груш та інших рослин. Колючки закладаються в пазухах листків (листки здебільшого не редукуються). Головна функція цих метаморфозів пов'язана зі зменшенням поверхні випаровування води, що показує належність даних форм до склерофітної рослинності. Якщо такі рослини перенести в умови достатнього зволоження, то колючки можуть не розвиватися. Поряд з тим колючки виконують також і захисну функцію, застерігаючи рослини від поїдання тваринами.

Вусики

Вусики можуть бути як метаморфози листків (у гарбузових, деяких бобових), так і пагонів (у виноградної лози). Основна їх функція зводиться до закріплення нестійкого стебла для більш раціонального використання сонячного світла. Вусиками пагін чіпляється за опори і таким чином завойовує собі простір для життя. Виходять вусики з пазух листків. Інколи порушуються ці принципи, вони зміщуються з пазух і тому важко визначити походження їх.

Укорочені пагони

Укорочені пагони розвиваються у тополі, яблуні, модрині. їхня спеціалізація зводиться до більш рівномірного і густого облиснення крони. У плодкових дерев вони несуть квітки і плоди (у груші, яблуні), такі пагони називають *плодушками* і *плодухами*, Сюди відносять і розеточні форми рослин, до яких належать подорожники, кульбаба, примули, буряки тощо.

Сукулентні форми

Сукулентні форми метаморфозів представлені листковими і стеблевими сукулентами, інколи сукулентними бруньками. Характерною особливістю їх є розвиток паренхімних тканин, в яких накопичується запас води і поживних речовин. До листкових сукулентів належить багато представників товстолистих.. У флорі України поширені очітки, молодило, представники багатьох видів родини лілійних та ш. Як кімнатні рослини вирощують алое, агави, гастерії, опунції тощо.

Прикладом метаморфозів бруньок із сукулентних форм може бути качан капусти. *Качан* — це гігантська брунька, в якій потовщене стебло з розташованими на верхній його частині

листками, що щільно налягають один на одного. Качан буває зовнішній — від кореневої шийки до нижнього листка і внутрішній — розташований у листковій зоні качана.

У капусти качан формується в перший рік життя, а на наступний пік дає квітконосні стебла і відмирає. Таким чином, городня (головчаста) капуста — дворічна культура. Більшість листків, втративши хлоренхіму, виконують функцію запасуючої тканини, де накопичується багато води і запасних продуктів у вигляді цукрів. З такою ж функцією пов'язана і центральна частина бруньки — м'ясисте стебло. У зв'язку з таким розвитком качан капусти нагадує видозмінену розеточну форму рослин.

У багатьох видів рослин сукулентною частиною пагона є стебло, а листки видозмінюються на колючки. Такі рослини називаються *стебловими сукулентами*. До них належать африканські молочаї, американські кактуси. Соковите стебло у них з великим запасом води сприяє виживанню рослин в екстремальних умовах. Це райони пустель і напівпустель, з жарким кліматом і малою кількістю опадів. Стебла цих рослин масивні, зелені і виконують не лише функцію запасної тканини, а й фотосинтезу. У період посухи рослини живуть за рахунок своїх резервів води і поживних елементів (цукрів, різних кислот і т. п.). Вони витримують довготривалі посухи.

До спеціалізованих пагонів належать батого, вуса (столони).

Батогами називають повзучі надземні стебла з короткими міжвузлями, які є органами вегетативного розмноження. Поширюючись по поверхні землі, вони вкорінюються за рахунок додаткових коренів, що виходять з вузлів. У вузлах закладаються також бруньки майбутніх нових пагонів. Після вкорінення пагона через деякий час міжвузля відмирає, і нозі, рослини стають незалежними від материнської. Характерною особливістю цих пагонів є те, що вони несуть на собі нормальні листки і цим самим виконують трофічну функцію — фотосинтезують.

Пагони-батого формуються у конюшини повзучої, жовтецю повзучого та деяких видів перстачів тощо.

Вуса — довгі і тонкі пагони з редукованими листками, цим вони і відрізняються від батогів. Вуса — народна назва, наукова — *наземні столони*. Наземні столони можуть бути вкриті листям (несуть звичайні листки) у костяниці і зеленчука і з

редукованими листками — у суниць. Крім наземних стolonів виділяються ще и підземні — у картоплі.

Видозміни (метаморфози пагонів), які були описані вище , можна звести у таблиці:

Підземні видозміни пагонів

<i>Кореневище</i>	Нагадує корінь, але на відміну від нього несе редуковані листки та має на верхівці бруньку, а не кореневий чохлак. Виконує функції запасання поживних речовин і вегетативного розмноження	У пирію, конвалії, купини
<i>Бульба</i>	Дуже потовщений м'ясистий пагін з редукованими листками, у пазухах яких містяться бруньки. Слугує місцем відкладання запасних поживних речовин та органом вегетативного розмноження	У картоплі, топінамбур а
<i>Цибулина</i>	Дуже вкорочений пагін, що складається зі стеблової частини — денця та прикріплених до нього численних м'ясистих листків — лусок, у яких накопичуються поживні речовини. Зовнішні луски цибулин часто бувають сухими і виконують захисну функцію	У цибулі, часнику, тюльпана, лілії
<i>Бульбоцибулина</i>	За будовою подібна до цибулини, але поживні речовини накопичуються у денці, а не в лусках	У шафрану, пізньоцвіту

Надземні видозміни пагонів

<i>Вусики</i>	Розвиваються з пазушних бруньок, мають добре розвинені провідні та механічні тканини і характеризуються верхівковим ростом. Виконують функцію закріплення нестійкого стебла у просторі, закручуючись навколо опори	У винограду
<i>Колючки</i>	Розвиваються з пазушних бруньок, мають добре розвинену механічну тканину, здатні до верхівкового росту. Виникли як пристосування до зменшення поверхні випаровування води. Поряд з цим виконують функцію захисту рослини від поїдання тваринами	У дикої груші, глоду, терну, гледичії
<i>Філокладії</i>	Плоскі листкоподібні пагони з редукованими плівчастими листочками	В аспарагуса (заячого холодку)
<i>Стебла сукулентних рослин</i>	Масивні, дуже м'ясисті, соковиті, слугують своєрідними резервуарами води у рослин пустель і напівпустель	У кактусів, африканських молочаїв

Галуження пагонів.

Галуженням називають утворення на материнській осі осей підлеглих порядків. Це одна з характерних закономірностей рослинного організму. Галуження надземних і підземних частин рослин збільшує сфери повітряного і ґрунтового живлення, забезпечує краще розсіювання спор, поширення плодів і насіння.

Від галуження залежить зовнішній вигляд рослини. Систему галуження пагонів визначає розміщення на ньому бруньок. Внаслідок розвитку бруньок пагона (верхівкових, бічних, або пазушних, а інколи і додаткових) формується певна система пагонів. Це залежить від сформованості бруньок. Так, бруньки збагачення проростають в нові пагони тоді, коли рослина перебуває в стані активної вегетації (навесні або влітку). У таких бруньок немає періоду спокою (у квасолі, помідора, винограду та інших рослин).

Для дерев'янистої рослинності характерним є те, що в них бруньки знаходяться деякий час у стані спокою — протягом року або кілька років і навіть десятиріччями і більше.

Після періоду спокою з сплячих бруньок розвиваються нові пагони. Однак період їх не активності (прихованості) залежить не лише від природи рослини. Значною мірою на них впливають деякі фактори (механічне пошкодження рослинного організму, старіння, зміна життєвих факторів та інші причини).

Формування бічних пагонів та розташування їх є проявом організму до максимального використання природних факторів і на цій основі до збереження виду. Рослини галузяться по-різному.

Бічні бруньки закладаються в пазухах кожного листка, але розвиваються вони здебільшого не всі. Пробуджуються до вегетації стільки, скільки потрібно їх для підтримання вегетативного життя організму.

У тропічних рослин таких, як пальми, деревовидні папороті, саговники, агави, драцени, динне дерево та інші рослини, скелетні осі формуються в основному за рахунок верхівкової бруньки. Інколи бічні осі в цих рослинних формах закладаються і за рахунок кількох бічних бруньок. Однак для компенсації не розвинених бічних пагонів у цих рослин розвиваються великі листки на верхівці стовбура, формуючи своєрідну листкову кропу. Якщо в них розвиваються бічні пагони, то вони будуть не вегетативні, а генеративні, які несуть на собі квітки або цілі суцвіття. Тому після цвітіння вони швидко опадають.

Раніше зазначену групу рослин відносять до *негалузистих* і *слабкогалузистих*. Вони не можуть розростатися в просторі і не відновлюють свій ріст у разі пошкодження.

Серед трав'янистих рослин теж зустрічаються негалузисті і слабкогалузисті рослини. Сюди належать лілійні, злаки. Головні стебла їх закінчуються квіткою або суцвіттям. Одночасно вони галузяться не в верхній частині стебла, а при основі його. У загущених посівах соняшник не галузиться, стебло закінчується суцвіттям— кошиком. Якщо збільшити площу живлення (якщо рослини розташовані на площі понад 70X70 см), то стебло галузиться, утворює кілька бічних пагонів з малими кошиками. У кукурудзи стебло теж має бічні розгалуження — початки.

До групи негалузистих і слабкогалузистих належать також ефемерні рослини і цілий ряд однорічних бур'янів.

Що стосується дерев'янистої рослинності помірного і суворого клімату, то в таких умовах рослини мають великий резерв активних життєвих бруньок, їх відносять до галузистих і дуже галузистих рослин. За несприятливих умов, при різкому перепаді температур і зміні пір року, частина бруньок і пагонів може гинути. Крім того, густа крона захищає рослини від негативних погодних факторів.

Найбільшого розвитку досягають бічні пагони у верхній частині материнської рослини. Середні ж гілки коротші за верхні. Вони представлені вегетативними та генеративними пагонами. З нижніх пазушних бруньок пагони не розвиваються і бруньки тут сплячі. Таке галуження можна спостерігати в лісних масивах дібров, соснових і а ялинових лісах тощо.

Розрізняють чотири типи галуження:

1) *дихотомічне*, або *вилчасте*, — точка росту вилчасто поділяється на дві, в результаті чого від верхівки осі першого порядку відходять дві осі другого порядку, які, своєю чергою, роздвоюються і т. д. (у багатьох водоростей, плаунів);

2) *моноподіальне* — головне стебло зберігає верхівкову точку росту і за рахунок неї пагін весь час наростає. Це головне стебло відчленовує пагони другого, третього і наступних порядків, але постійно виділяється потужністю росту (у хвоща, ялини, ясена, осики);

3) *симподіальне* — найпоширеніше у природі. Точка росту головного пагона швидко відмирає, і його ріст продовжується за рахунок нижче розташованої бічної бруньки, що утворює пагін другого порядку. Згодом він також припиняє свій ріст, а з бічної бруньки формується пагін третього порядку і т. д. (у груші, липи, картоплі, гарбуза). Симподіальне галуження вважають найбільш прогресивним. Воно сприяє розвитку і розгортанню бічних бруньок, більш компактному галуженню, утворенню більшої кількості листків; а також найбільш вигідному розташуванню їх щодо світла. Симподіальне галуження спостерігається в багатьох наших дерев — вільхи, тополі, ліщини та ін.. а також у трав'янистих рослин (пасльонових, жовтецевих, багатьох розових, бобових, шорстколистих та Інших). У дерев, кущів і трав'янистих рослин, що мають супротивне листко- і брунькорозташування, іноді після відмирання верхівкової

бруньки материнської осі розвивається не один пагін заміщення, а два супротивні, між якими залишається верхівкова редукована брунька або рубець відмерлої верхівки. Таке супротивне розташування пагонів створює враження дихотомічного галуження.. Однак таке галуження є симподіальним, оскільки не спостерігається роздвоєння ініціальної клітини конуса наростання верхівкової бруньки, а її повне відмирання. Крім того, пагони, заміщення утворюються справжніми бічними бруньками. Такий тип симподіального галуження називають *несправжньою дихотомією* (псевдодихотомією), або симподіальним галуженням за типом дихазія (від гр. *δίχα*Баго — розділяю на двоє). Таке галуження характерне для деяких дерев та кущів (каштана кінського, бузку, калини, омели та ін.), трав'янистих рослин (деяких пасльонових, більшої частини гвоздичних, що мають суцвіття, які називають дихазіями).

4) *несправжньодихотомічне* — точка росту головного пагона не роздвоюється, як у разі дихотомічного, а відмирає. Його ріст продовжується за рахунок нижче розміщених двох бічних бруньок, кожна з яких утворює пагони другого порядку.

Далі точки росту цих пагонів відмирають і розвиваються пагони третього порядку і т. д.

Особливим типом галуження є *кущіння у злаків*: воно відбувається лише у ґрунті або біля самої його поверхні у так званому вузлі кущіння.

Особливості формування крони

Кроною називають систему пагонів, які утворюють загальний вигляд деревних рослин. Формування крони — процес природного чи штучного її створення у певних умовах середовища. Природні форми крон є доскональними системами, здатними максимально поглинати сонячну енергію в умовах середовища, до якого пристосувались рослини в процесі еволюції.

Форма крони залежить від величини кута між стовбуром і бічними гілками, а також від їх чисельності та розмірів. Наприклад, у ялини утворюється *конічна* крона. її бічні гілки ростуть майже горизонтально, під прямим кутом до стовбура, а в процесі старіння дещо опускаються донизу. У тополі чорної та дуба великі гілки спрямовані під кутом догори — формується

розлога крона. Якщо напрямок росту бічних гілок майже вертикальний, то утворюється *пірамідальна* крона (у кипариса, тополі пірамідальної). Раннє опускання донизу верхівок бічних гілок у берези сприяє формуванню *плакучої*, або *повислої* форми крони. *Овальна* крона формується у каштана кінського, *яйцеподібна* — у дуба скельного, *зонтична* — у сосни італійської. Пагони деяких дерев, наприклад сосни гірської, стеляться по землі, утворюючи *сланкі* форми крони. Сланкі куці та кущики іноді називають *шпалерними* (у полярних верб).

У плодовому і декоративному садівництві крони формують штучно, обрізуючи деревні рослини, щоб надати їм бажаного вигляду.

2.3. Будова та функції стебла.

Морфологічні особливості стебла

Стебло, як складова частина, пагона, має відповідну морфологічну будову. Воно, є зв'язуючою ланкою між коренем і листками і цим самим забезпечує висхідну і низхідну течії води і поживних речовин. Разом з тим стебло виконує опорну та ряд інших функцій.

Розподіл стебла на вузли і міжвузля — характерна особливість цього органа. Завдяки розгалуженню стебла збільшується площа дотику до навколишнього середовища через велику масу листків, які розвиваються на розгалуженнях, що й забезпечує максимальне використання сонячного світла, тепла та інших умов.

За формою стебла бувають: округлі (циліндричні) в айстрових, злакових; тригранні в осокових; чотиригранні у губоцвітих; багатогранні у щавлів; сплюснуті у багатьох пустельних рослин (в опунції з родини кактусових), деяких рдесників, тонконога та ін.; крилаті у чини; борозенчасті у татарника. Інколи в стеблі має місце ненормальний розвиток тканин, що називають *фасціацією* (від лат. *fascia* — пов'язка). Така форма стебла зустрічається в цикорію, вільхи, ясена та ін. Особливу форму стебла мають бразильські ваточники з родини баобабові (*Вот'аса-сеае*), його форма — бочкоподібна, здута.

За консистенцією стебла бувають трав'янисті, дерев'янисті (дерева, чагарники, чагарнички) і напівдерев'янисті.

Формування стебла та його анатомія

Стебло, як і листки, бере початок в апексі. Нижче апекса в стеблі за рахунок його меристем формуються постійні комплекси тканин — епідерма, первинна кора і основний (центральный) циліндр.

Спочатку розвитку рослин анатомічна структура стебла представлена первинними тканинами. Пізніше у дводольних відбуваються докорінні зміни в анатомічній структурі у зв'язку з появою вторинних меристем. В однодольних внутрішня структура, стебла залишається первинною.

Епідерма стебла звичайної будови формується з протодерми. Вона складається з однорідних щільно зімкнутих між собою клітин. Клітинні оболонки мають незначні звивини, мало продихів. Інколи епідерміс вкривається простими залозистими волосками, але вони швидко опадають.

Первинна кора стебла розташована під епідермою. Вона розвинена значно менше, ніж у корені. У клітинах зовнішнього шару первинної кори формуються хлоропласти, внаслідок чого молодий пагін набуває зеленого забарвлення. Ця частина кори виконує фотосинтезуючу функцію.

Глибші шари первинної кори мають більший розмір клітин. У клітинах цих шарів хлоропластів немає. Одночасно тут формується цілий ряд тканин залежно від виду рослин. У багатьох видів рослин розвивається механічна тканина, в інших — запасуюча, вентиляційна, видільна тощо. Окремі рослини, наприклад макові, молочайні мають добре розвинені молочні судини, а в хвойних — смоляні ходи. Поряд з формуванням постійних тканин у дводольних в первинній корі можуть закладатися вторинна бічна меристема: фелоген (корковий камбій) і бічні корені. Утворений фелогеном корок і фелодерма з часом замінюють первинну кору.

В однодольних рослин первинна кора слабо розвинена, тому в ній формування тканин утруднюється. Однак в деяких представників цього класу, наприклад драцен, на периферії стебла зберігається меристематична зона потовщення, що

зумовлює масивне розростання стовбурів цих рослин. Під епідермісом стебла або глибше (під хлоренхімою у дводольних рослин, дуже рідко в однодольних) розвивається механічна тканина — коленхіма (інколи в стеблах її немає). В одних випадках вона залягає суцільним кільцем (у пасльонових, гарбузових), в інших — групами (у моркви) або по кутах стебла (у губоцвітих). Коленхіма, яка розташована під епідермою, має хлоропласти, і одночасно з механічною функцією вона ще і фотосинтезує. Крім коленхіми в стеблах може бути й склеренхіма (у герані лучної). Механічна тканина надає міцності стеблу, а у злакових вона розвивається у його вузлах і сприяє підняттю стебла після вилягання.

Внутрішні клітини первинної кори можуть виступати в ролі, аеренхіми, якщо вони мають великі міжклітинні прошарки. Аеренхіму мають водні рослини, меншою мірою — наземна флора.

Первинна кора може виконувати й функції запасної тканини. Наприклад, у кореневищах і бульбах відкладається багато крохмалю, у стеблах кактусів та рослин родини товстолистих створюються резерви води. У первинній корі бруслини синтезується гутаперча. Клітини первинної кори можуть бути містищем виділень та збереження відповідних речовин, Наприклад солей оксалату кальцію у кореневищах купини, стеблах канатника, кенафу тощо. Смоляні ходи у хвойних, як і молочні судини у макових і молочайних, теж формуються за рахунок клітин первинної кори.

Внутрішній шар первинної кори (ендодерма) представлений одним шаром крупних клітин, який становить внутрішню межу її. Вона виконує пропускну функцію. В окремих випадках у клітинах ендодерми можуть відкладатися зерна крохмалю. Вони сприяють вертикальному положенню стебла, тобто створюють умови для розвитку в стеблі від'ємного геотропізму.

Ендодерма в стеблах порівняно з коренем розвинена слабо, особливо в наземних рослин. У водної рослинності вона розвинена краще. Її також можна виявити в стеблах злакових та деяких лілійних (холодок).

Звідси видно, що первинна кора, багатofункціональна, і тому вона не може носити назву якоїсь однієї тканини, зручніше

її називати *комплексом паренхімних клітин* з багатофункціональною основою. Це свідчить про значну пластичність та високу раціональність живої системи у максимальному використанні екологічних факторів.

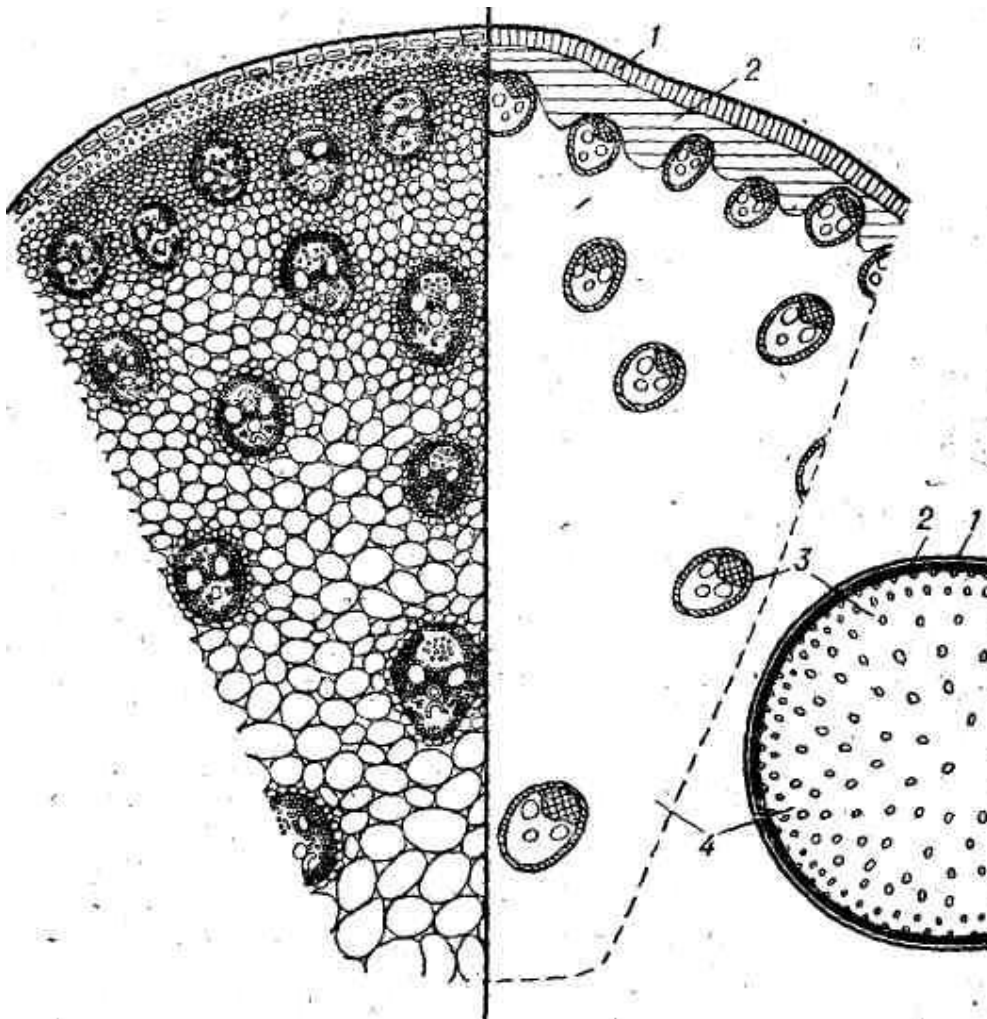
За первинною корою розташований осьовий, або центральний, циліндр (стела). Як епідерма, первинна кора, так і осьовий циліндр формуються за рахунок меристем апекса.

До складу осьового циліндра входить основна паренхіма і провідні тканини. Зовнішній шар клітин стели називають *трициклом*. Він межує з ендодермою і представлений кількома шарами клітин (у корені одним). За своєю функцією — це меристема. З її клітин можуть утворюватися первинні (періциклічні) луб'яні волокна (у льону, конопель), твірна тканина — фелоген, молочні судини (у макових, дзвоникових, та ш.), елементи флоєми — у пасльонових.

У паренхімі осьового циліндра стебла розташована первинна провідна система — флоєма і ксилема. Зароджуються провідні системи у примордіальній зоні апекса, з прокамбію під дією листових зачатків. Прокамбій закладається у вигляді суцільного шару або окремих пучків. Клітини прокамбію, поділившись кілька разів, перетворюються на постійні провідні тканини. Спочатку екзархно (в доцентровому напрямку) закладається первинна флоєма, пізніше ендархно (у відцентровому напрямку) формується первинна ксилема. Провідні елементи, які відклались першими, слабо розвинені, їх називають *протофлоємою* і *протоксилемою*. Пізніше вони замінюються більш доскональними елементами і становлять *метаксилему* і *метафлоєму*. Первинна провідна система стебла, яка формується з прокамбію, — закритого типу. З появою камбію, як вторинної меристеми, у первинній ксилемі і флоємі відбуваються вторинні зміни внаслідок нарощування вторинних елементів провідної системи.

Прокамбій, який закладається у примордіальній зоні, продукуватиме первинну ксилему і первинну флоєму у двох напрямках — вгору до листків акропетально і вниз до стебла базипетально. Таким чином, провідна система листків і стебла буде з'єднана в єдину систему. До осьового циліндра вона проходить через стеблові вузли. Якщо флоєма і ксилема пучкової

будови, тоді листкові сліди з'єднуються з провідними пучками стебла, утворюючи складні синтетичні пучки.



Стебло кукурудзи (поперечний розріз): 1 - епідерміс; 2 — механічна тканина; 3 — закритий колатеральний судинно-волокнистий пучок; 4 — основна тканина (паренхіма) стебла.

Внутрішню частину стебла займає серцевина, основою якої є великі паренхімні клітини. У клітинах серцевини можуть відкладатися продукти обміну — крохмаль (у тропічних саговників), дубильні речовини, солі оксалату кальцію (у чайного дерева, липи) і т. ін. У деяких рослин в серцевині формуються молочні судини (зонтичні, або селерові, айстрові) або каучуконосні та смоляні канали з продуктами, які утворюються під час метаболічних процесів. У багатьох випадках клітини

серцевинної паренхіми розташовані пухко, утворюючи великі міжклітинні прошарки, які часто заповнюються повітрям.

Клітини серцевини можуть функціонувати десятки років, особливо на її периферії. Цю зону називають *перимедулярною*.

У багатьох рослин (в соломині злакових, в стеблах зонтичних, айстрових та інших) серцевина руйнується. Руйнування серцевини зумовлюється різницею в більш інтенсивному рості міжвузлів, стебла і менш активним ростом клітин *серцевини*. Зустрічаються: стебла, в яких серцевина не має чітко виражених контурів і може утримувати внутрішні судинно-волоконні пучки, як наприклад у пасльонових, дзвоникових та ін.

Особливості анатомічної будови стебла однодольних

Однодольні рослини включають трав'яні й деревні форми, однорічні й багаторічні види, а також створені людиною численні сорти сільськогосподарських культур. Тому вони мають різноманітну анатомічну будову стебла.

У рослин з верхівковим ростом і виповненим стеблом (півникові, лілійні) чітко виражені епідерміс, первинна кора і центральний циліндр. Епідерміс має подовжені клітини з продихами. Коленхіма, як правило, відсутня, далі залягає хлорофілоносна паренхіма первинної кори, яка бере участь у фотосинтезі. Внутрішній шар первинної кори утворює ендодерма (крохмаленосна піхва). Глибше залягає склеренхіма, що виникає з клітин перициклу. Основну частину стебла становить серцевина, в якій безладно розміщені провідні пучки закритого колатерального типу.

Особливу будову мають стебла злаків, наприклад кукурудза. Зверху стебло вкриває один шар епідермісу з продихами. Первинна кора інколи виражена тільки вузькими прошарками хлорофілоносної паренхіми. Нерідко склеренхіма оточує ці ділянки і тоді вона знаходиться безпосередньо під епідермісом. Склеренхімне кільце перициклічного походження і складає зовнішній шар центрального циліндра. Периферійне розміщення склеренхімного кільця надає міцності високому стеблу. Найбільшу частину стебла виповнює основна паренхіма, пронизана провідними пучками (рис. 55).

Провідні пучки утворюються із прокамбіальних тяжів. Прокамбій повністю перетворюється на флоему і ксилему, без залишку в них пучкового камбію. Тому стебло потовщується, поки функціонує камбій, поки відчленовуються елементи флоєми і ксилеми. Флоєма складається із си топодібних трубок, клітин-супутниць і флоємної паренхіми. Орієнтується флоєма до периферії стебла. Ксилема складається з двох великих пористих судин, розмежованих товстостінною паренхімою, до якої прилягають кільчасто-спіральна і кільчаста судини. Під ними є порожнина розриву, а з боків — ксилемна паренхіма. Ксилема від центру підковою охоплює флоему і разом утворюють колатеральний провідний пучок. Оточує його склеренхімна піхва, через що їх називають ще судинно-волокнистими пучками.

Провідні пучки в однодольних розміщені безладно. Більші за розмірами знаходяться ближче до центру, а менші — до периферії. Їх тут більше із потужнішою склеренхімною піхвою. Подібне безладне розміщення провідних пучків зумовлено різним способом входження з листків у стебло. Ці пучки, спільні для листка і стебла, називають листковими слідами, або загальними пучками. З основи листка в стебло входить багато пучків, які розподіляються по всьому стеблу, тонші з них заглиблюються на невелику відстань від периферії і збігають вниз паралельно поверхні стебла. Більші пучки у вигляді положистих дуг проникають майже до центру, а потім проходять вниз, наближаючись до периферії стебла, де зливаються з пучками нижчерозміщених листків. Такий тип проходження пучків властивий пальмам і злакам, через що його називають пальмовим.

Рослини з інтеркалярним ростом і порожнистим стеблом (більшість злаків — пшениця, жито, ячмінь,) мають певні особливості анатомічної будови. Зверху стебло вкрите епідермісом, клітинні оболонки якого дерев'яніють під кінець вегетації. Первинна кора представлена невеликими ділянками хлорофілоносною паренхіми між провідними пучками. Коленхіма і крохмаленосна піхва відсутні. Найбільша частина соломини вповнена основною паренхімою. З розвитком стебла центральна частина її руйнується, а утворена порожнина відтісняє решту паренхіми до периферії. Провідні пучки розміщуються в зв'язку з цим в двох колах. Внутрішні пучки дещо більші із слабо

розвиненою склеренхімою, зовнішні чергуються з пучками внутрішнього кола, меншими за розміром і оточеними потужною склеренхімною піхвою. Зовнішній шар центрального циліндра представлений перициклом, з якого утворилося склеренхімне кільце. Склеренхіма, перекидаючись від одного пучка до іншого і зливаючись із склеренхімними піхвами та радіальними відгалуженнями, утворює суцільний каркас механічної тканини, яка надає стеблу міцності і протистоїть дії на згинання.

Деякі однодольні рослини (драцена, юка, алое, агава) характеризуються вторинним ростом, але він відбувається не за рахунок камбію, а внаслідок виникнення паренхімної тканини. Закладається кільце потовщення у внутрішніх шарах паренхіми кори. Внаслідок його діяльності утворюється незначна частина паренхіми і основна маса вторинної деревини, в якій формуються концентричні (амфівазальні) провідні пучки. В таких пучках ксилема представлена трахеїдами.

Вторинна будова стебла

Дводольні рослини на ранніх етапах свого розвитку мають первинну будову, але пізніше в стеблі відбуваються істотні структурні зміни, зумовлені віковим розвитком рослин, функціональними властивостями і пристосуванням рослин до умов екологічного середовища. Починаються структурні зміни в будові стебла з появою і діяльністю меристеми, насамперед камбію, а також фелогену. Оскільки до центру камбій відкладає більше спеціалізованих елементів, ніж до периферії, то в результаті виникає більше ксилеми, ніж флоєми. Таке наростання стебла в товщину викликає розростання самого камбію. Окремі його клітини діляться не тільки тангентальними, а й радіальними стінками. Утворені клітини своїми загостреними кінцями вклинюються між сусідніми і розширюють кільце камбію разом з потовщенням самого стебла.

В помірному кліматі камбій функціонує періодично; з весни його активність інтенсивніша, до кінця вегетації вона сповільнюється, а взимку цілком припиняється. Тому в багатьох деревних рослин в будові стебла виділяються річні прирости у вигляді річних кілець в деревині.

Тканини, які утворює камбій, за своїм походженням вторинні. Вони з'являються замість первинних і тим самим обумовлюють структуру вторинної будови стебла. Вся різноманітність вторинної будови стебла визначається насамперед характером закладання і функціонування камбію.

Якщо прокамбій і диференційований з нього камбій закладаються у вигляді суцільного кільця, то стебло набуває безпучкового типу будови, а якщо прокамбій, а потім камбій утворюють окремі тяжі, то й стебло набуває пучкового типу будови.

Пучковий тип будови стебла дводольних рослин характеризується утворенням провідних пучків. Визначається він ще в конусі наростання способом закладання прокамбію. Прокамбій у вигляді окремих тяжів закладається кільцем до периферії від центрального циліндра. Всі про-камбіальні тяжі диференціюються у відкриті колатеральні провідні пучки, в складі яких виділяється первинна ксилема, прошарок камбію і первинна флоема. Але, як уже раніше відзначалося, первинна будова стебла з первинними пучками зберігається тільки на ранніх етапах розвитку рослин. Згодом відбуваються вторинні зміни, які починаються з діяльності пучкового камбію. Ділячись, клітини камбію відчленовують до периферії елементи вторинної флоєми, а до центру — елементи вторинної ксилеми. Завдяки їх наростанню первинні флоєма і ксилема відтісняються до периферії і займають крайнє положення.

У більшості рослин інтенсивніша робота камбію призводить до більшого потовщення провідних пучків і стебла. Крім того, поряд з пучковим камбієм в них з'являється і міжпучковий, який формується з паренхімних клітин серцевинних променів на рівні пучкових камбіїв двох суміжних пучків. Згодом пучкові і міжпучкові камбії зливаються в єдине камбіальне кільце, яке відкладає в межах пучка вторинні ксилему і флоему, а поміж ними — паренхіму серцевидних променів. Клітини паренхіми нерідко подовжуються, а клітинні оболонки їх дерев'яніють і потовщуються так, що нагадують склеренхіму. Характерним представником - з типовою пучковою будовою стебла є Хвилівник. Перехідний тип будови стебла спостерігається у багатьох дводольних рослин. Спочатку стебло розвивається за

пучковим типом будови, подібно до вище описаного. Істотно анатомічна будова стебла змінюється з утворенням міжпучкового камбію. Формується він у паренхімі серцевинних променів на рівні пучкових камбіїв. Міжпучковий камбій, зливаючись з пучковим, утворює суцільне кільце клітин, що діляться. Особливістю міжпучкового камбію перехідного типу стебла є те, що він відкладає не тільки паренхіму серцевинних променів, як в пучковому типі будови, а й елементи вторинних флоєми і ксилеми. Нові ділянки ксилеми і флоєми згодом розростаються, майже повністю зливаються між собою і утворюють суцільні циліндри флоєми і ксилеми, розділені камбієм. При цьому стебло розвивається за безпучковим типом.

Отже, перехідний тип будови стебла поєднує пучковий, властивий молодим частинам стебла, і безпучковий, який виникає згодом на старіших нижніх частинах тієї ж рослини. Характерним об'єктом його є соняшник. Стебло його зверху вкрито шаром епідермісу. Під ним знаходиться первинна кора, яка складається з коленхіми і паренхіми. Коленхіма пластинчаста, утворена 1-3 шарами клітин з ядрами і хлоропластами. Паренхіма первинної кори багат шарова, клітини з тонким целюлозними оболонками, в зовнішніх шарах є хлоропласти.

Зовнішня частина центрального циліндра утворена відокремленими ділянками склеренхіми перициклічного походження з здерев'янілими оболонками, ця механічна тканина оточує флоєму провідного пучка, надаючи міцності стеблу.

У середині стебла залягає суцільне камбіальне кільце, яке складається з ділянок пучкового і міжпучкового камбію, що злилися між собою. Завдяки діяльності камбію розвиваються провідні пучки, але вони різні за будовою і походженням. Частина з них виникає внаслідок диференціації прокамбію і пучкового камбію; вони крупніші й складаються із первинних і вторинних ксилеми і флоєми, розділених пучковим камбієм. Решта провідних пучків утворюється міжпучковим камбієм; вони менші за розмірами і складаються тільки з вторинних флоєми і ксилеми, між якими знаходиться міжпучковий камбій.

У процесі розвитку рослини зливаються між собою не тільки пучковий і міжпучковий камбій, а й утворювані ними ксилемні і флоємні ділянки. Таким чином виникає суцільний

циліндр ксилеми, камбію і флоєми, властивих безпучковому типу будови.

На ранніх етапах розвитку рослин центральна частина стебла повністю заповнена серцевиною. З часом вона відмирає і руйнується і на її місці виникає центральна порожнина. Із її збільшенням серцевина зберігається ближче до ксилеми і між пучками у вигляді серцевинних променів.

Безпучковий тип будови стебла трав'яної рослинності формується закладанням прокамбію у вигляді суцільного кільця. Поділ його клітин зумовлює утворення суцільного циліндра послідовно первинної флоєми, камбію і первинної ксилеми, а подібна первинна будова властива тільки молодим верхівковим частинам стебла.

З утворенням камбію починаються вторинні зміни. Клітини діляться тангентально і відкладають до периферії у вигляді циліндра вторинну флоєму до центру — вторинну ксилему. Камбій також має форму багатопулкового циліндра. Прикладом безпучкового типу будови є стебло льону (рис. 59).

Стебло зверху вкривається одношаровим епідермісом з продихами. Зовнішні оболонки його клітин покриті шаром кутикули. Глибше залягає первинна кора, яка складається з паренхіми кори і крохмаленосної піхви. Коленхіма відсутня і безпосередньо під епідермісом розміщується хлорофілоносна паренхіма первинної кори. Відсутність коленхіми і пухкість хлоренхіми мають важливе практичне значення для одержання льоноволокна. Для цього його не потрібно вимочувати у воді, як коноплі, де є коленхіма. Для льону цілком достатньо вимочування у росі. Вода легко проникає крізь первинну кору і сприяє мікробіологічним процесам відокремлення луб'яних волокон від трести.

За одношаровою крохмаленосною піхвою у вигляді окремих тяжів виділяються луб'яні волокна. До центру розміщена вторинна флоєма, складена ситоподібними трубками і клітинами-супутницями. Ще далі розміщується камбій, який відкладає потужний циліндр вторинної ксилеми, що складається з правильних рядів судин, трахеїд і лібриформе. Внутрішні шари представлено первинною ксилемою, вираженими кільчастими і кільчасто-спіральними судинами.

У центрі стебла молодих рослин знаходиться серцевина. З ростом і потовщенням стебла значна її частина руйнується і на її місці утворюється центральна порожнина. Решта серцевини відтісна до первинної ксилеми і пронизує ксилему і флоему в вигляді серцевинних променів.

В анатомічній будові стебла конопель є свої особливості (рис. 60): а - в первинній корі є суцільне кільце коленхіми, яке є перешкодою для проникнення води в глибші шари і мацерації клітин; б - наявність двох кілець луб'яних волокон - зовнішнього суцільного, перициклічного за походженням, і внутрішнього, камбіального, утвореного меншими, коротшими та здерев'янілими клітинами з гіршими господарськими якостями; вторинними судинами; стебло в нижній частині покрите перидермою.

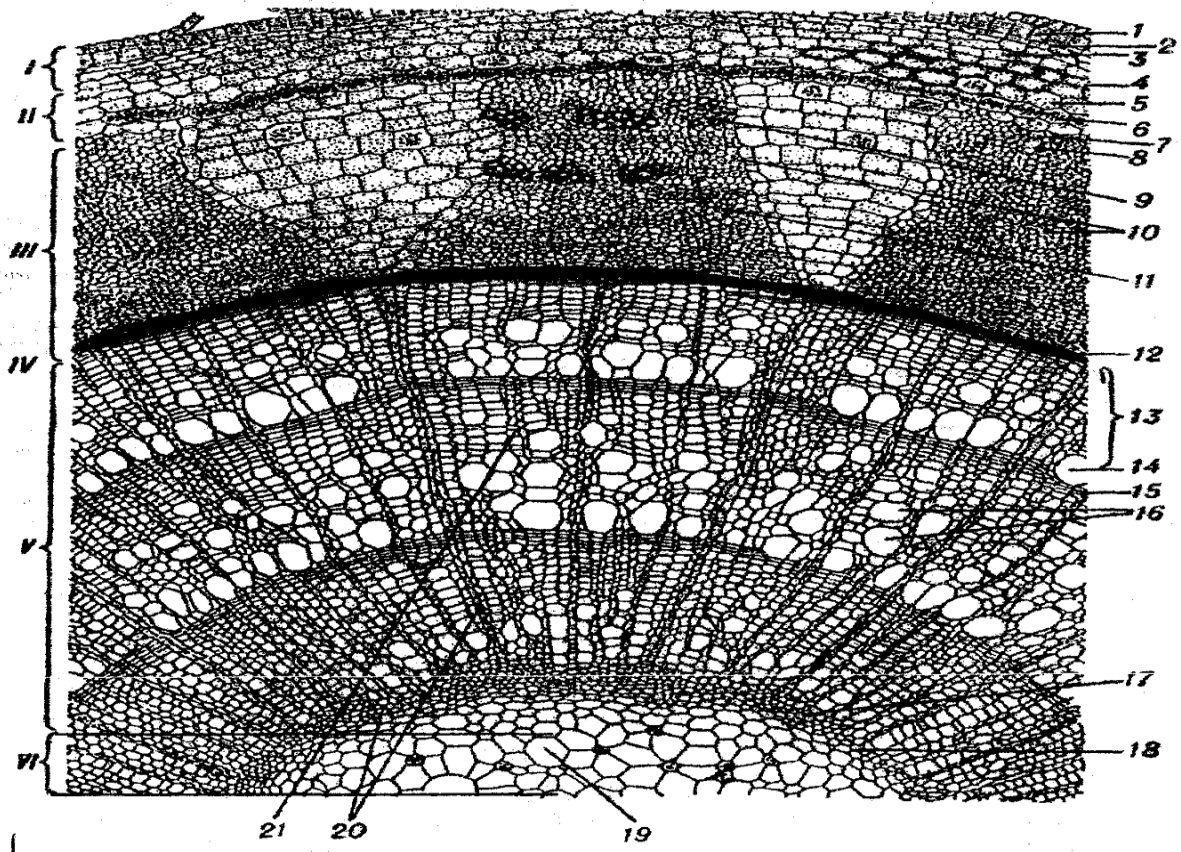
Анатомічна будова стебла багаторічних деревних рослин

Ці рослини мають характерний без пучковий тип будови стебла. У багаторічних деревних рослин надземні частини залишаються живими тривалий час, їх постійний розвиток зумовлюється наявністю меристемних тканин — камбію і фелогену, які й визначають особливості будови їх стебла. Камбій забезпечує наростання вторинних флоєми і ксилеми, а фелоген — корку і фелодерми, тобто наростання об'єму стовбура і його захист. Чудово ілюструє безпучковий тип будови стебла деревних рослин гілка липи. У структурі стебла липи виділяються ділянки неоднорідні за своїм генезисом, віком і анатомічною будовою. Тому в анатомічній будові стебла виділяють такі блоки тканин: I — перидерму, II — первинну кору, III — вторинну кору, IV — камбій, V — вторинну ксилему, VI — первинну ксилему, VII — серцевину.

I. Перидерма. Молоді стебла покриті одношаровим епідермісом з кутикулою. Але епідерміс не довговічний і вже в кінці літа замість нього з'являється корок. Виникнення корку зумовлене діяльністю фелогену, що утворився в субепідермальній тканині. Його клітини відчленовують до периферії корок, до центру — фелодерму. На гілках 2-5-річного віку корок замінюється кіркою як більш надійною захисною

тканиною. В сукупності корок, фелоген і фелодерма утворюють перший блок тканин в структурі стебла липи.

Первинна кора. Вона утворює другий блок тканин у стеблі і залягає під епідермісом молодого гілки. Зовнішню частину її складає 2-5-шарова пластинчаста коленхіма, клітини якої



Анатомічна будова стебла липи:

I - перидерма; II - первинна кора; III - вторинна кора; IV - камбій; V - вторинна деревина (ксилема); VI - серцевина; 1 - корок; 2 - фелоген; 3 - фелодерма; 4 - коленхіма; 5 - паренхіма кори; 6 - крохмаленосна піхва (ендодерма); 7 - склеренхіма; 8 - первинна флоема (паренхіма перициклічна); 9 - луб'яні волокна (твердий луб); 10 - ситовидні трубки; 11 - клітини-супутниці (10,11 - м'який луб); 12 - камбій; 13 - річне кільце; 14 - весняна деревина; 15 - осіння деревина; 16 - судини; 17 - первинна деревина; 18 - перемедулярна зона; 19 - серцевина; 20 - первинний серцевинний промінь; 21 - вторинний серцевинний промінь.

заповнені протопластом з хлоропластами. Хлоропласти містять і паренхіма первинної кори, яка утворена великими, витягнутими в горизонтальному напрямі, клітинами. Нерідко вони є місцем відкладання в запас поживних речовин. Деякі клітини містять друзи. Внутрішній шар клітин створює крохмаленосна піхва із запасним крохмалем, який збалансовує наростання зовнішніх і внутрішніх тканин.

Вторинна кора. За крохмаленосною піхвою починається центральний циліндр. Зовнішній шар його — перицикл, який над ділянками вторинної флоєми утворює склеренхіму із здерев'янілими оболонками. Глибше розміщена вторинна кора, або флоєма. За походженням вона є продуктом життєдіяльності камбію. Протягом тривалого життя рослини відкладається потужна вторинна флоєма у вигляді трапецієподібних ділянок. За своєю природою вона неоднорідна і складається із твердої та м'якої флоєми. Тверда флоєма утворюється луб'яними волокнами, оболонки яких частково дерев'яніють. Луб'яні волокна відзначаються високою міцністю і здатні витримувати великі навантаження на згинанні і в поєднанні з внутрішніми механічними тканинами забезпечують високу міцність стебла деревних рослин.

М'яка флоєма складається з ситоподібних трубок, клітин-супутниць і флоємної паренхіми. По ситоподібних трубках від листків до місць споживання і відкладання в запас по низхідній течії переміщуються поживні речовини. В флоємній паренхімі на зиму відкладаються запасні поживні речовини.

Тверда і м'яка флоєми чергуються між собою, але їх відкладення не відповідає річним приростам, бо протягом року виникає по кілька шарів.

Трапецієподібні ділянки вторинної флоєми розділяють частини первинних серцевинних променів. Первинними називають такі серцевинні промені, які пронизують тканини стебла від флоєми до серцевини. По них переміщуються поживні речовини в горизонтальному напрямі.

IV. Камбій. У багаторічних деревних рослин камбій має вигляд суцільного кільця подільних клітин. Діляться вони тангентально: материнська клітина утворює дві дочірні, одна з яких залишається і функціонує як твірна, й інша спеціалізується

як елемент ксилеми або флоєми. Так працює камбій протягом вегетації. Оскільки клітини відкладаються радіальними рядами, то з наростанням маси деревини, а її виникає більше, ніж флоєми, то час від часу камбіальні клітини діляться радіально або сквозним способом, вклинюючись між сусідні клітини, і розширюють кільце камбію. Специфікою камбію є те, що морфологічно та генетично однорідні його клітини утворюють чисельні неоднорідні елементи вторинної ксилеми і вторинної флоєми, які поєднуючись з клітинами інших блоків тканин в єдину систему, забезпечують існування і стійкість такої складної і довготривалої споруди, якою є деревна рослина.

До центру камбій відкладає тільки вторинну ксилему або деревину. ; Основну масу її становлять судини і трахеїди, які є провідними елементами і лише частково виконують механічну функцію. Це, звичайно, досконалі драбинчасті і пористі судини. В центрі містяться також спіральні і кільчасті судини як залишки первинної ксилеми.

V. Вторинна ксилема. Механічна тканина ксилеми представлена лібриформом (деревинними волокнами). Його клітини прозенхімні з дуже потовщеними здерев'янілими оболонками. Наявність в стеблі значної кількості лібриформу зумовлює твердість порід, міцність і високі паливні якості деревини.

До ксилеми входить і основна деревинна паренхіма, яка рівномірно розподіляється між іншими елементами (дифузно) або навколо трахеїд чи судин. Вона відзначається частковим здерев'янінням клітин і зберігає живий вміст, є місцем запасання поживних речовин.

У ксилемі містяться вторинні серцевинні промені, які виникають; одночасно з наростанням деревини. Ці промені не досягають серцевини, губляться в ксилемі.

Отже, ксилема складається з провідних, механічних і основних тканин, щільність яких різна в окремих видів рослин.

Особливістю камбію багаторічних деревних рослин є не тільки періодичність, але й ритмічність його роботи. Особливо інтенсивно він ділиться весною і відкладає тонкостінні, великопористі судини. Утворення значної кількості цих судин навесні забезпечує приплив великої кількості води і розчинених в ній

поживних речовин до бруньок і листків, що розвиваються. Цю частину ксилеми називають весняною деревиною. Вона має пухку консистенцію.

У другій половині літа активність камбію послаблюється і він відчленовує товстостінні дрібнопористі елементи. Більша частина з них належить трахеїдам, які тут виконують не стільки провідну, скільки механічну функцію. Ця частина ксилеми щільна і називається осінньою деревиною.

Відкладена протягом року ксилема включає весняну й осінню і утворює річне кільце деревини. Оскільки ж осіння деревина минулого року і весняна поточного чітко різняться, то за річними кільцями можна визначити вік рослини.

VI. Первинна ксилема. Внутрішнє кільце деревини складає первинна ксилема, яка лише частково зберігається у вигляді кільчастих і спіральних судин та здавленої, недіальної ксилемної паренхіми. З віком вона руйнується разом з прилеглою серцевиною і тоді в стовбурі виникає дупло.

VII. Серцевина. Центральну частину стебла займає серцевина. Клітини її великі, багатокутні, з тонкими оболонками, часто є місцем запасання поживних речовин. З віком вони руйнуються і посередині виникає порожнина, дупло.

З часом настають вікові зміни в стеблі деревних порід. На другий рік, наприклад, з'являється корок, а через деякий час — кірка, яка наростає за рахунок відкладання все нових шарів корку, а він в свою чергу закладається в глибших шарах первинної чи навіть вторинної кори. Ізольовані прошарком корку ділянки тканин, позбавлені доступу води і мінеральних поживних речовин, відмирають. В результаті щорічного наростання відмираючих тканин зростає потужність кірки. Під силою тиску наростаючої деревини в ній з'являються тріщини, через які внутрішні тканини сполучаються з навколишнім середовищем.

Зміни відбуваються і в деревині. На дев'ятий-десятий рік клітини деревини дуба в центрі стебла втрачають здатність проводити воду і поживні речовини, внаслідок затилювання судин. Тили нагромаджують дубильні речовини, ефірну олію, камеді. У вишні, клена, берези судини закупорюються мінеральними й органічними речовинами, в сосни заповнюються живицею. В результаті деревина змінюється; вона стає бурою чи

коричневою. Таку деревину називають ядровою. Вона стійка проти пошкодження грибами і бактеріями, надає високої міцності рослинам.

Зовнішня частина деревини біла, продовжує функціонувати. Судини і трахеїди її не закупорюються і проводять воду та мінеральні солі. Таку деревину називають заболонною. У верби, липи, тополі деревина представлена здебільшого заболонною і тільки частково ядровою, оскільки більша частина останньої руйнується і стебло стає дуплистим.

2.4. Культурні рослини

Польова рослинність

Польова рослинність з'явилася з часів створення нових видів і форм рослин та запровадження їх в культуру. З тих пір вона заповнила всі континенти і регіони і зберігає тенденцію до її розширення і в майбутньому. Нині вона досягла такого розвитку, що в рослинному покриві виникає дисбаланс між польовою і природною рослинністю. Зусилля людини тепер спрямовується на те, щоб, зберегти біорізноманіття і відродити їх співвідношення до рівня екологічної безпеки.

Польова рослинність - це сукупність видів і утворених агрофітоценозів вирощуваних на оброблюваних полях і підтримуваних у своєму розвитку цілеспрямованою діяльністю людини з метою отримання рослинницької продукції для задоволення потреб суспільства продуктами харчування, а виробництва - необхідною сировиною. Разом з тим, вона зберігає спільні структурні, флористичні та еколого-ценотичні кількісні та якісні властивості й ознаки, притаманні для природних і культурних фітоценозів.

Польова рослинність дуже різноманітна за тривалістю використання культури, за набором культур, характером їх біологічних особливостей, технологією вирощування, предметом одержання продукції, господарським використанням тощо. Тому вони потребують різних термінів та норм висіву, відмінної агротехніки та догляду за культурами, застосування технічних засобів обробітку та збирання. У зв'язку з цим у складі польової

рослинності виділяються неоднорідні за своєю природою агрофітоценози.

Польова рослинність за віком наймолодша, хоча витoki її виникнення датуються 2-4-тисячолітньою (і навіть 7 тисячолітньою) давністю. З тих пір вона поширилася на всіх континентах і просунулася високо в гори. Причиною цьому була титанічна робота людини, яка збирала і відбирала у природи крупинки окультуреності і створювала нові види, сорти та гібриди.

В результаті довготривалої селекційної роботи з'явилися якісно нові види рослин, які відрізняються від своїх родичів як своєю природою, так і агротехнікою вирощування, що робить їх нежиттєздатними в дикій природі. Вони нормально розвиваються тільки завдяки цілеспрямованій господарській діяльності людини. В структурі агрофітоценозів України провідне місце посідають зернові, а серед них - посіви однієї з найважливіших продовольчих культур - пшениці м'якої, репрезентованої чисельними озимими і ярими, остистими і безостистими сортами. Оптимальними умовами для їх вирощування є райони Степової та Лісостепової зон, де вони відзначаються високою продуктивністю і якістю зерна.

Другою важливою продовольчою і фуражною культурою є кукурудза яка культивується в усіх регіонах України. Вона представлена великою кількістю гібридів і відзначається високою продуктивністю зеленої маси і зерна, особливо на багатих чорноземних ґрунтах.

У передгірських районах Карпат в структурі посівних площ значне місце займає жито посівне. Традиційно тут зосереджені найбільші площі, оскільки для його розвитку склалися оптимальні умови родючості та кислотності ґрунту в поєднанні з тепловим і водним режимом.

За останні десятиліття в структурі польової рослинності помітно зростає посівна площа тритикале, яка відзначається кращою продуктивністю та якістю зерна, порівняно з житом.

Важливою продовольчою культурою є також ячмінь звичайний - дворядний, який широко культивується в південних районах Лісостепової і Степової зон та інших регіонах країни.

У Криму і в Степовій зоні на поливних землях вирощується рис посівний як круп'яна культура, в Карпатах - овес посівний півдні країни вирощують сорго поникле як харчову або кормову та технічну культуру.

Технічні культури. Із технічних культур в складі польової рослинності провідне положення займають цукрові буряки, які вирощують в Лісостеповій зоні на мільйонах гектарів родючих чорноземів. Не дарма цю зону називають зоною бурякосіяння. Тут сформувались оптимальні ґрунтово-кліматичні умови для вирощування і, за високої технології, отримують до 500-800 ц/га коренеплодів. Зусиллями українських вчених виведено одноросткові сорти цієї культури, що дало змогу вдосконалити технологію їх вирощування та підвищити цукристість коренеплодів.

Другою цінною технічною культурою в Україні є соняшник однорічний, поширений здебільшого в Лісостеповій та Степовій зонах, хоча практично вирощується в усіх регіонах країни. Соняшник є цінною олійною культурою, продукція якої знаходить широке використання в житті людини.

Важливою культурою є також льон-довгунець. Ця культура представлена чисельними сортами, які виведені від материнських сортів різного походження: індійсько-сомалійського, єгипетського і середземноморського. Вона була відома 5-7 тисяч років до н.е. а Ассирії, Палестині та Вавілоні. Це однорічна рослина, кращі сорти якої містять до 25-28% льоно-волокна, а насіння - 35-39% цінної олії. За цими показниками льон-довгунець дотепер високо ціниться і широко вирощується в поліських і північних лісостепових районах та на Прикарпатті.

Овочеві культури. Це трав'янисті рослини, які вирощують, щоб одержати їхні соковиті частини - овочі. Овочеві культури займають значне місце в структурі посівних площ і відіграють істотну роль в виробництві продуктів харчування. Вони є необхідним компонентом щоденного споживання у свіжому або консервованому вигляді. Багато з них є джерелом вітамінів, антибіотиків, цукрів, жирів, фізіологічно активних речовин, солей, необхідних для нормального функціонування організму людини. Тому овочеві культури широко культивуються як для власного споживання, так і для промислової переробки.

Овочеві культури належать до 10 основних родин. Найпоширеніші види з родини капустяних. До них належать різні форми капусти городньої, брукви, ріпи, редьки посівної, редису, хріну, крес-салату.

В культурі особливого поширення набула капуста городня білоголова. Це дворічна рослина, яка в перший рік має низьке голе стебло з укороченими чисельними меживузлями і почергово розміщеними широкими сизуватими листками, щільно укладеними в тверду голівку. На другий рік розвивається квітуче стебло. В Європі часто культивують капусту савойську, брюссельську, цвітну, броколі та інші, які широко використовуються як харчові або кормові, завдяки вмісту значної кількості цінних поживних речовин.

Із родини селерових вирощують як овочеві або пряні культури: пастернак, кріп, петрушку, фенхель, коріандр та інші. Дуже поширена в культурі морква посівна. Це дворічна культура, яка в перший рік утворює коренеплід, а наступного року високе облісне стебло, квіти та плоди. Рослину вирощують задля коренеплодів, які накопичують велику кількість цукрів, сирого протеїну, пектинових речовин, клітковини, В-каротину, макро- і мікроелементів, що робить їх поживними.

У структурі польової рослинності помітне місце посідають представники родини гарбузових: гарбузи, кабачки, патисони, огірки, дині, кавуни. Особливо широко в Степовій і Лісостеповій зонах культивуються кавуни, завдяки вмісту цінних поживних та лікувальних речовин і властивостей. Важливе значення має також культура огірків, що повсюдно вирощуються для споживання і свіжому та консервованому вигляді.

Із представників родини пасльонових широко культивуються такі культури як помідори, перець стручковий, баклажани, фізаліс або мексиканський помідор.

Серед овочевих культур помітне місце посідають представники родини бобових, насамперед, боби, квасоля, горох. В Україні вирощуються останні дві культури. Ці рослини не тільки накопичують цінні білкові речовини, що роблять їх поживними, але й завдяки здатності зв'язувати атомарний азот повітря з участю симбіотичних бактерій, що населяють кореневу

систему, збагачувати ґрунт на азотні сполуки і служити попередником інших культур у сівозміні.

Із родини лілійних найбільш поширеними є цибуля ріпчаста і часник. Ці рослини не лише багаті на вітаміни, але й на антибіотики, які необхідні для нормального функціонування організму людини.

Із інших родин з групи овочевих польових культур згадаємо такі як айстрові, які представлені такими культурами як салат, цикорій, артишок; лободові: цукрові та столові буряки, шпинат; гречкові, ревінь; тонконогові: кукурудза та ін.

Запитання для самоконтролю

1. Які органи називаються вегетативними?
2. Назвіть функції кореня.
3. Охарактеризуйте зони коріння на повздовжньому зрізі.

Які особливості первинної анатомічної будови однодольних рослин?

4. Які особливості вторинної анатомічної будови кореню дводольних рослин?

5. Які рослини мають стрижневу, які мичкувату кореневу систему?

6. Особливості будови стебел деревних рослин.

7. Утворення річних кілець деревини.

8. Назвіть метаморфози кореня, стебла.

9. Мікориза, її значення в житті рослин і в підвищенні родючості ґрунту.

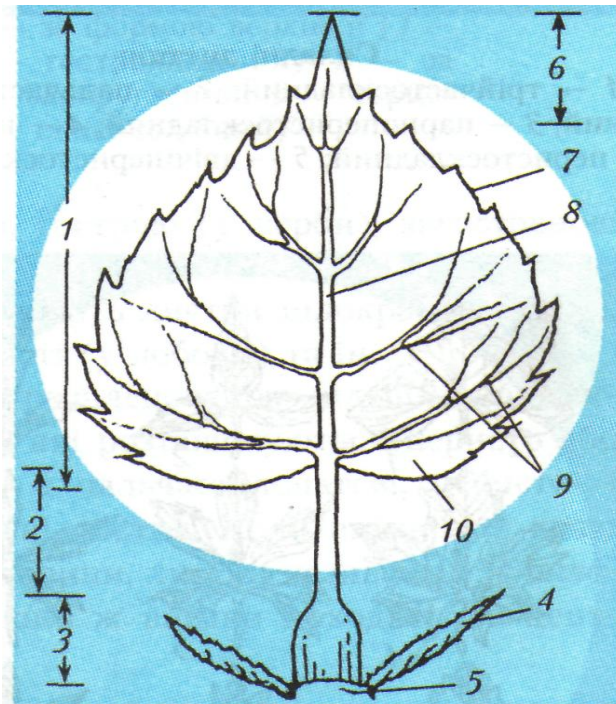
10. На які групи поділяються культурні рослини.

3. Листок, його будова та функції

План

- 3.1. Морфологічна та анатомічна будова листка.
- 3.2. Процеси, що проходять у листку: фотосинтез, дихання, транспірація.
- 3.3. Вплив екологічних факторів на зовнішню та внутрішню будову листка.
- 3.4. Тривалість життя листків. Листопад.

3.1. Морфологічна та анатомічна будова листка.



Будова простого листка:

- 1 – листкова пластинка; 2 – черешок; 3 – піхва; 4 – прилистки; 5 – основа листка; 6 – верхівка листової пластинки; 7 – край листової пластинки; 8 – середня жилка; 9 – бічні жилки; 10 – основа листової пластинки

частина. Однак швидко ріст верхівки припиняється. Продовжується ріст листка за рахунок нижньої частини, за винятком деяких папоротей, дводольних, у яких верхівковий ріст зберігається.

Роль листка в житті рослини зводиться до трьох основних функцій — фотосинтезу, транспірації та газообміну.

Поява листка як основного органа свідчить про більш високий рівень розвитку рослинних форм.

Листок зароджується на верхівці пагона (апексі) в примордіальній зоні у вигляді горбочків. Спочатку горбочок представлений ембріональною меристематичною тканиною.

З часом відбувається розмежування майбутнього листка на верхню та нижню його частини. Інтенсивність росту їх різна. Спочатку більш, активно росте верхня

Послідовність диференціації горбочка така: спочатку з'являються прилистки, потім — пластинка. Черешок диференціюється пізніше. Спочатку відображено ріст меристематичного горбочка, за ним розпочинається диференціація на верхню та нижню його частину. Поява черешка спостерігається перед виходом його з листового зачатка. У наступні етапи поза брунькою значно активізується розвиток пластинки і черешка. Формування листка закінчується під дією крайової та вставної меристем. Однак у деяких рослин ріст його продовжується багато років. Наприклад, у вельвічії дивної, яка росте в Африці (південно-західна тропічна зона), утворюється лише два листки. Наростають вони своєю основою протягом всього життя рослини. Одночасно верхівкова частина поступово старіє і відмирає. І так триває 100 і більше років, тобто стільки, скільки живе рослина.

У складних та глибокорозсічених листків зачатки сегментів наростають у напрямку від центральної жилки до країв листка, а послідовність їх формування або акропетальна (знизу вгору), або базипетальна (згори вниз). Акропетально нарощуються сегменти у моркви, бегонії, бобів; базипетально — у синюхи, шипшини та інших видів.

У деяких рослин листовая пластинка формується в іншому Плані. У кульбаби. частинки листка наростають від середньої частини пластинки до верхівки і до основи, тобто дивергентно. Виділяється ще *паралельний тип* — у тютюну, черемхи. У цих рослин елементи листка закладаються одночасно в зоні центральної жилки.

Першопочатково листки закладаються в зародку — зародкові листки, а наступні формуються в бруньках як основного, так і бічних пагонів.

Листок — бічний плагіотропний орган пагона з обмеженим ростом. Основною частиною листка є його пластинка. Крім пластинки в значній частині листків розвивається ще й черешок, з допомогою якого листок прикріплюється до стебла.

Черешок виконує опорну і провідну функції. Крім того, він орієнтує листок у просторі. Черешки відіграють важливу роль в утворенні листової мозаїки — такого розташування листків на

пагоні, коли вони не затіняють один одного. Листки без черешків називають сидячими (у гвоздики, кукурудзи).

Листки без черешків називають *сидячими*.

Основою називають нижню, з'єднану зі стеблом частину листка. Іноді вона майже непомітна або має вигляд невеликого потовщення. Часто основа листка розростається, у деяких рослин нижня частина листка розширюючись утворює *півхву*, яка охоплює стебло (злаки, осоки, деякі селерові та ш.). Півхва захищає пазушні бруньки та інтеркалярну меристему від пошкодження та дії несприятливих факторів.

Листки верби, фіалки, конюшини, гороху, чини, робінії мають добре розвинені прилистки, які нагадують форму невеликих листків, колючок, листоподібних утворень тощо. Листкоподібні форми прилисток фотосинтезують, колючі — захищають рослини від поїдання тваринами. У деяких рослин, наприклад у дуба, берези, черемхи, яблуні, вони після розкривання бруньок швидко опадають.

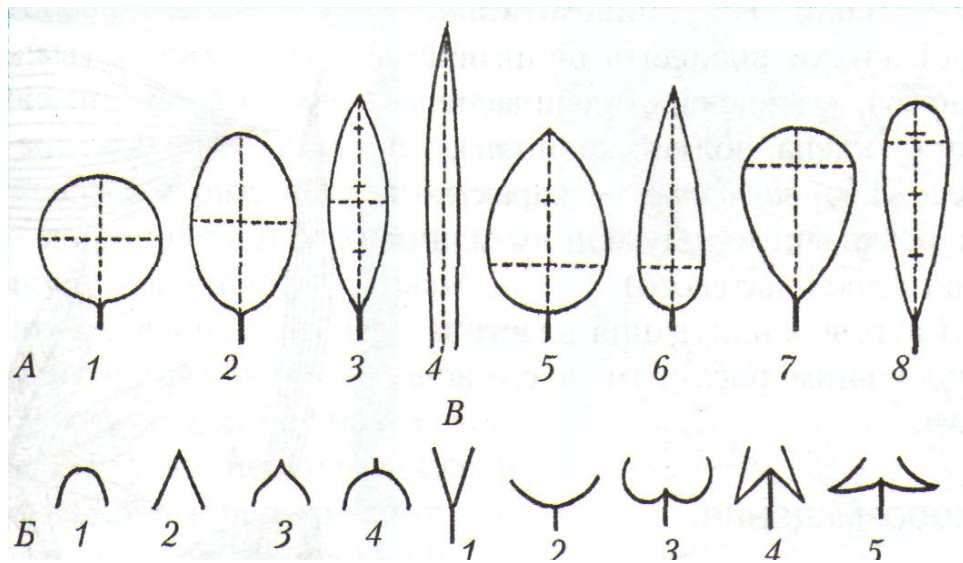
На листках злаків при переході з півхви на пластинку є *язичок* і *вушка*. Вони є видовою ознакою. Наприклад, у вівса добре розвинений язичок, а в ячменю вушка. Язичок захищає від попадання води до пазухи, листка, під час дощів. Вушка, якщо вони добре розвинені, охоплюють стебло і цим фіксують верхню частину півхви навколо стебла.

Розміри листків коливаються від 3 до 10 см., а у деяких пальм сягають 20 м.

За великою морфологічною різноманітністю форм всі листки поділяють на дві групи: прості й складні.

Прості листки

Залежно від форми пластинки простого листка, розпізнають два його типи з нерозчленованою і розчленованою пластинкою. До першого типу належить голчастий, лінійний, довгастий, ланцетний, оберненоланцетний, овальний, або еліптичний, округлий, лопатевий, ромбічний, яйцеподібний, оберненоланцетноподібний, дельтоподібний, щитоподібний, серцеподібний, ниркоподібний, стрілоподібний, списоподібний, ліроподібний.



Зовнішній вигляд листків:

A – за формою пластинки (1 – круглий; 2 – овальний; 3 – довгастий; 4 – лінійний; 5 – яйцеподібний; 6 – ланцетний; 7 – обернено яйцеподібний; 8 – обернено ланцетний); B – за формою верхівки (1 – тупий; 2 – гострий; 3 – загострений; 4 – гострокінцевий); B – за формою основи (1 – клиноподібний; 2 – заокруглений; 3 – серцеподібний; 4 – стрілоподібний; 5 – списоподібний)

З переліку простих нерозчленованих листків видно, що назви їхніх форм походять від назв відповідного предмета (голчастий) або геометричного тіла (ромбічний), чи органа тварин (серцеподібний, ниркоподібний).

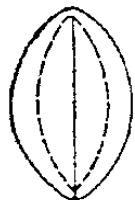
Прості листки другого типу називають *розчленованими*. Залежно від глибини розчленування виділяють такі форми: *лопатеві, роздільні і розсічені* — майже з повністю розчленованою пластинкою, що доходить до центральної жилки чи основи листка.

За формою розчленувань можуть бути *пірчасті, трійчасті, пальчасті*. Кожна із 3 груп листків (пірчаста, трійчаста, пальчаста) утворює по 3 форми. Наприклад, з групи пірчастих листків виділяють пірчاستолопатеві пірчастороздільні та пірчасторозсічені. Трійчасті листки розділяються на трійчاستолопатеві, трійчастороздільні, трійчасторозсічені. Таку класифікацію мають і пальчасті листки.

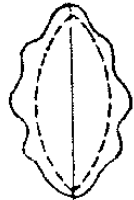
Своєрідна форма листків у картоплі. За формою вони пірчасті з розсіченою пластинкою. Однак розчленування неоднакове. Великі долі чергуються з меншими дольками а останні — з дольками. Такий листок називають непарно-

РОЗЧЛЕНУВАННЯ ЛИСТОВОЇ ПЛАСТИНКИ

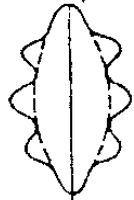
а) Перисто-



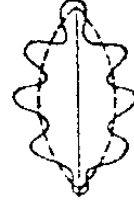
Цілісний



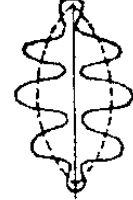
Надрізаний



Лопатевий

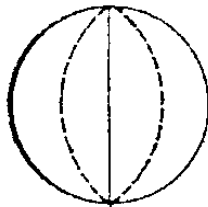


Роздільний

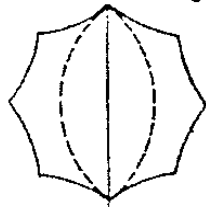


Розсічений

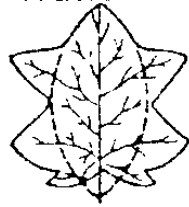
б) Пальчато-



Цілісний



Надрізаний



Лопатевий



Роздільний



Розсічений

СКЛАДНІ ЛИСТКИ



Трійчастий



Пальчастний



Непарно-перистий



Парно-перистий



Переривчато-перистий



Тричі-перистий

переривчато-пірчасто-розсіченим. Ще більш розчленована листкова пластинка у полину, це багатократно-пірчасторозсічена форма.

Складні листки

Характерним для складних листків є те, що вони мають по кілька листкових пластинок які прикріплюються своїми черешками до загального черешка. Кожен такий листочок з черешком нагадує ніби форму простого листка і може відпадати окремо. У трав'янистих рослин в кінці вегетації листки відмирають разом з стеблом.

За розташуванням листочків складні листки бувають пірчотоскладні, пальчатоскладні і трійчастоскладні. До пірчотоскладних належать: а) непарно-пірчотоскладні, в яких на верхівці є непарний листочок (нут, робінія), б) парно-

пiрчастоскладнi (однопарно-пiрчастоскладнi) у чини, дврцарно-пiрчастоскладнi у бобiв, багатркратно-пiрчастоскладнi (у вики); в) двiчiпiрчастоскладнi (в орляка); г) тричiпiрчастоскладнi (у рутвицi); д) трiйчастоскладнi (у конюшини, квасолi , соi).

У пальчастоскладних листкiв листочки прикрiплюються до верхiвки основного черешка i розмiщуються радiально в однiй площинi, як пальцi на руках. Сюди належать листки гiркокаштана звичайного, люпину.

Жилкування листка

Жилка — це судинно-провiдний пучок, який забезпечує його водою, мiнеральними речовинами, вiдводить синтезованi в листку органiчнi речовини до iнших органiв рослини. Жилки є також опорою для паренхіми листка.

За характером галуження розрiзняють такi типи: *паралельне*, коли жилки розташованi вздовж листка паралельно, у злакових ; *дугове* у купини конвалiї, подорожника, при цьому жилки розташованi дужкоподiбно, внизу i зверху листка вони зближуються; *пальчастосiтчасте* у клена; *пiрчастосiтчасте*, коли видiляється центральна жилка, вiд якої вiдходять бiчнi, меншої товщини, якi, в свою чергу, неодноразово галузяться, утворюючи цiлу сiтку дрiбних жилок (в'яз, кропива); *дихотомiчне*, представлене вилчастим розгалуженням жилок, воно має мiсце у гiнрго — представника широколистяних голонасiнних рослин.

Деякi вченi видiляють ще й просте жилкування, коли в листку розвивається лише одна жилка, у мохiв, плаунiв, голонасiнних, а з покритонасiнних — у елодеї.

Найбiльш поширена сiтчаста форма жилкування (пiрчастосiтчасте та пальчастосiтчасте). Такий тип жилкування мають дводольнi. Паралельне та дугоподiбне жилкування властиве для однодольних. У деяких випадках дугоподiбна, форма жилок зустрiчається i в дводольних — у подорожника.

Просте i дихотомiчне жилкування вважають найпримiтивнiшим, воно було досить поширене в рослин минулих епох.

Типи листкорозміщення

Листкорозміщення — це розташування листків на стеблі у певному порядку. Виділяють такі основні типи листкорозміщення:

- почергове, або спіральне — коли з кожного вузла відходить лише один листок, а основи послідовно розміщених листків можна з'єднати умовною спіральною лінією (у верби, яблуні, пшениці);

- супротивне — коли з кожного вузла відходить по два листки, розташовані один проти одного, причому листки двох сусідніх міжвузлів розміщені хрестоподібно, щоб верхня пара не затінювала нижню (у м'яти, гвоздики, бузку);

- кільчасте, або мутовчасте — коли з кожного вузла відходить по три і більше листків (у воронячого ока, елодеї).

Найпоширенішим у природі є почергове (спіральне) листкорозміщення. Часто на пагонах деревних і трав'янистих рослин пластинки усіх листків розміщуються горизонтально, причому так, щоб не затінювати один одного. Таке листкорозміщення називають листковою мозаїкою.

Мозаїчне розміщення листків мають плющ, герань, граб, липа та ін.

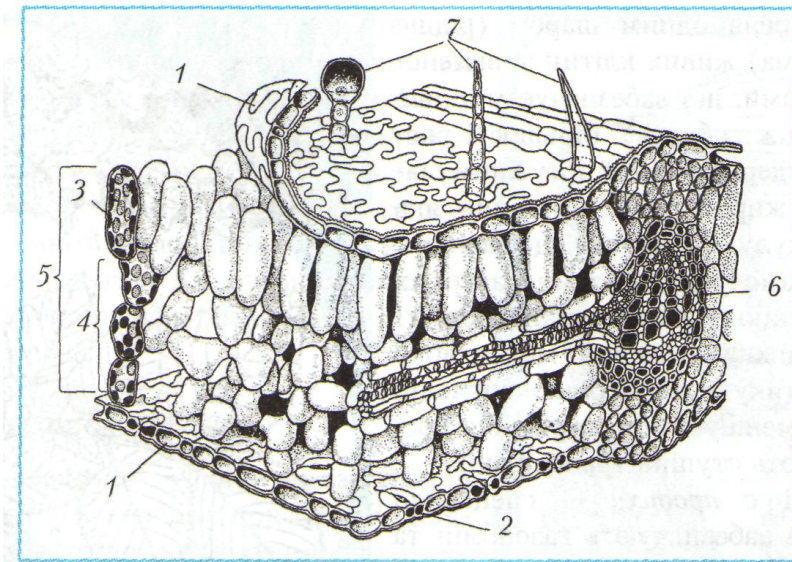
Анатомічна будова листка

Анатомічна структура листка зумовлена його функціональністю, яка зводиться до забезпечення фотосинтезу, газообміну і транспірації. У зв'язку з цим у листку добре розвинена фотосинтезуюча тканина — мезофіл і система провітрювання (газообміну).

Оскільки листок дорзовентральний, тобто верхній і нижній боки виконують різні функції, то будова їх різна. Апаратами фотосинтезу є хлоропласти (хлорофілові зерна). Завдяки наявності у них відповідних пігментів вони затримують частину променів сонячного спектра, особливо червоних променів. Синтезована хлорофілом сонячна енергія створює умови для окислювально-відновних процесів, у результаті яких і утворюються вуглеводи.

Мезофіл — основна тканина листка. Клітини мезофілу неоднорідні. Шар клітин, який прилягає до верхнього епідермісу,

називають *палісадною*, або *стовпчастою*, *хлоренхімою* (тканина, в клітинах якої містяться хлоропласти). Якщо листок інтенсивно освітлюється з обох сторін, тоді палісадна тканина формується її на морфологічно нижньому боці його. Під нижнім епідермісом розташована *губчаста* тканина з великими міжклітинними прошарками.



Схематичне зображення частини листкової пластини: 1 – епідерма; 2 – діафрагма; 3 – стовпчаста паренхіма; 4 – губчаста паренхіма; 5 – мезофіл; 6 – судинно-волокнистий пучок; 7 – волоски

Фотосинтезуючу функцію виконує палісадна хлоренхіма. Її клітини витягнуті перпендикулярно до поверхні епідермісу. Це створює кращі умови для дотику світла до хлорофілових зерен. Сонячне світло не лише віддає частину свого спектра, а й спричинює рухи

хлоропластів.

Коли прямі сонячні промені падають на листок, хлоропласти при цьому розміщуються вздовж оболонок стовпчастих клітин. Це застерігає їх від руйнівної дії яскравого світла. Увечері і вночі хлорофілові зерна розподіляються по всій клітині, що сприяє ефективнішому використанню розсіяного світла, тому листки увечері зеленіші, ніж удень.

Клітини стовпчастої хлоренхіми залежно від природи рослин і сили освітлення розташовані в один, два і більше шарів. Наприклад, світлові листки мають два-три шари. У міру зменшення напруги освітлення кількість рядів клітин зменшується, а в тіньових листків окремих видів рослин стовпчастої хлоренхіми взагалі немає (у квасениці).

У клітинах губчастої паренхіми менше хлорофілових зерен, і тому вона не має відповідного значення для фотосинтезу. Головка її функція пов'язана з газообміном і транспірацією. Процеси обміну з навколишнім середовищем здійснюються через продихи. Цим забезпечується вільне надходження повітря до листка ззовні.

Міжклітинники має й палисадна хлоренхіма, але вони значно менші, ніж у губчастої тканини.

Обмін газів у листку зумовлюється законами дифузії. Вдень, коли відбувається фотосинтез, всередині листка, не зважаючи на активність дихання, концентрація вуглекислого газу зменшується порівняно з зовнішнім повітрям, бо він витрачається на утворення вуглеводів. Тому CO_2 дифундує крізь продихи до міжклітинників губчастої хлоренхіми, а звідти — у клітини. Одночасно, з листків виділяється кисень, який вивільнився у процесі фотосинтезу. Вночі відбуваються зворотні процеси. У зв'язку з тим що фотосинтез у цей час не спостерігається, то й поглинання вуглекислого газу не відбувається. Наявність його в листках зростає за рахунок дихання, і тому він у значній кількості виділяється з листків. Вночі у приміщенні, де багато кімнатних рослин, концентрація вуглекислого газу підвищується.

Покривна тканина листка

Зовні листок вкритий епідермою. Епідерма вкриває не лише пластинку листка, а й черешок. На листку вона здебільшого багат шарова, рідше 2-5-шарова.

Клітини епідерми того самого листка різні за формою і мають неоднакове потовщення клітинних оболонок. На нижньому його, боці вони дрібніші і більш звивисті, ніж на верхньому. Клітинні оболонки верхньої епідерми значно потовщені порівняно з нижньою епідермою.

Наявність в листку гіподерми пов'язана з водозапасаючою функцією, а також з виконанням і механічних функцій.

Клітини епідерми живі, щільно з'єднані між собою, мають не лише цитоплазму, а й ядро, інколи — лейкопласти та вакуолі. Хлоропластів здебільшого немає, що створює кращі умови для проникнення світла до фотосинтезуючої тканини листка. Однак деякі тіньові та водні рослини в епідермісі мають хлоропласти.

Вони містяться також у клітинах покривної тканини листка папоротей,

Провідна система та арматура листка

Провідна система листка представлена жилками. Головні розгалуження жилок зв'язані з листовими слідами. *Листковий слід* — це сукупність всіх судинно-волокнистих пучків листка, який бере початок від його основи і поширюється по стеблу до з'єднання з провідною системою осьового циліндра чи стебловими пучками. Таким чином, провідна система листка і стебла становить єдину систему.

Провідні пучки (жилки) — колатеральні, здебільшого закриті, бо в них немає камбію. Інколи у крупних пучках листка дводольних проявляється камбій, але він пасивний і майже не формує вторинних гістологічних елементів.

У міру розгалуження крупних провідних пучків відбувається спрощення їхньої будови. У ксилемній системі зменшується кількість провідних елементів, поступово зникають трахеї, їхнє місце займають трахеїди, кількість яких теж зменшується до одного — двох елементів.

Щодо флоєми, то тут спочатку скорочується кількість ситовидних трубок і супровідних клітин, аж до однієї супровідної клітини.

У найтонших розгалужених пучках провідні елементи флоєми не диференціюються, замість них залишається лише паренхіма. Таким чином, наитонші розгалуження являють собою неповні пучки у них немає флоєми.

Дрібні бічні розгалуження оточені спеціальними паренхімними клітинами, які називають *обкладовими* клітинами. В обкладових клітин не розвиваються хлоропласти. Ці клітини більші за хлоренхіми, розташовані вони щільно, інколи на їхніх радіальних клітинних оболонках відкладаються *плями Ксіспарі*. Така будова обкладових клітин нагадує будову клітин ендодерми, тобто функція їх збігається з функцією ендодерми. Обкладові клітини передають продукти фотосинтезу, які надходять від збираючих клітин губчастої паренхіми, до провідної тканини флоєми.

Арматуру листка становлять добре розвинені механічні тканини — *коленхіма* та *склеренхімні волокна*, можуть бути й *склереїди*. Тканинна коленхіма надає міцності та еластичності органу. Розміщується коленхіма в кілька шарів проти головної жилки між нижнім і верхнім епідермісом. Інколи вона поширюється на краю листкової пластинки і захищає пластинку від розривання її вітром, дощами або охоплює крупні розгалуження головної жилки.

Склеренхімні волокна розташовані по всій . пластинці листка, супроводжуючи провідні пучки. Пучки, в яких склеренхіма огортає провідну систему, називають судинно-волоконистими. У злакових, крім обкладки механічних волокон, біля пучка формуються ще так звані *склеренхімні вузелкові волокна*. Вони ланцюжком, тягнуться від бічних розгалужень пучків до нижнього і верхнього епідермісу, становлячи механічну опору для країв листка.

Механічну функцію у листках деяких рослин, крім механічних тканин, виконують склереїди (у маслини, камелії, латаття). Вони підтримують соковиту багат шарову тканину мезофілу.

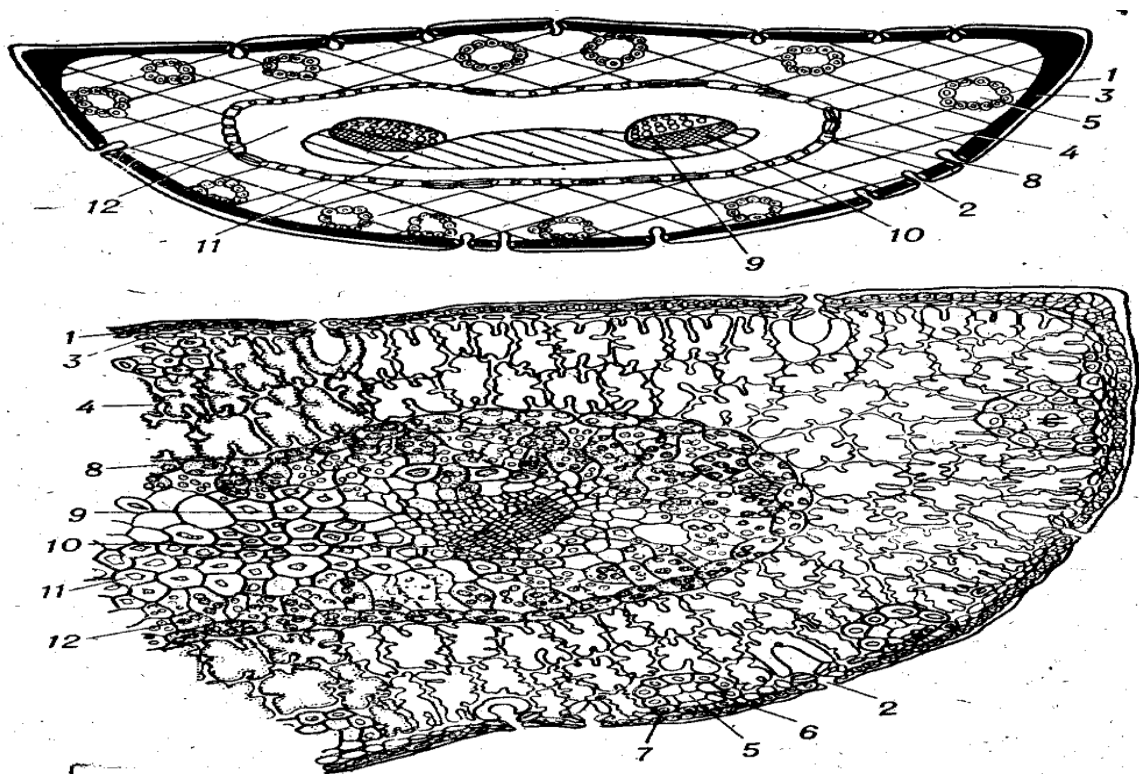
Механічна функція листка залежить також і від клітин епідерми, оскільки в них потовщені зовнішні клітинні оболонки з потужними шарами кутикули. Анатомічна будова черешка відрізняється від будови листка. Внутрішня його структура подібна до стебла. Зовні черешок вкритий епідермою. В середній частині черешка провідна система розташована півколом. Провідні пучки стебла поширюються на черешок, а звідти на пластинку листка. Черешок у цьому разі виступає як з'єднуюча ланка між стеблом і пластинкою. Основна паренхіма черешка не диференційована на стовпчасту і губчасту тканини, всі клітини її однорідні.

Особливості будови хвої

Хвоя — голчастий листок хвойних дерев. Від листків квіткових рослин вона відрізняється тим, що багато хвойних не скидають листки восени як листки інших рослини. На поперечному зрізі хвої сосни видно, що клітини епідермісу дрібні, тісно зімкнуті, з дуже товстими. Є в них, порові канали,

які спрямовані від маленької порожнини до кутів клітини. Епідерміс вкритий товстим шаром кутикули. Продихи глибоко занурені в мезофіл, розташовані, в заглибленнях, заповнених зернами воску.

Під епідермісом - розташований шар клітин з товстими, як у склеренхіми, оболонками — *гіподерма*. Мезофіл представлений клітинами із складчастими оболонками, збагаченими хлоропластами. Цю тканину і називають *складчастою паренхімою*, вона пронизана смоляними ходами. З внутрішнього боку смоляні ходи вистелені епітеліальними клітинами, які виробляють смолу, а з зовнішнього розташовані клітини склеренхіми. Центральна частина хвої відокремлена від складчастої паренхіми *ендодермою* з плямами Каспарі. В центрі є два *провідних пучки*, оточені паренхімою. Між пучками розташована склеренхіма.



Листок сосни (поперечний розріз): 1 - епідерміс; 2 - продих; 3 - гіподерма; 4 - складчаста паренхіма; 5 - смоляний хід; 6 - епітеліальні клітини; 7 - обкладка; 8 - ендодерма; 9 - ксилема; 10 - флоєма; 11 - склеренхіма; 12 - паренхіма.

Провідні Пучки і прилягаюча до них склеренхіма оточені *транс-фузійною тканиною*. Ця тканина складається із двох типів клітин: мертвих, із здерев'янілими оболонками, так званих трансфузійних трахеїд, і живих, паренхімних, які містять смолисті речовини, зерна крохмалю.

Крім сосни складчастий мезофіл і смоляні канали зустрічаються у ялини, кедра, листки яких містять по одному провідному пучку.

3.2. Процеси, що проходять у листку: фотосинтез, дихання, транспірація.

Фотосинтез

Фотосинтез — процес перетворення світлової енергії на енергію хімічних зв'язків. Фотосинтез відбувається в клітинах зелених рослин і деяких бактерій, які належать до *фотоавтотрофів (фототрофів)*. Фототрофи синтезують органічні речовини з неорганічних — вуглекислого газу і води, використовуючи для цього енергію сонячного світла.

Завдяки фотосинтезу рослини забезпечують поживними речовинами і енергією майже всі інші організми, що мешкають на Землі.

В процесі фотосинтезу бере участь ряд пігментів. До автотрофів належать усі зелені рослини і деякі бактерії (пурпурові та зелені, які містять бактеріохлорофіл).

Хемотрофи синтезують органічні речовини з неорганічних за рахунок енергії окиснення неорганічних сполук. До хемотрофів належать нітрифікуючі бактерії, сірко- та залізобактерії тощо.

Гетеротрофні організми це організми, які живляться готовими органічними сполуками. До них належать сапротрофи, які живляться мертвими органічними речовинами, і паразити — живими. До сапротрофів належить більшість тварин, людина, бактерії гниття та гриби; до паразитів — деякі найпростіші, паразитичні черви, кліщі, хвороботворні бактерії тощо.

Усі фотосинтезуючі організми містять один або декілька органічних пігментів, здатних поглинати видиме світло, запускаючи тим самим хімічні реакції фотосинтезу.

З попередньо вивченого матеріалу (Лекція 1), нагадуємо, що рослини містять пігменти трьох основних класів — хлорофіли, каротиноїди та фікобіліни.

Хлорофіли є основними пігментами, оскільки беруть безпосередню участь у процесі фотосинтезу. Каротиноїди і фікобіліни називають допоміжними пігментами через те, що енергія квантів світла, яку поглинають ці пігменти, звичайно передається на хлорофіл *a*. Хлорофіли надають рослинам характерний зелений колір.

Вони не нерозчинні у воді, але добре розчиняються в органічних розчинниках. Хлорофіл *a* має блакитно-зелений колір, хлорофіл *b* — жовтувато-зелений. Хлорофіл *a* є у всіх фотосинтезуючих організмів, здатних до виділення кисню. Хлорофіл *b* знайдено у листках високогірних рослин та у зелених водоростей.

За хімічною будовою хлорофіл — складний ефір двоосновної хлорофілінової кислоти і двох залишків спиртів — фітолу ($C_{20}H_{39}OH$) та метанолу (CH_3OH). Хлорофіл у клітині упакований між білковим і ліпідним шарами в ламелах і тилакоїдах хлоропластів.

Каротиноїди — це жовті або помаранчеві пігменти, що є у всіх фотосинтезуючих клітинах. У зеленому листку каротиноїди звичайно непомітні через наявність у хлоропластах хлорофілу, але восени, коли хлорофіл руйнується, саме жовті каротиноїди надають листю характерне осіннє забарвлення. Поглинена каротиноїдами енергія може передаватися хлорофілу *a* і використовуватися для фотосинтезу.

Ціанобактерії і червоні водорості містять *фікобіліни*. Ці пігменти є подібними до хлорофілу *a*. Крім того, вони не містять магнію. Відомо три класи фікобілінів — фікоеритрини, фікоціаніни і алофікоціаніни. Червоні фікоеритрини знайдено у червоних водоростей. Вони поглинають світло у середині видимої ділянки спектра. Ця особливість дає змогу червоним водоростям, що живуть глибоко під водою, здійснювати фотосинтез, користуючись слабким блакитнувато-зеленим світлом, яке пройшло крізь товщу води. Чим глибше живуть червоні водорості, тим більше вони містять фікоеритрини порівняно з хлорофілом. Блакитні пігменти фікоціаніни

трапляються у ціанобактерій, що живуть на поверхні водоймищ і суходолі. Таким чином, у ході еволюції водорості та вищі рослини «навчилися» синтезувати різні пігменти для того, щоб з найбільшою ефективністю вловлювати наявне сонячне світло і здійснювати фотосинтез. Відносний вміст різних пігментів залежить від виду організму, умов існування, пори року та ряду інших чинників.

Реакції під час світлової фази фотосинтезу. У процесі фотосинтезу беруть участь дві фотосистеми — фотосистема I і фотосистема II. Кожна з них утворена допоміжними пігментами (каротиноїдами, хлорофілами), які передають енергію молекулі-пастці, або головному пігменту. У ньому світлова енергія перетворюється на хімічну енергію.

Темнова фаза фотосинтезу (фаза фіксації вуглецю) відбувається на світлі і у темряві в стромі хлоропластів.

Дихання листків

У рослин, які мають незначні розміри, газообмін здійснюється шляхом дифузії газів через усю їх поверхню, але у більшості вищих рослин для цього є спеціальні пристосування: продихи на листках і зелених стеблах трав'янистих рослин, а також сочевички у корі дерев'янистих форм. Оскільки клітини листків містять хлоропласти, то у них одночасно відбуваються і дихання, під час якого поглинається кисень та виділяється вуглекислий газ, і фотосинтез, що супроводжується поглинанням вуглекислого газу і виділенням в атмосферу кисню. Кисень, що виділяється хлоропластами може одразу ж використовуватись мітохондріями, а продукт дихального метаболізму мітохондрій — CO_2 — може використовуватись хлоропластами.

Під час фотосинтезу рослина вивільняє значно більше кисню, ніж споживає під час дихання, але за умов недостатнього освітлення процес фотосинтезу у рослин послаблюється, тому CO_2 може виділятися більше, ніж споживатися. Швидкість газообміну у рослин регулюється відкриванням і закриванням продихів.

Транспірація, її значення для рослин

Транспірація — це фізіологічний процес випаровування рослиною води. Ще на початку XVIII ст. англійський лікар С. Хейлс помітив, що рослини споживають значно більше води, ніж тварини. Пояснюється це тим, що близько 90 % поглинутої коренями води потрапляє в атмосферу у вигляді водяної пари. Так, за один вегетаційний період рослина картоплі випаровує до 95 л води, а кукурудзи — понад 200 л.

По міжклітинниках губчастого мезофілу листків водяна пара потрапляє до продихів і через продихові щілини випаровується в атмосферу. Відкриванням та закриванням продихів рослина регулює інтенсивність транспірації.

Вода — важлива частина живого організму. Без води неможливий перебіг обмінних процесів у клітині. Вода впливає на фізикохімічні процеси, вона охолоджує організм під час високих температур, розносить органічні і мінеральні речовини по всьому організму. Дія ферментних систем залежить від наявності води в клітині. Вода підтримує активність колоїдної системи цитоплазми, забезпечує відповідний тургор у рослині, є невід'ємним фактором для процесу фотосинтезу.

Процес випаровування води рослиною називають *транспірацією*. Це не просте фізичне явище, а складний фізіологічний процес.

Швидкість випаровування води залежить від багатьох факторів. На активність транспірації впливає рух повітря, температура, вік листків (молоді листки більше випаровують порівняно з старими), величина листової поверхні, фізіологічний стан рослин тощо.

Рухи продихів залежать від ряду факторів:

- втрати рослиною води (коли тургор листка знижується до певного критичного рівня, ширина продихової щілини зменшується);
- концентрації вуглекислого газу (у більшості видів рослин підвищення концентрації CO_2 призводить до закривання продихів);
- світла (звичайно продихи на світлі відкриваються, а у темряві закриваються);
- температури (підвищення температури понад +30...+35 °C

може спричинити закривання продохів).

Транспірація, як життєво необхідний процес, забезпечує безперервний рух води а разом з цим і надходження до рослин розчинених у воді мінеральних солей, розвантажує провідну систему від залишків води та іонів.

У процесі життєдіяльності за один вегетаційний період рослини пропускають крізь себе велику кількість води.

Рослини випаровують неоднакову кількість води. Це залежить від індивідуальних особливостей, їхньої продуктивності та інших причин. Надходження і витрата води в рослині в основному погоджується, і тому водний баланс не порушується. Однак інколи водний баланс порушується у зв'язку з нестачею води в ґрунті, що негативно впливає на продуктивність рослин. Багато видів і форм рослин у процесі еволюції пристосувалися добре витримувати несприятливі умови року. Прикладом є осока піщана, яка росте в пустелях Кара-Кумів. Втративши велику кількість води під час посух, вона може довго жити в напівактивному стані і після випадання дощів знову відновлювати вегетацію. Таку особливість має і просо, в якого під час посух продохи закриваються, вегетація майже не відбувається, у рослин настає ніби стан анабіозу. При поліпшенні умов зволоження вегетація відновлюється.

Таким чином, вода в рослинному організмі — один з потрібних факторів для його життєдіяльності.

3.3. Вплив екологічних факторів на зовнішню та внутрішню будову листка

Структура хлоренхіми

Апаратами фотосинтезу є хлоропласти (хлорофілові зерна). Завдяки наявності у них відповідних пігментів вони затримують частину променів сонячного спектра, особливо червоних променів. Синтезована хлорофілом сонячна енергія створює умови для окислювально-відновних процесів, у результаті яких і утворюються вуглеводи.

Мезофіл — основна тканина листка. Клітини мезофілу неоднорідні. Шар клітин, який прилягає до верхнього епідермісу, називають *палісадною*, або *стовпчастою*, *хлоренхімою* (тканина,

в клітинах якої містяться хлоропласти). Якщо листок інтенсивно освітлюється з обох сторін, тоді палісадна тканина формується її на морфологічно нижньому боці його. Під нижнім епідермісом розташована *губчаста* тканина з великими міжклітинними прошарками.

Фотосинтезуючу функцію виконує палісадна хлоренхіма. Її клітини витягнуті перпендикулярно до поверхні епідермісу. Це створює кращі умови для дотику світла до хлорофілових зерен. Сонячне світло не лише віддає частину свого спектра, а й спричинює рухи хлоропластів.

Коли прямі сонячні промені падають на листок, хлоропласти при цьому розміщуються вздовж оболонок стовпчастих клітин. Це застерігає їх від руйнівної дії яскравого світла. Увечері і вночі хлорофілові зерна розподіляються по всій клітині, що сприяє ефективнішому використанню розсіяного світла, тому листки увечері зеленіші, ніж удень.

Клітини стовпчастої хлоренхіми залежно від природи рослин і сили освітлення розташовані в один, два і більше шарів. Наприклад, світлові листки мають два-три шари. У міру зменшення напруги освітлення кількість рядів клітин зменшується, а в тіньових листків окремих видів рослин стовпчастої хлоренхіми взагалі немає (у квасениці).

У клітинах губчастої паренхіми менше хлорофілових зерен, і тому вона не має відповідного значення для фотосинтезу. Головка її функція пов'язана з газообміном і транспірацією. Процеси обміну з навколишнім середовищем здійснюються через продихи. Цим забезпечується вільне надходження повітря до листка ззовні.

Міжклітинники має й палісадна хлоренхіма, але вони значно менші, ніж у губчастої тканини.

Обмін газів у листку зумовлюється законами дифузії. Вдень, коли відбувається фотосинтез, всередині листка, не зважаючи на активність дихання, концентрація вуглекислого газу зменшується порівняно з зовнішнім повітрям, бо він витрачається на утворення вуглеводів. Тому CO_2 дифундує крізь продихи до міжклітинників губчастої хлоренхіми, а звідти — у клітини. Одночасно, з листків виділяється кисень, який вивільнився у процесі фотосинтезу. Вночі відбуваються зворотні процеси. У

зв'язку з тим що фотосинтез у цей час не спостерігається, то й поглинання вуглекислого газу не відбувається. Наявність його в листках зростає за рахунок дихання, і тому він у значній кількості виділяється з листків. Вночі у приміщенні, де багато кімнатних рослин, концентрація вуглекислого газу підвищується.

3.4. Тривалість життя листка. Листопад.

Вік листків визначають з часу появи їх з бруньки, тобто за весь період його функціональності. Однак в кожному листку відбувається ще й брунькова фаза, брунькова фаза може тягнутися довго, навіть кілька років, а поза брунькова — кілька місяців. Такий період формування мають папороті, в яких від закладання до виходу, листка з бруньки проходить 3—4 роки. У більшості рослин функціональність листків визначається місяцями, але є листки, в яких активна фаза тягнеться кілька років. Рослини, в яких листки живуть роками, називаються *вічнозеленими*. Проте вони, не вічнозелені, оскільки опадають через 1,5—2, а інколи і через більше років. Вічнозеленість створюється тим, що систематично старі листки замінюються новими. Типові вічнозелені листки у вельвічії дивної, але і в цій рослині вічність листків відносна, бо її листки весь час нарастають своєю основою (інтеркалярно), а верхівка відразу відмирає. Тому поняття вічнозелений не зовсім відповідає такому визначенню.

Вік листків залежить не лише від природи рослин, а й значною мірою і від екологічних умов. Чим триваліший-вегетаційний період, тим коротший період життя листків. Листки досить активно функціонують і тому швидко зношуються.

Листопад

Листопад пов'язаний з проходженням у листку відповідних анатомофізіологічних і біохімічних змін.

Перші ознаки при підготовці рослини до листопаду — це зміна кольору листових пластинок. У деяких рослин (бирючина, вільха) листки опадають зеленими. Набування листками різнобарвності залежить від руйнування пігментів та накопичення антоціанів, Спочатку руйнуються хлорофіли, і

листки втрачають зелений колір, набуваючої за рахунок каротину і ксантофілу жовтогарячого, жовтого і похідних від цих кольорів. Дані пігменти, як відомо, є в хлоропластах, але маскуються хлорофілом. Листки забарвлюються і за рахунок антоціанів, які синтезуються в листках, в основному при понижених температурах. Листки при цьому набувають синьо-фіолетового кольору, наприклад у кленів, барбарису, дикого винограду. У процесі подальшого старіння листків всі пігменти зникають. Перед листопадом частина пластичних речовин «перекачується» з листків до стебла (вуглеводи, амінокислоти та ін.), які використовуватимуться майбутніми молодими частинами рослини (починаючи від бруньок — до плодів).

Опаданню листків передують утворення відокремлюючого шару (шару роз'єднання), який закладається в основі черешка.

Відокремлюючий шар закладається перпендикулярно до основи черешка і проходить через усі його тканини. Одночасно з формуванням відокремлюючого шару, трохи нижче його, відбувається закупорювання провідної системи. Флоемні провідні елементи (ситовидні трубки) закупорюються наростанням калусу, трахеї, камедями або слизами. Листковий рубець затягується перидермою. Вона закладається в основі листка, потім (через рік) з'єднується з перидермою стебла. Перидерми не з'єднуються лише у тому місці, де закладається пазушна брунька.

Виявлено, що листопад зумовлюється складними змінами, які відбуваються у відокремлюючому шарі черешка, тут спостерігається руйнування міжклітинної речовини, яка з'єднує клітини між собою, а інколи зазнають змін і первинні клітинні оболонки.

У багатьох дерев'янистих рослин відокремлюючий шар формується за рахунок вторинної меристеми, яка проходить крізь, всю основу черешка. Утворені таким чином клітини слабо з'єднані між собою пектиновими речовинами, і листок легко опадає.

Хоч існують наукові дані про природу листопаду, але причину його остаточно не з'ясовано. Вважають, що перед листопадом у листках зменшується кількість стимуляторів росту і особливо індолілоцтової кислоти з групи ауксинів. Ці речовини стримують листопад. Нагромаджується своєрідний гормон —

абсцизин, який стимулює формування відокремлюючого шару, а звідси і листопаду.

Листопад, як біологічний процес, має надзвичайно важливе значення для життя багаторічних рослин, що живуть в умовах, де бувають зими або літні довготривалі посухи. Рослини, втрачаючи листки, захищаються від активного випаровування води взимку і цим самим не піддаються впливу екстремальних умов. У районах пустель і напівпустель, з настанням високих температур і значної сухості повітря, спостерігається літній листопад і рослини успішно переживають цей критичний період з найменшою втратою води. Листопад не спричинює безповоротної втрати поживних речовин, які утримуються в опадаючих листках. Опале листя під дією мікроорганізмів розкладається, спостерігається процес мінералізації органічних речовин і вони знову поглинаються кореневою системою. Так відбувається відповідний кругообіг речовин у природі. Крім того, завдяки листопаду захищається поверхня ґрунту від промерзання та надмірного випаровування води. Через опале листя виводяться шкідливі для організму речовини.

На прикладі листопаду можна побачити закономірності, що розкривають ступінь єдності та протиріччя, які існують у живій природі (опалий листок несе життя для майбутніх нових листків).

Що стосується однодольних та трав'янистих дводольних рослин, то у багатьох їхніх видів листки і стебло відмирають разом, роз'єднуючий шар у них не утворюється, і листопад, як такий, не відбувається.

Метаморфози листків

Листки істотно змінюються із зміною функцій та умов місцезростання. В жаркому кліматі з недостатнім зволоженням листки редукуються і перетворюються у колючки (кактуси, опунції, барбарис). Частково перетворюються в колючки листові пластинки татарнику, будяків, осотів, падуба. В акації видозмінюються в колючки



прилистки. Колючки захищають рослини від поїдання їх тваринами.



Виткі та сланкі рослини в зв'язку з необхідністю утримуватись на опорі видозмінюють свої листки у *вусики* — органи переміщення і чіпляння. У вусики перетворюються непарні листочки вики, гороху, сочевиці. Роль вусиків виконують також серединні жилки (чина лучна), черешок листка (настурція), перший листок пазушної бруньки (гарбуз).



Для австралійських видів акацій, у яких листкова пластинка швидко опадає, а черешок набуває форми листка і виконує функцію фотосинтезу, характерні *філодії*.

Рослини, які терплять від нестачі азотистих сполук, перетворили свої листки в ловильні апарати для комах. Від перетравлення їх рослини одержують необхідну кількість азотистих сполук. Такі рослини називають *комахоїдними*.



На болотах України з комахоїдних рослин часто зустрічається росичка. Її листки вкриті залозистими волосками, що виділяють липкий секрет. Його блиск і перелив в сонячних променях приваблює комах. Торкаючись цих волосків, комаха потрапляє в тенета залозистих волосків і перетравлюється, забезпечуючи рослини азотистими сполуками.

У пухирника занурені у воду листки перетворюються в ловильний апарат у вигляді міхурця. Вхід його прикриває клапан з волосками, спрямованими в порожнину. Дафнії та інші комахи легко проникають в порожнину, але не можуть вибратися назовні. Внутрішні стінки порожнини вистилають травні залозки, які перетравлюють комах і живляться їх соками. Метаморфозами

листка є також пелюстки, чашолистки, тичинки і маточки квіток, покривні луски бруньок.

Запитання для самоконтролю

1. Що таке пагін, його функції?
2. Яка будова бруньок? Як вони розміщуються на пагоні?
3. Що таке метаморфози? Які є метаморфози підземних пагонів?
4. З яких частин складається листок, яка їх роль?
5. Типи жилкування в листках рослин.
6. Яка анатомічна будова листка камелії?
7. Назва функції листка.
8. Як поділяють листки за загальним обрисом?
9. Як розрізняють листки за краєм листкової пластини?
10. Які бувають видозміни листків?
11. Яка причини опадання листків?

4. Квітка. Суцвіття. Плоди.

План.

- 4.1. Покритонасінні. Частини квітки та їх функції. Суцвіття.
- 4.2. Процеси що проходять у квітці. Розвиток жіночого та чоловічого гаметофітів, запилення, запліднення, формування зародка.
- 4.3. Насіння, плоди.

4.1. Покритонасінні. Частини квітки та їх функції. Суцвіття.

Покритонасінні, або *квіткові* — найвисокоорганізованіші, найбільші за розміром, найрізноманітніші і наймолодші на поверхні Землі рослини.

Покритонасінні, — відділ вищих рослин, що утворились у другій половині мезозою та швидко зайняли панівне становище у рослинному покриві Землі. Найхарактернішими ознаками покритонасінних рослин є наявність у них *квітки* та *плоду*. Порівняно з голонасінними та іншими відділами рослинного світу, для квіткових характерні такі особливості: наявність у них нових органів маточки із зав'яззю, що захищає насінний зачаток, макроспорангій і зародковий мішок, а також покриття насіння оплоднем. Насінина, що розвиваються із насінних зачатків, знаходяться всередині плоду, на чому і базується назва «покритонасінні», а наявність квітки дала назву «квіткові». Найпримітивнішою квіткою є квітки магнолієвих, лататтевих та жовтецевих. Структура їх квіток подібна до структури шишок голонасінних. Тому не так давно з'явилася ще одна назва відділу покритонасінних — магнолієві.

Серед інших ознак, притаманних квітковим рослинам, слід виділити такі:

- подвійне запліднення, в результаті якого утворюється зародок та розвивається спеціальна живильна тканина — триплоїдний ендосперм;
- ще більшу, ніж у голонасінних, редукцію чоловічого і жіночого гаметофітів та їх прискорений розвиток;
- різноманітну анатомічну будову, наявність у деревині справжніх судин (трахей);

- високу здатність до вегетативного розмноження завдяки наявності різноманітних видозмін вегетативних органів.

Вивчаючи їх життєвий цикл, слід звернути увагу на те, що у покритонасінних, так само як і в голонасінних, відбувається чергування двох поколінь, але домінуючим у них є спорофіт. Спорофіт покритонасінних - це вся рослина з усіма вегетативними органами. Він набув тут найбільшої пластичності, що дає змогу пристосуватись до різних умов існування.

Гаметофіт (статеве покоління) у покритонасінних розвивається окремо всередині спорофіта, причому чоловічий і жіночий гаметофіт розвиваються порізно. Вони мають ознаки, які не зустрічаються в жодній з груп рослинного світу.

Покритонасінні налічують близько 250 тис. видів. Вони мають важливе господарське значення як харчові, кормові, технічні, лікарські, медоносні та декоративні рослини.

Відділ покритонасінних рослин поділяється на два класи – Однодольні і дводольні.

Характерні ознаки дводольних і однодольних рослин

Іще на ранніх етапах розвитку покритонасінних відокремились дві дуже відмінні між собою гілки. Одна з них дала рослини, які об'єднали в клас Дводольні, інша — клас Однодольні. Ознаки, за якими розрізняють представників цих двох класів, наведено у таблиці.

Характерні ознаки дводольних і однодольних рослин

Ознака	Дводольні рослини	Однодольні рослини
Кількість видів	Близько 190 тис.	Близько 63 тис.
Кількість сім'ядоль у зародку	Дві	Одна
Коренева система	Найчастіше стрижнева	Мичкувата

Стебло	Дерев'янисте (потовщується за рахунок діяльності камбію) або трав'янисте	Трав'янисте (дуже рідко дерев'янисте), камбію немає
Листки	Переважно черешкові, прості та складні, цілісні або розсічені	Переважно сидячі, прості, цілісні
Жилкування листків	Сітчасте	Паралельне і дугове
Кількість частин квітки	Переважно кратне п'яти або чотирьом	Звичайно кратне трьом

Будова і функції квітки

Виникнувши у процесі еволюції, квітка як репродуктивний орган сприяла швидкому поширенню покритонасінних в усіх кліматичних зонах планети та забезпечила панування цієї групи рослин на Землі.

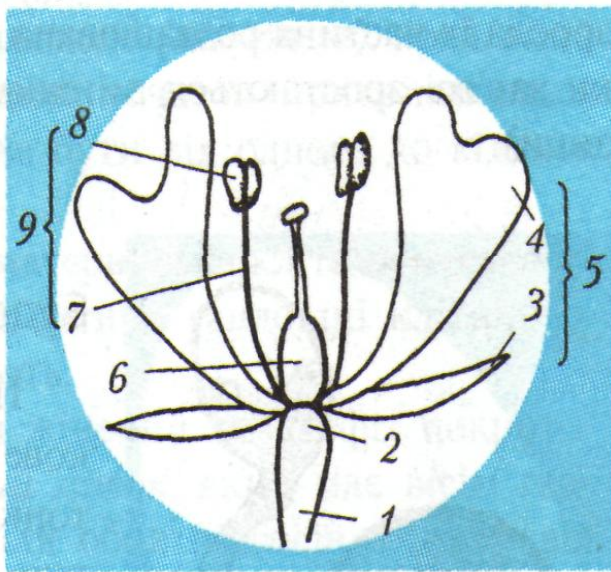
Квітка являє собою вкорочений видозмінений нерозгалужений пагін, усі частини якого пристосовані до функції розмноження.

Основними елементами будови квітки є квітконіжка, квітколоже, оцвітина, андроцей (сукупність тичинок) та гінецей (сукупність плодолистків). У деяких квітках окремих елементів може не бути, обов'язковими є квітколоже і андроцей та (або) гінецей.

Квітконіжка — частина квітки, за допомогою якої вона прикріплюється до стебла. У сидячих квіток квітконіжки немає.

Квітколоже — вкорочена стеблова частина квітки, на якій розміщені всі інші елементи. Буває плоске (у півонії), конічне (у малини), витягнуте (у гравілату, ожини), увігнуте (у вишні).

Оцвітина — покрив квітки, що складається із чашечки та віночка, які різняться забарвленням. Така оцвітина називається подвійною (у дзвоників, яблуні, картоплі). Якщо ж оцвітина за характером забарвлення однорідна, то її називають простою. Проста оцвітина буває чашечкоподібною, коли вона нагадує чашечку (у буряка, щавлю) або віночкоподібною, коли вона подібна до віночка (у тюльпана, конвалії). У деяких квіток (тополя, осока) оцвітини немає, але без неї квітка не втрачає своїх функцій.



Будова квітки:

1 – квітконіжка; 2 – квітколоже; 3 – чашолисток; 4 – пелюстка; 5 – оцвітина; 6 – маточка; 7 – тичинкова нитка; 8 – тичинка; 9 – тичинка

Чашечка — сукупність видозмінених, здебільшого зелених листочків — чашолистків. Розрізнялися і розрослися (у гороху) і роздільнолисту — якщо чашолистки вільні (у вишні). Чашечка захищає внутрішні частини квітки, особливо у фазі бутона.

У зелених чашолистках відбувається фотосинтез, і яскраво забарвлена чашечка (у калюжниці, анемони) приваблює комах-запилювачів. Здебільшого після цвітіння чашечка в'яне і відпадає разом з віночком,

але яблуні та груші вона залишається на плодах, а в кульбаби й осоту перетворюється на чубок, який сприяє поширенню плодів.

Віночок розташований за чашечкою і складається з яскраво забарвлених пелюсток. Віночок буває роздільнопелюстковим — із вільних пелюсток (у жовтецю) і зрослопелюстковим — із пелюсток, які зрослися (у волошки). Серед зрослопелюсткових віночків розрізняють колесоподібні (у картоплі), блюдцеподібні (у бузку), дзвоникоподібні (у дзвоників), трубчасті (у пижма), язичкові (у кульбаби), двогубі (у шавлії) тощо. Віночок може бути правильним, тобто з кількома площинами симетрії (у березки, вишні), неправильним, тобто з однією площиною

симетрії (у шавлії, гороху), і асиметричним, через який не можна провести жодної площини симетрії (у канни, валеріани). Головна функція віночка — приваблення комах-запилувачів.

Андроцей — сукупність тичинок квітки. Тичинки бувають вільними або зрослими між собою. Зрслотичинковий андроцей називають однобратнім (у айстрових). Якщо частина тичинок зрослася, а одна залишилася вільною — андроцей називається двобратнім (у бобових), а якщо тичинки зрослися у декілька груп — бага-тобратнім (у звіробою). Типова тичинка складається з тичинкової нитки і пиляка. Пиляк складається з двох половинок, з'єднаних в'язальцем. У пилкових гніздах пиляків дозріває пилок.

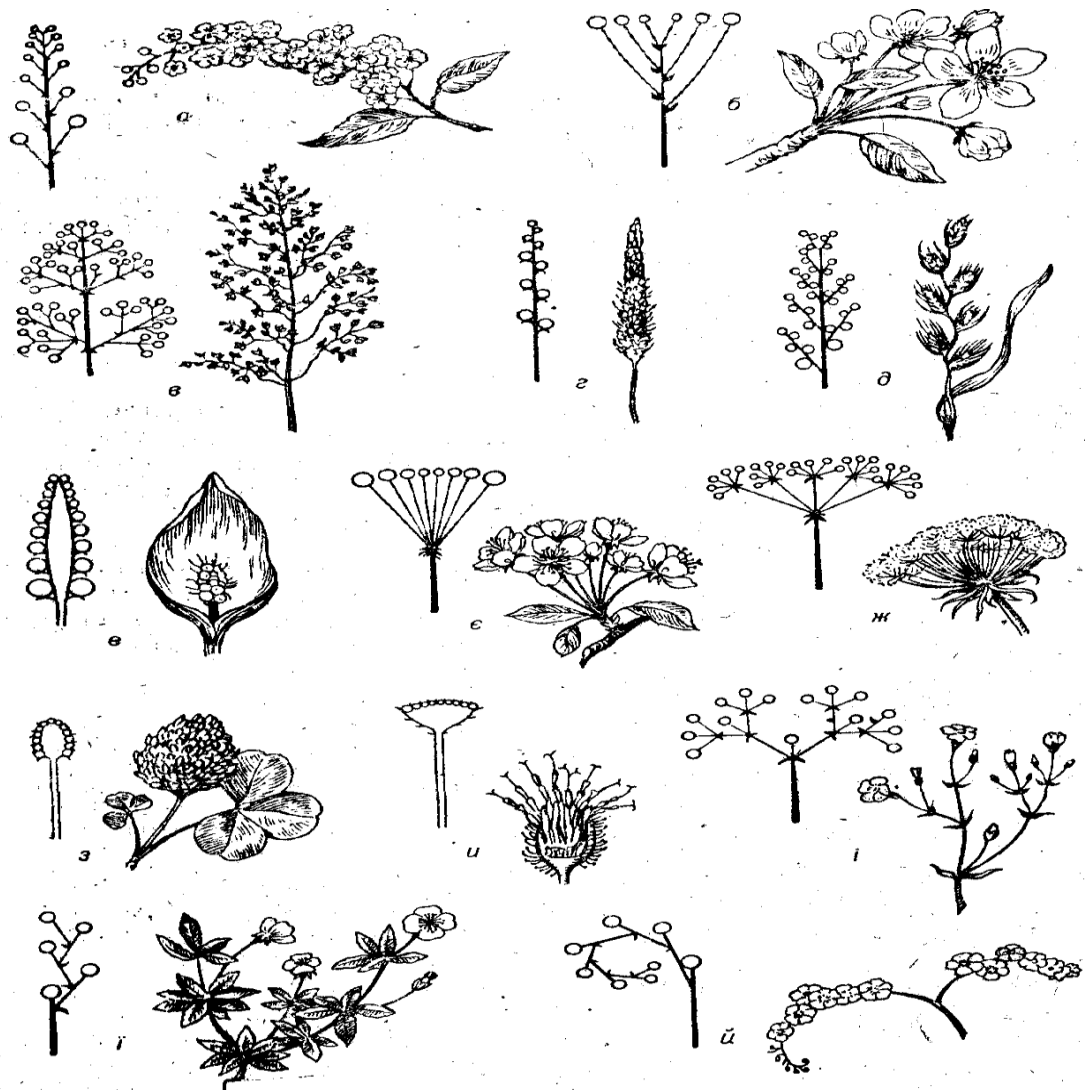
Гінецей — сукупність плодолистків однієї квітки. Краї одного або кількох плодолистків зростаються й утворюють маточку, яка складається із приймочки, стовпчика та зав'язі. На приймочці пилок проростає, у гніздах зав'язі містяться насінні зачатки, відбувається запліднення, внаслідок чого з насінних зачатків розвивається насіння, а з зав'язі - плід. Тому маточку називають ще плодолистиком. Прикриваючи насінні зачатки, маточка захищає їх від пошкоджень. За розміщенням у квітці зав'язь може бути верхньою — у капусти, гороху, пшениці, нижньою - в яблуні, напівнижньою - у бузини.

Суцвіття

Суцвіття - це пагін або система видозмінених пагонів, які несуть квітки.

Розміри суцвіть у рослин коливаються від 2—3 мм до 12—14 м (у деяких пальм). Кількість квіток у суцвітті теж дуже різниться — від 1—3 (у гороху) до кількох десятків тисяч (у агави, деяких пальм).

Об'єднання квіток у суцвіття має пристосувальний характер, оскільки забезпечує ефективніше запилення. Зокрема дрібні комахозапильні квітки стають помітнішими на далеких відстанях, а зібрані у суцвіття вітрозапильні квітки краще вловлюють пилок із повітря.



Типи суцвіть. а – китиця черемхи; б – щиток груші; в – волоть тонконога; г – простий колос подорожника; д – складний колос пажитниці; е – початок образків; є – простий зонтик вишні; складний зонтик моркви; з – головка конюшини; и – кошик лопуха; і – складний дихазій гвоздики; ї – звивина перстача; й – завійка незабудки.

Характеристику основних видів суцвіть наведено у таблиці.

Прості суцвіття		
<i>Китиця</i>	На видовженій осі розташовані квітки із квітконіжками приблизно однакової довжини	Смородина, черемха, конвалія, люпин
<i>Колос</i>	На видовженій осі розташовані сидячі квітки	Подорожник, осока, вербена
<i>Початок</i>	На видовженій і потовщеній осі розташовані сидячі квітки	Аїр, кукурудза
<i>Щиток</i>	Вздовж головної осі розташовані квітки з квітконіжками різної довжини: у нижніх квіток вони довші, у верхніх — коротші	Яблуня, груша, глід
<i>Зонтик</i>	На верхівці вкороченої осі прикріплені квітки з майже однаковими квітконіжками	Цибуля, вишня
<i>Кошик</i>	На розширеній блюдцеподібній осі розташовані квітки без квітконіжок	Соняшник, ромашка, кульбаба
<i>Головка</i>	На булавоподібно потовщеній осі розміщені квітки з короткими квітконіжками	Конюшина
Складні суцвіття		
<i>Складний колос</i>	На спільній осі сидять не окремі квітки, а прості колоски	Жито, пшениця, пирій
<i>Волоть</i>	Головна вісь розгалужується, а вже на її розгалуженнях розміщуються квітки або колоски	Бузок, овес, просо, рис
<i>Складний зонтик</i>	Від верхівки спільної осі розходяться прості зонтики	Морква, кріп, петрушка
<i>Складний щиток</i>	Головна вісь розгалужується за типом простого щитка і закінчується або кошиками, або простими щитками	Деревій, горобина

Крім вказаних у таблиці, трапляються й інші типи суцвіть, наприклад, сережка (береза), звивина (перстач, петунія), завійка (незабудка), дихазій (гвоздика), плейохазій (молочай), тощо.

4.2. Процеси що проходять у квітці. Розвиток жіночого та чоловічого гаметофітів, запилення, запліднення, формування зародка.

Мікроспорогенез

Формування пиляка починається диференціацією зовнішнього шару клітин, що перетворюються в епідерміс. В супідермальному шарі, на місці майбутніх пилкових гнізд, обособлюються чотири археспориальні клітини, кожна з яких ділиться мітозом, утворюючи назовні паріетальну, а до середини спорогенну клітину.

В результаті багаторазового поділу паріетальних клітин утворюється три шари: фіброзний (субепідермальний), дегенеруючий та тапетум (вистилаючий). Фіброзний шар складається з щільно розміщених в один шар клітин, які мають характерне нерівномірне потовщення оболонок. Характер потовщень різноманітний, але вони орієнтовані перпендикулярно до епідермального шару, в результаті чого за рахунок скороченої зовнішньої тонкої стінки клітин відбувається відкриття гнізд пиляка. Під фіброзним - шар невеликих за розміром клітин, які використовуються на побудову мікроспор.

Внутрішній шар клітин - тапетум вистеляє пилкові гнізда. Його клітини великих розмірів, багатоядерні, багаті поживними речовинами, які використовуються для формування мікроспор. У частини рослин стінки клітин тапетуму розчиняються і цитоплазма утворює переплазмодій, роблячи поживні речовини більш доступними для мікроспор.

Спорогенні клітини також діляться багато разів, формуючи материнські клітини мікроспор. Кожна материнська клітина ділиться редукційно, утворюючи тетраду гаплоїдних мікроспор.

Процес утворення мікроспор називається мікроспорогенезом.

Мікроспора - це гаплоїдна клітина, покрита зовні двома оболонками: екзиною та інтиною. Інтина - внутрішня тонка оболонка, екзина - зовнішня товста. Інтина складається з целюлози та пектинових речовин, а екзина з поленину та целюлози. В екзині є пори, вона може бути гладенькою, або

мати різні вирости, необхідні для розповсюдження. В місцях розміщення пор в екзині інтина утворює потовщення з пектинових речовин.

Спорофіти у покритонасінних різноспорові. В пиляках тичинок в результаті мікроспорогенезу утворюються мікроспори, а в насінних зачатках зав'язі маточки в результаті макроспорогенезу - макроспори.

Сформоване пилкове зерно є чоловічим гаме-([)ітом насінної рослини. До моменту запи-ення у пилковому зерні є велика вегетативна клітина (з неї в майбутньому утворюватиметься ілкова трубка) та менша — генеративна. Її ядро і одних рослин ділиться мітозом ще у пилковому ізді, в інших — пізніше, утворюючи дві кліти— спермії, що беруть участь у заплідненні. Потрапивши на приймочку маточки, пилкове зно починає проростати. За рахунок вегетативної клітини розвивається пилкова трубка, яка зростає крізь пору екзини. Вона нагадує тонку гку, яка іноді досягає 20—30 см завдовжки кукурудзи).

Макроспорогенез

Спорофіти у покритонасінних різноспорові. В пиляках тичинок в результаті мікроспорогенезу утворюються мікроспори, а в насінних зачатках зав'язі маточки в результаті макроспорогенезу - макроспори.

Маточка квітки займає центральне положення на квітколожі. Маточок в квітці одна і багато. Сукупність маточок - гінецій. Маточка може бути утворена одним або кількома плодолистиками (карпелами). Розрізняють такі частини маточки: приймочка (верхня розширена частина), стовпчик (середня звужена частина), зав'язь (нижня розширена частина). В залежності від кількості плодолистиків і особливостей їх зростання, зав'язі бувають одногніздні і багатогніздні. В гніздах зав'язі розміщені насінні зачатки (макроспорангії). Наприклад, зав'язь тюльпана трьох гнізд з трьох плодолистиків. В кожному гнізді по два насінних зачатки. Зовні зав'язь покрита епідермісом, під ним розміщена паренхіма стінок зав'язі, в якій проходять колатеральні закриті судинно-волокнисті пучки. Гнізда зав'язі вислані епідермальною тканиною. Центральну частину зав'язі займає плацента, до якої прикріплюються насінні зачатки.

Насінний зачаток закладається у вигляді бугорка меристематичних клітин. Диференціація розпочинається утворенням інтегументів (один або два), що покривають насінний зачаток зовні. В одному місці інтегументи не зростаються, утворюючи пилковхід (мікропіле). Внутрішня тканина називається нуцелусом. Частина насінного зачатка протилежна пилковходу називається халазою. Для прикріплення утворюється насінна ніжка (фунікулус), а місце прикріплення називається плацентою. Серед клітин нуцелуса ближче до пилководу відокремлюється клітина, яка збільшується в розмірах і називається археспоріальною. Згодом вона поділяється, утворюючи назовні покривну, а до середини спорогенну клітини. Покривна клітина ділиться мітозом багато разів, утворюючи підвісок, який занурює в спорогенну клітину в тканину нуцелуса. Спорогенна клітина ділиться редуційно, утворюючи чотири мегаспори (макроспори). Процес утворення макроспор називається макроспорогенезом. Три з чотирьох макроспор дегенерують, а одна, яка розміщена глибше, залишається.

З макроспори утворюється жіночий гаметофіт (зародковий мішок). При цьому ядро макроспори ділиться мітозом тричі, утворюючи 8 ядер, розміщених по чотири на кожному полюсі. Звідти по одному ядру відходять до середини (полярні ядра) і, зливаючись, утворюють вторинне ядро. Три ядра на мікрополярному кінці перетворюються на яйцеклітину і дві синергиди (клітини - супутниці), а на халазному - три антиподи. Таким чином утворюється 7 ядер (6- гаплоїдних, вторинне ядро-дигаплоїдне), кожне одягається шаром цитоплазми і перетворюється в голу клітину. Насінні зачатки бувають 3 типів:

- Атропні (прямі).
- Анатропні (обернені).
- Кампіолотропні (зігнуті).

Запилення

Запилення — це процес перенесення пилку з пиляків, де віті формується, на приймочку маточки своєї, або іншої квітки. На приймочку маточки пилки потрапляє завдяки двом типам запилення: *самозапилення і перехресного запилення.*

Самозапилення відбувається тільки в двостатевих квітках, коли пилок висипається або потрапляє другим способом на приймочку маточки своєї ж квітки. Звичайно самозапилення відбувається ще до розкривання квітки (горох, квасоля, пшениця, ячмінь та ін.).

Самозапилення обмежує пристосувальні можливості рослини і не сприяє збагаченню виду спадковими ознаками, які б зберегли високу життєздатність організму. -

Перехресне запилення — більш прогресивний, дуже поширений тип запилення. При перехресному запиленні у потомстві виявляються спадкові ознаки обох батьків, завдяки чому значно повніше проявляється здатність пристосування рослин до різних умов існування.

Суть перехресного запилення в тому, що пилок з однієї квітки - переноситься на приймочку маточки іншої квітки в межах однієї особини або іншої того самого виду.

Запобігаючи самозапиленню, рослини виробили різні пристосування; а саме:

- пилок у двостатевих квіток не проростає на приймочках маточок своєї квітки;

- різночасне визрівання тичинок і маточок у двостатевій квітці: визрівання пиляків раніше маточок (складноцвіті, губоцвіті, лілійні);

- визрівання маточок раніше пиляків називають (жимолостеві, розоцвіті, капустяні, посльонові);

- різностовачатість — одні квітки мають тичинки з довгими тичинковими нитками і маточки з короткими стовпчиками, інші, навпаки, мають тичинки з короткими тичинковими нитками і маточки з довгими стовпчиками (гречка, медунка вероніка та ін.). Перехресне запилення здійснюється в природі різними шляхами.

Запилення вітром (анемофілія). Цей шлях запилення характерний для рослин, які зацвітають до появи листків. Квітки у них звичайно непоказні, дрібні, без запаху і нектару. Приймочки великі, часто перисті. Пиляки хитливі. Пилок невеликого розміру, легкий, екзина пилку гладенька, часто з

повітряними мішками. Пилок виробляється у величезній кількості. Наприклад, один екземпляр щавлю кислого - утворює приблизно 400 млн. пилових зерен.

Комахозапильні рослини називають – *ентомофільними рослинами*. Пилок цих рослин розноситься від квітки до квітки комахами. Головними комахами-запилувачами є бджоли, джмелі, оси, жуки, мухи, метелики і т. ін. Принадою для комах є яскраво забарвлені квітки, наявність спеціальних цукристих виділень— нектару, а також їстівний пилок, багатий на поживні речовини. На відміну від пилку вітрозапильних, у комахозапильних рослин пилинки великі, екзина з різними виростами, часто клейка. Квітки великі, а якщо і дрібні, то вони зібрані в різні суцвіття. Ентомофільні рослини мають запах, що приваблює комах. Цей запах не завжди приємний для людини. Так, тропічна ліана-паразит рафлезія, маючи квітку діаметром до 1 м, виділяє запах несвіжого м'яса. Для кожного виду рослини характерний свій запах, який залежить від хімічного складу запашних ефірних олій. Орієнтуючись на забарвлення і запах, комахи знаходять нектарники, які розташовані у квітці. Нектарники мають різну форму, часто бувають важкодоступні для" комах. Наприклад, квітки конюшини можуть запилювати лише джмелі або види бджіл, у яких довгий хоботок. Часто в квітках спостерігається пристосованість до тієї або іншої" комах-запилувача (рисунок, смужки, особлива будова пиляків,, тичинок та ін.).

Рослини, що запилюються птахами, називають *орнітофільними*. Квітки, що запилюються птахами мають дуже яскраве забарвлення. До таких рослин належать тропічні рослини фікція, бегонія, енотера та ін. Вони запилюються маленькими пташками колібрі. Що всмоктують нектар, не сідаючи на квітки. Взагалі ж птахи відіграють другорядну роль в запиленні рослин, але дуже велике значення їх в поширенні плодів і насіння.

Рослини, що запилюються водою, називають *гідрофільними*. Типовими гідрофітами є кушир, морська трава, елодея, валіснерія та ін.

При перехресному запиленні може відбутися так звана природна гібридизація, коли запилювані між собою рослини чимось різняться. Наприклад, гібридизація відбувається між

гарбузами і кабачками, між цукровими і кормовими буряками, озимою і ярою пшеницею. Внаслідок цього виникають природні гібриди. На цьому принципі людина створює і штучні гібриди, які використовує для створення нових сортів і форм рослин.

Штучне запилення — це запилення, яке здійснює людина. Як правило, його застосовують у селекційній роботі для виведення нових сортів рослин. Для цього попередньо підбирають батьківські та материнські рослини. Далі проводять підготовку материнських квіток або суцвіть. Для цього із суцвіть видаляють усі недорозвинені або пошкоджені квітки, а з квіток, які залишилися для запилення, видаляють пиляки. Звичайно цю операцію проводять за 1—3 доби до визрівання пиляків. Після цього суцвіття чи квітки ізолюють, налягаючи на них марлеві або паперові мішечки — ізолятори. Наступним етапом є заготовка пилку батьківських рослин. Для запилення колосових культур найкраще використовувати суцвіття із дозрілими пиляками. Та іноді пилки збирають у скляні баночки або пляшечки і зберігають кілька діб. Власне запилення проводять у період масового цвітіння рослин материнського сорту, здебільшого у ранкові часи. Найчастіше пилки наносять на приймочки за допомогою піпетки, пінцета, щіточки або шматочка гуми. Іноді під ізолятор з материнськими суцвіттями підставляють поставлені у посудину з водою зрізані батьківські суцвіття. Крім того, батьківські та материнські рослини можна виростити поряд і на період цвітіння помістити під один ізолятор. Запилення квіток вітрозапильних рослин можна здійснити вдуванням під ізолятор пилку через поліетиленову трубку або товсту соломину. Після запилення знову обережно надягають ізолятор і чіпляють етикетку.

Доволі часто штучне запилення проводять на посівах перехреснозапильних культур (соняшника, кукурудзи) з метою підвищення їх урожайності. Особливо доцільне воно тоді, коли через несприятливі погодні умови ускладнюється природне перенесення пилку комахами або вітром.

Запліднення у квіткових рослин

Запліднення — процес злиття двох статевих клітин (чоловічої та жіночої). Внаслідок запліднення утворюється зигота, що дає початок новому організму.

Процесу запліднення у квіткових рослин передуює проростання пилкового зерна на приймочці маточки. Пилкова трубка просувається по стовпчику до зав'язі і крізь пилковхід вростає в насінний зачаток. Від моменту потрапляння пилку на приймочку до запліднення проходить від 20—30 хв (у кок-сагізу) до однієї чи кількох діб (у плодових культур). Квіткові рослини мають здатність до вибіркового запліднення. Це означає, що, хоч на приймочку і потрапляє пилок різних видів рослин, але запліднення відбудеться лише в результаті проростання пилку свого виду.

Коли пилкова трубка проникає у зародковий мішок, то, досягнувши яйцеклітини, лопає, і вміст пилкового зерна виливається. При цьому один зі сперміїв зливається з яйцеклітиною, запліднюючи її, — утворюється диплоїдна зигота, з якої розвивається зародок. Другий спермії зливається із вторинним ядром центральної клітини і утворюється живильна тканина — *ендосперм* з триплоїдним набором хромосом.

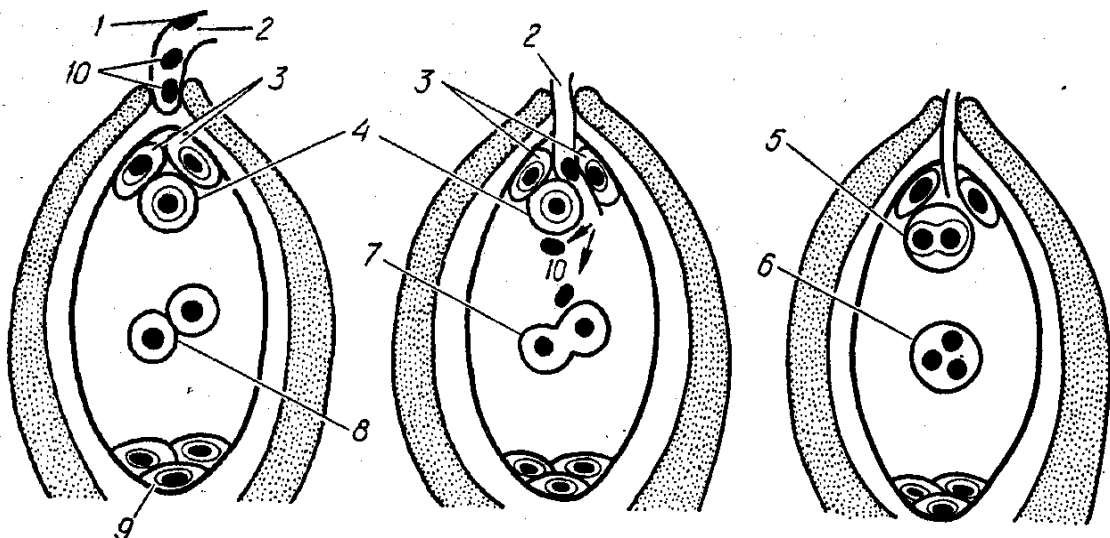
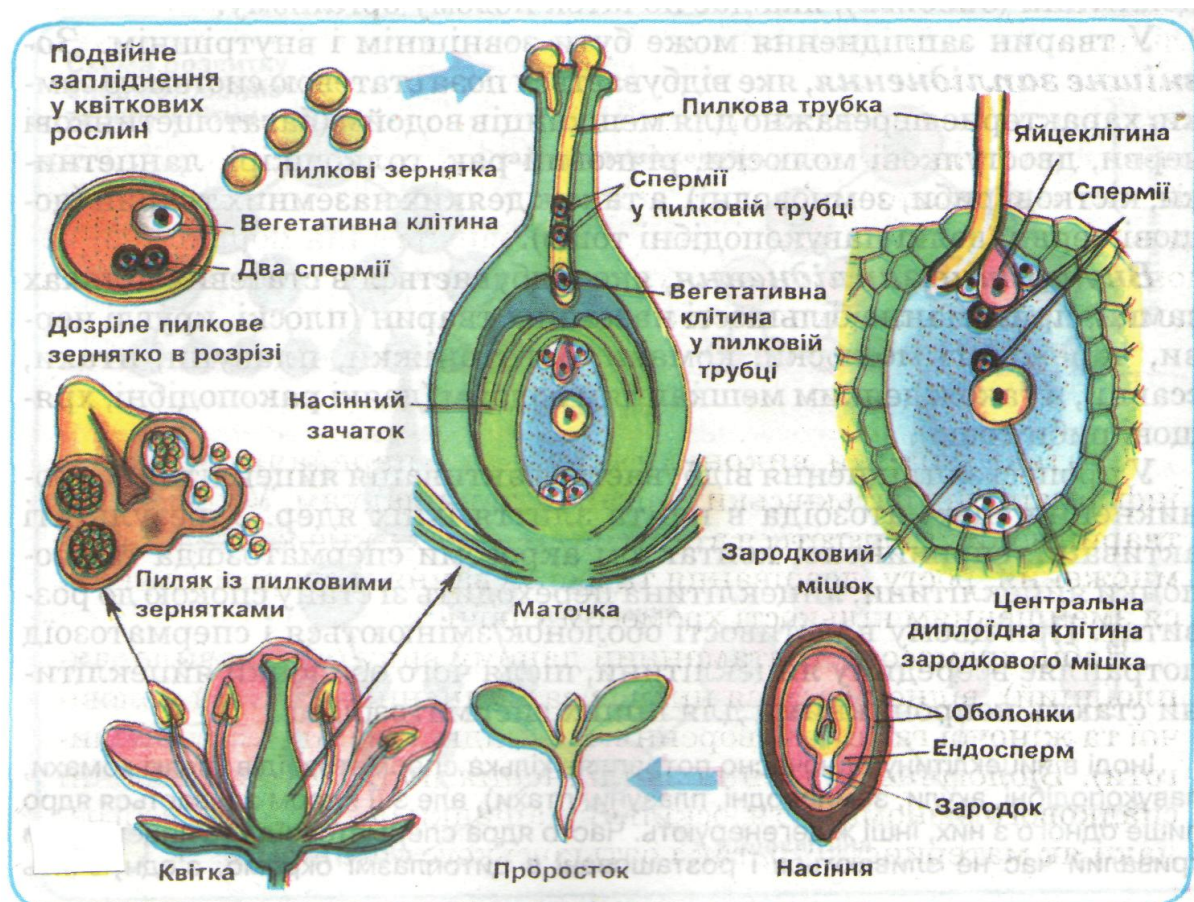


Схема подвійного запліднення: 1 – вегетативне ядро; 2 – пилкова трубка; 3 – синергіди; 4 – яйцеклітина; 5 – зигота; 6 – триплоїдне ядро ендосперму; 7 – вторинне ядро; 8 – полярні ядра; 9 – антиподи; 10 – спермії

Так здійснюється подвійне запліднення у квіткових рослин, яке у 1898 р. відкрив професор Київського університету С. Г. Навашин.

Апоміксис дуже поширений у рослинному світі. Розрізняють три типи апоміксису: партеногенез, апогамію і апоспорію. Утворення зародка з незаплідненої яйцеклітини називають партеногенезом. Таке явище спостерігається у кульбаби, манжетки. Інколи зародок формується з антипод або синергід зародкового мішка. Цей тип апоміксису має назву апогамії (у цибулі). При апоспорії зародковий мішок розвивається не з мегаспори, а з клітин нуцелусу, чи інтегументів, а потім в ньому без запліднення розвивається зародок.

Апоміксис буває випадковим і постійним (спадковим). У інших видів рослин поряд з апоміксисом спостерігається і нормаль-



не статеве розмноження (борщівник).

Як правило, у одній насініні утворюється один зародок, але у деяких рослин їх буває кілька. Поряд із зародком, що утворився з яйцеклітини, зародки можуть утворюватися із синергід,

антипод, нуцелусу, інтегументів. В зародковому мішку може також утворюватися кілька яйцеклітин. Таке явище називають поліембріонією (мандарин).

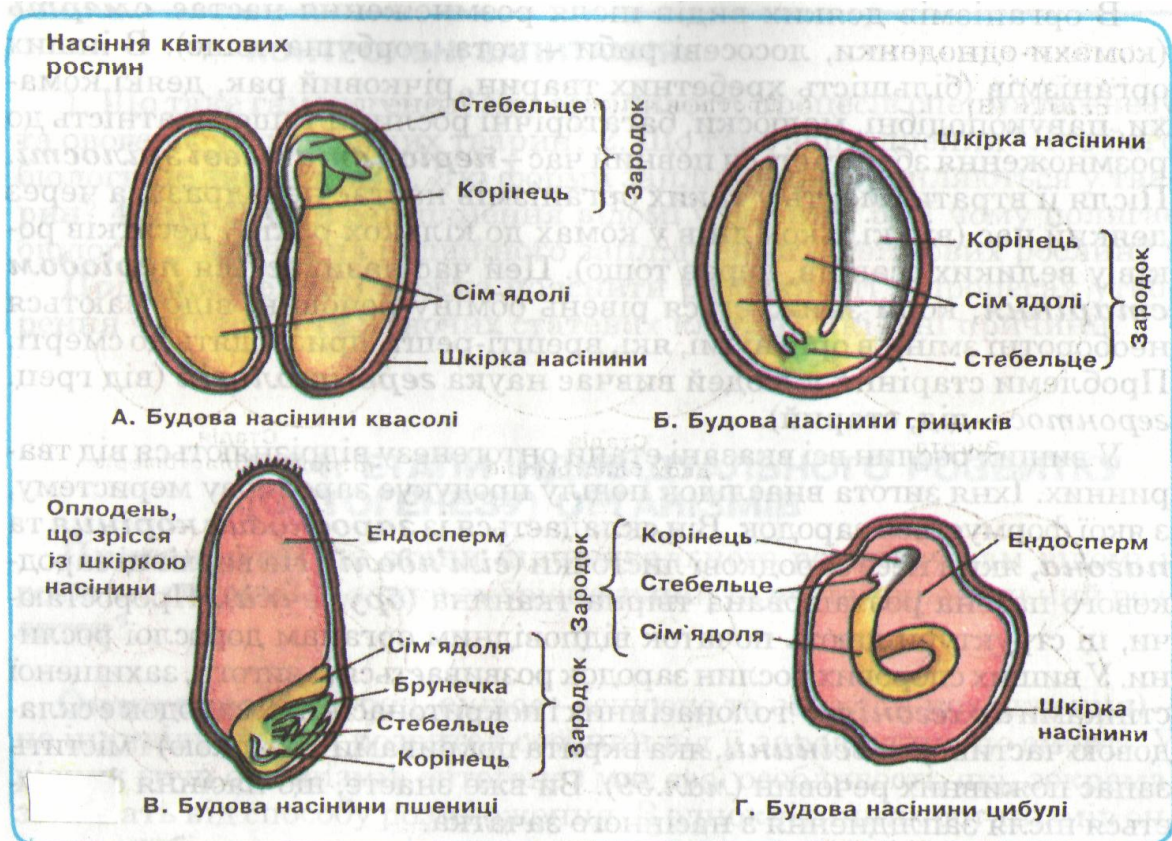
Зародок насінини утворюється із заплідненої яйцеклітини, яка деякий час знаходиться в стані спокою, покриваючись целюлозною оболонкою. Після першого поділу утворюється дві клітини. З однієї шляхом багаторазового поділу утворюється підвісок, який занурює другу клітину глибше в ендодерму. З цієї клітини виникає спочатку передзародок, а потім зародок.

4.3. Насіння, плоди.

Розвиток насінини в різних рослин здійснюється по різному, і тому розрізняють 4 типи насіння:

1. насіння без ендосперму та пересперму;
2. насіння з ендоспермом;
3. насіння з переспермом;
4. насіння з ендоспермом і переспермом.

Перше утворюються у дводольних рослин і характеризуються тим, що в процесі формування насінини весь ендосперм



витрачається на розвиток зародка. При цьому нуцелус не зберігається так, як витісняється зародковим мішком. В цьому випадку в насініні розрізняють дві складові частини: зародок і шкірочку. Зародок складається з зародкового корінця, стебельця, брунечки і двох сім'ядоль. Сім'ядолі добре розвинені і містять запасні поживні речовини. Такий тип насіння зустрічається у представників родин бобових, айстрових, розових, гарбузових. Розглянути на прикладі насініни квасолі.

Насіння з переспермом також утворюється у дводольних рослин і характеризується тим, що ендосперм витрачається на формування зародка, але зберігається нуцелус, клітини якого заповнюються запасними поживними речовинами і перетворюються на пересперму. В насінні розрізняють три складові частини: зародок, який складається з зародкового корінця; брунечки і двох сім'ядоль, пересперми і шкірочки. Цей тип насіння зустрічається у представників родини лободових, гвоздикових, розових та інших.

Насіння з переспермом та ендоспермом характерно також дводольним, і в їх будові розрізняють: зародок, ендосперм, пересперм і шкірочку. Даний тип насіння зустрічається досить рідко (чорний перець, каспійський лотос).

Насіння з ендоспермом зустрічається у дводольних і однодольних. В їх будові розрізняють зародок, ендосперм і шкірочку. Розглянути на прикладі зернівки пшениці. Звернути увагу на те, що зернівка - плід, у якого оплодень зростається з шкірочкою насініни. Ендосперм займає більшу частину насініни і в ньому розрізняють периферійний алейроновий шар і серединний - крохмалистий. З однієї сторони до ендосперми прилягає зародок, який складається з зародкового корінця покритого колеоризою, яка виконує захисну функцію, зародкового стебельця, зародкової брунечки, покритої зовні колептиле для захисту добре розвиненої сім'ядолі (щітка), що розміщена на межі з ендоспермом і має всмоктуючий шар клітин для переведення заласних речовин в легко засвоюванню форми і транспортуванні їх до зародка, а також редукованої другої сім'ядолі (епібласта), розміщеної з протилежної сторони зародка. Насіння такого типу зустрічається у представників родини злакових, пасльонових, селерових і інших.

Хімічний склад насіння

До складу насіння входять вода, мінеральні та органічні речовини. Вода становить близько 12—14 % маси сухої насінини. Кількість органічних сполук, які утворюють клітковину, білки, вуглеводи та жири, доволі значна (82—84 %). Співвідношення окремих груп органічних речовин у насінні різних рослин неоднакове. Наприклад, у насінні злаків багато вуглеводів, у бобових значно більше білків, а насіння соняшника, льону чи маку характеризується високим вмістом олії. Мінеральні сполуки (K_2O , CaO , P_2O_5 , SiO_2 та ін.) у насінні становлять не більше 1,5—5,5 %.

Хімічний склад насіння значною мірою залежить від умов середовища: родючості ґрунту, зволоження, кількості тепла тощо.

Умови проростання насіння

Проростанням називають перехід насіння із стану спокою до вегетативного росту зародка та формування із нього проростка. Насіння деяких рослин проростає одразу або невдовзі після досягання. У багатьох деревних порід та лісових трав'янистих рослин воно має тривалий період глибокого спокою і проростає лише через рік, два чи більше після опадання. Період спокою насіння дуже важливий для виживання рослин, оскільки є тим механізмом, що забезпечує проростання лише за найсприятливіших для подальшого розвитку рослини умов. Наприклад, у багатьох рослин помірної зони проростання стимулюється низькими зимовими температурами.

В одних видів рослин насіння швидко втрачає схожість (у верб та тополь — через 5—6 діб), а в інших зберігає її протягом кількох років (у овочевих культур — 4—5 років, у хлібних злаків — 8—12 років). Дуже довго (25—50 років) зберігає схожість насіння багатьох бур'янів, а насіння лотоса може прорости навіть через 200-250 років.

Для *проростання насіння* необхідні оптимальне поєднання температури, вологості та вільного доступу повітря. Температурні показники, потрібні для проростання насіння, дуже відрізняються у рослин різних кліматичних зон. Так, жито, пшениця, ячмінь та овес починають проростати вже при 0...+4.5

°C; теплолюбніший соняшник — при +4,5...+ 10,5 °C, огірки — при +15...+18 °C.

Процес проростання починається із вбирання насінням великої кількості води. Наприклад, насіння кукурудзи поглинає близько 50 % сухої маси насінини, люцерни — 90, льону — 100, буряків — 120, конюшини — 145. Вода проникає крізь пилковхід та насінну шкірку і зумовлює набрякання насіння. Одночасно із поглинанням води посилюється дихання та активізуються ферменти, під впливом яких починається переведення запасних поживних речовин у розчинний стан. Крохмаль розщеплюється до глюкози, жири — до гліцерину та жирних кислот, білки — до амінокислот. Поживні речовини використовуються для росту зародка.

Для забезпечення процесу інтенсивного дихання зволоженого насіння необхідний вільний доступ повітря. Більшість насіння проростає у темряві, але, наприклад, енотера дворічна, дивина, ведмеже вушко, щавель кучерявий швидше проростають на світлі.

Під час проростання першим з'являється зародковий корінець, який закріплює рослину у ґрунті та починає самостійно всмоктувати воду і розчинені у ній мінеральні речовини, необхідні для подальшого розвитку зародка. Завдяки посиленому росту та поділу клітин зародок перетворюється на проросток. Деякий час він розвивається, поглинаючи поживні речовини із ендосперму або сім'ядолей, а потім переходить до самостійного живлення. Якщо під час проростання сім'ядолі виносяться на поверхню, то має місце *надземний тип проростання* (у квасолі, гарбуза, клена), а якщо залишаються у ґрунті — *підземний* (у гороху, дуба, пшениці).

Плід

Плід — репродуктивний орган, який призначений для розмноження рослин. Плід розвивається із зав'язі маточки, але беруть участь і інші частини квітки (квітколоже, чашечка, віночок та ін..) Плід складається з плодоніжки, оплодня і насінини плодоніжкою плід прикріплюється до стебла. Вона розвивається з квітконіжки. Оплідень складається з чотирьох частин: екзокарпій — зовнішній шар, часто вкритий різними

виростами; мезокарпій – середній, який у соковитих плодів є м'якушем та ендокардій – внутрішній шар, який у деяких соковитих плодів (слива, вишня, персик) перетворюється на кам'янистий (кісточку) або в м'якуш (лимон, апельсин).

Насінина – розвивається з насінного зачатка, який знаходиться в зав'язі, внаслідок запилення та запліднення. Насінина містить зародок, з якого розвивається рослина. Насінних зачатків зав'язі буває від одного до кількох сотен. У деяких рослин зав'язь розвивається без запліднення, тому насіння не утворюється. Це явище називають партенокарпією (груша, виноград).

За походженням розрізняють такі плоди:

- простий – утворений тільки маточкою – у вишні гороху, картоплі, помідорів, пасльону;

- складний – утворений кількома маточками однієї квітки, які розростаються самостійно, не зростаючись – у малини, ожини, жовтецю, ще його називають збірним;

- розпадний – сформований з багатьох зрослих плодолистків однієї квітки; при визріванні цей плід розпадається на окремі самостійні плодики (у мальви, моркви, кропу);

- членистий – цей плід розпадається у поперечному напрямку на окремі плодики (у дикої редьки);

- справжній – розвивається лише із зав'язей. Справжні бувають прості (вишня, пасльон, пшениця, горох) і складні (малина, ожина) плоди;

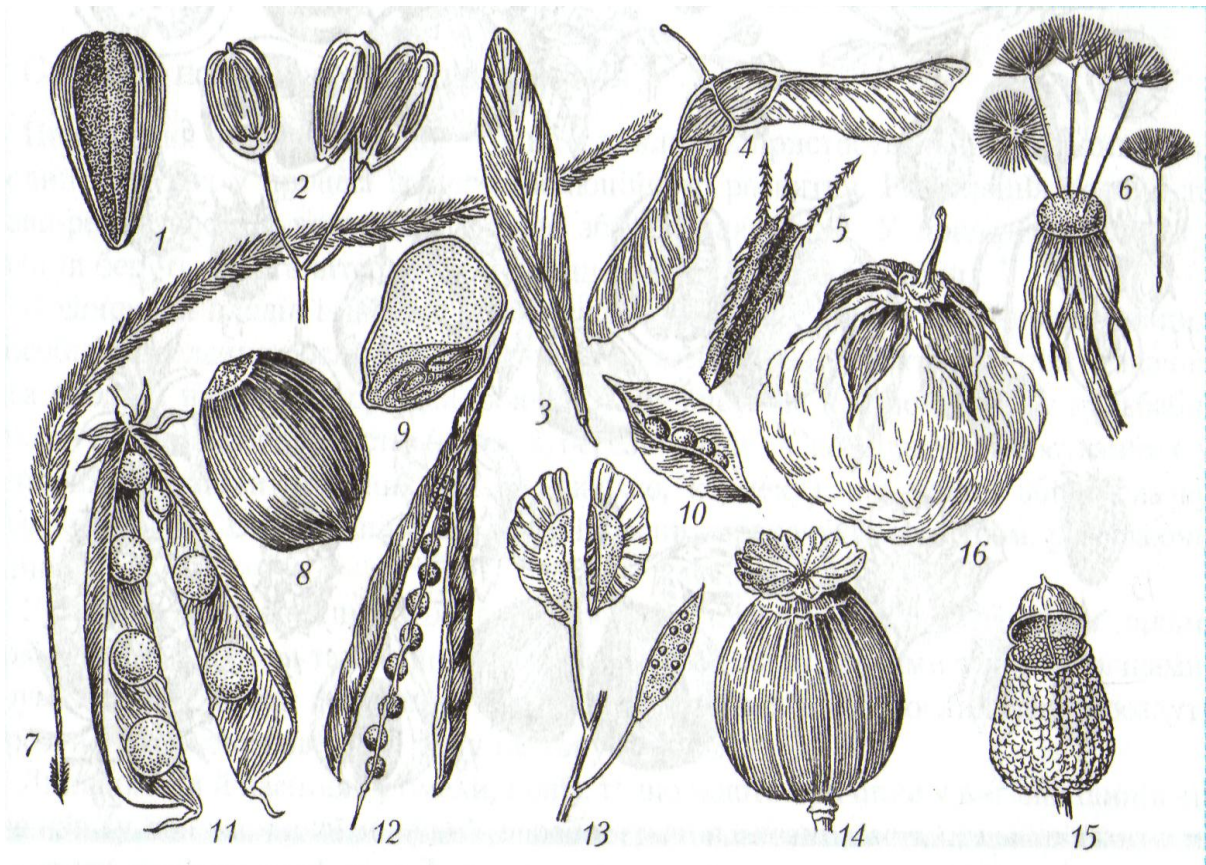
- несправжній – це такий плід, в утворенні якого беруть участь, крім зав'язі і інші частини квітки – квітколоже, чашечка, основи тичинок та ін.. Несправжніми бувають прості (агрус, яблуна, айва) і складні (суниця);

супліддя – зростання окремих плодиків. Окремі плодики в суплідді можуть бути кістянками, листянками, горішками, ягодами (буряк, ананас, шовковиця).

За ступенем вмісту гігроскопічної вологи виділяють сухі і соковиті плоди. Сухі, в свою чергу, поділяють на однонасінні (нерозкривні) і багатонасінні (розкривні).

Сухі, прості, нерозкривні плоди: *сімянка* (соняшник, кульбаба, осот); *зернівка* (пшениця, кукурудза); *горіх* (ліщина, липа, гречка); *крилатка* (клен, береза, в'яз); *жолудь* (дуб).

Сухі, прості, розкривні плоди: *листянка* – розкривається по одному черевному шву (водозбор, сокирки, піон); *біб* – утворений одним плодолистиком, але розкривається двома швами: черевним та спинним (горох, квасоля, гледичія). Насіння прикріплюється до ступок оплодня. *Стручок* – утворений двома



Сухі плоди: 1 – сімянка; двосімянка; 3 – крилатка; 4 – двокрилатка; 5 – сімянка з гачечками; 6 – сімянка з лютючками; 7 – зернівка з лютючкою; 8 – горіх; 9 зернівка; 10 – листянка; 11 – біб; 12 – стручок; 13 – стручечок; 14-16 - коробочки

плодолистками, розкривається від основи до верхівки двома ступками, між якими знаходиться несправжня перегородка, до якої кріпиться насіння (капустяник); *коробочка* – утворений двома і більше плодолистками. Розкривається різними способами: кришечкою (у блекоти, подорожника), дірочками (у маку, ротиків, дзвоників), зубчиками (у гвоздики, первоцвіту),

стулками (у дурману). Іноді коробочка має вигляд стручка (у чистотіла).

Плоди з соковитим оплоднем. Вони є однонасінні і багатонасінні, прості і складні, справжні і несправжні. *Кістянка* (абрикос, слива, терен, калина). У горіха грецького зовнішня соковита частина оплодня (екзокарпій і мезокарпій) опадає; ягода (виноград, помідори, картопля – справжня ягода; смородина, агрус - несправжня); яблуко (яблуня, груша, айва); гарбузина (гарбуз, кавун, огірок); померанець – плід цитрусових (лимон, апельсин).



Соковиті плоди: 1-2 – ягоди агрусу; 3 – ягоди пасльону чорного; 4-6 – ягоди томату; 7-8 – померанець лимону; 9-10 – кістянки вишні; 11 – квітка вишні; 12 кістянка сливи; 13-14 – складна кістянка малини; 15 – багатосім'янка суниці; 16 – квітка суниці; 17 – несправжній плід шипшини; 18 – супліддя інжиру; 19 – супліддя шовковиці; 20 – супліддя ананасу

Інші різновидності плодів: у калини – однонасінна ягода; у кінського каштану – коробочка з однією, двома, трьома великими

насінинами темно-коричневого кольору. Екзокарпій з великими шипами; у коноплі – плід горішок; у кропиви двудомної – довгастий горішок; у перцю, баклажанів плід – справжня ягода; у щиріці – плід однонасінна коробочка. Своєрідний плід у моркви який називається двозернівкою.

Запитання для самоконтролю

1. Що являє собою квітка і з яких частин вона складається?
2. Чим відрізняються правильні квітки від неправильних, одностатеві від двостатевих?
3. Яку будову має тичинка, маточка?
4. Що таке суцвіття? Типи суцвіть.
5. Характеристика мікро- та мегаспорогенезу.
6. Будова насінного зачатку і розвиток зародкового мішка.
7. Які ви знаєте засоби запилення?
8. Як розвивається зародок насіння?
9. Яка будова насінини однодольних та дводольних рослин?
10. Дайте класифікацію сухих та соковитих плодів.
11. Як розповсюджуються плоди та насіння?
12. Які умови необхідні для проростання насіння?

5. Розмноження, ріст та розвиток рослин

План

- 5.1. Загальні відомості про розмноження рослин
- 5.2. Вегетативне, безстатеве та статеве розмноження.
- 5.3. Індивідуальний розвиток організмів (онтогенез).
- 5.4. Рослини червоної книги

5.1. Загальні відомості про розмноження рослин

Кожний рослинний організм здатний до відтворення собі подібних. Якщо утворення потомства зумовлює збільшення кількості особин даного виду рослин, то цей процес і є розмноженням.

У процесі еволюції рослинний світ розвивався від найпримітивніших одноклітинних організмів, так званих прокариотів — дуже давньої групи рослин, появу якої відносять до самих ранніх етапів виникнення життя на нашій планеті. Надалі у них виникла здатність до самовідтворення. В процесі тривалого розвитку, формувалися так звані колоніальні форми, тобто окремі клітини ніби згруповувалися, обволікалися слизом, могли протистояти несприятливим умовам — утворювалися колонії. Однак при цьому колонії легко розпадалися на окремі частини, клітини. Так виникли примітивні способи розмноження.

Розмноження — одне з основних властивостей живих організмів, воно так само потрібно, як дихання, ріст, розвиток, живлення. Суть розмноження — в здатності однієї взятої особини або двох дати початок цілій серії собі подібних, завдяки чому підтримується безперервний ритм життя виду рослини.

В онтогенезі рослин, тобто в процесі життя від насіння до насіння, розмноження буває одноразове і багаторазове. Деякі багаторічні рослини в онтогенезі розмножуються один раз (агава, бамбук). Це так звані *монокарпічні* рослини. Значно частіше спостерігається багаторазове розмноження в життєвому циклі рослин, у так званих *полікарпічних* рослин.

Для кожного виду рослини характерна певна інтенсивність розмноження. Ця інтенсивність визначається такими екологічними факторами, як *абіотичні, біотичні і антропогенні*.

Рослини, розселяючись внаслідок розмноження, займають нові місця проживання. Види, які, розселяючись, розширюють свій ареал, називають *прогресивними*.

Багато видів, розмножуючись, не збільшують свій ареал. А є і види, які розмножуються, але їх ареал скорочується. Це *регресивні*, або *вимираючі* види.

Розмноження, як ознака живої матерії, існувало ще на самих ранніх стадіях її розвитку. Одночасно із розвитком в процесі еволюції організмів відбувалася і еволюція їх розмноження. Еволюція розмноження стала стимулом для поширення рослинного світу на планеті, появі нових органів — видозміни основних вегетативних органів рослин.

В чудових дослідженнях М. І. Вавилова і його співробітників було показано, що можливості як дикорослих, так і сільськогосподарських рослин в Пересуванні під час розмноження обмежені, тобто вони мають свої досить визначені ареали.

Розрізняють три способи розмноження рослин: *вегетативний*, *безстатевий* і *статевий* (статеве відтворення).

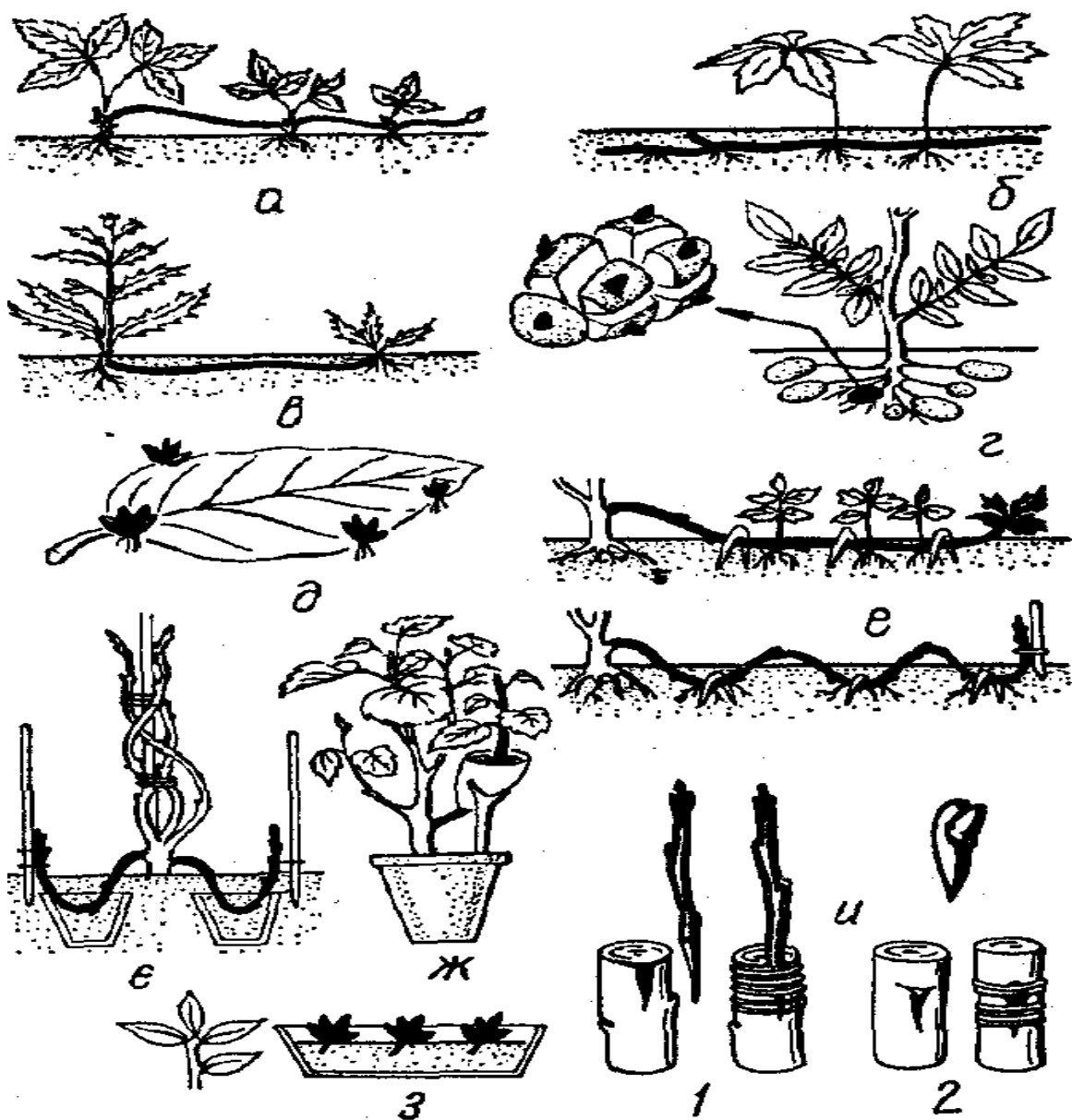
5.2. Вегетативне, безстатеве та статеве розмноження. Вегетативне розмноження.

Це розмноження відбувається з участю вегетативних органів рослини — кореня, стебла, листка. Воно ґрунтується на явищі регенерації тобто здатності рослини відновлювати цілий організм з будь-якої окремої його частини. Потенціальні можливості вегетативного розмноження невичерпні. На сьогоднішній день в повному обсязі проводяться роботи по регенеруванню рослини із однієї клітини. За допомогою вегетативного розмноження з однієї рослини можна одержати до 200 нових особин того самого виду.

Вегетативне розмноження дуже поширене в природі як у нижчих, так і вищих рослин. Так, синьо-зелені водорості розмножуються вегетативні часточками, які називають *гормогоніями*; дріжджі - *брунькуванням*; головчаста цвіль - часточками міцелію; сажкові гриби - *хламідоспорами*; ріжки жита - *склероціями*, лишайники - *соредіями* і *ізидіями*. У маршанції

(рослини, що належить до мохоподібних) вегетативне розмноження здійснюється за допомогою виводкових бруньок; у папоротеподібних - кореневищами. У голонасінних вегетативне розмноження не спостерігається.

Покритонасінні рослини в природі розмножуються кореневищами (анемона, купина, конвалія, пирій, свинорий); кореневими бульбами, на яких є додаткові бруньки, що розвива-



Вегетативне розмноження

*а - вусами; б - кореневищем; в - коренем; г - бульбами;
 д - листком; е, е, ж - відсадками пагонів; з - живцями; и — щепленням;
 1 — у прикладу; 2 — окуліровкою.*

ються в надземні пагони (пшінка весняна, любка, зозулинець, гадючник шестипелюстковий); цибулинами, в пазухах лусок яких утворюються молоді цибулинки (проліска, підсніжник, лілія, тюльпан); бульбами (смикавець їстівний, топінамбур); вусами (суниці, жовтець повзучий, розхідник, перстач гусячий); частинами коренів, на яких утворюються додаткові бруньки, а з них виростають надземні пагони (осот жовтий, березка); бульбоцибулинами (шафран, гладіолус). При цьому біля основи молоді (верхньої) бульбоцибулини утворюються додаткові цибулинки, з яких потім розвиваються нові особини. Запасні поживні речовини у бульбоцибулин містяться у м'ясистому денці, вкритому лише сухими плівчастими лусочками, що відрізняє бульбоцибулини від цибулин.

На основі природного вегетативного розмноження у агрономічній практиці розроблено найрізноманітніші способи штучного вегетативного розмноження: бульбами (картопля, топінамбур); кореневими бульбами (жоржини, батат); при цьому слід мати на увазі, що на кореневих бульбах жоржин додаткових бруньок немає і ці коренебульби слід висаджувати з частиною стебла, де є бруньки; кореневищами (півники, флокси); вусами (суниці); цибулинами (цибуля, часник, тюльпан, лілія); бульбоцибулинами (гладіолус, шафран); кореневими паростками (вишня, малина).

Поряд із природними способами вегетативного розмноження, які використовує людина, в садівництві, вироблені способи вегетативного розмноження, які в природі не зустрічаються: розмноження живцями, діленням куща, щепленням, тканинним розмноженням тощо .

Розмноження живцями. Живець — це відрізана від материнської" рослини частина пагона, кореня чи листка.

Пагіневі живці бувають зимовими — без листків, але з бруньками, 20—30 см завдовжки, взяті з пагонів віком 2—3 роки і літніми — з листками, взятими з однорічних пагонів, 3—4 см завдовжки. Живцями добре розмножуються агрус, виноград, смородина.

Укорінюючи живці, слід пам'ятати про закон полярності: в субстрат живець вкладають нижнім кінцем.

Тепер одержують пагонові живці багатьох цінних вітаміноносних рослин : (обліпіха, жимолость).

Листковий живець — це листкова пластинка, з черешком. Для одержання додаткових коренів листковий живець слід закріпляти на субстраті морфологічно нижнім боком. Бруньки і пагони з них утворюються на верхньому боці. Додаткові корені можуть також розвиватися і на кінці черешка, а не лише на нижньому боці листка у місцях розгалуження головних жилок. Листковими живцями розмножують, в основному, кімнатні рослини — алое, глоксинії, бегонії, сентполії, колеуси.

Кореневими живцями розмножуються види рослин, на коренях яких утворюються додаткові бруньки (флокс, клівія, вишня, малина та ін.).

Розмноження відсадками. Це таке розмноження, при якому спочатку укорінюють частину пагона, а потім уже відокремлюють його від материнської рослини (агрус, смородина).

Розмноження щепленням — це зростання бруньок або стеблових живців однієї рослини із стеблом іншої рослини. Рослину, яку прищеплюють, називають *прищепою*, а рослину, на яку щеплять,— *підщепою*. Відомо дуже багато способів щеплення. Найбільш поширеними є: щеплення зближенням, або аблакування,— прищепка не відокремлюється від материнської рослини до зростання з підщепою; щеплення живцем, або копулювання,— на однорічних живцях прищепи з 2—3 бруньками і на стеблі підщепи роблять косі зрізи і прикладають їх один до одного, при цьому за товщиною стебла підщепи і прищепи мають бути однакові; щеплення вічком, або окулірування,—прищепою є спляча або ростуча брунька, відокремлена від серединної частини пагона рослини, яку слід розмножити. Брунька вставляється у відповідний надріз під кору підщепи.

Щоб одержати добрі наслідки від різних способів розмноження, які наведено раніше, слід підбирати рослини одного виду, або близьких видів іншого род. Щепленням досягають швидкого плодоношення прищепи, виведення більш продуктивних сортів, стійких проти хвороб і шкідників та ін.

Безнасінні сорти винограду, лимона, апельсина та інших рослин розмножуються лише вегетативним способом.

Значення і особливості вегетативного розмноження:

1) в потомстві, одержаному внаслідок природного вегетативного розмноження, дуже чітко і повно відтворюються ознаки і особливості материнської рослини. Тому це потомство вже пристосоване до життя в даних конкретних умовах середовища;

2) при природному вегетативному розмноженні потомство одержує лише материнські спадкові ознаки; при штучному вегетативному розмноженні різними способами щеплення нові особини одержують і батьківські, і материнські спадкові ознаки, що слід враховувати, підбираючи об'єкти щеплення;

3) Потомство раніше вступає в пору плодоношення, порівняно з рослинами того самого виду, вирощеними з насіння;

4) рослини, які вегетативно розмножуються, займають пануюче положення серед тих видів рослин, які не здатні розмножуватись вегетативно;

5) за допомогою вегетативного розмноження в сільськогосподарській практиці виводять нові сорти плодових, овочевих, декоративних рослин, розмножують кількісно безвірусні форми для селекції нових сортів.

б) природне вегетативне розмноження забезпечує відновлення

лісів, пасовищ, луків;

б) вегетативне розмноження значною мірою забезпечує зберігання зникаючих рослин як в природних умовах, так і в культурі.

Безстатеве розмноження

При цьому розмноженні для відтворення потомства утворюються спеціальні клітини — спори. Така клітина (спора) в сприятливих умовах проростає без попереднього злиття з іншою клітиною і дає початок новій особині.

Спора являє собою клітину з більш щільною зовнішньою оболонкою і тоншою внутрішньою. Вміст її — цитоплазма, ядро, мітохондрії. Є поживні речовини: краплі олії, крохмаль або цукор, білки. Спори бувають рухливі й пасивні — нерухливі. Рухливі спори мають джгутики, їх називають *зооспорами*.

Зооспори формуються у рослин, які певну частину або все життя проводять у водному середовищі (наприклад, водорості, нижчі гриби).

Спори можуть утворюватися ендогенно, тобто в спеціальних органах, які називають спорангіями чи зооспорангіями, і екзогенно - без утворення спорангія, шляхом відчленування їх від спеціалізованих частин тіла рослини. Ендогенні спори формуються у водоростей, грибів, вищих рослин, екзогенні - у грибів класу сумчасті, базидіальні.

У наземних рослин спорангії багатоклітинні, з міцними стінками, що захищають спори від висихання. У водних рослин стінки зооспорангія менш щільні, бо рослини знаходяться в більш-менш постійному середовищі. У одноклітинних водних організмів вся клітина перетворюється на зооспорангій (наприклад, хламідомонада). При цьому весь вміст клітини ніби переміщується, ділиться навпіл, скидаються джгутики. Потім поділ відбувається ще два рази і утворюється вісім зооспор. Кожна зооспора формує джгутики, верхня оболонка зооспорангія лопається і зооспори крізь отвір випливають у воду. Через 48 год. вони досягають розвитку дорослої материнської рослини і готові знову ділитися. У вищих спорових рослин (мохоподібних, плаунових, папоротеподібних, хвощеподібних, голонасінних, покритонасінних) перед утворенням спор обов'язково відбувається редукційний поділ (мейоз) материнської спорогенної тканини. Тому спори у цих рослин завжди гаплоїдні, тобто з одним набором хромосом.

Існує багато спеціальних назв спор навіть в межах одного виду

рослини. Так, у гриба лінійна іржа злакових є такі спори безстатевого розмноження, як уредоспори, телейтоспори, пікноспори, ецидіоспори. Спори статевого спороношення у цього гриба — базидіаспори.

За своїми морфолого-фізіологічними властивостями спори бувають *гомталічними* — однаковими за зовнішніми і внутрішніми ознаками, *гетероталічними* — морфологічно однакові, а фізіологічно різні (такі спори позначають знаками «плюс» і «мінус») і *мікро-* та *мегаспори* — і морфологічно, і

фізіологічно різні, так звана різноспоровість. Гетероталічні спори характерні для мохоподібних, хвощоподібних рослин, гомоталічні — папоротеподібних. Різноспоровість характерна для деяких плаунових, для голонасінних та покритонасінних рослин.

У голонасінних рослин мікроспорангії розташовані на чоловічій шишці, а мегаспори утворюються на жіночій шишці в насінному зачатку, що є ускладненим мегаспорангієм. У покритонасінних рослин мікроспори формуються в гніздах пиляків, а мегаспори (макроспори)—в насінному зачатку, який знаходиться в зав'язі маточки в квітці.

Для безстатевого розмноження характерні такі ознаки:

1. Дуже висока, за сприятливих умов, інтенсивність розмноження (одна рослина папороті може дати 50 млн. спор, гриб-дошовик — 7,5 трильйона спор).

2. Забезпечується швидке розселення виду.

3. Утворюється однорідне потомство : всі особини повністю схожі на материнську рослину.

4. Спори можуть витримувати несприятливі умови, одягаючись більш щільною оболонкою, пережити їх, а потім, за сприятливих умов, прорости.

Статеве розмноження

Це розмноження виникло в ході еволюційного розвитку рослинного світу і відіграло виключно важливу роль у створенні рослинних організмів. Суть статевого розмноження полягає в злитті двох статевих клітин — *гамет* і утворенні однієї *клітини-зиготи*. Процес злиття двох гамет називають *заплідненням*.

Зигота характеризується тим, що має подвійний набір хромосом порівняно з гаметами, тобто при злитті гамет вміст клітин і ядра зливаються, а набори хромосом залишаються самостійними. Після деякого періоду спокою зигота починає ділитися мітотично і в результаті формується багатоклітинна тканина. Кінець її розвитку — нова особина є точною копією зиготи.

Зигота інколи має свою специфічну назву залежно від рослини, де вона утворюється: ауксоспора (у діатомових водоростей), зигоспора (у деяких грибів і водоростей), ооспора (у грибів, водоростей).

В основі статевого розмноження лежить поділ організмів на дві форми існування, на дві статі: жіночої і чоловічої (символи бога війни Ареса і богині краси Венери). Гамети розвиваються в особливих органах — гаметангіях, які мають певні назви. У вищих рослин чоловічий — антеридій і жіночий — архегоній, багатоклітинний. У нижчих рослин оогоній — одноклітинний. У сумчастих грибів жіночий гаметангій називають архікарпієм. Він складається з двох частин: вузької трубочки — трихогони і широкої частини — аскогоа. Архегоній має шийку і черевце.

Статевий процес виник уже на зорі розвитку рослинного світу. Він є фактором величезного значення в процесі еволюції. Однак до цього часу ще не існує задовільного пояснення виникнення статевого процесу.

Існує кілька типів статевого розмноження. Самий примітивний — *ізогамія*. При ізогамії статеві клітини морфологічно схожі між собою. Ізогамія спостерігається у багатьох водоростей і деяких грибів. Гамети утворюються в клітинах, які називають *гаметангіями*. Відрізнити чоловічу гамету від жіночої за зовнішніми ознаками практично неможливо. Вони можуть існувати лише у водному середовищі. Після вибіркового злиття двох гамет і деякого періоду спокою утворена зигота ділиться редукційно (мейозом). З однієї з чотирьох утворених в результаті мейозу гаплоїдних клітин формується новий гаплоїдний організм.

Гетерогамія — тип статевого розмноження, який характеризується наявністю різних за розміром гамет. Жіноча — велика і менш рухлива, чоловіча гамета мала і більш рухлива. Пояснюється це і тим, що жіноча гамета прогресує в новому напрямку: в ній уже накопичуються поживні речовини для розвитку майбутньої зиготи (у водоростей, грибів).

Оогамія — спостерігається у більш високоорганізованих водоростей: Жіноча гамета велика і нерухома (не має джгутиків).

Формується вона в одноклітинному "гаметангії — оогонії і називається яйцеклітиною. Чоловічі гамети — сперматозоїди, в кілька разів менші за жіночі, дуже рухливі завдяки наявності джгутиків. Утворюються вони у чоловічих гаметангіях — антеридіях. Злиття гамет (запліднення) відбувається у водному середовищі.

Крім раніше названих, у водоростей і грибів є і інші форми статевого розмноження — *кон'югація і зигогамія*. Вони подібні до ізогамії, але у копулюючих клітин немає джгутиків, а сам процес копуляції відбувається в гаметангіях.

З виходом рослин в процесі еволюції на сушу жіночий гаметангій удосконалюється, стає багатоклітинним і називається *архегонієм*. Архегоній складається із колоподібного розширення - черевця, де знаходиться яйцеклітина, і вузької частини - шийки.

Зовні архегоній вкритий первинною покривною тканиною - епідермісом. Чоловічий орган статевого розмноження (антеридій), багатоклітинний. Рослини, які утворюють архегоній, відносять до групи архегоніальних. Це - всі відділи вищих рослин, крім покритонасінних, у яких архегонія немає. Покритонасінні відносять до неархегоніальних рослин.

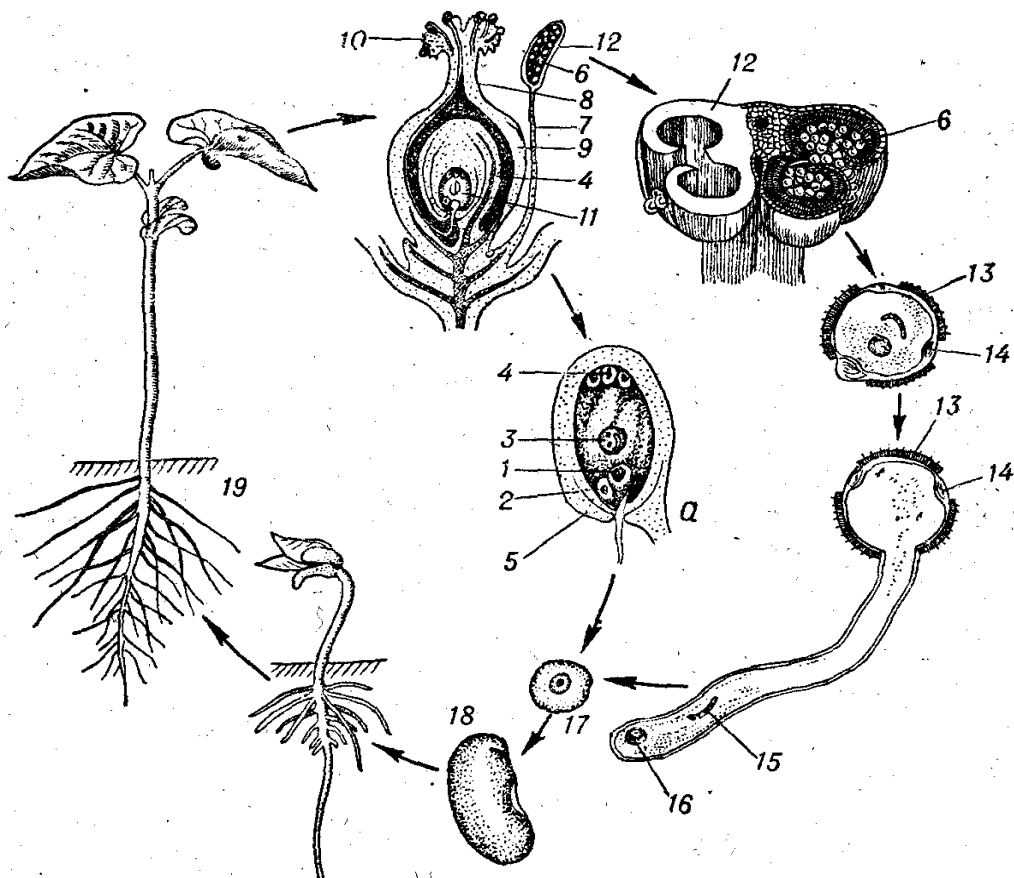
Біологічне значення статевого розмноження таке:

1) в результаті статевого розмноження утворюється більш життєво оновлене потомство; 2) спадкова основа у зиготи більш багата; ніж у кожної із гамет, тому нова особина, яка розвивається із зиготи, більш стійка; до несприятливих умов навколишнього середовища, негативних екологічних факторів. Це зумовлює розселення виду, поширення його ареалу, появи нових різновидностей.

Таким чином, якщо безстатеве розмноження характеризується великою кількістю одержуваного потомства, то статеве розмноження — кращою якістю потомства, кращою генетичною спадковістю.

Життєвий цикл розвитку рослин

Безстатевий і статевий способи розмноження чергуються між собою і разом являють так званий цикл розвитку рослини. При цьому відбувається і чергування ядерних фаз — диплоїдної і гаплоїдної. В життєвому циклі рослини представлені двома поколіннями: безстатеве — *спорофіт* і статеве — *гаметофіт*. Безстатеве покоління розмножується спорами. Спори бувають трьох типів: гомоталічні (однакові як морфологічно, так і фізіологічно), гетероталіччі (однакові морфологічно, але різні фізіологічно, позначаються як «+» і «—») І мікро- та мегаспори



Цикл розвитку покритонасінної рослини: *a* – процес подвійного запліднення у зародковому мішку: 1 – яйцеклітина, з якою зливається один із спермій; 2 – синергіди; 3 – вторинне ядро з яким зливається другий спермій; 4 – антиподи; 5 – покрови насінного зачатка; 6 – гнізда пиляка з пилком; 7 – тичинкова нитка; стовпчик маточки; 9 – стінки зав'язі; 10 – приймочка маточки; 11 – зародковий мішок; 12 – пиляк; 13 – пилоч (чоловічий гаметофіт) що формується при проростанні мікроспори; 14 – пора екзині; 15 – генеративне ядро; 16 – вегетативне ядро; 17 – зигота, що утворилась у зародковому мішку насінного зачатка; 18 – насінина, утворилась з насінного зачатка; 19 – доросла рослина (спорофіт).

(так звана різноспоровість). Безстатеве покоління розвивається із зиготи, воно диплоїдне, але спори, які утворюються в певних місцях спорофіта, гаплоїдні, тому що вони формуються після редукційного поділу материнської спорогенної тканини. Спорофітом може бути як сама рослина, так і частина рослини (спорогон).

Із гаплоїдної спори розвивається гаплоїдне (статеве) покоління — гаметофіт. Гаметофіт розмножується статевим способом зі утворенням статевих органів (в більшості випадків) і гамет. Гаметофітом може бути сама рослина (у мохоподібних), заросток - і самостійна зелена або безхлорофільна пластинка (у плауноподібних, хвощоподібних, папоротеподібних) або дуже редуковане утворення, яке можна бачити лише під мікроскопом (у голонасінних і покритонасінних). Залежно від типу спор, з яких розвивається гаметофіт, він може бути двостатевим (коли спори гомоталічні) і різностатевим (коли спори гетероталічні і при різноспоровості)

В циклі розвитку рослини може переважати одне чи друге по коління. Наприклад, у мохоподібних в життєвому циклі переважає гаметофіт — сама рослина є гаметофітом. У всіх інших відділів вищих рослин самі рослини є спорофітом, який і переважає і циклі розвитку. Чергування фаз — гаплоїдної і диплоїдної — спостерігається ще раніше — у нижчих рослин. Більш детально цикли розвитку рослин подано у відповідних розділах систематики.

5.3. Індивідуальний розвиток організмів (онтогенез)

Онтогенез (від грец. *онтос* — існуюче та *генезіс* — походження) -це індивідуальний розвиток особини від її зародження до смерті. У різних груп організмів онтогенез має свої особливості, які, зокрема, залежать від способу розмноження. В одноклітинних організмів Онтогенез збігається з клітинним циклом.

Тривалість онтогенезу може бути різною. Наприклад, секвоя може жити понад 3 000 років, деякі види черепах живуть до 150 років.

При вегетативному розмноженні онтогенез зводиться до диференціації клітин і органів багатоклітинного зачатка (певного фрагмента, бруньки тощо) та росту. Під час нестатевого розмноження спорами у рослин та грибів під їхніми оболонками єдина клітина ділиться на багато дочірніх (зародкова меристема рослин, подібна сукупність клітин грибів). Згодом спора або проростає у багатоклітинну нитку (нитчасті водорості, міцелій

грибів, протонема - ниткоподібне утворення у мохів, або з неї розвивається *заросток* (папороті, плауни, хвощі). При статевому розмноженні вихідною стадією онтогенезу є *зигота* (при партеногенезі - незапліднена яйцеклітина).

Онтогенез поділяють на ембріональний та постембріональний періоди.

Ембріональний (зародковий) період - це час, коли новий організм (*ембріон*) розвивається всередині насінини. Він завершується проростанням організму.

Постембріональний (післязародковий) період триває від моменту народження (виходу із зародкових оболонок, покривів насінини) і триває до моменту набуття організмом здатності до розмноження.

У вищих рослин зигота внаслідок поділу продукує зародкову меристему, з якої формується зародок. Він складається із *зародкових корінця* та *пагона*, який несе зародкові листочки (*сім'ядолі*). На верхівці зародкового пагона розташована твірна тканина (*брунечка*). Проростаючи, ці структури дають початок відповідним органам дорослої рослини. У вищих спорових рослин зародок розвивається із зиготи, захищеної стінками *архегонія*. У голонасінних і покритонасінних зародок є складовою частиною *насінини*, яка вкрита покривами (шкіркою) і містить запас поживних речовин. Ви вже знаєте, що насіння формується після запліднення з насінного зачатка.

5.4. Червона книга

Найбільш всеосяжний збірник відомостей про охоронний статус рослин та тварин в усьому світі видається Міжнародним Союзом Охорони Природи (МСОП) з 1963 року. Червоний список опікується флорою та фауною всього світу.

Червона книга України — основний документ, в якому узагальнено матеріали про сучасний стан рідкісних і таких, що знаходяться під загрозою зникнення, видів тварин і рослин, на підставі якого розробляються наукові і практичні заходи, спрямовані на їх охорону, відтворення і раціональне використання.

До Червоної книги України заносяться види тварин і рослин, які постійно або тимчасово перебувають чи зростають у природних умовах на території України, в межах її територіальних вод, континентального шельфу та виняткової (морської) економічної зони, і знаходяться під загрозою зникнення. Занесені до Червоної книги України види тварин і рослин підлягають особливій охороні на всій території України.

Перша Червона книга, присвячена українській флорі та фауні, була видана у 1980 році під назвою «Червона Книга Української РСР». Перше видання Червоної книги України (1980 р.) містило опис 151 виду вищих рослин.

У 2009 р. вийшло третє видання Червоної книги України. До третього видання «Червона книга України» (рослинний світ) занесено 826 видів рослин і грибів. Кількість видів рослин у третьому порівняно з другим виданням збільшилась на 285 видів, а у другому порівняно з першим – на 390 видів. Таким чином, з урахуванням приблизно однакових проміжків часу між виданнями Червоної книги України, спостерігається певне уповільнення темпів зменшення втрати різноманіття видів рослин і грибів України.

Червона книга України, том «Рослинний світ», 1996 рік.

Залежно від стану і ступеня загрози для популяцій видів, занесених до Червоної книги України, вони поділяються на такі категорії: зниклі (0), зникаючі (I), вразливі (II), рідкісні (III), невизначені (IV), недостатньо відомі (V), відновлені (VI).

- зниклі: види, про які після неодноразових пошуків, проведених у типових місцевостях або в інших відомих та можливих місцях поширення, відсутня будь-яка інформація про їх існування у дикій природі;

- зникаючі: види, що знаходяться під загрозою зникнення, збереження яких є малоімовірним, якщо продовжиться згубна дія факторів, що впливають на їх стан;

- вразливі: види, які у найближчому майбутньому можуть бути віднесені до категорії «зникаючих», якщо продовжиться дія факторів, що впливають на їх стан; рідкісні: види, популяції яких невеликі, які у даний час не відносяться до категорії «зникаючих» чи «вразливих», хоча їм і загрожує небезпека;

- невизначені: види, про які відомо, що вони відносяться до категорії «зникаючих», «вразливих» чи «рідкісних», однак достовірна інформація, яка б дозволяла визначити до якої із зазначених категорій вони відносяться, - відсутня;

- недостатньо відомі: види, які можна було б віднести до однієї з вищеперерахованих категорій, однак у зв'язку з відсутністю повної достовірної інформації питання залишається невизначеним;

- відновлені: види, популяції яких завдяки вжитим заходам щодо їх охорони не викликають стурбованості, однак не підлягають використанню і вимагають постійного контролю.

Том «Рослинний світ» складається з наступних розділів:

Судинні рослини

Водорості

Мохоподібні

Лишайники

Гриби

Впорядкування інформації

У Червоній книзі України про кожний із видів тварин і рослин, занесених до неї, вказуються такі відомості: категорія, поширення, основні місця знаходження, чисельність у природі, в тому числі за межами України, її зміни, відомості про розмноження або розведення в неволі (культурі), заходи, що вжиті та які необхідно здійснити для їх охорони, джерела інформації. У Книзі також містяться картосхеми розповсюдження та фотографії (малюнки) занесених до неї видів тварин і рослин.

Наукові та інші установи, підприємства, організації та громадяни повідомляють Міністерству охорони навколишнього природного середовища України наявну у них інформацію про поширення, чисельність, стан видів тварин і рослин, занесених до Червоної книги України, та негайно інформує про факти їх знищення, пошкодження, загибелі чи захворювання.

Природно-заповідний фонд України

Чисельність більшості об'єктів Червоної книги України зменшується через порушення умов їх існування — внаслідок господарської діяльності людини.

Згідно із Законом «Про природно-заповідний фонд України», для збереження природних об'єктів господарська

діяльність обмежується на територіях або об'єктах природно-заповідного фонду, іншими словами — на особливо охоронюваних територіях. Саме таким чином зберігається більшість видів, занесених до Червоної книги.

Крім збереження рідкісних та зникаючих видів, території й об'єкти природно-заповідного фонду створюються й для вирішення інших завдань, а саме:

- збереження типових та унікальних природних екосистем, територій та окремих об'єктів;
- збереження певних природних ресурсів для їх використання у майбутньому;
- дослідження природних процесів та відносин людини і природи;
- організація рекреації (туризму та відпочинку людей) без порушення природного середовища;
- підтримання екологічної рівноваги в регіоні, забезпечення невиснажливого господарювання.

Залежно від завдань існують різні категорії особливо охоронюваних природних територій.

Природні та біосферні заповідники — це своєрідні «лабораторії в природі». Головним завданням природного заповідника є дослідження природних процесів без втручання в них людини. Тому на них назавжди забороняється будь-яка діяльність, крім наукової.

Біосферні заповідники створюються для вивчення відносин людини й природи (біо-фери). Щоб створити полігон для подібних досліджень, в них виділяють такі зони:

- *абсолютно заповідну*, в якій, як у природному заповіднику, повністю забороняється господарська діяльність;
- *традиційного природокористування* — такого, що історично склалося в місцевого населення; залежно від місцевих традицій тут можливі збір ягід, заготівля хмизу, риболовля тощо;
- *традиційного (звичайного) природокористування*.

Таке зонування дозволяє порівнювати зміни довкілля залежно від ступеня їх господарського використання.

Біосферні заповідники належать до Всесвітньої глобальної мережі біосферних резерватів, їх наукова діяльність здійснюється

відповідно до міжнародних програм і, насамперед, до Програми ЮНЕСКО «Людина й біосфера».

На відміну від заповідників, головне завдання національних природних парків — забезпечення спілкування людини з природою. Вони утворюються для збереження природних комплексів і організації туризму й відпочинку людей — рекреації. Щоб регулювати відвідування парків, їх зонують подібно до біосферних резерватів, виділяючи такі зони:

- абсолютно заповідну;
- регульованої рекреації — в яку відвідувачі допускаються лише по певних маршрутах і на нетривалий час;
- стаціонарної рекреації — тут розташовуються місця відпочинку, кемпінги тощо;
- господарську (звичайного природокористування).

В національних природних парках проводять і наукові дослідження.

Заповідники і національні парки є державними установами: вони мають дирекцію, штат охорони і самі підтримують охоронний режим.

Регіональний ландшафтний парк створюється для збереження природних ландшафтів. Такі особливо охоронювані території найбільш поширені в країнах, де природа змінена людиною значною мірою — у Великобританії, Німеччині, Японії та ін. В них також охороняються природні комплекси та забезпечуються умови для відпочинку населення. Регіональні ландшафтні парки зонуються подібно до національних парків.

У заказниках охороняється один із компонентів природного комплексу. Ним може бути ділянка заплави (гідрологічний чи ботанічний заказник), лісові схили (ландшафтний чи лісовий), рідкісний чи зникаючий вид (зоологічні та ботанічні заказники) тощо.

Дуже схожі із заказниками пам'ятки природи. Заказники охороняють типові об'єкти: ділянки заплави не дуже відрізняються одна від одної, так само схожі між собою в межах єдиної природної зони й лісові схили. Навіть рідкісний вид може бути типовим: будучи нечисленним, він може бути поширеним на великій території (найяскравіший приклад — хижі птахи).

Пам'ятки природи охороняють унікальні об'єкти: колонію птахів (чапель, мартинів, шулік тощо) або звірів (борсуків, кажанів тощо), дерево-велетень, озеро, водоспад, геологічні оголення, джерела тощо. Пам'ятка природи тому завжди невелика за площею.

У заповідному урочищі, як і в заказнику, охороняються типові об'єкти. Подібно до пам'ятки природи, воно має невелику площу.

У заказнику, пам'ятці природи і заповідному урочищі може здійснюватися будь-яка діяльність, що не загрожує об'єкту охорони. На відміну від заповідників і національних парків, вони не є окремими установами. Ні дирекції, ні штату охорони в них немає. Охороняти їх зобов'язані ті підприємства, які ведуть на них господарську діяльність. Тому на таких територіях зазвичай відбувається багато екологічних порушень.

Особливо охоронювані території запобігають посухам, руйнуванню ґрунтів, утворенню ярів, підтримують чистоту водойм. Вони сприяють відновленню природних ресурсів — мисливської та рибальської фауни, лікарських та нектароносних рослин тощо (до речі, чудові краєвиди, де нам подобається відпочивати, є рекреаційним ресурсом — ресурсом для відпочинку). Таким чином, усі території та об'єкти природно-заповідного фонду сприяють підтриманню екологічної рівноваги та забезпечують невиснажливе господарювання. Тому від розвитку заповідної справи значною мірою залежить і наш добробут.

Познайомившись із законодавством щодо охорони об'єктів Червоної книги, ми маємо уявити, що скільки б держава не приймала хороших і правильних законів, скільки б не докладала зусиль щодо охорони природи, все буде марним, якщо кожний із нас не буде зберігати наших сусідів по планеті...

Запитання для самоконтролю

1. Які способи розмноження рослин ви знаєте.
2. Охарактеризуйте вегетативний, безстатевий та статевий способи розмноження рослин.
3. Що таке онтогенез
4. Структура Червоної книги.

6. Екологія рослин. Рослина і середовище. Фітоценологія.

План:

- 6.1. Екологічні фактори та їх вплив на рослини. Взаємозв'язок рослин і тварин.
- 6.2. Життєві форми рослин. Ареали рослин. Флористичні області.
- 6.3. Біоценоз. Природні зони України.
- 6.4. Охорона рослин.

6.1. Екологічні фактори та їх вплив на рослини.

Взаємозв'язок рослин і тварин.

Взаємозв'язок рослин і тварин.

Відділ ботаніки, який вивчає взаємозв'язок рослини і середовища, називають *екологією* (гр. — дім, місце існування).

Екологія, подібно до генетики, відносно молода біологічна наука. Вона сформувалася лише всередині XIX сторіччя, коли остаточно стало зрозумілим, що неможливо вивчати живі організми окремо від їхнього середовища існування. Саму назву «*екологія*» у 1866 році запропонував видатний німецький біолог Ернст Геккель.

Екологія рослин — це наука про взаємозв'язок рослин та їхніх угруповань з навколишнім середовищем та одних видів організмів з іншими. Пізнання закономірностей цих взаємозв'язків має важливе практичне значення при освоєнні нових територій, розробці новітніх технологій вирощування сільськогосподарських культур, створенні нових ценозів, запровадженні в культуру нових рослин і підвищенні їх урожайності, захисті рослин від шкідників і хвороб.

Головні завдання екології - це: встановлення закономірностей взаємозв'язків між організмами, їхніми угрупованнями та умовами довкілля; дослідження структури та функціонування угруповань організмів; розроблення методів визначення екологічного стану природних і штучних угруповань; спостереження за змінами в окремих екосистемах та біосфері в цілому, прогнозування їхніх наслідків; створення бази даних та розроблення рекомендацій для екологічно безпечного планування господарської і соціальної діяльності людини; застосування

екологічних знань у справі охорони навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів.

Предметом екології є різноманітність і структура зв'язків між організмами, їхніми угрупованнями та середовищем існування, а також склад і закономірності функціонування угруповань організмів: популяцій, біогеоценозів, біосфери в цілому.

Напрями екологічних досліджень. Зв'язки екології з іншими науками. В екології розрізняють такі основні напрями: вчення про екологічні фактори, популяційну екологію та біогеоценологію.

Популяційна екологія вивчає популяції різноманітних організмів як особливий рівень організації живої матерії: їхню структуру, стан, способи саморегуляції.

Біогеоценологія - наука про структуру, функціонування, саморегуляцію, саморозвиток багатовидових угруповань організмів (біогеоценозів) і біосфери в цілому.

До екологічних наук також належать: *екологія бактерій, грибів, рослин, тварин, фітоценологія* (наука про рослинні угруповання), *гідробіологія* (наука про водні екосистеми), *грунтова біологія* (наука про угруповання організмів ґрунту), *радіоекологія* (наука про вплив радіаційного опромінення на окремі організми та їхні угруповання). *Еволюційна екологія* досліджує історичні зміни екосистем і біосфери у зв'язку зі змінами умов довкілля.

Екологічні фактори — це всі компоненти довкілля, що впливають на живі організми та їхні угруповання. *Вчення про екологічні фактори* класифікує їх за походженням, особливостями дії, досліджує вплив як окремих екологічних факторів, так і їхню комплексну дію на живі системи.

Розрізняють абіотичні, біотичні і антропогенні фактори.

До абіотичних факторів належать:

- кліматичні (світло, тепло, опади у вигляді снігу, дощу, туману, роси, вітер, повітря, електричні явища, космічне випромінювання,);

- едафічні (фізичні властивості ґрунту, його хімічний склад, кислотність, засоленість, біотичні умови, тип ґрунту, його структура);

- орографічні (рельєф місцевості, висота над рівнем моря, експозиція, крутизна схилу, екологічні ряди, правило випередження) фактори;

- історичні фактори включають геологічне минуле, наявність ендемічних, реліктових, викопних рослин.

До біотичних належать: взаємний вплив рослин на тварин, тварин на рослини, одних видів рослин на інші, мікроорганізмів; вплив людини і техносфери на рослини і навколишнє середовище.

Звичайно, подібне розмежування факторів є умовним і використовується для зручності дослідників і кращого розуміння екологічної дії кожного з цих факторів.

Абіотичні фактори (CO_2 , O_2 , мінеральні солі, вода, тощо), без яких рослина не може існувати, називають умовами існування рослин.

Повітря як екологічний фактор

Повітря впливає на рослину через дію його фізичних властивостей і хімічного складу. Однією із фізичних властивостей повітря є його прозорість і чистота. Зелені рослини очищують забруднене повітря, через що їх називають легенями планети. Чим більша площа, зайнята рослинами, тим чистіше повітря. Важливу роль відіграє й розрідженість повітря. Відомо, що з підвищенням над рівнем моря збільшується прозорість і розрідження повітря, тобто з висотою краще забезпечується проникнення до рослинного покриву ультрафіолетових й інфрачервоних променів. Це у свою чергу сприяє інтенсивнішому росту рослин і яскравості їх квіток. Так, у Карпатах, де розрідження повітря вище, ніж у рівнинній частині, квітки різних рослин більші і яскравіші.

За хімічним складом в повітрі міститься 78,08% азоту, 20,95% кисню, 0,935 аргону, 0,10% водню, 0,03% вуглекислого газу та незначна кількість гелію, озону, неону, криптону, ксенону та різних домішок: діоксиду сірки, аміаку, димових газів, радіоактивного пилу.

У життєдіяльності рослин азот має виняткове значення, входячи до складу білків, роль яких загальновідома. Основним джерелом азоту є молекулярний азот повітря, який майже недоступний для живлення вищих рослин. Засвоюють

атмосферний азот лише деякі види вільноживучих та симбіотичних бактерій. З вільноживучих видів азот повітря фіксують анаеробна бактерія клостридіум Пастера, аеробна бактерія азотобактер, пурпурова бактерія родоспірила червона, а також синьозелені водорості з родів носток і формідіум, вони здатні зв'язати і зробити доступним для споживання 10-40 кг/га азоту. Але основну частку азоту вищі рослини одержують завдяки діяльності симбіотичних бульбочкових бактерій, які сяють на коренях бобових та інших рослин і здатні нагромаджувати в орному шарі ґрунту за вегетацію до 300 кг/га азоту. Із 13 тис. видів бобових тільки 1300 видів мають здатність збагачувати ґрунт азотом. Бульбочкові бактерії виявлено також на коренях вільхи, саговників, деяких хвойних.

Велике значення для життя рослин має вуглекислий газ. Він є умовою існування рослин і необхідний для фотосинтезу. Вміст вуглекислого газу в повітрі постійний, його запаси поповнюються завдяки діяльності мікроорганізмів, диханню тварин і рослин, горінню, вулканічним вибухам тощо. Останнім часом його вміст збільшується завдяки інтенсифікації промислового виробництва, що може призвести до підвищення температури повітря, що зрештою може спричинити глобальну катастрофу.

Для поліпшення повітряного стану біосфери слід дбати про розширення рослинного покриву, особливо лісів, посилювати фотосинтетичну діяльність рослин шляхом виведення нових сортів рослин.

Вміст кисню в повітрі досить постійний і знаходиться він у вигляді молекулярного O_2 , атомарного O і озону O_3 .

Молекулярний кисень, що знаходиться у формі газу і у водних розчинах, забезпечує дихання рослин, ферментативну активність, синтез сполук. Основне джерело кисню — фотосинтез, завдяки якому виникло життя у тих формах, які ми спостерігаємо зараз. Але кисневий баланс біосфери внаслідок побутового і особливо промислового споживання останнім часом порушується, що може призвести до загрози існуванню життя на Землі. Тому основним завданням людства є збереження позитивного балансу кисню шляхом розширення площ

фотосинтезуючих рослин при освоєнні пустель, напівпустель, еродованих і кам'янистих схилів, пісків.

На розвиток рослин істотно впливають різноманітні домішки: діоксид сірки, хлор, солі ртуті, інсектициди, фенольні сполуки та багато інших. В сучасний період індустріальне забруднення досягло глобального характеру і наносить непоправну шкоду не тільки рослинам, а й всьому живому. Рослини можуть затримувати і знезаражувати гази, але тільки до певної межі. Є досить газостійкі рослини: сосна, ялина, верба, жимолость. Їх вирощують поблизу заводів і тим самим запобігають забрудненню повітря. Вплив вітру на розвиток рослин

Вітер є важливим кліматичним фактором. Під його впливом підвищується інтенсивність випаровування вологи з ґрунту і транспірація рослин, відбувається їх запилення, змінюються зовнішній вигляд і анатомічні ознаки. Вітер може діяти прямо і опосередковано. Прямий вплив вітру виявляється насамперед у механічній дії: розхитуванні дерев, оббиванні крон, відриванні гілок, листків, квіток, плодів. Під його впливом порушуються процеси обміну речовин, мінеральне живлення і відтік пластичних речовин. Урагани спричиняють вітровал і бурелом, вилягання або видування посівів сільськогосподарських рослин. При зростанні дерев на відкритій місцевості з одностороннім рухом повітряних мас вони набувають папоротеподібних крон, формують низькорослі стовбури з ексцентричною шаруватістю деревини і безладним галузненням пагонів. Тому в областях постійних вітрів деревна і чагарникова рослинність поширюється лише у долинах рік, пересохлих руслах, лощинах, де якоюсь мірою зменшується згубна дія вітру.

У пустелях і горах під впливом вітру чагарничкові і напівчагарничкові рослини можуть набувати подушкоподібної форми. Такі форми виникають через те, що рослини утворюють велику кількість тісно зближених пагонів, які багаторазово галузяться. В середині такої подушки створюється свій мікроклімат і рослини менше терплять від вітру і випаровують менше вологи.

Пряма дія вітру на рослини виявляється також у поширенні пилку, спор, розповсюдженні плодів та насіння. Одним із

складних видів опосередкованого впливу вітру на рослини є дефіцит вологи, коли вітер посилює транспірацію. В процесі еволюції рослини виробили пристосування, що обмежують її інтенсивність. Це потужний шар кутикули на листках, заглиблення продихів, здатність скидати листки або видозмінювати їх у колючки чи лусочки, що сприяє економному витрачання води.

Опосередковано вітер впливає на рослини через зміну насичення повітря вуглекислим газом. Посилення потоку повітряних мас сприяє не тільки інтенсивності транспірації, а і асиміляції вуглекислого газу, підвищенню темпів фотосинтезу, завдяки припливу повітря, збагаченого вуглекислим газом.

Вітер нерідко є причиною ерозії ґрунтів. Під його дією видуваються дрібні мінеральні частки, оголюється коренева система, зростає рухливість ґрунту, що пригнічує ріст рослин. Видування ґрунту і його перенесення вітром спричинює пилові бурі, властиві південним районам України. Ці бурі згубно діють на рослини, оскільки винесені частки ґрунту покривають листки і зменшують тим самим фотосинтезуючу їх поверхню.

Не лише вітер екологічно впливає на рослини і рослинність, але й на нього впливає рослинність. Якщо над відкритою місцевістю вітер проноситься безперешкодно, то рослинність, особливо лісова, здатна змінювати характер впливу вітру. Зустрічаючи на своєму шляху чагарникові зарості або лісостани, вітер змінює свій напрям і силу дії. Чим щільніша структура фітоценозу, тим менший його вплив. Лісові смуга здатні стримувати згубну дію вітру на посіви культурних рослин, тому людина у своїй практичній діяльності використовує рослинність у боротьбі з пиловими бурями, суховіями, закріплюючи сипучі піски, створюючи лісосмуги.

Світло як екологічний фактор

Світло — це екологічний фактор і навіть умова для існування рослин, винятково важливе його значення в житті рослин. З його участю відбувається фотосинтез і, як зазначав російський вчений К.А. Тімірязєв, в цьому полягає космічна роль рослин на нашій планеті. Світло необхідне для пересування поживних речовин у рослині, здійснення транспірації та якісних

біохімічних перетворень. Енергія сонячного променя витрачається на здійснення морфогенетичних процесів: проростання насіння, закладення і розвиток вузла кушіння у злаків, росту проростків, формування стебел, розвиток квітки, визрівання плодів тощо. Всі ці процеси потребують певної кількості й тривалості освітлення. У природних умовах Сонце — єдине джерело світла, із загального потоку сонячної радіації значна частина її розсіюється в атмосфері при проходженні крізь щільні шари атмосфери, частково поглинається пилом, водяними випарами, хмарами, витрачається на нагрівання ґрунту, повітря, рослин, випаровування вологи. В результаті тільки певна частка його досягає фотосинтезуючого апарата рослин. Але і ця кількість нерівномірно розподіляється на земній кулі. Багато світла отримує рослинність тропіків, менше — рослинність субтропіків. Рослинність інших зон задовольняється ще меншою кількістю світла.

Як було зазначено вище, завдання екології — детальне знання функцій рослини. Рослина знаходиться в навколишньому середовищі, яке безперервно змінюється, і в умовах конкуренції з іншими видами рослин. Тому взаємодія різних факторів на рослинний організм має велике значення.

Взаємовплив всередині виду рослин і міжвидові взаємозв'язки відносять до фітогенних факторів (конкуренція, паразитизм, алелопатія). Вплив ґрунтової фауни та інших тварин на рослину — це зоогенні фактори. Фітогенні і зоогенні фактори відносять до *біотичних факторів*.

Конкуренція — це активна взаємодія між двома чи кількома організмами за засоби існування, що охоплюють спільну для них субстанцію чи спільні фактори середовища. Класична ботанічна концепція конкуренції виходить з уявлення, що рослини конкурують між собою за світло, воду, поживні речовини і простір. Гетеротрофні мікроорганізми конкурують між собою за всі згадані фактори, крім світла. Останнім часом вважають, що основу конкуренції мікроорганізмів становить субстрат, тобто джерело енергії, і що конкуренції за воду, мінеральні елементи серед мікроорганізмів взагалі не існує. Вода — основний фактор, який зумовлює активність мікроорганізмів. Проте у метаболічних

реакціях мікроорганізмів вода частіше продукується, ніж споживається.

Інтенсивність конкуренції організмів за засоби існування залежить від того, внутрішньовидова вона чи міжвидова. Чіткі просторові зв'язки, безумовно, досить важливі при визначенні ступеня внутрішньовидової конкуренції: дві особини, які живуть близько одна від одної, будуть сильніше між собою конкурувати, ніж більш віддалені. Ця обставина не є істотною тоді, коли йдеться про міжвидову конкуренцію, оскільки при цьому в дію вступає так званий принцип Гауса, за яким кожний вид займає в середовищі специфічну для себе нішу. Отже, у відносно стабільному біоценозі немає двох видів, які б між собою безпосередньо конкурували, інакше вони не могли б тривалий час існувати разом в одному середовищі. Принцип Гауса ще формулюється як принцип конкуренційного виключення, оскільки внаслідок конкуренції один вид був би обов'язково витіснений.

Використання середовища організмами регулюється так званими механізмами екологічної ізоляції, що поширені як серед рослин, так і серед тварин. Щоб види, чисельність яких обмежена наявністю ресурсів, могли співіснувати, потрібне диференційоване використання життєво потрібного їм ресурсу. У рослин це досягається зміщенням у часі фаз найактивнішого споживання, різною будовою корневих систем, надземної частини тощо. Фенологічний спектр характеризує ступінь використання середовища видами рослин протягом вегетаційного періоду.

Кожне середовище можна проаналізувати з погляду наявності в нього засобів (ресурсів) для існування організмів, що населяють дане середовище. Ресурси середовища — це різні його біотичні та абіотичні складові, які і використовуються одними організмами в такій мірі, що і стають повністю або частково недоступними для інших організмів.

Вимоги різних видів до якості і кількості ресурсів досить специфічні. Вони визначаються характером живлення виду і особливостями його біології. Так, ресурси, які споживаються мікроорганізмами — це різні органічні і неорганічні речовини, що використовуються як субстрат у різних обмінних процесах.

Безумовно, для зелених рослин потрібні такі ресурси, як вода, оксид вуглецю, мінеральні солі і сонячна енергія. Для тварин ресурси живлення складаються з органічних речовин (тваринного або рослинного походження) і води. Крім того, використовуване ними середовище повинне гарантувати доступність цих ресурсів. Геодезичний простір, таким чином, теж можна розглядати як ресурс, тобто боротьба за існування ґрунтується на диференційованому виживанні і розмноженні різних особин, видів, рас. Залежно від їх здатності освоювати ресурси середовища, пристосовуватись до його змінних умов, плодючості одні види, раси, особини дістають перевагу над іншими, тобто виявляються ефективнішими у «боротьбі за існування». Елемент справжньої боротьби за існування, внаслідок якої з даного середовища витісняється слабша особина, властивий лише деяким видам. Конкуренція відбувається між організмами, які заселяють одні й ті самі екологічні ніші. Це боротьба за умови життя, місцезнаходження ресурсів живлення, способи використання їх тощо.

Антагонізм — форма взаємодії між двома організмами, в результаті якої гальмується розвиток одного з них. Якщо внаслідок взаємодії двох організмів гальмується розвиток одного, то це явище називається аменсалізмом. Поняття конкуренції в цьому випадку обмежується взаємним гальмуванням.

Найчіткіше явище антагонізму виявляється внаслідок взаємодії нижчих і меншою мірою вищих рослин. Деякі продукти обміну речовин ґрунтової мікрофлори діють як стимулятори щодо інших видів. Крім того, мікроорганізми виділяють антибіотики, які навіть у малих концентраціях діють як інгібітори і як стимулятори. Деякі вчені вважають, що утворення антибіотиків є одним з найважливіших механізмів, які діють в конкурентних системах.

У ґрунті міститься багато органічних речовин біологічного походження, високі концентрації яких можуть бути токсичними не тільки для мікроорганізмів, грибів, а й для вищих рослин. Так, органічні кислоти, які є продуктом обміну речовин мікрофлори, гальмують розвиток грибів — азотфіксаторів у кислих ґрунтах. Оксид вуглецю (IV), який утворюється в процесі дихання мікрофлори при концентрації його понад 4 % у ґрунтовому повітрі, гальмує розвиток коріння вищих

рослин. Аміак, який утворюється внаслідок мінералізації органічних речовин (амоніфікація), гальмує розвиток азотфіксатора нітробактер. Водночас продукти розкладу вищих рослин (наприклад таніни, феноли тощо) можуть бути токсичними для деяких мікроорганізмів.

Алелопатія – це хімічний вплив речовин одних видів рослин на інші

за допомогою кореневих виділень. Рослини виділяють леткі або краплинно-рідинні речовини, при цьому одні види стимулюють або гальмують розвиток інших.

Помічено, що поруч з деревними породами — дубом, вербою, тополею (у лісосмузі) — незадовільно розвиваються овес, квасоля, буряк, соняшник, соя, кукурудза та ін. Причина цього — гальмівні речовини коренів дерев. Різні види рослин виділяють неоднакову їх кількість: пшениця виділяє більше, ніж кукурудза і картопля, а жито — максимальну кількість. Вони "очищують" ґрунт від багатьох бур'янів, навіть таких злісних, як вівсюг і гірчиця польова.

Мікроорганізми виділяють маразміни — фізіологічно активні речовини, що зумовлюють в'янення і старіння рослин. Разом з тим мікроорганізми і гриби виділяють антибіотики, гіберелін і дуже отруйні алкалоїди. Ми знаємо, що антибіотики пригнічують розвиток мікроорганізмів, але це не завжди так. Бактерії, що продукують антибіотики, при високій концентрації їх можуть отруюватися, а при незначній — стимулювати свій розвиток. Гриби також можуть отруїтися власними виділеннями. Пивні дріжджі, які викликають спиртове бродіння з анаеробних умов, при нагромадженні спирту до 0-12% гинуть. Отже, рослинні організми через стимулюючі і гальмівні виділення здатні регулювати чисельність і балансувати взаємозв'язки між ценобіонтами в природних угрупованнях і агрофітоценозах.

Симбіоз — форма тривалого співжиття організмів різних видів, при якому обидва організми (симбіонти) мають від цього певну користь. Прикладом може служити співжиття гриба і водорості у лишайниках, вищих рослин з грибами (мікориза), а також водоростей з мохами або квітковими рослинами. Відомий симбіоз двох рослинних організмів, наприклад, бульбочкової бактерії з бобовими рослинами. Завдяки цьому симбіозу бобові

живляться молекулярним азотом атмосфери, який симбіотично фіксується бактеріями. Залежно від умов цей симбіоз має різний характер. Хоч бульбочкові бактерії поширені в ґрунтовому середовищі, вони здатні фіксувати азот і живитися солями нітратів та аміаку, перебуваючи в клітинах корневих тканин вищих рослин. Рослини з свого боку забезпечують бактерії вуглеводами, які бактерії не можуть синтезувати. Така симбіотична система, проте, не є стабільною. Вона може порушитися, якщо в середовищі, на якому вирощують бобові, буде достатньо азоту. У цих умовах утворюється незначна кількість бульбочок. Бактерії, які живуть у цих бульбочках, або зовсім не фіксують азот, або фіксують його в обмеженій кількості. Якщо в середовищі міститься достатньо азоту, симбіоз між мікроорганізмами і бобовими взагалі не виникає. Ця взаємодія набуває характеру слабо вираженого паразитизму, якщо в ґрунті порушується баланс мікроелементів, наприклад бору. От же, взаємодія одних і тих самих організмів залежно від умов середовища може мати характер симбіозу, коменсалізму чи антагонізму. Симбіоз мікроорганізмів з вищими рослинами менш поширений, ніж з тваринами, у яких ця взаємодія часто є необхідною умовою життя. Так, бактерії, які живуть у шлунковому тракті тварин, відіграють різноманітну роль — можуть брати участь у синтезі, травленні тих речовин, що їх тварини не можуть самостійно перетравлювати, забезпечувати тварин вітамінами, охороняти їх від зараження хвороботворними організмами.

Багато комах, як дозрілі особини так і їхні личинки, живляться тканинами рослин, деревиною, тобто целюлозою. При цьому вони, крім не багатьох винятків (слимаки), не утворюють ензимів, які б розкладали целюлозу. Встановлено, що тварини живляться целюлозою завдяки симбіозу з целюлозоруйнучими організмами. Травний тракт личинок комах, пожива яких складається з целюлози, нагадує ферментативну камеру, у якій розвиваються бактерії, що продукують целюлозу (ензим, який розкладає клітковину) .

Подібні симбіотичні зв'язки існують між мікроорганізмами і теплокровними організмами. У деяких птахів (куріпок) і ссавців (кролів, свиней, коней, корів) роль ферментаційної камери

відіграє сліпа кишка, у якій анаеробні бактерії розкладають клітковину. Симбіоз трапляється також серед м'ясоїдних і всеїдних тварин, проте, не має важливого значення. Мікроорганізми тут беруть участь в утворенні біологічно активних речовин (вітамінів), а не в процесах травлення. Прикладом симбіозу квіткових рослин і водоростей є співжиття синьо-зеленої водорості носток з квітковими рослинами, синьо-зеленої водорості анабени з водяною папороттю.

Організми, що перебувають в симбіотичних зв'язках, значною мірою пристосовуються один до одного, причому це пристосування супроводжується зміною морфологів них і фізіологічних ознак організмів. Тому ці організми нерідко втрачають здатність жити самотійно. Наприклад, орхідні, верескові, деякі злаки не можуть розвиватись без грибів, а гриби в свою чергу не можуть існувати без них. Симбіотичні зв'язки мають характер — від індиферентних до таких, коли обидва симбіонти зумовлюють взаємне співіснування. Тому розрізняють факультативний симбіоз, коли кожний із двох видів може існувати самотійно (рак-самітник та актинія), та облігатний, коли принаймні один вид не може існувати без другого. Наприклад гриби, що входять до складу лишайників, не можуть жити самотійно без водоростей. Після загибелі водорості перестає існувати і гриб (водорість після загибелі гриба продовжує жити). Гриб, що є складовою частиною лишайника, може розмножуватись спорами, проте гіфи, які утворюються внаслідок проростання спор, швидко гинуть, не потрапляючи на відповідну водорість. У той же час відомі випадки, коли в лишайниках гіфи проникають в клітини водоростей або живляться за рахунок ослаблених водоростей. Ці приклади показують, - що гриб у лишайниках може бути не тільки рівноправним симбіонтом, а й паразитом. У свою чергу водорість, що міститься в лишайнику і повністю ізольована від зовнішнього середовища тканинами гриба, забирає в грибного компонента воду, мінеральні солі, азотисті сполуки, тобто проявляє себе також як паразит. При екзотрофній мікоризі гіфи гриба розміщені на поверхні клітини кореня зеленої рослини. Такі взаємозв'язки мають суто симбіотичний характер.

До симбіотичних зв'язків належить і протокооперація, коли сумісне співжиття вигідне для обох видів, але не є обов'язковим для них. Прикладом протокооперації є зв'язки деяких квіткових рослин (фіалки дивовижної і собачої)

Хижацтво — форма міжвидових взаємозв'язків, в основі яких лежать трофічні зв'язки. Їх особливістю є те, що особини одного виду поїдають особин іншого виду. Хижацтво існує не тільки між тваринами, а й між тваринами й рослинами. Так, травоїдність — це приклад хижацтва тварин відносно рослин. Водночас комахоїдні рослини (росичка, непентес, альдрованда та ін.) є хижаками відносно комах. Хижаками можуть бути і деякі гриби. Так, деякі представники нижчих грибів, що споживають мікроскопічних тварин, здебільшого коловерток, амеб і нематод або дрібних комах колембол, об'єднуються в екологічну групу хижих грибів. У кожному біогеоценозі завдяки взаємозв'язкам хижак — жертва чисельність обох компонентів підтримується на певному рівні. З допомогою хижака (він знищує насамперед хворих та ослаблених особин) відбувається постійне поліпшення складу популяцій різних організмів, що якоюсь мірою зумовлює їх прогресивний розвиток. Жертва також бере активну участь в удосконаленні хижаків, сприяючи їх більшій пристосованості до тих змін, що виникають у жертви як захисні пристосування. Ці зміни виявляються у вигляді морфолого-анатомічних, фізіолого-біохімічних та інших особливостей. Це різні вирости тіла, шипи, колючки, отруйні залози, захисне забарвлення, здатність швидко ховатись, зариваючись у ґрунт, подавати сигнали небезпеки.

Коменсалізм (нахлібництво) — особлива форма взаємовідношень між двома видами тварин, коли один з них (коменсал) користується якимись перевагами за рахунок іншого, не завдаючи йому безпосередньої шкоди. Наприклад, великі ссавці (олені, лосі, вовки, собаки та ін.), які є розповсюджувачами плодів і насіння, безпосередньої вигоди або шкоди від цього не дістають, але цими плодами і насінням живляться інші тварини. Коменсальні зв'язки дуже поширені в природі. Вони пов'язані з розміщенням, добуванням та розподілом їжі. Взаємодоповнення екологічних ніш також

розглядають як форму коменсалізму. Так, зміни фізичного середовища, які спричиняються одним організмом, можуть бути корисними для розвитку іншого.

Синойкія (квартиранство) — це такий тип взаємовідношень між двома організмами, коли один з них дістає користь, не завдаючи шкоди іншому. При цьому безпосередніх трофічних взаємозв'язків між організмами, як правило, не виникає. Деякі автори поділяють синойкію на два типи: епойкію та ентойкію.

Епойкія — це проживання дрібних організмів на тілі великих. Наприклад, вусоногий рак живе на тілі китів, а також на панцирах крабів. Прикладом епойкії у рослин може бути епіфітність. Епіфіти — це водорості, лишайники і мохи, що ростуть на поверхні стовбура, гілок і на листках інших, найчастіше деревних рослин. У тропічних лісах серед епіфітів багато вищих рослин (орхідеї, папороті, фікуси, бромелії та ін.). Вони поселяються на всіх частинах рослини-хазяїна. На стовбурах дерев, кущах, стеблах трав поселяються ліани. Це березка, хміль — у помірних зонах, ломиноси, плющі, виногради — в південних зонах. Багато ліан у тропіках. Взаємовідношення типу епойкії широко розповсюджені також між тваринами і рослинами (використання рослин птахами для побудови гнізд, пристосування дупел. для життя птахів, розміщення комах у щілинах кори, перенесення насіння та плодів рослин).

Ентойкія — це життя дрібних організмів в середині великих. Наприклад, риба фієрасфер живе у водяних легенях голотурії.

Паразитизм — форма взаємовідношень між організмами різних видів, коли організми одного виду (хазяїна) живуть за рахунок другого, поселяючись всередині (ендопаразити) або на поверхні його тіла (екзопаразити). Таким чином, організм хазяїна становить середовище для життя паразита. При цьому життєдіяльність організму хазяїна пригнічується.

Залежно від тривалості контакту паразитів з хазяїном розрізняють паразитизм тимчасовий, коли паразит лише деякий час перебуває в організмі хазяїна, наприклад, під час живлення (кровосисні двокрилі, деякі клопи) та паразитизм стаціонарний, коли паразит перебуває в організмі хазяїна протягом основного періоду свого життя.

Паразитизм — надзвичайно поширене явище, що виникло в процесі еволюції. Однією з форм пристосування до паразитизму є спрощення організації паразитів порівняно з вільно існуючими їх попередниками. Так, у вегетативних органах рослин-паразитів немає хлорофілу, листя майже редуковане (повитиця) або має вигляд лусок (петрів хрест). Багато комах-паразитів втрачають крила (воші, блохи), а паразити, що живуть в органах травлення, мають редуковані органи травлення і поглинають їжу всім тілом. Крім того, майже в усіх паразитів, як у рослин, так і тварин, з'являються специфічні органи (гачки, присоски тощо), що дають їм змогу проникати, закріплюватися та утримуватись на тілі або в органах хазяїна. Потреба в контакті з хазяїном сприяла утворенню в паразитів пристосувань, що забезпечують виживання виду в умовах відсутності хазяїна. Так, усі рослини-паразити продукують дуже велику кількість дрібного насіння, яке добре розповсюджується вітром і тривалий час зберігається в ґрунті, не втрачаючи схожості. Наприклад, одна рослина чаклун-трави, яка широко розповсюджена в Африці, Південній Азії та Австралії і ушкоджує кореневу систему багатьох злаків, продукує до 500 000 насінин, що можуть пролежати в ґрунті близько 20 років. Потрапивши на корінь рослини-хазяїна, насінина проростає і проникає в його тканини. Причому сигналом для проростання є хімічні речовини, які виділяються рослиною-хазяїном. Наведені приклади свідчать про добру пристосованість паразитів до існування.

Найбільше паразитизм поширений серед нижчих рослин і тварин, вірусів, бактерій. Типовими рослинами-паразитами є повитиця, вовчок, петрів хрест та ін.

Взаємовплив рослин і тварин

Великий вплив на життя рослин виявляють тварини. Відношення між ними складаються насамперед на базі живлення. Фітоценоз є місцем поселення тварин. Деякі з них настільки пристосувалися, що рідко залишають деревостани. Все життя проводять у їх кронах чи інших біогенетичних горизонтах. Крім того, тварини в угрупованнях знаходять захист від несприятливих стихійних сил природи.

Гризуни, впливаючи на природну і культурну рослинність, майже повністю визначають сучасний стан, структуру, флористичний склад і фітоценотичні властивості угруповання. Гризуни бувають наземні і підземні. Багато гризунів у лісах. Вони підгризають корені і кору, підземні органи, знищують плоди і насіння.

Гризуни не тільки безпосередньо впливають на рослини, а й опосередковано, завдяки змінам фізико-хімічних властивостей ґрунту. Полівки утворюють численні нори і виносять ґрунт на денну поверхню. Завдяки норам і виносам поліпшуються аерація ґрунту, прогрівання і нагромадження вологи. Разом з тим ґрунт розсолюється, зменшується кількість сухого залишку, кальцію, різко зростає кислотність. На цих ґрунтах росте костриця, полин, алтея та ін. Ще В.В. Докучаєв довів, що байбаки перетворили Чорноземний степ в пустелю, В Калмицькому степу байбаки на площі 1 га виносять на поверхню до 28 тис. м³ ґрунту. На цих виносах з'являються малоцінні види полину, молочаїв і синяку. На степових і лучно-степових угіддях Алтаю байбак за літо з'їдає до 925 кг зелених кормів, або 18,5% урожаю з даної площі.

Істотно впливають на рослинність птахи. З одного боку, вони поїдають велику кількість шкідливих комах і виконують роль санітарів лісу (зозуля, одуд, дятел, боривітер, канюк, сова, кобчик), поширюють плоди і насіння, а з другого — птахи більше поїдають їх і знижують потенціал відновлення рослинності.

Велику шкоду завдає сарана, нашествя якої повністю знищує дикорослу і культурну рослинність, спустошуючи цілі країни.

Винятково важливі біоценотичні відношення виникають між рослинами і тваринами-запилювачами. При запиленні комахи живляться нектаром або пилом. Щоб одержати нектар або пилок, їм потрібно проникнути в квітку. У цієї групи рослин квітка побудована так, що під час збору нектару комахи вимащують тіло пилом і запилюють ним приймочки маточки інших квіток, які відвідують. Так відбувається перехресне запилення.

Рослини істотно впливають на тварин. Відомо понад 500 видів рослин, які живляться за рахунок тварин, зокрема комах. Вони створюють специфічну групу комахоїдних рослин. Зустрічаються на болотах, скелях, навколо озер, джерел, де

зазнають нестачу азотного живлення. Щоб поповнити раціон азотного живлення, рослини створюють ловильні апарати для комах.

Специфічні ловильні апарати мають пухирники. Це розгалужені прикореневі листки, що мають глечикоподібну форму. Вздовж країв вони мають щетинки, які заважають вийти комахі з ловильного апарату. Комаха, що потрапила в ловильний апарат, гине і розчиняється під дією ферментів, що виділяються листком, а її соки поглинаються всмоктувальними клітинами, які вистилають стінки пастки.

6.2. Життєві форми рослин. Ареали рослин. Флористичні області.

Життєві форми рослин

Під впливом екологічних факторів рослини зазнають істотних морфолого-анатомічних змін і набувають певної життєвої форми. Всі ці життєві форми сформувались протягом тривалого часу відповідно до генетичної природи організму і дії фізико-географічних умов місцезростання.

Незважаючи на те, що форми вивчаються вже давно,

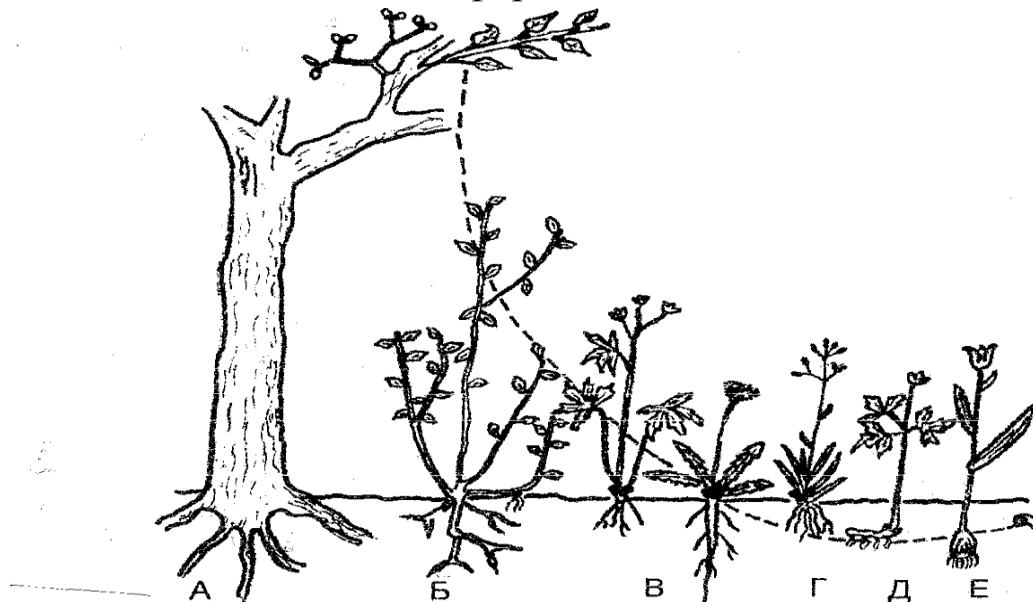


Схема життєвих форм рослин: А – фанерофіти; Б – хаме фіти; В – гемікриптофіти; Г – геофіти (криптофіти); Д – гелофіти; Е – терофіти

проблема класифікацій життєвих форм остаточно ще не розв'язана.

До класифікації життєвих форм є різні підходи. Вперше систему життєвих форм запропонували О. Гумбольт і А. Гризебах на основі зовнішньо-морфологічних і структурних ознак. Пізніше класифікацію життєвих форм рослин розробляли И. Вармінг, К. Раункієр, В. Альохін, О. Друде, І. Шмітхюзен, І. Серебряков та ін. на основі екологічних, морфологічних, біологічних, онтогенетичних та інших властивостей рослин. Проте жодна з цих систем не задовольняє сучасних вимог географії рослин.

В екології найчастіше застосовується система Раункієра, який називав життєві форми біологічними типами.

У системі Раункієра в основному враховується розміщення рослин і захищеність у них бруньок поновлення в несприятливій для рослин порі року. Система життєвих форм Раункієра охоплює такі типи:

Широко визнаною є класифікація К. Раункієра, в якій життєві форми рослин виділено за розміщенням бруньок відновлення щодо поверхні ґрунту і до них належать: фанерофіти, хамефіти, гемікриптофіти, криптофіти, терофіти.

Фанерофіти — життєві форми рослин, у яких бруньки відновлення розміщено над поверхнею ґрунту не нижче 25 см і по-різному захищені взимку. До них належать дерева, кущі, ліани і епіфіти.

Кущі характеризуються тим, що їх галуження починається біля поверхні ґрунту, серед численних пагонів не виділяється головний стовбур і не утворюється крона. Бруньки відновлення розміщені невисоко над поверхнею ґрунту і мало захищені. Для аридних областей властиві вічнозелені кущі з жорсткою, лускоподібною листковою пластинкою, що повністю опадає, а також захисними структурами бруньок, надземних і підземних частин.

Розрізняють фанерофіти: мегафанерофіти (вище 30 м), мезофанерофіти (на висоті 8-30 м), мікрофанерофіти (2-8 м), нанофанерофіти (нижче 2 м)

За ступенем розвитку захисних утворень фанерофітів,

К. Раункієр розрізняє: вічнозелені без брунькозахисних лусок, вічнозелені з брунькозахисними лусками, листопадні.

Ліанами називають рослини, що потребують для свого розвитку опори. Вони мають довгі гнучкі стебла з видовженими високоспеціалізованими судинами, зібраними в пучки, розмежованими іншими групами тканин, що забезпечують їм здатність до скручування. Ліани виявляють приурочення не стільки до видової належності рослини-опори, скільки до її діаметра, бо вони можуть охоплювати рослини тільки певної товщини. Знайшовши потрібну опору, ліана піднімається високо в крони дерев верхнього ярусу, перекидаючись нерідко з одного дерева на інше, пригнічуючи при цьому розвиток рослини-опори. За способом прикріплення до рослин ліани ділять на висхідні, виткі та сланкі.

Епіфіти — рослини, що поселяються на інших видах, використовуючи їх як субстрат, а не як джерело живлення. Епіфіти найбільш характерні для тропіків. Достатня кількість тепла й вологи, добра аерація, своєрідність освітлення сприяли розвитку багатой і різноманітної флори епіфітів. В її складі судинні і несудинні рослини, що належать до лишайників, водоростей, мохів, папоротеподібних і квіткових. Особливо численні епіфіти квіткових (232 роди).

Хамефіти — життєва форма трав'яних рослин, у яких нездерев'яніле стебло, а бруньки відновлення знаходяться невисоко над поверхнею ґрунту. В інших класифікаціях сюди відносять напівкущі з дерев'янистою основою стебла, низькорослі кущики, які стеляться — ліннея, рослини-подушки, маки і лишайники. Хамефіти домінують у відкритих угрупованнях пустель, степів, скель, боліт, високогір'я. Більшість з них має гігро- і мезоморфну структуру. В сухих місцях — це злаки з численними жорсткими вузькими листками.

Це можуть бути кореневищні, пухкокущові і дернинні злаки і осоки.

Гемікриптофіти — багаторічні трав'яні і деревні рослини, у яких бруньки відновлення закладаються на рівні поверхні ґрунту. Вони дуже характерні для відкритих місцезростань степів, лук, узлісь, саван, прерій. Сюди належать злаки і осоки, що утворюють дернину. Часто вони утворюють пагони з бруньками,

що прикриваються підстилкою, а взимку снігом. Нерідко гемікриптофіти представлені розетковими (подорожник, примула, кульбаба), напіврозетковими (гравілат, горлянка, жовтець повзучий, скереда покрівельна, дзвоники персиколисті) і безрозетковими (льонок звичайний, кропива дводомна, лобода біла, щиреця, вика плотова) формами.

Криптофіти — збірна життєва форма рослин, у яких бруньки відновлення закладаються на певній глибині від поверхні ґрунту. Ця група рослин періодично на період екстремальних умов скидає надземну частину, (або вона відмирає), а бруньки відновлення заглиблюються в ґрунту, Місцем закладання бруньок відновлення є кореневища, цибулини, кореневі бульби Залежно від розміщення бруньок відновлення криптофіти можна поділити на - геофіти, які розміщують бруньки відновлення в мінеральних субстратах, в заболочених і торфових ґрунтах. За посушливих умов геофіти дуже поширені, серед яких розрізняються: кореневищні (ракові шийки, багатоніжка), цибулинні (амариліс, цибуля), стеблобульбові (картопля, діоскорейя) і коренебульбові (орхідні, жоржина, гадючник) гідрофіти, у яких бруньки відновлення знаходяться у воді (кушир підводний, валіснерія спіральна, камка мала, жабурник звичайний, рдесник гостролистий)..

Терофіти — життєва форма рослин, у яких цикл розвитку протікає протягом одного року і бруньки відновлення не закладаються. Зимують тільки насіння, в яких зберігаються бруньки відновлення. Вони характерні для аридних областей степів, пустель і напівпустель, а також відкритих територій інших зон. Сюди належать однорічники, які після дощових періодів рясно розвиваються, оживляючи пустелі, напівпустелі і степи. Серед терофітів є стеблові, паразитні, сланкі та інші форми рослин.

Розглянуті життєві форми рослин та їх різновиди за своєю генетичною природою і еколого-фізіологічними властивостями найповніше відповідають фізико-географічним умовам місцезростання всіх ботаніко-географічних зон.

Система життєвих форм Раункієра розроблена для оцінювання клімату як фактора, що відіграє важливу роль в житті рослин і рослинних угруповань. За класифікацією Раункієра було складено біологічні спектри різних зон. Слід зазначити, що

система життєвих форм дає можливість порівнювати флору різних регіонів.

Радянський учений І. Г. Серебряков визначив життєву форму як специфічну зовнішню форму (габітус) рослини, що пов'язана з біологією її розвитку, внутрішньою структурою органів і виникла в певних екологічних умовах, як відображення пристосованості рослин до цих умов. І. Г. Серебряков розрізняє такі головні групи життєвих форм покритонасінних: дерева; напівдеревні рослини (кущі, кущики і напівкущики); трав'янисті полікарпики; трав'янисті монокарпики.

У межах перших двох груп виділено життєві форми дерев, кущів, слаників, карликових кущуватих дерев, деревних, ліан, шпалерних кущиків, кущиків, напівкущиків, рослин-подушок. До третьої групи належать кореневищні, щіткочореневі, нещільнокущові, дернові, цибулинні, бульбові, стрижньокореневі рослини. До четвертої — багаторічні та дворічні монокарпики, озимі, що довго вегетують, ярі, озимі ефемери, ярі ефемери.

Ареали рослин

Ареал - це частина простору, у межах якого поширені особини виду. Особини виду існують неізолювано. Вони об'єднані в популяції.

Якщо близькоспоріднені види в межах роду або географічні раси одного виду мають ареали, які заміняють один одного географічно чи екологічно, то такі ареали називаються ареалами заміщення. Тому розрізняють екологічне і географічне заміщення. Прикладом останнього може бути маслинове дерево із Середземномор'я, яке в нагір'ї Ахаггар, на плато Тассилін-Аджер і Аїр на півночі Сахари заміщує близькоспоріднений дикорослий вид оливи ефіопської.

Види, які в минулому були дуже поширені, а потім під впливом кліматичних та інших факторів вимерли на значній площі, називаються реліктами, а їх ареали реліктовими. Релікти бувають кліматичними, топографічними і едафічними.

Кліматичні релікти сформувалися під впливом тривалих змін клімату, що зумовили відмирання рослин і скорочення попереднього ареалу. До них належать тмезиптерис, псилот, метасеквойя, ніпа, агатіс.

Топографічні релікти зумовлені давнім типом місцевості сучасної території. Прикладом може бути відарингтонія ялівцева, яка зберегла залишкові місцезростання на схилах гір Південної Африки.

Едафічні релікти зумовлені змінами, що відбуваються в ґрунтових шарах, наприклад, вилуговуванням солей з ґрунту в умовах вологого клімату.

В сучасну епоху могутнім ареалоутворювальним фактором є господарська діяльність людини. Завдяки використанню техніки і застосуванню агротехнічних заходів вирощування сільськогосподарських культур багато з них істотно змінили свій первісний природний ареал. Великий ареал мають рис посівний, кукурудза, картопля, томати та інші культури,

М.І. Вавіловим (засновником науково – дослідного інституту у Ленінграді) і його послідовниками була створена наука ареалогія і вчення про центри походження культурних рослин.

Флористичні області.

У нашої планети багатий флористичний склад. Але неоднорідність впливу фізико-географічних факторів окремих районів зумовлює флористичну різноманітність. Кожний регіон має свою специфічну флору, що включає характерні родини, роди, види, внутрішньовидові таксони, що не зустрічаються в інших областях і ростуть там у невеликій кількості.

Сформоване рослинне угруповання характеризується певним флористичним складом, структурою і екологічною пластичністю його компонентів. В будь-якій зоні чи регіоні нараховується значна кількість видів, які сумісно ростуть, утворюючи численні закономірні поєднання особин одного виду або різних. Часто трапляються поєднання, що виникають внаслідок співжиття багатьох видів вищих і нижчих рослин.

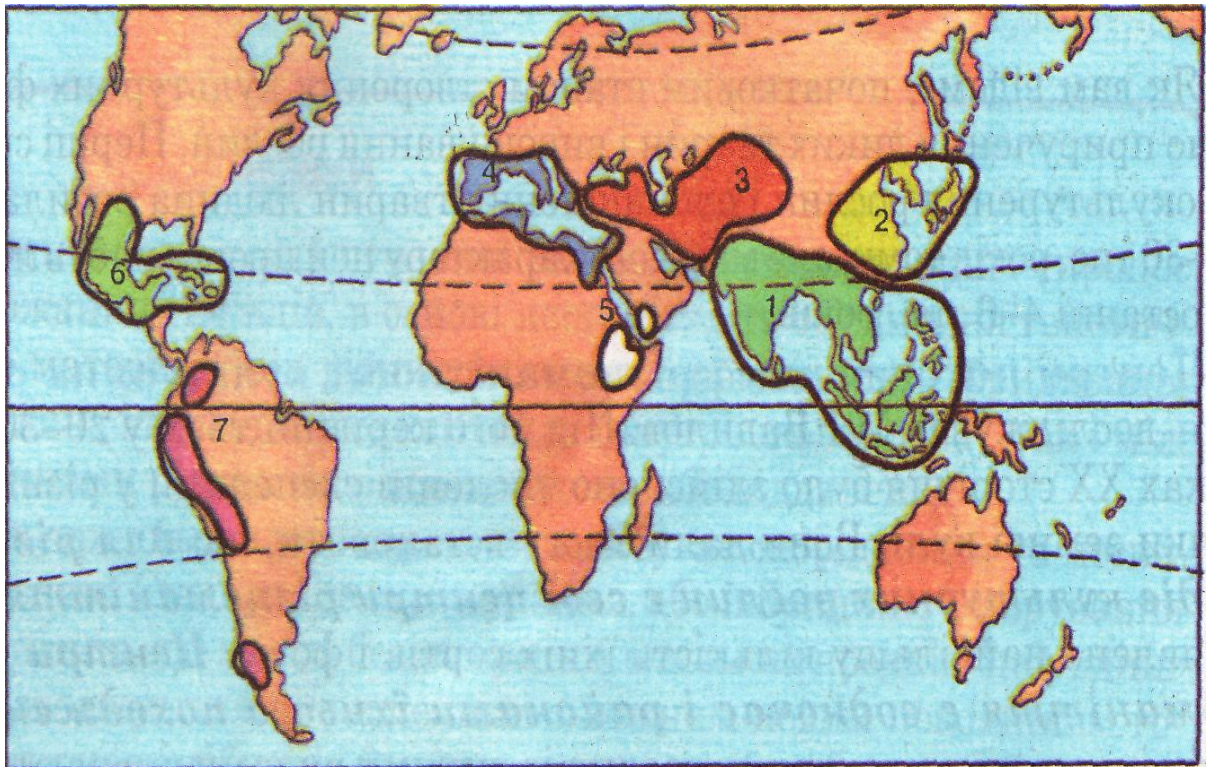
Сукупність закономірно поєднаних особин одного виду або різних видів рослин, що характеризуються складними взаємовідносинами одного з одним і навколишнім середовищем, називають фітоценозом, або рослинним угрупованням. Під фітоценозом розуміють сукупність рослин конкретної ділянки лісу, луки, пустелі, болота.

Вивчення флористичних областей дозволило не лише встановити генетичні центри походження та історію розселення видів, а й дало можливість виявити закономірності розвитку підвидів, різновидностей, форм і накреслити шляхи введення їх в культуру в нових районах.

Під керівництвом М.І. Вавилова у 20-30-их роках ХХ сторіччя було здійснено численні експедиції у різні куточки земної кулі. Вони дали змогу встановити, що для різних видів культурних рослин є свої центри різноманіття, де виявлено найбільшу кількість їхніх сортів і форм. Центри різноманіття є водночас і районами їхнього походження. Спорідненість культурних рослин із дикими видами вивчають на підставі всебічного порівняльно-морфологічного аналізу, насамперед каріотипу, а також біохімічних і фізіологічних досліджень.

Виявлення центрів походження і різноманітності культурних рослин підказало вченим, де саме можна шукати різноманітний вихідний матеріал для селекційної роботи. Завдяки експедиціям М.І.Вавилова створено унікальну колекцію насіння близько 1 600 видів культурних рослин, яку успішно використовують у селекційній роботі і нині.

М.І. Вавілов виділив 7 центрів різноманітності й поход-



ження культурних рослин, які в основному пов'язані із стародавніми осередками землеробства. Це переважно гірські райони: Південноазіатський тропічний, Східноазіатський, Південно-Західноазіатський, Середземноморський, Абіссінський, Центральноамериканський та Південноамериканський (Андійський). Виявлення цих центрів мало велике значення для селекції рослин, оскільки для успішного проведення селекційної роботи треба мати різноманітний вихідний матеріал. Знання про центри різноманітності й походження культурних рослин вказують селекціонерам, де саме шукати різноманітний вихідний матеріал (види, сорти, різноманітні спадкові відхилення).

1. *Південно-західноазіатський* (Мала і Середня Азія, Кавказ, Іран, Афганістан, Північно-Західна Індія): батьківщина гороху посівного, нуту, сочевиці, кількох видів м'якої пшениці, жита, ячменю, вівса, деяких інших зернових і бобових, моркви, цибулі, бавовнику, льону, винограду, абрикосу, груші, мигдалю, волоського горіху та деяких інших плодових культур.

2. *Середземноморський* (країни, розташовані по узбережжю Середземного моря): батьківщина цукрових буряків, капусти, оливи, ряду кормових культур (конюшини, люпину тощо);

3. *Абіссінський* (Абіссінське нагір'я Ефіопії, частина Аравійського півострова): батьківщина твердої пшениці, особливої форми ячменю, зернового сорго, кофейного дерева, одного виду бананів тощо.

4. *Центральноамериканський* (Південна Мексика та острови Карибського моря): батьківщина кукурудзи, червоного перцю, квасолі, гарбуза, тютюну, какао, довговолокнутого бавовнику тощо;

5. *Південноамериканський (Андійський)* (частина Анд уздовж Тихоокеанського узбережжя Південної Америки): батьківщина картоплі, помідорів, арахісу, ананасу, хінного дерева та деяких інших рослин.

Центри різноманітності й походження культурних рослин (за М.І.Вавиловим)

1. Південноазіатський тропічний;
2. Східноазіатський; китайський осередок походження культурних рослин
3. Південно-західноазіатський;

4. Середземноморський;
5. Абіссінський;
6. Центральноамериканський;
7. Південноамериканський

Культурні рослини мають різне походження. Одні з них походять від певних диких видів, але самі в природі не трапляються (цибуля), інші й нині можна знайти у природних біоценозах (дика капуста), деякі створені людиною методом віддаленої гібридизації (рапс -гібрид капусти та свиріпи). Залежно від мети вирощування культурних рослин, кількість видів яких перевищує 25 000, розрізняють харчові, лікарські, технічні (олійні, ефіроолійні, цукрові, крохмальні, прядильні, фарбувальні тощо), кормові, декоративні та ін. Завдяки селекційній роботі виведено велику кількість сортів культурних рослин (наприклад, число сортів пшениці перевищує 4 000).

Учені вважають, що одними з перших окультурено кукурудзу, банани, гарбуз, кокосову пальму, ячмінь, пшеницю, цибулю, рис, горох, цукрову тростину тощо.

Хоча землеробство на терені України відоме понад 5 тисячоліть, майже всі культурні рослини, які вирощують в нас, походять з інших країн, утім, багато їхніх сортів виведено саме в нашій.

Флористичний склад.

Сприятливі кліматичні умови, активність видоутворення, давність і значне збереження природних комплексів сприяли збагаченню флори окремих регіонів і континентів. У флорі України зустрічається 4938 видів, Норвегії — 2100, Гаванських островів — 1729, Австралії — 13176. Найбагатша флора Індонезії, яка складається з 45 тис. видів. Розрізняють флористичний склад і видове насичення.

Під видовим насиченням розуміють кількість видів у даному рослинному угрупованні на одиницю площі — 1 м^2 або 100 м^2 . Видове насичення в тропічних дощових лісах Китаю складає 60 видів дерев на 100 м^2 , на низинних лісових болотах Українського Полісся видове насичення на 100 м^2 деревних порід — складає 2-6, кущів — 6, кущиків і напівкущів — 10-12,

трав'яних — 20-45, мохів — 6-10, лишайників — 4. Всього 36-83 види.

Існує певна залежність між флористичним багатством і площею його зростання. Найменша площа рослинного угруповання, на якій виявлено всі види, або не менше 90% тих, що її населяють, називається площею виявлення флористичного багатства. Для трав'яних рослинних угруповань вона дорівнює кільком квадратним метрам (лукам 16 м^2), для тропічних дощових лісів — $1000 - 1500 \text{ м}^2$, для лісів помірної зони — $500-1600 \text{ м}^2$.

Роль видів у створенні рослинного угруповання нерівнозначна. Одні з них завдяки оптимальним умовам інтенсивно розвиваються і займають провідне місце в рослинному угрупованні як за кількістю особин, так і за фітомасою. Ці види є домінантними. Кількість їх різна і залежить від структури ценозів, його флористичного складу і віку. В лісі розрізняють доміанти деревостану, чагарникового, трав'яно-мохового ярусів. Такі рослинні угруповання називають полідомінантними. Угруповання, де окремі деревні породи займають 80-90%, називаються монодомінантними, а при поділі його участі двома породами — бідомінантними.

Види рослин, що відіграють важливу роль в складанні угруповання, але менш істотну, ніж доміанти цього ярусу, називають співдомінантами. У вільхових лісах домінантою є вільха клейка, а співдомінантою — береза пухнаста, якщо доля її деревостану складає не менше 20%.

Домінанти, які за кількістю особин іноді значно поступаються домінантам інших ярусів, але в життєдіяльності угруповання відіграють важливу роль утворювачів середовища, одержали назву едифікаторів, або будівників фітоценозів. Це види, які визначають внутрішньовидові взаємовідносини з абіотичним середовищем. Дуб є едифікатором в сосново-дубових лісах, а осока — в осоково-різнотравних угрупованнях.

Фітоценоз відрізняється певною ярусністю, покриттям, рясністю, життєвістю, фізіономічністю, періодичністю, сталістю виду тощо.

Ярусність. Рослинне угруповання характеризується не тільки певним флористичним складом, а й фізіолого-екологічною

і структурною диференціацією. Рослини, що знаходять оптимальні умови для фотосинтезу при повному освітленні і високій вологості, виносять свої крони високо. Під ними розміщуються види, які задовольняються кількістю світла, що проникає крізь крони верхніх дерев, і ґрунтовою вологою, поглиненою з серединних горизонтів ґрунту. Таке диференційно-вертикальне розчленування рослинного угруповання за вибагливістю утворюючих його видів до кліматопу і едафотопу називають ярусністю, а екологічно відособлені структурні частини — ярусами. Ярусність — характерна ознака рослинного угруповання. За несприятливих умов існування розвиваються однарусні угруповання, а за оптимальних — багаторусні.

Високою складністю ярусної будови відзначається тропічна рослинність. У лісах України виділяються 3-5 ярусів, 2-3 з яких притаманні деревостану. Перший ярус у сосново-дубових лісах займає сосна висотою 22-26 м, другий — дуб (16-20 м), третій — ліщина (2-4 м), четвертий — трав'яний (30-80 см), п'ятий — мохи (15-20 см).

В лучних угрупованнях менше ярусне розчленування; тут виділяють два-три яруси: перший ярус висотою 80-120, другий — 40-60, третій — 15-30 см. Ще менше виявлена ярусність у рослинному покриві пустелі й напівпустелі.

Розподіл рослин за ярусами визначається їх вибагливістю до екологічних факторів. В одному ярусі ростуть види, близькі за вибагливістю до умов вологості, світла, мінерального живлення тощо, тобто види екологічно рівноцінні.

Крім наземної ярусності, розрізняють підземну. Остання визначається глибиною проникнення коренів і ступенем насичення їх в ґрунті. В лісах виділяється 4-7 підземних ярусів. Верхній ярус коренів утворюють папороті, плауни, дрібні квіткові рослини, багаточисленні сходи, другий — трав'яні квіткові рослини великих і середніх розмірів, третій — кущики і напівкущики, четвертий — великі і середні кущі, підріст, п'ятий, а нерідко і шостий — корені карликових, середніх і великих дерев.

Ярусність рослинного угруповання має велике біологічне значення. Завдяки їй на обмеженій ділянці поселяються і

співіснують види різної екологічної вибагливості, виникають стійкі фітоценози, що вирізняються високою продуктивністю.

Рясність. Характерною рисою рослинного угруповання є рясність виду — кількісна участь його особин у формуванні ценозу. Вона залежить від біологічних властивостей виду, умов місцезростання і фітоценотичних якостей і може бути виражена кількістю особин на одиницю площі, масою органічної речовини, площею розселення та ін.

Рясність виду залежить від інтенсивності його життєвих процесів, здатності розвивати фотосинтезуючу і поглинальну поверхні. Завдяки цьому вони легко конкурують з іншими рослинами за світло, воду, мінеральні речовини і досягають значного розвитку

Рясності виду сприяє насінневе і вегетативне розмноження. Високою насінневою продуктивністю відзначаються бур'яни сільськогосподарських культур: одна рослина шириці дає 500 тис. насінин. Насіння має 50-90% схожості і формує велику кількість паростків, які глушать розвиток культурних рослин.

Рясність виду в угрупованні залежить від екологічних умов середовища. В посушливі роки багато ефемерів (однорічні маленькі рослини, що вегетують за короткий час — крупка весняна) і ефемероїдів (багаторічні цибулинні рослини, які ростуть при недостатньому зволоженні — ряст, тюльпани, анемони) не проростають і не утворюють надземних проростків, у зв'язку з чим щільність заселення простору ксерофітного угруповання низька. Навпаки, в тривалий вологий період ці рослини розкішно цвітуть, розростаються, утворюють велику кількість особин, створюють рясний надземний покрив.

Фітоценотичні властивості видів також обумовлюють рясність видів в угрупованні, що чудово ілюструється взаємовідношенням між видами різних ярусів. Види деревних порід істотно впливають на розвиток чагарникового ярусу і наземного покриву шляхом кореневої конкуренції, рясного самосіву, енергії відновлення, життєвості виду тощо. Домінанти деревостану в результаті насичення ґрунту коренями, кореневими виділеннями та іншими конкурентними властивостями, пригнічують розвиток трав'яних рослин.

Покриття. Воно є характерною ознакою рослинного угруповання, відображає боротьбу рослин за простір і раціональне використання світла, волога, тепла, мінерального живлення. Види, що досягають верхніх ярусів і розвивають величезну поверхню повітряного, живлення, синтезують більше органічної речовини та енергії, ніж ті, які ростуть під їх пологом. Вони досягають високої ярусності та істотної ролі в структурі угруповання і кругообігу речовин. Неоднорідність покриття пов'язана з ярусним розподілом видів угруповання і сезонними змінами клімату.

Покриття — це просторово виражена величина горизонтальної проекції надземних органів рослин на зайняту ними поверхню землі. Розрізняють проєктивне і справжнє покриття.

При проєктивному покритті ступінь затінення визначається за проєкціями надземних частин якої-небудь рослини чи рослинного угруповання; індивідуальне проєктивне покриття створюється однією рослиною, наприклад окремою рослиною тополі на луці, баобаба в савані або пальми в пустелі. Видове проєктивне покриття створюють всі індивідууми угруповання одного виду. Якщо це покриття в багатовидовому рослинному угрупованні, його називають частковим. Але в монодомінантних солянкових, очеретяних чи рогозових угрупованнях воно відповідає і загальному покриттю рослинних угруповань (агрегацій). Ярусне проєктивне покриття створюється рослинами одного ярусу. В хвойно-широколистому лісі — це покриття створене дубом, що росте в другому ярусі. На сосново-чагарничково-сфагновому лісовому болоті ярусне покриття створюють сфагнові мохи. Загальне ярусне проєктивне покриття утворюють види всіх ярусів рослинного угруповання. Це покриття дубового лісу зумовленого деревним, чагарниковим і трав'яним ярусами.

Крім проєктивного покриття, розрізняють також справжнє (істине) покриття. Справжнім називається покриття, створене основами стебел рослин після збирання урожаю, вирубування лісу, спасування травостою тваринами тощо. Це стерня на пшеничних ланах, пеньки після вирубування соснового лісу та ін.

Справжнє покриття буде завжди менше від проєктивного покриття.

Життєвість виду. Одна з характерних ознак, що свідчить про екологічне і фітоценотичне пристосування його компонентів до життя в рослинному угрупованні. Життєвістю, або життєвим станом називають ступінь розвиненості (або ступінь пригніченості) виду в фітоценозі. Дійсно, в будь-якому рослинному угрупованні можна виявити нерівнозначність життєвого стану виду. В широколистих лісах Лісостепу дуб знаходить оптимальні умови розвитку і повністю проходить цикл розвитку, який завершується утворенням квіток, плодів і насіння. Багато чагарників і трав'яних видів потерпають від нестачі світла і кореневої конкуренції, не досягають повного розвитку, не утворюють репродуктивні органи і розмножуються вегетативно. Багато проростків домінуючого виду протягом 1-2 років гинуть через велике затінення і недостатню конкурентну здатність. Значить, ступінь розвиненості цих видів неоднозначний; одні вегетують, цвітуть і плодоносять, другі тільки вегетують, а треті - щойно почавши вегетувати, гинуть.

Життєвість виду в фітоценозі обумовлюється його конкурентною здатністю, стійкістю проти хвороб і шкідників, здатністю до симбіозу з іншими організмами, пристосованістю до мінливих умов повітряно-грунтового і водно-мінерального живлення.

Фізіономічність, або аспектність. Це зовнішність рослинного угруповання в певний період його розвитку. Вона створюється зовнішністю всіх видів, що населяють цю спільність. Нерідко визначається участю виду і станом розвитку його вегетативних і генеративних органів (наприклад в степових угрупованнях Асканії-Нова - вегетацією, цвітінням і плодоношенням ковили, злаків і квітучого різнотрав'я).

Фізіономічність відзначається відомою динамічністю. Вона не лишається незмінною навіть в екваторіальних лісах Африки, де рослинність цілий рік зберігає одноманітний зовнішній вигляд. У помірній зоні фізіономічність змінюється кілька разів протягом вегетації.

У широколистих лісах під Києвом їх виділяється кілька; 1) період вегетації надземних рослин, 2) період масового цвітіння

неморальних видів (анемона, медунка, ряст, зірочник лісовий), 3) період масового розвитку листової поверхні і цвітіння деревних порід, 4) період плодоношення і скидання листової поверхні.

У степовій зоні після періоду вегетації розрізняють період цвітіння:

- 1) горицвіту,
- 2) першоцвіту лікарського,
- 3) шавлії лучної,
- 4) підмаренника справжнього і еспарцету піщаного;

період плодоношення; період другої (останньої) вегетації, та інколи, іноді спостерігається більше змін у розвитку степових угруповань.

Сталість виду. Ця характерна ознака рослинності визначається ступенем поширення виду на різних ділянках даного фітоценозу. Так, в осоковому угрупованні з осоки стрункої остання зустрічається на всіх 20 вивчених ділянках даного угруповання.

Розміщення виду. У фітоценозі види розміщуються по-різному. Більшість особин одного виду більш-менш рівномірно розподіляється на всій площі, другого — скупчені плями, третього — групами або плямами. Ця ознака виду зумовлена його біологічними особливостями та характером умов місцезростання. З розміщенням виду тісно пов'язана морфологічна структура фітоценозу. Найчастіше виявляються такі ступені розміщення виду: поодинокі, групами, плямами, дифузно, зливо, мікроценозами.

6.3. Біоценоз. Природні зони України.

Біоценоз

Біоценоз — це стабільна історично усталена сукупність популяцій рослин, тварин, грибів та мікроорганізмів, пристосованих до сумісного проживання на однорідній ділянці території. Пристосованість членів біоценозу до спільного життя виражається у певній подібності вимог до найважливіших абіотичних факторів середовища (освітленість, температурний режим, кислотність ґрунту, мінеральне живлення і т. д.) і закономірних відносинах один з одним. Зв'язок з іншими

організмами є необхідною умовою живлення і розмноження, здатності до захисту, пом'якшення несприятливих умов середовища і т. п. Прикладом біоценозу є сукупність всіх живих організмів ділянки діброви, соснового або березового лісу, луки, озера, болота або ставка. Складовими частинами біоценозу є фітоценоз (стійке угруповання рослинних організмів), зооценоз (сукупність взаємопов'язаних видів тварин) і мікробоценоз (співтовариство мікроорганізмів).

Ділянка земної поверхні (суходолу або водоймища) з однорідними умовами середовища (грунтом, кліматом, характером зволоження тощо), котру займає той або інший біоценоз, називається *біотопом*. Біоценоз і біотоп разом складають *біогеоценоз*. У просторовому відношенні біотоп відповідає біоценозу. Межі біоценозу встановлюють за фітоценозом, риси якого легко розпізнавати. Наприклад, соснові ліси чітко відрізняються від ялинових, верхове болото — від низинного і т. д. Крім того, фітоценоз є головним структурним компонентом біоценозу, оскільки визначає видовий склад зоо- і мікробіоценозів.

Угруповання формуються за рахунок міжвидових зв'язків, які визначають структуру біоценозу, тобто впорядкованість його будови. Розрізняють видову, просторову і трофічну структуру біоценозу.

Під *видовою структурою* біоценозу розуміють різноманітність його видів і співвідношення чисельності або біомаси всіх його популяцій. Види організмів мають неоднакові вимоги до середовища, тому у різних екологічних умовах формується неоднаковий видовий склад. Якщо потреби якогось виду суттєво відрізняються від екологічних особливостей інших видів, то він внаслідок конкуренції за ресурси виживання випадає із угруповання і входить до іншого, більш відповідного йому біоценозу. Іншими словами, у кожному біоценозі відбувається природний відбір найбільш пристосованих до даних екологічних умов організмів.

Розрізняють бідні й багаті видами біоценози. У полярних крижаних пустелях і тундрі при крайньому дефіциті тепла, у безводних жарких пустелях, сильно забруднених стічними водами водоймищах угруповання вкрай бідні видами, оскільки лише

небагато з них можуть пристосуватися до таких несприятливих умов. І навпаки, якщо умови абіотичного середовища близькі до оптимальних, виникають надзвичайно багаті видами угруповання. Прикладами є вологі тропічні ліси, складні діброви, заплавні луки. Видовий склад молодих несформованих угруповань звичайно бідніший, ніж зрілих. Види, що переважають у біоценозі за чисельністю, називаються *домінантними*. Серед них виділяються ті, які своєю життєдіяльністю найбільшою мірою створюють середовище для всього угруповання — їх називають *едифікаторами*. Едифікаторами (творцями, будівничими угруповання) наземних біоценозів виступають певні види рослин: у лісах — ялина, дуб; у степах — ковила, типчак; у низинних болотах — осоки; верхових болотах — сфагнові мохи. У деяких випадках едифікаторами можуть бути і тварини. Наприклад, на територіях, заселених колоніями бабаків, саме їх діяльність насамперед визначає характер ландшафту, мікроклімат і умови росту трав. Окрім відносно невеликого числа видів-домінантів до складу біоценозів входить звичайно безліч нечисленних і навіть рідкісних форм, які створюють їх видове багатство, збільшують різноманітність біоценотичних зв'язків і є резервом для поповнень і заміщення домінантів, тобто додають біоценозу стійкості і забезпечують його функціонування у різних умовах. Отже, чим вищою є видова різноманітність, тим стабільніше біоценоз.

Просторова структура біоценозу визначається перш за все складом фітоценозу. Як правило, фітоценози розділені на достатньо добре відмежовані у просторі (по вертикалі і горизонталі), а іноді й у часі елементарні структури, або *ценоелементи*. Основними ценоелементами є яруси і мікроугруповання (мікроценози, парцели та ін.). Перші характеризують вертикальне, другі — горизонтальне розчленування фітоценозів. Основний чинник, що визначає вертикальний розподіл рослин по наземних ярусах, — це кількість світла. Рослини верхніх ярусів більш світлолюбні, ніж низькорослі, і краще пристосовані до коливань температури і вологості повітря; нижчі яруси утворені рослинами менш вимогливими до світла; трав'яний покрив лісу внаслідок відмирання листя, стебел, коренів бере участь у процесі ґрунто-

утворення і у такий спосіб впливає на рослини верхнього ярусу. Ярусність особливо добре помітна у лісах помірного поясу. В них можна виділити 5—6 ярусів: перший (верхній) утворюють дерева першої величини (дуб черешчастий, липа серцелиста, в'яз гладкий та ін.); другий — дерева другої величини (горобина звичайна, дикі яблуна та груша, черемха тощо); третій ярус формує підлісок з кущів (ліщина звичайна, крушина ламка, бересклет європейський та ін.); четвертий складається із високих трав (чистець лісовий, кропива, снить звичайна) і кущиків (чорниця); п'ятий ярус — це низькорослі трави (осока волосиста, копитняк європейський); у шостому ярусі — мохи та лишайники.

Видовий склад тварин також відрізняється за ярусами рослинності. Наприклад, деякі види птахів гніздяться лише на землі (фазанові, трясогузки, вівсянки), інші — серед кущів (шпаки, славки, снігурі) чи у кронах дерев (зяблики, щигли, корольки, великі хижакі та ін.).

Підземна ярусність фітоценозів, як правило, відсутня. Встановлено, що, за дуже рідкісним винятком, загальна маса підземних органів закономірно зменшується зверху вниз. Особливо суттєво знижується кількість дрібних коренів, основна маса яких належить до верхнього горизонту ґрунту. Такий розподіл активної частини коренів пов'язаний з утворенням у поверхневих горизонтах ґрунту найбільшої кількості доступних для рослин форм елементів мінерального живлення, насамперед нітрогену. У ряді випадків відіграє роль погіршення (згори вниз) аерації. Все це визначає, навіть для рослин, що глибоко вкорінюються, значущість використання поверхневого родючого ґрунту, в якому вони формують постійні або тимчасові корені. Доказом цього служить, наприклад, приналежність до одного й того ж горизонту ґрунтів поверхнево вкорінених коренів кислиці звичайної і більш глибоко вкорінюваної ялини.

Мозаїчність — розчленованість (неоднорідність) у горизонтальному плані — властива практично усім біоценозам. Вона полягає у наявності у складі біоценозу різних мікроугруповань, які різняться за видовим складом, кількісним співвідношенням різних видів, зімкненістю, продуктивністю та іншими властивостями. Нерівномірність у розподілі видів живих організмів у межах біоценозу і пов'язана із цим мозаїчність

обумовлені рядом причин: особливостями біології розмноження, неоднорідністю ґрунтових умов (наявністю понижень і підвищень), впливом рослин на формування середовища та ін. Вона може виникнути в результаті діяльності тварин (утворення мурашників, витоптування травостою копитними та ін.) або людини (вибіркова рубка, випалювання і т. п.).

Основу трофічної (харчової) структури біоценозу становлять *трофічні ланцюги*, що переплітаються, або *ланцюги живлення*. У біоценозі організми пов'язані також топічними відносинами. При топічних зв'язках один вид служить місцем поселення для іншого (дерева — для гніздування птахів, поселення на їх стовбурах лишайників, мохів, водоростей). Вступаючи у певні відносини, організм одного виду сприяє поширенню особин іншого виду. За таких умов один вид використовує інший для будівництва житла — притулків тощо (бобер будує дамби і хатини з деревини).

Біотичні зв'язки організмів

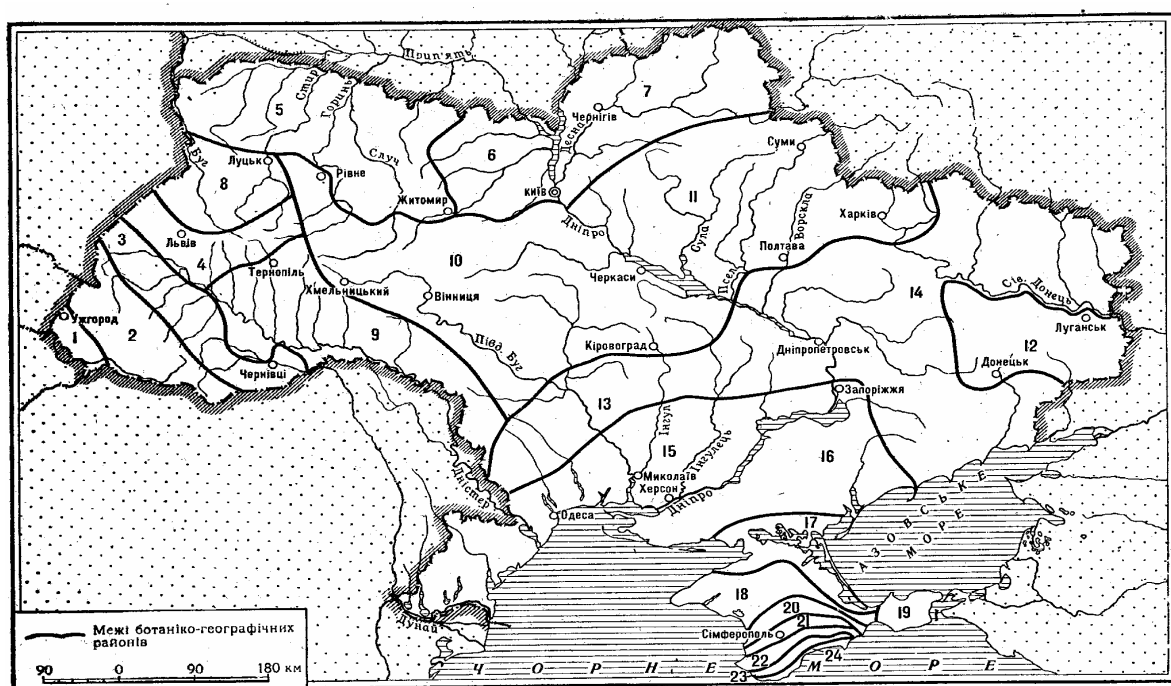
Вид взаємостосунків	Суть взаємостосунків	Приклади
Нейтралізм	Жоден вид не впливає на інший	Дерева лісу та цибулинові рослини, які зацвітають до появи листків на деревах
Аменсалізм	Один вид страждає, а інший — ні	Світлолюбні трави і ялина; цвілеві гриби та бактерії — пригнічення росту бактерій
Коменсалізм	Один вид живиться рештками їжі іншого виду	Великі ссавці (олені, вовки) які є розповсюджувачами плодів і насіння.
Симбіоз	Взаємовигідні, корисні зв'язки	Лишайник, дерева і шапкові гриби
Конкуренція	Проявляється в змаганні за засоби існування та умови розмноження (їжу, територію, світло, вологу тощо)	Рослини конкурують між собою за світло, воду, поживні речовини і простір

Хижацтво	Особини одного виду є їжею для особин інших видів	Росянка і комахи
Паразитизм	Організм одного виду живе за рахунок організму іншого виду, використовуючи його як джерело живлення і середовище існування	Омела, петрів хрест

Природні зони України

Територія, яку займає Україна, становить 603,7 тис. км². Вона знаходиться в південно-східній частині Європи. Географічний центр Європи знаходиться в Закарпатській області. Вертикальна поясність на території України проявляється у Карпатських та Кримських горах. Кліматичні умови формуються під впливом помірних повітряних мас тропічних та арктичних широт. Територію України омивають Чорне і Азовське моря, п'ять основних річок (Дніпро, Дністер, Дунай, Сіверський Донець і Південний Буг) несуть свої води на землях України.

Рослинність України характеризується великою різноманітністю. Тут росте близько 5 тис. видів вищих рослин, в тому числі понад 4 тис. дикорослих. Серед вищих рослин налічують 700 видів мохоподібних, 100 видів папоротеподібних і



голонасінних, 4200 видів покритонасінних. Серед нижчих рослин в Україні налічують до 1000 видів різних водоростей, 800 видів лишайників і кілька тисяч видів грибів.

Територія нашої держави включає такі *природні зони*, як зона Лісів, Лісостепова зона, Степова зона і Гірські області Карпат і Криму. До складу природних зон входять 24 ботаніко-географічних райони.

Так, в природну зону лісів входять такі ботаніко-географічні райони, як Ростоцько-Опільські ліси (4), Західне Полісся (15), Правобережне Полісся (6), Лівобережне Полісся (7). Лісостепова зона включає Волинський Лісостеп (8), Західний Лісостеп (9), Правобережний Лісостеп (10), Лівобережний Лісостеп (11), Донецький Лісостеп (12), Кримський Лісостеп (21). До природної зони Степу належать Правобережний злаково-лучний Степ (13), Лівобережний Степ (14), Правобережний злаковий Степ (15), Лівобережний злаковий Степ (16), Полиновий Степ (17), Кримський Степ (18), Керченський Степ (19), Кримський злаково-лучний Степ (20). Гірські області Карпат і Криму включають так ботаніко-географічні райони, як Закарпатські ліси (1), Карпатські ліси (2), Прикарпатські ліси (3), Передгір'я Кримських гір (22), гори Криму (23), Південний Крим (24).

У кожній з природних зон України зустрічаються угруповання які називають *інтразональними*. Наприклад, угруповання лісів є в зоні лісів, і в зоні лісостепу і в гірських областях, угруповання луків — в степу і в лісостепу, на гірських полонинах.

В зв'язку з тим що життя рослин тісно пов'язане з навколишнім середовищем, насамперед з ґрунтом і кліматом, в різних зонах можна констатувати зміну рослинних угруповань (фітоценозів). Крім того, особини того самого виду, що ростуть в різних умовах в процесі онтогенезу реагують на ці умови зміною структури організму і функцій.

Однак не всі види змінюють свою морфолого-фізіологічну характеристику під впливом умов навколишнього середовища. Деякі з них не втрачають ці риси в зв'язку з консерватизмом, зумовленим походженням і рівнем їх генетичної стабільності .

Природні зони, розташовані одна біля одної, не мають різко виражених меж. Між ними є досить значні за площею перехідні

зони. Ботаніко-географічні райони в межах природної зони більш однорідні, а в різних природних зонах деякою мірою відрізняються за флористичним складом, життєвими формами рослин.

Особливо чітко зміна рослинного покриву проявляється в гірських областях Карпат і Криму. Тут, в напрямку від підніжжя до гірських вершин різні смуги рослинності, які змінюють одна одну, називають *поясами*, або *вертикальними зонами*. Рослинність зони Лісів. Ліс - це рослинне угруповання, де переважає деревна рослинність. В Україні мішані ліси поширені на Поліссі. Лісова зона займає північну частину України і простягається на південь приблизно до лінії Житомир - Фастів - Київ - Ніжин - Конотоп. У ній переважають піщані та дерново-підзолисті ґрунти.

Для лісів Полісся характерні такі породи дерев, як дуб звичайний, черешчастий, граб звичайний, сосна лісова. В північній частині Полісся вони створюють соснові і мішані дубово-соснові, а в південно-західних районах — сосново-дубово-грабові ліси. У підліску ростуть ліщина, бруслина, глід, у південних районах - терен.

На лісових болотах, яких багато на Поліссі, ростуть вільха клейка, береза пухнаста, різні види верби.

На торф'яних болотах ростуть різні види сфагнуму, росички, вічнозелені кущики журавлини, андромеда, багно. На зеленомохових болотах, крім різних видів мохів, ростуть кореневищні осоки і бобівник.

На високотравних болотах ростуть осоки і високі трави: рогіз, очерет, комиш.

На Поліссі в заплавах Дніпра та його приток простяглися луки, які "дають злакове сіно. Поширені також і суходільні луки, що виникли на місці колишніх лісів. На цих луках ростуть здебільшого малопродуктивні злакові трави, дрібні осоки.

Трав'яниста флора мішаних лісів представлена різноманітною рослинністю. Рано і пізно навесні різнобарвний аспект створюють анемони, рясти, проліски, пшінка весняна, гусячі цибульки, підсніжники та ін. Поширені злакові рослини: костриця лісова, тонконіг, осоки, дводольні — медунка лікарська, маренка запашна, копитняк європейський. Є тринія

багатостеблова, котячий хвіст шандровий, зеленчук жовтий, переліска багаторічні та ін. Ростуть тут безхлорофільна сапрофітна рослина під'ялиник звичайний і паразитна петрів хрест.

У Західному і Правобережному Поліссі зустрічаються цікаві реліктові рослини — азалія понтійська і вовчі ягоди гайові. Із культурних рослин на Поліссі добре росте льон, картопля, жито, кукурудза, гречка, овочеві і плодоягідні культури.

Рослинність зони Лісостепу. На південь від Полісся широкою смугою з заходу на схід простягаються райони Лісостепу. Тут поширена також і степова рослинність. В Лісостепу давно розорані і зайняті сільськогосподарськими культурами, а степова рослинність збереглася в заповідниках, елементи степової флори зустрічаються на узліссях, лісових галявинах, схилах неораних балок і кам'янистих відслоненнях. Заплави річок зайняті луками, а на надлучних терасах з наносними пісками подекуди збереглися соснові бори.

Умови існування рослин в різних частинах заплави різні. Прируслова заплава знаходиться в зоні найбільшої діяльності річки. Тут розвивається ксерофітна рослинність. Центральна частина заплави з її спокійним характером створює умови для розвитку мезофітної рослинності. Притерасна частина заплави зрошується делювіальними водами, які течуть з крутих берегів. Рослинність має мезофітно-гігрофітний або гігрофітний характер, прирусловій зоні заплави поширені довгокореневищні злаки. До них належать стоколос, пирій та ін. Є також пухкодернинні злаки, що утворюють короткі підземні пагони, - тимофіївка, костриця лучна, тонконіг, характерні для центральної заплави. В притерасній заплаві поширені дернинні або щільнокущові злаки. Це такі, як щучник, типчак овечий, келерія струнка.

З різнотрав'я на заливних луках ростуть підбіл, верба тритичинкова, люцерна, конюшина, деревій, перстач та ін. Найкращі луки утворюються в центральній частині заплави. Притерасна заплава часто буває заболочена. Тут нерідко поширені вільшаники, осоки та інші види рослин.

На суходільних луках із трав'янистої рослинності поширені такі види, як щучник, біловус, пахучий колосок, з різнотрав'я — королиця звичайна, волошки, шавлія лісова, чебреці, вероніка,

козельці, бувають і осоки та ін. Місцями серед луків на засолених ґрунтах поширена солончакова рослинність.

На території Лісостепу України виділяють чотири провінції: Західноукраїнську, Дністровсько-Дніпровську, Лівобережно-Дніпровську та Середньоросійську.

У Західноукраїнській провінції поширені широколисті ліси, до них входять такі породи, як дуб звичайний, граб звичайний; липи: серцелиста (і широколиста, клени: клен-явір, польовий і гостролистий, осика тремтяча, місцями дикі черешня, груша, яблуня. У підліску поширені ліщина, дерен, терен, вишня антипка, калина-гордовина, горобина звичайна, глід. З ранніх весняних трав'янистих рослин тут ростуть підсніжник звичайний, ряс Галлера і порожнистий, анемони, проліска, пшінка весняна, копитняк та ін.

В Лівобережно-Дніпровській провінції поширені дубово-грабові ліси, Дністровсько-Дніпровській провінції — дубові з доми липи, ясена, клена. На терасах рік зустрічаються степові соснові ліси. З трав'янистих рослин поширені здебільшого такі самі як і в Західному Лісостепу, але дещо збіднені. З'являються і види з східної флори: ряс Маршалів, проліска сибірська, тюльпан дібровний.

Деревно-кущова рослинність представлена лозянками з верби попелястої і верби сірої, вільшаниками — в місцях з надмірно зволженими ґрунтами. На підвищених місцях заплавл зустрічаються осокорові ліси з тополі чорної і тополі білої та дубово-в'язові ліси.

Рослинність Середньоросійської лісостепової провінції строката: тут є райони, де ліси займають 30—35 %, а є місця з лісистістю лише до 10 %..

Лісостепові ділянки заходять і на території Донецької і Луганської областей. Тут в дібровних лісах в трав'яному ярусі зустрічаються деякі південні види, як арум видовжений, вербозілля кільчасте. На крейдяних відслоненнях по Сіверському Дінцю росте сосна крейдяна з підліском із скумпії звичайної.

Південна межа Лісостепу проходить приблизно по лінії Котовськ — Кіровоград — Полтава — Харків. Основну територію Лісостепу України займають посіви сільськогосподарських культур: озима пшениця, цукрові буряки,

кукурудза, картопля, соняшник, овочеві і ряд інших. Добре розвинуте садівництво. Рослинність Степової зони на південь від Лісостепу до берегів-Чорного і Азовського морів, включаючи рівнинну частину Криму, займає степова зона. Степ — це трав'янисті безлісі формації більш-менш ксерофільного характеру. Від луків і боліт степи відрізняються блідо-зеленим відтінком наземної маси рослин.

Степову зону поділяють на підзони: північного злаковолучного степу і південного злакового степу. Обидві підзони в свою чергу поділяють на Правобережний і Лівобережний Степ.

Для степу характерний масовий розвиток дерновинних вузьколистих злаків: ковила, костриці, житняка, калерії та ін. Крім дерновинних злаків, до складу степових асоціацій входять численні види так званого різнотрав'я з дводольних рослин. Серед них чимало багаторічних рослин (тюльпани, півники тощо).

У різнотравно-злаковому Степу Криму панують такі дерновинні злаки, як ковила, келерія, стоколос. З різнотрав'я є вика, незабудка, конюшина, люцерна, чаполоч степова, види рижію. По схилах балок розвиваються зарості степових кущів; терен, вишня, мигдаль, таволга, дика груша та яблуня.

Для флори лучного Степу характерні ковила, костриця, келерія, із різнотрав'я — суниці, конюшина, шавлія, підмаренник, королиця, сон-трава, лабазник та ін. Лучний степ в Україні зберігся лише в заповідниках, таких як Михайлівська цілина в Сумській області, Стрілецький Степ в Луганській області. Більша частина лучного Степу розорана.

У злаковому Степу (сухому) панують степові злаки — ковила Лессінга, костриця. З інших злаків домішуються інші види ковили, келерія, пирій, тонконіг. Різнотрав'я мало. Рідко зустрічаються і кореневищні злаки та осоки. Розвиваються численні ефемери та ефемероїди. Дуже часто розвиваються лишайники, мохи та синьо-зелені водорості.

Степи України майже повністю розорані. Цілинний степ зберігся лише в Асканії-Нова.

В Україні в зоні степів виділяють полинно-злаковий Степ. Він є перехідним від степів до пустель. Поширений несучільно

біля північного узбережжя Чорного моря. Флористичний склад цих степів досить різноманітний. Панують посухостійкі злаки — типчак, ковила, стоколос. До злаків у великій кількості домішуються віниччя, полин, маруна. Велика кількість ефемероїдів, з яких особливо поширені тонконіг бульбистий та тюльпани. Поширені і ефемери, є і різнотрав'я, іноді степові кущі, особливо спіреї. На плямах солончаків розташовані асоціації пустельного характеру, тут панують полини і солянки.

Своєрідна рослинність вкриває наносні піски в долині нижнього Дніпра. Тут зустрічаються типчак Беккера, чебрець Палласів і такі ендемічні рослини, як житняк пухнатокувітковий, еспарцет дніпровський, волошка короткоголова, чебрець дніпровський, кермек злаколистий та ін.

Зовсім інша рослинність гранітних і крейдових відслонень у басейнах річок Сіверський Донець і Міус. Представлена вона ксерофітними напівкущами полину, шовковиці, гісопу крейдового; тут зустрічається багато ендеміків. На морському узбережжі ростуть колосняк чорноморський, турнефорція, геліотроп запашний та інші приморські рослини.

У степових районах Кримського півострова на і солончаках розвинута галофітна рослинність із солесосу, сарсазану, кермеку, сведи та ін. Центральна степова частина півострова розорана, дикорослі рослини збереглися лише на схилах і біля доріг: ковила Лессінга, житняк, шавлія похила, катран, горицвіт, ряска, крокус, гіацинт, воронець. Розорані простори степів зайняті такими сільськогосподарськими культурами, як озима пшениця, жито, кукурудза, соняшник, цукровий буряк, ячмінь, овочевими і плодовими.

Рослинність Гірських Карпат. У межах України розташована східна частина Карпатських гір, що поступово підвищується на південний схід. Для клімату Карпат характерна кількість опадів від 600 до 800 мм; у нижніх поясах до 2000 мм. Максимум опадів припадає на літо. Південні схили бідніші на опади, з м'якшою зимою, що значно впливає на розвиток рослинності навіть у передгір'ї. На північних схилах ростуть хвойні ліси, тоді як на південних поширені листяні ліси.

З висоти 200—400 до 1200—1300 м над рівнем моря поширені букові ліси. У нижній частині гір до бука домішуються

явір, граб, дуб скельний, липа. Ще вище з'являються ялина і смерека.

Трав'янисті рослини представлені лише поодинокими екземплярами типових представників флори широколистяних лісів: маренки, переліски, зеленчука, копитняка, чоловічої папороті. Місцями трав майже немає. Їх замінює густа підстилка з букового листа, що часто створює суцільний покрив.

У верхньому поясі Українських Карпат поширені темнохвойні ліси з ялини і смереки. Трапляється тис. Для темнохвойних лісів Карпат найтипівішими трав'янистими є кислиці, переліски, маренки, зустрічаються дернини зелених мохів. Для ялинових лісів, в яких смерека ї широколисті породи зустрічаються лише в незначній кількості, характерні зелені мохи. В ялиновому рідколіссі є зеленосфагновий покрив.

Від 1400 до 1700 м над рівнем моря починається субальпійський пояс — від верхньої межі хвойного лісу. Тут ялиновий ліс змінюється заростями низькорослої гірської сосни — жерепу, іноді — заростями вільхи зеленої і переходить в субальпійські луки (полонини). Їх рослинність представлена рівними асоціаціями з біловуса, щучника, костриці червоної та мітлиці.

В альпійському поясі (1700—1950 м над рівнем моря) поширені типові скельні альпійські рослини — едельвейс та інші, а також асоціації з осоки вічнозеленої і костриці. Для альпійських луків характерні такі ендемічні для Карпат види, як нечуй-вітер оранжево-червоний, арніка гірська, звіробій гірський, апозерис смердючий, сольданела.

У Закарпатті і Прикарпатті клімат теплий, вологий, сприятливий для садівництва і виноградарства.

Рослинність Гірського Криму. В зонах Криму, де є Степ, Лісостеп і гірські райони, рослинність надзвичайно багата.

На південному схилі Кримських гір розташований пояс ялівцево-дубових лісів. Поширений до висоти 300 м над рівнем моря. Типовими представниками є деревні породи — ялівець високий, дуб пухнатий, фісташка дика, часто тут зустрічаються вторинні ліси з граба східного, ксероморфні кущі — сумах, скумпія, держи-дерево та вічнозелені: рускус, плющ.

Пояс соснових лісів (900—1000 м над рівнем моря) представлений сосною кримською. Пояс букових лісів Криму

представлений буковими лісами з бука кримського; на північних схилах, починаючи з висоти 400—500 м, а на південних — з висоти 1000—1500 м над рівнем моря. Букові ліси в Криму не суцільні, до бука домішуються сосна гачкувата, граб, клен Стевена, бруслина, тис. Закінчується лісовий пояс Криму сланкими видами ялівцю.

Пояс трав'янистої рослинності (яйла) починається з висоти 1400 м над рівнем моря. Тут поширені роговик, молочай, ломикамінь, костриця, стоколос, осоки та ін.

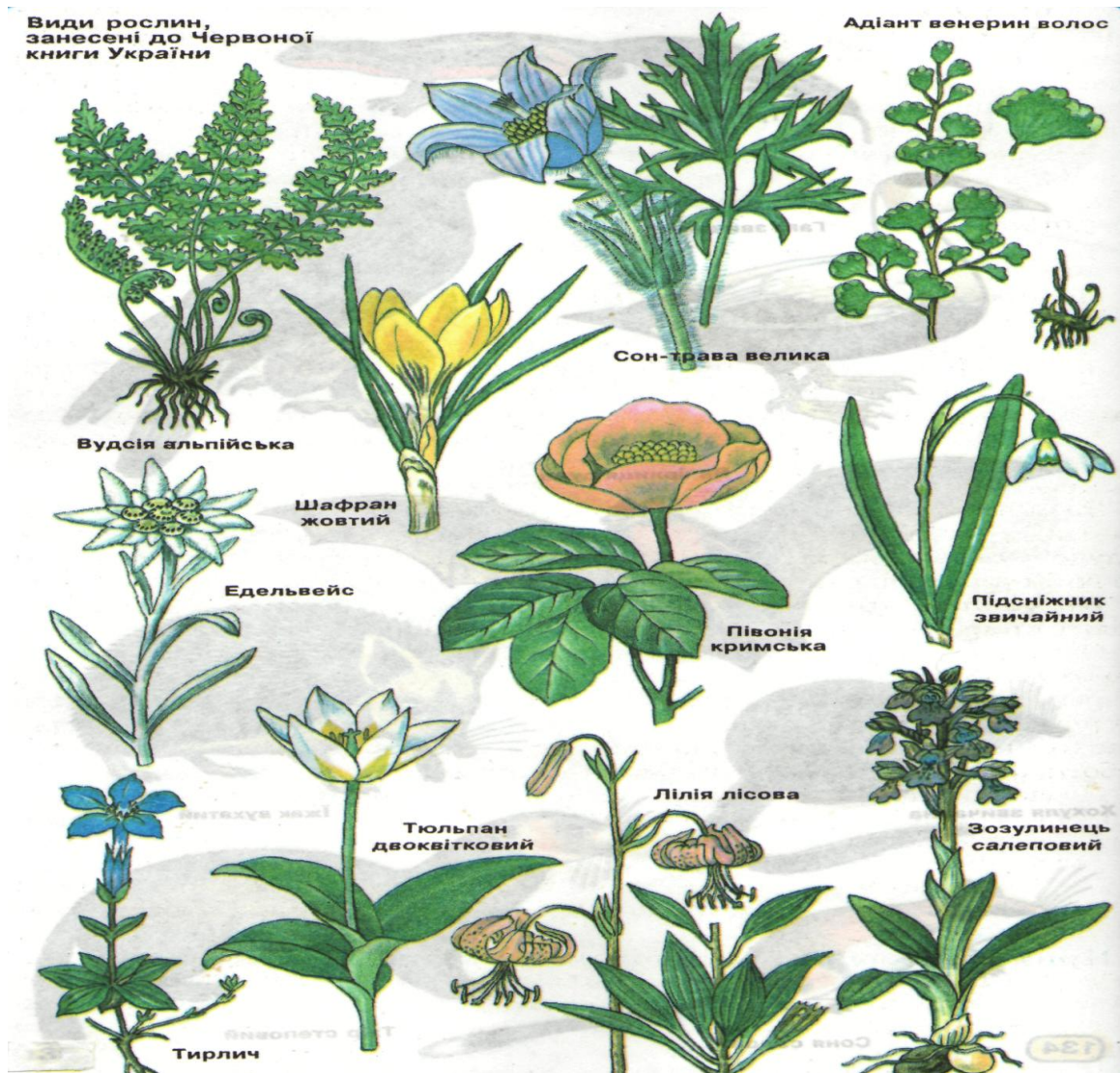
Від типових Субальпійських луків ця рослинність відрізняється своєю і низькорослістю. На північних схилах по невисокі ліси з дуба пухнастого, граба. У підліску — кизил, ожина, барбарис.

У Криму широко культивують виноград, яблуні, груші, абрикоси, місцями лаванду і казанликську троянду.

6.4. Охорона рослин.

Біологічне різноманіття є національним багатством України, яке забезпечує екосистемні та біосферні функції і є основою існування організмів, їх угруповань. Біорізноманіття формує середовище життєдіяльності людини. Як органічне поєднання живих істот на Землі воно склалось в результаті багатовікової еволюції і має бути успадковане прийдешнім поколінням у максимально збереженому стані.

В структурі рослинного покриву України виділяються різні типи рослинності. Група типів рослинності, яка розвивається самовідновленням за природними закономірностями та дією фізико-географічних факторів і без будь-якого втручання в її генезис та динаміку діяльності людини, а при її участі не змінюються одні рослинні угруповання іншими шляхом знищення існуючих і створення на їх місці нових, розглядається як природна рослинність. Природна рослинність є найбільш адаптованою до сучасних умов навколишнього середовища і утворює найбільш стійкі флороценотичні комплекси, що є дуже істотним у збереженні біорізноманіття та підтримання рівноваги і співвідношенні природної і синантропної рослинності та екологічної рівноваги в біосфері в цілому.



Природну рослинність України створюють природні фітоценози лісової, лучної, болотної, водної, степової, пустельної, галофільної та інших типів рослинності. Їх зональне та регіональне різноманіття зумовлює сучасний спектр ценотичної різноманітності рослинного покриву країни. Її особливістю є високий ступінь фрагментарності та антропогенної порушеності.

У сучасну епоху в цілому на Земній кулі мало збереглося регіонів та їх рослинності, які б певною мірою не зазнали антропогенного впливу: втрата рослинного біорізноманіття під час забудов, розорювання землі, меліорації, спорудження водосховищ, створення мереж транспортної інфраструктури та здійснення інших видів господарської діяльності. Скорочуються території, зайняті природною рослинністю, що призводить до

виникнення загрози втрати гено- та ценофонду. Тому проблема збереження рослинного світу стала надзвичайно актуальною.

Вплив людини на природні екосистеми надзвичайно різноманітний. Вона полює на диких тварин, що населяють природні комплекси, заготовляє лікарські рослини, плоди і ягоди; збирає гриби і квіти; випасає отари овець і стада великої рогатої худоби; відпочиває і розважається на лоні природи. При цьому помітно впливає на флору та фітоценози природної.

Другу групу типів рослинного покриву України репрезентує синантропна рослинність, характеристика якої наводиться нижче.

Синантропна рослинність - рослинність завдячена діяльності людини. З її появою і активним втручанням в природні комплекси та наступною їх трансформацією сформувався відмінний тип синантропної рослинності. Від природної рослинності відрізняється тим, що сформувалася вона на певній території виключно під впливом діяльності людини у зв'язку з порушенням природних закономірностей і запровадженням та підтриманням в культурі нових форм рослин і утворюваних ними рослинних угруповань, а також появою супровідних видів аборигенної та адвентивної флори. Синантропна рослинність широко розповсюджена і має високий відсоток в структурі рослинного покриву.

Наукове узагальнення інформації в галузі охорони популяцій окремих видів рослин відображається в Червоних книгах —

Вперше Червона книга України була випущена в 1980 р. однотомним виданням. Друге видання Червоної книги (1996) підготовлено у двох томах: «Тваринний світ» та «Рослинний світ».

«Червона книга України. Рослинний світ» включає статті про 541 вид (підвид, різновидність, форма) рослин і грибів, серед яких судинні рослини складають — 439 видів, мохоподібні — 28, водорості — 17, лишайники — 27, гриби — 30.

Господарська діяльність людини у всезростаючих масштабах впливає на зміни в біосфері. Це відбувається внаслідок вирубування великих масивів лісів, осушення боліт, забруднення атмосфери, води, ґрунтів відходами промислового виробництва, мінеральними добривами і отрутохімікатами. Все

це надзвичайно негативно впливає на рослинний світ. Під загрозою зникнення, перебуває 25 тисяч видів рослин.

З метою збереження видового складу рослин в Україні створені заповідники і заказники, які є центрами наукових досліджень, спрямованих на збереження фонду зникаючих рослин, унікальних природних ландшафтів. Це — Луганський, канівський заповідники, Асканія-Нова, - Дунайські плавні, Чорноморський, Український степовий заповідник. Крім того, в цілому ряді дендропарків ведуться плідні наукові дослідження та інтродукції різних видів рослин, збереження видів, занесених до Червоної книги. Ботанічний Інститут АН України, Ботанічний сад проводять велику роботу з метою вивчення екологічних обставин в Україні в результаті діяльності людини. На жаль, нинішня загальна площа природно-заповідного фонду України не досягла ще 2,2 відсотка. Цей показник, який можна розглядати як ступінь цивілізованості держави, є поки що дуже низький і, значно відстає від досягнутого рівня багатьох розвинених країн.

Основним документом, в якому узагальнено матеріали про сучасний стан рідкісних і зникаючих рослин, є Червона книга - Міжнародного Союзу охорони природи та природних ресурсів (МСОП), Європейського Червоного списку тварин і рослин, що знаходяться під загрозою зникнення у світовому масштабі (1991), а також окремих країн.

Червона книга України реєструє такі види:

- зникаючі - види, чисельність яких неухильно скорочується, і врятувати їх можна, здійснюючи спеціальні заходи охорони;
- рідкісні - мала чисельність та обмежений ареал можуть призвести до їх зникнення;
- зменшувані - чисельність неухильно скорочується;
- непевні - стан популяції мало вивчений.

До Червоної книги України вже занесено 531 рідкісний чи зникаючий вид рослин. Це практично всі орхідні, види ковили, лілія лісова, півонія тонколиста, страусове перо; брандушка весняна, водяний горіх плаваючий, дикорослі види тюльпанів флори України та ін.

Постановою Верховної Ради України від 29 жовтня 1992 р. затверджено Положення про Червону книгу України, яка є

основним державним документом з питань охорони тваринного і рослинного світу. Ведення Червоної книги України покладено на Міністерство охорони навколишнього природного середовища України.

Запитання для самоконтролю

1. Назвіть екологічні фактори і поясніть їх вплив на рослини.
2. Який взаємозв'язок екологічних факторів і рослин.
3. Повітря, як екологічний фактор.
4. Грунт і його властивості. Вплив ґрунту на рослини. Екологічна роль рельєфу місцевості.
5. Класифікуйте біотичні фактори.
6. Дайте визначення взаємовпливу рослин і тварин.
7. Які класифікації життєвих форм рослин ви знаєте. Охарактеризуйте класифікацію К. Раункієра.
8. Роль М.І. Вавілова у визначенні флористичних областей рослин.
9. Дайте визначення фітоценозу.
10. Зона рослинності України. Як висвітлюється це питання у шкільному курсі природознавства?
11. Охорона рослин. Охорона рослинних угруповань. Створення заповідних територій. Форми охорони рослин. Раціональне використання рослинних ресурсів.
12. Рослини занесені до Червоної Книги. Природоохоронна робота з учнями. Роль школи в охороні зникаючих рослин.

Література

1. Біда О.А., Дерій С.І., Ілюха Л.М. та ін. Біологія: довідник для абітурієнтів та школярів загальноосвітніх навчальних закладів: навчально методичний посібник. – К.: Літера ЛТД.2006.- 656с.
2. Біологія. Посібник для вступників до вищих навчальних закладів/ М.Є. Кучеренко, П.Г. Балан, Ю.Г. Вервес та ін. – 3-е вид.- К.: Либідь, 1997. – 416с.
3. Біологія /А.А. Слюсарев, А.В. Самсонов, В.Н. Мухін та ін. під ред. В.А. Мотузяного.- 2-е вид., перероб.і доп. – К.: Вища шк., 1990. – 503с.
4. Григора І.М., Шабарова С.І., Алейніков І.М. Ботаніка. – К.: Фітосоціоцентр, 2006. – 484с.
5. Дерій С.І., Шлюха В.О. Екологія. К.: Фітосоціоцентр, 1998.
6. Дорохіна Л.П. Руководство к лабораторным занятиям по ботанике с основами экологии растений. М., „Просвещение”, 1986.
7. Кудряшов П.В. Ботаника з основами екології М., «Просвещение» 1986.
8. Костильов О.В., Романенко О.В. Біологія та екологія автотрофних організмів. К.: Український фітосоціологічний центр, 1999. – 190с.
9. Кучеренко М.Е., Вервес Ю.Г., Балан К.Г., Войціцький В.М., Войцехівський М.Ф. Загальна біологія. Підручник для 10-11 класів середніх загальноосвітніх шкіл. Видавництво Генеза. - К.: 2000 рік. – 462с.
10. Липа О.Л., Добро вольський І.А. Ботаніка (систематика нижчих і вищих рослин) «Вища школа» Київ, 1975.
11. Майсурян Н.А. Растениеводство (Практические занятия). Узд. пятое перераб. и дополн. М., изд. «Колос» 1964.- 399с.
12. М'якушко В.К., Вольвач Ф.В. Екологія – К.: Рад. шк., 1984. – 168с.
13. Пересипкіна Т.М., О.А. Бойка. Анатомія рослин: теорія, практикум, тести: навч. посібник. – К.: Освіта України, 2011. – 236 с.

14. Поліщук Л.К., Береговий П.М. Ботаніка «Радянська школа» Київ, 1974.
15. Пономаренко С.Ф. Ботаніка „Колос” Москва, 1982.
16. Практикум з систематики та морфології рослин. Київ, „Вища школа”, 1970
17. Потульницький П.М. Польовий практикум з ботаніки Київ, „Вища школа”, 1972.
18. Потульницький П.М., Первова Ю.О., Сакало Г.О., Ботаніка (Анатомія і морфологія рослин) „Вища школа”, Київ – 1971.
19. Романщак С.П. Ботаніка. Навчальний посібник. - К.: Вища школа.1995. – 544с.
20. Романщак С.П. Анатомія покритонасінних рослин. К.: Урожай, 1999.
21. Стебленко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка. К.: Вища школа, 1995.
22. Хржановский В.Г., Пономаренко С.Ф. Ботаника. – 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат,1988. – 383 с.
23. Цибуха В.І. Біологія Вид-во Львівського університету, 1970.
24. Червона книга України. Вони чекають на нашу допомогу/Упорядники О.Ю. Шапаренко, С.О. Шапаренко – 2-ге вид., із змінами. – Х.: Торсінг плюс, 2008. – 384с.
25. Якубенко Б.Є., Григора І.М., Польовий практикум з ботаніки: Арістей, 2008. – 260с.