

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



**О.П. ТКАЧУК**  
**Н.Г. ВІТЕР**  
**К.В. КОВАЛЬОВА**

# **БІОЕКОЛОГІЯ**

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**

**Вінниця – 2021**

**УДК 574 (075).8)**  
**В-54**

*Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету (Протокол № 12 від 29 червня 2021 р.)*

**Рецензенти:**

**Кур'ята В.Г.** – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри біології Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського;

**Кулик М.Ф.** – завідувач лабораторії технологій заготівлі кормів Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, член-кореспондент НААН, доктор сільськогосподарських наук, професор, залужений діяч науки та техніки України;

**Чернецький В.М.** – доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства Вінницького національного аграрного університету.

**Ткачук О.П., Вітер Н.Г., Ковальова К.В.**

Біоекологія. Навчальний посібник. Вінниця: ТОВ «Друк», 2021. 472 с.

Видання призначене для здобувачів вищої освіти галузі знань 10 «Природничі науки» спеціальності 101 «Екологія» освітнього рівня бакалавр та відповідає програмі дисципліни «Біоекологія». Біологія і екологія – це сучасний комплекс наук про життя, про походження та основні ознаки живих організмів. Про взаємозв'язок організмів між собою та середовищем існування. Про результати діяльності людини у навколишньому природному середовищі і впливу факторів, які є результатом цієї діяльності, на організм людини, рослин і тварин.

**ISBN 979-618-7221-43-9**  
**УДК 574 (075).8)**

**ISBN 979-618-7221-43-9**

© Ткачук О.П.,  
© Вітер Н.Г.,  
© Ковальова К.В.  
© ВНАУ, 2021



## ЗМІСТ

<b>СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ</b> .....	8
<b>ПЕРЕДМОВА</b> .....	9
<b>1.БІОЕКОЛОГІЯ ЯК НАУКА</b> .....	11
1.1. Біоекологія: об'єкт вивчення, мета і завдання .....	11
1.2. Предмет вивчення біоекології.....	12
1.3. Методи досліджень у біоекології.....	13
1.4. Використання біологічних знань .....	15
<b>2. ВЗАЄМОВІДНОСИНИ ОРГАНІЗМУ І СЕРЕДОВИЩА</b> .....	17
2.1. Предмет екології.....	17
2.2. Екологічні фактори.....	20
2.3. Рослинне угруповання. Біоценоз. Біогеоценоз.....	29
2.4. Екосистема. Потік енергії в екосистемі і ланцюги живлення. Чисельність популяції .....	31
2.5. Біосфера і людина. Біосфера як екологічна система .....	36
2.6. Кругообіг речовин і перетворення енергії.....	38
2.7. Антропогенні зміни у біосфері і охорона природи.....	39
<b>3. БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА БІОСИСТЕМАТИКА. ПРИНЦИПИ І МЕТОДИ КЛАСИФІКАЦІЇ ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ</b> .....	44
3.1. Поняття «біологічне різноманіття» .....	44
3.2. Штучні системи .....	46
3.3. Природні системи .....	47
3.4. Методи класифікації .....	49
<b>4. НЕКЛІТИННІ ФОРМИ ЖИТТЯ. ЦАРСТВО ВІРУСИ. ВІРУСИ ТА ЇХ РІЗНОМАНІТТЯ</b> .....	51
4.1. Віруси, їх будова та життєві цикли .....	51
4.2. Походження вірусів.....	54
4.3. Пріони, їх будова та поширення .....	54
4.4. Роль вірусів, пріонів у природі та житті людини.....	56
<b>5. ПРОКАРІОТИЧНІ ОРГАНІЗМИ. ЦАРСТВО ДРОБ'ЯНКИ. ВІДДІЛ БАКТЕРІЇ І ЦІАНОБАКТЕРІЇ</b> .....	60
5.1. Загальна характеристика Прокаріот .....	60
5.2. Відділ Бактерії. Загальна характеристика.....	60
5.3. Розмноження та спороутворення.....	62
5.4. Живлення бактерій .....	63
5.5. Значення бактерій.....	64
5.6. Методи боротьби .....	66
5.7. Відділ Ціанії або Синьо – Зелені водорості.....	68

<b>6. ЕУКАРІОТИЧНІ ОРГАНІЗМИ. ЦАРСТВО ГРИБИ.</b>	
<b>ВІДДІЛ ЛИШАЙНИКИ</b> .....	71
6.1. Загальна характеристика царства Гриби.....	71
6.2. Розмноження грибів .....	72
6.3. Різноманітність грибів. Гриби – сапрофіти. Шапкові гриби .....	72
6.4. Роль грибів у природі та значення для людини .....	76
6.5. Екологія грибів .....	77
6.6. Відділ Лишайники. Загальна характеристика .....	79
6.7. Будова і розмноження .....	80
6.8. Роль у природі та практичне використання.....	81
<b>7. ЦАРСТВО РОСЛИНИ. НИЖЧІ РОСЛИНИ. ПІДЦАРСТВО СПРАВЖНІ ВОДРОСТІ</b> .....	84
7.1. Загальна характеристика.....	84
7.2. Значення водоростей в природі та житті людини.....	87
7.3. Екологія водоростей.....	89
<b>8. ПІДЦАРСТВО ВИЩІ РОСЛИНИ. ВІДДІЛИ: МОХОПОДІБНІ, ХВОЩЕПОДІБНІ, ПЛАУНОПОДІБНІ, ПАПОРОТЕПОДІБНІ</b> .....	92
8.1. Загальна характеристика вищих спорових рослин .....	92
8.2. Відділ Мохоподібні. Загальна характеристика .....	94
8.3. Відділ Хвощеподібні .....	97
8.4. Відділ Плауноподібні.....	98
8.5. Відділ Папоротеподібні .....	99
8.6. Екологія вищих спорових рослин.....	101
<b>9. ПІДЦАРСТВО ВИЩІ РОСЛИНИ. ВІДДІЛ ГОЛОНАСІННІ</b> .....	104
9.1. Відділ Голонасінні. Загальна характеристика .....	104
9.2. Будова і розмноження голонасінних .....	105
9.3. Екологія голонасінних .....	107
<b>10. ВИЩІ РОСЛИНИ. ВІДДІЛ ПОКРИТОНАСІННІ АБО КВІТКОВІ</b> .....	111
10.1. Загальна характеристика покритонасінних .....	111
10.2. Вегетативні органи рослини. Будова та функції кореня квіткової рослини .....	118
10.3. Листок- вегетативний орган рослини.....	125
10.4. Стебло. Будова і функції.....	132
10.5. Вегетативне розмноження рослин .....	141
10.6. Квітка і плід.....	143
10.7. Запилення, запліднення, утворення насіння.....	147
10.8. Класифікація відділу Покритонасінні .....	155
10.9. Характеристика класу Двудольних .....	157

10.10. Клас Однодольні.....	163
10.11. Екологія покритонасінних.....	167
<b>11. ЯДЕРНІ ОРГАНІЗМИ. ЦАРСТВО ТВАРИНИ</b>	
<b>ТИП НАЙПРОСТІШИ</b> .....	171
11.1. Царство Тварини. Загальна характеристика.....	171
11.2. Класифікація тварин.....	172
11.3. Підцарство Одноклітинні. Тип Найпростіші.....	175
11.4. Екологія найпростіших .....	182
<b>12. ПІДЦАРСТВО БАГАТОКЛІТИННІ.ТИП</b>	
<b>КИШКОВОПОРОЖНИННІ</b> .....	186
12.1. Загальна характеристика типу.....	186
12.2. Екологія кишковопорожнинних .....	191
<b>13. ТИП ЧЕРВИ: ПЛОСКІ, КРУГЛІ ТА КІЛЬЧАСТІ</b> .....	194
13.1. Загальна характеристика представників типу .....	194
13.2. Тип Плоскі черви.....	195
13.3. Клас Сисуни. Печінковий сисун .....	197
13.4. Екологія плоских червів .....	200
13.5. Тип Первиннопорожнинні, або круглі черви .....	203
13.6. Екологія круглих червів.....	206
13.7. Тип Кільчасті черви, або Кільчаки .....	208
13.8. Екологія кільчастих червів .....	213
<b>14. ТИП МОЛЮСКИ</b> .....	216
14.1. Загальна характеристика типу Молюски. Класи Черевоногі та Двостулкові.....	216
14.2. Екологія молюсків .....	222
<b>15. ТИПИ ЧЛЕНИСТОНОГІ</b> .....	225
15.1. Загальна характеристика типу Членистоногих .....	225
15.3. Клас Ракоподібні .....	226
15.4. Екологія ракоподібних.....	230
15.5. Клас Павукоподібні.....	232
15.6. Екологія павукоподібних.....	237
15.7. Клас Комахи.....	240
15.8. Екологія комах.....	248
<b>16. ТИП ХОРДОВІ</b> .....	252
16.1. Загальна характеристика типу Хордові.....	252
16.2. Підтип Безчерепні. Клас Головохордові.....	253

<b>17. ПІДТИП ХРЕБЕТНІ АБО ЧЕРЕПНІ. КЛАС КІСТКОВІ І ХРЯЩЕВІ РИБИ</b> .....	259
17.1. Загальна характеристика підтипу Хребетні.....	259
17.2. Клас Кісткові і Хрящеві риби.....	260
17.3. Екологія риб .....	268
<b>18. НАДКЛАС ЧОТИРИНОГІ. КЛАС ЗЕМНОВОДНІ АБО АМФІБІЇ.</b>	271
18.1. Загальна характеристика класу Земноводні .....	271
18.2. Екологія земноводних .....	279
<b>19. КЛАС ПЛАЗУНИ АБО РЕПТИЛІЇ</b> .....	283
19.1. Загальна характеристика класу Плазунів.....	283
19.2. Екологія плазунів.....	289
<b>20. КЛАС ПТАХИ</b> .....	292
20.1. Загальна характеристика класу Птахи .....	292
20.2. Екологія птахів.....	305
<b>21. КЛАС ССАВЦІ АБО ЗВІРІ</b> .....	310
21.1. Загальна характеристика класу Ссавці.....	310
21.2. Різноманітність ссавців.....	318
21.3. Екологія ссавців.....	322
<b>22. СУТНІСТЬ ЖИТТЯ. ВЛАСТИВОСТІ І РІВНІ ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИВОГО</b> .....	327
<b>23. КЛІТИНА – ОСНОВНА ФОРМА ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИВОЇ МАТЕРІЇ. ХІМІЧНИЙ СКЛАД КЛІТИНИ.</b> .....	337
23.1. Характеристика елементарного складу живого .....	337
23.2. Неорганічні речовини клітини .....	341
23.3. Органічні речовини: вуглеводи, ліпіди, білки, нуклеїнові кислоти.....	344
23.4. Речовини клітини.....	361
<b>24. КЛІТИНА – ОСНОВНА СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА ОДИНИНИЦЯ ЖИВОГО</b> .....	371
24.1. Будова еукаріотичної клітини .....	371
<b>25. ОБМІН РЕЧОВИН ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ У КЛІТИНІ</b> ....	395
25.1. Загальна характеристика процесів обміну речовин та перетворення енергії .....	395
25.2. Особливості обміну речовин гетеротрофних організмів. Енергетичний обмін.....	396
25.3. Пластичний обмін. Біосинтез білка .....	401

<b>26. ОСОБЛИВОСТІ ОБМІНУ РЕЧОВИН АВТОТРОФНИХ ОРГАНІЗМІВ</b> .....	406
26.1. Процес синтезу органічних речовин у рослин .....	406
26.2. Фотосинтез і врожай .....	408
<b>27. РЕПРОДУКЦІЯ ЯК МЕХАНІЗМ БЕЗПЕРЕРВНОСТІ ІСНУВАННЯ ВИДІВ</b> .....	417
27.1. Поділ клітини. Способи поділу .....	417
27.2. Розмноження та індивідуальний розвиток. Форми розмноження організмів.....	422
27.3. Індивідуальний розвиток багатоклітинних організмів.....	426
<b>ПІСЛЯМОВА</b> .....	434
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	435
<b>ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК</b> .....	443
<b>ДОДАТКИ</b> .....	446

## СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АТФ	– аденозинтрифосфорна кислота
АДФ	– аденозиндіфосфорна кислота
АМФ	– аденозинмонофосфорна кислота
ГЛЕК	– губчастоподібна енцефалопатія великої рогатої худоби
ДНК	– дезоксирибонуклеїнова кислота
ЕПС	– ендоплазматична сітка
іРНК	– інформаційна рибонуклеїнова кислота
МБТ	– вірус мозаїчної будови тютюну
НАДФ	– нікотинамідаденіндинуклеотидфосфат
ООН	– Організація Об'єднаних Націй
PrP	– інфекційні білкові частки
РНК	– рибонуклеїнова кислота
рРНК	– рибосомальна рибонуклеїнова кислота
СНІД	– синдром набутого імунодефіциту
тРНК	– транспортна рибонуклеїнова кислота
УФ	– промені для орієнтації на місцевості в хмарну погоду
ЦНС	– центральна нервова система

*«Протягом багатьох тисячоліть людина хотіла пізнати оточуючий його світ і те місце, яке вона займає у цьому світі на маленькій Землі, або у великому Всесвіті»*

*А. І. Опарін*

## **ПЕРЕДМОВА**

Сучасні дослідження про живе мають велике пізнавальне значення, тому що вносять величезний вклад у створення наукової картини світу. Безперервно забезпечуючи пізнавальну функцію, біологія через генну інженерію стрімко занурилась у матеріальне виробництво і стала однією з виробничих сил. З іншого боку, одна з біологічних наук, а саме екологія, вийшла за межі біології і стала міждисциплінарною наукою. Це сталося тому, що вчені докладали і докладають великих зусиль для того, щоб суспільство зрозуміло той факт, що діяльність людини у навколишньому середовищі має не тільки позитивні, але й негативні наслідки. Саме ці наслідки можуть призвести до катастрофи – як до локальної (на окремих територіях), так і до глобальної, світової. І тому на сучасному етапі неможливо вивчати біологію, не приділяючи уваги екології, і навпаки. Тому цей посібник є посібником з біології з основами екології. Біологія і екологія – це сучасний комплекс наук про життя, про походження, ріст, розвиток, спадковість, мінливість організмів, про взаємодію організмів між собою і навколишнім природним середовищем, про результати діяльності людини у навколишньому природному середовищі і впливу факторів, які є результатом цієї діяльності, на організм людини, тварин і рослин. Цей посібник надасть можливість засвоїти базові поняття сучасної біології і екології, розуміти їх фундаментальне значення і використати набуті знання у практичній діяльності.

Глобальною проблемою сьогодення є продовольче забезпечення. На Землі голодують і недоїдають 2 млрд. людей. Щоб забезпечити хоча б мінімальні потреби людства, необхідно збільшити виробництво сільськогосподарської продукції. Ці завдання вирішують технологічні науки з рослинництва і

тваринництва, які базуються на досягненнях дисциплін, таких, як генетика і селекція, фізіологія і біохімія, молекулярна біологія і екологія.

На основі методів селекції, розвинених і збагачених сучасною генетикою, у всьому світі йде інтенсивний процес створення більш продуктивних сортів рослин і порід тварин. Важливою ознакою нових сортів сільськогосподарських культур – є їх пристосування до вирощування в умовах інтенсивних технологій. Сільськогосподарські тварини, поряд з високою продуктивністю, повинні мати специфічні морфо-фізіологічні ознаки, які дозволять розводити їх на великих комплексах з використанням сучасного інженерного обладнання.

Останнє десятиліття характеризується використанням промислового біотехнологічного, мікробіологічного синтезу органічних кислот, амінокислот, кормових білків, ферментів, вітамінів, стимуляторів росту і засобів захисту рослин. Для отримання більш продуктивних форм використовують методи генної інженерії.

В умовах зростаючого впливу людини на природу однією з глобальних проблем, вирішення якої потребує зусиль всього людства і кожної особистості, є екологізація діяльності суспільства і свідомості людини. Завдання полягає не тільки у виявленні і усуненні небезпечних впливів людини на природу, а також у науковому визначенні режимів раціонального використання резервів біосфери. Негативні наслідки господарської діяльності, які набули в останнє десятиліття все більших розмірів, стали небезпечними не тільки для здоров'я людини, але й для природного середовища. Забезпечення збереження біосфери і здатності природи до відновлення – це одне із пріоритетних завдань біоекології.



# 1. БІОЕКОЛОГІЯ ЯК НАУКА

## 1.1. Біоекологія: об'єкт вивчення, мета і завдання

*Біоекологія* – один з найдавніших розділів екології, яка опирається на дослідження тваринного та рослинного світу. А також є основою сучасного вчення про методи, за допомогою яких можна зберегти зникаючі рослинні та тваринні організми, зупинити процеси деградації у природі, що викликані впливом різноманітних чинників – екологічного, антропогенного та природного походження. Вплив екологічних чинників на розвиток та життєдіяльність організмів вивчає факторіальна екологія. Факторіальна екологія – це розділ загальної екології, або фундаментальної екології.

Предметом вивчення біоекології – є живі організми, які живуть на Землі, і людина як біологічний вид. Вивчаючи взаємозв'язки організмів у середовищах, які вони населяють, завжди використовують біологічний підхід для оцінки різних явищ і процесів.

Біоекологія – наука, яка вивчає основні особливості будови та функціонування живих організмів, а також закономірності і взаємовідносини їх один з одним та середовищем існування всіх надорганізмових систем.

Біоекологічними системами біоекології є: аутекологія, демекологія, синекологія, ейдекологія.

*Аутекологія* – вивчає взаємовідносини живих організмів з умовами навколишнього природного середовища. Основним завданням якого є вивчення способів адаптації організмів до умов середовища існування.

*Демекологія* – вивчає популяції, природні угруповання, які є представниками одного виду. Основне завдання демекології є вивчення і виявлення умов, що необхідні для формування популяції.

*Синекологія* – вивчає популяції різних видів тварин, рослин, мікроорганізмів, які формують біоценози, їх розвиток, формування та їх структуру.

*Ейдекологія* – наука, яка вивчає екологію видів.

Сучасна епоха характеризується швидким розвитком науково-технічного прогресу, ростом населення на планеті, деградацією навколишнього природного середовища, основною причиною яких є – негативні антропогенні чинники. У сучасних умовах швидкість науково-технічного прогресу перевищує адаптаційні можливості живих організмів до життя на Землі. Саме тому з'явилося багато проблем, одна з головних – проблема взаємозв'язку природи і суспільства, людини і навколишнього природного середовища. Наслідком цих проблем є : порушення екологічної рівноваги і назрівання екологічної кризи вкрай небезпечної для людства. Тому вивчення закономірностей розвитку і взаємозв'язку живих організмів у природі допоможе людині знайти правильний вибір поведінки та господарської діяльності.

## **1.2. Предмет вивчення біоекології**

Предметом вивчення біоекології – є живі організми, які живуть на Землі, і людина як біологічний вид. Вивчаючи взаємозв'язки організмів у середовищах, які вони населяють, завжди використовують біологічний підхід для оцінки різних явищ і процесів.

Біоекологія – це комплексна наука, яка стала у наш час такою унаслідок диференціації та інтеграції різних біологічних наук. Першими біологічними науками є зоологія і ботаніка, які вивчають тварини і рослини відповідно.

Процес диференціації біологічних наук виник давно і почався з розподілу зоології, ботаніки і мікробіології на ряд самостійних наук. В ботаніці у самостійні науки виділились: дендрологія (наука про дерева і кущі), альгологія (наука про водорості), бріологія (наука про мохи), геоботаніка (наука про розповсюдження рослин). У межах зоології у різний час виникли зоологія хребетних і безхребетних, а також паразитологія, гельмінтологія, орнітологія.

Окремі біологічні науки мають комплексне значення. Наприклад, комплексною наукою стала генетика, предметом вивчення якої є спадковість і

мінливість організмів. У наш час комплексною наукою стала екологія, яка вивчає взаємовідносини організмів між собою і середовищем існування.

Провідне місце у сучасному комплексі біологічних наук займає фізико-хімічна біологія, найновіші дослідження вносять важливий вклад в уяву про наукову картину світу, подальше пояснення матеріальної єдності світу. Продовжуючи віддзеркалювати живий світ і людину, як частину цього світу, глибоко розвиваючи пізнавальні ідеї, удосконалюючись у якості теоретичної бази медицини і сільського господарства, біологія набула великого значення у науково-технічному прогресі і стала виробничою силою.

### 1.3. Методи досліджень у біоекології

Методами дослідження є нові теоретичні уяви і рух пізнання вперед. У будь-якій науці завжди визначалось і визначається створення і використання нових методів дослідження.

Основними методами, які використовуються у біологічних науках, є: описовий, порівняльний, історичний та експериментальний.

*Описовий метод* є найдавнішим методом і заснований на спостереженні за живими організмами, який полягає у зборі фактичного матеріалу і опис його. Виник він на самому початку біологічного пізнання, і тому цей метод довгий час залишався єдиним у вивченні будови та властивостей клітин, тканин і організмів. Тому традиційна біологія була пов'язана з простим відображенням тваринного світу у вигляді опису рослин і тварин, тобто мала характер описової науки. Використання цього методу дозволило закласти основу біологічних знань. Достатньо згадати наскільки успішним він був у систематиці і створенні науки про систематику організмів. Описовий метод широко використовується у наш час, особливо у зоології, ботаніці, цитології, екології. Вивчення клітин з допомогою світлового або електронного мікроскопів, опис виявлених при цьому мікроскопічних або субмікроскопічних особливостей у їх будові, представляє собою один з теперішніх прикладів використання описового методу.

Порівняльний метод полягає у порівнянні організмів, які вивчаються, їх структур і функцій між собою з метою виявлення подібності і відмінності. Цей метод з'явився в біології у XVIII ст. і набув великого значення у вирішенні багатьох проблем. За допомогою цього методу і з використанням описового методу були отримані відомості, які дозволили закласти основи систематики рослин і тварин (К.Лінней), сформулювати клітинну теорію (М.Шлейден і Т.Шванн). Але використання цього методу не супроводжувалось виходом біології за межі описової науки.

У другій половині XIX ст. завдяки англійському науковцю Ч. Дарвіну в біологію входить історичний метод, який дозволяє поставити на наукову основу дослідження закономірностей появи і розвитку організмів, порівняння структури і функцій організмів у часі і просторі. З уведенням цього методу в біології миттєво відбулися значні кількісні зміни. Історичний метод перетворив біологію з науки описової в науку, яка пояснює, як з'явилися і як функціонують різноманітні живі системи. Завдяки цьому методу біологія піднялась зразу на декілька щаблів вище. У наш час історичний метод вийшов за рамки методу дослідження. Він став загальним підходом до вивчення явищ життя у всіх біологічних науках.

*Експериментальний метод* полягає в активному вивченні того чи іншого явища шляхом експерименту. Прикладом експериментального методу у біологічній науці є такі дослідження, як вивчення спадковості і мінливості організмів, які належать Грегору Менделю. Саме він використав експеримент не тільки для отримання даних про вивчення явищ, але й факти для перевірки гіпотези, яка сформована на основі отриманих досліджень. Роботи Грегора Менделя є класичним зразком методології експериментальної науки.

Експериментальний метод збагатився методами фізики і хімії, які стали виключно цінними не тільки у якості самостійних методів, а й у сукупності з біологічними методами. Структура і генетична роль ДНК були виявлені унаслідок використання одночасно методів виділення ДНК, хімічних і фізичних методів визначення її первинної і вторинної структури, біологічних

методів (трансформації і генетичного аналізу бактерій), докази її значення як генетичного матеріалу. У наш час експериментальний метод характеризується виключно можливостями у вивченні явищ життя. Ці можливості визначаються використанням мікроскопії різних видів, включаючи електронну з технікою ультра тонких зрізів, біохімічних методів, техніки запліднення у пробірці, хроматографії, електрофорезу. Нова якість, закладена в експериментальному методі, викликала якісні зміни у моделюванні. На сьогодні, поряд з моделюванням на рівні організмів, розвинене моделювання на молекулярному і клітинному рівнях, а також математичне моделювання різних біологічних процесів.

#### **1.4. Використання біологічних знань**

Перш за все біоекологічні знання мають не тільки навчальне значення, але й велике практичне застосування. Прямий вплив біології на матеріальне виробництво почалось із створення основ біотехнології у тих галузях промисловості, які засновані на біосинтезуючій діяльності мікроорганізмів. На основі біологічних знань вже давно у промислових умовах відбувається мікробіологічний синтез багатьох органічних кислот, які широко використовуються у різних галузях промисловості і медицині.

Біологічні пізнання прямо пов'язані з медициною, причому ці зв'язки мають зв'язок з далеким минулим і датуються тим же часом, що і виникнення самої біології. Більш того, видатні вчені далекого минулого були одночасно і видатними біологами (Гіппократ, Гален, Авіценна, Мальпігі, Аристотель, Теофраст). У зв'язках біології з виробництвом і медициною вагомий вклад належить генетиці, дослідження яких мають важливе значення у розробці основ діагностики, лікування та профілактики спадкових хвороб.

Значних успіхів у виробництві різних речовин, у тому числі лікарських (інсулін, соматотропін, інтерферон), досягла гenna інженерія, що стала основою науки біотехнології.

Виключно важливе значення мають біологічні науки для всіх галузей сільськогосподарського виробництва. Наприклад, теоретичною основою селекції рослин і тварин є генетика. В останні роки у сільськогосподарське виробництво також увійшла генетична інженерія, яка відкрила нові перспективи у збільшенні виробництва продуктів харчування. Генетична інженерія впливає на пошук нових джерел енергії, нових шляхів збереження навколишнього середовища, очищення його від різних забруднювачів.

## 2. ВЗАЄМОВІДНОСИНИ ОРГАНІЗМУ І СЕРЕДОВИЩА

### 2.1. Предмет екології

*Екологія* – наука про взаємодію організмів з середовищем існування. Цей термін був запропонований у 1866 році німецьким вченим Е. Геккелем.

Становлення екології стало можливим після перемоги дарвінізму, який пояснив пристосування організмів у процесі природного добору.

*Об'єктами екології* є: Організмівий, Популяційно-видовий, Біоценотичний, Біогеоценотичний (екосистемний) і Біосферний рівні життя.

Вивчення екологічних закономірностей життя необхідно для розуміння природних процесів, раціонального використання природних ресурсів і вирішення господарських завдань. Сучасна екологія вивчає механізми перетворення популяцій у зв'язку з впливом середовища існування, розміщення рослин і тварин на земній кулі в залежності від клімату, формування біоценозів під впливом взаємозв'язків організмів між собою і навколишнім природним середовищем. Таким чином, екологія тісно пов'язана з такими біологічними дисциплінами, як еволюційне вчення, цитологія і зооекологія, геоботаніка (наука про рослинні угруповання), систематика і морфологія.

Прикладне значення екології важко переоцінити. На сучасному етапі необхідно вирішити такі життєво важливі екологічні питання, як забезпечення потреб у чистій питній воді і їжі в умовах росту населення на Планеті. «Підвищення врожайності полів, сінокосів, пасовищ – це у першу чергу грандіозні екологічні проблеми» – писав академік В.Л. Комаров. Не знаючи екологічних властивостей рослин і тварин, не вивчаючи, як у природі утворюються комплекси рослин і тварин, що дають у певних кліматичних і ґрунтових умовах максимум органічної речовини, тобто «максимальний врожай», людина не може створити такі умови, в яких вони б розвивались швидко. Застосовуючи різні агротехнічні прийоми та методи – оранку, полив, внесення добрив агроном цілеспрямовано змінює середовище існування

рослин, створюючи такі екологічні умови, в яких вирощування рослин було б ефективним.

Одна з важливих завдань екології – розробка біологічних методів боротьби з бур'янами і шкідниками (комахи, гризуни). Мета біологічної боротьби – не знищення виду, а зниження його чисельності. Цього можна досягти, наприклад, розмноженням комах – фітофагів для боротьби з бур'янами (жука аброзійного листоїда для боротьби з амброзією) або розведенням хижих комах для зниження чисельності комах – шкідників (божої корівки, наїзника). Спеціально розводять і випускають на поля мілких перетинчастокрилих – наїзників, трихограм, личинки яких розвиваються як паразити в яйцях озимої совки – небезпечного шкідника польових культур. Біологічні методи боротьби повинні бути актуальними на сучасному етапі розвитку сільського господарства, щоб знизити використання інсектицидів і гербіцидів і їх негативного впливу та накопичення у ланцюгах живлення, забруднення середовища, загибель комах, рептилій, та розповсюдження на місці знищених волошок бур'янів (овсюка, свинорію).

*Екологія* представляє собою наукову основу охорони навколишнього середовища, яка базується на розумінні особливостей конкретних екосистем і біосфери в цілому.

*Екологічні фактори.* Середовище існування – складний комплекс умов, різноманітно діючий на організм. Елементи середовища, які безпосередньо впливають на форму і функції організму, називаються екологічними факторами. За походженням і характером впливу розрізняють абіотичні, біотичні та антропогенні фактори. Абіотичні фактори – це фактори неорганічної (неживої природи); біотичні фактори пов'язані з прямим і опосередкованим впливом живих організмів; антропогенні – обумовлені діяльністю людини. Вплив екологічного фактора залежить від його інтенсивності. Для кожного організму (популяції, виду) існує оптимальне значення фактора, при якому зменшення або збільшення його інтенсивності пригнічує життєдіяльність організму.(рис.2.1).



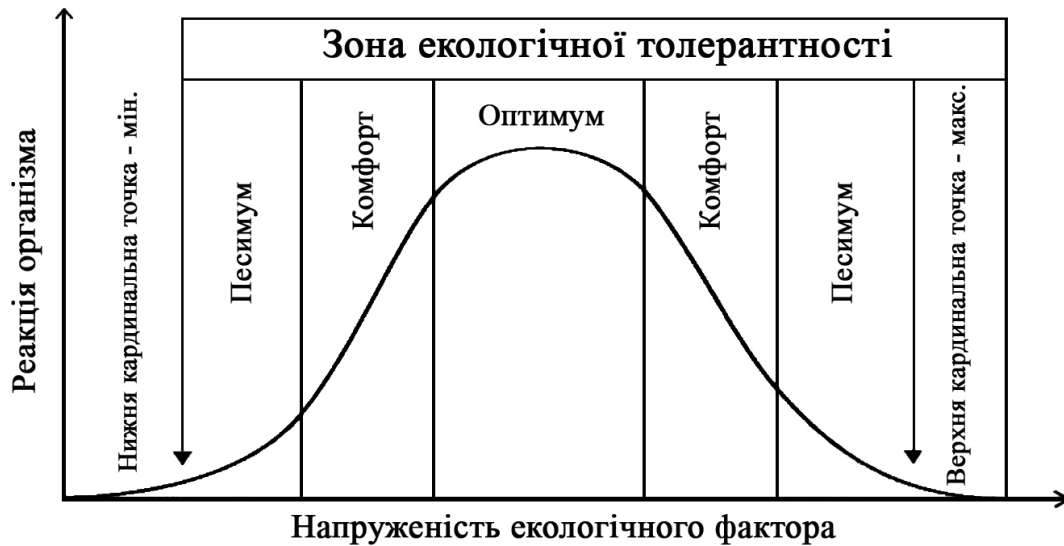


Рис. 2.1. Схема дії екологічного фактора.

Оптимальне значення фактора неоднаково для кожного з видів. Види можуть бути теплолюбними і холодостійкими (слон і білий ведмідь), вологолюбними або посухостійкими (ялина і саксаул). Максимальне і мінімальне значення фактора, при яких ще можлива життєдіяльність, називають межами витривалості. Одні види витримують значні відхилення від оптимального значення фактора, тобто мають широкий діапазон витривалості, інші – вузький. Наприклад, сосна росте на сухих пісках, а лілея гине за відсутності вологи.

Пристосованість до окремих екологічних факторів відносно незалежна. Межі витривалості по відношенню до одного з факторів можуть бути широкими, а по відношенню до іншого – вузькими. Здатність переносити варіації екологічних факторів залежить від етапу онтогенезу: личинка краба не може розвиватись у прісній воді, тоді як доросла особина може заходити у (річки далеко вгору за течією) і дія інших факторів (засуха різко обмежує ріст і розвиток рослин навіть на дуже збагачених гумусом ґрунтах).

З багатьох факторів, що впливають на той чи інший процес, обмежувальним стає той, інтенсивність якого знаходиться нижче або вище критичного рівня. Такий фактор, напруженість якого наближається до межі витривалості або переходить її, називається *лімітуючим* (обмежуючим) або

фактором мінімуму. Обмежуюча дія лімітуючого фактора проявляється при сприятливому рівні інших факторів середовища. Наприклад, при нестачі бору у ґрунті ріст рослин припиняється, навіть якщо інші елементи є у необхідній кількості. Річкова форель гине при вмісті у воді кисню не менше 1,6 мг/л. Сукупність умов середовища, що забезпечують найбільш успішний ріст, розвиток і розмноження кожного організму (популяції, виду) називають *біологічним мінімумом*. Вивчення взаємодії екологічних факторів і визначення біологічного оптимуму має велике практичне значення. Забезпечуючи оптимальні умови вирощування сільськогосподарських культур можна підвищити їх продуктивність.

Адаптивні (приспосувальні) реакції організму на вплив середовища виробляються в процесі природного добору і забезпечують виживання виду.

## 2.2. Екологічні фактори

До *абіотичних факторів* відносяться елементи неживої природи – світло, температура, вологість, інші компоненти клімату, рельєфу, а також склад водного, повітряного і ґрунтового середовища. Найважливіша здатність кліматичних факторів – змінність їх у часі і географічній зональності.

*Температура* – одна з важливих умов росту і розвитку організму. Суми температур в різних місцях неоднакові і це визначає розміщення рослин і тварин по земній кулі: від арктичних до антарктичних пустель на полюсах, до тропічних лісів з їх великим різноманіттям на екваторі.

Температурні межі життя дуже широкі: ріст деяких цианій, які зустрічаються на льодовиках, продовжується до  $-34\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а окремі види бактерій і цианій живуть і розмножуються в гірських джерелах при температурі біля  $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Однаково для більшості організмів температурні межі лежать в порівняно вузькому діапазоні  $+15 - 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . У житті рослин і тварин температура відіграє важливу роль тому, що від неї залежить рівень інтенсивності біохімічних і фізіологічних процесів ( метаболізм, фотосинтез),

а також за ними поведінка та розмноження. Кожен вид має свій екологічний оптимум, відхилення від якого знижує процеси життєдіяльності.

Розрізняють *організми пойкилотермні* – не мають сталої температури тіла, а *гомойотермні* – мають постійну температуру. У пойкилотермних організмів – рослин, безхребетних, риб, амфібій і земноводних – температура тіла визначається температурою навколишнього середовища, від якої залежить процеси життєдіяльності. Наприклад, у рослин температура обумовлює проростання насіння, фотосинтез, дихання, ріст, розвиток, пристосування. Вимоги до тепла різноманітні у організмів. Деякі тропічні рослини (шоколадне дерево, кавове, огірок) чутливі до низьких температур при  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  або  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , хвойні ростуть при температурі  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$   $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Багато злаків, мокриця, пошкоджені морозами у період вегетації, зимують і весною продовжують нормальний розвиток. Деякі комахи переносять зниження температури до  $-20^{\circ}\text{C}$   $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

*Холодостійкість* – це здатність організмів переносити низькі температури, яка обумовлена властивостями цитоплазми (різна у різних видів). Стан зимового спокою підвищує холодостійкість рослин і пойкилотермних тварин. До цього стану організми переходять постійно і на певній для кожного виду стадії розвитку: однолітні квіткові – на стадії насіння; комахи на стадії яйця (непарний шовкопряд), лялечки (капустяна білянка) і дорослої особини (малярійний комар). У зимуючих стадій знижується рівень обміну речовин, послаблення дихання, зменшення обводнення цитоплазми, накопичення запасних речовин і гліцерину. Нетривалий і непостійний стан організму, при якому життєві процеси сповільнені або відсутні всі видимі прояви життя, називається *анабіозом*.

У спекотну пору року діють фізіологічні механізми, що захищають пойкилотермні організми від перегріву: у рослин – транспірація через продихи, у тварин – випаровування через дихальну систему і шкіряні покриви. Тварин захищає від перегріву пристосувальна поведінка – активність в певний період доби, занурення у нори, вибір місця життя з сприятливим мікрокліматом.

Гомойотермні (теплокровні) тварини – птахи і ссавці – здатні підтримувати постійну температуру тіла практично незалежно від оточуючого середовища. Такі ароморфози, як чотирикамерне серце і одна дуга аорти, покриви пір'я та волосся, високий рівень розвитку вищої нервової діяльності забезпечують цим тваринам збереження активності при різких перепадах температури і можливість жити у різних кліматичних зонах. Регуляція температури тіла забезпечується інтенсивністю дихання і потовиділення. Зимова сплячка ссавців, на відміну від стану спокою у пойкилотермних організмів – це пристосування не тільки до низьких температур, а й відсутності їжі взимку. Линька тварин як адаптація спрямована на підтримку оптимального теплового балансу в різні температурні умови сезону.

*Світло.* Сонячна радіація обумовлює саме життя на Землі. Значення світла визначається перш за все для проходження процесу фотосинтезу – створенню рослинної біомаси, від використання і трансформації якої залежить життя всіх гетеротрофних організмів Землі. Екологічно важливими є: інтенсивність світла, його спектральний склад, час впливу. А також добова та сезонна періодичність. У залежності від потреби до інтенсивності світла розрізняють: світлолюбні, тіньолюбні і тіньовитривалі рослини.

*Світлолюбні рослини* нормально розвиваються тільки при повному освітленні і погано переносять дуже незначне затінення. Вони ростуть в сухих степах і пустелях, де рослинний покрив бідний і рослини не затіняють один одного. У лісовій зоні їх мало, це такі як мати - й - мачуха, молодило. До світлолюбних належать хлібні злаки. Тому густина посіву для них чітко визначена агротехнічними правилами.

*Тіньовитривалі рослини* краще ростуть на світлі і однаково можуть рости у затінку. До них належать лісові рослини: береза, дуб, ялина, бук. Мінімальне освітлення для модрина одна шоста повного денного світла. Тіньовитривалі не переносять повного освітлення і нормально розвиваються тільки в умовах затінення при розсіяному світлі. Це лісові папороті, мохи, кислиця. В будові рослин чітко виявляється формоутворююча дія світла. В умовах затінення

збільшується міжвузлова відстань у пагонів, погано розвивається стовбчаста асимілююча тканина листка, зменшується синтез хлорофілу, не утворюється механічна тканина. Під дією світла утворюється листова мозаїка (плющ, виноград).

Спектральний склад світла є важливим для організмів. Більшість тварин його розрізняють завдячуючи кольоровому зору. Розвиток кольорового зору забезпечило появу пристосувальних забарвлень, розпізнання особин виду та інші адаптації. Для рослин найбільш важлива видима частина спектру (довжина хвиль 0,4 – 0,75 мкм). Вона несе біля 45% променевої енергії, яка досягає поверхні Землі. Хлоропласти особливо активно поглинають червоні (0,6 – 0,5 мкм) і синьо – фіолетові (0,4 – 0,5 мкм) промені. Під водою затримується частина червоних променів, тому фотосинтез йде з урахуванням додаткових пігментів (у бурих та червоних водоростей). Рослинність Землі використовує для фотосинтезу 0,2 – 0,6 % але не більше 1% сонячної радіації.

Короткохвильова ультрафіолетова радіація Сонця (довжина хвилі менше 0,29 мкм) шкідлива для усього живого. Життя на Землі можливе лише тому, що вона затримується озоновим екраном на висоті 10 – 50 км. До поверхні Землі доходить лише незначна кількість більш довгих (більше 0,3 мкм) ультрафіолетових променів, які мають високу хімічну активність, забезпечують синтез в організмах тварин вітаміну D, утворення пігментів сітківки ока і шкіри. Комахи використовують УФ – промені для орієнтації на місцевості в хмарну погоду.

Інфрачервоні промені несуть біля 45% променевої енергії, яка досягає Землі. Це теплові промені, які підвищують температуру природного середовища і самих організмів.

Великий вплив на ріст, розвиток, регуляцію активності живих організмів має довжина світлового дня продовж року. У тварин вона сприймається рецепторами (зору), збудження яких активізує ферменти, що забезпечує фізіологічні і поведінкові реакції. Реакція організму на довжину світлового

періоду, яка виражається у зміні процесів росту і розвитку, називається фотоперіодизмом.

*Фотоперіодизм* – загальне пристосування, що регулює сезонні зміни у самих різних організмів. У процесі еволюції вони виробили характерні річні цикли з певною послідовністю і довжиною періодів росту, розмноження, підготовки до зими, тобто певний біологічний ритм. Суміщення періодів життєвого циклу з відповідними сезонами року (сезонний ритм) мають пристосувальний характер і велике значення для існування виду. Сезонні ритми життя забезпечують використання рослинами і тваринами більш сприятливих умов для росту і розвитку. Пусковим механізмом сезонного ритму – від весняного пробудження до зимового спокою – є фотоперіодизм. Зміна довжини дня пов'язана з річною температурою і передує їх змінам (довгі весняні дні – теплі, короткі осінні – холодні). Довжина дня – явище стабільне, з астрономічною точністю показує зміну температур і інших екологічних умов. Саме це обумовлює і значення фотоперіодичних реакцій.

У рослин фотоперіодизм слугує тим механізмом, який регулює фізіологічні процеси, які призводять до росту і квітуванню рослин весною, листопад та зневоднення клітин восени. У рослин нашої флори збільшення довжини дня веде до утворення квітів – це рослини довгого дня, їх цвітіння настає при довжині світлового періоду доби 12 годин і більше. До них відносяться культурні рослини: овес, жито, картопля. Рослини тропічного походження переходять до цвітіння, коли день стає коротким (менше 12 годин) – це рослини короткого дня: соя, просо, кукурудза, жоржини, які цвітуть наприкінці літа або восени.

У тварин фотоперіодичні реакції визначають розмноження, линьку, міграції, поведінку, накопичення жиру і період спокою. Наприклад, у птахів збільшення довжини світлового дня стимулює розвиток статевих залоз і гніздування, а своєчасна кладка яєць забезпечує завершення розвитку пташенят до початку осінніх перельотів. До цього часу закінчується линька. У ссавців розвиток підпушки і накопичення жиру в осінній період забезпечує

безпечну зимівлю. Вивчення ролі фотоперіодизму дозволяє людині регулювати процеси розвитку рослин і тварин. Ці дані використовуються для вирощування при штучному освітленні овочів, фруктів, квітів протягом року та для підвищення яйценосності курей.

Реакція організмів на довжину дня і ночі доводить, що вони орієнтуються в часі, тобто мають «біологічний годинник». Ці реакції притаманні всім ядерним організмам – одноклітинним і багатоклітинним.

У тварин і людини *добова ритмічність* проявляється у ході фізіологічних процесів: інтенсивність обміну речовин, частоті дихання, серцебитті і поділу клітин. Денні (жайворонок, корова, кури) і нічні (рукокрилі, сови, миші) тварини і птахи різко відрізняються поведінкою. У людини виявлено більше ста фізіологічних процесів, що пов'язані з біологічними ритмами. Прикладом добової ритмічності у рослин є визначення часу розкривання і закривання квітів: у бавовнику відкриваються рано - вранці, у духмяного тютюну – увечері.

*Вологість.* Вода необхідна для життя всіх живих організмів. Її вміст в тілі рослин коливається від 40-50% у стовбурі дерева, до 98% в клітинах водоростей; у тварин – від 35% у пустельної саран до 89% у новонародженої миші. Всі фізіологічні процеси в організмі протікають у воді. Вологість місця існування залежить від кількості опадів, їх розподілу по сезонах року, вологості повітря, запасу вологи ґрунту і ґрунтових вод. Вологість впливає на розміщення рослин і тварин як в широкому географічному масштабі – зональність (зміна лісів степами, степів – пустелями), так і в межах обмеженої території.

Вода порівняно з іншими екологічними факторами найбільше лімітує ріст і розвиток рослин. Неврожаї нерідко пов'язані з посухою, коли на рослини впливає сухість повітря та посилюються суховії і жара. До недостачі вологи рослини особливо чутливі у критичні періоди росту і розвитку. Для хлібних злаків цей період від виходу в трубку і до кінця цвітіння. Умови водозабезпечення впливають на зовнішню і внутрішню будову організму.

*Ксерофіти* – рослини, які живуть в умовах недостатнього зволоження (степ, напівпустеля, пустеля). Їх фізіологічною здатністю є здатність витримувати обезводнення, що обумовлено хімічними властивостями цитоплазми, яка містить підвищену кількість зв'язаної води. Зовнішня будова ксерофітів відповідає місцю проживання: вузьке жорстке листя з товстою кутикулою, восковим нальотом або сильно опушені, що робить їх тьмяними та сірими. Листки можуть бути і зовсім редуковані, тоді їх функцію виконує стебло (ефедра, саксаул). Така будова знижує випаровування, переносить жару, висушування вітру і сухі ґрунти. У таких напівпустельних рослин, як кактуси і молочаї, характер пристосування інший. Ці соковиті м'ясисті рослини з сильно розвиненою водоносною тканиною називаються *сукуленти*. Сукуленти дуже економно використовують воду і випаровування у них повільне. Число порох невелике, шкірка з восковим нальотом, листки перетворились на лусочки, а функцію фотосинтезу виконують зелені соковиті стебла.

У пустельних рослин також є пристосування до нестачі вологи. Мілкі тварини – гризуни, плазуни, членистоногі – воду отримують тільки з їжею. У деяких тварин вода утворюється в організмі в процесі реакцій окислення. Особливо багато такої води дає окислення жиру (100 – 110 г води на 100 г жиру). Тому відкладання жиру – горб верблюда, курдюк вівці – є резервуаром для води. Здатність до швидкого і довготривалого бігу, дозволяє довгі міграції до водопою, відрізняє таких пустельних тварин, як антилопи, сайгаки, кулани.

Пристосування до періодичної посухи інше: рослини і тварини переходять у стан фізіологічного спокою – діпаузи. Літня діпауза супроводжується різким зниженням рівня обмінних процесів. У тварин майже припиняється рухова активність і живлення, деякі (пустельні гризуни, черепахи) впадають у сплячку на декілька місяців. Рослини переживають сухий період у вигляді насіння або цибулин (тюльпани) і кореневищ, які завершують вегетацію у короткій весняний період.



## ***Біотичні фактори. Взаємодія між організмами***

Під біотичними факторами розуміють взаємовплив організмів. До біотичних факторів відносяться внутрішньовидові і міжвидові зв'язки. Ці зв'язки складні і різноманітні. Розрізняють такі форми: *нейтралізм, конкуренція, паразитизм, хижацтво, симбіоз*.

*Конкуренція* – це боротьба між особинами одного виду або популяціями різних видів за життєві ресурси – воду, їжу, світло, житло, за самку. Конкуренція проявляється гостріше, чим більше схожі потреби конкурентів. Наприклад, під ялинами гинуть затінені берези та сосни.

*Паразитизм* – форма міжвидових взаємовідносин, при яких один з організмів (паразит) використовує іншого (хазяїна) в якості джерела їжі. Паразитизм розповсюджений дуже широко. Достатньо вказати на велику кількість грибкових, бактеріальних і вірусних захворювань рослин і тварин. Паразити можуть жити на тілі хазяїна (воші, кліщі, гриби), у тканинах або порожнині тіла (бактерії, гельмінти), у клітинах (віруси, малярійний плазмодій). Одні комахи можуть паразитувати на інших, викликаючи їх загибель. Комах – паразитів використовують у сільському господарстві для біологічної боротьби з комахами – шкідниками: наїзники – проти шовковичного шовкопряду і черепашок та озимої совки.

Рослини-паразити використовують в якості хазяїв рослини іншого виду: повитиця – паразит льону, конюшини та картоплі. Повитиця не має коренів і листя, її безхлорофільне стебло огортає стебло хазяїна і отримує з нього всі необхідні поживні речовини через присоски.

У паразитів виробляються багаточисельні і різноманітні пристосування до паразитичного способу життя: сумісність циклів розвитку, особливий (колюче-сисний) ротовий апарат комах, присоски, гачечки. Еволюція паразиту і хазяїна призвела до деякої рівноваги між ними: хоча паразити і викликають послаблення і зниження чисельності популяції хазяїв. Але далеко не завжди знищують їх, тому що загибель хазяїна призведе до загибелі і паразита.

*Хижацтво* – це пряме знищення жертви. Відношення хижак – жертва широко розповсюджені. Хижаки є серед тварин майже всіх класів хордових – акули, крокодили, орли, вовки. Рослиноїдні комахи поїдаються хижаками: осами, жуками, мурахами. Комах сонечко спеціально розводять для боротьби з попелицею. У природі є рослини хижаки: комахоїдна росичка і пузирчатка. Як фактор добору, хижаки знищують у популяції слабких і хворих тварин, що призводить до виживання сильних представників виду. До повного знищення жертви хижацтво не призводить. Наприклад, вовки вбивають 25% популяції оленів, що дорівнює приросту популяції внаслідок розмноження. Знищення хижаків веде до росту чисельності рослиноїдних тварин і гризунів, перенаселеності, масової загибелі від голоду і інфекційних хвороб. Таким чином, антагоністичні взаємовідносини – хижацтво і паразитизм – підтримують чисельність популяцій і жертв на певному рівні. На цих взаємозв'язках засновані методи біологічної боротьби з шкідниками сільськогосподарських культур.

*Симбіоз* – взаємодія і співіснування різних біологічних видів. Приклади симбіозу у рослин є: лишайники, мікориза, бульбочкові бактерії на коренях бобових рослин. Прикладом симбіозу тварин є: у кишечнику термітів живуть одноклітинні джгутикові, які розщеплюють деревину, якою живляться терміти, симбіоз рака-самітника і актинії. Симбіоз – це форма відносин, за яких спостерігається співіснування організмів різних видів.

### ***Антропогенні фактори***

На ранніх стадіях свого розвитку людина була одним з рівних видів (серед рослин і тварин) в екологічних системах. Тому в екологічних системах відбувались такі зміни, ніби там не було людини. Але з того часу людина стала важливим, а потім і домінуючим видом в екологічних системах, регулюючі механізми стали руйнуватись. Причини полягають у впливі людини на біосферу, початок якого припадає на неоліт.

Особливо прогресуючий характер впливу на біосферу відмічається в наш час, коли діяльність людини у біосфері з багатьох напрямків стала

глобальною, коли життя стало визначатися використанням і викидами відходів у гігантських розмірах. Вплив людини на біосферу надзвичайно великий і тому В.І. Вернадський вважав, що людина створила нову оболонку Землі – ноосферу.

Серед важливих напрямків діяльності людини у біосфері є: виробництво їжі, енергії промислових матеріалів і хімічний синтез, транспорт і господарська діяльність. Особливе значення має військова діяльність: війна і військові конфлікти, а також використання атомної зброї.

Вплив як низьких, так і високих температур, пожарів, радіації, сильних вітрів буде супроводжуватись розпадом екологічних систем, розмноженням шкідників лісів, полів, садів і городів. Тварини гинуть від голоду, морозів і відсутності води. Наслідком міграції тварин є розповсюдження різних хвороб. Радіоактивні речовини призводять до загибелі живі організми. Особливо чутливі до негативних впливів тропічні ліси, тому що у рослин тропіків і субтропіків немає періоду спокою, який дозволяє рослинам витримувати температуру нижча нуля.

### **2.3. Рослинне угруповання. Біоценоз. Біогеоценоз**

На екологічно однорідних територіях формуються певні сукупності рослин. Види, які входять до їхнього складу, не просто сумісно ростуть, але між ними існує як взаємовплив прямий (специфічні виділення, затінення), так і непрямий (конкуренція за їжу, вологу, світло). Ця спільність видів формується внаслідок боротьби за існування на основі екологічних особливостей рослин у конкретних умовах середовища. У подібних екологічних умовах ці комплекси рослин повторюються. Так, на піщаних ґрунтах поселяються сосни, на глинистих – ялини.

*Рослинним угрупованням* називається історично утворена стійка територія, яка характеризується певним взаємовідношенням рослин як один з одним, так і умовами середовища існування. Рослинне угруповання характеризується певним *видовим складом*. Роль видів в угрупованні нерівномірна. Види, які

зустрічаються у великій чисельності, займають великі площі і відіграють в угрупованні головну роль, називаються *домінантними*. Набір видів визначається в основному їх екологічними особливостями і не залежить від їх систематичного положення. На одному з ділянок на невеликій відстані один від одного вирости дуби, крони яких зімкнулись і створили затінок. Під ними можуть жити рослини, які ростуть тільки у затінку, наприклад горішник, а ще нижче, тіньовитривалі трави. Так створюється *ярусна структура* рослинного угруповання: наземна (I ярус – дуб, II ярус – горішник, III – трава) і не менш складна підземна. Хоча угруповання розвиваються в певних умовах середовища, види, які входять до його складу, екологічно різні і створюють для інших екологічні умови. Рослинне угруповання пов'язано з тваринами, які у ньому проживають. Живлячись плодами та нектаром, вони забезпечують розмноження та розповсюдження рослин. Випас тварин пригнічує кількість цінних кормових рослин, що призводить до розростання колючих, пахучих видів. Тварини затоптують ґрунт і збагачують його, створюючи сприятливі екологічні умови. Риучі тварини (кроти, дощові черв'яки) спушують ґрунт, виносять на поверхню її нижні горизонти, що також позитивно впливає на ріст рослини.

*Біоценоз*. Деревя, кущі і трави, які утворюють ліс і тварин, які живуть у ньому, а також гриби, водорості та бактерії – всі поєднані кругообігом речовин та енергії, який відбувається через харчові і інші взаємозв'язки. Рослинне угруповання разом з його мешканцями утворює біоценоз. Біоценоз має певний видовий склад і характеризується біомасою – загальною кількістю живої органічної маси. Біоценози безпосередньо пов'язані з абіотичним середовищем.

*Біоценоз і його середовище існування* (певна ділянка земної поверхні з його атмосферою, ґрунтом і водним режимом) *представляє собою біогеоценоз*. Межі біогеоценозу співпадають з межами рослинного угруповання, є його основою. Біотичні (авто і гетеротрофні організми) і абіотичні (клімат, ґрунт, вода) компоненти біогеоценозу зв'язані взаємодією, та забезпечуються

енергією в процесі метаболізму. Популяція організмів отримує з середовища необхідні для підтримання життя ресурси, виділяє продукти життєдіяльності, відновлює середовище. Біогеоценоз функціонує як цілісна самовідновна система.

#### **2.4. Екосистема. Потік енергії в екосистемі і ланцюги живлення. Чисельність популяції**

*Під екологічною системою (екосистемою)* розуміють угруповання організмів і його середовище існування, об'єднане у єдине функціональне ціле загальним кругообігом речовин та енергії. Поняття «екосистема» не обмежено просторовими межами. Вона розповсюджується і на краплину води з мікроорганізмами, і на біосферу в цілому. Біогеоценоз – це певний ранг екосистеми, екосистема в межах рослинного угруповання.

Основу екосистеми складають автотрофні зелені рослини – *продуценти* (утворювачі), синтезуючі органічні речовини з неорганічних. Результат їх діяльності – фіксація сонячної енергії, перетворення її в потенціальну енергію хімічних зв'язків синтезованих органічних речовин. Сумарна продукція фотосинтезу – це первинна продуктивність, яка визначається тією швидкістю, з якою енергія Сонця використовується продуцентами у процесі фотосинтезу і накопичується у формі органічних речовин (біомаси). Готові органічні речовини використовують *консументи* (споживачі) – гетеротрофні організми: рослиноїдні (консументи I порядку), хижаки (II, III і т.д. порядку). (рис.2.2).

Перенесення потенціальної енергії їжі від продуцентів – рослин – через ряд організмів шляхом поїдання одного іншим називається *ланцюгом живлення*, або трофічним зв'язком. Наприклад, олень їсть ягель, вовк живиться оленем. У знову утворене органічне тіло переходить лише 5 – 10% енергії їжі; більша її частина втрачається, використовується на процеси травлення, дихання, на роботу з добування їжі. Аналогічні явища відбуваються на таких рівнях – рівні вовка: при кожному черговому перенесенні втрачається 80 – 90% потенціальної енергії. Це обмежує число ланок травного ланцюга;

зазвичай їх буває від 3 до 5. В середньому за рахунок 1т рослинної маси утворюється 100 кг маси травоядних тварин, з них 10 кг тіла хижаків і лише 1 кг тіла вторинних хижаків. Таким чином, маса кожної наступної ланки в ланцюгу живлення прогресивно зменшується. Цю закономірність називають *правилом екологічної піраміди*. Вона може бути виражена у числі особин на кожному рівні трофічного ланцюга – *піраміда чисел*; у кількості органічної речовини, синтезованої на кожному з рівнів – *піраміда біомаси*; або в кількості енергії – *піраміда енергії*. (рис.2.3).

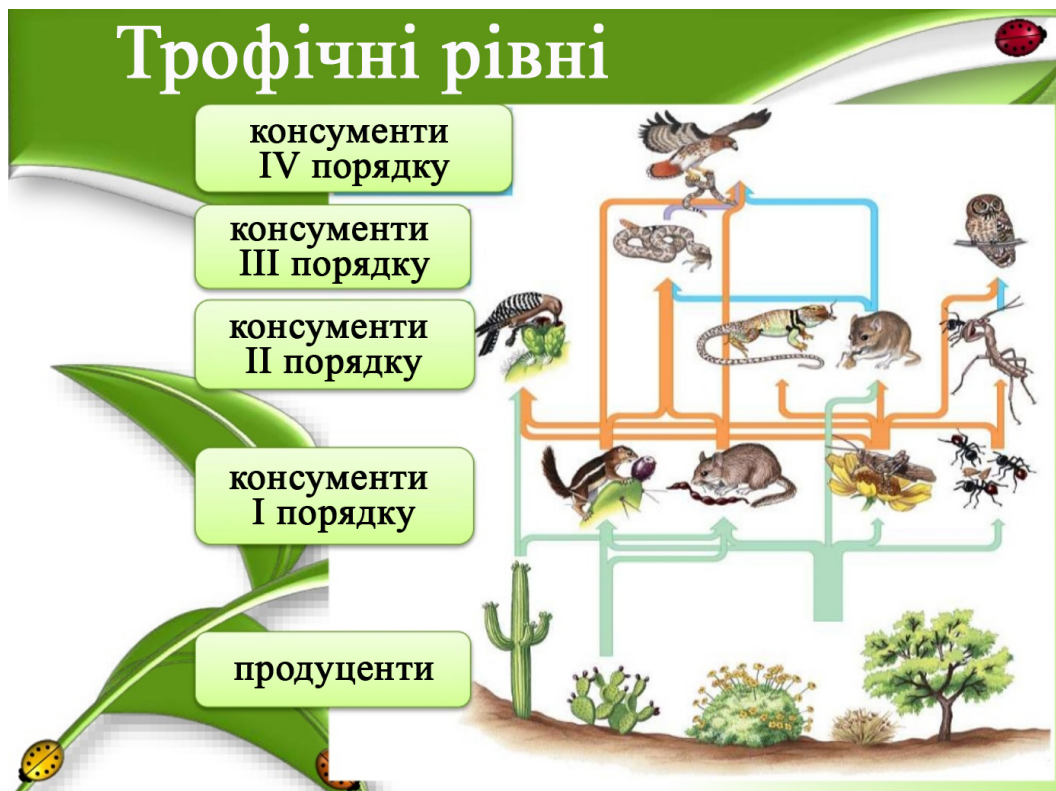


Рис.2.2. Компоненти екосистеми.

Харчові ланки в екосистемі завжди перехрещуються: член однієї ланки є членом іншої. Об'єднання ланцюгів утворює харчову сітку екосистеми. Порушення будь – якої ланки в екосистемі обов'язково відобразиться на всій екосистемі. Тому втручання в життя екосистеми може призвести до незворотних змін та загибелі організмів.

## Екологічні піраміди

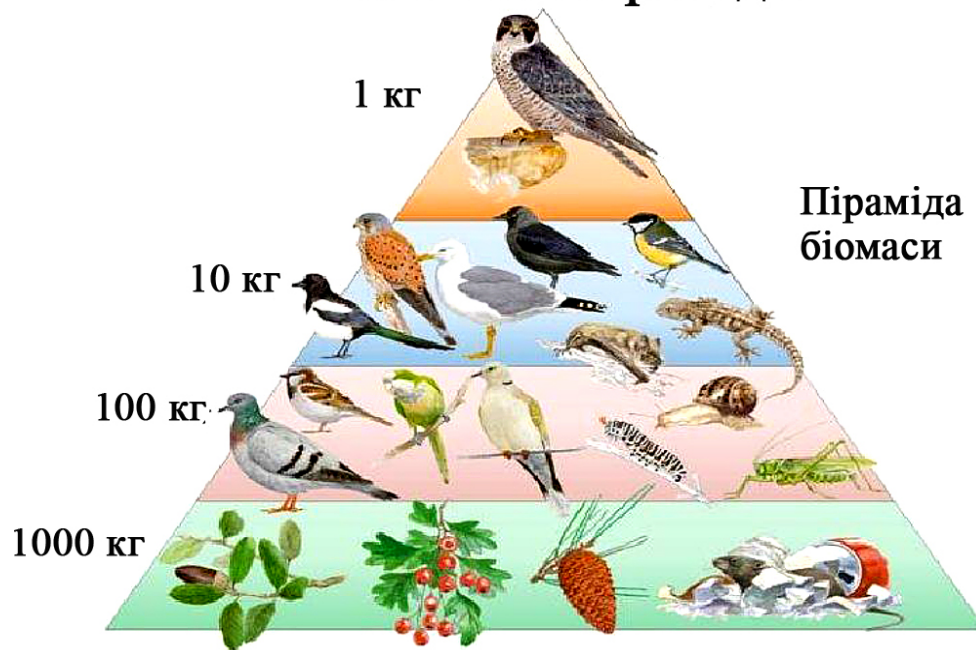


Рис. 2.3. Екологічна піраміда (маса кожної наступної ланки ланцюга живлення приблизно у 10 раз менша за масу попередньої).

Чисельність особин у популяції змінюється в залежності від рівня народжуваності, смертності, а також міграцій (перехід члена однієї популяції в іншу). Ці показники визначаються великою кількістю екологічних факторів, як абіотичних (кліматичних), біотичних (кількість корму, хижаків, жертв). У відносно постійних умовах чисельність популяції тримається приблизно на одному рівні. Зміна середовища може різко змінити чисельність, але потім встановити новий стабільний рівень. Важливий фактор, регулюючий чисельність – наявність кормових ресурсів.

Популяція, хоча і має потенціальну можливість необмеженого збільшення чисельності, нараховує стільки особин зазвичай, скільки їх може прогодуватись на займаній території. Наприклад, роки, врожайні для голонасінних, відрізняються високою чисельністю кедрівок, білок, соболів, які живляться їх насінням; ріст чисельності рослиноїдних комах при надлишку їжі в подальшому призведе до нестачі їжі, що викликає вразливість комах вірусами та бактеріями. Разом з масовим розвитком паразитів і хижаків це призводить до зниження чисельності популяції комах.

Вивчення причин динаміки чисельності популяції біогеоценозу дає можливість передбачити і попередити інтенсивне розмноження комах – шкідників та боротьбу з ними. Використання хімічних речовин для захисту рослин екологічно недоцільно, тому що призводить до загибелі не тільки комах – шкідників, але й хижаків та паразитів. Одночасно виникають стійкі до отрути шкідники (їх на сьогодні 500), тому масове розмноження їх важко стримати.

*Зміна біогеоценозів.* Біогеоценози формувались у процесі довготривалої еволюції, внаслідок пристосування організмів один до одного, до середовища існування і зміною природного середовища. Провідне значення в процесі зміни біоценозів належить рослинам, хоча біогеоценоз живе і змінюється як єдине ціле. Рослини, отримуючи поживні речовини і вологу з ґрунту, змінюють її хімічний склад. Після відмирання рослини збагачують ґрунт органічними речовинами. Зміна ґрунту призводить до зміни рослинності і, відповідно, тварин – продуцентів і редуцентів.

Еволюція біоценозів йде у бік ускладнення і збільшення пристосованості. Так, при формуванні рослинності на знову утвореному ландшафті (піщаному) поселяються хвощі, плауни, на яких поселяються павуки, коники, риучі оси, поступово змінюються на голонасінні. Відбувається накопичення гумусу, формується ґрунт. До перших переселенців приєднуються мурахи, кобилки, жуки, з'являються дощові черв'яки. Формується різноманітний тваринний світ. Таким чином, якщо на початкових етапах рослини і тварини повністю залежать тільки від умов зовнішнього середовища, то по мірі формування біогеоценозу взаємовідносини між організмами ускладнюються та їх вплив на середовище існування збільшується. Наприклад, в лісі освітленість, температура, швидкість вітру, вологість і ґрунти інші. Під впливом постійної зміни середовища і все більшого пристосування організмів один до одного склад і будова біогеоценозу видозмінюються у зв'язку зі зміною клімату, ґрунту, діяльністю тварин, а також господарською діяльністю людини (вирубка лісу, висушування боліт, внесення добрив).



Біогеоценози, що виникли у процесі еволюції, характеризуються відносною *стабільністю*, тобто здатні зберігати свою структуру і функціональні особливості під впливом зовнішніх факторів. Стабільність обумовлена саморегуляцією, заснованою на принципі зворотного зв'язку між компонентами біогеоценозу. Так, коливання кількості рослинної їжі, чисельності трав'яїдних тварин і хижаків, які живляться ними, пов'язані один з одним. Саморегуляція біогеоценозу пов'язана з підтриманням певної чисельності особин у популяції на всіх рівнях харчового ланцюга.

Розвинута екологічна система утворює максимальну у даних умовах біомасу, відрізняється різноманіттям взаємовідносин між видами і стабільністю. Вивчення біогеоценозів дозволяє виявити цінність сінокосів, пасовищ, лісів, зрозуміти їх шлях розвитку і правильно передбачити ефект меліоративних, агротехнічних і інших заходів.

*Агроценози*. Ріст потреб людства, що не забезпечувався продуктивністю природного рослинного покриву, призвів до створення штучних біоценозів – *агроценозів*. Перші рослинні угруповання, створені людиною, з'явилися приблизно 10-15 тисячоліть тому. Це були зернові поля злаків. Поряд з вирощуваними видами на полях збереглися і деякі рослини, що жили тут раніше, а також поселялись інші види, для яких знову створені умови є сприятливими. Частина цих рослин пристосувалась до життя серед сільськогосподарських рослин і стали бур'янами. До складу польових угруповань увійшли специфічні бактерії, водорості, гриби. Так виникають штучні, створені і регульовані людиною агроценози.

*Агроценози* мають певний видовий склад (культурні рослини, бур'яни, ґрунтова флора) і певні взаємовідносини між компонентами і навколишнім природним середовищем.

*Агроценози* – це поля, штучні пасовища і сінокоси, лісові посадки, парки і сади. Висока їх продуктивність забезпечується інтенсивною технологією, підбором високоврожайних рослин, внесенням добрив, меліорацією, правильною агротехнікою.

*Агроценози* – це екосистеми, які створюють, підтримують і контролюють люди. Вони не здатні до саморегуляції, бо склад видів обмежений, а зв'язки між ними слабкі. Наприклад, на природних луках чисельність бурякового довгоносика не велика, тому що живиться рослинами не багатьох видів. Але ця комаха перетворилась в масового шкідника, який наносить шкоду, коли поля засіяні однаковою культурою – буряком. Між агроценозом (штучною екосистемою) і біогеоценозом (природною системою) існують відмінності.

*Баланс поживних речовин.* У біогеоценозі всі отримані рослиною елементи з часом повертаються у ґрунт. У агроценозі велику частину людина забирає з врожаєм (зерно пшениці, бульби картоплі, пагони конюшини). Щоб відновити втрати, необхідно постійно вносити у ґрунт добрива.

*Використання енергії.* Для біогеоценозу єдине джерело енергії – Сонце. Агроценози, крім сонячної енергії, отримують від людини додаткову енергію: на виробництво добрив, полив рослин використовується енергія, отримана за межами агроценозу.

*Напрямок і форми добору.* В біоценозі діє природний добір, спрямований на створення взаємно пристосованих конкурентоздатних видів, стійких до дії несприятливих факторів середовища. У агроценозі головним є штучний добір, який людина спрямовує на створення сортів з максимальною продуктивністю. Агроценози не є стійкими системами, їх розвиток і збереження пов'язано з діяльністю людини. Якщо догляд за агроценозом припиняється, то штучне рослинне угруповання зміниться на природне. Наприклад, занедбана пашня в лісовій зоні швидко заросте чагарниками і мілкими деревами, а потім стане густим лісом.

## **2.5. Біосфера і людина. Біосфера як екологічна система**

Унаслідок складного еволюційного процесу на Землі сформувалась біосфера – оболонка Землі, склад, структура і енергетика якої в існуючих рисах обумовлена минулою і сучасною діяльністю живих організмів. Термін

біосфера (від герц. «біос» – життя, «сфера» – шар) ввів у 1875 році австрійський геолог Є. Зюсс. Цілісне вчення про біосферу і процеси в ній було розроблено в 30-х роках акад. В. І. Вернадським (1863 – 1945).

В.І. Вернадський розглядав сукупність організмів Землі – «живу речовину» – як єдиний загальний фактор, який включає в кругообіг неживу матерію планети, акумулює енергію Космосу і перетворює її в енергію земних процесів.

*Біосфера* – сукупність біогеоценозів Землі – є великою екологічною системою. Біологічний компонент біосфери – жива речовина, абіотичні компоненти – частина земної кори і атмосфери, що пов'язані між собою складними біогеохімічними процесами перерозподілу енергії та речовини. Межа життя, відповідно, є і межею біосфери.

*Біосфера* – включає нижню частину атмосфери, гідросферу (океани, моря, річки, озера) і верхню частину літосфери (тверда оболонка Землі). У літосфері життя знайдене від 7500 м (нафтові бактерії) і до 6200 м висоти над рівнем моря (хлорофілоносні рослини). Проникнення організмів на глибину обмежується високою температурою і тиском, а вверху – холодом. В межах атмосфери обмежуючими факторами є опромінення, нестача води і кисню, низькі температури. Життя можливе до 25 км над Землею (у тропосфері), у загальному для не постійно існуючих форм (організми, що літають, бактерії, спори). До 2 км знайдені комахи, до 4 км – павуки, не менше ніж до 22 км – спори бактерій. У гідросфері деякі форми життя проникають на глибину до 10 км. Тут обмежуючими факторами є сприятливі умови життя і максимальна концентрація живої речовини спостерігається біля поверхні суші та океану.

Маса живої речовини порівняно з масою Землі дуже мала, але багато змін земної кори обумовлені їх життєдіяльністю. Жива речовина відіграє важливу роль у біосферних процесах і виконує важливі біохімічні функції: *газову* (поглинання і виділення газів), *окисно – відновну* (відновлення вуглекислого газу до вуглеводів в процесі фотосинтезу і окислення їх до вуглекислого газу при диханні), *концентраційну* (накопичення азоту, фосфору, кальцію, кремнію,

магнію в організмах). За мільярди років рослини збагатили атмосферу киснем, зробивши можливим аеробне дихання, очистили її від вуглекислого газу, використавши його для синтезу органічних речовин. Концентраційна функція забезпечила утворення багатьох порід, наприклад, покладів крейди або вапняку. Діяльність живої речовини сформувала і підтримує газовий склад атмосфери, впливає на процеси вивітрювання гірських порід.

В біомасі Землі маса зелених рослин суші складає в середньому біля 97%, тварин і мікроорганізмів – 3%. Біомаса на суші збільшується від полюсів до екватору, в тому ж напрямку збільшується і чисельність видів. Тундра нараховує біля 500 видів рослин, ліси і степи - 2000, вологі тропічні ліси більше 8000. Основну біомасу суші складають ліси. Вологі тропічні ліси мають максимальну біологічну продуктивність, тундра і пустелі – мінімальну. Енергія, що акумульована ними, відповідно складає 7 – 14,5 тис. кДж/см<sup>2</sup> рік. Велика біомаса зосереджена у ґрунті. Її складають корені рослин, ґрунтові тварини (комахи, їх личинки, черви), а також гриби, бактерії і водорості. В деяких ґрунтах біомаса дощових черв'яків досягає 1 т/га. У світовому океані біомаса у 1000 разів менша, ніж на суші, хоча він займає 2/3 поверхні планети. Тут біомаса зосереджена головним чином в поверхневому шарі до 100 м глибиною. Ця територія розвитку *планктону* (мікроскопічних водоростей і безхребетних) – основа великої частини харчових ланцюгів. На дні ростуть прикріплені водорості, а також різні морські тварини. А організми, що живуть у ґрунті водойм, утворюють бентос.

## **2.6. Кругообіг речовин і перетворення енергії**

На Землі щороку синтезується і руйнується 10/12т живої речовини з загального запасу 10/13т. Такий інтенсивний кругообіг речовин створив біосферу, визначає її стабільність і цілісність, пов'язаний з життєдіяльністю всієї біомаси планети. На відміну від мертвої матерії жива речовина здатна акумулювати енергію, розмножуватись і мати велику швидкість реакцій. Як

писав академік В. І. Вернадський, на Землі немає більш постійно діючої, а тому більш сильнішої за своїми наслідками, ніж живі організми, взяті у цілому.

Життя на Землі неможливе без кругообігу речовин. Акумуляція і мінералізація відбувається у біогеоценозах. Основний кругообіг вуглецю - це перетворення вуглекислого газу у живу речовину (фотосинтез, хемосинтез), з якого при розкладанні бактеріями і диханні знову утворюються вуглекислий газ. Неповне розкладання живої речовини призводить до утворення гумусу (складна суміш органічних речовин, що забезпечує гумусом ґрунти), торфу, вугілля, нафту.

Кругообіг азоту пов'язаний з перетворенням у нітрати молекулярного азоту атмосфери внаслідок діяльності азотфіксуючих і нітрофікуючих бактерій і енергії грозових розрядів. Нітрати засвоюються рослинами. У складі їх білків азот потрапляє до тварин, а після відмирання рослин і смерті тварин – у ґрунт, де бактерії гниття розкладають органічні рештки до аміаку, який потім окислюється хемосинтезуючими бактеріями в азотну кислоту. Аналогічно відбувається кругообіг фосфору, сірки, кисню, вуглецю. Накопичення хімічних елементів у живих організмах і вивільнення їх унаслідок розкладання мертвих – характерна особливість біогенної міграції.

Джерело енергії, від якого залежить життя на Землі, – Сонце. В процесі фотосинтезу сонячна енергія трансформується у хімічну. У живій речовині Землі накопичено  $4,19 \cdot 10^{18}$  Дж. Енергії, при цьому щорічно створюється і витрачається  $4,19 \cdot 10^{17}$  Дж. Сонячна енергія забезпечує всі процеси кругообігу речовин і частково перетворюється у нафту, кам'яне вугілля, торф. Біосфера отримує енергію ззовні – від Сонця, тому її називають відкритою системою. Все живе на Землі, в тому числі і людина, пристосовано до умов біосфери і не може існувати поза нею.

## **2.7. Антропогенні зміни у біосфері і охорона природи**

Багато часу людина знаходилась у безпосередній залежності від оточуючого середовища. У зв'язку з розвитком людського суспільства вплив

на природу безперервно зростає, і на сучасному етапі являє собою один з важливих екологічних факторів. Людина використовує штучний добір і поряд з цим знищує тварин і рослин, випадково розповсюджує бур'яни, змінює флору і фауну; вирубує ліси, розорює землю, регулює напрямки річок, добуває корисні копалини, міняє середовище існування. Повністю порушує взаємодію природи і середовища, господарська діяльність людини впливає на біосферу .

Стрімкий розвиток науки і техніки, експлуатація природних ресурсів і швидкий ріст населення земної кулі створив проблему відносин між людиною і природою . В епоху науково-технічної революції вплив людини досяг сили і глобальності, порівняно з природним. Забруднення повітря, води, ерозія ґрунтів, не раціональне використання земель, запасів нафти, газу, вугілля, знищення рослинного та тваринного світу, стали реальними фактами.

Випробовування атомної зброї, захоронення радіоактивних відходів, аварії на атомних електростанціях призвели до забруднення повітря, води, ґрунту радіоактивними відходами. Ланцюгами живлення, які складаються з планктону, риб, тварин і птахів, бактерій гниття, рослин, людини радіоактивність передається як в океані, так і на суходолі. Збільшення концентрації вуглекислого газу у атмосфері (останнє 100-річчя на 10%) викликало «парниковий ефект» – підвищення температури повітря, що призвело до танення полярних льодовиків, підвищення рівня Світового океану. Промислові викиди підвищують концентрацію в атмосфері сірчаного газу, що призводить до випадіння осадів з високою концентрацією сірчаної кислоти (кислотні дощі), які знищують рослинні організми.

Унаслідок ерозії при недосконалих агротехнічних заходах зменшився родючий шар ґрунту, 1см якого природа створює за 100 років. Збільшуються площі пустель, знищуються лісові масиви. Різко зменшується кількість питної води у світі. Порушується екологічна рівновага. Різко зменшується біорізноманіття. Забруднення атмосфери, природних вод, вичерпування надр, втрата земель сільськогосподарського призначення, зменшення генофонду

робить нашу планету менш придатною до життя, ставить людство на межу екологічної катастрофи.

Для виходу з екологічної кризи необхідна правильна оцінка оточуючого природного середовища, людини і суспільства як єдиної системи. Ці положення були розкриті у матеріалах академіка В.І. Вернадського у вченні про *ноосферу* (сферу розуму). *Ноосфера* – новий еволюційний стан біосфери, при якому розумова діяльність людини стає головним, визначальним фактором її розвитку. Перетворення біосфери у ноосферу – етап розвитку нашої планети і створення необхідних умов для розвитку цивілізації.

### Запитання для самоконтролю

- 1.Що вивчає екологія ?
- 2.Які є екологічні фактори?
- 3.Що таке обмежувальний фактор?
- 4.Що таке межа витривалості?
5. Які умови середовища є оптимальними ?
- 6.Що включає у себе абіотичний фактор ?
- 7.Як впливає температура на рослини?
- 8.Які пристосування рослин до перенесення зими та жаркого літа?
- 9.Який вплив низьких температур на життєдіяльність холонокровних тварин ( пойкилотермних) ?
- 10.Як впливають високі температури на життєдіяльність теплокровних тварин?
- 11.Чи впливає висока температура навколишнього природного середовища на тривалість життєвого циклу рослин і тварин?
- 12.Який вплив температури на рослини?
- 13.Яке значення води до житті тварин?
- 14.Чому вода є жорстким обмежуючим фактором?
- 15.Які пристосування у житті у безводних пустелях виробились у рослин і тварин?
- 16.Яка роль світла у житті живих організмів?
- 17.Яка роль ультрафіолетових, інфрачервоних та видимих ділянок спектру променів світла в життєдіяльності рослин і тварин ?
- 18.3 чим пов'язані сезонні явища у природі?
- 19.Як реагують на сезонні зміни рослини?
- 20.Які перебудови в життєвому циклі тварин настають весною та восени?
- 21.Що таке фотоперіодизм?
- 22.Яка роль у сезонних змінах належить довжині світлового дня?
- 23.Як пов'язані сезонні зміни у рослин з фотоперіодизмом?
- 24.Чому айстри, жоржини, хризантеми цвітуть восени?

25. Яку роль відіграє довжина світлового дня для тепличного господарства?
26. Чому на птахофермах використовують додаткове освітлення?
27. Які фактори середовища називають біотичними?
28. Дайте визначення екологічній системі?
29. Які взаємовідносини між органічним і неорганічним середовищем?
30. Які взаємовідносини у організмів між собою?
31. Що таке ланцюг (сітка) живлення?
32. Яка загальна схема кругообігу речовин в екологічній системі?
33. Що таке ланка в ланцюзі живлення?
34. Чому ланцюг живлення має не більше 3 -5 ланок?
35. В чому сутність правила екологічної піраміди ?
36. З яких компонентів складається біогеоценоз?
37. Які показники визначають біогеоценоз?
38. Що таке антропогенний фактор?
39. Який вплив людини на навколишнє середовище?
40. Чому проблема охорони навколишнього середовища має важливе міжнародне значення?
41. Які оболонки Землі входять до складу біосфери?
42. Яка доля Світового океану порівняно з сушею?
43. Що таке кругообіг речовин?
44. Яку роль в кругообігу речовин і перетворенні енергії відіграють рослини і тварини?
45. Чому академік В.І.Вернадський назвав сучасну біосферу ноосферою.

### Тестові завдання

1. Якими факторами середовища є рельєф, клімат, ґрунт, повітря
  - а. антропогенними
  - б. біотичними
  - в. абіотичними
  - г. штучними
2. Які фактори середовища взаємодіють у біогеоценозі
  - а. абіотичні
  - б. біотичні
  - в. антропогенні
  - г. фізичні
3. У якій геологічній ері з'явилися на Землі теплокровні тварини?
  - а. палеозойській
  - б. мезозойській
  - в. кайнозойській
4. Причина біологічного регресу холоднокровних тварин
  - а. нестача води
  - б. нестача їжі



- в. похолодання
- г. міжвидова боротьба
- д. теплокровність

5.3 якою ознакою індивідуальної мінливості організму пов'язана поява

- а. волосяного покриву
- б. пір'я
- в. легеневого дихання
- г. чотирикамерного серця

6.Що є сигналом для тварин і рослин до сезонних змін

- а. температура
- б. довжина дня
- в. взаємовідносини
- г. кількість їжі

7.Які запасні речовини відкладаються на зиму у тварин

- а. білки
- б. жири
- в. вуглеводи

8.Якою рослиною є редька, якщо вона утворює коренеплоди і квітує у середині літа

- а. короткого дня
- б. довгого дня
- в. тіньовитривалі

9. Які з компонентів біоценозу найбільш змінні

- а. продуценти
- б. консументи
- в. редуценти

10.Які обмежуючі фактори у біоценозі

- а. вода
- б. світло
- в. їжа
- г. ґрунт

11.Які органели є у вірусів

- а. ядро
- б. цитоплазма
- в. пластиди
- г. ДНК

### 3. БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА БІОСИСТЕМАТИКА. ПРИНЦИПИ І МЕТОДИ КЛАСИФІКАЦІЇ ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ

#### 3.1. Поняття «біологічне різноманіття»

Жива речовина на планеті Земля є взаємозалежною природною системою. *Біорізноманіття* – унікальне різноманіття живої природи. Це поняття з'явилося і набуло міжнародного та політичного значення після підписання багатьма державами Конвенції про біологічне різноманіття на Конференції ООН з довкілля в Ріо-де-Жанейро (Бразилія) у 1992 році.

У Конвенції про біологічне різноманіття поняття «біологічне різноманіття» має визначення: «різноманітність живих організмів з усіх джерел, серед іншого, наземні, морські та інші водні екосистеми і екологічні комплекси, частиною яких вони є, це поняття включає у себе різноманітність у межах виду, між видами і різноманітністю екосистем».

Вчені визначили такі рівні біологічного різноманіття:

*Видове різноманіття.* Термін «біорізноманіття» означає різноманіття живих організмів, тобто видів: рослин, тварин і мікроорганізмів, які потребують вивчення і дослідження. Науці відомо біля 2,5 млн. живих організмів, це такі, що добре вивчені: птахи, ссавці, але потребують більш детального вивчення: мікроорганізми, гриби, віруси, нематоди, комахи. Вчені припускаються думки, що на Землі кількість видів складає від 3 до 30 млн. видів, найбільшою кількістю видів є комахи 1,5 млн. видів.

*Генетичне різноманіття* – сукупність генофондів різних популяцій одного виду, а також різноманітність у межах кожного виду. Генетичне різноманіття може забезпечувати різноманіття видів і вони представлені: підвидами, расами, сортами, клонами, різними видами. Кожна особина має велику кількість генів і вони містять властиві їм ознаки.

*Різноманіття екосистем* – степ, річка, болото, ліс, агроценози, океан – є прикладами різних за масштабами екосистем. Будь-яка екосистема містить живу речовину (біоценоз) та фізичне середовище. Живі організми взаємопов'язані між собою та абіотичним середовищем.

Види на земній кулі розміщуються нерівномірно. Максимальним різноманіттям видів у природі є тропічна зона що зменшується зі збільшенням широти. Життя 74% видів тісно пов'язано з тропічним поясом, 24% з помірними широтами і 2% з полярними. Екосистеми з найбільшим видовим різноманіттям – це дощові тропічні ліси, які займають біля 7% поверхні планети і нараховують більше ніж 90% усіх видів.

Еволюційні процеси у біосфері та екосистемах, з одного боку ведуть до зростання біорізноманіття у межах біосфери, а з іншого – визначають подальший хід еволюції. Тому можна вважати, що біорізноманіття – це продукт еволюції життя впродовж мільярдів років. Тривала природна еволюція сформувала різноманіття тваринного і рослинного світу, багаточисленні форми мікроорганізмів, багатство ценозів, біоми і екосистеми. Біорізноманіття можна вважати об'єктивним фактором оцінки довкілля та стійкості екосистем.(таб.3.1).

Табл. 3.1. Скорочення видового біорізноманіття Землі після 1600 р.

Компоненти біосфери	Зниклі		Під загрозою зникнення	
	Види	Загальна кількість, %	Види	Загальна кількість, %
Вищі рослини	384	0,15	18699	7,4
Риби	23	0,12	320	1,6
Амфібії	2	0,05	48	1,1
Рептилії	21	0,33	1355	21,5
Птахи	113	1,23	924	10,0
Ссавці	83	1,99	414	10,0

На Землі ідентифіковано біля 2000000 видів тварин і рослин, включаючи види, які жили у далекому минулому, але потім вимерли. На частку рослин приходиться 500000 видів, а на долю тварин біля 1500000 видів. Щоб вивчити велику кількість тварин і рослин, їх необхідно спочатку класифікувати до відповідних групи і категорій. Завдання класифікації організмів вирішує наука, яку називають *систематикою* і предметом якої є вивчення і опис особливостей багатства форм.

У завдання систематики входить знаходження назв класифікації (таксонів), а також вивчення еволюційних взаємовідносин між всіма

одинацями класифікації. Розділами систематики є таксономія, назву яких ще у 1813р. запропонував швейцарській вчений О. Декандолль (1778 – 1841) і яка представляє собою теоретичну і практичну класифікацію, номенклатуру (сукупність назв таксонів) і філогенетику (встановлення родинності між організмами в історичному плані ).

### 3.2. Штучні системи

Перші спроби класифікації організмів належать давньогрецькому філософу Аристотелю (384-322 р. до н. е.), який вважав, що загальну кількість видів рослин і тварин складає всього лише декілька сотень. Аристотель і його учень Теофраст (370-285 р. до н. е.). поділили рослини на трави, кущі і дерева, а тварин на ряд груп у залежності від того, де вони живуть – водні, наземні, повітряні. Послідовники цих видатних греків використовували для класифікації організмів такі ознаки, які характеризують організми за корисними, шкідливими і нейтральними ознаками.

Такі системи класифікації були емпіричними, або як їх називають, штучними системами, тому що вони не засновані на визнанні єдності природного походження всіх живих організмів і не відображають природних зв'язків між різними організмами. Але навіть у середньовіччя у Європі продовжували називати тварин і рослин термінами, які дали давні греки і римляни. Але це не призвело до успіху, тому що різні європейські рослини і тварини характеризувались відмінностями на різних територіях європейського континенту.

Штучні системи в класифікації організмів умовно використовуються і тепер, коли необхідно характеризувати організми, враховуючи їх господарське значення. Наприклад, рослини ділять на культурні і дикоростучі, їстівні і ядовиті, лікарські і кормові. Тварин поділяють на домашніх і диких, на шкідників полів, садів і городів, на паразитів людини і тварин, на переносників збудників хвороб людини і тварин. Така класифікація дає уяву про користь організмів у житті і господарській діяльності людини, але для наукової класифікації організмів не має цінності.

### 3.3. Природні системи

Вже давно з'явилась тенденція виділити з метою класифікації природні системи, які відображали природні зв'язки між організмами. Величезним кроком на шляху до наукової класифікації організмів було створення у 1663 році англійським вченим Д. Реєм (1627 – 1705) концепції виду. Він вважав, що видом є група подібних організмів, які мають подібних предків, і що «...один вид ніколи не зароджується з насіння іншого виду». Приймаючи вид у якості реальної, але не змінної категорії, Д.Рей класифікував тваринні організми за деякими анатомічними особливостями, наприклад, за будовою копит у тварин. Звичайно ця класифікація була примітивною, але все ж дала початок природним системам класифікації.

Основи сучасної класифікації рослин і тварин були започатковані у XVIII ст. шведським вченим К. Ліннеєм (1707 – 17780). Вважаючи, що знаходження певного порядку у природі є головною метою науки, К. Лінней у якості основної (початкової) систематичної (таксономічної) одиниці (таксона) визначив вид, під яким розумів сукупність організмів, подібних між собою, як подібні діти від одних батьків, і здатних дати плодовитих нащадків. Але К. Лінней вважав, що види з часу їх появи постійні і не змінні. Він вважав також, що кожний класифікований організм повинен бути порівняний з ідеальним типом і що всі подібні організми повинні бути згруповані навколо ідеального типу. На основі подібності організмів він поділив тварин на ссавців, птахів, плазунів, риб, комах, червів, а також ввів такі таксономічні одиниці, як вид, рід, родину, клас, та розмістив їх у вигляді ієрархічної системи і визначив їх підпорядкованість, яка полягала у тому, що кожна категорія більш високого рангу включає у себе одну або декілька категорій іншого порядку. Наприклад, клас включає у себе декілька рядів, родина – декілька родів, рід – декілька видів.

Крім того, для наукового визначення організмів він ввів бінарну номенклатуру, відповідно до якої назви організмів одного виду, що належать до одного роду, складаються з родових і видових латинських назв, причому першим словом є визначення роду, другим – визначення виду. Наприклад,

наукова назва (бінарна назва) конвалія травнева є *Convallaria majalis*, садового горіха – *Pisum sativum*, домашньої кішки – *Felis domestica*, тигра – *Felis tigris*. По К. Ліннею за бінарною назвою виду вказують першовідкривача виду і рік його відкриття. Наприклад, наукова назва аскариди людської буде *Ascaris lumbricoides* L, 1758. Це означає, що у аскариди людської є *Ascaris*, вид є *lumbricoides*, і що цей організм вперше був класифікований К. Ліннеєм у 1758 р. Система К. Ліннея є природною системою класифікації.

Вагомий вклад у систематику вніс французький вчений Ж. Ламарк (1744 – 1829), який розділив тварин на безхребетних і хребетних, а також визначив основні групи (типи) червів (плоскі, круглі, кільчасті).

У XIX ст. французький вчений Ж. Кюв'є (1769 – 1832) ввів поняття про типи тварин і описав декілька типів.

Після введення понять про родину, відповідно до принципів природної класифікації види тварин і рослин (лат. *Species*) стали об'єднуватись у роди (лат. *gnus*), роди – у родини (лат. *familia*), родини – у ряди (лат. *ordo*), ряди – у класи (лат. *classis*), класи – у типи (лат. *typos*), типи – у царства (лат. *regnum*).

У XIX ст. німецький вчений Є. Геккель (1834 – 1919) поділив тваринний світ на три царства: протисти, тварини і рослини. Ввів також поняття генеалогічне дерево, у якому головними критеріями стали так названі стовбури. З одного з яких походять класи, ряди, родини, роди.

З удосконаленням класифікації виділяють ще більш диференційовані систематичні одиниці у межах основних систематичних груп (таксонів), додаючи до них префікс над та під (Надцарство, Підцарство, Підтип). А також можна виділити такі таксони: як розділ, надрозділ, триба).

З введенням у біологію теорії еволюції англійського вченого Ч. Дарвіна (1809-1882 рр.) систематика організмів стала розвиватись з врахуванням їх природної родинності і походження (філогенетичну родинність). Оскільки подібність будови і функціонування обумовлено еволюційними зв'язками, то облік цих особливостей визначив еволюційний напрямок у систематиці. Ч. Дарвін вважав «Справжня класифікація є генеалогічною». Таким чином,

врахування будови і еволюційних зв'язків між організмами стали класичним напрямком у систематиці.

### 3.4. Методи класифікації

З метою класифікації організмів використовують ряд методів: порівняльно-морфологічний, порівняльно-ембріологічний, географічний, еколого-генетичний, молекулярно-генетичний, палеонтологічний та інші. Що стосується властивостей організмів, важливих для класифікації, то ними є одноклітинність і багатоклітинність, диференціація клітин, розвиток зародкових листків, процес і ступінь розвитку певних систем (кровоносної, травної), наявність і відсутність целома, тип симетрії (радіальна і білатеральна), наявність або відсутність сегментації тіла, генеалогічна подібність, кількість і морфологія хромосом, будова пилкових зерен у рослин, біохімічні і імунологічні властивості. У наш час великого значення набуло встановлення послідовності азотистих основ у ДНК або генетична дактилоскопія, а також послідовність азотистих основ у ДНК і амінокислот у білках одного організму відрізняється від цих послідовностей іншого організму. Відповідно, відмінність у різних організмів є ознакою еволюційних «відстаней» між організмами. Ознаки відмінностей можуть відобразитися в генеалогічному ряду. У обробці отриманих результатів широко використовують комп'ютерну техніку.

Сучасна концепція у систематиці є динамічною. Вона заснована не тільки на використанні названих вище властивостей, але врахування географічних відстаней, екологічних потреб, генетичних механізмів і ступеня репродуктивної ізоляції організмів, які об'єднуються.

У сучасній класифікації рослин і тварин є багато питань. Одні вчені укрупнюють систематичні одиниці, інші деталізують. Тому існує декілька класифікацій як рослин, так і тварин. На сьогодні описуючи різноманітність організмів, використовують класифікацію, провідним моментом якого є поділ живого світу на царства рослин і тварин.

## Запитання для самоконтролю

1. Дайте визначення науці систематиці.
2. Назвіть її основні розділи.
3. Що ви розумієте під штучними системами, коли їх стали використовувати?
4. Яке значення штучної системи для класифікації організмів?
5. Що розуміють під природною системою?
6. Яке значення природної системи для класифікації організмів?
7. Які основні методи використовують у систематиці?
8. Які методи є головними?
9. Назвіть основні таксономічні одиниці ?
10. Назвіть правила використання бінарної номенклатури.
11. Чому у класифікації організмів багато особливостей?

## Тестові завдання

1. Систематика наука про
  - а. будову
  - б. розмноження
  - в. розвиток
  - г. різноманітність видів
2. Одиниці класифікації
  - а. слова
  - б. таксони
  - в. вирази
  - г. словосполучення
3. Найвищий таксон
  - а. царство
  - б. родина
  - в. імперія
4. Найважливіший таксон
  - а. клас
  - б. ряд
  - в. вид
5. Як побудована система органічного світу
  - а. у нисхідному порядку
  - б. висхідному порядку
  - в. не по порядку



## 4. НЕКЛІТИННІ ФОРМИ ЖИТТЯ. ЦАРСТВО ВІРУСИ. ВІРУСИ ЇХ БУДОВА ТА РІЗНОМАНІТТЯ

### 4.1. Віруси, їх будова та життєві цикли

*Віруси* – найпростіша перехідна форма життя між неживою і живою природою на Землі. Це паразитичні неклітинні системи, які проявляють ознаки життєдіяльності тільки у живих клітинах.

Відкриття вірусів належить фізіологу рослин і мікробіологу основоположнику науки про віруси Д. Й. Івановському, який у 1982 році виявив збудника мозаїчної хвороби тютюну і його здатність проходити через фільтри, що не пропускають бактерій. Починаючи з 1931 року, після відкриття способу культивування вірусів у клітинах ембріонів пташенят, вірусну культуру отримують і вивчають у лабораторіях. Вивчення будови і життєдіяльності вірусів стало можливим з винайденням мікроскопа у 30-ті роки нашого століття.

#### Будова вірусів

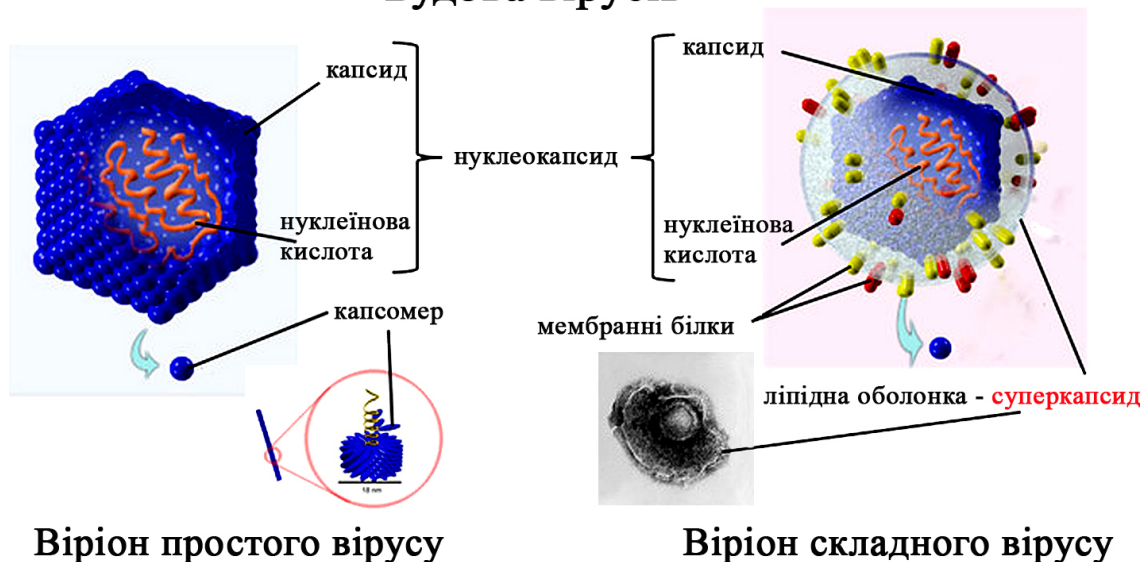


Рис. 4.1. Склад та будова вірусів.

Віруси відносяться до окремого царства живої природи Віра. Віруси відрізняються від представників царств (рослин, тварин, бактерій і грибів) своєю будовою. Віруси не мають клітинної будови, у них відсутні: цитоплазма

і ядро, мітохондрії – основний акумулятор енергії, рибосоми – в яких синтезуються білки. У них відсутня основна властивість живого – обмін речовин та енергії, а здатність до розмноження проявляється тільки у живій клітині, тому їх відносять до облигатних внутрішньоклітинних паразитів. Вірус у перекладі означає «отрута». Віруси складаються з молекул ДНК або РНК, які зовні вкриті білковою оболонкою, а іноді ліпопротеїдною мембраною. Багато вірусів рослин і також вірус поліомієліту можуть утворювати кристали, які складаються з мільйонів вірусних частин. У такому стані вони не проявляють жодних ознак живого і можуть жити тривалий період. Вивчено і описано більше двох тисяч видів вірусів, які вражають представників усіх царств природи. Залежно від хімічного складу та структури оболонки вірусу поділяють на *прості* та *складні*. Оболонки простих вірусів побудовані тільки з білкових субодиниць, що мають упорядковані багатогранні або спіральні структури, і набувають паличкоподібної, кулястої і нитчастої форми. Складні віруси можуть бути додатково вкриті ліпопротеїдною поверхневою мембраною, яка являє собою частину плазматичної мембрани клітини – хазяїна, а також включає глікопротеїди. До складу додаткових оболонок можуть входити ферменти.(рис.4.1).



Рис. 4.2. Класифікація вірусів.

Поза клітиною хазяїна віруси існують у формі віріону, розміри яких надто маленькі – від 20 до 400 нанометрів. Віріон – це нуклеїнова кислота, яка зовні вкрита білковою оболонкою – капсидом. Такий вірус відноситься до простих вірусів. Група складних вірусів мають ще одну оболонку – суперкапсид, яка формується із фрагмента мембрани клітини – хазяїна. У цю мембрану вбудовані білки та глікопротеїди самого вірусу. Кількість білків у капсиді невелика і їй властива здатність до саморуйнування. Морфологічні форми капсидів мають форму палички, кульки, нитки та правильного багатогранника.(рис.4.2)

Невеликий розмір і проста будова вірусів пов'язана з невеликою кількістю генів у геномі. Деякі віруси кодують лише один білок (віруси – сателіти, які розмножуються з допомогою інших вірусів), багато вірусів кодують 5 – 10 білків, деякі можуть кодувати до 200 білків.

Життя вірусів можна поділити на дві фази. На одній вірус існує у вигляді віріона поза межами клітин живого організму, а на другій – усередині живих клітин. У формі віріона віруси не ростуть, не розмножуються, не підтримують гомеостаз. Головним завданням віріона є знайти потрібну клітину і проникнути до неї. Шляхи проникнення: механічний переніс (крапельний шлях передачі вірусу грипу), за допомогою посередників (перенесення вірусів рослин за допомогою попелиць), проникнення в цитоплазму, використовуючи специфічні рецептори мембрани клітини, шляхом ендоцитозу, механічним пошкодженням клітинної стінки, наприклад, бактеріофаги за допомогою спеціальних структур капсиду вприскують в цитоплазму клітини свою нуклеїнову кислоту.

*Розмноження* вірусів принципово відрізняється від розмноження інших живих організмів. Вірусна частина прикріплюється до клітини організму хазяїна і проникає в неї. Білкова оболонка вірусу руйнується і в клітині залишається вірусна нуклеїнова кислота. Проникаючи у клітину, вірус вбудовує свою ДНК у ДНК клітини, і починається синтез вірусних білків, реплікація вірусної ДНК, у той час як синтез білків і ДНК клітини - хазяїна,

що генетичним апаратом вірусу є РНК, то спочатку йде процес *зворотної транскрипції* за схемою РНК – ДНК – РНК – білок, тому РНК залежні віруси називаються *ретровірусами*. Вірусна нуклеїнова кислота включається в обмін речовин, спрямовуючи свою діяльність на синтез нуклеїнової кислоти і вірусних білків. А розмножені молекули вірусної нуклеїнової кислоти з'єднуються з синтезованим білком, унаслідок чого утворюються віруси, які виходять з клітини хазяїна. Таким чином паразитизм вірусів відбувається на генетичному рівні. Під час свого розмноження клітина відтворює ДНК вірусу, передаючи його своїм дочірнім клітинам. Такий стан клітини називається носійством. Якщо організм хазяїна через якісь причини починає слабшати і зменшує активність своєї захисної системи, то прихована вірусна ДНК може розпочати активну діяльність і викликати гостру фазу вірусної інфекції.

#### **4.2. Походження вірусів**

Існує декілька версій походження вірусів. Походження вірусів пов'язано з еволюцією клітинних форм, які в ході пристосування до паразитичного способу життя втратили цитоплазму, ядро та інші органоїди клітини. Згідно з іншою гіпотезою віруси утворилися шляхом спрощення бактерій, які стали внутрішньоклітинними паразитами. Існує також точка зору, що віруси утворилися з мобільних генетичних елементів клітини хазяїна, що набули здатності переміщатися не лише в межах одного геному, а й поза батьківською клітиною. Підтвердженням цієї теорії є будова вірусів сателітів і віроїдів. Віроїди – це маленькі молекули РНК, не мають клітинної оболонки, але ведуть себе як віруси. Вони здатні викликати певні симптоми захворювання і можуть інфікувати незаражені рослини.

#### **4.3. Пріони, їх будова та поширення**

Визначним досягненням ХХ ст. в галузі біології та медицини стало відкриття у 1982 році американським професором біології Стенлі Прузінером нового типу інфекційних агентів – пріонів. Пріони низькомолекулярні фібрилярні білки, подібні до вірусів, але не мають нуклеїнової кислоти. Пріони

не розпізнаються імунною системою як чужорідні білки, тобто не мають антигенних властивостей, генетична інформація про структуру пріона є частиною геному клітини хазяїна. При потраплянні в організм, пріони знімають репресію гена, що кодує синтез білкових частинок, і викликають пріонову хворобу. Це відкриття стало початком нової ери розвитку біології та медицини, тому що виявлено нового збудника інфекційних захворювань.

*Пріони* – інфекційні білкові частки є особливим класом інфекційних агентів, що викликають невиліковні захворювання ЦНС людини та тварин – губчастоподібної енцефалопатії. На сьогодні не виявлено жодної нуклеїнової кислоти, яка б була асоційована з пріонами. Інфекційний пріоновий білок з аномальною тривимірною структурою здатний каталізувати структурне перетворення гомологічного йому нормального клітинного білка на подібний до себе – пріоновий.

Детальне вивчення пріонів довело, що їм притаманні унікальні властивості:

- відсутність жодної нуклеїнової кислоти;
- схильність до агрегації;
- виникають не лише внаслідок зараження (є спадкові форми губкоподібної енцефалопатії);
- незалежно від походження захворювання може бути передано далі інфекційним шляхом;
- передача збудника між різними біологічними видами ускладнена через різницю в первинній структурі PrP(інфекційні білкові частки).

Проте це не перешкоджає, а лише сповільняє передачу інфекції від особин одного виду особинам іншого, існує можливість зараження людини пріоновими хворобами тварин.(рис.4.3).

Сьогодні ідентифіковано шість основних пріонових захворювань тварин. З них найбільше економічне значення мають скріпі та губчастоподібної енцефалопатія корів. На ГЛЭК хворіє доросла рогата худоба, а також домашні коти (зафіксовано 72 випадки в Англії і один у Норвегії), гепарди, антилопи, чорнохвості олені, лабораторні білі миші. Основною причиною виникнення

хвороби є використання для годівлі м'ясо – кісткового борошна, виготовленого із загиблих від скріпі вівців. Але хвороба від тварини до тварини не передається. Діагностика пріонових захворювань здійснюється специфічними імунологічними тестами. На сьогодні надійного лікування пріонових захворювань не існує, хоча над цією проблемою працюють вчені.

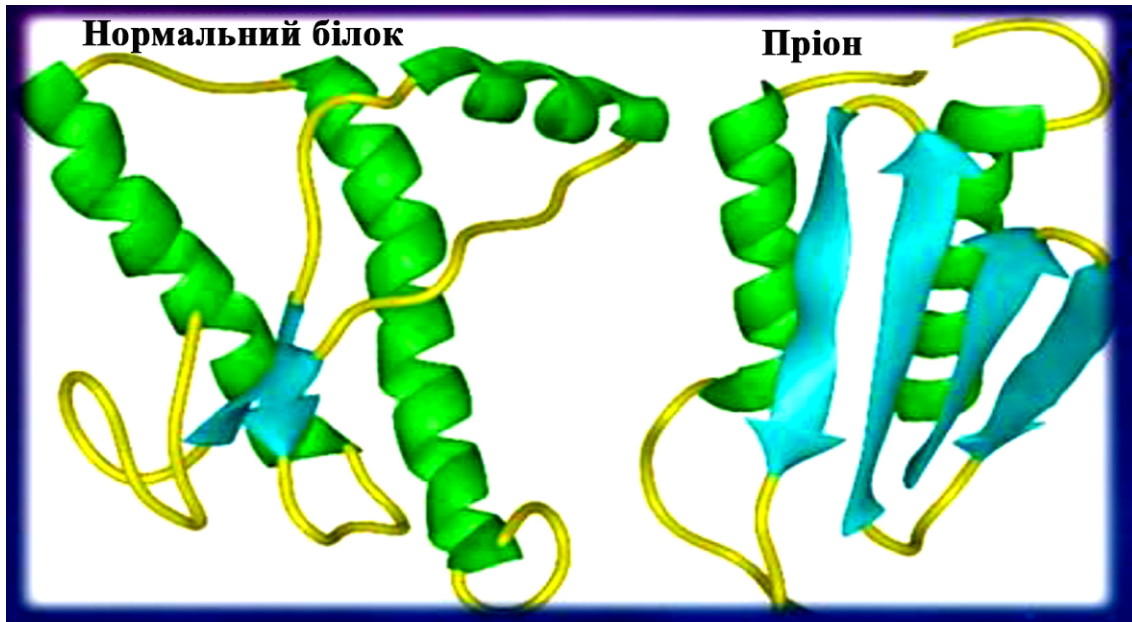


Рис. 4.3. Пріони.

#### 4.4. Роль вірусів, пріонів у природі та житті людини

Значення вірусів для еволюції життя на Землі дуже велике. Саме вони здійснюють процес горизонтального перенесення генів. Сутність цього процесу в тому, що вірус, який уражає кілька видів організмів, може захоплювати у свої віріони деякі гени одного виду й переносити їх у геном іншого виду. Прикладом є віруси рослин, які переносяться з допомогою попелиць, можуть здійснювати обмін генами між рослинами й комахами. Віруси відіграють важливу екологічну роль. Як збудники захворювань є регуляторами чисельності популяцій і не допускають надмірного зростання в них чисельності особин. Нараховують понад двадцять родів вірусів, що можуть уражати вищі рослини. Характерною особливістю є наявність роз'єданого геному, фрагменти якого розміщуються в різних вібріонах. Для нормального відтворення цих вірусів потрібна наявність у клітині всіх частин вірусу. Віруси рослин широко представлені у природі, викликають хвороби

рослин різної видової приналежності. Першим відкритим вірусом є МБТ – вірус мозаїчної хвороби тютюну, також відомі віруси некрозу тютюну, жовтої карликовості картоплі, жовтої мозаїки ріпи. Основними шляхами передачі вірусів від хворих рослин до здорових є фізичний контакт між рослинами, щеплення рослин, перенесення через ґрунт, а також за допомогою комах.

Віруси здатні спричиняти небезпечні хвороби не тільки рослинних організмів, а також тварин і людини. У людини об'єктом ураження вірусом є такі органи і системи органів як: органи дихання (грип), травлення (гепатит, гастроентерит), нервову (енцефаліт) систему, шкіру та слизові оболонки: (кір, герпес, папіломи, вітряна віспа), пригнічують імунні реакції організму (СНІД), призводять до ракових захворювань. У свійських тварин віруси спричиняють ящур, чуму курей та інші.

Уникнути вірусних захворювань можна, виконуючи певні правила безпеки: ізоляція хворих (карантин), лікування антивірусними препаратами, знищення переносників вірусних захворювань, профілактичні щеплення проти віспи та поліомієліту (людина), чуми, ентериту ( тварини).

У природі віруси регулюють чисельність своїх хазяїв. Людина використовує віруси у біологічному методі боротьби з шкідливими видами (шовкопряда – недопарки, кровосисних комарів).

Використовують віруси в *генетичній інженерії* за допомогою окремих генів, отриманих синтетичним шляхом або з інших організмів, переносять в клітини бактерій, з допомогою яких забезпечується синтез речовин людини (білки-інтерферони, гормон інсуліну). Учені прийшли до висновку, що віруси відіграють певну роль у еволюції прокаріот, тому що можуть передавати спадкову інформацію від одних особин цих організмів до інших, як у межах одного виду, так і між різними, вбудовуючись у спадковий матеріал клітини – хазяїна.

## Запитання для самоконтролю

1. Яка історія відкриття вірусів ?
2. Чому віруси відносять до неклітинних форм життя?
3. Яку будову мають віруси?
4. Як відбувається проникнення вірусів у клітину – хазяїна?
5. Як відбувається розмноження вірусів?
6. Які відмінні ознаки між прокаріотами і еукаріотами?
7. Складіть схему будови бактеріофага.
8. Які шляхи проникнення вірусів?
9. Як відбувається поширення вірусів у організмі хазяїна?
10. Назвіть захисні механізми організму від вірусів?
11. Які існують методи уникнення зараження організму вірусами?
12. У чому полягає роль вірусів у природі?
13. Які вірусні захворювання передаються: через шкіру, кров, їжу, переносниками, повітряно – крапельним шляхом?

## Тестові завдання

1. Яка будова тіла вірусів
  - а. багатоклітинна
  - б. одноклітинна
  - в. колоніальна
  - г. неклітинна
2. Які органели є вірусів
  - а. ядро
  - б. цитоплазма
  - в. пластиди
  - г. ДНК
  - д. рибосоми
3. Як живляться віруси
  - а. паразитично
  - б. сапротрофно
  - в. міксотрофно
4. Які є віруси
  - а. молочнокислі
  - б. хвороботворні
  - в. азотобактерії
  - г. сіркобактерії



5. Які способи розмноження властиві вірусам
- а. вегетативний
  - б. статевий
  - в. безстатевий
6. Який спосіб дихання вірусів
- а. аеробне
  - б. анаеробне
  - в. відсутній
7. Які бактерії є санітарами
- а. гниття
  - б. залізобактерії
  - в. оцтовокислі
  - г. хвороботворні
8. Які бактерії живуть у симбіозі з бобовими рослинами
- а. гниття
  - б. сіркобактерії
  - в. залізобактер

## **5. ПРОКАРІОТИЧНІ ОРГАНІЗМИ. ЦАРСТВО ДРОБ'ЯНКИ.**

### **ВІДДІЛ БАКТЕРІЇ І ЦІАНОБАКТЕРІЇ**

#### **5.1. Загальна характеристика прокариот**

Доядерні організми мають простий тип будови. Їх клітини називають прокариотичними, а організми прокариотами. У прокариотичних клітин відсутнє морфологічно виражене ядро, але є нуклеоїдна зона, яка містить ДНК. Внутрішньоклітинні мембранні системи розвинені слабо. Цитоплазма вкрита цитоплазматичною мембраною, вгинання якої (мезосоми) виконують роль мітохондрій, ендоплазматичної сітки та апарата Гольджі. Зовні плазматична мембрана вкрита клітинною стінкою, що складається з полісахаридів або глікопротеїдів. Не зважаючи на чіткі морфологічні відмінності, клітини прокариот і еукаріот мають багато спільного, що дозволяє віднести їх до єдиної клітинної системи організації живого за такими ознаками: вони вкриті цитоплазматичною мембраною, яка виконує функцію активного транспорту речовин між власною цитоплазмою клітини та зовнішнім середовищем; синтез білка у них відбувається на рибосомах, подібний синтезу РНК; подвоєння ДНК та біоенергетичні процеси.

#### **5.2. Відділ Бактерії. Загальна характеристика**

Це великий відділ мікроскопічних організмів, які мають просту будову. Бактерії зустрічаються усюди: в повітрі, воді, ґрунті, глибоко в земній корі та живих організмах. Значна кількість бактерій міститься у субстраті, який розкладається і складає третину сухої маси. У ґрунті їх вміст змінюється від 300 – 500 млн. до 2 млрд. на 1г в залежності від кількості органічних речовин. В одному сантиметрі квадратному молока їх налічується біля мільйона, а в такому ж об'ємі води – біля тисячі. В одному метрі кубічному повітря над полями біля 100 клітин бактерій, а у міському повітрі їх кількість коливається від 10 – 25 тисяч улітку і до 4,5 тисяч зимою. Бактерії найбільш стійкі

мешканці Землі. Живі бактерії, здатні до розмноження були вперше знайдені в нафтових водах на глибині 1700, на дні океану (глибше 10 км), в сольових розчинах, після п'ятиденного кип'ятіння в умовах дуже великого вакууму.

У 1675 році голландський вчений Антоні ван Левенгук відкрив бактерії, а видатний учений Луї Пастер показав їх роль у процесах бродіння та в інших перетвореннях речовин у природі. Він також встановив, що саме бактерії є збудниками захворювань людини і тварин. Саме його праці мали велике теоретичне і практичне значення (отримав вакцину проти сибірської виразки та сказу).

Клітини бактерій мають розміри від 0,2 до 10 мкм. Цільна клітинна стінка забезпечує постійну форму клітині. Зовні вона оточена слизовою капсулою, що захищає клітину від негативного впливу зовнішнього середовища. Під клітинною стінкою розташовується зовнішня цитоплазматична мембрана, яка утворює мезосоми. В цитоплазмі містяться рибосоми (до 10000 на клітину) і включення – запасні поживні речовини (глікоген, волотин, ліпіди). У автотрофних (фотосинтезуючих) бактерій є мембранні структури з пігментами. Морфологічні особливості ядра відсутні, нуклеоїд більшості бактерій має одну кільцеву нитку ДНК, значення якої полягає у контролі обміну речовин і забезпечує збереження та передачу спадкової інформації із покоління в покоління.(рис.5.1).

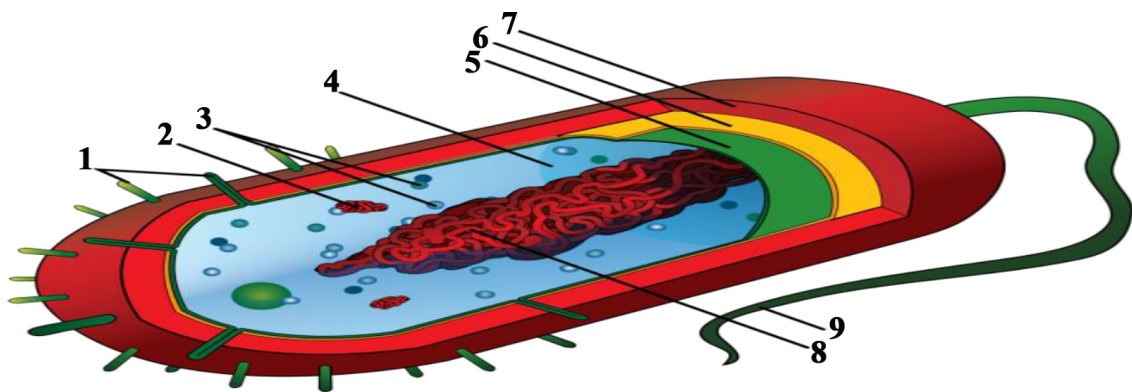


Рис. 5.1. Будова бактеріальної клітини:

1 – Пілі (фімбрії); 2 – Плазмїда; 3 – Рибосоми; 4 – Цитоплазма; 5 – Плазмалема; 6 – Клітинна стінка; 7 – Капсула; 8 – Нуклеоїд (кільцева ДНК); 9 – Джгутик.

За формою клітини бактерії є круглі – коки, паличкоподібні – бацили, комоподібні – вібріони, спіралеподібні – спірили. Також в природі відомі колоніальні форми – стрептококи та стафілококи. Деякі бактерії проявляють здатність до руху за допомогою виростів цитоплазми – джгутиків.(рис.5.2).

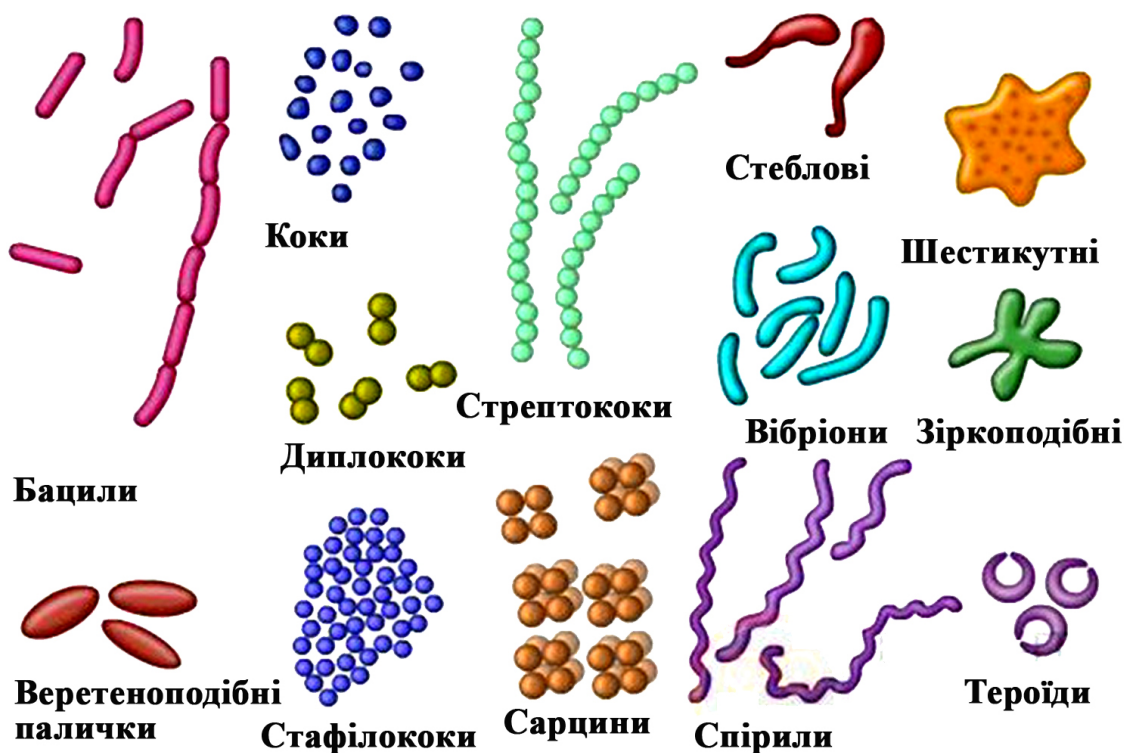


Рис. 5.2. Форми бактерій.

### 5.3. Розмноження та спороутворення.

Бактерії розмножуються шляхом поділу клітини навпіл шляхом утворення перетяжки, яка ділить клітину на дві частини. Циліндричні форми діляться поперек, а круглі в будь-якому напрямку. Деякі бактерії розмножуються брунькуванням, а для кишкової палички властивий статевий процес – кон'югація. Період поділу настає через кожні 20-30 хвилин. При такій швидкості розмноження потомство однієї бактерії за п'ять діб заповнило б басейни всіх морів та океанів. Але таке інтенсивне розмноження обмежується певними кліматичними умовами, міжвидовою боротьбою та накопиченням продуктів обміну речовин.

За несприятливих умов життя паличкоподібні бактерії здатні утворювати спори. Спороутворення не є розмноженням, тому що з однієї клітини формується одна спора, а число особин не зростає. Спора розвивається всередині бактеріальної клітини, при чому до 60% води переходить у зв'язаний стан, протопласт стискається та покривається щільною оболонкою. Оболонка клітини руйнується і спора звільняється. Така спора може зберігати життєдіяльність протягом десятиріч і є стійкою до термічних, хімічних, механічних, фізичних та біологічних впливів. З сприятливих умов спори набухають, оболонка руйнується і молода дозріла клітина виходить назовні.

#### **5.4. Живлення бактерій**

Бактеріальний тип живлення – це поглинання поживних речовин всією поверхнею тіла. Більшість бактерій – гетеротрофні організми. Ті, які живляться мертвими органічними речовинами – сапрофіти, живими органічними речовинами – паразити. Серед бактерій є автотрофи, які для синтезу органічних речовин використовують вуглевод.

Енергетичний обмін гетеротрофних організмів пов'язаний з окисненням органічних речовин, бродінням – для анаеробів (живуть в без кисневому середовищі), диханням – для аеробів (живуть в присутності вільного кисню).

Для автотрофних бактерій джерелом енергії є окислення мінеральних сполук – хемосинтез (хемосинтетики), світло – фотосинтез (фото синтетики). Хемотрофні сіркобактерії отримують енергію від окислення сірки або сірководню, залізобактерії – від окислення сполук двовалентного заліза, нітрофікуючі – від окислення аміаку або нітритів. Фототрофні зелені і пурпурові сіркобактерії мають фотосинтезуючі мембрани, що містять спеціальні пігменти: зелені бактеріофіли і каротиноїди, що дозволяють їм використовувати енергію світла для синтезу органічних речовин.

Під час дихання вивільняється більше енергії, ніж фактично бактерії використовують. Більша частина енергії (75%) виділяється в навколишнє середовище у вигляді тепла. Саме цим пояснюється самонагрівання гною, який

використовують у парниках, підвищення температури вологого сіна та зерна, що призводить до гниття та самозаймання.

### **5.5. Значення бактерій**

Паразитичні бактерії можуть бути байдужими для організму, в якому вони живуть (кишкова паличка), можуть виділяти ядовиті речовини, тому перетворюються на патогенні тобто хвороботворні. До них відносяться збудники більшості інфекційних захворювань людини та тварин (дизентерія, холера, туберкульоз, сибірська виразка, сифіліс). Бактерії викликають захворювання не тільки тварин і людини, але й захворювання рослин – бактеріози (плямистість, гниття). Бактеріози найбільше зустрічаються у родини: пасльонових (томати, картопля), хрестоцвітих (капуста), а також вражають плодіві дерева.

Сапрофітні бактерії відіграють у природі не тільки позитивне значення, забезпечуючи мінералізацію органічних сполук в загальному кругообігу речовин в природі, але й негативне значення, викликаючи гниття продуктів. Гниття – це розкладання азотовмісних речовин з виділенням аміаку. Цей процес можна спостерігати всюди, внаслідок цього процесу земля очищається від решток загиблих тварин та рослин, підвищуючи родючість ґрунтів, але одночасно наносять шкоду, призводячи до гниття продуктів харчування. Гниттю піддаються найрізноманітніші азотовмісні сполуки: білки, амінокислоти, нуклеїнові кислоти, аміді, аміни, сечова кислота і сечовина. Сам процес гниття супроводжується виділенням вуглекислого газу, аміаку і енергії, надлишок якої викликає підвищення температури субстрату. Виділяються також гази з неприємним запахом (сірководень, метан). Також при гнитті утворюються ядовиті речовини і тому вживання таких продуктів у їжу вкрай небезпечне.

Бродіння – це процес розкладання азотистих, вуглеводних сполук в анаеробних умовах і досить широко представлений у природі. Бактерії, що

викликають його, отримують енергію і матеріал для синтетичних реакцій конструктивного обміну. Процеси бродіння досить різноманітні і тому мають велике практичне значення.

Молочнокисле бродіння – це анаеробне окислення цукру, молока і інших вуглеводів у молочну кислоту. Забезпечується воно великою групою молочнокислих бактерій, які використовуються в молочній промисловості при виготовленні молочнокислих продуктів. Інші молочнокислі бактерії викликають зміну цукрів рослин і їх використовують для соління овочів, фруктів та силосування кормів. Молочна кислота, яка утворюється, запобігає розвитку бактерій гниття і забезпечує збереження продуктів харчування. Силосування має велике господарське значення: забезпечує збереження соковитих кормів, збирання рослинної маси в будь - яку погоду, дає менші втрати, порівняно з сушінням, дозволяє використовувати на корм грубі відходи ( стебла соняшнику та кукурудзи).

У сільському господарстві велике значення мають сапрофітні бактерії, що збагачують ґрунт солями амонію, азотною і азотистими кислотами, доступними для вищих рослин. Це нітрофікуючі бактерії, що перетворюють азотвмісні речовини ґрунту у солі, і бактерії, які фіксують вільний азот повітря. Азот фіксують вільноживучі ґрунтові бактерії і бульбочкові бактерії, які вступають в симбіоз з коренями бобових рослин. Проникаючи через кореневий волосок в корінь, вони в ньому швидко розмножуються, викликають поділ паренхімних клітин і утворюють бульбашки. Спочатку бактерії живуть за рахунок рослинам, потім починають фіксацію азоту, при якому синтезується аміак, а з нього – аміногрупи. Утворених азотистих речовин вистачає для задоволення потреб бактерій і бобової рослини, а частина виділяється з коренів у ґрунт. При руйнуванні бульбашок ґрунт збагачується азотистими речовинами, що підвищує його врожайність. Завдячуючи симбіозу з бактеріями, бобові рослини відіграють важливе значення в сівоzmінах, забезпечуючи стійкі врожаї. Для підвищення врожайності ґрунтів вносять спеціальні бактеріальні препарати.

Позитивне значення бактерій в природі і житті людини дуже важливе:

- беруть участь в кругообігу речовин забезпечують мінералізацію органічних речовин і фіксацію азоту атмосфери
- використовують в виробництві молочнокислих продуктів
- використовують при силосуванні кормів, соління овочів і фруктів, у якості добрив

Негативне значення бактерій полягає у тому, що вони є збудниками захворювань людини, тварин, рослин та псують продукти харчування.

### **5.6. Методи боротьби**

Під час висушування багато бактерій гине, життєдіяльність інших сповільнюється. Тому для збереження плодів, овочів, грибів, м'яса, риби, трави, зерна і інших продуктів їх висушують. Але при цьому спори бактерій зберігають життєдіяльність і можуть в такому стані зберігатись багато років. Високі температури викликають згортання цитоплазми і бактерії гинуть, у цьому сутність пастеризації – нагрівання до плюс 60 градусів впродовж 10 – 20 хвилин і при цьому знищуються тільки вегетативні форми бактерій. Метод пастеризації використовують для збереження молока, вина, ікри, фруктових соків та інших продуктів.

Очищення середовища від всіх бактерій забезпечується шляхом стерилізації полум'ям, високими температурами, насичення паром під тиском. Бактерії мало чутливі до низьких температур. Охолодження не викликає їх загибелі, але затримує розмноження, тому охолодження і замороження попереджує псування продуктів – м'яса, риби, масла. Підвищення концентрації солей в оточуючому середовищі порушує обмін речовин між ними і призводить до загибелі бактерій. Паралізуюча дія високих концентрацій використовується при консервуванні харчових продуктів концентрованих розчинами солі (соління риби, овочів, грибів, м'яса) або цукру. Бактерії чутливі до кислого середовища. При солінні овочів, накопичується молочна



кислота, середовище стає кислим, бактерії гниття гинуть – це забезпечується консервацією.

Прямі сонячні промені за декілька хвилин або годин знищують всі бактерії, за виключенням фототрофних, це обумовлено ультрафіолетовими променями, що мають бактерицидні властивості. Сильнодіючою отрутою для більшості бактерій є солі важких металів (ртуть, мідь, срібло), хлор, йод, перекис водню, борна кислота. З органічних речовин найбільш токсичними можуть бути карболова кислота, креозол, формалін, спирт. Розчини цих сполук використовують для дезінфекції, використовуючи в медицині, різних галузях промисловості та сільському господарстві. (таб.5.1).

### Значення бактерій у природі і господарській діяльності людини

Табл. 5.1. Значення бактерій у природі і господарській діяльності людини

Середовище існування	Значення
<p><i>Повітря:</i> верхні шари біосфери до 30 км. Більше в містах, менше у сільській місцевості, повітряно – крапельним шляхом розповсюджуються збудники скарлатини, ангіни, туберкульозу.</p> <p><i>Ґрунт:</i> окультурені чорноземи: в 1г ґрунті 2,5 – 3 млрд. Значення у ґрунтоутворенні : азотобактерії, нітрофікуючі, гниття.</p> <p><i>Вода:</i> поверхневі шари водойм. Джерело інфекційних хвороб: холера, дизентерія.</p> <p>Корисні водні бактерії мінералізують органічні залишки.</p> <p><i>Живі організми:</i> бактерії є хвороботворні і симбіотичні. Хвороботворні потрапляють в організм з зовнішнього середовища, але лише в сприятливих для них</p>	<p>Бактерії молочнокислого бродіння: гетеротрофні сапрофіти. <i>Позитивне:</i> отримання і виготовлення молочнокислих продуктів: масло, сметана, кефір, йогурт.</p> <p>Силосування кормів, закваска капусти, соління овочів. <i>Негативне:</i> псування продуктів.</p> <p>Бактерії оцтовокислого бродіння: гетеротрофні сапрофіти. <i>Позитивне:</i> мають важливе санітарне значення: мінералізація органічних рештків. <i>Негативне:</i> псування продуктів, запобігання цьому процесу сушіння, маринування, соління, пастеризація, засахаріння. Бактерії бульбочкові: гетеротрофні симбіонти.</p> <p><i>Позитивне:</i> поселяються в коренях бобових і вступають з ними у</p>

<p>умовах викликають захворювання. Симбіотичні живуть у органах травлення, допомагаючи розкласти і засвоювати їжу людині і тваринам.</p>	<p>симбіоз, унаслідок чого утворюються пухлини – бульбочки, що заповнені бактеріями, які з атмосферного азоту синтезують азотисті сполуки, доступні як рослині хазяїна, так і іншим рослинам. Це природний спосіб збагачення ґрунту азотними добривами, який використовують при складанні польових сівозмін, куди обов'язково включають бобові рослини.</p> <p>Хвороботворні бактерії: гетеротрофні паразити. <i>Негативне:</i> викликають інфекційні хвороби людини та тварин. Для боротьби з ними використовують бактеріофаги, щеплення, антибіотики.</p>
--	---

### 5.7. Відділ Ціанії або синьо-зелені водорості

Ціанії – найдавніші з відомих нам серед водних, прісноводних, ґрунтових автотрофних організмів. Це одноклітинні, колоніальні або багатоклітинні (нитчасті) організми, у яких відсутні органи руху джгутики і тому вони не здатні до руху. За будовою клітини вони подібні до бактерій; за способом живлення – вони фототрофи. Фотосинтез відбувається у вільно розташованих в цитоплазмі окремих мембранах, які містять хлорофіл і додаткові пігменти. Розмножуються вегетативно (одноклітинні – поділом клітини, нитчасті – розпадом тіла на окремі фрагменти).

Ціанії дуже пластичні, витривалі і стійкі до зміни температури. Можуть жити в гарячих джерелах та на льодовиках. При забрудненні водойм спостерігається їх масове розмноження, яке призводить до негативних наслідків: настає процес гниття, вода має неприємний запах і стає непридатною для використання. У водоймах призводить до масової загибелі риби, що шкодить рибному господарству. Тіла мертвих синьо-зелених водоростей збираються на поверхні, завдячуючи газовим вакуолям і

утворюють маслянисту брудно-зелену плівку, яка не пропускає повітря і викликає загибель мешканців водойм. Відмерлі організми накопичуються на дні і утворюють лікувальні грязі.

### Запитання для самоконтролю

1. Яку будову має тіло бактерій?
2. Які організми відносяться до автотрофних, гетеротрофних та симбіонтів ?
3. У чому відмінність способів живлення фототрофних і хемотрофних організмів?
4. Чим відрізняється живлення сапрофітних організмів від паразитичних?
5. Які організми не мають оформленого ядра у клітині?
6. Які особливості дроблення як способу розмноження?
7. Яка інтенсивність розмноження бактерій?
8. У чому полягає пастеризація і стерилізація як методи боротьби з бактеріями? Що таке антибіотики?
9. Чим відрізняється процес аеробного дихання від анаеробного?
10. Яке значення бактерій гниття? При яких умовах вони не наносять шкоди?
11. Для чого квасять і маринують фрукти та овочі, готують силос?
12. Що таке симбіоз? Яким чином бульбочкові бактерії переносять азот повітря в доступні для рослин сполуки?
13. Чим обумовлено широке розповсюдження бактерій у природі?
14. На якому шляху еволюції знаходяться бактерії у наш час?

### Тестові завдання

1. Яка будова тіла бактерій
  - а. багатоклітинна
  - б. одноклітинна
  - в. колоніальна
2. Які органели є у клітині бактерій
  - а. ядро
  - б. цитоплазма
  - в. пластиди
  - г. рибосоми
3. Як живляться гнилісні бактерії
  - а. паразитично
  - б. сапротрофно
  - в. міксотрофно

4. Які бактерії відносяться до автотрофних
- а. молочнокислі
  - б. хвороботворні
  - в. азотобактерії
  - г. сіркобактерії
5. Які способи розмноження властиві бактеріям
- а. вегетативний
  - б. статевий
  - в. безстатевий
6. Який спосіб дихання у бактерій
- а. аеробне
  - б. анаеробне
  - в. змішаний
7. Які бактерії санітари
- а. гниття
  - б. залізобактерії
  - в. оцтовокислі
  - г. хвороботворні
8. Які бактерії живуть у симбіозі з бобовими рослинами
- а. гниття
  - б. сіркобактерії
  - в. бульбочкові
  - г. залізобактерії

## 6. ЕУКАРІОТИЧНІ ОРГАНІЗМИ. ЦАРСТВО ГРИБИ

### ВІДДІЛ ЛИШАЙНИКИ

#### 6.1. Загальна характеристика царства гриби

*Гриби* – це особлива група клітинних ядерних гетеротрофних організмів, що мають ознаки подібності з рослинами (розмноження спорами, осмотичне живлення), так і тваринами (гетеротрофність, запасний вуглевод крохмаль, наявність хітину в клітинній оболонці та особливості обміну речовин).

Гриби представлені більше ніж 100000 видів різноманітної будови та способу життя. Живуть у всіх географічних зонах. Їх місця існування у природі – ліс, поле, ґрунт, стіни будівель, організми рослин, тварин та людини. Гриби, що розкладають рештки рослин і тварин – це сапрофіти, а ті, які живляться органічними речовинами живих організмів – паразити.

*Гетеротрофність* – характерна ознака царства грибів, яка визначає особливість їх будови. Готові органічні речовини надходять у клітину шляхом осмосу, тому вони мають велику поглинаючу площу. Тіло гриба – представлено міцелієм (грибницею) – розгалуженою сіткою тоненьких ниток – гіфів товщиною 5 – 6 мкм. Гіфи можуть бути поділені на клітини або одну розгалужену клітину. Гіфи міцелію щільно переплітаються і утворюють несправжню тканину (плодові тіла білого гриба, підосичника).

Клітина грибів позбавлена пластид. Плазматична мембрана тіла клітин міцелію просякнута пектином та містить азотисті речовини, які подібні по складу з хітином комах, іноді містять целюлозу. Запасними поживними речовинами, які відкладаються у запас є: вуглевод, глікоген, різні масла.

Гриби живуть від декількох днів до декількох років. Гриби мають різноманітну будову і розміри грибниці. Тіло дріжджів складається з однієї клітини мікроскопічних розмірів, трутовик має міцелій, який розростається в стовбурі дерева від основи до верхівки. Всі гриби потребують для росту і

розвитку вологи і тепла (оптимальна температура проростання плюс 20-30 градусів). Світло їм не потрібно.

## **6.2. Розмноження грибів**

Гриби розмножуються вегетативним, безстатевим і статевим шляхом. Вегетативне розмноження грибів відбувається частинами міцелію або брунькуванням. Потрапивши у сприятливі умови, частини міцелію розростаються в нові особини. Цей спосіб властивий для всіх грибів. Брунькування характерне для дріжджів. Спочатку на клітині з'являється невелика бруньочка, потім у нього переходить одне з ядер, які утворюються при мітозі, і виріст перетворюється у самостійну клітину.

Безстатеве розмноження відбувається за допомогою спор або зооспор (у водних). Спори утворюються всередині одноклітинних спорангіїв. В одному спорангію може бути до 10000 спор. При розкритті спорангія спори висипаються і потоки повітря переносять їх на великі відстані. Спора, потрапивши в сприятливі умови, проростає і формує новий міцелій.

У наслідок своєрідних способів статевого процесу (кон'югація) у грибів виникає статеве спороутворення, ці спори проростають і з них формується новий міцелій.

Гриби розмножуються дуже інтенсивно. Одна особина може утворити десятки, тисячі тисяч і мільйони, сотні мільйонів спор. Багато грибів за вегетаційний період здатні декілька утворити поколінь, що розмножуються в геометричній прогресії. В 1г ґрунту можна знайти до 100000 спор.

## **6.3. Різноманітність грибів. Гриби – сапрофіти. Шапкові гриби**

Добре відомі шапкові гриби – підосичники, сиріжки, білі, рижики, масляки. Розростаються і живляться за допомогою гіфів, які оплітають частинки ґрунту і утворюють білу грибницю, на якій виникають органи спороутворення – плодові тіла, що складаються з ніжки та шапки. Плодове тіло – це щільно укладені нитки грибниці. Зовні шапки забарвлені у

відповідний колір. Нижній шар шапки складається з трубчастого міцелію (білий гриб, маслюк, підберезник) їх відносять до трубчастих. У інших міцелій у вигляді пластинок (лисички, рижики, сиріжки) їх відносять до пластинчастих. В трубочках і пластинках шапки дозрівають мільйони мікроскопічних спор. Дозрівши, спори висипаються і разносяться вітром, комахами, слимаками. Шапкові гриби є їстівні і отруйні. Особливо отруйні гриби: біла поганка, мухомор, несправжні лисички. (рис.6.1).

Мікориза. Плодові тіла деяких грибів зустрічаються під певними деревами: підберезники – під березами, підосичники – під осиками. Це явище пояснюється тим, що між кореневою системою і грибницею встановлюється тісний взаємозв'язок – симбіоз, корисний для обох організмів. Нитки грибниці оплітають тонкі кінцівки кореня, проникають всередину і виконують роль корневих волосків, – це і називають мікоризою. Гриби використовують азотовмісні сполуки, які недоступні вищим рослинам. А гриб забезпечує зелені рослини гормонами, вітамінами та ферментами.

У свою чергу зелені рослини синтезують органічні речовини і забезпечують ними гриб. При відмиранні гриба рослина використовує продукти його розкладання. Нормальний розвиток вищих рослин не можливий без мікоризи.



Рис. 6.1. Шапкові гриби:  
а – трубчасті; б – пластинчасті.

Цвілеві гриби розвиваються на рештках їжі, ґрунті, плодах, овочах, викликаючи передчасне гниття. Ці гриби за способом живлення відносяться до сапрофітів. Однією з причин втрати зібраного врожаю є пошкодження плодів, овочів, зерна цвілевими грибами. Широко розповсюдженим цвілевим грибом є мукор, який ще називають білою або головчастою цвіллю. Його міцелій з'являється на хлібові, овочах у вигляді пушки білого кольору. Нитки грибниці мубору не поділені на окремі клітини. Розмножується мукор вегетативно – частинами грибниці або спорами. Деякі нитки грибниці піднімаються догори і на їх верхівці розвиваються чорні круглі спорангії, в яких дозрівають спори. При дозріванні спор оболонка спорангія лопає і спори потоками повітря переносяться на великі відстані. За сприятливих умов вони проростають у грибницю, у якої відсутній хлорофіл, і тому гриб живиться готовими органічними речовинами.

У природі широко розповсюджений гриб пеніцил, грибниця якого має сизо – зелений колір і складається з розгалужених ниток, які розділені перегородками на окремі клітини, а його спори розміщуються в китичках ниток на верхівці грибниці. Цей гриб має антибіотичні властивості пеніциліну, який використовують при лікуванні запальних процесів. (рис.6.2).

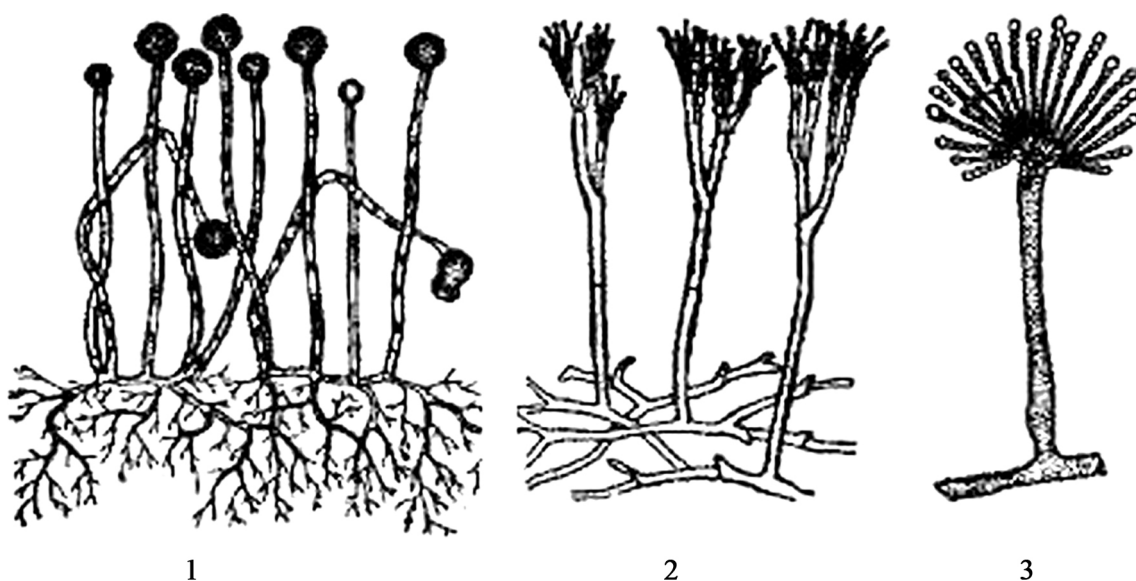


Рис. 6.2. Цвілеві гриби:  
1 – мукор; 2 – пеніцил; 3 – аспергіл.



Дріжджі. Це особлива група сапрофітних грибів. Їх тіло складається з круглих або овальних клітин. Вони живуть в живильних середовищах, багатих цукром. Розмноження відбувається шляхом брунькування. Спочатку на дорослій клітині з'являється невеличка опуклість, яка швидко збільшується і перетворюється у самостійну клітину, але не відділяється від материнської. Брунькоподібні клітини дріжджів схожі на розгалужені ланцюжки. Дріжджі мають велике практичне значення, тому що у процесі своєї життєдіяльності здатні розкладати цукор до спиртів і вуглекислого газу (спиртове бродіння). Тому їх використовують у виробництві хліба, спирту, пива.

Гриби – паразити поселяються на рослинах, живляться органічними речовинами клітин рослини-хазяїна і пригнічують її ріст. Гриби паразити наносять великої шкоди сільському господарству, знижуючи врожайність сільськогосподарських культур. Відомо біля 10000 видів грибів-паразитів. Широко розповсюджені гриби – ріжки та сажка. Вони вражають пшеницю, овес, жито, кукурудзу та інші злакові культури. При збиранні врожаю спори гриба потрапляють на здорові зерна злаків і зберігаються до посіву. Весною разом з насінням потрапляють у землю, проростають і утворюють грибницю. Грибниця, проникаючи у проростки злаків, розвивається в середині стебла і живиться соками рослини. До моменту цвітіння злаків грибниця сажки досягає колоса та інтенсивно розростаючись, руйнує зернівку розпадається на безліч спор. Це призводить до втрати врожаю. Для боротьби з сажкою використовують слабкий розчин формаліну. На злакових культурах часто паразитує гриб ріжки. Фітофтора вражає картоплю. Плоди яблуні та груші вражає плодова гниль, ягоди смородини – борошниста роса. Усі грибкові захворювання рослин розповсюджуються дуже швидко, тому що спори грибів переносяться з хворих рослин на здорові вітром, комахами.

Лісовому господарству шкоди наносять гриби трутовики, спори яких потрапляючи в рани на корі дерев, проростають у грибницю, яка розповсюджується по деревині і руйнує її. Через декілька років після ураження на дереві з'являються тверді плодові тіла трутовика мільйонами спор. Досить часто тіла розташовуються на стовбурах дерев одне над одним у вигляді

поличок. У більшості грибів-трутовиків плодове тіло багаторічне, яке постійно збільшується у розмірах. Уражені трутовиками стовбури дерева стають трухлявими, утворюються дупла і вони втрачаються міцність. Після того як грибниця гриба проникає в деревину, зупинити її ріст неможливо і уражені дерева гинуть. Щоб попередити зараження трутовиком, потрібно охороняти від пошкоджень кору, а плодове тіла спалювати. Біля тисячі видів грибів є паразитами тварин і людини і викликають різні захворювання шкіри і її похідних – нігтів та волосся. (рис.6.3).

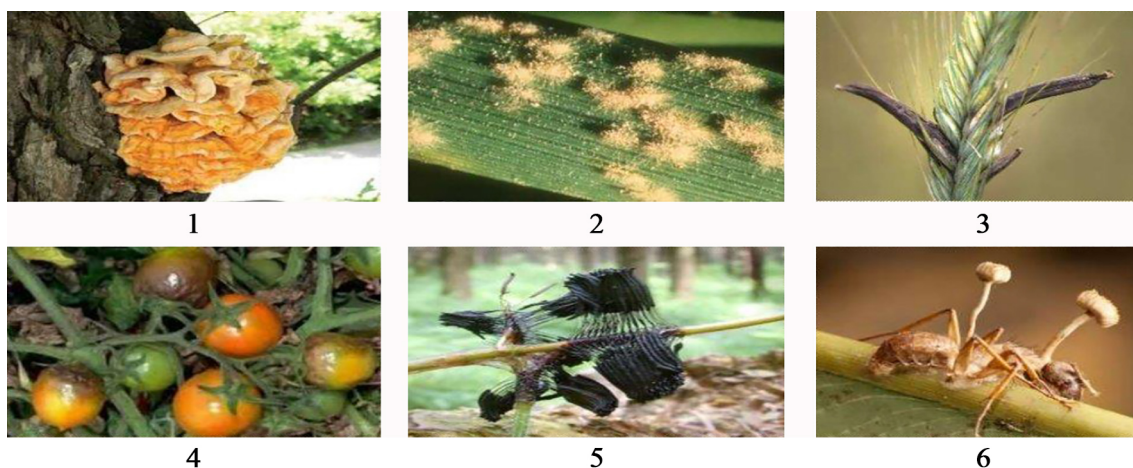


Рис. 6.3. Гриби – паразити:

1 – гриб-трутовик; 2 – борошниста роса; 3 – ріжки; 4 – фітофтора; 5 – гриб-слизівик; 6 – гриб-паразит комах.

#### 6.4. Роль грибів у природі і значення їх для людини

Гриби відіграють важливу роль у загальному кругообігу речовин у природі. Як гетеротрофні організми гриби за допомогою ферментів розкладають складні органічні речовини: роблять їх доступними для автотрофних рослин. Важливу роль відіграють гриби у розкладанні рослинних решток, що містять целюлозу і пектин. Живучи у ґрунті, підвищують його плідність. Знищуючи і мінералізуючи залишки відмерлих рослин і тварин, гриби є санітарами середовища. Гриби широко використовують в різних галузях господарства. Плодове тіла їстівних грибів містять корисні речовини: ферменти, вітаміни та екстрактні вітаміни. Дріжджі використовують в хлібопеченні, виноробстві.

Цвілеві гриби, такі як пеніцил, є важливим джерелом антибіотиків, які використовують у медицині. Гіберелін, отримують з гриба фузариуму, використовують в сільському господарстві як стимулятор росту рослин, прискорення їх цвітіння і плодоносіння. Негативне значення грибів у природі – паразитичний вплив на сільськогосподарську рослинну продукцію. Гниття овочів, фруктів, зерна сапрофітними пліснявими грибами призводить до зниження врожаю. Велику шкоду наносять деревам гриби трутовики, руйнуючи стовбури дерев. Гриби паразити викликають захворювання людини і тварин (мікози, лишай).

### **6.5. Екологія грибів**

*Гриби* – найдавніші гетеротрофні організми, які займають особливе місце в системі живої природи. Вони є як мікроскопічними, так і можуть досягати декількох метрів. Місцем поселення є рослини, тварини і людина. Їх значення в біогеоценозах і агроценозах є важливим. У ланках живлення гриби є редуцентами, які живляться мертвими органічними рештками, перетворюючи їх до простих неорганічних сполук. В той же час вони викликають хвороби рослин, тому щорічно втрачається велика частина врожаю при зберіганні і заготовці продуктів. Гриби є паразитами людини і тварин, здатні викликати дерматози, хвороби волосся, нігтів, дихальних шляхів, ротової порожнини. Вони є причиною важких харчових отруєнь. Такі гриби, як трутовик і опеньок, руйнують деревину, а домовий гриб опори шахт, штолень, перекриття будинків, складів. Позитивне значення грибів у природі: вони є їжею і ліками для тварин, утворюють грибокорець, допомагають рослинам всмоктувати воду, є компонентом лишайників, створюють середовище для життя водоростей.

### **Запитання для самоконтролю**

1. До яких організмів за способом живлення відносять гриби?
2. Яка будова клітини грибів?
3. Які ознаки тварин притаманні грибам?

4. Які гриби мають тіло з однієї клітини, грибницю без плодового тіла і з плодовим тілом?
5. Місце утворення спор у різних грибів.
6. Опишіть вегетативне розмноження грибів.
7. Як відбувається безстатеве розмноження грибів?
8. Чому дріжджі називають цукровими грибами?
9. Як відбувається поділ дріжджів?
10. Назвіть ознаки подібності та відмінності між мукором та пеніцилом?
11. Який гриб є джерелом антибіотиків?
12. Що таке грибокороїнь, значення мікоризи?
13. Поясніть на прикладах значення трутовика і опенька у лісогосподарстві?
14. Який збиток сільському господарству наносять гриби – паразити?
15. Які ознаки пристосування до розмноження у грибів-паразитів?
16. Опишіть методи боротьби з грибами паразитами.

### Тестові завдання

1. Яка будова клітини гриба
  - а. ядро
  - б. цитоплазма
  - в. хлоропласти
  - г. хроматофори
  - д. мітохондрії
2. Які типи будови тіла гриба
  - а. одноклітинне
  - б. неклітинне
  - в. багатоклітинне
  - г. нитчасте
3. Як способи живлення грибів
  - а. паразитичний
  - б. фототрофний
  - в. хемотрофний
  - г. сапротрофний
4. До якої групи грибів відноситься пеніцил
  - а. їстівні
  - б. ядовиті
  - в. плісняві
  - г. паразити
5. Яке плодове тіло у грибів лисичок
  - а. грибниця
  - б. шапка і ніжка
  - в. одна клітина

6. У яких грибів пластинчаста шапка
- а. дріжджі
  - б. трутовик
  - в. сиріжки
  - г. пеніцил
7. Які гриби живуть у симбіозі
- а. дріжджі
  - б. сажка
  - в. трутовик
  - г. підберезник
8. Де утворюються спори гриба – паразита головної
- а. на листках
  - б. на суцвіттях
  - в. плодовому тілі
  - г. коренях
9. Методи боротьби з грибами паразитами
- а. хімічна
  - б. селекційна
  - в. обеззараження насіння
  - г. видалення бур'янів
10. Шкода грибів паразитів
- а. зменшення врожаю
  - б. отруйність
  - в. погане збереження
  - г. висока організація

### **6.6. Відділ лишайники. Загальна характеристика**

*Лишайники* – це унікальні симбіотичні організми, тіло яких складається з водорості та гриба. В природі їх нараховується 20000 видів. Їх особливості будови були досліджені німецьким вченим С. Шведенером у середині 19 ст. Тіло лишайника – *слань* – складається з переплетених багатоклітинних ниток грибниці, між якими розташовані одноклітинні, колоніальні, нитчасті зелені водорості або цинії. В такому симбіотичному організмові гриб захищає водорість від висихання, механічного, термічного та хімічного впливу. Саме гриб поглинає з навколишнього середовища розчин мінеральних речовин. А

від водорості гриб отримує синтезовані органічні речовини та вітаміни групи В. Симбіоз гриба і водорості у складі єдиного організму – лишайника – не є гармонійним, це є помірний паразитизм гриба на водорості. Гриб здатен формувати присоски, які проникають в клітини водорості і живиться їх вмістом. Наслідком співжиття гриба і водорості створився організм, який має нові біологічні властивості. Це забезпечує йому можливість жити в несприятливих умовах: голих скалах, стінах, безплідних ґрунтах. Найбільше лишайників у тундрі – арктичній і високогірній, багато їх у тайзі, зустрічаються у пустелях. У соснових борах вони вологим килимом встеляють ґрунт, ростуть на стовбурах дерев і звисають з гілок.

### **6.7. Будова і розмноження**

Розрізняють три види талому лишайників. У накипних або кіркових, до них відноситься 80% видів, тіло яких має вигляд шкірочок або накипу, яке тісно пов'язане з субстратом всією поверхнею і не відділяється від нього. У листоватих менш щільна слань, зовні нагадує листя рослин, які прикріплюється до субстрату пучкам ниток грибниці. Ці лишайники розростаються на камінні та стовбурах дерев. Лишайники, які представляють собою розгалужені рожеві, сірі і білі кущики, або нитки отримали назву кущисті.

Різноманітність лишайників пов'язана з тим, що в їх тілі синтезуються і накопичуються полісахариди та різні кислоти. Фотосинтез водоростей у таломі лишайника малопродуктивний і тому лишайники ростуть повільно. Листові та кущисті за рік виростають на 1 – 3 мм, а накипні збільшуються у діаметрі на 1 – 8 см. Живуть дуже довго, чим і забезпечується їх кормова цінність. Воду лишайники здатні поглинати з субстрату і всім таломом з повітря. Тому лишайники найбільш розповсюджені у туманних високогірних та приполярних широтах. Ці організми здатні зберігати життя при повній втраті води, набухаючи, відновлюють життєдіяльність після дощу. Вони потребують багато світла, яке потрібно водорості для процесу фотосинтезу.

Лишайники не вимогливі до субстрату, тому можуть поглинати мінеральні речовини з опадів і атмосферного пилу, і є індикаторами чистоти повітря. Тому вони не ростуть в місцях, де повітря забруднено димом, сажею, сірчанним газом. Як єдиний організм лишайник розмножується вегетативно. Час від часу на поверхні слані або у середині лишайника виникають багаточисленні відокремлені утворення з гіфів гриба і декількох клітин водорості. Відшаровуючись від слані, вони розносяться вітром і дощовими потоками, потрапляючи в сприятливі умови, розвиваються в нові особини. Водорості і гриби, які входять до складу лишайника, здатні розмножуватись самостійно: гриб – спорами, а водорість – поділом клітин або спорами. Нитки гриба, які виростили зі спор, обплітають відповідну водорість, якщо та попадається на їх шляху, і таким чином формується лишайник. При відсутності водорості гриб гине, а водорість може жити самостійно. (рис.6.4).

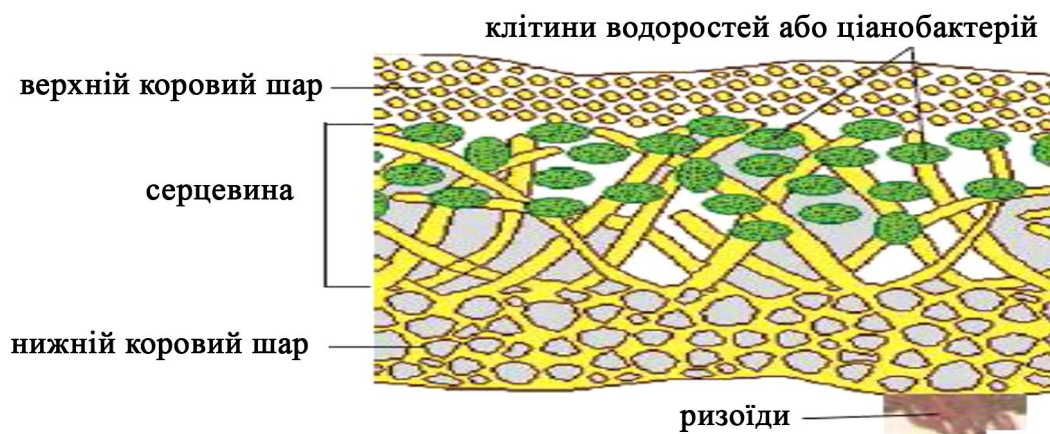


Рис. 6.4. Будова лишайника.

## 6.8. Роль у природі і практичне використання

Розселяючись на безплідних гірських породах, лишайники викликають їх вивітрювання. Їх виділення розчиняють не тільки вапнякові, але й кремнеземні сполуки. У тріщинах і заглибинах розрихленої породи затримуються пилові частинки, де накопичується гумус. Тут першими з'являються накипні лишайники, які витісняються більш великими лисуватими і кущистими, готують ґрунт для мохів, трав і мілких чагарників. Лишайниковий покрив

тундри заважає прогріванню ґрунту, чим підтримують існування «вічної мерзлоти». Велике економічне значення мають види лишайників – ягеля. Серед них оленячий лишайник. Він має куцисту форму, у великій кількості заселяє тундру і є головним кормом для південних оленів. Олені відчують запах лишайника під снігом і можуть добувати його з глибини. Лишайники використовують в медицині для отримання відварів, у хімічній промисловості – для виготовлення лакмусу, парфумерній – для виготовлення парфум. Поселяючись на деревах, лишайники не є паразитами, але слугують місцем життя шкідливих комах і порушують газообмін дерев. Тому стовбури дерев необхідно від них очищати.

### Запитання для самоконтролю

1. Які організми утворюють тіло лишайника?
2. Які є форми тіла у лишайників?
3. Роль гриба і водорості у складі лишайника.
4. Чи може порушитись симбіоз у лишайника?
5. Яке значення лишайників у природі?
6. Назвіть обмежуючий фактор в розселенні лишайників?

### Тестові завдання

1. Яка будова тіла лишайника
  - а. зелені водорості
  - б. синьо-зелені
  - в. гриби паразити
  - г. гриби сапрофіти
2. Що отримує гриб у симбіозі від водорості
  - а. воду
  - б. вуглеводи
  - в. повітря
  - г. мінеральні солі
3. Що отримує водорість у симбіозі від гриба
  - а. воду
  - б. вуглеводи
  - в. повітря
  - г. мінеральні солі



4. Чому лишайники називають першими
- а. найдавніші
  - б. перші поселяються
  - в. перші гинуть
5. Будова слані лишайників
- а. накипні
  - б. кущисті
  - в. листові
  - г. колоніальні
5. Який спосіб розмноження у лишайників
- а. вегетативний
  - б. статевий
  - в. безстатевий
6. У яких грибів пластинчаста шапка
- а. дріжджі
  - б. трутовик
  - в. сиріжки
  - г. пеніцил
7. Який приріст лишайника за літо
- а. 1 см
  - б. 5 см
  - в. 10 см
  - г. 50 см
8. Мета використання лишайника
- а. їжа людини
  - б. корм тварин
  - в. ефірні масла
  - г. лакмусовий папір
9. Чи є лишайники індикаторами середовища
- а. очищають повітря
  - б. ростуть в не загазованому повітрі

## 7. ЦАРСТВО РОСЛИНИ. НИЖЧІ РОСЛИНИ. ПІДЦАРСТВО СПРАВЖНІ ВОДРОСТІ

### 7.1. Загальна характеристика

Нижчі і вищі рослини схожі спільністю походження, але у процесі еволюції їх розвиток проходив паралельно в обох групах.

Нижчі рослини – ростуть в різних умовах суходолу, воді по всій Земній кулі і відіграють велике значення в загальному кругообігу речовин. Будова нижчих рослин має ряд ознак: тіло не почленовано на тканини і органи, а представляє собою талом або слань. Органи статевого і безстатевого розмноження одноклітинні.

Царство рослини представлено організмами, клітини яких вкриті щільною клітинною стінкою (целюлозою) і здатні до фотосинтезу. Рослини цього царства поділяються на три півцарства: багрянки, справжні водорості та вищі рослини. Тіло багрянок і справжніх водоростей не поділено на тканини і органи, тому вони є нижчими. Всі інші рослини вищі, які характеризуються поділом на тканини і органи. Ці рослини пристосовані до життя у наземно – повітряному середовищі.

*Водорості* – це нижчі автотрофні організми, у тілі яких міститься хлорофіл і живуть переважно у прісній і солоній воді, а також зустрічаються на вологих ґрунтах та на тілі тварин. На землі їх нараховують 40000 видів, які об'єднуються у відділи: Зелені, Діатомові, Бурі та Червоні.

Водорості – найдавніша група рослинного світу. Виникли вони сотні мільйонів років, тому пройшли складний і довготривалий шлях розвитку. Але, завдячуючи водному способу життя, їх нащадки не зазнали змін. З цієї ж причини водорості не дуже відрізняються за своєю організацією. Їх розміри варіюють від мікроскопічних до гігантських (60 м). Водорості поділяються на одноклітинні (хлорела, хламідомонада), нитчасті (улотрикс та спірогіра), колоніальні (вольвокс) та багатоклітинні (ламінарія). Серед одноклітинних і

колоніальних водоростей є рухомі з джгутиками і нерухомі. Тіло багатоклітинних водоростей може бути примітивної будови – нитчасті (улотрикс, спірогіра) або складно збудовані (ламінарія). Характерною особливістю клітин водоростей є наявність хроматофорів, в яких відбувається фотосинтез. Форма хроматофорів досить різноманітна: чашоподібна, сітчаста, листоподібна, зерниста. Еволюція хроматофорів йшла від примітивних зелених пластинок, які займають зовнішній шар цитоплазми, через окремі спіральні закручені стрічки з мілкими пластинками, а потім зернисті, подібні за формою з хлоропластами вищих рослин. Прогресивний розвиток хромопластів супроводжується збільшенням сумарної поверхні без збільшення об'єму тіла. (рис.7.1).



Рис. 7.1. Будова хламідомонади.

Колір тіла залежить від кількості і різноманіття пігментів. Крім хлоропластів і каротиноїдів, що присутні у всіх водоростей, можуть бути додаткові пігменти: бурі, сині, червоні. Набір додаткових пігментів збільшується в залежності від глибини існування. Товща води поглинає жовто-червоні промені, пропускаючи синьо-зелені, які можуть бути використані лише за допомогою червоно-бурих пігментів. Тому ближче до поверхні живуть зелені водорості, глибше – бурі та червоні. Будова ядра і цитоплазми клітин більшості водоростей подібна будові вищих рослин. Клітинна стінка містить пектин і целюлозу і може містити кремнезем та вапняк, тому водорості

стають твердими. Всі речовини, які необхідні для харчування (вуглекислий газ та мінеральні речовини) і дихання (кисень), водорості поглинають з води.

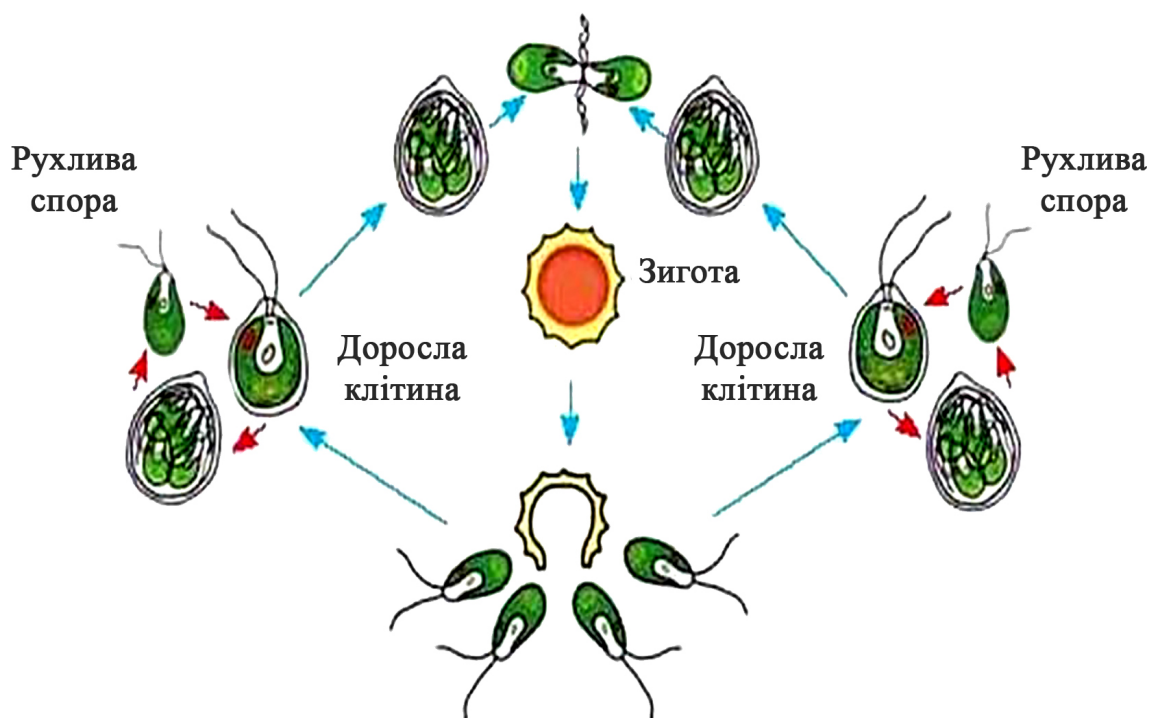


Рис. 7.2. Розмноження одноклітинних водоростей.

Розмножуються водорості: вегетативно, безстатево та статеве. При *вегетативному розмноженні* нові особини виникають з частин нитчастого тіла (улотрикс, спірогира), кусків слані (бурі та червоні), розпаду колоній (вольвокс), поділом клітини (хламідомонада, хлорела). При *безстатевому розмноженні* вміст однієї клітини багато разів ділиться і утворюється велика кількість одноклітинних диплоїдних зооспор у хлорели – вісім, таким способом водорості розмножуються в теплу пору року. *Статеве* розмноження водорості відбувається при злитті статевих гаплоїдних клітин гамет, внаслідок злиття яких утворюється зигота, яка перетворюється у молоду водорість. Є такі види злиття статевих клітин: *ізогамія* – це злиття однакових за розмірами гамет (улотрикс, хламідомонада), *оогамія* – це злиття гамет, що мають різні розміри – яйцеклітина велика і нерухома, сперматозоїд малий і рухомий і має джгутик. Зигота, яка утворилась, вкривається товстою клітинною стінкою, накопичує запасні поживні речовини і в такому стані легко переносить

несприятливі умови. Зигота багаторазово ділиться, утворюючи зооспори, які дають початок новим особинам. (рис.7.2).

## **7.2. Значення водоростей в природі і житті людини**

Переважає більшість водоростей живуть у прісних водоймах (річки, озера, калюжі) та солоних (моря та океани). Планктонні водорості вільно живуть у товщі води; бентос прикріплюється до дна водоймища, або просто лежать на ньому. Планктонні водорості не здатні до активного пересування і тому мають ряд пристосувань, які дозволяють їм плавати в товщі води за рахунок зменшення їх щільності (відкладення масел, наявність газових вакуоль) і підвищення тертя об воду, яке досягається своєрідною будовою форми клітин з тонкими голкоподібними виростами і довгими шипами, що збільшують поверхню, виконують роль парашутів.

Однією з основних умов існування водоростей у природі є світло. Їх масовий розвиток спостерігається на глибині 30 метрів. Водорості, що живуть глибше, мають спеціальні пристосування до зміни освітлення (набір додаткових пігментів), або є тіншовитривалими. Бурі та червоні водорості зустрічаються на глибині 100-200 метрів. Температурні межі розповсюдження водоростей у воді дуже широкі. У природі нараховують біля 70 видів «сніжних» водоростей, що живуть на полярних і високогірних льодовиках і мають червоне, зелене, буре забарвлення. Вміст мінеральних солей у воді визначає морську і прісноводну флору водоростей, які майже не мають спільних видів. Особливу екологічну групу представляють наземні водорості, що живуть переважно у ґрунті, і беруть активну участь у ґрунтоутворенні.

Поверхня води займає дві третини земної кулі і на цьому великому просторі водорості є початковою і основною ланкою всіх трофічних зв'язків, що забезпечують тварин їжею і киснем. Біомаса водоростей дуже велика. Наприклад, водорості бентосу наших південних морів в перерахунку на суху масу утворюють біомасу в середньому 10 тонн на гектар. Середня продуктивність планктону досягає 1-2 тонни сирової речовини на 1 га. Велика

біомаса водоростей є джерелом органічної речовини, але мало використовується людиною. Спеціальні дослідження проводились над хлорелою, яка має високий енергетичний ріст і розмноження: 1 куб. см. води може бути від 1 до 40 млн. клітин. За добу маса цієї водорості збільшиться у 7-12 разів, вона використовує не менше 7% сонячної енергії, тоді як наземні рослини – тільки 2%. Вміст білків досягає у хлорели 50% від сухої маси, а в її клітинах накопичуються масла, вітаміни В, С і К.

Багато червоних і бурих водоростей, якими багаті південні моря, йдуть на корм тваринам, а деякі види ламінарій і порфіри – використовує людина. В багатьох приморських країнах морські водорості використовують для удобрення полів, з золи водоростей добувають йод. З бурих водоростей отримують альгінат натрію для використання в хімічній та харчовій промисловості. З червоних водоростей отримують агар-агар – желеподібну речовину, яку використовують для культивування бактерій та виготовлення мармеладу, різних видів губної помади. Інтенсивний розвиток водоростей (цвітіння води) викликають забруднення води. Планктонні водорості при вмісті в 1 мм<sup>3</sup> води сотень і мільйонів особин забруднюють водогони і надають воді неприємний смак і запах.

Підцарство Багрянки. Рослини цього півцарства є багатоклітинними організмами, тіло яких представлено таломом. У природі їх нараховують біля 4000 видів, серед яких найбільш відомі порфіра, кароліна, немаліон. Їх колір залежить від вмісту в них хлорофілу, каротиноїдів, червоних фікоеритринів, синіх фікоціанинів і інших пігментів. Живуть на великих глибинах морів та океанів, їх називають червоними водоростями і їх багато у Червоному морі. Розмножуються статевим і нестатевим шляхом з чергуванням статевого і нестатевого покоління.

### ***Підцарство справжні водорості***

Справжні водорості є рослинами, тіло яких представлено таломом. Їх нараховують 30000 видів. Серед них є одноклітинні та багатоклітинні. Живуть у прісних водоймах та морях і в ґрунтах. Відділ зелені водорості

представлений рухомими і нерухомими одноклітинними і багатоклітинними організмами. Їх нараховують 13000 видів. Яскравими представниками є хламідомонада, хлорела, вольвокс. (рис.7.3).



Рис. 7.3. Різноманітність водоростей.

Відділ діатомові водорості представлені багатоклітинними організмами, іноді колоніальними формами. Відомо 5700 видів. Їм властива чітка диференціація тіла на цитоплазму і ядро. Клітинна стінка має вигляд кремнеземового панцира. Живуть у прісних водоймах, морях і океанах і входять до складу фітопланктону. (рис.7.3).

Відділ бурі водорості. Ці водорості є багатоклітинними організмами. Кожна клітина має лише одне ядро. За розмірами вони довгі і можуть досягати декілька десятків метрів. Відомо біля 900 видів. Є мешканцями морів і океанів. (рис.7.3).

### 7.3. Екологія водоростей

Це найдавніша група організмів на Землі, які живуть у воді, у ґрунті, на корі дерев, а також утворюють симбіотичний організм – *лишайник*. Вони початковою ланкою в ланцюгах живлення і є їжею для тварин, починаючи від

найпростіших і до ссавців. Окрім цього, водорості в процесі фотосинтезу виділяють у воду кисень, забезпечуючи тварин можливістю дихати у воді. У заростях водоростей живуть безхребетні тварини, риби та земноводні. Для функціонування біоценозу всі процеси повинні бути у рівновазі – рослинні та тваринні ресурси. Для підтримання цієї рівноваги необхідно, щоб водойми були екологічно чистими – не забруднені токсичними, хімічними та іншими забруднювачами, які призводять до різкого скорочення кількості кисню, підвищенню кислотності, збільшенню кількості гнилісних хвороботворних бактерій, тому що ці процеси призводять до масової загибелі рослин і тварин, хвороб людини і появи на Землі мертвих та забруднених водних ресурсів.

### **Запитання для самоконтролю**

1. До яких організмів по типу будови тіла та способу живлення відносять водорості?
2. У яких нижчих рослин відбувається фотосинтез і у яких органелах клітини він відбувається?
3. Як залежить забарвлення водоростей від глибини існування?
4. Яка роль водоростей в екосистемах?
5. Яке еволюційне значення мала поява водоростей на Землі?
6. Яка будова одноклітинних і нитчастих зелених водоростей?
7. Опишіть способи розмноження одноклітинних та нитчастих водоростей.
8. Які водорості є планктонними, а які бентосом?
9. Які водорості відносяться до діатомових, червоних і бурих і яка їх будова та значення.
10. Яке значення водоростей в еволюційних процесах?
11. Чим можна пояснити збереження та розквіт водоростей на сучасному етапі?

### **Тестові завдання**

1. Який спосіб живлення водоростей
  - а. хемотрофний
  - б. фототрофний
  - в. гетеротрофний
  - г. сапротрофний
2. Яка будова тіла водоростей
  - а. ядро
  - б. цитоплазма
  - в. хроматофори



- г. мітохондрії
3. Чим викликана різноманітність кольору водоростей
- а. фотосинтез
  - б. приваблення тварин
  - в. маскування
  - г. особливості розмноження
4. Які органели клітин водоростей містять хлорофіл
- а. ядро
  - б. цитоплазму
  - в. мітохондрії
  - г. хроматофори
5. Типи будови водоростей
- а. колоніальний
  - б. одноклітинний
  - в. багатоклітинний
  - г. слань
6. Що таке слань?
- а. тіло поділене на тканини і органи
  - б. тіло не поділене на тканини і органи
  - в. безструктурне
7. Способи розмноження водоростей
- а. вегетативне
  - б. статеве
  - в. безстатеве
8. Якій водорості властиві перераховані ознаки?
- а. не мають джгутиків
  - б. одноклітинні
  - в. живуть у воді
  - г. кормове значення

## 8. ПІДЦАРСТВО ВИЩІ РОСЛИНИ. ВІДДІЛ ВИЩІ РОСЛИНИ. ВІДДІЛИ МОХОПОДІБНІ. ПЛАУНОПОДІБНІ. ХВОЩЕПОДІБНІ. ПАПОРОТЕПОДІБНІ

### 8.1. Загальна характеристика вищих спорових рослин

Розвиток вищих рослин пов'язаний з виходом їх на суходіл. Замість однорідного водного середовища рослини перейшли до наземного способу життя, у більш складні умови існування. У зв'язку з цим у них сформувались вегетативні органи: корені – органи прикріплення до ґрунту та водно - мінерального живлення, листки – орган фотосинтезу, стебла – транспорту речовин. Диференціація тіла на органи призвела до ускладнення їх внутрішньої будови – виникли тканини: *провідні* (для швидкого пересування розчину мінеральних і органічних речовин); *механічні* (виконують функцію внутрішнього скелету); *покровні* (захищають рослину від втрати води, механічних та температурних впливів). Відбулась еволюція органів розмноження та пристосування до наземного середовища. Одноклітинні рослини стають багатоклітинними і їх стінки надійно захищають спори та гамети. Для всіх вищих рослин властиво чергування в життєвому циклі *статевого* і *нестатевого* способів розмноження і пов'язане з цим чергування поколінь: *безстатевого* – диплоїдного спорофіта і статевого гаплоїдного гаметофіту. (рис.8.1).

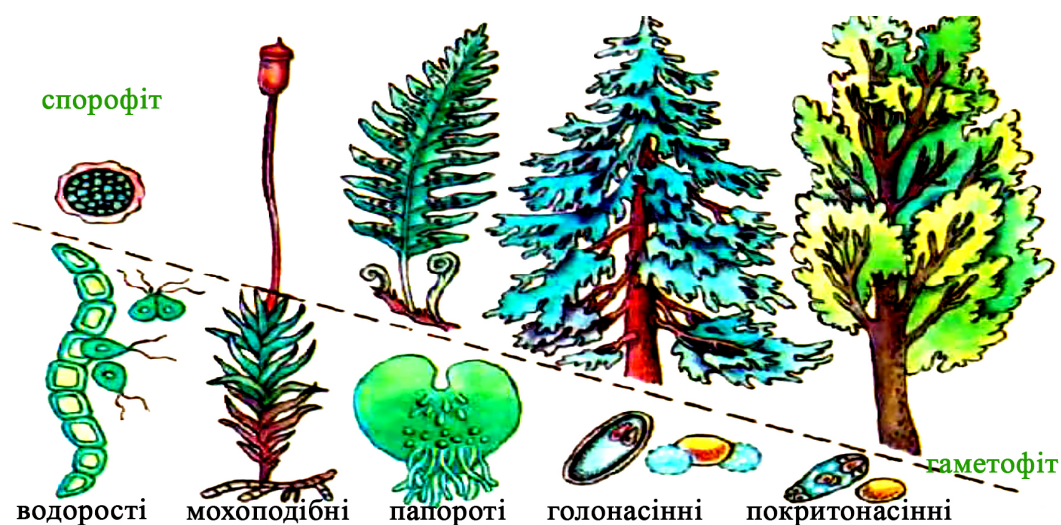


Рис. 8.1. Чергування поколінь.

*Спорофіт* – рослина, на якій утворюються спори. На спорофіті в органах безстатевого розмноження – спорангіях після мейотичного поділу формуються гаплоїдні спори, з яких виростає гаметофіт. *Гаметофіт* – рослина, на якій утворюються гамети. Вони розвиваються в спеціальних багатоклітинних органах статевого розмноження: яйцеклітини – в архегоніях, а сперматозоїди в мішкоподібних антеридіях. Гаметофіт може бути двостатевим і нести чоловічі антеридії і жіночі архегонії - статеві органи, або одностатевим – чоловічим або жіночим. Внаслідок запліднення яйцеклітини спермієм утворюється зигота, з якої утворюється спорофіт. Чим нижче рівень розвитку, тим більше статевий процес залежить від наявності води, яка необхідна для пересування сперматозоїдів (мохи, плауни, хвощі, папороті). (рис.8.2).

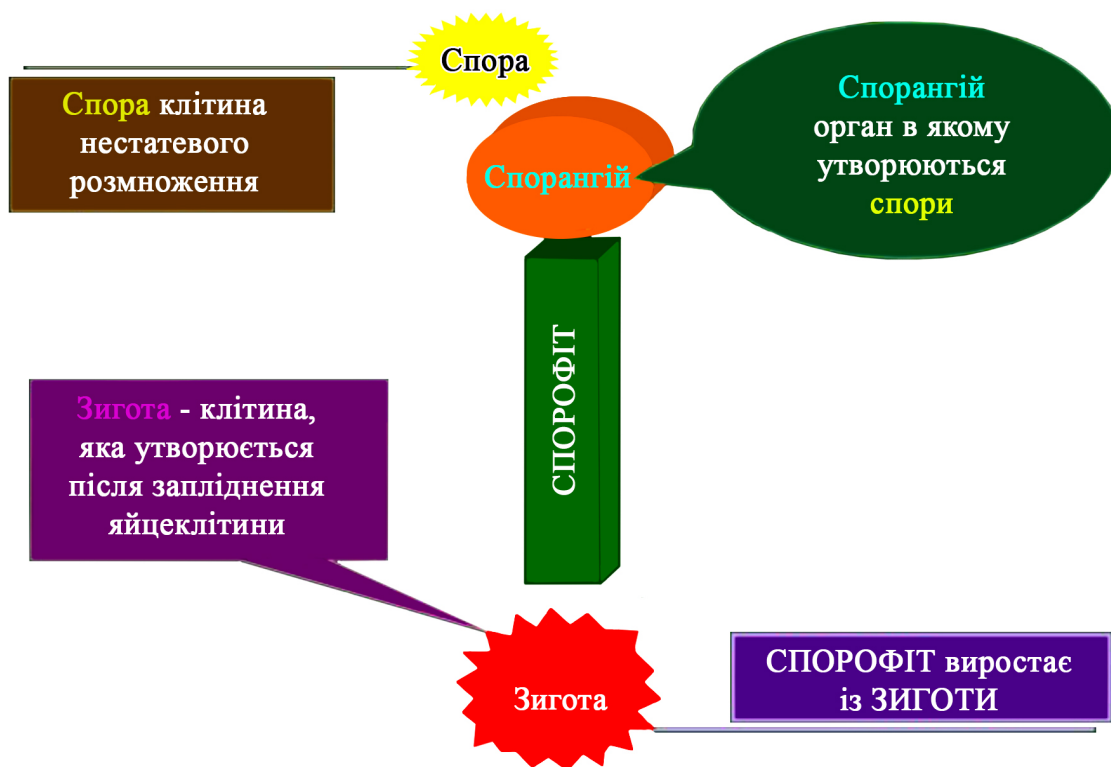


Рис.8.2. Цикл розвитку спорофіту.

Розвиток *безстатевого покоління* – спорофіту – починається з проростання диплоїдної зиготи, розвитку *статевого покоління* – гаметофіту – з гаплоїдної спори. Співвідношення поколінь може бути різним: з переважанням гаметофіту (мохи) або спорофіту (вищі рослини). Під час еволюції вищих

рослин характерною ознакою є тенденція до ускладнення спорофіту при одночасній редукції гаметофіту. В умовах суходолу диплоїдний спорофіт, що має складну зовнішню і внутрішню будову, є більш життєздатним ніж гаметофіт.

Одні вищі рослини (мохи плауни, хвощі, папороті) розповсюджуються за допомогою спор – їх називають споровими; інші (голонасінні і покритонасінні) – за допомогою насіння. Поява архегонію в жіночому гаметофіті у мохоподібних, папоротеподібних і голонасінних дало можливість назвати їх архегональними. Але покритонасінні (квіткові) – до них не належать, тому що у них відбулась редукція архегонію.(рис.8.3).



Рис. 8.3. Цикл розвитку гаметофіту.

## 8.2. Відділ мохоподібні. Загальна характеристика

*Мохи* – організовані трав’янисті рослини, що мають просту будову. Розповсюджені в основному в помірних і холодних кліматичних умовах, зоні тундри і лісів. Від інших вищих рослин вони різко відрізняються переважанням в циклі розвитку гаметофіту. Їхнє тіло поділено на органи:

стебло і листки, але у зв'язку з життям у воді коренів не має, їх роль виконують ризоїди. Ризоїди – це одноклітинні та багатоклітинні волоски, вирости зовнішнього шару клітин стебла. Вони виконують функцію кореня, поглинають воду і мінеральні речовини з ґрунту і являється органом закріплення у ґрунті. Від коренів відрізняються будовою і складаються з однакових клітин, не мають провідної тканини. Маючи таку будову, ризоїди не забезпечують ґрунтове живлення.

Спорофіт самостійно не може існувати і завжди живе за рахунок гаметофіту на якому росте, отримуючи з нього воду і поживні речовини. Спорофіт складається з коробочки (де розвивається спорангій) на ніжці, яка зв'язує її з гаметофітом. Переважання галоїдного багаторічного самостійно існуючого гаметофіту над диплоїдним однолітнім паразитуючим на ньому спорофітом. Мохоподібні – давня група організмів, пов'язана своїм походженням з водоростями, залишки яких знайдені у карбоні. В природі вони представлені зеленими та сфагновими мохами.

*Зелені мохи.* У вологих лісах під кронами ялин та сосен вони утворюють суцільний зелений килим. Одним з найрозповсюдженішим є зозулин льон. Його прямостоячі коричнево-зелені нерозгалужені пагони висотою 15-20 см густо вкриті жорстким листям. Гаметофіт зозулиного льону – роздільностатева рослина. На верхівці чоловічих особин розвиваються антеридій, оточений червоно-бурими листками, на верхівках жіночих особин – архегоній. Запліднення забезпечується рухомими джгутиковими сперматозоїдами, які використовують воду для активного руху до яйцеклітини, зливаються з нею, утворюють зиготу. Із зиготи на верхівці жіночого гаметофіту виростає спорофіт – це коробочка на ніжці. Коробочка зовні покрита ковпачком – залишком архегонію. Всередині коробочки – спорангій, де після мейотичного поділу утворюються спори. Після дозрівання спор ковпачок, а також кришечка відпаде і спори випадуть через отвір на верхівці коробочки. Спори легко розносяться вітром і у сприятливих умовах з них виросте гаметофіт. (рис.8.4.).

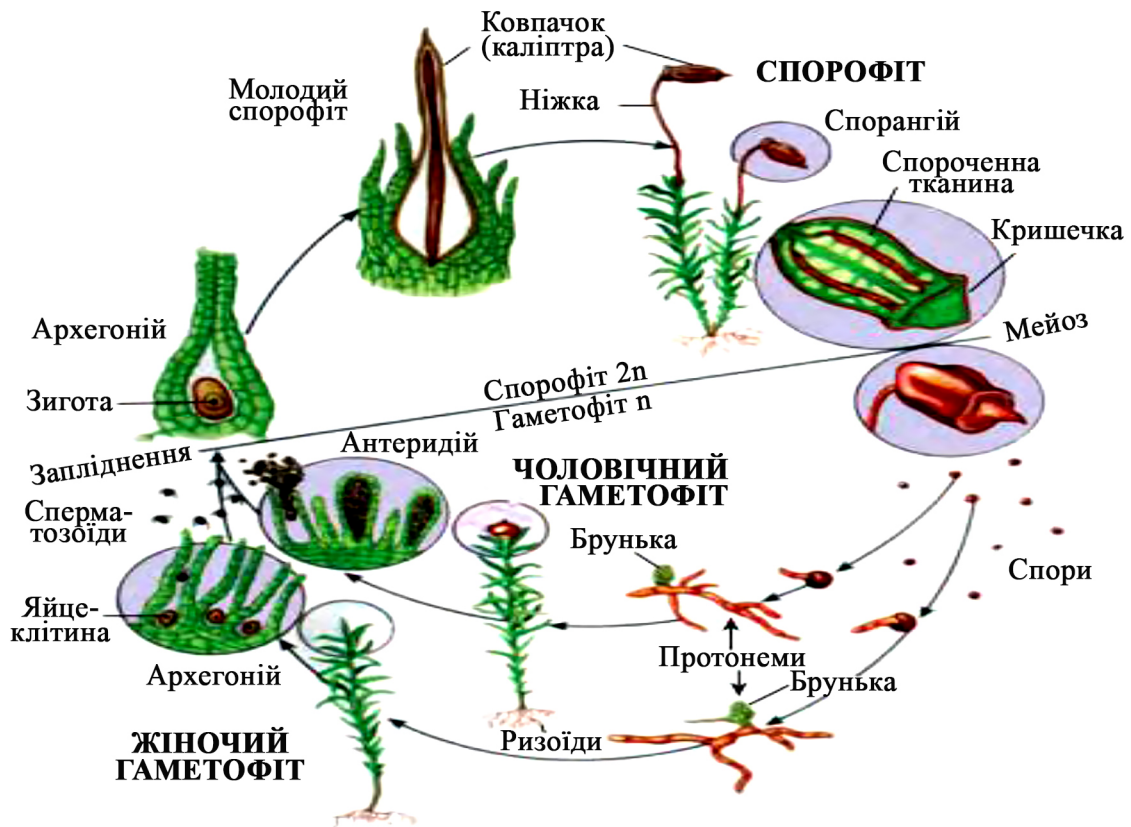


Рис. 8.4. Цикл розвитку мохів.

Сфагнові мохи. На болотах ростуть білі або сфагнові мохи, будова яких має певні особливості. Розгалужені стебла сфагнуму несуть мілкі листочки. Короткі гілочки, скручені на верхівці стебла, довгі звисаючі вздовж нього, утворюють фітіль, по якому піднімається вода. Ризоїди відсутні, тому сфагнум поглинає воду всією поверхнею. Білий колір сухого сфагнуму пов'язаний з тим, що його стебло покрито великими мертвими пустими клітинами, які заповнені повітрям. В листках також є клітини «бочки», які під час дощу поглинають велику кількість води, збільшуючи масу моху у 30 – 40 разів. Тому територія, де мохи поселяючись, перезволожується та поступово стає болотом. Архегонії і антеридії сфагнових мохів розташовуються на бічних гілочках і мають властиву для мохоподібних будову. З заплідненої яйцеклітини розвивається спорофіт. Він складається з шароподібної коробочки і короткої ніжки, в якій формуються спори і дають початок новій рослині. В природі сфагнум густим килимом покриває торф'яне болото. Стебла моху

ростуть верхівками, нижні частини якого поступово відмирають і повільно розкладаються при незначному доступу кисню. В шарах торфу постійно підтримується низька температура, підвищується кислотність, що сповільняє процеси гниття, і тому рослинні рештки довго зберігаються, так утворюється торф. Сфагновий торф накопичується повільно: за 1000 років шар у 1 метр. Торф використовують як паливо. При сухій перегонці торфу отримують віск, парафін, феноли, оцтову кислоту. Використовують торф у якості добрива. Не дивлячись на те, що торф є цінною сировиною, його властивість заболочувати ґрунти негативно впливає на відновлення лісів і полів. (рис.8.3).

### 8.3. Відділ хвощеподібні

*Хвощі* – це багаторічні трави. До нашого часу зберігся тільки один рід – хвощ, представлений 25 трав'янистими видами, які зустрічаються на вологих кислих лісових ґрунтах, полях, луках та болотах. Щороку на зимуючих кореневищах, від яких відходять додаткові корені, утворюють підземні пагони, які нагадують маленькі ялинки. Від головного стебла мутовчасто галузяться бічні пагони. Головне стебло і бічні гілочки поділені на вузли та міжвузля. Від кожного вузла відходять бурого кольору листки – лусочки, які зростаються у трубочку. Спори утворюються в спорозносних колосках, які розвиваються в залежності від хвоща на верхівках асимілюючих (літніх) пагонах або на спеціалізованих безхлорофільних пагонах (весняних). З них виростають чоловічі і жіночі заростки, які мають вигляд невеликих зелених розсічених листочків, від нижньої поверхні яких відходять ризоїди. Чоловічі заростки менші від жіночих і на них утворюються антеридії. В середній частині більших жіночих заростків утворюються архегонії. Запліднення яйцеклітини відбувається скрученими багатоджгутиковими сперматозоїдами, а з зиготи розвивається спорофіт.(рис.8.5).



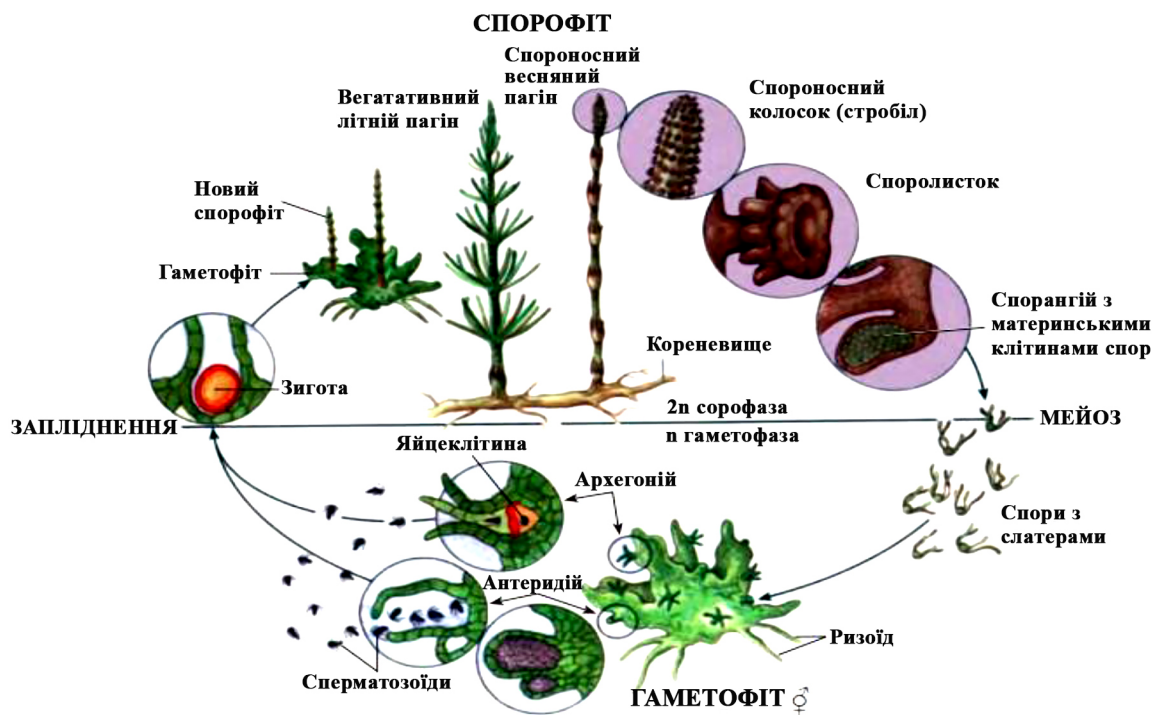


Рис. 8.5. Цикл розвитку хвощів.

#### 8.4. Відділ плауноподібні

Багаточисленні (біля 400 видів) багаторічні трави, найчастіше зустрічаються у вологих хвойних і змішаних лісах. Їх довгі повзучі стебла густо покриті жорсткими листками. Від стебла вниз відходять корені, а вгору – прямостоячі гілки з спороносними колосками, в спорангіях яких після мейотичного поділу утворюються гаплоїдні спори. Із спор виростають дуже мілкі (2-3мм) підземні безкольорові заростки з ризоїдами. Через 15-20 років на зовнішній поверхні зародка (на його верхівці) утворюються антеридії і архегонії. Після запліднення яйцеклітини джгутиковим сперматозоїдом зиготи розвивається спорофіт.

Давніми і найбільш просто збудованими наземними вищими рослинами є псилофіти, які виникли у силурі і вимерли в девоні і дали початок: плаунам, хвощам, папоротям. У циклі розвитку папоротеподібних переважає диплоїдне безстатеве покоління – спорофіт. Його вегетативні органи: корені, стебла та листки мають складну внутрішню будову: провідну систему з ксилеми і



флоеми, та камбій, за рахунок якого відбувається вторинне потовщення пагона.(рис.8.6).

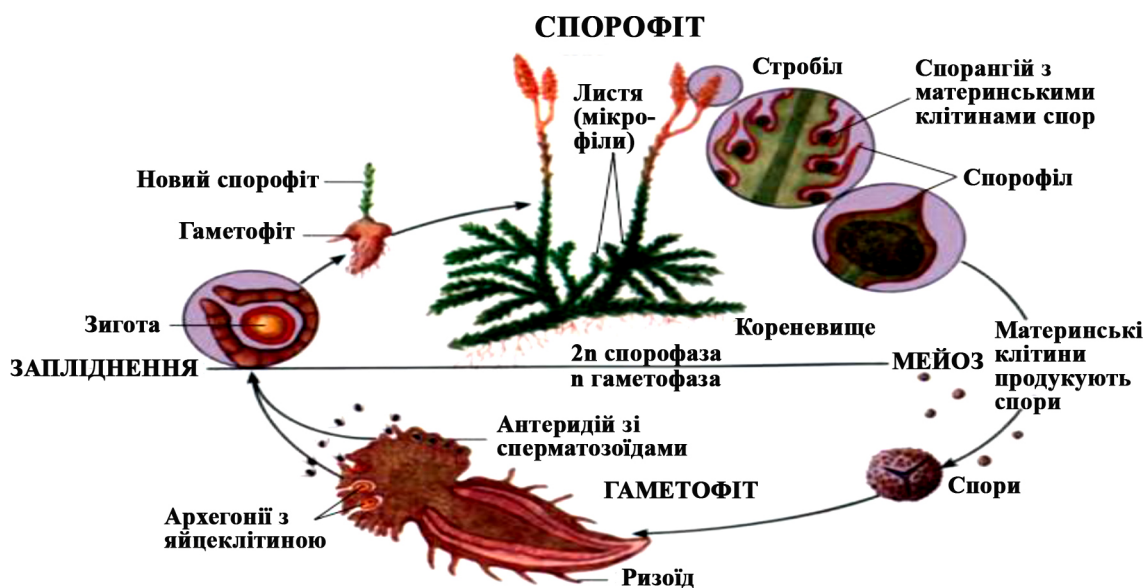


Рис. 8.6. Цикл розвитку плауна.

## 9.5. Відділ папоротеподібних

На спорофіті в спорангіях після мейотичного поділу утворюються спори. З спори розвиваються гаплоїдний гаметофіт (статеве покоління), його називають заростком, будова якого є простою порівняно з спорофітом. Заросток має вигляд невеликої пластинки без диференціації на органи. На одному або на різних гаметофітах утворюються антеридії і архегонії, відповідно у них дозрівають яйцеклітина та сперматозоїд. Запліднення відбувається при злитті сперматозоїда з яйцеклітиною, з диплоїдної зиготи розвивається новий спорофіт. Більшість папоротеподібних – це сухопутні рослини, запліднення яких можливе тільки в присутності води, за допомогою якої сперматозоїд підпливає до яйцеклітини.

Найвищого розквіту папоротеподібні досягли в кам'яновугільний період. Вони переважали в рослинному покриві земної кулі, утворюючи ліси. Після загибелі залишили велетенські запаси кам'яного вугілля. Велетенські папороті, деревовидні хвощі і плауни сигаллярії з вузькою корою обвивались папоротеподібними ліанами. Ще вище розкинули свої крони плауни

ліподендрони. Підлісок складали трав'янисті рослини. Деревя досягали до 30-40 метрів висотою і більш ніж 2 м товщиною. З появою різноманітної рослинності кам'яновугільного періоду пов'язано утворення перегною, який разом з піском та глиною дали початок чорноземам, яких раніше не було. Саме в цей період різновидова рослинність збагачувала повітря киснем, це змінило склад атмосфери і розвиток наземного тваринного світу.

У природі сьогодні нараховують 10000 видів. Вони розповсюджені по всій земній кулі, переважно в умовах підвищеної вологості. У нашій країні папороті – це багаторічні кореневищні трави (орляк). У тропічній Азії, Австралії, Північній Америці зустрічаються дерев'янисті папороті з високими стовбурами і перистими листками на верхівках. На нижньому боці листків групами розташовані спорангії зі спорами, з яких виростають двостатеві заростки. Це серцевидні зелені пластинки розмірами 1 см<sup>2</sup> з ризоїдами, на нижньому боці якого спочатку з'являються антеридії, а пізніше архегонії. Під час дощу або великої роси антеридії розкриваються, сперматозоїди проникають в архегоній і запліднюють яйцеклітину і з зиготи розвивається спорофіт.

Для папороті властиве чергування поколінь статевого – гаметофіту і нестатевого – спорофіту, для якого властива диплоїдність. Споророфіт має основні вегетативні органи – стебло, листки вайї, кореневище, а гаметофіт – маленький серцевидний заросток, який прикріплюється до ґрунту ризоїдами.

Складний цикл розвитку починається з розвитку спор гаметофіту (заростку), на якому формуються статеві органи: антеридії та архегонії, в яких дозрівають статеві клітини (гамети яйцеклітини та сперматозоїди). Після злиття статевих клітин утворюється зигота, з якої розвивається спорофіт зі спорами, а спора дасть початок гаметофіту. Більшість папоротей є різноспоровими рослинами. (рис.8.7).

Значення папоротей в природі велике, вони входять до складу багатьох екосистем. Господарське значення сучасних папоротей невелике, окремі з них мають лікарське та естетичне значення.

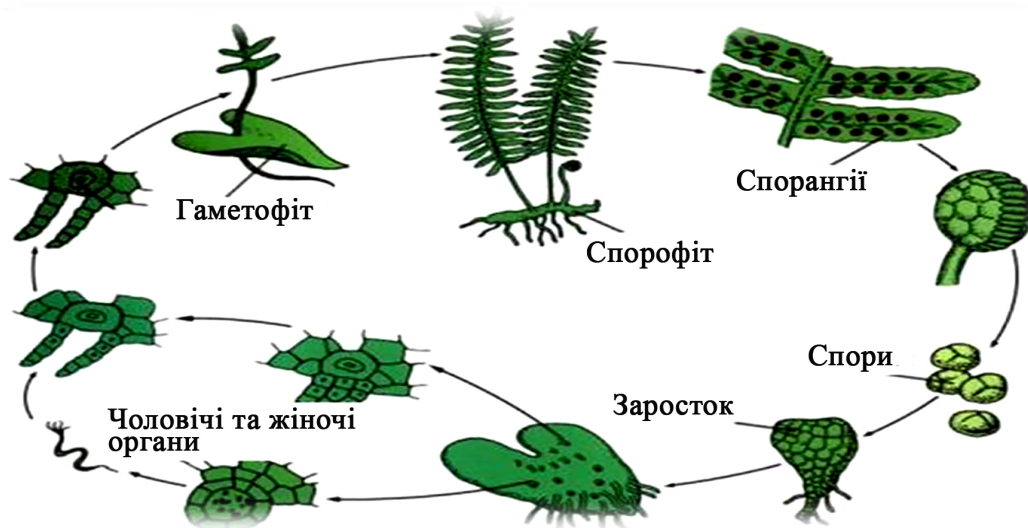


Рис. 8.7. Цикл розвитку папoрoтeпoдiбний.

### 8.6. Екологія вищих спорових рослин

Це перші наземні рослини, які живуть у вологих лісах, на болотах, з кислим ґрунтом. Пануючі в палеозої деревовидні папoрoтi, хвoщi i плaуни в наш час представлені трав'янистими формами, за виключенням тропічних деревовидних папoрoтeй. Мохи за той же період мало змінились, тому що займають тільки властиві їм вологі місця існування. Цим рослинам для розмноження необхідна вода, тому що їх гамети – сперматозоїди переносяться до яйцеклітин тільки водою, а заростки можуть розвиватись на вологому ґрунті. Умови існування на суходолі призвели до появи ознак пристосування: формування вегетативних органів (корінь, стебло, листок); органів розмноження (архегоніїв, антеридіїв, спорангіїв); появи спеціалізованих тканин (покровної, механічної, провідної, твірної, основної).

У ланцюгах живлення минулих геологічних періодів вищі спорові рослини займали провідне місце: вони слугували їжею для трав'яних земноводних та плазунів. На сьогодні їх значення, як кормових рослин, значно зменшилась, але роль як рослинних організмів у природі, залишилась: вони утримують воду у ґрунті, створюють умови для збереження і проростання насіння голонасінних і покритонасінних рослин, є середовищем життя тваринних організмів. У господарській діяльності людини велике значення деревоподібних форм, які стали викопними покладами кам'яного вугілля, торфу.

## Запитання для самоконтролю

1. Які відділи рослин відносяться до вищих?
2. Які ознаки характерні вищим рослинам?
3. Чим відрізняється цикл розвитку тварин від циклу розвитку рослин?
4. Яке покоління називається безстатевим і чому?
5. Яке покоління називається статевим і чому?
6. З чого розвивається спорофіт і який він має набір хромосом?
7. Що розвивається зі спор?
8. Яку функцію виконує заросток?
9. Від якого фактору навколишнього середовища залежить розмноження мохів?
10. Чим представлені спорофіт і гаметофіт мохів?
11. У чому відмінність циклу розвитку мохів від інших вищих рослин?
12. У чому перевага диплоїдної рослини порівняно з галоїдною?
13. Чому мохи є сліпою гілкою еволюції?
14. Чим відрізняється мох сфагнум від зозулиного льону?
15. Які рослини є предками папоротеподібних?
16. У яку геологічну еру в яких періодах з'явилися і переважали папоротеподібні?
17. За яких умов папоротеподібні перетворилися на кам'яне вугілля?
18. Де розвиваються спори у хвощів, плаунів та папоротеподібних?
19. Що розвивається зі спор хвощів, плаунів та папоротеподібних?
20. Яка функція заростку у вищих спорових рослин?
21. Що є заростком мохів, папоротей, плаунів?
22. Чим відрізняється заросток і проросток?
23. Яке значення різних представників вищих спорових рослин у природі і господарстві?

## Тестові завдання

1. Яка будова тіла вищих рослин
  - а. одноклітинне
  - б. слань
  - в. колоніальне
  - г. листоподібне
2. Які відмінності листоподібного тіла і слані
  - а. є тканини
  - б. не має тканин
  - в. є органи
  - г. не має органів
3. Як живляться вищі спорові рослини
  - а. фототрофно

- б. хемотрофно
- в. сапрофітно
- г. паразити

4. Які органели у клітинах вищих рослин

- а. ядро
- б. цитоплазма
- в. хроматофор
- г. хлоропласти
- д. мітохондрії

5. Що розвивається зі спор вищих спорових рослин

- а. гаметофіт
- б. спорофіт
- в. проросток

6. Що розвивається з зиготи вищих спорових рослин

- а. статеве покоління з гаметангіями
- б. безстатеве покоління з спорангіями
- в. гаметофіт
- г. спорофіт

7. Де знаходиться статеве і безстатеве покоління у мохів

- а. на одній рослині
- б. на різних рослинах
- в. у ґрунті

8. З чого розвивається рослина моху

- а. спори
- б. зиготи
- в. насіння
- г. клітини

9. З чого розвивається коробочка моху

- а. спори
- б. зиготи
- в. насіння
- г. клітини

10. Де розташовані спорангії моху

- а. листок
- б. стробіл

## 9. ПІДЦАРСТВО ВИЩІ РОСЛИНИ. ВІДДІЛ ГОЛОНАСІННІ

### 9.1. Відділ голонасінні. Загальна характеристика

Головна особливість голонасінних – розмноження за допомогою насіння, яке розвивається з насінного зачатку і лежить відкрито (голо) на лусочках жіночих шишок. Насіння – новий орган, який забезпечує одну з важливих ознак - це здатність до розмноження. Насіння утворюється та розвивається на дорослій рослині і живе завдяки їй. Насіння складається з зародка і запасу поживних речовин, які використовує при проростанні, покрито захисною шкірочкою. Насінні рослини (голо-та-покритонасінні) розмножуються насінням і мають здатність добре переносити несприятливі умови. Виникнення насіння є подальшим пристосуванням до життя на суші, що є великим кроком на шляху еволюції рослин.

Ще одна особливість насінних рослин – повна незалежність процесу запліднення від наявності води, завдячуючи появі пилкової трубки, по якій може рухатись чоловіча статеві клітина (спермій) до жіночої клітини (яйцеклітини). Успішним завоюванням суходолу насінними рослинами в значній мірі зобов'язані двом ароморфозам (змінам у будові) – появі насіння і пилкової трубки. Саме ці зміни визначили редукцію статевого покоління (галоїдного гаметофіту) при подальшому вдосконаленні безстатевого покоління (диплоїдного спорофіту).

Голонасінні в своєму походженні пов'язані з папоротеподібними. З'явилися у палеозої (девоні), а повного розквіту досягли наприкінці палеозойської і мезозойської ерах. У зв'язку з стрімким розвитком покритонасінних, почалось вимирання більшості видів. На сьогодні нараховується біля 700 видів голонасінних рослин – дерев та кущів. Більшість голонасінних (біля 500 видів) складають хвойні. Хвойні ліси визначають ландшафт великих територій, місцем життя тварин і птахів.

## 9.2. Будова і розмноження голонасінних

Сосна – це одна з основних лісових порід лісової зони. Соснові ліси зустрічаються в найрізноманітніших умовах: на сухих піщаних, у вологих заболочених місцях. У сосни добре розвинена стрижнева коренева система, тому вона здатна поглинати воду і мінеральні речовини з глибоких шарів ґрунту і витримувати сильні вітри. На піщаних ґрунтах у сосни розвиваються багаточисельні поверхневі корені, які максимально поглинають дощову воду, що забезпечує закріплення на рухомих піщаних ґрунтах. На болотах сосна має тільки поверхневі корені. Сосна відноситься до світлолюбних рослин. В лісі сосни виростають прямими і стрункими, тому що затінені бічні пагони рано відмирають. У сприятливих умовах сосна має висоту 35-40 м і живе 150-800 років.

Стовбур покритий лускоподібною корою, під якою розташована погано розвинена кора (флоема), камбіальне кільце, товста деревина і погано розвинена серцевина. Деревина має чітко виражені річні кільця і містить трахеї і трахеїди. Деревина і кора має багато серцевидних променів і смоляних ходів. Голкоподібні листки сосни (хвоїнки) зібрані у пари, живуть 2 роки. Дерево сосни – це спорофіт, розмножується насінням. Вегетативне розмноження відсутнє. В лісі сосна починає давати насіння через 40 років, на відкритих просторах з 15-30 років. Це однодомна, різноспорова рослина.

Восени на молодих пагонах з'являються шишки. Біля основи одних пагонів зібрані чоловічі шишки (жовтого кольору), на верхівках інших 1-2 жіночі (червоного кольору). На лусочках чоловічих шишок розвиваються по два пиляка (мікроспорангія). У них унаслідок мейотичного поділу утворюються гаплоїдні мікроспори. Кожна з них, не покидаючи пиляка, проростає у чоловічій гаметофіт – пилок. Пилок має два повітряних пухирця, що робить пилок легким для перенесення вітром.(рис.9.1).

На верхньому боці жіночої шишки розміщується по два насінних зачатки (видозмінені мегаспорангії) і в кожному з них внаслідок мейотичного поділу

утворюється чотири мегаспори. Один з них проростає в жіночій гаметофіт з двома архегоніями, три інші відмирають. Для того щоб насінний зачаток розвився в насіння, спочатку відбувається запилення, а потім запліднення. Під час запилення пилок потрапляє до насінних зачатків, які відкрито розташовані на жіночій шишці. Шишка через деякий час зеленіє, лусочки розростаються, дерев'яніють і щільно змикаються, а пилок залишається в стані спокою до наступного літа і тільки тоді починає проростати. Утворюється пилова трубка, яка доносить спермії до архегоніїв, де один з них зливається з яйцеклітиною, з зиготи розвивається зародок і насінний зачаток перетворюється у насіння. Зародок занурений в тканину гаметофіту, яка до того часу накопичує поживні речовини, і називаються ендосперм. Насіння покрито твердою здерев'янілою шкірочкою, а під нею тонкою плівочкою. Шкірочка і плівочка утворилась з тканин насінного зачатку, вони диплоїдні. Ендосперм (вегетативна частина гаметофіту) гаплоїдний, а зародок (нове покоління спорофіта) має диплоїдний набір хромосом. Насіння сосни лісової має легке крильце. Насіння дозріває через 1,5 роки після запилення. До того часу шишки з зелених стають бурими. У кінці зими в сонячні дні, лусочки розкриваються і насіння висипається та за допомогою крилаток розноситься вітром на великі відстані.(рис.9.1).

Сосна широко використовується як цінна деревина, з неї збирають живицю (розчин смоли в ефірних маслах), з якої отримують скипидар і каніфоль, вітамін С, хвойний екстракт. Великі насіння сосни сибірської – кедрові горішки – цінний харчовий продукт, який містить біля 60% цінного масла, 20% білка, 12% крохмалю.

Ялина – на відміну від сосни тіньовитривала, з кроною пірамідальної форми висотою 20-25 м і терміном життя 250-300 років. Хвоя у ялини одинарна, коротка, жорстка і зберігається на дереві 5-7 років. Корені розташовані на поверхні, тому існує небезпека при сильних вітрах бути вирваними з коренем. З ялини отримують: смолу, скипидар, каніфоль.





Рис. 9.1. Розмноження голонасінних:

1 – чоловіча шишка; 2 – жіночі шишки; 3 – пилокве зерно; 4 – насінний зачаток; 5 – дві насінини на лусці шишки; 6 – повітряні мішки; 7 – крилоподібні вирости.

### 9.3. Екологія голонасінних

Це давні насінні рослини. Пануючою групою були у період палеозою та мезозою, і є вічнозеленими дерев'янистими формами. Тропічні види мали великі листки, перисті як у пальм, а у більш віддалених видів від тропіків - листки мілкі, голчасті або лускоподібні, що пояснюється умовами пониженого зволоження. Їх розмноження не пов'язано з водою, тому середовище існування більш різноманітне порівняно зі споровими рослинами. В помірних широтах пануючою групою є хвойні рослини, які формують тайгу. Хвойні ліси – середовище існування багатьох тварин різних систематичних груп: це їжа, захист, місце розмноження тварин. Давні велетенські голонасінні дали кам'яне вугілля. В наш час хвойні ліси знищені пожежами, лісозаготівлею, розвитком промисловості і міст. Хвойні чутливі до забрудненого повітря, тому що отруйні речовини можуть через прорихи хвої накопичуватись і викликати пожовтіння і відмирання раніше ніж на 1-2 роки.(рис.9.2).

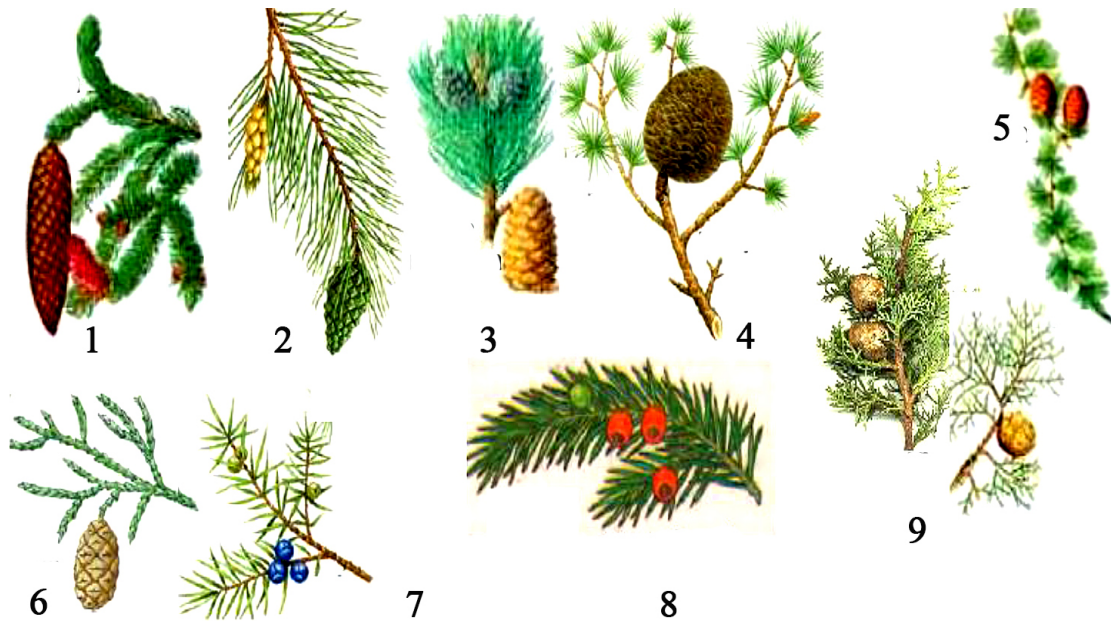


Рис. 9.2 Різноманітність голонасінних:

1 – ялина; 2 - сосна; 3 – сосна кедрова; 4 – модрина; 5 – модрина європейська; 6 – туя; 7 – ялівець звичайний; 8 – тис ягідний; 9 – кипарис.

### Запитання для самоконтролю

1. Які ознаки будови притаманні голонасінним?
2. Які вегетативні ознаки притаманні голонасінним?
3. Скільки років живуть ялина, сосна, модрина?
4. Які природні зони населені голонасінними?
5. В яких екологічних умовах ростуть ялина, а у яких сосна?
6. Які взаємозв'язки голонасінних рослин в біоценозі?
7. Коли і чому голонасінні рослини стали переможцями у боротьбі за існування?
8. Де і коли висипаються пилкові зерна голонасінних у помірних широтах?
9. Як розповсюджується пилок сосни?
10. Як відбувається процес запліднення у сосни?
11. У чому відмінність спермійів від сперматозоїдів?
12. Що розвивається з насінного зачатку після запліднення у ялини і сосни?
13. За який термін відбувається розвиток насіння сосни і ялини?
14. Яке господарське значення різних видів хвойних рослин?

## Тестові завдання

1. З чого в процесі еволюції утворилось насіння
  - а. зиготи
  - б. гамети
  - в. гаметангій
  - г. спорангій
2. Де лежать насінні зачатки у сосни
  - а. хвої
  - б. лусочок
  - в. шишок
  - г. стебла
3. Що утворюється всередині насінного зачатка
  - а. спори
  - б. заросток з архегонієм
  - в. пилоч
  - г. паразити
4. Що утворюється у чоловічих шишках
  - а. пилоч
  - б. зигота
  - в. архегонії
  - г. антеридії
5. Як переноситься пилоч на насінний зачаток
  - а. комахами
  - б. водою
  - в. вітром
6. Скільки часу проходить від запилення до запліднення у сосни
  - а. день
  - б. місяць
  - в. рік
7. Як потрапляють спермії до яйцеклітини
  - а. вода
  - б. вітер
  - в. пилкова трубка
8. Скільки сперміїв бере участь у заплідненні
  - а. один
  - б. два
  - в. багато

9.Що виникає внаслідок запліднення з насінного зачатку

- а. зигота
- б. спора
- в. насіння
- г. заросток

10.3 чого утворюється зародок насіння

- а. зигота
- б. ендосперм
- в. спора

11. Який набір хромосом у зародка насіння

- б. гаплоїдний
- в. диплоїдний
- г. триплоїдний

## 10. ВИЩІ РОСЛИНИ. ВІДДІЛИ ПОКРИТОНАСІННІ АБО КВІТКОВІ

### 10.1. Загальна характеристика покритонасінних

Більша половина відомих видів рослин, які живуть у різних середовищах, є представниками відділу Покритонасінні. Перші з них з'явилися наприкінці юрського періоду і уже в середині крейдового, який характеризувався посушливим кліматом, покритонасінні завоювали суходіл.

Розквіт квіткових визначався їх структурно-фізіологічними особливостями: здатність переносити інтенсивне освітлення і сухість повітря, пристосуванням і витривалістю до різних кліматичних і ґрунтових умов існування (засолення ґрунту).

Покритонасінні мають характерні ознаки будови:

- наявність квітки;
- зав'язь і плід зберігають насінний зачаток і насіння;
- запилюються вітром, комахами, водою, птахами;
- жіночий заросток – восьмиклітинний зародковий мішок без архегоніїв;
- чоловічий зародок – пилкове зерно (пиллок) складається з двох клітин: вегетативної і генеративної;
- подвійне запліднення завершується наступними перетвореннями: з зав'язі утворюється плід, з насінного зачатку – насіння, зиготи – зародок насіння (диплоїдний), з заплідненого вторинного ядра – вторинний ендосперм;
- ендосперм представлений тканиною з триплоїдним набором хромосом. Формується одночасно з зародком насіння, і в ньому відкладаються запасні поживні речовини (білки, вуглеводи, ліпіди);
- при проростанні з надходженням води всередину насіння починається процес набухання, запасні речовини розчиняються і живлять зародок. Частина запасних речовин ендосперму розщеплюється дихальними

ферментами і звільняється енергія АТФ, що необхідна для росту та розвитку;

- триплоїдність ядер клітин ендосперму, які несуть спадкову інформацію батьківських організмів, підвищує пристосованість молодої рослини до різних умов існування;
- із зародка насіння виростає спорофіт (безстатеве диплоїдне покоління), яке може бути різними життєвими формами – трав'янистою (однорічні та багаторічні), кущі, дерева, ліани.
- всі життєві форми рослин мають основні органи: вегетативні – корінь, стебло, листки та їх видозміни і генеративні - квітка, плід, насіння.

Серед покритонасінних рослин є такі життєві форми: трави, кущі та дерева. Трави представляють собою більш прогресивну форму рослин, у їхньому онтогенезі швидше утворюється насіння, площа живлення для кожної рослини порівняно невелика. Вегетативні органи квіткової рослини досягають складності і різноманітності. Квіткові мають досконалу провідну систему, що забезпечує краще водозабезпечення рослини. Також у них відбулась редукція гаметофіту, жіночий гаметофіт представлений зародковим мішком і складається з восьми клітин. Але найголовніше це поява нового органа – квітки. Квітка – орган насінного розмноження, в якому відбувається процеси запилення та запліднення. Запилення відбувається різними шляхами: вітром, водою, тваринами і також самозапиленням. Квітковим притаманне подвійне запліднення, результатом якого є утворення диплоїдного зародка і триплоїдного ендосперму. Насінина розвивається у середині зав'язі, з якої розвивається плід захищений покривами.

Покритонасінні є вищими рослинами, основною ознакою яких є диференціація на органи та тканини. *Тканина* - це група клітин, подібних за походженням, будовою та виконанням однієї або декількох функцій. У тканинах рослин відсутній міжклітинний простір і тому обмін речовинами між сусідніми клітинами відбувається через цитоплазматичні нитки. Тіло їх

побудовано з таких тканин як: покривні, механічні, провідні, основні, видільні і твірні.

*Твірні тканини* – це тканини, які дають початок всім тканинам організму. Клітини цих тканин живі і мають дуже тонкі стінки, густу цитоплазму з погано розвиненими вакуолями, велике ядро і здатні до багаторазового методичного поділу. Клітинні стінки щільно розташовані, тобто не відділяються міжклітинниками. Розрізняють твірні тканини відповідно до місця розташування: верхівкові, вставні та бічні. Верхівкові розташовані на верхівці коренів та пагонів і забезпечують ріст у довжину. Бічні (камбій) забезпечують ріст у товщину. Вставні забезпечують ріст стебла в міжвузлях однодольних рослин. Твірні тканини диференціюються і дають початок всім тканинам рослинного організму.

*Покривні тканини* – це тканини, які покривають органи рослини і у зв'язку з цим виконують ряд функцій, які пов'язані з захистом від несприятливих умов середовища: надлишкового випаровування, різких коливань температур, біологічного та механічного впливів. Серед покривних тканин можемо виділити: покривну шкірочку (епідерміс), пробку та кору. Епідерміс покриває листки, частини квітки та однолітні зелені пагони. Клітини цієї тканини живі, щільно зімкнуті і мають потовщені зовнішні стінки, які розташовані в один ряд, утворюють еластичний чохлак, який надійно захищає органи рослини. Зовні клітини цієї тканини покриті кутикулою, це плівка з жироподібної речовини кутину, яку виробляють самі клітини шкірочки. Листки багатьох (злакових, евкаліпт) і плоди (слива, виноград) покриті сизуватим восковим нальотом. На шкірочці можуть бути багаточисленні волоски, які є виростами клітин і можуть бути одноклітинні чи багатоклітинні, лінійні чи розгалужені, живі чи мертві. Функцією яких є захист від втрати води. В епідермісі є продихові клітини – це отвори, що утворені двома півмісяцевими клітинами. Їх функція – регуляція газообміну і транспірація. .

*Пробка* – покриває пагін і корені багаторічних рослин, тому що їх ніжна, одношарова шкірочка не може захистити. Пробка утворюється під шкірочкою,

внаслідок поділу якої, розташовуються клітин самої шкірочки. Пробка складається з мертвих щільно зімкнутих клітини з рівномірно потовщеними стінками. Стінки клітин просякнуті особливою жироподібною речовиною – суберином, який не пропускає воду і повітря, тому їх цитоплазма і ядро відмирають. Пробка надійно захищає рослину від несприятливих впливів зовнішнього середовища. Для газообміну і транспірації в пробці є особливі утворення сичовички, заповнені не щільною гіроскопічною тканиною, яка побудована з живих тонкостінних клітин. (рис.10.1).

*Корок* – покриває старі гілки, стволи і корені дерев та кущів. Утворення їх пов'язано з формуванням пробки не тільки на поверхні органа, але й у глибоких шарах тканини. Глибше розташована пробка, що ізолює зовнішні ділянки живої тканини, яка відмирає тому, що не отримує води та поживних речовин. Кора – це складний комплекс, утворений з шарів, які межують з шарами інших відмерлих тканин. Для газообміну в корку є тріщини, на дні яких знаходяться сичовички. Кора слугує більш надійним захистом ніж корок.

*Механічна тканина* - надає органам рослини міцність. Їх клітини відрізняються великим потовщенням стінок, тому вони можуть протистояти вітру і дощу, а також витримують важкі пагони з листям. Механічні тканини є каркасом рослини. Найбільш важливими є такі механічні тканини, як луб та деревина, які мають довгі клітини з рівномірно потовщеними целюлозними або здерев'янілими стінками. (рис.10.1).

*Провідні тканини* – виконують функцію руху речовин. Від коренів до всіх органів рослини по висхідних потоках рухається вода з розчиненими мінеральними речовинами. Цей провідний шлях утворений судинами і трахеями, які утворені мертвими з нерівномірно потовщеними здерев'янілими стінками. *Трахеїди* – це давні водоносні шляхи побудовані клітинами з загостреними кінцями та витягнутими вздовж органа, в стінках яких є заглиблення, а саме – пори з замикаючою плівкою. Вода з однієї трахеїди в іншу просочується через замикаючі плівки шляхом осмосу. Оскільки замикаючі плівки перешкоджають швидкому плину води, то вона рухається



повільно. У покритонасінних, крім трахеїд, є ще судини. *Судини* –це трубки, які складаються з декількох клітин, що розташовані в один ряд один за одним, у яких на поперечних стінках утворюються наскрізні отвори і стінки повністю відсутні. По судинах вода рухається значно швидше, ніж по трахеїдам, тому що водоносні елементи досконаліші. Від листків органічні речовини, продукти фотосинтезу рухаються до всіх органів, створюючи низхідний рух, який забезпечують ситоподібні трубки. *Ситоподібні трубки* утворені живими клітинами, які розташовані одна над одною, поперечні стінки яких мають отвори у вигляді сита, крізь які проходять тяжі цитоплазми. Ядра і інші органоїди в клітинах ситоподібних трубок зруйновані. Поряд з ситоподібними трубками розташовані клітини – супутники з ядрами. Трахеї і судини оточені деревиною – *ксилемою*. Ситоподібні трубки разом з клітинами - супутниками оточені луб'яними волокнами – це комплекс луб (*флоема*). Деревина і луб утворюють більш складні групи, оточені механічною тканиною, які називаються судинно-волокнистими пучками. Вони утворюють складну сітку, що пронизує усі органи рослини і об'єднує їх у єдине ціле.

*Основна тканина* – (паренхіма) займає найбільший об'єм рослини і є основою органів. У неї занурені механічні, провідні та інші тканини, які складається з живих клітин. Основна тканина виконує додаткові функції і тому розрізняють такі види : асиміляційну, запасуючу і повітряноносну паренхіму. *Асиміляційна* паренхіма виконує функцію фотосинтезу і тому розташована безпосередньо під шкірочкою листків молодих зелених пагонів та плодів. Клітини асиміляційної тканини містять багато хлоропластів. При горизонтальній орієнтації пластинки листка, асиміляційна паренхіма диференційована на стовбчасту і губчасту тканини. (рис.10.1).

*Запасаюча паренхіма* зазвичай має тонкостінні клітини, які заповнені крохмалем, іншими вуглеводами, білками та жирами. Вона добре розвинена в коренеплодах, бульбах, цибулинах, насінні. У рослин посушливих місць (кактус) утворюється водоносна паренхіма. (рис.10.1).

*Повітряноносна паренхіма (аеренхіма)* - нещільна тканина з клітин з тонкими стінками, яка утворює повітряноносні міжклітинники, що з'єднуються з атмосферним повітрям через продихи та сичевички, а повітря яке надходить забезпечує дихання. Ця тканина переважно розвинена у мешканців води і заболочених місць, де обмаль кисню . (рис.10.1).

Видільні тканини поділяють на два види: тканини внутрішньої секреції – молочники, смоляні ходи хвойних, ефіромасляні ходи цитрусових і тканини зовнішньої секреції: залозисті волоски, нектарники, омофори, які виробляють ефірні масла, що надають аромат квітам.(рис.10.1).

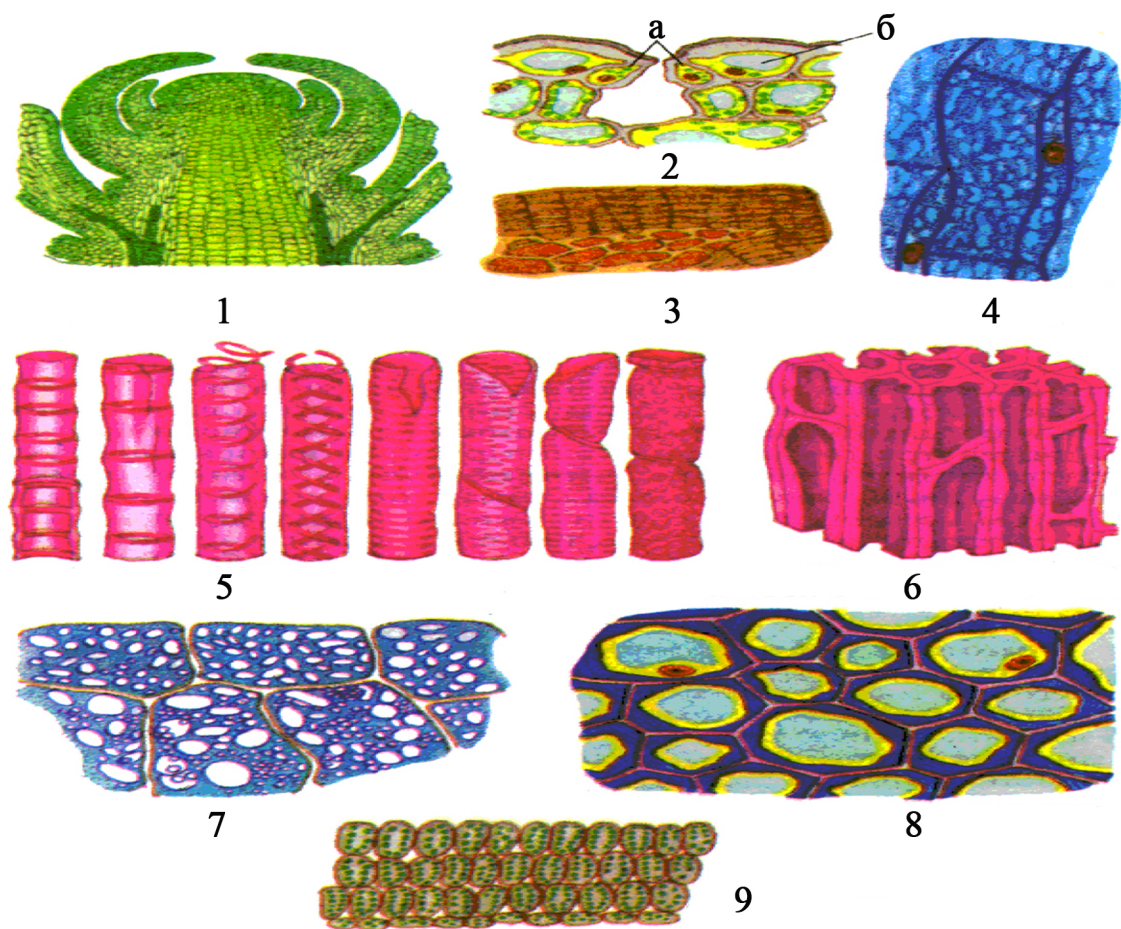


Рис.10.1. Тканини покритонасінних рослин:

1 – твірна тканина у конусі наростання стебла; 2 – шкірна листка; 3 – корок; 4 – ситоподібна трубка; 5 – різні види судин; 6 – механічна клітина, що складається з мертвих клітин; 7 – запасуюча тканина; 8 – механічна тканина, що складається із живих клітин; 9 – фото синтезуюча тканина; а – продихові клітини; б – безбарвна клітина шкірки.

Тіло покритонасінних рослин поділяється на органи відносно виконання функцій: вегетативні та генеративні. Вегетативні органи забезпечують основні життєві функції рослин: корінь, пагін, листок. Генеративні забезпечують статеве розмноження: квітка, плід і насіння. (рис.10.2).Онтогенез починається з насіння.

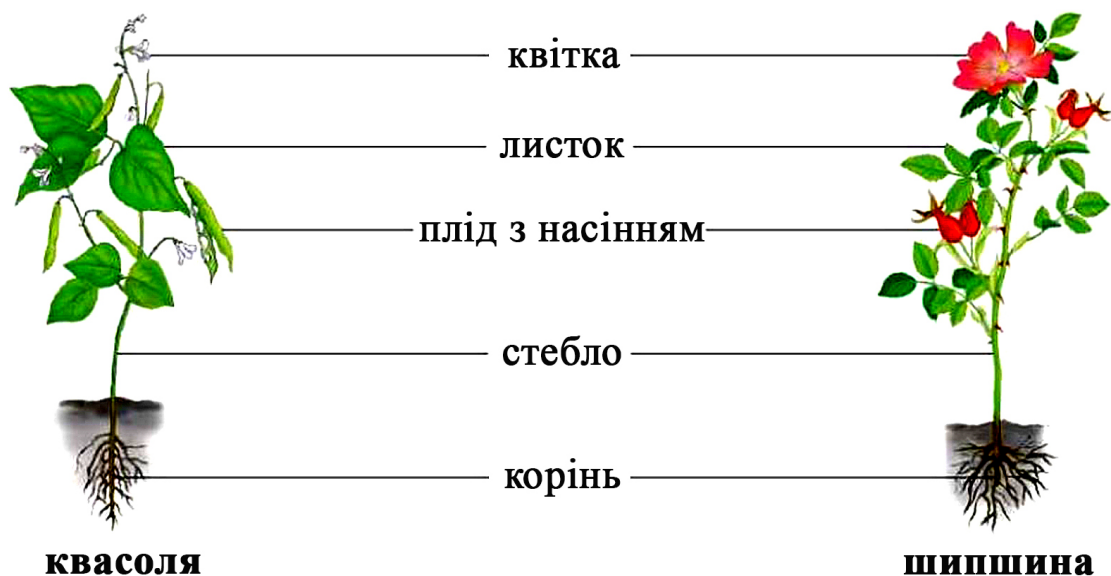


Рис. 10.2. Органи квіткової рослини.

### Запитання для самоконтролю

1. Які особливості будови покритонасінних забезпечили їх процвітання?
2. Які ознаки притаманні покритонасінним?
3. Якими життєвими формами представлені покритонасінні?
4. Які органи мають покритонасінні?
5. Що являє собою жіночий гаметофіт?
6. Що таке тканина рослин?
7. У яких рослин вперше з'явилися тканини?
8. Які групи тканин виділяють у рослин?
9. Як класифікують твірні тканини?
10. Яка тканина знаходиться у деревині і яка її функція?
11. Яка провідна тканина знаходиться у лубові?
12. З яких тканин утворений внутрішній «скелет» рослин?
13. Яка тканина утворює серцевину стебла, запасає поживні речовини, в якій відбувається фотосинтез, накопичується вода та повітря?

## 10.2. Вегетативні органи рослини. Будова та функції кореня квіткової рослини

Теофраст (IV в. до н.е.) виділив в тілі рослин основні вегетативні органи: корінь, стебло та листки. Цей поділ зберігся у науці і в наш час, хоча морфологи вважають, що правильним буде говорити про два органи – пагін і корінь, тому що пагін (стебло з листками) – є похідні однієї верхівкової твірної тканини. *Корінь* – це осьовий підземний орган, що має радіальну симетрію і верхівковий ріст. На ньому розвиваються листки, а верхівка захищена кореневим чохлаком. Основна функція кореня – інтенсивне поглинання з ґрунту води з розчиненими у ній мінеральними речовинами. Крім цього корінь виконує функцію закріплення рослини у ґрунті, служить органом запасу поживних речовин, бере участь в первинному синтезі деяких органічних речовин і є органом вегетативного розмноження.

Типи коренів і корневих систем. Корінь розвивається з зародкового корінця насіння і називається *головним*, а корені, які виникають на інших органах рослини (пагоні, листку, квітці), називаються додатковими. (10.3).

*Бічні* корені утворюються на головному і додаткових коренях. Внаслідок їх подальшого галуження з'являються бічні корені вищого порядку. Головний корінь має позитивний *геотропізм*; під впливом земного тяжіння він проростає у ґрунт своєю верхівкою. Для великих бічних коренів властивий поперечний геотропізм, тобто під дією тієї ж сили вони ростуть майже під кутом до поверхні землі. Тонкі (всмоктувальні) корені геотропізму не мають і ростуть в усіх напрямках. (10.3).

Сукупність усіх коренів однієї рослини називається *кореневою системою*. За походженням кореневої системи можуть бути трьох типів: система головного кореня складається з головного кореня, а також бічних коренів другого і наступних порядків; система додаткових коренів складається з додаткових і їх бічних розгалужень; змішана коренева система складається з системи головного кореня і системи додаткових коренів. За формою розрізняють два типи корневих систем: *стрижнева*, у якої головний корінь добре розвинений

і чітко виділяється серед інших коренів, *мичкувата*, у якої головний корінь відсутній або не помітний серед великої кількості додаткових. Стрижнева коренева система властива для класу *дводольних*, мичкувата – для класу *однодольних*.

Кореневі системи багатьох рослин розвинені краще ніж крона. Наприклад, у качанної капусти коренева система досягає глибини 1,5 м, а в об'ємі до 1,2 м. У люцерни серповидної корені заглиблюються в ґрунт на глибину 2 м при висоті надземної частини до 60 см; у чортополоху – на глибину 6 м при висоті надземної частини 1 м, верблюжої колючки – на глибину до 20 м, при тому що надземна частина не перевищує 50 – 60 см. Особливо довгі корені у рослин, які ростуть на пісках і скелях, де вони беруть воду глибоких водоносних шарів. Діаметр кореневої системи плодівих дерев у 2-5 разів перевищує діаметр крони. Довжина всіх коренів однієї рослини культурного злаку 500-600 м, а довжина всіх корневих волосків пшениці біля 20 м.



Рис. 10.3. Види коренів:

1 – головний корінь; 2 – бічні корені; 3 – додаткові корені.

Внутрішня будова кореня. Корінь росте у довжину за завдяки поділу клітин верхівкової твірної тканини. Її ніжні клітини завжди захищені, немов наперстком, корневим чохлаком. Саме він захищає верхівку кореня від пошкодження частинками ґрунту. Живі тонкостінні клітини чохлака

безперервно оновлюються. Під час росту його старі клітини злущуються, а заміняють їх молоді нові клітини. Зовнішні клітини чохла виділяють слиз, який зменшує тертя і полегшує його ріст. Клітини твірної тканини поступово диференціюються у різні тканини. Саме це дозволяє поділити його на декілька зон в залежності від виконання функцій. *Зона поділу* знаходиться під чохлаком і представлена клітинами верхівкової твірної тканини, її довжина 1мм. *Зона розтягування* (росту) розташована над зоною поділу. Тут йде інтенсивний ріст, розтягування вздовж осі і починається диференціація, її розміри декілька міліметрів. *Зона всмоктування або поглинання (зона корневих волосків)*, довжиною до декількох сантиметрів, яка починається за зоною розтягування. Тут окремі клітини шкірочки кореня витягуються, утворюючи зовнішні вирости довжиною від 1-2 до 20 мм – кореневі волоски, що у десятки разів збільшують поверхню всмоктування кореня. *Кореневі волоски* – це клітини одnodенки, які по мірі росту кореня заміняються на нові, тому всисний апарат кореня тісно стикається з ґрунтом. В зоні всмоктування відбувається спеціалізація клітин. Під шкірочкою знаходиться зона первинної кори, основну масу якої складають живі клітини з тонкими стінками, витягнуті вздовж осі кореня і між ними утворюються міжклітинники, по яких циркулюють гази, які забезпечують дихання і обмін речовин. Клітини кореня проводять розчини, поглинаючи їх з ґрунту, синтезують та накопичують поживні речовини. Під корою в центрі кореня знаходиться центральний циліндр, який складається з провідних тканин. По судинах знизу вгору рухається вода з розчиненими в ній мінеральними солями, а зверху вниз – по ситовидним трубках – розчини органічних речовин, необхідних для росту кореня.

Основні функції кореня. Мінеральне живлення. Поглинання коренями води і мінеральних солей – найбільш важлива функція. Вода поглинається завдячуючи силі, яка являє собою різницю між осмосом і тургором, тобто пасивно. Мінеральні речовини поглинаються рослинами унаслідок активного всмоктування. Рослини здатні не тільки всмоктувати мінеральні речовини з

грунту, але й активно розчиняти нерозчинні у воді сполуки, наприклад, органічні кислоти – яблучну, лимонну, винну.

Зовнішня мембрана цитоплазми клітин шкірочки кореня з кореневими волосками представляють собою напівпроникну перетинку для ґрунтового і майже непроникну для розчинених у клітинному сокові речовин. Однобічне проходження розчинів через напівпроникні мембрани, обмежуючи рух розчинів різних концентрацій, називають *осмосом*. Тиск розчину клітинного соку на стінки клітини називається *осмотичним*, а протилежний йому тиск розтягування клітинної стінки – *тургурним*. Інтенсивність поглинання води зовнішніми клітинами кореня залежить від всмоктувальної сили, з якою вода проникає в середину вакуолі клітини. Поглинаюча сила – це різниця між осмотичним і тургурним тисками. У більшості рослин концентрація речовин клітинного соку вища концентрації ґрунтового розчину. Рух ґрунтового розчину по клітинах кори кореня пов'язаний з різницею їх всисної сили і йде від клітин з меншою всисною силою, до клітин з більшою всисною силою. В центр кореня ґрунтові розчини надходять у судини. Головними рушійними силами, які забезпечують підняття ввєрх ґрунтового розчину по судинах кореня і стебла, є *транспірація* (випаровування) з поверхні листків. і кореневий тиск, при якому розчин з силою виштовхується з інших клітин кореня в судини. Фізіологічний розчин мінеральних речовин, поглинений кореневою системою з ґрунту, дуже великий. Він представляє собою основу для синтезу складних органічних речовин, безпосередньо впливає на обмін речовин в клітині, виконує функцію каталізаторів біохімічних реакцій.

Досліджено, що нормальний розвиток рослин можливий за наявності в субстраті трьох неметалів – азоту, фосфору, сірки і чотирьох металів – калію, магнію, кальцію і заліза. Кожен з цих елементів має індивідуальне значення і є незамінним, концентрація яких у рослині складає  $10\text{--}10^{-2}$  ‰ - це *макроелементи*. Для розвитку рослин потрібні також *мікроелементи*, концентрація яких в клітині складає  $10^{-3}$  –  $10^{-5}$  ‰. До них відносяться бор, кобальт, мідь, цинк, марганець, молібден, які є у ґрунті. Але з кожним

вважаємо кількість цих речовин зменшується. Найбільш важливими є азот, фосфор, калій. Запас необхідних елементів поповнюється (сульфат амонію, хлористий калій, сечовина, суперфосфат, фосфорна мука, калієва, кальцієва і натрієва селітра і органічні (торф, перегній, торфокомпости) добрива, які в тій чи іншій формі (порошок, рідна підкормка) вносяться відповідно до типу ґрунту, його плодючості і потреб рослини. Наприклад, азотовмісні добрива забезпечують ріст рослин, тому їх вносять перед посівом на початку літа. До часу формування плодів рослинам потрібно більше фосфору та калію.

Плодючі чорноземи з товстим шаром перегною (до 1м) менше потребують добрив. Підзолисті ґрунти містять в середньому 15 см перегною і ще бідніші перегноем глинисті і піщані. Їх необхідно покращити внесенням добрив, введенням сівозмін з бобовими рослинами, вапнуванням. Корені рослин потребують кисню для процесу дихання, а для забезпечення надходження повітря проводять рихлення ґрунту. Особливо це необхідно на тяжких глинистих і заболочених ґрунтах. Однією з найважливіших умов отримання врожаю є забезпечення водою коренів рослин. За недостатньої кількості опадів використовують зрошення, штучний полив та зберігають вологу мульчуванням.

Видозміни коренів пов'язані з виконанням додаткової функції накопичення поживних запасних речовин – крохмалю, цукру та інших. При цьому корені розростаються, стають товстими і м'ясистими. Потовщений, загасаючий головний корінь, називається коренеплодом (морква, петрушка, редька). Видозмінені м'ясисті бічні і додаткові корені називаються кореневими бульбами або кореневими шишками (жоржини, ботат).

*Всмоктувальні корені* розвиваються у багатьох цибулевих і кореневищних рослин. В основі таких коренів утворюються складки і зморшки, за рахунок чого вкорочуються на 10 – 70 % від первинної довжини. Вкорочення кореня призводить до втягування пагонів у ґрунт на необхідну глибину. *Повітряні корені* утворюються в багатьох тропічних епіфітів – рослин, що живуть на гілках дерев, які використовують їх у якості підставки



для підняття до світла (обхідні, папороті). Такі корені здатні поглинати вологу з повітря і можуть виконувати функцію фотосинтезу. *Корені присоски* – розвиваються у рослин паразитів (омела, повитиця), які виділяють органічні речовини, що здатні розчиняти поверхневі тканини рослини хазяїна, а потім провідні системи рослин об'єднуються. Корені багатьох рослин вступають з ґрунтовими грибами у симбіоз, утворюючи *мікоризу (грибокорінь)*. В тканинах коренів бобових рослин поселяються *бульбашкові бактерії* – нітрофікатори, які здатні перетворювати атмосферний азот в сполуки, що засвоює рослина.

Вегетативне розмноження за допомогою коренів відбувається у рослин, які розмножуються кореневими живцями. На коренях утворюються додаткові бруньки, з яких розвиваються надземні пагони – кореневі живці (осика, тополя, біла акація, малина, слива, хрін). Серед цих рослин багато бур'янів (осот польовий, гірчак повзучий, в'юнок польовий), енергія їх розмноження велика: на 1 га чортополох може утворювати 5 млн. корневих живців, а осот до 16 млн. (рис.10.4).



Рис. 10.4. Види коренів.

### Запитання для самоконтролю

1. Які види коренів є у квіткових рослин ?
2. Які типи корневих систем є у квіткових рослин ?
3. Які корені називаються додатковими, їх значення ?
4. Чим відрізняються між собою типи корневих систем?
5. Які зони має корінь рослин?

6. У якій зоні кореня знаходиться верхівкова твірна тканина, її значення?
7. Чим відрізняється зона поділу від зони розтягування?
8. Яка будова та функції зони кореневих волосків?
9. Яку роль зовнішньої мембрани кореневого волоска при всмоктуванні води та мінеральних речовин?
10. Що таке осмотичний тиск? Які закони дифузії діють у клітині?
11. Якими тканинами представлена кора кореня і центральний циліндр?
12. Як створюється кореневий тиск і яке його значення при потраплянні води у весняні пагони?
13. Які функції виконує коренева система рослин?
14. Які видозміни кореня мають рослини і які рослини?

### Тестові завдання

1. Як називається корінь, розвинений з зародкового корінця
  - а. бічний
  - б. додатковий
  - в. головний
2. Як називається корінь, який росте з стебла, листка
  - а. бічний
  - б. додатковий
  - в. головний
3. У яких рослин добре розвинений головний корінь
  - а. мохи
  - б. папороті
  - в. голонасінні
  - г. покритонасінні
4. Яку форму має система додаткових коренів
  - а. стрижнева
  - б. мичкувата
  - в. бічна
5. У якій зоні кореня відбувається мітотичний поділ клітин
  - а. зона всмоктування
  - б. зона проведення
  - в. зона поділу
  - г. зона розтягування
6. Що характерно для кори кореня
  - а. провідна тканина
  - б. її відсутність
  - в. судини

7. Які тканини знаходяться у центральному циліндрі кореня
- а. покривні
  - б. провідні
  - в. основні
8. Які тканини проводять воду з мінеральними речовинами
- а. ситоподібні трубки
  - б. судини
  - в. волокна
  - г. камбій
9. По яких тканих рухаються вуглеводи
- а. судини
  - б. ситоподібні трубки
  - в. камбій
10. Як називається вирощування рослин на дистильованій воді з добавкою поживних солей
- а. гідропоніка
  - б. водяні культури
  - в. штучне

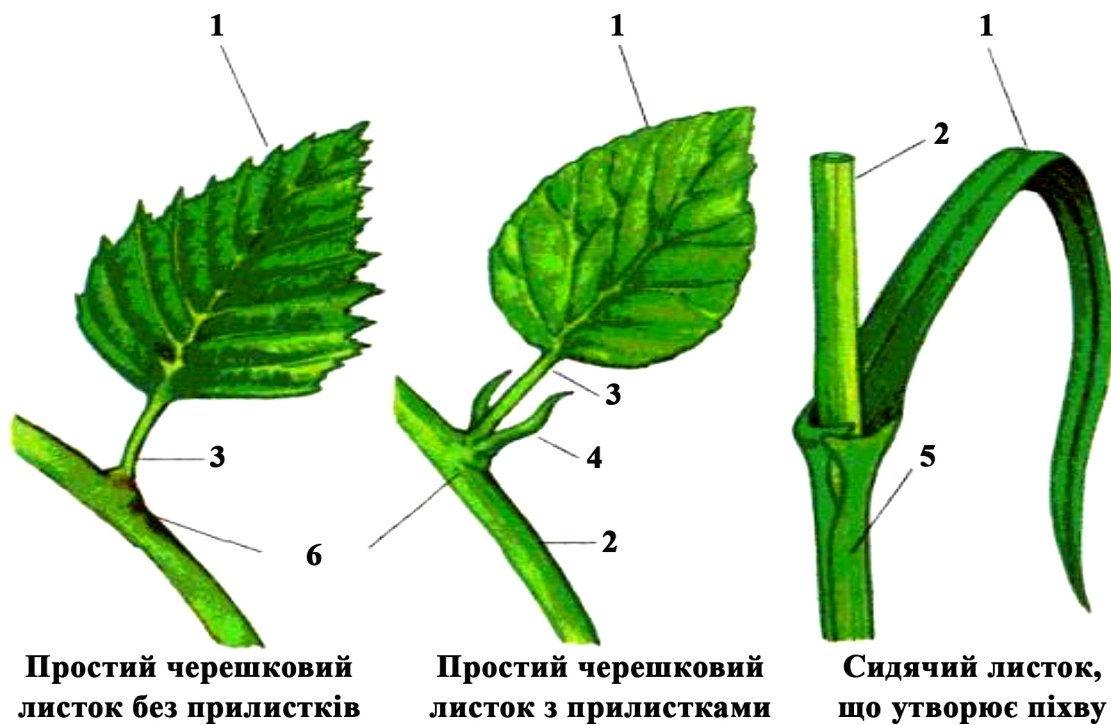
### 11.3. Листок – вегетативний орган рослини

Листок є бічним вегетативним органом, який розвивається на пагоні і має одну площину симетрії, обмежений верхівковий ріст і наростає основою.

Функції листка. Основні функції листка – фотосинтез, транспірація і газообмін. У процесі *фотосинтезу* в зеленому листку на світлі синтезуються органічні речовини, необхідні для життя рослин, а в атмосферу виділяється кисень. *Транспірація* – це випаровування води рослиною. Внаслідок цього процесу створюється всмоктувальна сила листків і відбувається терморегуляція. Під час газообміну рослина вдень виділяє кисень – продукт фотосинтезу, а вночі вуглекислий газ – продукт дихання. Хоча рослина дихає цілодобово, вуглекислий газ, який утворився вдень, використовується для фотосинтезу, а вночі, коли фотосинтез не відбувається, він виділяється у навколишнє середовище.

Будова листка. Листки різних рослин не схожі один на одного, майже завжди мають листову пластинку та черешок, основою якого листок прикріплюється до стебла.

Листова пластинка. Розширена, плоска і є важливою частиною листка. Саме тут відбуваються процеси фотосинтезу, газообміну, транспірації. Черешок – звужена частина листка між його пластинкою і основою. Він орієнтує листок відносно джерела світла, а також зменшує удари по листовій пластинці вітру, дощу, граду. Листки з черешками називаються *черешковими*, а без нього – *сидячими*. Від основи листка іноді розвиваються вирости – *прилистники*. Вони розвиваються раніше листової пластинки і черешка та захищають листки у бруньці (береза, липа, осока, яблуня), а при розкритті бруньки вони відпадають. У деяких рослин прилистники зберігаються все життя і виконують функції листової пластинки (горох, шипшина, фіалка). У ряду рослин основа листка розширена у вигляді трубки, яка огортає пагін – це піхва (злакові, осокові, лілейні, зонтичні). Піхва надійно захищає пазушні бруньки. (рис.10.5).



**Простий черешковий листок без прилистків**

**Простий черешковий листок з прилистками**

**Сидячий листок, що утворює піхву**

Рис. 10.5. Види пагонів:

1 – листову пластину; 2 – стебло; 3 – черешок; 4 – прилистки; 5 – піхва листка; 6 – вузол.

За формою листової пластинки розрізняють листки: *овальні, округлі, ланцетні, голчасті, серцевидні*. Форма краю пластинки листків також різноманітна: листок яблуні має *зубчастий* край, листок осоки *виїмчастий*, листок бузку *цілокрайй*. Листова пластинка в різних напрямках пронизана жилками, які представляють собою судинно-волокнисті пучки і забезпечують міцність листка. У листків дводольних рослин жилкування *перисте* або *пальчасте*, а у однодольних жилки розташовуються *паралельно* один до одного або *дугоподібно*. Великі жилки з'єднані між собою мілкими, утворюючи сітку. Листки, які мають одну листову пластинку опадають восени цілком, називаються *простими*, хоча нерідко їх форма далеко не проста (картопля, дуб, морква). *Складні* листки складаються із декількох листків. Якщо вони з'єднані з черешком в одній точці, то це *пальчастий* лист (люпин, каштан). Якщо прикріплюються по всій довжині черешка – *перистоскладний*. Розрізняють листки двох типів: *парноперисті*, якщо листок закінчується парою листків, як у гороху, і *непарноперисті*, якщо листок закінчується одним листком, як у шипшини.(рис.10.6).

*Листорозміщенням* називається порядок розташування листків на пагоні. При *черговому* листорозміщенні, листки розташовані на стеблі по одному, чергуючись один з одним, при *супротивному* – один навпроти одного, при *мутовчастому* – прикріплюються до стебла по декілька. Листки на стеблі розташовуються так, що не затіняють один одного, утворюють листову мозаїку. Мозаїка добре виражена у в'яза, клена гостролистого. Рух листків до світла забезпечується нерівномірним ростом черешків: затінена сторона росте швидко і це викликає вигин черешка і переміщення листової пластинки. Загальна площа листків у багато разів перевищує площу, яку займає сама рослина. Так, листову поверхню кукурудзи на 1 га поля – 12 га, пшениці – 25 га, картоплі – 40 га. Цей показник обов'язково враховується в агротехнічних рекомендаціях за нормами посіву насіння на гектар.

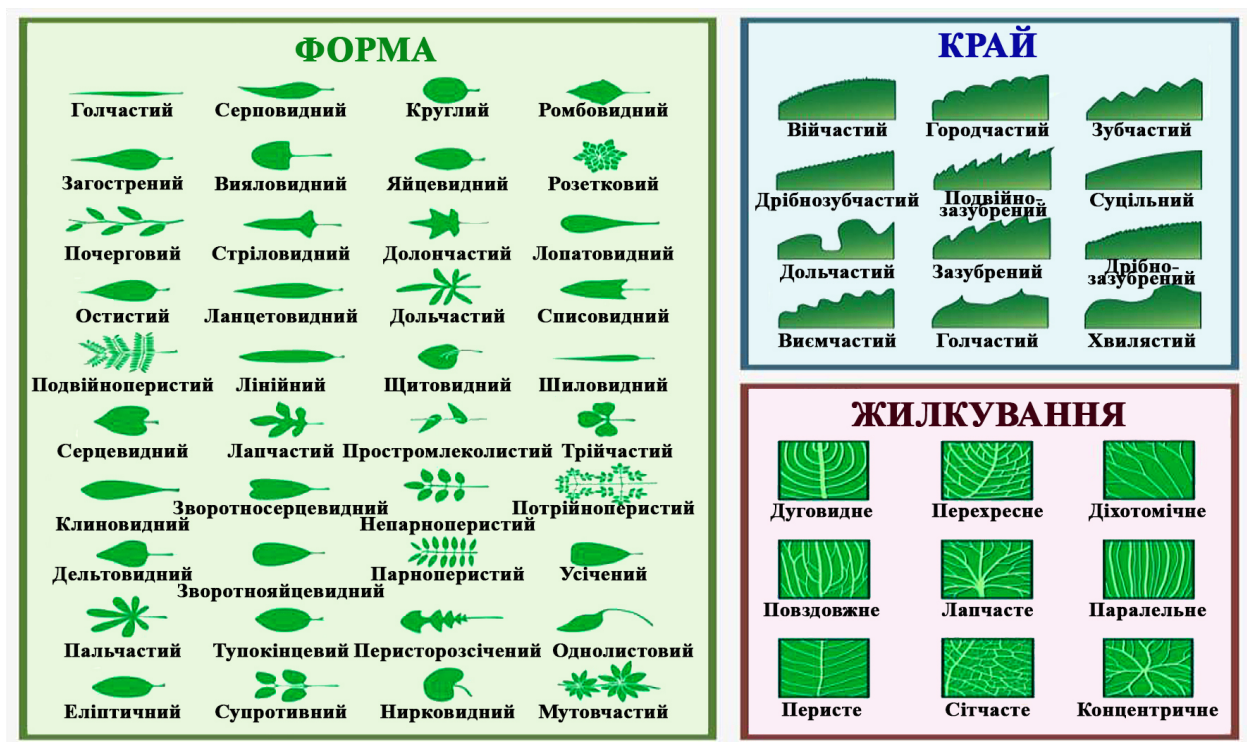


Рис. 10.6. Види листків.

**Внутрішня будова листка.** Зверху і знизу листок покритий шкірочкою. Серед її безкольорових клітин, особливо з нижнього боку листка, розташовані парні замикаючі клітини – продихи з хлоропластами, між якими є отвір – *продихова щілина*. Замикаючі клітини і продихова щілина разом складають продих, їх дуже багато, на 1мм<sup>2</sup> поверхні листка 300. Через них відбувається *газообмін* і *транспірація*. При достатній кількості води в ґрунті продихи вдень відкриті, а вночі закриті. А якщо рослина відчуває нестачу у воді, то продихи закриті вдень. Між верхньою і нижньою шкірочкою розташована асиміляційна тканина, клітини якої мають велику кількість хлоропластів і забезпечують процес фотосинтезу. Клітини цієї тканини не однакові за формою. Верхні мають витягнуту форму, щільно притиснуті одна до одної, розташовані у два ряди і називаються стовбчастою тканиною. До нижньої шкірочки листка прилягає губчаста *асиміляційна*, клітини якої мають неправильну форму з великими міжклітинниками. По них до клітин асиміляційної тканини через продихи проникає повітря, надходить вуглекислий газ і виділяється кисень. Зайва вода у вигляді пару по міжклітинниках випаровується в процесі



*транспірації*. Надходження води до клітин листка і відтік органічних речовин, які утворюються в процесі фотосинтезу, відбувається по жилках листка. Будова листка залежить від умов існування. Листки рослин вологих місць великі, їх поверхні випаровують багато вологи. Листки рослин сухих місць існування невеликі за розмірами і мають пристосування, що зменшують випаровування (восковий наліт, густе опушення). Внутрішня будова листків також відображає умови життя. У таких типових степових і пустельних рослин, як ковила, продихи знаходяться на верхньому боці листка, а листок в умовах нестачі вологи згортається у трубочку, бо продихи розташовані всередині неї і випаровування зменшується. Листки багатьох дерев (дуб, яблуня, береза), розвиваються у верхній частині крони на світлі (світлі листки), мають добре розвинену стовбчасту паренхіму, ніж листки, розташовані в нижній частині крони.(рис.10.7).

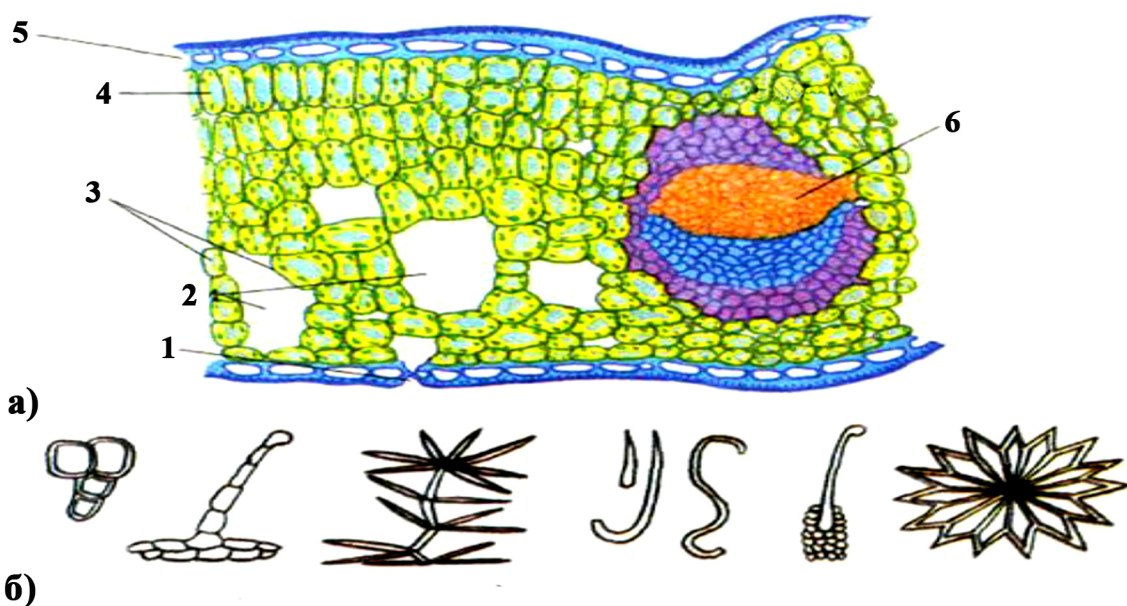


Рис. 10.7. Внутрішня будова листка:

а – зріз через листову пластинку; б – різні типи волосків клітин шкіри; 1 – продих; 2 – міжклітинники; 3 – губчасті клітини; 4 – стовбчасті клітини; 5 – шкірка з кутикулою; 6 – судинно-волокнистий пучок.

*Листопад*. Кожної весни у більшості дерев і кущів помірних і холодних широт розпускаються бруньки і з'являються молоді зелені листки, які до осені відмирають і опадають. У старих листків накопичуються зайві для рослини

мінеральні речовини – кристали оцтовокислого кальцію, кремнезему. Корисні речовини до моменту опадання листя рухаються у стебло. Рослини, листки яких живуть тільки один вегетаційний період, називаються листопадними (дуб, береза). Рослини, листки яких живуть довше і поступово змінюються називаються – вічнозеленими (ялина 5 – 12 років, сосна – 2 роки). Листопад – це пристосування рослин до переживання несприятливого зимового періоду, коли корені не можуть поглинати із ґрунту воду. Перед листопадом листки стають червоними, жовтими. Це пов'язано з руйнуванням хлорофілу, який в літній період маскує жовті і червоні пігменти і забарвлює клітинний сік. У тропіках листя багатьох дерев опадають внаслідок настання дощового або посушливого сезонів.

**Видозміни листків рослин.** Вони пов'язані виконанням або різноманіттям функцій, що не властиві більшості листків. Листок може бути місцем накопичення поживних речовин (м'ясисті лусочки і цибулини цибулі), запасати воду (агава, столітник), слугувати захистом від тварин (колючки барбарису) або несприятливих факторів зовнішнього середовища (брунькові лусочки), прикріплювати рослину до опори (вусики гороху), виконувати роль хапального апарату (росичка, мухоловка) та бути органом вегетативного розмноження ( фіалка, бегонія ).(рис.10.8).



Рис.10.8. Видозміни листка.



## Запитання для самоконтролю

1. Який орган рослини називають листком?
2. У чому відмінність листка від інших вегетативних органів?
3. Яку будову має листок?
4. Які листки називаються простими, а які складними (приклади) ?
5. Які форми листової пластинки є у простих і складних листків ?
6. Які типи жилкування листка відомі?
7. Яке жилкування листків рослин класу дводольні та однодольні?
8. Намалюйте види країв листових пластинок.
9. Які є видозміни листка і з якими функціями це пов'язано?
10. Які тканини утворюють листок і яку функцію виконують?
11. Як називаються судино-волокнисті пучки листків?
12. В яких тканинах листка відбувається фотосинтез?
13. Яка будова та функції продих листка?
14. На якому боці розташовані продихи у наземних та водних рослин?
15. Який пігмент забарвлює листок у зелений колір і яке його значення?
16. Від чого залежить зміна кольору листя восени?

## Тестові завдання

1. З яких частин складається листок злаків
  - а. черешок
  - б. листова пластинка
  - в. листова піхва
  - г. прилистники
2. У яких рослин пальчасте жилкування листка
  - а. однодольні
  - б. дводольні
  - в. голонасінні
3. Які листки у однодольних
  - а. складні
  - б. прості
  - в. піхвові
4. Відозміни якого органу є соковиті лусочки цибулі
  - а. корінь
  - б. стебло
  - в. листок

5. Яка роль жилок листка
- а. захист від транспірації
  - б. фотосинтез
  - в. опора м'якоті листка
6. У яких рослин продихи на нижньому боці листка
- а. водних
  - б. наземних
  - в. підземних
7. Відкриті продихи листка
- а. вдень
  - б. вночі
  - в. закриті
8. У якій частині листка знаходиться стовбчаста тканина
- а. верхній
  - б. нижній
  - в. посередині

#### 11.4. Стебло. Будова і функції.

*Стебло* – осьовий вегетативний орган квіткової рослини, який має радіальну симетрію. На ньому з боків у певному порядку розташовуються листки, а у їх пазухах – бруньки. Стеблу властивий необмежений верхівковий ріст і від'ємний геотропізм. Стебло виконує ряд функцій: проводить розчини від кореня до листків – мінеральні речовини, а від листків до кореня – органічні речовини; з'єднує два полюси живлення рослини – корені і листки; виносить рослину до світла; на ньому розвиваються квітки, плоди і насіння; слугує місцем запасу поживних речовин (капуста кольрабі); заміняє функціонально листки (кактус), забезпечує захист рослини (колючка глоду), є органом прикріплення (вусики гарбуза, винограду).

За зовнішнім виглядом в поперечному розрізі стебла різноманітні: *округлі* (картопля, томати, злакові), *багатогранні* (гарбуз, морква), мають чотиригранні (м'ята), *тригранні* (осока), плоскі (опунція). За напрямком росту і розташування у просторі розрізняють погони: *пряmostoячі* – ростуть уверх перпендикулярно до поверхні землі (трав'янисте – соняшник, дерев'янисте –

стовбур берези, дуба); *повзучі* ростуть по поверхні ґрунту горизонтально (журавлина), *чіпкі* прикріплюються до опори за допомогою вусиків ( гарбуз, виноград, огірок, горох ), *виткі* ( плющ, в'юнок, хміль).

За ступенем здерев'яніння розрізняють *трав'янисті* та *дерев'янисті* стебла. *Трав'янисті* живуть всього один вегетаційний період і відрізняються слабким потовщенням, *дерев'янисті* – багаторічні потовщуються постійно. За типом стебла і зовнішнім виглядом рослини поділяють на: *дерев'янисті* (дерева, кущі) і *трав'янисті* життєві форми (трави). *Дерево* – рослина з одним багаторічним здерев'янілим стеблом (стовбуром), на гілках якого знаходяться бруньки відновлення. *Кущі* – рослини з декількома багаторічними здерев'янілими стеблами, що мають над та під землею бруньки відновлення. *Багаторічні трави* – рослини з одним або кількома трав'янистими стеблами, надземна частина яких кожної осені відмирає, а підземна частина з бруньками відновлюється і живе декілька років. *Однолітня трава* – рослина, життєвий цикл якої від проростання до утворення насіння і загибелі має тільки один вегетаційний період.

В еволюції покритонасінних спостерігається перехід від дерев до трав, основним фактом такої еволюції було пристосування до холодного клімату. Термін життєдіяльності пагонів дуже різноманітний. У деяких однолітніх рослин (мокриця) він складає 30-45 днів, у більшості трав – 120-150 днів, у дерев декілька сотень років. Деякі *дерев'янисті* рослин живуть більше тисячі років (дуб, ялина), а інколи і декілька тисяч (3-5 тис. років – мамонтового дерево, тис). Розміри пагонів також вирізняються великим різноманіттям. Максимальної довжини (200 - 300м) досягають пагони деяких тропічних пальм – ліан, у евкаліпта 120 – 150 м, у пальм 60м, у ялини 40 м.

**Внутрішня будова пагона.** Будову стовбура *дерев'янистої* рослини можна розглянути, зробивши поперечний зріз, на якому добре видно велику частину деревини з річними кільцями, оточену вузьким шаром м'якої тканини кори, до складу якої входить *корок*. Зовні стебло покрито *пробкою*, під якою розташовується кора, яка складається з різних тканин. Тут серед клітин

основної паренхіми групами розташовані ділянки *провідної тканини* – *ситоподібні трубки* і *механічні* тканини – *луб'яні* волокна. Саме вони забезпечують стеблу гнучкість і міцність. На межі кори і деревини розташовується шар твірної тканини – *камбій*. Поділ його клітин забезпечує наростання стебла у товщину, всередину відкладаються клітини деревини, назовні – клітини кори. Всередині стовбура камбій утворює більшу кількість клітин, ніж зовні, тому деревина в стовбурі краще розвинена, ніж кора. Поділ клітин камбію починається весною і завершується восени. Восени камбій відокремлює клітини механічної тканини. Межа між осінньою деревиною минулого року, яка складається з механічної тканини, і весняної, яка складається в основному з судин. Тому у деревині добре помітні концентричні кільця – її річне наростання, за якими можна визначити вік рослини. По судинах деревини вода з розчиненими в ній мінеральними речовинами рухаються від коренів до листків (висхідний потік), а для переміщення речовин в горизонтальному напрямку - забезпечують радіальні промені, які утворені з клітин основної тканини. Вони тягнуться від центру стебла через деревину і кору. В деревині вони вузькі, а в корі розширені. При висиханні деревина розтріскується по радіальних променях.

В центрі стебла розташована *серцевина*. Вона складається з нещільно розташованих округлих клітин (основна тканина), в яких восени та взимку накопичуються поживні речовини – крохмаль, жири, білки, вітаміни. Деревина має широке використання в господарській діяльності: деревообробна промисловість, енергетика. З деревини виготовляють папір, картон, штучні тканини, пластикові матеріали, спирт, синтетичний каучук. Суха перегонка деревини дає такі продукти: метан, оцтову кислоту, ацетон. Зелена маса йде на корм тваринам. (рис.10.9).

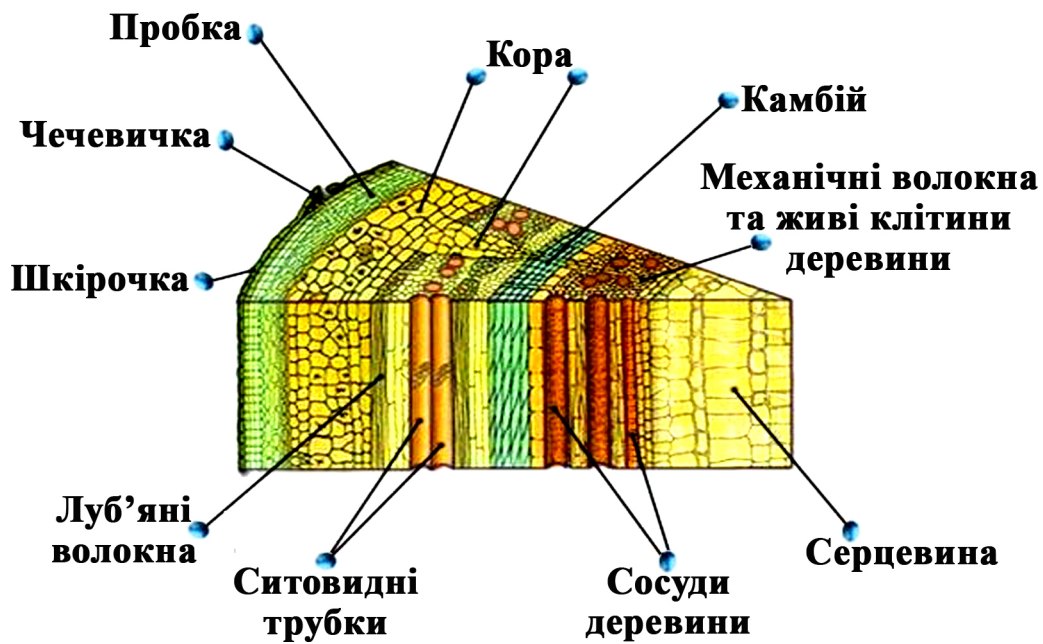


Рис.10.9. Будова стебла.

*Пагін.* Стебло з розташованими на ньому листками та бруньками називається пагоном. Ділянки стебла, на яких розташовані листки називаються вузлами, а ділянки стебла між двома вузлами – міжвузля. Кут між листком і вище розташованим міжвузлям називається *пазухою* листка, саме тут закладається пазушна брунька. Пагін складається з ділянок, які повторюються – метамерів. Один метамерів включає міжвузля, вузол, листок і пазушну бруньку.

### **Брунька**

При проростанні насіння пагін розвивається з бруньки – зародка насіння. У багаторічних рослин пагону дає початок брунька. *Брунька* – це зачаток пагона, який складається з вкороченого стебла з тісно розташованими зачатковими листками. На верхівці стебла знаходиться конус наростання, який складається з твірної тканини. За рахунок її росту стебло стає довшим, утворюються листки і пазушні бруньки. Зовні брунька захищена покривними лусочками, які є видозмінами нижніх листків пагона. По розташуванню на пагоні бруньки бувають верхівковими та бічними.

*Верхівкові бруньки* – це бруньки розташовані на верхівці пагона, а інші – *бічні*. Їх, у свою чергу, поділяють на пазушні та додаткові. *Пазушні* бруньки регулярно виникають у пазухах молодих листкових зачатків біля верхівки материнського пагона. Їх розташування точно відповідає листорозміщенню, тому зимою на стеблі дерева або куща по бруньках можна визначити розташування листків. Бічні бруньки, які розвиваються поза пазухами на міжвузлях, коренях і листках, називаються *додатковими* і виконують функцію вегетативного розмноження. Додаткові бруньки на листках часто розвиваються в маленькі рослини з додатковими коренями., які відпадають від материнської рослини і дають початок новим особинам і отримали назву відводки (росичка). Вони можуть виникнути в пазусі листка і видозмінитись в цибулину (тигрова лілія ). Бруньки неоднакові за будовою. У більшості рослин середніх широт вони закриті (захищені), тому що зовні мають брунькові лусочки склеєні смолою (хвойні) і іншими клейкими речовинами (тополя), а деякі з них вкриті пухом. Є також рослини з відкритими незахищеними, голими бруньками, не мають брунькових лусочок (крушина звичайна, калина).

За внутрішньою будовою розрізняють такі типи бруньок:

- *вегетативні* – складаються з зачаткового стебла, лусочок, зачатків листків і конуса наростання;
- *генеративні* (квіткові) складаються з зачаткового стебла, лусочок і зачатків квітки або суцвіття (бузина червона);
- *змішані* – складаються з зачаткового стебла, лусочок, зачаткових листків або суцвіття (яблуня). Вегетативні і змішані бруньки – великі і округлі, порівняно з генеративними.

Бруньки, які перебувають в стані спокою в осінньо-зимовий період, а потім розпускаються і дають нові пагони, називаються *зимуючими*. До зимуючих бруньок вони відносяться тому що, після перерви знову відновлюється наростання пагонів. Вони забезпечують багаторічне існування дерев та трав. *Сплячі* бруньки є особливими, вони знаходяться протягом років

у стані спокою. Стимулом для їх пробудження є пошкодження стебла дерев (обрізка кущів, поросль на пеньках).(рис.10.10).

**Розвиток пагона.** Розвиток починається з розпускання бруньок. Коли брунькові лусочки опадають, починається їх інтенсивний ріст. Пагін збільшується за рахунок поділу клітин конуса наростання і утворення нових ділянок стебла з листками і бруньками. Після поділу відбувається ріст клітин, тобто наростання у пагона у довжину. В міру віддалення від конуса наростання здатність клітин до поділу сповільнюється і потім припиняється. Наступний етап диференціація клітин у постійні тканини (покривну, основну, механічну, провідну). У ряду рослин довгий час активно ростуть основи міжвузлів пагона, такий ріст називається вставним. І тому у пшениці, бамбука і інших злакових стебла ростуть дуже швидко, наприклад, у бамбука за добу – на метр.

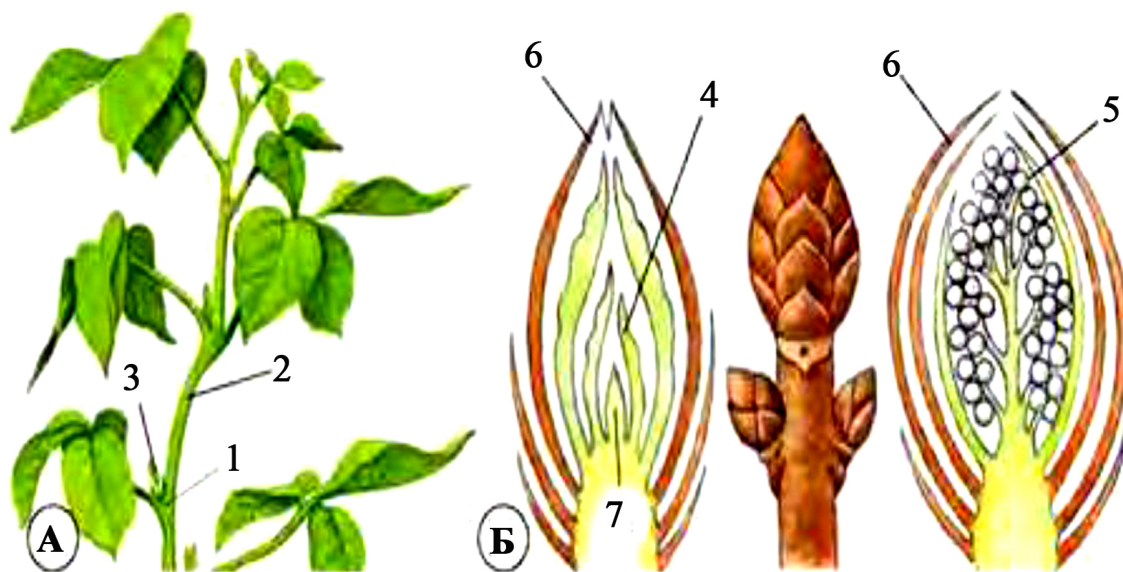


Рис.10.10. Будова пагона (А) будова бруньки (Б):

1 – вузол; 2 – міжвузля; 3 – пазуха листка; 4 – зачаткові листки; 5 – зачаткові квітки; 6 – покривні луски; 7 – конус наростання.

**Галуження.** Пагін, що виріс з бруньки зародка насіння, називається *головним*. У деяких тропічних і субтропічних рослин зустрічаються нерозгалужені пагони, тому що розвивається тільки головний пагін (пальми, юки), а з бічних утворюються бічні пагони, які забезпечують галуження. В

процесі еволюції рослин розвилось галуження: дихотомічне, *моноподіальне* і *симподіальне*. При *дихотомічному* галуженні конус наростання розгалужується, даючи два пагони, кожний з яких, у свою чергу, дає ще два. Це галуження найбільш давнє і властиве папоротеподібним та плауноподібним. При *моноподіальному* галуженні має місце необмежений верхівковий ріст головної осі першого порядку – моноподія, від якого відходять більш короткі бокові другого і наступних порядків. Це галуження властиве багатьом голонасінним (ялина, піхта, кипарис), їх стовбур має вісь одного порядку. При *симподіальному* галуженні головна вісь рано припиняє ріст. Але під її верхівкою починає рости бічна брунька, а пагін, що виріс з неї, продовжує вісь першого порядку. Цей пагін, в свою чергу, також припиняє верхівковий ріст і починає рости бічна брунька, з якої виникає вісь третього порядку. Таке галуження властиве для більшості дерев, кущів і трав. Симподіальне галуження еволюційно прогресивне.

**Видозміни пагона.** Видозміни пагона пов'язані з виконанням ними особливих функцій: у глоду, дикої яблуні колючки захищають рослину від поїдання тваринами; у гарбуза, огірка, дині, винограду вусики пристосовані до прикріплення. Широко розповсюджені видозмінені пагони – *кореневища*, *бульби*, *цибулини*, в них відкладаються запасні поживні речовини, які необхідні для перенесення несприятливих умов, а також для вегетативного розмноження.

*Кореневище* має бічні вузькоподібні листки і бруньки, від нього відходять додаткові корені і запасні поживні речовини відкладаються в стебловій частині кореневища. Кореневище зовні схоже на корінь, але відрізняється від нього недорозвиненими листками і відсутністю кореневого чохла. Рослини з розгалуженими кореневищами швидко розростаються і з верхівкової та пазушних бруньок розвиваються наземні пагони, що відмирають восени. Старі частини кореневища поступово відмирають, зв'язок між окремими групами пагонів порушується, утворюючи декілька нових рослин (пирій повзучий,



мати-й-мачуха, ірис, купина). Тонкі видовжені пагони, які утворюють на верхівці бульбу або цибулину називаються *столонами*.

*Бульби* – це пагін з міцним потовщеним стеблом, в якому відкладаються поживні речовини. Бульби можуть бути підземними та надземними. Підземні розвиваються на столонах (картопля, земляна груша). На поверхні бульби картоплі розташовані заглибини – місця недорозвинених листків, в пазухах яких знаходяться бруньки. Наземні бульби розвиваються у капусті кольрабі та деяких орхідей.

*Цибулина* – це підземний пагін з вкороченим стеблом – донцем. Від нього вниз відходять додаткові корені, а уверх – тісно наближені соковиті листки (цибулеві лусочки), в яких відкладаються запасні поживні речовини. В пазухах цибулевих лусочок знаходяться бруньки, з яких формуються надземні пагони і нові цибулини. Зовнішні сухі лусочки захищають внутрішні м'ясисті від висихання і гниття. Цибулини розвиваються у цибулі, часнику, лілій.

*Бульбоцибулина* зовні схожа на цибулину, але запасні поживні речовини відкладаються у розвинену стеблову частину, а лусочки у неї сухі (гладіолус, шафран).(рис.10.11.)



Рис.10.11. Видозміни пагона.

## Запитання для самоконтролю

1. Який орган рослини називається стеблом ?
2. Чим відрізняється стебло від пагона?
3. Чому відбувається галуження стебла ?
4. Яка будова бруньки рослин та функції кожної частини?
5. Як поділяються бруньки за розташуванням на стеблі та функціях ?
6. Що таке вузол та міжвузля?
7. Які основні відмінності трав'янистих і дерев'янистих стебел?
8. Яка мікроскопічна будова стебла та функції цих тканин?
9. Яка тканина відповідає за утворення річних кілець?
10. Роль провідної тканини стебла?
11. Яку функцію виконує луб у стеблі рослин?
12. Види бруньок та їх значення?
13. Які види та значення видозмін стебла?
14. Яка різноманітність видів стебел у рослин?

## Тестові завдання

1. З чого розвивається головне стебло
  - а. бічна брунька
  - б. верхівкова брунька
  - в. брунька зародка насіння
2. У яких рослин в стеблі між деревиною і лубом знаходиться камбій
  - а. однодольні
  - б. дводольні
  - в. голонасінні
3. У стеблах яких рослин є річні кільця
  - а. трави
  - б. кущі
  - в. дерева
4. Які тканини утворюють деревину
  - а. пробка
  - б. судини
  - в. ситоподібні трубки
5. Які тканини утворюють луб
  - а. пробка
  - б. судини
  - в. ситоподібні трубки

6. Скільки камбіальних кілець в стовбурі 15-літньої яблуні
- а. 10
  - б. 1
  - в. 15
7. Скільки річних кілець в основі стовбура 10-річної липи (10,1)
- а. 1
  - б. 5
  - в. 10
8. Що можна побачити на верхівці кореневища пирію
- а. кореневий чохлик
  - б. верхівкова брунька
  - в. бічна брунька
9. Видозміною якого органу є кочережка капусти
- а. квітка
  - б. пагін
  - в. листок
10. Які корені виростають при розмноженні агргусу
- а. бічні
  - б. додаткові

### **11.5. Вегетативне розмноження рослин**

Вегетативне розмноження рослин – це утворення нових особин з вегетативних органів. В його основі лежить регенерація, тобто здатність рослин відновлювати свій організм з будь-якої частини свого тіла. Вегетативне розмноження за допомогою кореневищ, цибулин, бульб, бульбоцибулин широко розповсюджено в природі і використовується у рослинництві.

Цибулинами в природі розмножуються багато рослин степів і напівпустель: цибуля, тюльпан, гіацинт, нарцис, лілія. А у сільськогосподарській практиці – овочеві (цибуля, часник) і дикоростучі рослини (тюльпан, нарцис, амариліс, гіацинт). Гладіолуси розмножуються бульбоцибулинами. Промислове виробництво картоплі – важливої харчової і технічної культури – засновано на використанні посадкового матеріалу виключно бульб.

Для вегетативного розмноження можна використовувати надземні повзучі – *вуса*. Стелячись по поверхні землі, вони вкоріняються і дають нові пагони. Міжвузля повзучих пагонів відмирають, і нові рослини втрачають з материнськими зв'язок, так у природі і сільськогосподарській практиці розмножуються суниці.

Людина широко використовує здатність рослин до вегетативного розмноження, звертаючись до штучного розведення – живцями. *Живцем* називають частину пагона, кореня, листка. Живцями пагона розмножують виноград, смородину, агрус, троянди, пеларгонію; *кореневими* живцями – малину, вишню, сливу, осику, тополь, горобину. *Листовими* живцями, тобто листками або навіть їх частинами, можуть розмножуватись небагато рослин – лимон, бегонія, глоксинія, фіалка. Деякі рослини погано вкоріняються при відділенні живців материнської рослини і тому їх розмножують *відводками*. При такому розмноженні гілки рослин пригинають до землі і присипають ґрунтом, залишаючи верхівку над землею. На загорнутій ділянці гілки розвиваються додаткові корені. Вкорінений пагін відділяють від материнської рослини і пересаджують в інше місце. Так розмножують агрус, виноград, шовковицю, фікус. Декоративне розмноження рослин штучно розмножують *поділом* куща (півонія, флокса). Один з способів вегетативного розмноження – щеплення. *Щепленням* називають штучне зрощення частин (живця і бруньки) однієї рослини з пагоном іншої рослини. Рослину, яку прищеплюють, називають *прищепна*, а ту, до якої прищеплюють – *підщепна*. Прищепна не утворює власних коренів, а отримує воду і мінеральні речовини з коренів підщепи; підщепна отримує з прищепи органічні речовини. Щеплення властиве плодовим деревам, при якому сортові ознаки материнської рослини – прищепи – зберігаються. Успіх щеплення залежить від повного зростання прищепи і підщепи. На практиці є багато способів щеплення: вічком або окуліривою, щепленням у розщепу. Добре вдаються щеплення між сортами, гірше – між видами, ще важче між родами. Вдалим є щеплення між представниками родини пасльонові (томати, картопля, перець, тютюн), гарбузові (гарбуз, диня,

огірок). Таким чином, у природі широко розповсюджено природне вегетативне розмноження, а штучне використовується у рослинництві. При цьому успадковуються ознаки материнського організму, що використовується в сільськогосподарській практиці для збереження цінних сортів. Вегетативне розмноження швидко дозволяє отримати велику кількість особин і великий врожай.(рис.10.12).



Рис.10.12. Вегетативне розмноження.

### Запитання для самоконтролю

- 1.Яке значення вегетативного розмноження у природі?
- 2.Які види вегетативного розмноження властиві покритонасінним рослинам?
3. Чим відрізняється кореневище від кореня?
4. Які ознаки підтверджують, що бульба і цибулина – це видозміни пагона?
5. Які відмінні ознаки бульб і цибулин?
- 6.Як можна пояснити з точки зору біоценотичних зв'язків здатність рослин до вегетативного розмноження?
- 7.Які корені утворюються при вегетативному розмноженні?

### 11.6. Квітка і плід

**Будова квітки.** Квітка покритонасінних рослин – це видозмінена шишка голонасінних. Гете визначив квітку як видозмінений листостебловий пагін, який є пристосуванням до розмноження. Тому яким би не було різноманіття квіток, подібність в їх будові все-таки є.

Розглянемо будову квітки вишні. Вона має коротку квітоніжку, яка розширюється і утворює квітколоже, на ньому розташовується оцвітина, маточка та тичинки.(рис.10.13).

*Оцвітина* – зовнішня частина квітки, яка складається з листків двох типів: зовнішніх зелених – *чашолистиків*, які, утворюють чашечку, а внутрішні ніжні біло-рожеві пелюстки утворюють *віночок*. Віночок, диференційований на чашечку і віночок, тому його називають *подвійним*. А той, який у своєму складі має тільки чашолистки або пелюстки, називається *простим*. Віночок захищає головних органів квітки від механічних та термічних впливів і приваблює комах – запилювачів рослин.

У середині квітки, ближче до пелюстків, розташовуються *тичинки*, що складаються з тичинкової нитки та пиляка, у яких дозріває пилок. У самому центрі квітки розташована маточка, яка складається з нижньої розширеної частини – *зав'язі*, верхньої звуженої – стовпчика, верхівка якої закінчується блюдцеподібним потовщенням – *приймочкою*. Розрізавши зав'язь і розглянувши її за допомогою лупи, можна побачити порожнину, в якій знаходиться насінний зачаток – маленьке біле тільце. Зав'язь тут верхня (вільна), тому що приростає до квітколожа своєю основою.

У багатьох рослин, головним чином однодольних, всі листки оцвітини однакові, тобто оцвітина не диференційована на чашечку і віночок, тому така оцвітина називається *простою*. У одних рослин пелюстки простої оцвітини великі і яскраві, схожі на пелюстки віночка і називаються віночковидними (тюльпан, лілія, гладіолус, амариліс). А у інших непомітні, зелені, схожі на чашолистки і називається чашечкоподібними (буряк, ямс). На деяких рослинах, наприклад огірок посівний, має два типи квітів. В одних є тільки тичинки – це чоловічі квіти (тичинкові) з пилком. Їх називають пустоцвітами, тому не утворюють плоду. В інших квітках під оцвітиною добре помітним є маленький огірок – це зав'язь, вона нижня, тому що вона зрослась з квітколожем. Тичинок в цій квітці немає і їх називають жіночими (маточковими), з них утворюються плоди.

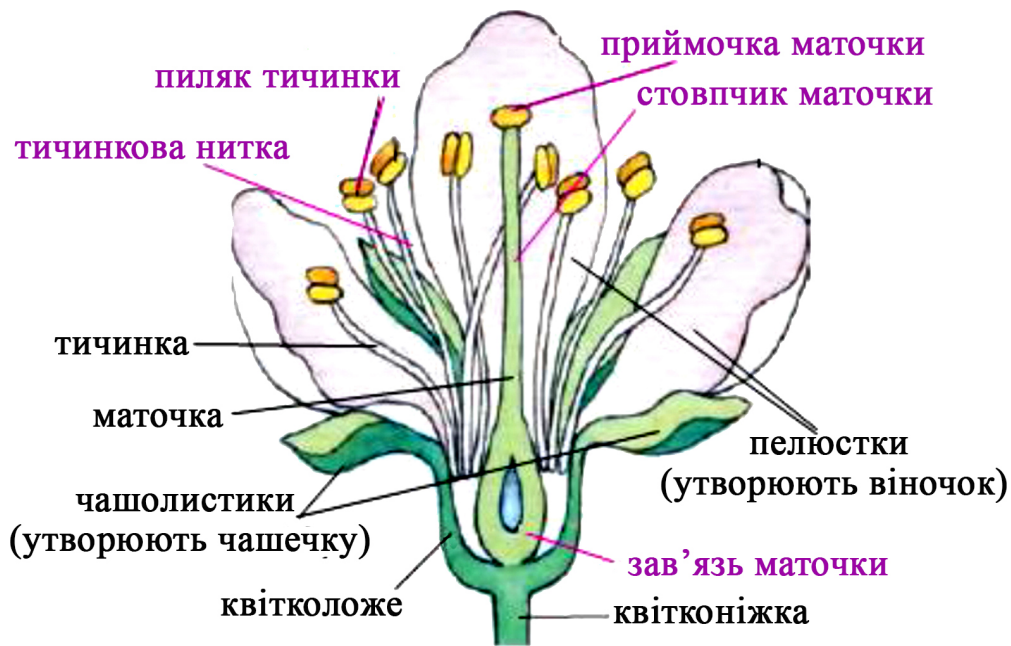


Рис.10.13. Будова квітки

Квіти з тичинками та маточками називаються *двостатевими*, а ті які мають тільки тичинки або маточки називаються *одностатевими*. Якщо на одній рослині є чоловічі або жіночі одностатеві квіти, їх називають *однодомними* (огірок посівний, кукурудза звичайна). Якщо чоловічі квіти розташовуються на одній рослині, а жіночі на іншій (конопля посівна, тополя пірамідальна), ці рослини називають *дводомними*. Різноманітність в будові квітки пов'язана з виникненням в процесі еволюції різних способів запилення.

**Суцвіття.** Є рослини, у яких квіти розвиваються по одному на верхівках пагонів або в пазухах листків – це поодинокі квіти, а у інших рослин квіти зібрані у суцвіття.(рис.10.14).

*Суцвіття* – це спеціалізований пагін, який несе квітки і видозмінені листки. Суцвіття бувають *простими* і *складними*. У подорожника великого багаточисельні квіти сидять на довгому стеблі і мають короткі і ледь помітні квітконіжки – це суцвіття *простий колос*. У *складному колосі* пшениці м'якої, жита посівного на стеблі (осі колоса) сидять колоски, які складаються з декількох квіток. Квіти черемхи звичайної, конвалії, капусти городньої мають суцвіття *китиця*. Окремі квітки у ньому розташовані на помітних квітконіжках, які відходять від довгого стебла. У першоцвіту весняного, вишні садової,

яблуні домашньої квіти зібрані у суцвіття *простий зонтик*. Квіти їх розходяться від верхівки стебла, як спиці зонтика. Морква посівна, кріп городній, петрушка городня мають суцвіття *складний зонтик*, який складається з декількох простих зонтиків. У кульбаби лікарської, соняшника однолітнього, ромашки аптечної мілкі квіти зібрані у суцвіття *кошик*. У цьому суцвітті багато мілких квітів розташованих на потовщеній розширеній частині стебла. Зовні суцвіття захищено зеленими листками – обгорткою, і тому схоже на одну велику квітку. Біологічне значення суцвіть у комахоzapильних рослин полягає у тому, що мілкі квіти, зібрані у суцвіття, добре помітні здалеку. В багатьох суцвіттях покривні листки і пелюстки яскраво забарвлені, завдячуючи цьому всі суцвіття добре помітні для запилювачів. У вітроzapильних рослин у суцвіттях, знаходяться завжди на кінчиках гілок і не перекриті листками, краще відбувається віддача і уловлення пилку, який разносять повітряні течії. Кількість квіток у суцвітті варіює від декількох до десятків тисяч (у пальм, агав). Розміри суцвіть також дуже різні: від 2 – 3 мм до 5 м в діаметрі і 14 м в довжину.



Рис.10.14. Види суцвіть.



## Запитання для самоконтролю

1. Яке походження квітки рослин?
2. Яку будову має квітка рослин?
3. Які частини квітки є головними і у чому їх значення?
4. Яке значення оцвітини і які види оцвітини відомі?
5. Які частини квітки стеблового, а які листового походження?
6. Які квіти відносяться до правильних, а які до неправильних (приклад)?
7. Як називають квіти, що мають і тичинки і маточки (приклад)?
8. Які квіти називають тичинковими (приклад рослин)?
9. Які квіти називають маточковими (приклад рослин)?
10. Які рослини називаються дводомними, а які однодомними (приклад рослин)?
11. Яка будова та значення тичинок?
12. Що утворюється у пиляках тичинок?
13. Яка будова маточки квіткової рослини?
14. Яка біологічна роль суцвіть?
15. Які ви знаєте прості суцвіття і у яких рослин?
16. Які ви знаєте складні суцвіття і у яких рослин?

### 11.7. Запилення, запліднення, утворення насіння.

*Запилення* – це перенесення пилку з тичинок на приймочку маточки.

*Перехресне запилення* – це потрапляння пилку на приймочку маточки іншої квітки – найпоширеніше у природі. Пилок переноситься вітром, водою, комахами, птахами, але в основному – вітром і комахами.

*Комахозапильні.* Пристосування квіток до запилення комахами призвело до формування яскравих, добре помітних духмяних квітів з нектарниками, які виробляють солодку рідину – нектар. Комахи, добуваючи нектар з глибини квітки, доторкуються до тичинок, і пилок прилипає до їх тіла. Перелітаючи на іншу квітку, комаха частину полку залишає на поверхні липкої приймочки.

*Вітрозапильні.* У квітів вітрозапильних рослин оцвітина погано розвинена, непомітна або взагалі відсутня. Пилок сухий і мілкий, утворюється у великій кількості; приймочка маточки, яка уловлює пилок, довга та периста, квіти без запаху. Більшість вітрозапильних рослин утворює більш або менш густі зарослі і відцвітає до появи листя, що полегшує запилення (осика, береза повисла, горішник).

**Самозапилення.** Це переніс пилку з тичинок на приймочку маточки тієї ж квітки. Воно властиве багатьом сортам пшениці, рису, ячменю, гороху, квасолі, тобто давно вирощуваним рослинам. Самозапилення можливе лише для двостатевих квіток і відбувається у закритій квітці, тому коли квітка відкривається, то приймочка вже запилена своїм пилом. Перехресне запилення дає більше життєздатних нащадків, тому що отримавши різні батьківські і материнські ознаки, рослини стають більш стійкими в природному доборі. При самозапиленні життєздатність більш обмежена, оскільки пилок і яйцеклітина утворюються в одній квітці і розвиваються в одних умовах. У перехреснозапильних рослин при повторному самозапиленні у ряду поколінь багато сортів, які мають нові корисні спадкові ознаки.

У процесі еволюції у рослин з'явилися ознаки будови, які запобігають самозапиленню. В першу чергу це одностатевість (конопля, осика, горішник), при якому можливе лише перехресне запилення. У рослин з двостатевими квітками пилок і приймочка маточки можуть дозрівати не одночасно, що виключає самозапилення (складноцвіті). Широко розповсюджена самонесумісність, коли при самозапиленні пилок не проростає на приймочці маточки або ріст пилкових трубочок швидко припиняється, не досягнувши зав'язі маточки (першоцвіт весняний). У тих умовах, коли перехресне запилення не відбувається (у складноцвітих), самозапилення нерідко слугує резервним способом запилення. Штучне запилення використовують головним чином для виведення нових сортів, при якому людина сама переносить пилок на маточки квіток.

**Запліднення.** Після процесу запилення, тобто потрапляння пилку на приймочку маточки, відбувається *запліднення* – злиття чоловічої і жіночої статевих клітин (гамет), які дають початок новому організму. У різних рослин між запиленням і заплідненням проходить час (від декількох хвилин до декількох місяців). *Спермії* – чоловічі гамети – формуються в пилкових зернах тичинок. В типових випадках пилок складається з чотирьох гнізд, заповнених материнськими клітинами спор. Ці клітини діляться мейозом, внаслідок чого з кожної розвиваються чотири гаплоїдні клітини – *мікроспори*. Галоїдне ядро

мікроспори мітотично ділиться і утворюється пилкове зерно (*пиллок*) – чоловічий гаметофіт квіткових рослин. Воно складається з двох клітин: великої (*вегетативної*) і маленької (*генеративної*), покритої двома оболонками. Генеративна клітина ділиться мітозом ще раз і формує дві чоловічі статеві клітини без джгутиків – спермії.

*Яйцеклітина* – жіноча гамета – розвивається в зародковому мішку з насінного зачатка, який знаходиться у зав'язі маточки. Маточка квіткових рослин це новий орган, якого не було у рослин інших систематичних груп. У голонасінних пиллок вловлюється безпосередньо семязачатком, а у покритонасінних (квіткових) – приймочкою маточки. Закрита зав'язь маточки захищає насінні зачатки, які в ній знаходяться, від несприятливих факторів навколишнього середовища. *Насінний зачаток* – це видозмінений мікроспорангій (нуцелус), захищений покривами. У центральній частині насінного зачатка одна з диплоїдних клітин нуцелусу ділиться мітозом, унаслідок чого з'являються чотири гаплоїдні клітини – мегаспори, три з яких відмирають, одна триразово мітотично ділиться, утворюючи вісім гаплоїдних ядер, що знаходяться у великій клітині, і являють собою зародковий мішок, який є зародковим поколінням – жіночим гаметофітом квіткових рослин. Пиллок, потрапивши на приймочку маточки внаслідок запилення, втримується на ній, тому що його покриви мають нерівності. На поверхні приймочки виділяється липка речовина і на приймочці пиллок проростає. З вегетативної клітини розвивається довга *пилкова трубка*, яка по тканинах стовпчика доростає до зав'язі і далі до насінної бруньки. З *генеративної* клітини до цього моменту утворюється два *спермія*, які проростають у пилкову трубку. Насінний зачаток вкритий особливим покривом, в якому є невеликий канал *пилковхід*, в який проникає пилкова трубка, що несе два спермія. Найбільша гаплоїдна клітина зародкового мішка – яйцеклітина – знаходиться проти пилковходу. В центрі зародкового мішка розташовується ще одна дуже важлива клітина – *центральна* (диплоїда). Пилкова трубка через пилковхід насінного зачатка входить у зародковий мішок і лопає: один спермій зливається з яйцеклітиною, внаслідок чого виникає *диплоїдна* зигота, а другий

спермій – с центральною клітиною і утворює *триплоїдну* клітину. Таке запліднення називається *подвійним заплідненням* і було відкрито у 1898 році українським вченим С. Г. Навашиним. Диплоїдна зигота багаторазово ділиться шляхом мітозу і з нею формується диплоїдний багатоклітинний зародок (спорофіт). Триплоїдна клітина також ділиться шляхом мітозу, утворюється багато клітин, у яких накопичуються запаси поживних речовин, необхідних для розвитку зародка і майбутнього проростка. Ця триплоїдна клітина називається *вторинним ендоспермом*. Таким чином, внаслідок запліднення з яйцеклітини виникає зародок, з центральної клітини – *ендосперм*, з насінного зачатку – *насіння*, а зав'язь квітки розростається і перетворюється на плід.(рис.10.15).

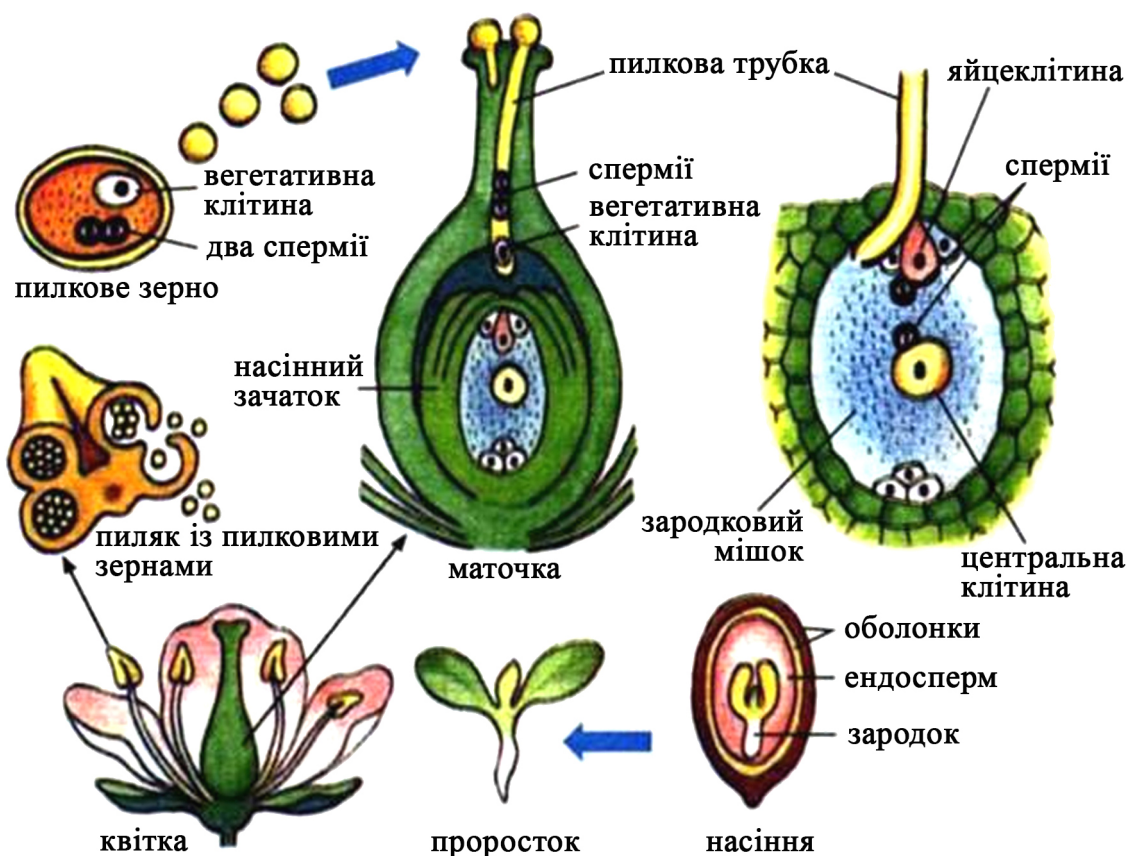


Рис.10.15. Процес запліднення квіткових рослин.

### Запитання для самоконтролю

1. Які рослини відносяться до самозапильних і якими ознаками вони характеризуються?
2. Яке біологічне значення мають перехреснозапильні рослини?
3. З якою метою використовують штучне запилення?

4. Який набір хромосом у ядер вегетативної і генеративної клітин?
5. Де проростає пилкове зерно?
6. З якої клітини утворюється пилкова трубка?
7. Де розташовані насінні зачатки і яка їх будова ?
8. Чому квіткові називають покритонасінними?
9. Яке значення зародкового мішка у циклі розвитку квіткової рослини ?
10. Який набір хромосом у яйцеклітині?
11. Який набір має центральна клітина?
12. У чому суть подвійного запліднення і хто його відкрив?
13. Що утворюється при заплідненні яйцеклітини?
14. Який набір хромосом зиготи і що з неї розвивається?
15. Який набір хромосом у заплідненого центрального ядра і що з нього утворюється?
16. Що розвивається з семязачатка при заплідненні ?

**Плоди.** Після запліднення стовпчик маточки поступово підсихає, а до зав'язі надходять поживні речовини, і вони перетворюються в спілий плід. З стінок зав'язі розвивається оплодень, який захищає насіння від несприятливих впливів зовнішнього середовища. В процесі утворення плоду можуть приймати участь інші частини квітки: розширене квітколоже, зросла основа чашолистиків, пелюстки і тичинки (квіткова трубка). В залежності від кількості води в оплодні плоди поділяють на *сухі* і *соковиті*, за кількістю насіння в них – на *однонасінні* і *багатонасінні*. Зокрема, плоди класифікують за їх походженням. *Простий плід* – плід, який розвивається з квітки з однією маточкою. *Збірний (складний)* – плід формується з квітки з декількома маточками. *Супліддя* утворюється з суцвіття за умови зростання в ньому квіток.

*Прості плоди.* Багатонасінні сухі плоди (біб, стручок, коробочка) при дозріванні розкриваються, чим забезпечують краще розповсюдження насіння. *Біб* – плід, характерний для гороху городнього, квасолі звичайної, жовтої акації; він має дві стулки, до яких прикріплюються насіння. *Стручок* має дві стулки між якими є перетинка. Плід стручок має капуста городня, ріпа, редька городня. *Коробочкою* називають плоди маку снодійного, дурману, льону звичайного. Розкриваються вони різними способами (мак – зняттям шляпки,

бавовник – розкриттям стулок). Нерозривні однонасінні сухі плоди (зернівка, сім'янка, горіх) розповсюджуються разом з насінням і їхні оплодні розкриваються лише при проростанні насіння. У плоду *зернівка* (рослини родини злакові) оплодень щільно зростається з шкірочкою насіння. У *сім'янки* (соняшник однолітній, кульбаба лікарська) оплодень не зростається з шкірочкою насіння. Плоди горішника, жолуді дуба звичайного називаються *горіхами*, у них стінки плоду здерев'янілі. *Кістянка* - соковитий однонасінний плід, його мають: вишня, слива, персик, абрикос. Зовнішня частина оплодня кістянки – тонка шкірочка, середня частина – соковита м'якоть, внутрішня здерев'яніла утворює кісточку, в якій вільно розташоване насіння. *Соковиті* – багатонасінні плоди містять декілька насінин. Серед них розрізняють ягоду, гарбуз, померанець, яблуко. *Ягода* – плід, в якому насіння знаходиться всередині соковитої м'якоті (аґрус, виноград, томати, конвалія). *Гарбуз* – плід, у якого зовнішній шар оплодня здерев'янілий, а насіння розташоване у соковитій м'якоті (диня, гарбуз). *Померанець* - мають лимон, апельсин, грейпфрут. *Яблуко* – плід, у якого соковита м'якоть утворена квітковою трубкою, а не зав'яззю; насіння лежить у плівчастих камерах яблука.

Збірні плоди. Збірну сім'янку мають такі рослинні суниці лісові, у яких на соковитому та випуклому квітколожі знаходяться багаточисельні мілкі сухі плоди. *Збірний горішок* – у троянд, шипшини: в середині соковитого розрослого бокаловидного квітколожа багато сухих плодів, білих горішків. *Збірну кістянку* мають малина, ожина. У них на розрослому, випуклому, конічному квітколожі розташовуються багаточисельні соковиті плоди кістянки. *Супліддя* - є соковиті і сухі. Соковиті мають ананас і шовковиця, а сухі - шпинат і буряк.(рис.10.16).

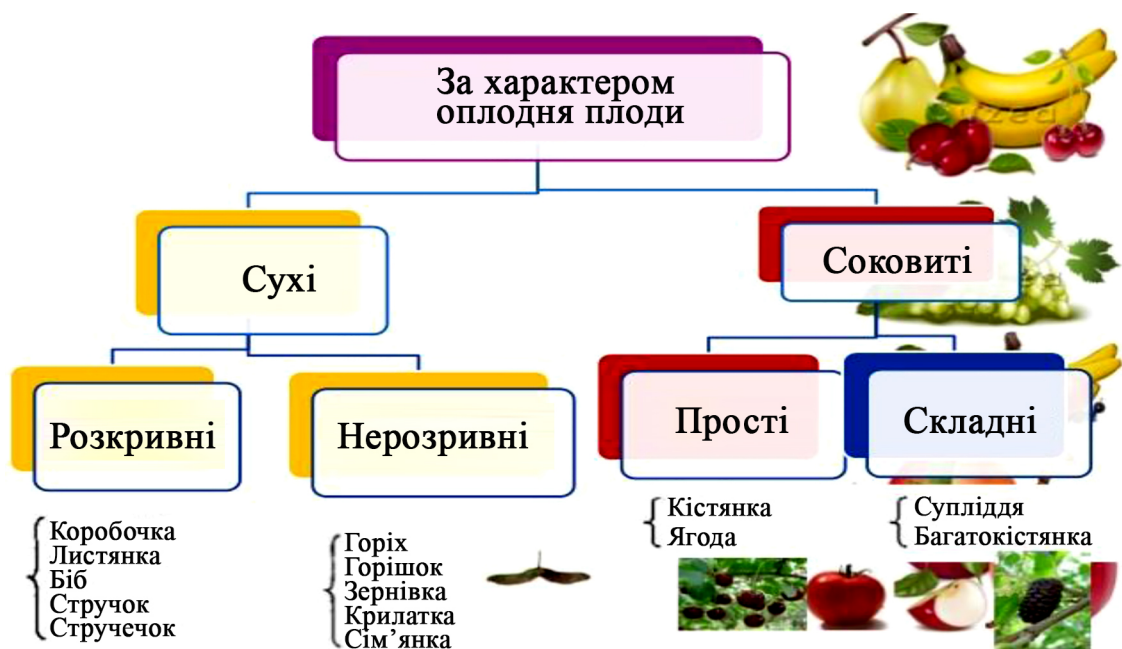


Рис.10.16. Види плодів.

**Способи розповсюдження плодів та насіння.** У природі існує декілька способів розповсюдження плодів та насіння. На великі відстані за допомогою вітру разносяться легкі плоди, які мають волосисті вирости (кульбаба) або крилоподібні придатки (ясень, береза, клен). Насіння акації, гороху, капусти розкидаються завдяки розриву плодів. Рослини, насіння і плоди, які мають плавучість, розселяються за допомогою води (лілея біла, осока пузирчаста, пальма кокосова). Їстівні плоди і насіння, які мають гачечки та розповсюджуються тваринами: жолуді, горіхи запасуються ними з осені у схованках, не з'їдаються, проростають. Тварини з задоволенням поїдають соковиті плоди: суниця, малини, горобини. Насіння цих плодів не перетравлюються і разом з екскрементами попадають у ґрунт. До лап тварин та шерсті чіпляється насіння дідових вошей, лопуха великого і переносяться на великі відстані. Деякі рослини розселяються за допомогою мурах, які поїдають придатки насіння (чистотіл великий). Бур'яни розповсюджує людина при поганій обробці посівного матеріалу сільськогосподарських культур. У житті людини плоди і насіння мають велике значення: це основні продукти харчування, корм для тварин, сировина для промисловості і медицини. Заради отримання плодів та насіння вирощують зернові культури (хлібні злакові і

зернобобові), плодові дерева і ягідні кущі, також овочеві, технічні, лікарські, ефірно-маслянисті.

### Запитання для самоконтролю

1. З чого утворюється насіння при подвійному заплідненні?
2. Що розвивається у зав'язі при подвійному заплідненні?
3. З чого розвивається стінка плоду?
4. Яке значення ендосперму насіння і який набір хромосом має його клітина?
5. Що входить у склад зародка насінини?
6. Як називаються перші зародкові листки?
7. Чим відрізняються зародок насіння однодольних від зародку дводольних?
8. Де відкладаються запасні поживні речовини у дводольних і однодольних рослин і яка їх роль?
9. Які умови необхідні для проростання насіння?
10. З якими органами клітин пов'язано дихання?
11. Які плоди відносяться до сухих однонасінних і сухих багатонасінних?
12. Які плоди відносяться до соковитих ягодоподібних і соковитих кісточкових?
13. Які плоди називаються збірними?

### Тестові завдання

1. Які частини квітки відносяться до оцвітини
  - а. квітоніжка
  - б. чашечка
  - в. віночок
  - г. тичинка
2. Яку функцію виконує оцвітина
  - а. утворює пилок
  - б. приваблює комах
  - в. захищає внутрішні частини квітки
3. Які клітини є у пилковому зерні
  - а. яйцеклітина
  - б. вегетативна клітина
  - в. генеративна клітина
  - г. центральна клітина
4. Скільки спермійів приймає участь у заплідненні
  - а. 1
  - б. 2
  - в. 3



- 5.Що знаходиться у зародковому мішку
- а. яйцеклітина
  - б. вегетативна клітина
  - в. генеративна клітина
  - г. центральна клітина
- 6.Що утворюється з насінного після запліднення
- а. зигота
  - б. насіння
  - в. плід
  - г. зародок
7. З чого розвивається плід
- а. тичинки
  - б. зав'язь
  - в. насінного зачатка
  - г. оцвітини
- 8.Який плід у гороху
- а. стручок
  - б. біб
  - в. коробочка
  - г. сім'янка
- 9.Який набір хромосом в ендоспермі зернівки пшениці
- а. гаплоїдний
  - б. диплоїдний
  - в. триплоїдний
- 10.Яке суцвіття має довгу потовщену вісь з сидячими однопалими квітками
- а. колос подорожника
  - б. початок кукурудзи
  - в. сережка тополі
  - г. китиця черемхи

### **11.8. Класифікація відділу покритонасінні**

Відділ покритонасінні в природі представлений більше 200000 видів. *Вид* – це сукупність особин подібних за будовою та життєдіяльністю, які вільно схрещуються між собою та дають плодовите потомство і схожі зі своїми батьківськими організмами. Наприклад, з насіння фіалки розвинеться та ж сама рослина. Близькі по будові види об'єднуються у *роди*. Наприклад,

дзвіночок персиколистий і дзвіночок широколистий – види одного *роду* – дзвіночок. Подібні роди входять до однієї *родини*. Тому рід пшениця, рід жито, рід ячмінь об'єднуються у родину *злакові*. Кожна *родина* відноситься до того або іншого класу. Квіткові рослини об'єднуються у два класи: дводольні і однодольні і мають відмінності у будові. До класу дводольних рослин відносяться приблизно дві третини квіткових рослин. Належність до того чи іншого класу визначають за ознаками: по числу сім'ядоль у зародку, жилкуванню листка, будові квітки та типу кореневої системи.

Таб.11.1. Основні відмінності класу дводольні та однодольні.

Клас дводольні	Будова	Клас однодольні
Зародок з двома сім'ядолями	Насінини	Зародок з однією сім'ядолею
Стрижнева коренева система	Кореня	Мичкувата коренева система
Простий або складний Суцільний і розрізний Жилкування сітчасте	Листка	Простий Суцільний Жилкування паралельне або дугове
П'яти або чотири пелюсткова	Квітки	Тричленна
Дерев'янисте, трав'янисте, провідні пучки з камбієм, розташовані колом у стеблі	Стебла	Трав'янисте (рідко дерев'янисте), провідні пучки без камбію, розкидані по стеблю
Комахами	Запилення	Вітром
Родини: хрестоцвіті, розоцвіті, пасльонові, бобові, складноцвіті.	Родини	Родини: лілейні, злакові, цибулеві.

Для розпізнання класів використовують комплекс ознак, тому існують винятки. Наприклад, подорожник має дугове жилкування і мичкувату кореневу систему, але дві сім'ядолі.

До класу *дводольних* належать важливі плодові та ягідні рослини (яблуна, груша, вишня, абрикос, слива, персик, виноград, малина, суниця), овочеві (картопля, томати, баклажани, перець, капуста, огірки, буряк, морква), декоративні (тройнда, шипшина, жоржини, айстри). Однодольні рослини забезпечують людину хлібом. До них відносяться хлібні злаки (рис, овес,

пшениця, кукурудза) та деякі овочеві (цибуля, часник), декоративні (лілія, ірис, гладіолус, тюльпан, гіацинт). Основну біомасу сінокосів та пасовищ складають дикоростучі злаки (тимофіївка, костер, райграс).(таб.11.1).

### 10.9. Характеристика класу дводольних

**Родина Хрестоцвіті** (Капустяні) нараховує близько 3000 видів однорічних, дворічних і багаторічних рослин, які живуть на всіх континентах, але переважно в помірних і холодних широтах. Ці рослини запилюються комахами, тому більшість має нектарники і пахучі залози. В основному це однорічні або дворічні рослини з простими почерговими листками. Квіти зібрані у просте і складне суцвіття *китиця*. Квітка має чашечку з чотирьох чашолистиків, оцвітину з чотирьох вільних пелюсток, розташованих навхрест, шість тичинок (з них чотири довгі, дві короткі) і одна маточка. Плід – *стручок*, іноді вкорочений (стручечок) з перетинкою, яка ділить його на два гнізда. Багато хрестоцвітів – бур'яни полів (суріпиця звичайна, редька дика, грицики, талабан). Вони швидко розмножуються і тому з ними боротися дуже важко. Наприклад, одна рослина грициків може давати до 70000 насінин. До хрестоцвітів відносяться цінні культурні рослини (капуста городня, ріпа, редька, хрін), масляничні (рапс, гірчиця, рижик). У всіх органів рослин гірчиці та хрону містяться пахучі та гострі на смак речовини.

*Капуста городня*. Людина почала вирощувати капусту для себе більш ніж 4 тис. років тому. Родоначальником культурних сортів капусти була дика капуста, яка росте по берегах Середземного моря. Це невелика рослина з високим стеблом і округлими листками. Внаслідок багатовікового штучного добору отримано різні сорти капусти, з яких в їжу використовуються листя, стебла, зачатки суцвіть. Різноманітність капусти городньої – капуста качанна – дворічна рослина, яка утворює качан білого кольору (білокачанна капуста) або фіолетового (червонокачанна). У першій рік життя з насіння розвивається стрижневий корінь, вкорочене стебло – кочерига і велике округле листя, які утворюють качан. Поміж листками на стеблі розташовані невеликі бічні бруньки, а на верхівці – одна верхівкова. У білих, позбавлених хлорофілу

внутрішніх листках качана накопичуються запасні органічні речовини, які утворені в зелених зовнішніх листках, і мінеральні солі, які надходять з кореня. На другий рік капуста цвіте (суцвіття китиця) і утворює плоди – стручки з насінням. Крім качанних культивують і інші сорти капусти: однолітню кольорову, з якої у їжу вживають щільні білі суцвіття з недорозвиненими квітками; брюссельську вирощують заради маленьких качанчиків, які утворюються з бічних бруньок, капусту кольрабі – заради товстого соковитого наземного стебла, листову капусту, яка не має качана, але має багато листків.

### Запитання для самоконтролю

1. Які рослини відносяться до родини хрестоцвіті?
2. Яке суцвіття у редьки, суріпки та грициків?
3. Як визначити по квітці представників родини хрестоцвіті?
4. Чим відрізняється плід біб від стручка ?
5. Які рослини хрестоцвітих відносяться до харчових, кормових, бур'янів?

**Родина розоцвіті.** нараховує біля 3000 видів, які широко розповсюджені в природі у вигляді таких життєвих форм: дерева, кущі і багаторічні трави з почергово розташованими листками – простими і складними. Багато видів цінних плодових і ягідних культур: яблуна домашня, груша звичайна, слива домашня, персик звичайний, мигдаль, айва звичайна, горобина, малина, суниця. Дикоростучі рослини родини розоцвіті (глід, шипшина, спірея) і лікарські (кровохлібка, калган). Зовні розоцвіті дуже різноманітні і відрізняються будовою своїх органів. Наприклад, листки у них *прості*. Стебла у більшості розоцвітих *прямоходячі*, з довгими міжвузлями. У суниць – вертикальні і короткі, мають розетку з листків, а з пазушних бруньок утворюються повзучі пагони – *вуса*. Квітка розоцвітих правильна, має п'ять пелюсток і чашолистків. Під чашечкою у багатьох є ще підчаша, яка утворена п'ятьма зеленими листками, що знизу приросли до чашечки. Оцвіттина і тичинки прикріплені до країв квітколожа. Маточка завжди знаходиться у центрі плоского, випуклого або бокаловидного квітколожа. Кількість маточок

в квітах розоцвітих може бути неоднаковою. У деяких рослин їх багато і розташовані у центральній частині плоского, випуклого або бокаловидного квітколожа. З кожної такої маточки утворюється маленький плід, а на місці квітки – багато горішків – сухих плодів (шипшина, лапчатка) і багато збірних кістянок – соковитих плодів (малина). У квітах з великою кількістю маточок квітколоже може розростатись і ставати соковитим, як у шипшини або суниць. У квітах інших розоцвітих (вишня, слива, абрикос) тільки одна маточка, і плід кістянка. Особливий тип плоду – яблуко – розвивається у яблуні, груші, горобини.

### Запитання для самоконтролю

1. Які рослини відносять до родини розоцвітих?
2. Якими життєвими формами представлені розоцвіті?
3. Які форми розмноження характерні розовим?
4. Яка будова квітки розоцвітих?
5. Які плоди мають представники розоцвітих?
6. Роль розоцвітих у природі та житті людини?

**Родина бобові.** Родина бобові – одна з найбільших родин і нараховує 12000 видів, серед яких однорічні і багаторічні трави, кущі та дерева. З культурних польових і овочевих культур у нас вирощують горох, сою, боби, люпин. Широко представлені декоративні бобові рослини: біла акація, духмяний горошок. Багато рослин цієї родини росте на луках (конюшина, чина). Зовні рослини бобових не схожі між собою. У бобових плід *біб*, оцвітина *подвійна*, чашечка – з п'яти зрослих чашолистиків, віночок – з п'яти пелюстків, два з них зрослись. Пелюстки мають особливу назву: верхній великий – вітрило, бічні весла, два зрослих нижніх - човник. Всередині човника розташована маточка, оточена десятьма тичинками. У більшості рослин нитки дев'яти тичинок зрослись, а одна вільна, а у деяких всі тичинки зростаються нитками або всі вільні.

На коренях бобових рослин утворюються бульбашки, які виникають з причин потрапляння через кореневі волоски бактерій у клітини кореня.

Бактерії поглинають і засвоюють вільний азот з повітря і викликають поділ і збільшення розмірів клітин кореня, внаслідок цього утворюються бульбашки. Таке корисне для обох організмів співіснування називають *симбіозом*. Після відмирання рослини ґрунт збагачується азотовмісними речовинами. Листки і суцвіття бобових рослин неоднакові у різних видів. У конюшини листки трійчасті, у гороху, квасолі, жовтої і білої акації – перисті, у люпину пальчасті. Квітки зібрані у суцвіття китиця (люпин) і головка (конюшина).

### Запитання для самоконтролю

1. Які рослини представляють родину бобові?
2. Яка форма стебла притаманна рослинам родини бобових?
3. Яка будова листків родини бобових?
4. Які живі організми поселяються на коренях бобових рослин?
5. Яка будова квітки родини бобових?
6. Які особливості будови насіння бобових?
7. Які рослини бобових є культурними?

**Родина пасльонові.** В родині нараховується 2000 видів, це переважно дикоростучі трав'янисті рослини. Пасльонові – це одна з важливих в господарському відношенні родина, до якої відносяться харчові культури (картопля, томати, баклажани, перець), декоративні (духмяний горошок, петунія гібридна, духмяний тютюн), лікарські (дурман). Незважаючи на велику різноманітність у зовнішній будові, всі пасльонові мають подібні ознаки будови. Квітки цих рослин мають чашечку з п'яти зрослих чашолистиків, оцвітину з п'яти зрослих пелюстків, п'ять тичинок і однієї маточки. Плід у пасльонових ягода (томати, картопля), або коробочка (тютюн, перець). Жовті самозапильні квіти томату мають п'ятизубчасту чашечку, віночок з п'яти і більше пелюстків і п'яти тичинок. Плоди ягоди великі жовті, червоні, чорні і білі. Батьківщина томатів Північна Америка. Важливою продовольчою культурою у нашій країні є картопля, з якої отримують крохмаль, патоку, спирт. В середині літа картопля зацвітає, утворюючи суцвіття з великими квітами, запилення відбувається у закритій квітці. До осені дозрівають плоди: зеленувато-білі ягоди розмірами трохи більші за

лісовий горіх, з яких виростає нова рослина. У них в перший рік життя в ґрунті розвиваються маленькі бульби. Картопля розмножується вегетативним способом – бульби. Бульби картоплі – це видозмінені підземні пагони, в стеблах яких накопичуються великі запаси крохмалю. Картоплю висаджують весною, використовуючи бульбу масою 60 - 80 г. Перед посадкою бульби пророщують в світлому приміщенні протягом 30-40 днів при температурі 12-16 градусів. Таке пророщування бульб прискорює ріст картоплі і збільшує врожай. Пророщені бульби висаджують на глибину 6-10 см, відстань у міжряддях 60-70 см і між рослинами 35 см. З бруньок на верхівках бульб виростають надземні пагони. При підгортанні утворюються нові додаткові і підземні пагони – столони, верхівка яких восени стає бульбами.

### **Запитання для самоконтролю**

1. Які рослини є представниками родини пасльонових?
2. Яка будова квітки родини пасльонові?
3. Який тип плоду у представників родини пасльонових?
4. Чому представників родини пасльонових відносять до отруйних?
5. Які представники родини пасльонові відносяться до ядовитих, культурних, лікарських та дикоростучих?

**Родина складноцвіті.** В родині складноцвіті нараховується 25 000 видів рослин. Складноцвіті: соняшник, айстри, жоржини, хризантеми, ромашки, мати-й-мачуха, кульбаба. Мілкі квіти складноцвітих зібрані в суцвіття кошик. Всі разом квіти кошика огорнуті обгорткою з зелених листків. Досить часто суцвіття складноцвітих помилково вважають однією квіткою. Наприклад, жовті корзинки кульбаби виглядають як одна велика квітка з великою кількістю пелюсток. Суцвіття кошик – найважливіша ознака рослин родини складноцвіті. Суцвіття містить багато мілких квітів, які розміщуються в загальному ложі суцвіття. Квіти мають подвійну оцвітину, чашечка може бути або ні. Може бути представлена щетинками або волосками, які утворюють чубчик. Віночок з п'яти зрослих у трубочку пелюсток. Тичинок також п'ять, пиляками вони зростаються в тичинкову трубку, розташовану навколо стовпчика. У квітці одна маточка, з зав'язі якої розвивається плід – сім'янка.

Сім'янки багатьох складноцвітих мають крилатки – пристосування до розповсюдження плодів вітром. В залежності від особливостей будови в оцвітини складноцвітих рослин розрізняють декілька типів квітів. У кошику кульбаби всі квіти однакові. Пелюстки кожної квітки знизу зрослись у трубочку, а їх верхня частина схожа на довгий язичок і їх називають *язичковими*. На кінчику язичка добре помітні п'ять зубчиків, це сліди зростання п'яти пелюстків, які були вільними у пращурів складноцвітих. Пиляки п'яти тичинок зростаються у трубку, всередині проходить стовпчик з дволопатевою приймочкою, а чашечка представлена групою білих волосків. З зав'язей розвиваються мілкі насінини, кожна з пучком волосків на довгій ніжці, тому вітер легко розносить такі плоди. У *трубчастих* квітів пелюстки зростаються у трубочку, утворюється правильна квітка. Такі квіти розташовані в центрі кошика соняшника однолітнього, ромашки лікарської (жовті квіти). По краях кошика розташовані більші неправильні *язичкові* квіти з віночком з трьох зрослих пелюсток (жовті у соняшника і білі у ромашки). Ці крайові квіти жіночі. У кошику кульбаби, осоту і цикорію всі квіти язичкові, двоपालі та неправильні. Пелюстки оцвітини такої квітки знизу зрослись у трубочку, а їх верхня частина схожа на довгий язичок з п'ятьма зубчиками на кінці. В обох типах квітів є п'ять тичинок і одна маточка, з нижньої зав'язі якої утворюється плід сім'янка. Крім трубчастих і язичкових у складноцвітих є ще *воронкоподібні* квіти (крайові у кошику волошки), вони безплідні. У центральній частині кошика волошки *трубчасті*. Складноцвіті – це харчові і кормові рослини (соняшник, топінамбур, цикорій, артишок).

### Запитання для самоконтролю

1. Які рослини відносяться до родини складноцвіті?
2. По яким ознакам відрізняють рослини родини складноцвіті?
3. Які типи квітів формують суцвіття корзинку?
4. Як розрізнити по функціях квіти складноцвітих?
5. Які харчові, лікарські, та декоративні рослини відносяться до родини складноцвіті, ?
6. Чому рослини кульбаба, осот, гірчак є важко знищувальними ?



## 10.10. Клас однодольні

**Родина лілейні** нараховує 2500 видів, більшість з яких є трав'янисті багаторічні рослини. Живуть переважно у степах і пустелях, цвітуть весною і зберігаються у вигляді цибулин та кореневищ. Для лілейних характерні основні ознаки класу: зародок з однією сім'ядолею, коренева система мичкувата, мають дугове або паралельне жилкування листка, квітка з простою оцвітиною. Квіти лілейних або поодинокі, або зібрані у суцвіття: *китиця* – у видів роду лілія; *конвалія*, *зонтик* – у видів роду цибуля. Оцвітина складається з шести пелюсток, які зрослись або вільні. У кожній квітці шість тичинок, які утворюють два кола, і одна маточка. Плід – *коробочка* (тюльпан, цибуля) або ягода (конвалія, спаржа). До лілейних відносяться (пахучі лілії з різнокольоровими квітами, тюльпан, нарцис, гіацинт). До цієї родини належать цінні овочеві культури: цибуля, часник. Є серед них також лікарські рослини вороняче око, конвалія травнева.

### Запитання для самоконтролю

1. Які рослини відносяться до родини лілейні?
2. За якими ознакам представників родини відносять до класу однодольні?
3. Який тип кореневої системи у представників родини лілейні?
4. Яка будова квітки родини лілейні?
5. Чим відрізняється проста оцвітина від подвійної?
6. Який тип плоду у родини лілейні?
7. Які рослини лілейних відносять до фітонцидних?

**Родина злакові.** Одна з найбільших родин серед однодольних і нараховує до 10 000 видів, розповсюджених по всій Земній кулі, більшість з яких трави однорічні, дворічні та багаторічні, є також дерев'янисті (бамбук) висотою до декількох метрів. Мають мичкувату кореневу систему і стебла з вузькими листками та міжвузлями. Стебла злаків наростають у довжину шляхом поділу клітин в основі кожного міжвузля і такий ріст називають вставним. У багатьох злаків (пшениця, жито) міжвузля стебла порожнисті, а вузли заповнені тканинами і тому такі стебла називають *соломиною*. Але у деяких злаків (кукурудза, цукрова тростина) міжвузля заповнені тканиною. Листки злаків

вузькі, довгі з паралельним жилкуванням і довгою піхвою. Піхва – це широка основа листка, що має вид трубки. Вона охоплює стебло вище вузла, від якого відходить листок. У злаків піхва захищає ніжні клітини, які діляться і знаходяться в основі міжвузля, саме цим злакові відрізняються від рослин інших родин. В місці відходження листової пластинки від піхви знаходиться плівчастий виріст – *язичок*, який заважає проникненню води між стеблом і піхвою. Мілкі непомітні квіти цих рослин зібрані у суцвіття – колос, а вони, у свою чергу утворюють складні суцвіття – складний колос, віник. Майже у всіх злакових біля основи кожного колоска знаходяться дві колоскові лусочки. Число квітів в колосках у різних злаків різне – від одного до декількох. У більшості злаків кожна квітка має дві квіткові лусочки, дві квіткові плівочки, три тичинки на довгих тичинкових нитках і одна маточка з подвійною опушеною приймочкою. Плід *зернівка* – однонасінний, у якому оплодень зрісся з насінною шкірочкою. В насінні ендосперм не покриває зародок, а розташований збоку і безпосередньо прилягає до єдиної сім'ядолі, названої щитком. Зернівки злаків називають зернами, а велику масу зерном.

Найбільш цінними зерновими культурами є: пшениця, жито, кукурудза, овес, рис. У жита кожен колосок складного колоса має дві добре розвинені квітки і одну недорозвинену. Жито – це вітрозапильна рослина. Зернівка жита вузька та довга. Мука з зернівки жита темна, з неї випікають житній хліб. Ячмінь має суцвіття. У кожному колоску по одній квітці. Ячмінь – самоzapильна рослина, але можливе і перехресне запилення. Зернівку ячменю використовують для отримання ячмінної та перлової круп. Овес відрізняється від ячменю і жита. Його суцвіття віник, на гілках якого розташовані колоски, в кожному з яких по 2-3 квітки. Це самоzapильна холодостійка рослина. З зернівки вівса виготовляють толокно, різні крупи, геркулес. Рис – цінна зернова культура, яку вирощують у північних районах на поливних землях. Кукурудза – однолітня трав'яниста рослина висотою до 2 – 3 метрів. Корені кукурудзи розростаються і досягають 150 см у довжину. В нижній частині стебла розвиваються великі додаткові корені. Стебло товсте, не порожнисте, довгі листки з паралельним жилкуванням. Квіти у кукурудзи двох типів -

тичинкові і маточкові. Маточкові зібрані у суцвіття – складні *початки*, які розвиваються у пазухах листка. У маточці квітки округла зав'язь з довгим шовковистим стовпчиком закінчується дволопатевою приймочкою. Початки розвиваються в пазухах листка з видозмінених листків. Тичинкові квіти утворюють розлоге суцвіття *віник*, розташований на верхівці стебла і складається з колосків, у кожному колоску по дві квітки з трьома тичинками кожна. Пилок дозріває раніше, ніж на цій рослині з обгортки з'явиться приймочка, тому у кукурудзи самозапилення майже не буває. Вітер переносить пилок на приймочку маточки сусідніх рослин. Кукурудза – рослина теплолюбна. Її корені потребують доступу кисню, тому обов'язкова обробка ґрунту перед посівом та рихлення впродовж літа. Кукурудза – світлолюбна рослина, тому її висаджують рядами, великою відстанню одну від одної. Вона відносно посухостійка, але потребує літру води на добу. Збирають кукурудзу до заморозків, тому що доросла рослина пошкоджується за температури мінус один градус.

### Запитання для самоконтролю

1. Якими життєвими формами представлені злакові?
2. За якими ознаками будови вегетативних органів визначають представників родини злакові?
3. Які типи суцвіть у рослин родини злакові?
4. Чому квіти родини злакові не яскраві?
6. Яка будова квітки родини злакові?
7. Яка будова плоду родини злакові?
8. Які злакові є харчовими культурами?
9. Яка роль злаків як компонентів біоценозів лісів та луків?

### Тестові завдання

1. Для якого класу властиві ознаки
  - а. зародок з двома сім'ядолями
  - б. є камбій
  - в. листя просте і складне

2. Які ознаки притаманні однодольним
- а. стрижневий корінь
  - б. додаткові мичкуваті
  - в. число частин квітки дорівнює 5
3. Яка формула квітки розоцвітих
- а. Ч (5) П<sub>1</sub>, 2 (2) Т (5+4) М<sub>1</sub>;
  - б. Ч (5) П (5) Т<sub>5</sub> М<sub>1</sub>
  - в. О (3+3) Т (3+3) М<sub>1</sub>
4. Які плоди у розоцвітих
- а. сім'янка
  - б. зернівка
  - в. коробочка
  - г. ягода
5. Які плоди у бобових
- а. кістянка
  - б. стручок
  - в. біб
  - г. зернівка
6. Які плоди у пасльонових
- а. зернівка
  - б. коробочка
  - в. ягода
7. Які плоди у хрестоцвітих
- а. ягода
  - б. біб
  - в. стручечок
8. Які плоди у складноцвітих
- а. коробочка
  - б. сім'янка
  - в. ягода
6. Які плоди у лілейних
- а. біб
  - б. зернівка
  - в. ягода
7. Які плоди у злаків
- а. кістянка
  - б. біб
  - в. зернівка

8. Скільки квітів в одному колоску пшениці

а. 1, 2, 3

б. 4, 5, 6

в. 6, 7, 8

9. Який тип суцвіття у вівса

а. віник

б. колос

в. складний колос

10. Який тип суцвіття у вівса

а. початок

б. віник

в. складний колос

### 10.11. Екологія покритонасінних

Сьогодні на Землі пануючою групою організмів є наймолодші, багаточисельні та високоорганізовані організми – *покритонасінні*. Еволюційний шлях розвитку вони пройшли в тих умовах, які були властиві для кінця мезозою і кайнозою, тобто у середовищі, близькому до сучасного. Тому їх будова і життєдіяльність найбільш відповідають екологічним умовам різних природно-кліматичних зон Земної кулі і також давньому рослинному та тваринному світові. Зі всіх рослин покритонасінні найбільш широко розповсюджені у біоценозах і агроценозах. Еволюція ссавців, птахів і комах пов'язана з квітковими рослинами, які є для них основною їжею, середовищем існування, засобами існування і розмноження. Насіння малини краще проростають, якщо пройдуть через травний тракт птаха, які поїдають плід цієї рослини. Трав'янисті тварини, живлячись травною, своїми екскрементами удобрюють ґрунт, створюють кращі умови для розвитку трав. Комахи, живлячись пилюком і нектаром квітів, забезпечують перехресне запилення рослин. Але в той же час велетенські зграї сарани знищують великі поля, стада кіз повністю, з коренями виривають рослини. Внаслідок таких взаємодій у природі чисельність будь-якої популяції збільшується, а потім різко зменшується. Це стосується в рівній мірі і сарани, і кіз, які самі можуть залишатися без корму і загинути.

Культурні рослини, які вирощує людина з кам'яного віку, за багато тисячоліть вивела шляхом відбору з дикоростучих. Це харчові, кормові, пряні, красильні, прядильні, декоративні, лікарські рослини. Весь цей час людина займається землеробством, бореться з бур'янами, хворобами, паразитами, шкідниками. Бур'яни – це теж покритонасінні рослини, що жили у цій же місцевості або були завезені з насінням з іншої місцевості. Їх постійне знищення призвело до виживання і підвищення життєздатності, інтенсивності розмноження насінням і вегетативно. Необроблені поля заростають бур'янами, які затіняють культурні рослини, використовують поживні речовини, воду і пригнічують культурні рослини, внаслідок чого знижується врожай. Для боротьби з бур'янами, грибковими та вірусними хворобами, паразитичними квітковими рослинами і комахами-шкідниками постійно проводиться хімічна обробка гербіцидами (знищення бур'янів), пестицидами (знищують все), інсектицидами (знищують комах). Але надмірне використання цих засобів згубно впливає на живі організми. Тому на сьогодні потрібно використовувати екологічно чисті біологічні методи захисту рослин, сучасну агротехніку, дотримуватись сівозмін, краще очищати насіння, охороняти і розводити корисних птахів, комах, виводити нові сорти рослин, які стійкі до хвороб та шкідників.

Покритонасінні рослини разом з голонасінними створюють середовище життя для людини – це «легені планети» Землі, це цілісність нашої природи, її краса, неповторність, це їжа і здоров'я людей. Але лісові пожежі, вирубка лісів, загазованість, радіаційне опромінення, глобальне потепління, кислотні дощі, повені, зсуви змінюють нашу Планету і створюють загрозу для життя людства. Науково-технічний прогрес вніс глибокі зміни у природне середовище. Тому кожна людина повинна дбайливо ставитись до природи, щоб зберегти її для майбутніх поколінь.

## Запитання для самоконтролю

1. Які рослини попередники покритонасінних ?
2. Які відмінності у покритонасінних та вищих спорових рослин і голонасінних?
3. Чи є у покритонасінних архегонії та антеридії?
4. Чи подібна тичинка до антеридію?
5. Як називається чоловічий заросток у покритонасінних?
6. Чи подібна маточка до архегонію?
7. Як називається жіночий заросток у покритонасінних?
8. З якої клітини утворюється зародковий мішок і яке покоління він представляє в циклі розвитку квіткової рослини?
9. Яким поколінням є квіткові рослини ( статевим або безстатевим)?

## Тестові завдання

1. Які рослини цвітуть
  - а. голонасінні
  - б. папороті
  - в. покритонасінні
2. Які рослини утворюють насіння
  - а. папороті
  - б. покритонасінні
  - в. голонасінні
  - г. мохоподібні
3. З чого формується насіння
  - а. маточка
  - б. сім'я зачаток
  - в. яйцеклітин
4. Яке запліднення у покритонасінних
  - а. пробка
  - б. судини
  - в. ситоподібні трубки
5. Що є жіночим заростком покритонасінних
  - а. семяпочка
  - б. маточка
  - в. зародковий мішок

6.Що є чоловічим заростком у покритонасінних

- а. спора
- б. пилок
- в. тичинка

7.3 чого утворюється ендосперм насіння покритонасінних

- а. яйцеклітина + спермій
- б. центральна клітина + спермій
- в. спора

8.3 чого утворюється плід

- а. яйцеклітина
- б. зигота
- в. зав'язь



## 11. ЯДЕРНІ ОРГАНІЗМИ. ЦАРСТВО ТВАРИНИ

### 11.1. Царство тварини. Загальна характеристика

Різноманітність тварин, їх будова, особливості життєдіяльності і поведінки, закономірності індивідуального і історичного розвитку, родинні зв'язки і розповсюдження вивчає зоологія (від. грецьк. «зоон» - тварина і «логос») наука про тварин. Всебічне вивчення тваринного світу не тільки збагачує біологічну науку, але є основою для вирішення багатьох важливих завдань сільського господарства.

Тварини і рослини – живі організми, що мають спільне походження, доказом якого є ряд загальних ознак будови та життєдіяльності. Рослини і тварини мають клітинну будову тіла, подібний хімічний склад (наявність органічних речовин – білків, жирів, вуглеводів). Загальні ознаки живого (обмін речовин та енергії, ріст, розвиток, розмноження, саморегуляція, подразливість, спадковість, мінливість). Але між ними є ряд особливостей, якими вони відрізняються. Найважливіша відмінність – це характер харчування. Більшість рослин – це автотрофні організми, тварини переважно гетеротрофи. Але ця відмінність не є абсолютною. Наприклад, у євглени зеленої змішаний тип живлення (мікотрофний), на світлі в хлоропластах її тіла відбувається фотосинтез, при відсутності світла вона живиться готовими органічними речовинами. Паразитичні квіткові рослини (росичка) живляться готовими органічними речовинами. Більшість тварин здатні до активного руху, їх рухи називаються таксисами. Для рослин властива зміна різних частин тіла у просторі (тропізми). Але й серед тварин є також нерухомі форми (губки).

Клітини тварин не мають таких похідних протопласта, як целюлозні клітинні стінки і вакуолі з клітинним соком. Однак ці відмінності притаманні не всім тваринам. Відносність відмінностей між тваринами і рослинами – наслідок єдності їх походження, є ще одним підтвердженням існування генетичної єдності органічного життя на Землі.

Значення тварин в природі, як і рослин, значна. Існування багатьох видів рослин тісно залежить від життєдіяльності тих або інших видів тварин. Без тварин не могли б існувати квіткові рослини, особливо комахоzapильні. Тварини виконують функцію розселення насіння рослин. Але й життя тварин також залежить від рослин, які збагачують повітря киснем і синтезують органічні речовини. Тварини є ланками в ланцюгах живлення, в яких види – споживачі рослин – є їжею хижих тварин. Велике значення тварин у формуванні ґрунту: дощові черви, мурахи і інші мілкі тварини приймають участь в формуванні ґрунту, покращують надходження води та кисню, підвищують плодючість. Багато тваринних організмів виконують роль біофільтрів води, чим забезпечують її очистку. Домашні тварини забезпечують людину різноманітними продуктами харчування, технічною та лікарською сировиною. Важливим є значення тварин у боротьбі з шкідниками сільського та лісового господарства. Поряд з позитивним значенням тварин у природі є і негативна їх роль. Великих втрат господарству наносять шкідники культурним і дикоростучим рослинам, знищують продовольчі запаси і пошкоджують вироби з шкіри, шерсті, деревини. Вони також є збудниками небезпечних захворювань (малярія, короста) або приймають участь у їх розповсюдженні (комарі переносять малярію, блохи – чуму).

## **11.2. Класифікація тварин**

Тваринний світ дуже різноманітний. На Землі живе більше двох мільйонів видів тварин. Розібратись у такій різноманітності можна за допомогою знань з систематики. Царство тварин поділяють на два півцарства: Одноклітинні з одним типом - Найпростіші і Багатоклітинні, які об'єднують біля 20 типів тварин, у тому числі: Кишковопорожнинні, Плоскі, Круглі і Кільчасті черви, Моллюски, Членистоногі і Хордові. Всіх тварин, за виключенням представників типу Хордових, відносять до Безхребетних.

На нашій Планеті існує більше мільйона видів живих організмів. Для того, щоб орієнтуватись в цьому різноманітті, учені розподіляють живі організми за групами, які називаються *таксонами*.

*Таксон* – це група об'єктів органічного світу, які пов'язані спільними ознаками і властивостями, що дають підставу для об'єднання цих об'єктів у певну систематичну категорію.

Існує кілька систем поділу живих організмів на окремі таксони. Системи організмів, які ґрунтуються на спільності походження груп, що входять до них, називаються *природними*. А системи, які ґрунтуються на деяких загальних рисах і не враховують спільності походження, *штучними*.

Основні принципи систематичної категорії ввів у науку шведський учений Карл Лінней. Найменшою основною систематичною категорією живих організмів є *вид* (видова назва складається з двох латинських слів, перше з яких є назвою роду, а друге видовим епітетом). Різноманітність видів вивчає систематика, а екосистем – *біоценологія* та *біогеографія*. Близькі види об'єднуються в роди, а роди у *родини*. Близькі родини рослин об'єднуються у порядки (у тварин – у ряди), а порядки складають *класи*. Класи рослин об'єднуються у відділ (у тварин у *тип*). Сукупність всіх відділів (типів) складає *царство* Рослини (Тварини). Кожен вид необхідно *класифікувати*, тобто віднести до кожної із наведених категорій. Наприклад:

*Вид* – Собака домашня

*Рід* – Собака

*Родина* – Собачі

*Ряд* – Хижі

*Клас* – Ссавці

*Тип* – Хордові

*Царство* – тварини

*Вид* – сукупність близькоспоріднених організмів, які характеризуються певними морфо – фізіологічними та еколого – географічними особливостями.

*Рід* – це сукупність близькоспоріднених видів, які пов’язані походженням (собака –вовк, гієна)

*Родина* – об’єднує близькоспоріднені роди чи організми спільного походження (роди собака, лисиця)

*Ряд* – об’єднує близькоспоріднені родини тварин (родина собачі, гієнові, котячі)

*Клас* – об’єднує ряди тварин і порядки рослин (клас комах об’єднує 30 рядів (прямокрилі, лускокрилі, двокрилі)

*Тип* – вища систематична категорія, що об’єднує споріднені класи тварин (Тип хордові об’єднує підтипи безчерепні і хребетні)

*Царство* – найвищий таксон, що визначає основні групи органічного світу.

Основним критерієм для створення *штучної системи* є ступінь подібності класифікованих об’єктів. При цьому не враховують дані палеонтології та будь – які інші свідчення еволюції. Такі штучні системи створюють через нестачу даних про історичний розвиток, онтогенез, будову та екологічні особливості певних груп організмів.

*Філогенетична* або *природна* система базується на кількох принципах: усі сучасні види є нащадками викопних форм, що зумовлює безперервність життя. Видоутворення відбувається переважно завдяки дивергенції, тому що кожна систематична група походить від спільного предка, тобто має монофілетичне походження. Кожен тип (відділ) має власний лише йому загальний план будови, який докорінно відрізняється від інших, як нині існуючих видів, так і вимерлих, які входять до єдиної класифікації живого, тобто систематичне місце не залежить від часу його існування. Природна класифікація ґрунтується на розумінні того, що ступінь подібності видів є результатом їхнього історичного походження від спільного предка. Ступінь подібності видів тим менший, чим більше відмінних ознак у порівнюваних видів, які є наслідком послідовних дивергенцій у минулому.

### 11.3. Підцарство одноклітинні. Тип найпростіші (70 тис. видів)

*Тип Найпростіші* нараховує 30 тис. видів тваринних організмів, тіло яких складається з однієї клітини. Більшість найпростіших не можна розглядати, як просто організовані форми, тому що тільки морфологічно клітина найпростіших рівноцінна клітині багатоклітинних тварин. У фізіологічному плані клітина найпростіших – цілісний організм, якому властиві всі ознаки живого: обмін речовин та енергії, розмноження, ріст, розвиток, адаптація, спадковість, мінливість, подразливість, дискретність.

Найпростіші – широко представлена група тваринних організмів, яка знаходиться в стані біологічного прогресу. В процесі еволюції вони набули пристосувань до умов життя у різних середовищах існування. Більшість найпростіших – мешканці морів, прісних водойм, вологого ґрунту, а також всередині інших організмів. Розміри цих організмів мікроскопічно малі.

Тіло найпростіших складається з однієї клітини, яка заповнена цитоплазмою і має одне, два або декілька ядер. Цитоплазма обмежена зовні тонкою плазматичною мембраною. У багатьох найпростіших на поверхні є оболонка і раковина. Ряд фізіологічних функцій (рух, травлення, виділення продуктів обміну речовин) виконують органоїди. Пересуваються найпростіші за допомогою органів руху – псевдоніжок (непостійні вирости цитоплазми), джгутиків, війок (постійні цитоплазматичні утворення).

Більшість найпростіших живляться органічною їжею (бактеріями, одноклітинними водоростями, органічними рештками, мілкими тваринами), є типовими гетеротрофними організмами. Захвачені ними частинки їжі перетравлюються в травних вакуолях – органах травлення, після чого перетравлена їжа надходить у цитоплазму, а неперетравлені рештки видаляються назовні. У найпростіших, які поглинають з навколишнього середовища органічні речовини, травні вакуолі відсутні. Автотрофні найпростіші синтезують речовини свого тіла з неорганічних речовин шляхом фотосинтезу і дихають всією поверхнею тіла.

Окрім травних вакуоль у найпростіших є скоротливі вакуолі – органоїди, основною функцією яких є регуляція осмотичного тиску у клітині. Ці вакуолі властиві прісноводним найпростішим, тому що у їх тілі осмотичний тиск через утворення солей завжди вищий, ніж у оточуючому середовищі, унаслідок чого через покриви тіла безперервно надходить вода. Видалення надлишку води скоротливими вакуолями захищає найпростіших від загибелі. У морських і паразитичних найпростіших скоротливі вакуолі відсутні. Разом з водою скоротливі вакуолі з тіла найпростіших частково виводять продукти обміну речовин через поверхню тіла. Розмножуються поділом навпіл (безстатеве розмноження) та статевим шляхом. Для найпростіших характерна реакція на зовнішнє середовище – *таксис*. Вони можуть бути позитивними (до джерела їжі) і негативними (від джерела подразнення). Таксиси допомагають найпростішим знаходити найбільш сприятливі умови існування.

Важливою біологічною рисою найпростіших є *інцистування* – це здатність у несприятливих умовах утворювати цисту. Під час цього процесу: зникають органи руху, клітина стає круглою, виділяє на поверхню щільну оболонку і впадає у стан спокою. Після настання сприятливих умов переходять до активного стану. Інцистування забезпечує не тільки можливість пережити несприятливі умов середовища, але здатність до розселення. Тип найпростіші включає декілька класів, з яких будуть розглядатись три: Саркодові, Джгутикові та Інфузорії.

**Клас Саркодові.** Для саркодових характерною ознакою є наявність корененіжок – органоїд, який забезпечує пересування і захват їжі. Зовні цитоплазма клітини обмежена тонкою плазматичною мембраною, яка дає можливість змінювати форму тіла. Амеба звичайна – типовий представник саркодових, мешкає на дні прісних водойм, розміри складають 0,5 мм. Рухається амеба за допомогою ніжок, які утворюються при перетіканні цитоплазми з одного боку тіла до іншого. Рухаючись, амеба наштовхується на мілкі організми (бактерії, водорості, найпростіші) захвачує їх своїми корененіжками і затягує у цитоплазму. Навколо травної грудки утворюється

травна вакуоль. Їжа перетравлюється за допомогою травних ферментів, які виділяє цитоплазма. Рідкі продукти травлення надходять у цитоплазму, а неперетравлені рештки викидаються з травних вакуоль назовні при її наближенні до будь-якої ділянки поверхні тіла амеби. Дихає амеба всією поверхнею тіла. Надлишок води і продукти обміну речовин видаляються за допомогою скоротливих вакуоль, які мають вигляд пухирця, який при досягненні певного об'єму виливає вміст назовні. У амеби одне ядро. Розмноження відбувається шляхом поділу навпіл. При висиханні водоймища і зниженні температури води амеба вкривається цистою. Паразитичні амеби можуть бути причиною амебіазу – кишкове захворювання людини і тварин.(рис.11.1).



Рис.11.1. Будова амеби.

### ***Клас кореніжки. Амеба звичайна***

***Будова тіла.*** Одноклітинні мікроскопічні тварини, які живуть у воді. Рухаються за допомогою тимчасових виростів цитоплазми – псевдоподій. Вкриті клітинною мембраною, цитоплазма має всі органоїди, ядро, вакуолі, мітохондрії.

*Живлення.* Бактеріями, одноклітинними водоростями. Унаслідок фагоцитозу утворюється травна вакуоль. Розчинені речовини засвоюються, тверді рештки видаляються в будь-якому місці клітини.

*Дихання.* Газообмін відбувається через зовнішню клітинну мембрану. Дихальним енергетичним центром є мітохондрії.

*Виділення.* Вода і кінцеві продукти життєдіяльності збираються у скоротливу вакуоль і виносяться з організму.

*Подразливість.* Позитивний таксис – на їжу, негативний – на сіль.

*Розмноження.* Поділ клітини навпіл шляхом мітозу. Молекула ДНК подвоюється в інтерфазі.

*Значення.* Позитивне – компонент біоценозу в ланцюзі живлення, морські кореніжки мають вапнякову раковину – утворюють осадові гірські породи – крейду, вапняк. Негативне – дизентерійна амеба викликає інфекційні захворювання.

### ***Клас джгутикові***

До класу джгутикових відносяться найпростіші, органами руху яких є джгутики (один або два). У більшості представників зовнішній шар цитоплазми ущільнюється, унаслідок чого на поверхні тіла утворюється щільна еластична оболонка, яка визначає форму тварини. До цього класу належать автотрофні організми. Розмножуються джгутикові шляхом поздовжнього поділу клітини навпіл.

*Евглена зелена* живе у прісних водоймах, швидко рухається за допомогою єдиного джгутика, що розташований не передньому кінці тіла. У цитоплазмі евглени є хлоропласти, які містять хлорофіл, він забарвлює евглени у зелений колір і виконує функцію фотосинтезу. *Евглена зелена* живиться автотрофно на світлі, а гетеротрофно – у темряві, тому за способом живлення її відносять до міксотрофів. Біля основи джгутика розташований світлочутливий орган стигма, який забезпечує рух евглени до джерела світла. У евглени надлишок води і частина продуктів обміну речовин з тіла видаляється скоротливою вакуолею, яка розташована в передній частині тіла найпростішого. Безстатеве



розмноження починається з поділу ядра шляхом мітозу і закінчується поздовжнім поділом всього тіла найпростішого. Старий джгутик або відходить до однієї з дочірніх особин, або зникає. Як наслідок у обох дочірніх особин джгутик утворюється знову.

Серед джгутикових є паразитичні форми (трипаносоми, лейшманії). Трипаносоми живуть у плазмі крові людини і різних домашніх тварин і викликає тяжке захворювання (сонна хвороба людини, випадкова хвороба коней).(рис.11.2).

### *Клас Джгутикові. Евгена зелена*

*Будова тіла.* Одноклітинні мікроскопічні тварини, які живуть у воді. На передньому кінці веретеноподібного тіла знаходиться джгутик, світлочутливе вічко (стигма). Органоїди клітини: ядро, вакуолі, мітохондрії, хроматофори з хлорофілом.

*Живлення.* На світлі живлення автотрофно (фототрофно), притаманне рослинам. При відсутності світла живиться гетеротрофно і сапротрофно. Травна вакуоль відсутня.

*Дихання.* Газообмін забезпечується через зовнішню клітинну мембрану. Дихальним енергетичним центром є мітохондрії.

*Виділення.* Вода і кінцеві продукти життєдіяльності збираються у скоротливу вакуоль і виносяться з організму.

*Подразливість.* Позитивний таксис – на їжу, негативний – на сіль.

*Розмноження.* Поділ клітини навпіл шляхом мітозу. Молекула ДНК подвоюється в інтерфазі.

*Значення.* Позитивне – компонент біоценозу в ланці живлення, мають позитивне значення для вивчення загальних ознак представників рослин і тварин. Негативне – викликає цвітіння води у водоймах; паразитичні джгутикові (лямблії) поселяються в крові, кишечнику тварин і людини, викликаючи захворювання.

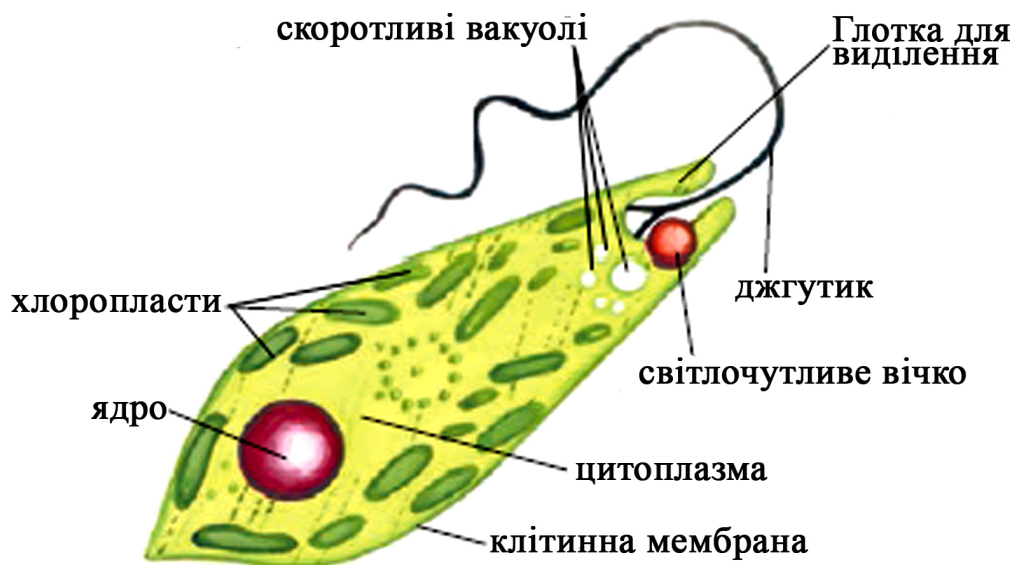


Рис.11.2.Будова евглени зеленої.

### *Клас Інфузорії*

*Інфузорії* – найбільш високорозвинені найпростіші. Органоїдами руху яких є війки, за будовою подібні до джгутиків, але менші за розмірами та багаточисельні. Тіло вкрито міцною еластичною оболонкою, яка забезпечує сталу форму тіла. Більшість інфузорій мають два ядра – велике (вегетативне) та маленьке (генеративне). Велике має поліплоїдний набір хромосом і регулює процеси руху, живлення, виділення, безстатеве розмноження – поперечний поділ клітини навпіл. Мале ядро має диплоїдний набір хромосом і відіграє важливу роль у статевому процесі, тому що несе спадкову інформацію.

*Інфузорія туфелька* – мешканка прісних водойм, тіло якої довжиною 0,3 мм, вкрито більш ніж 10 тис. війок, розташованих рядами, які скорочуються синхронно. Живляться бактеріями. Збоку на тілі знаходиться ротова воронка. За допомогою навколоротових війок, які вкривають воронку, їжа надходить до рота, що розташований в заглибині воронки, а з нього надходить у глотку. На дні глотки у цитоплазмі утворюється травна вакуоль, яка відділяється від глотки і рухається цитоплазмою. При достатній кількості їжі і нормальній температурі, вакуолі утворюються кожні дві хвилини. По мірі руху вакуолей їжа в ній розщеплюється і засвоюється цитоплазмою, після чого травна вакуоль підходить до заднього кінця тіла, де через спеціальний отвір в

оболонці – порошицю – неперетравлені рештки їжі викидаються назовні. Функцію осморегуляції виконують дві скоротливі вакуолі. Безстатеве розмноження відбувається в інфузорії туфельки 1-2 рази на добу, через декілька поколінь змінюється статевим процесом – по типу *кон'югації*. При такому розмноженні дві особини з'єднуються, великі ядра руйнуються, а малі діляться двічі. З чотирьох ядер три руйнуються, а четверте знову ділиться, внаслідок чого у кожній інфузорії утворюється одне жіноче і одне чоловіче ядро. Наступний етап – між особинами відбувається обмін чоловічими ядрами і злиттям чоловічого і жіночого ядра, після чого ці особини розходяться. Наступний крок – це поділ ядра на велике і мале. При статевому процесі число інфузорій не збільшується, а оновлюються спадкові ознаки організму і зростає їх пристосування до умов середовища.

Серед інфузорій є вільноживучі і паразитичні форми. Деякі види пристосувались до життя у шлунку (рубці) жуйних тварин і приймають участь у хімічному розкладанні клітковини.(рис.11.3).

### ***Клас інфузорії. Інфузорія туфелька***

*Будова тіла.* Одноклітинні мікроскопічні тварини, які живуть у воді. Клітинна оболонка щільна, з рядом війок. Форма тіла туфле подібна. Цитоплазма з органоїдами, має велике і мале ядро, дві скоротливі і травні вакуолі. На бічній стороні розташовані навколоротова воронка і порошиця.

*Живлення.* Живиться бактеріями, які через навколоротову воронку нагнітаються війками в ротову порожнину, попадають у глотку, потім у цитоплазму, де утворюється травна вакуоль. Через порошицю виділяються неперетравлені рештки.

*Дихання.* Газообмін відбувається через зовнішню клітинну мембрану. Дихальним енергетичним центром є мітохондрії.

*Виділення.* Вода і кінцеві продукти життєдіяльності збираються у дві скоротливі вакуолі з провідними каналцями.

*Подразливість.* Позитивний таксис – на їжу, негативний – на сіль.

*Розмноження.* Статевий процес забезпечує оновлення генетичної інформації: через цитоплазматичний місток дві особини обмінюються чоловічими ядрами.

*Значення.* Позитивне – компонент біоценозу в ланці живлення тварин. Негативне – паразитична інфузорія викликає захворювання людини і тварин.



Рис.11.3. Будова інфузорії тувельки.

#### 11.4. Екологія найпростіших

Найпростіші – найдавніший тип тварин. До найбільш давніх класів відносять джгутикових і саркодових, предками яких були вимерлі еукаріотичні гетеротрофні організми. Інфузорії своїм походженням тісно пов'язані з джгутиковими. Джгутикові дали початок багатоклітинним організмам.

Найпростіші відіграють важливу роль у природі і житті людини. У водоймах вони живляться бактеріями і речовинами гниття, тобто відіграють роль санітарів, а також є індикаторами чистоти води. Найпростіші мають вапнякову раковину (морські саркодові) і тому приймають участь в утворенні покладів вапняку, слугують показниками копалин на родовищах нафти. Впливають на процеси ґрунтоутворення. Негативне значення полягає у наявності великої кількості паразитичних найпростіших, які викликають важкі хвороби людини. Малярійний плазмодій – паразит, який руйнує еритроцити крові людини, викликає малярію, яка є небезпечним захворюванням у тропічних і субтропічних країнах. Дизентерійна амеба – викликає виразку

слизової оболонки кишечника та призводить до кровотеч. Багато видів є збудниками небезпечних захворювань сільськогосподарських рослин і тварин.

### Питання для самоконтролю

1. Які ознаки типу найпростіші?
2. Чим відрізняються класи найпростіших між собою?
3. Які органели є у клітині найпростіших?
4. У чому суть процесу фагоцитозу та піноцитозу?
5. Які ознаки характерні для найпростіших, як тваринних організмів?
6. Чому найпростіших вважають найпростішими тваринами?
7. На якій стадії індивідуального розвитку особини живуть найпростіші протягом всього життя?
8. У яких найпростіших існує статевий процес і яке його значення?
9. Які реакції на подразнення спостерігаються у найпростіших?
10. У якому стані найпростіші переживають несприятливі умови?

### Тестові завдання

1. Які типи руху клітин властиві найпростішим
  - а. війками
  - б. джгутиками
  - в. м'язами
  - г. амебоїдний
2. На які зовнішні подразники реагують найпростіші
  - а. механічні
  - б. хімічні
  - в. світлові
  - г. звукові
3. Які властивості притаманні найпростішим, як самостійним особинам
  - а. живлення
  - б. подразливість
  - в. ріст
  - г. розмноження
  - д. виділення
  - е. дихання
4. Чим відрізняється інфузорія туфелька від амеби звичайної
  - а. наявність псевдоніжок
  - б. ротового отвору
  - в. війок

г. хлоропластів

д. двох ядер

5. Якими властивостями живої клітинної мембрани обумовлено вибіркове надходження речовин в клітину амеби

а. повна проникність

б. непроникність

в. напівпроникність

6. Які органели клітини виконують травну функцію у найпростіших

а. лізосоми

б. апарат Гольджі

в. рибосоми

г. пластиди

7. Де завершується процес розщеплення поживних речовин у інфузорії туфельки

а. апарат Гольджі

б. рибосоми

в. лізосоми

г. мітохондрії

8. Які функції мітохондрій у найпростіших

а. синтез білка

б. синтез АТФ

в. розщеплення їжі

г. дихання

9. Який спосіб розмноження у амеби

а. статевий

б. безстатевий

в. вегетативний

10. Який вид поділу клітин відбувається при цьому

а. мітоз

б. мейоз

в. амітоз

11. Яка функція малого ядра у інфузорії туфельки

а. контролює процеси синтезу

б. процеси росту

в. несе спадкову інформацію

г. приймає участь у статевому процесі

12. З чого утворюється ядро у інфузорії туфельки
- а. цитоплазма
  - б. мале ядро
  - в. зигота
13. У чому суть статевого процесу у інфузорії туфельки
- а. розмноження
  - б. ріст
  - в. розвиток
14. Де мешкають інфузорії
- а. воді
  - б. організмах
  - в. повітрі
  - г. суходолі
15. Значення інфузорій в природі
- а. позитивне
  - б. негативне
  - в. не мають значення
  - г. відсутнє
16. За якими ознаками інфузорії відносяться до найпростіших
- а. одноклітинні
  - б. примітивні
  - в. мають два ядра
  - г. властива кон'гація

## 12. ПІДЦАРСТВО БАГАТОКЛІТИННІ ТИП КИШКОВОПОРОЖНИННІ (9 тис. видів)

### 12. 1. Загальна характеристика типу

Тіло багатоклітинних складається з великої кількості різноманітних за будовою та функціями клітин, що втратили свою самостійність, тому є тільки частинами організму.

Для життєвого циклу багатоклітинних організмів властивий складний індивідуальний розвиток, у процесі якого із заплідненого яйця (при партеногенезі – з незаплідненого) формується дорослий організм. При цьому запліднене ядро дробиться і утворені клітини диференціюються на зародкові листки та зачатки органів.

Багатоклітинних поділяють на дві групи: променеві (радіально – симетричні), двошарові, двобічно – симетричні, або тришарові. Променим властива наявність декількох площин симетрії і радіальне розташування органів навколо осі тіла. У процесі індивідуального розвитку у них утворюються тільки два зародкових листка – *ектодерма* і *ентодерма*. До променивих відноситься тип Кишквопорожнинні. До двобічно-симетричних належить більшість тварин. На відміну від променивих вони мають одну площину симетрії, яка ділить тіло на дві дзеркально однакові половини – ліву і праву. Крім ектодерми і ентодерми у них утворюється третій зародковий листок – мезодерма, з якого розвиваються внутрішні органи.

#### ***Тип Кишквопорожнинні***

Об'єднує примітивних багатоклітинних радіально-симетричних тварин, що мають двошарову будову тіла і живуть тільки у водному середовищі. У більшості це морські колоніальні, рідше – одноклітинні, які ведуть прикріплений або вільно плаваючий спосіб життя. Багато кишквопорожнинних мають дві життєві форми – *поліпа* і *медузи*. У одних представників ці форми чергуються на ранніх стадіях життєвого циклу, а у інших – переважає одна з будь-яких форм.



У процесі індивідуального розвитку у кишковопорожнинних утворюється два зародкових листка – *ектодерма* та *ентодерма*. Між ними знаходиться *мезогля* – неклітинний прошарок, який виконує функцію опори, механічного і хімічного зв'язку.

Для кишковопорожнинних властиве внутріклітинне (у одноклітинних) і порожнинне (у багатоклітинних) травлення. Неперетравлені рештки їжі викидаються через рот, який оточений щупальцями – органами активного захвату їжі.

У ектодермі всіх кишковопорожнинних є жалкі клітини, а також нервові клітини зірчастої форми, які з'єднуються своїми відростками і утворюють нервову систему *дифузного типу* – найбільш примітивну у тваринному світі. Дихають всією поверхнею тіла. Розмножуються кишковопорожнинні безстатевим (брунькуванням) і статевим шляхом. Запліднення у них зовнішнє. Яйцеклітини і сперматозоїди виводяться у воду, де унаслідок їх злиття утворюється зигота, яка дає початок новому організму.

Основні представники типу: гідри, колоніальні поліпи і медузи.

*Гідри* – прісноводні поодинокі поліпи, які живуть у чистій проточній воді. Мають стеблоподібне, порожнисте тіло довжиною 1 см, яке за допомогою подошви прикріплюється до субстрату. На передньому кінці тіла знаходиться рот, оточений 5-12 щупальцями, які можуть витягуватись та вкорочуватись. Стінки тіла гідри двошарові і представлені ектодермою і ентодермою, між якими розташовується мезогля. *Ектодерма* складається з епітеліально-мускульних, нервових, жалких і проміжних клітин. Нервові клітини ектодерми утворюють нервові сплетіння, розташоване навколо ротового отвору та подошві. При подразненні нервові клітини приходять у збуджений стан, подразнення передаються від однієї клітини до іншої і поступово розповсюджуються на все тіло гідри. Це викликає скорочення відростків епітеліально-мускульних клітин ектодерми і ентодерми, чим забезпечується зміна форми тіла і рух організму. Рухається гідра шляхом почергового прикріплення до субстрату заднім і переднім кінцем тіла. Жалкі клітини

розташовуються переважно в ектодермі щупалець. Всередині клітин знаходиться капсула з отруйною речовиною і згорнута у спіраль трубчаста нитка. На поверхні жалких клітин є чутливий волосок. Ці клітини слугують гідри органом нападу та захисту. При контакті здобичі або ворога з чутливим волоском жалка капсула викидає нитку назовні. Отруйна рідина, потрапляючи через нитку в тіло тварини, паралізує або вбиває її. Жалкі клітини після одноразового використання гинуть і замінюються новими проміжними клітинами ектодерми.

*Ентодерма* складається з епітеліально-мускульних і залозистих клітин. Основна функція ентодерми – травлення. Епітеліально-м'язові клітини ентодерми за допомогою джгутиків, обернених у кишкову порожнину, підганяють їжу, а кореніжки її захвачують. Крім того, залозисті клітини ентодерми виділяють у кишкову порожнину травні соки, де також відбуваються процеси травлення. Живляться гідри мілкими тваринами: циклопами і дафніями.

Розмножуються гідри як безстатевим, так і статевим шляхом. При безстатевому розмноженні на тілі гідри з'являється брунька, яка росте, потім у неї проривається рот і утворюються щупальці. Таким чином виникає дочірня особина, яка відділяється від материнської. Восени гідри розмножуються статевим шляхом. В ектодермі утворюються статеві залози – гонади, у яких розвиваються яйця і сперматозоїди. Сперматозоїди виходять з тіла тварини, плавають за допомогою джгутика, а потім проникають в ектодерму іншої особини і запліднюють яйцеклітину. Весною з зиготи утворюються нові особини. Ці тварини здатні до підвищеної регенерації.

### ***Клас гідроїдні. Прісноводний поліп гідра***

*Будова тіла.* Двошарові водні тварини з променевою симетрією тіла. Тіло мішковидне, витягнуте, довжиною до 1,5 см. На передньому кінці тіла рот, оточений щупальцями з жалкими клітинами. Задній кінець – підошва, якою гідра прикріплюється до субстрату (водні рослини та предмети).

*Покрив.* Зовнішній шар тіла – ектодерма, яка складається з покривних, жалких, шкірно-м'язових і нервових клітин. Під ентодермою знаходиться неклітинна мезоглея. Порожнина тіла відсутня.

*Травна система.* Має кишкову порожнину, яка починається ротовим отвором і замкнена на задньому кінці тіла. Порожнина покрита ентодермою, клітини якої здатні до фагоцитозу. Травлення у поліпа гідри порожнинне і внутрішньоклітинне (травні вакуолі), а неперетравлені рештки викидаються через ротовий отвір.

*Дихання.* Поглинають кисень всією поверхнею тіла.

*Виділення.* Кінцеві продукти дисиміляції видаляються через ектодерму.

*Нервова система.* Дифузного типу. Зірчасті клітини з'єднані відростками. Активно добувають їжу і сприймають подразнення.

*Органи чуттів.* Відсутні. Сприймають подразнення всією поверхнею тіла, чутливими волосками, жалкими клітинами, вбивають здобич.

*Розмноження.* У прісноводного поліпа гідри переважає безстатеве – брунькування. Кишквопорожнинні гермафродити, в ектодермі розвиваються яйцеклітини і сперматозоїди. Запліднення перехресне.

*Розвиток.* З зиготи утворюється двошарова личинка з зачатком кишкової порожнини – планула, яка пересувається у воді і зимує на дні водоймища. Дорослі гідри восени гинуть. Регенерація розвинена. (рис.12.1).

*Коралові поліпи* – найбільш багаточисельні кишквопорожнинні. Вони широко представлені у тропічних морях, де ведуть прикріпленій спосіб життя. Більшість з них – колоніальні форми, але є поодинокі (актинії). У життєвому циклі коралові поліпи не мають форми медузи, а представлені тільки формою поліпу. Це типові кишквопорожнинні тварини з усіма властивими їм ознаками, у яких добре розвинута мезоглея. Окремий кораловий поліп зовні схожий на гідру, але має зовнішній скелет. На передній частині тіла знаходиться рот, навколо якого багато щупалець з жалкими клітинами. Кишкова порожнина розділена вертикальними перегородками на камери, які збільшують поверхню, що здатна засвоювати їжу. У них спостерігається

утворення м'язової тканини, яка у своєму складі має клітини ектодерми та ентодерми, розташована біля рота, щупалець та підошви. У них нервова система дифузного типу. Розмноження у коралових поліпів безстатеве і статеве. Безстатеве розмноження відбувається шляхом брунькування і дочірні особи не відділяються, а залишаються з материнськими організмами, внаслідок чого виникають великі колонії. При розростанні колоній утворюються коралові рифи і острови, які є відкладеннями вапняку.

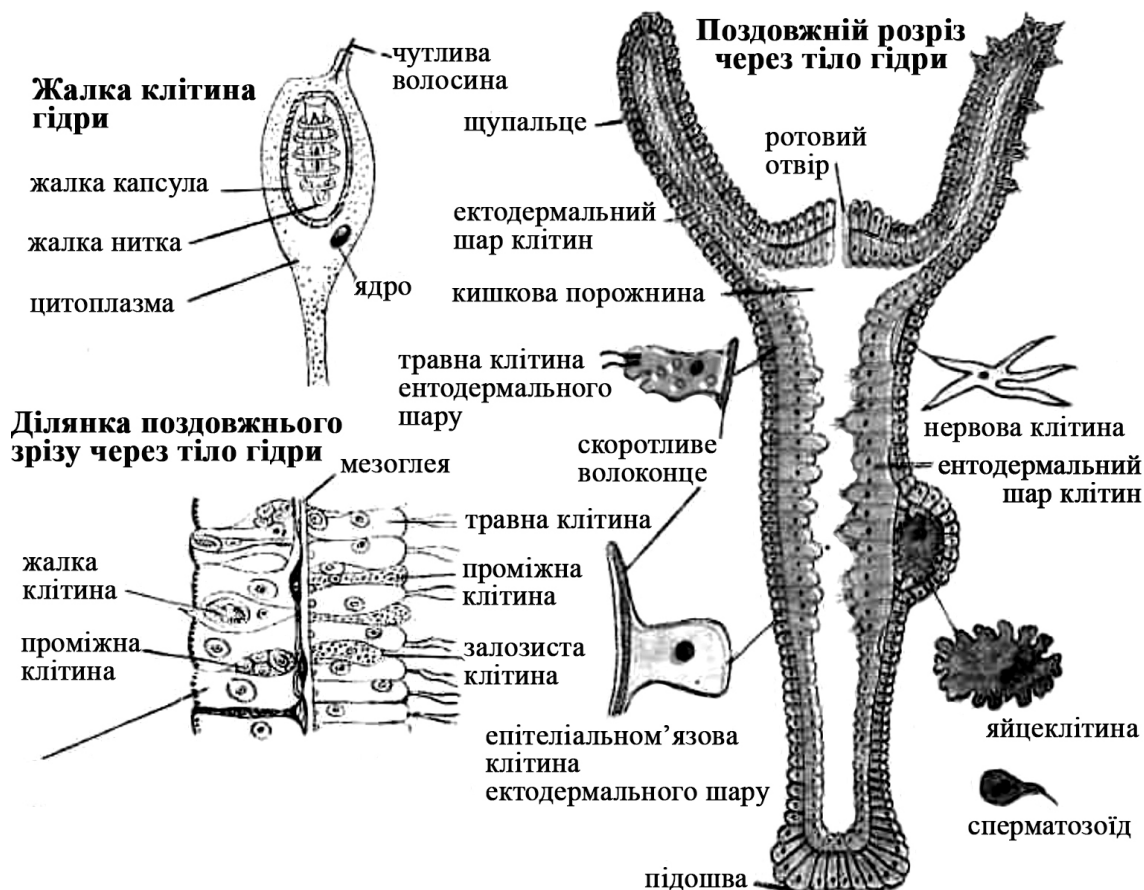


Рис. 12.1.Будова гідри.

*Медузи* – морські, плаваючі в товщі води організми, тіло яких зонтикоподібне, по краях якого розташовуються щупальці. Деякі з медуз досягають 2 м у діаметрі при довжині щупалець 10 – 15 м і рухаються зменшуючи та збільшуючи зонтик. При зменшенні зонтика вода виштовхується з – під нього в один бік, а тварина рухається у протилежний (реактивний рух). У медузи стінки тіла мають два шари – *ектодерму* та

ентодерму. Мезоглея розвинена і на 98% складається з води. Ротовий отвір розташований посередині нижнього боку тіла медузи. Він веде у глотку, від якої починається змінена кишкова порожнина, яка перетворюється в систему радіальних каналів. Вони з'єднані між собою і забезпечують не тільки травлення, алей розподіл їжі. У зв'язку з рухомим способом життя нервова система медуз ускладнена. Крім дифузної нервової системи під зонтиком по його краю утворюється суцільне нервове кільце. Тут розташовуються органи чуття: світлочутливі вічка і органи рівноваги. Розмножуються медузи статевим шляхом, їх особини роздільностатеві. Статеві клітини утворюються в ентодермі і через рот виводяться назовні. З запліднених яєць виходить личинка, яка опускається на дно, де перетворюється на *поліпа*. Поліпи починають безстатєво розмножуватись, унаслідок чого один поліп розпадається на декілька дисків, які потім перетворюються в медуз. Таким чином відбувається чергування поколінь безстатєвого (поліп) і статєвого (медуза). У життєвому циклі переважає форма медузи, а поліп – короткочасна форма життя.

Медузи – хижаки, які вбивають свою здобич жалкими клітинами, живляться мілкими водними тваринами і мальками риб. При дотику деякі медузи можуть викликати у людини опіки. Деяких медуз в Азії вживають у їжу.(рис.12.2).

## **12.2.Екологія кишковопорожнинних**

Перші двошарові давні тварини, які мають радіальну симетрію, кишкову (астральну) порожнину і ротовий отвір. Живуть у водному середовищі. Ведуть сидячий спосіб життя (бентос) і плаваючий (планктон), що добре виражено у медуз. Хижаки живляться мілкими рачками, мальками риб, водними комахами. Велике значення мають в біології південних морів коралові поліпи, які утворюють рифи і атоли (північні моря Австралії, Зондські острови), у яких живуть риби. Великі медузи людина вживає у їжу. Медузи є небезпечними при зіткненні під час купання, тому що викликають опіки.

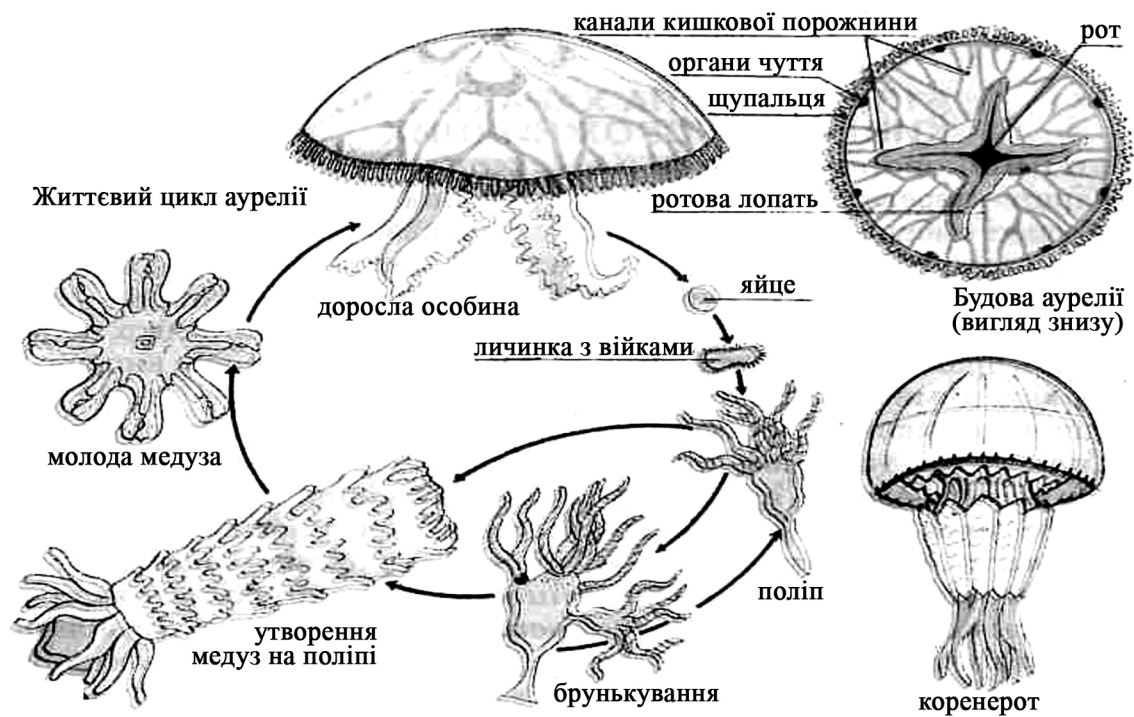


Рис.12.2. Розмноження медузи.

### Питання для самоконтролю

1. Які ознаки притаманні типу кишковопорожнинних?
2. На якій стадії індивідуального розвитку особини живуть весь життєвий цикл?
3. Порівняйте будову гастрული з будовою тіла гідри?
4. Яку порожнину тіла називають кишковою ?
5. Які шари клітин виділяють у тілі гідри?
6. Які клітини диференціюються в ектодермі і в ентодермі?
7. Яку симетрію мають кишковопорожнинні?
8. Чи є у кишковопорожнинних системи органів?
9. Як надходить їжа і викидаються кінцеві продукти травлення у гідри?
10. Як у гермафродитній гідри відбувається запліднення?
11. На якій стадії гідра зимує?
12. Чим відрізняється пересування гідри і медузи?
13. Які кишковопорожнинні утворюють колонії і чому з'явилась така форма життя?

### Тестові завдання

1. На якій стадії розвитку зародка проводять життя кишковопорожнинні
  - а. зигота
  - б. бластула
  - в. гастрולה

2. Який зародковий листок вистилає кишкову порожнину
- а. ентодерма
  - б. ектодерма
  - в. мезодерма
3. У якому шарі тіла гідри розташовані нервові, жалкі, шкірно – м'язові клітини
- а. ектодерма
  - б. ентодерма
  - в. мезоглея
4. До яких тварин, які живуть у товщі води, відноситься гідра
- а. зоопланктон
  - б. зообентос
  - в. перифітон
5. Де остаточно розщеплюється їжа у гідри
- а. кишкова порожнина
  - б. клітини ентодерми
  - в. мітохондрія клітин
6. Які способи розмноження властиві гідрі
- а. статеве
  - б. безстатеве
  - в. вегетативне
7. Чим дихає гідра
- а. легенями
  - б. зябрами
  - в. всією поверхнею тіла
8. Де відбувається кисневий етап дисиміляції у кишковопорожнинних
- а. кишкова порожнина
  - б. травна вакуоль
  - в. мітохондрії клітин
9. Через які органи викидаються неперетравлені рештки їжі
- а. порошицю
  - б. пори
  - в. ротовий отвір
10. Що таке регенерація
- а. відділення нової особини
  - б. відновлення пошкодженої частини тіла
  - в. розмноження

## 13. ТИПИ ПЛОСКІ, КРУГЛІ, КІЛЬЧАСТІ ЧЕРВИ

### 13.1. Загальна характеристика представників типу

Тип Плоскі черви об'єднує вільноживучих, переважно паразитичних червів, тіло яких сплющено у спино-черевному напрямку і має вид листка, пластинки або стрічки. Плоскі черви здатні до активного руху – плавання, повзання, це пов'язано з виникненням у них двобічної симетрії тіла. На відміну від двошарових представники кишковопорожнинних плоскі черви – тришарові тварини. Крім *ектодерми* і *ентодерми* при утворенні тканин і органів цих червів приймає участь третій зародковий листок – *мезодерма*.

Зовні тіло плоского черва обмежено суцільним шкірно-м'язовим мішком. Він утворений покривами і лежачими під ними пластом гладеньких м'язових волокон. Більш поверхневий шар волокон розташовується кільцем навколо тіла, а більш глибокий – вздовж тіла і по діагоналі. При скороченні м'язових волокон тіло черва міняє форму, вигинається, а сама тварина повзає. Шкірно-м'язовий мішок заповнений рихлою тканиною – паренхімою, у якій знаходяться всі внутрішні органи черва. Паренхіма виконує опорну функцію, запасє поживні речовини і приймає участь у процесах обміну речовин.

Травна система плоских червів примітивної будови і складається з двох відділів кишечника: переднього і середнього, який закінчується сліпо. Задній відділ кишечника і анальний отвір відсутні, тому ротовий отвір виконує функцію надходження їжі і видалення неперетравлених решток.

Нервова система плоских червів більш досконала у порівнянні з тваринами типу кишковопорожнинних. Вона представлена нервовими вузлами, які розташовані у передній частині тіла, та поздовжніми нервовими стволами. Кровоносна та дихальна система відсутні.

У плоских червів вперше виникають спеціалізовані органи виділення – *протонефрідії*. Це дуже розгалужені каналі, які закінчуються у паренхімі особливими зірчастими клітинами, у які надходить вода і розчинені в ній



продукти обміну речовин. У середині клітин є порожнини з пучками війок, рідина з неї направляється у видільні каналні – відростки клітин. Мілкі каналні об'єднуються в більш великі канали, які відкриваються на поверхні тіла черва видільними порами. Протонефрідії регулюють осмотичний тиск, видаляють залишки води і рідкі продукти життєдіяльності.

Більшість плоских червів *гермафродити*: кожна особина має чоловічі та жіночі статеві органи. Статева система складної будови, до складу якої, крім статевих залоз, входять статеві протоки і різні додаткові органи. Запліднення внутрішнє. Паразитичним формам властивий складний цикл розвитку. Тип плоскі черви включає три класи: Війчасті черви, Сисуни та Стьошкові.

### **13.2. Тип плоскі черви ( 12 тис. видів)**

#### ***Клас Війчасті черви***

Це мілкі плоскі черви, переважно вільноживучі, морські і прісноводні види. Тіло зазвичай листовидне, вкрито війчастим епітелієм. Рух червів забезпечується скороченням мускулатури.

Травна система починається ротовим отвором, який розташований на черевному боці тіла. Рот веде у глотку, яка висувається назовні при захваті їжі. Від глотки відходить середня кишка, яка розгалужується на багато сліпих гілок. Вони забезпечують не тільки перетравлення їжі, але й розподіл продуктів травлення по організму. Велике значення відіграє травлення, що відбувається у клітинах паренхіми. Більшість війчастих червів – хижаки, які живляться водними тваринами.

Як вільноживучі форми, війчасті черви мають прогресивно розвинену нервову систему і органи чуття. Їх нервова система представлена головним нервовим вузлом і нервовими стовбурами. Органи чуттів різноманітні: в покривах є дотикові клітини, на передньому кінці тіла – два або декілька простих очей, органи рівноваги. Дихання відбувається всією поверхнею тіла. Органами виділення слугують протонефрідії. Розмноження статеве. Більшість

війчастих червів гермафродити. Багатьом видам властива регенерація. (рис.13.1).

Типовий представник – біла планарія, яка мешкає на дні водоймищ. Її плоске біле тіло досягає розмірів 2-3 см. Витягуючи, скорочуючи і вигинаючи тіло, планарія повільно повзає по дну, або плаває за допомогою війок. Вона є хижаком і живиться мілкими тваринами. Є ланкою у ланцюгах живлення.

### ***Клас Війчасті черви. Біла планарія***

*Будова тіла.* Вільноплаваючі за допомогою війок водні тварини. Тіло двобічно-симетричне, листовидне, сплющене у спино-черевному напрямку, довжиною 2 см. Мають чітко виражений передній і задній кінець тіла. Тіло тришарове: зовнішній шар – ектодерма, середній – мезодерма, внутрішній – ентодерма.

*Покрив.* Війчастий епітелій, утворений ектодермою, до якого прикріплені м'язи – поздовжні, кільцеві і косі, які разом утворюють шкірно-м'язовий мішок. М'язи утворені з мезодерми.

*Порожнина тіла.* Первинна, яка виникла між ентодермою і ектодермою, заповнена паренхімою, яка виконує роль прошарку між органами.

*Травна система.* Рот на черевному боці тіла, глотка вільно викидається назовні, кишка з трьома розгалуженнями. Неперетравлені рештки їжі видаляються через ротовий отвір. Хижі тварини.

*Дихання.* Шкіряне, кисень надходить з води у тіло.

*Виділення.* Дві видільні трубки, з багаточисельними розгалуженнями, які закінчуються видільними порами. По них рухається порожнинна рідина і виділяються кінцеві продукти життєдіяльності.

*Нервова система.* Головний нервовий вузол, від якого відходять два нервових стовбури з багаточисельними нервами.

*Органи чуттів.* Два ока на передній частині тіла, дотикові головні лопаті.*Розмноження.* Статеве. Гермафродити. Мають два яєчника і 200-300 сім'яників. Запліднення внутрішнє, перехресне.*Розвиток.* Запліднені яйця

відкладаються в щільну оболонку – кокон, де розвиваються маленькі планарії і через розрив у стінці виходять назовні.

*Регенерація.* Добре розвинена.

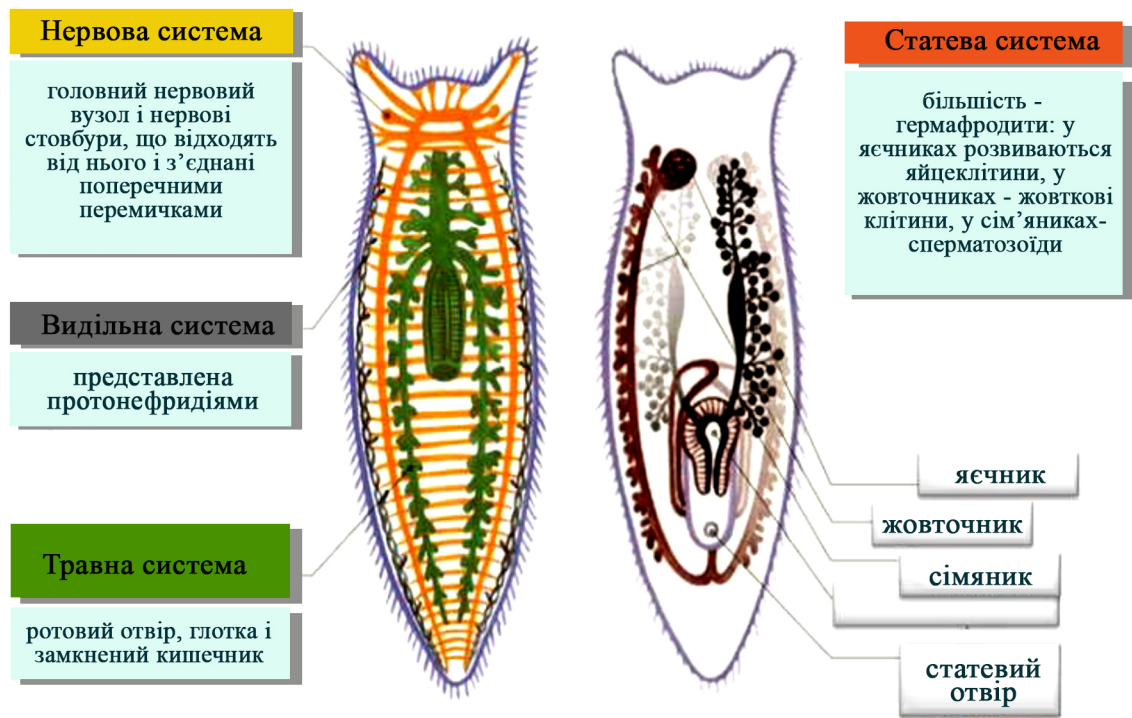


Рис.13.1.Будова в'їчастих червів.

### 13.3. Клас Сисуни. Печінковий сисун

Це паразитичні черви з плоским, листовидним або видовженим тілом. Воно вкрито щільною захисною оболонкою; в'їлки відсутні. До тіла хазяїна прикріплюються за допомогою присосок.

*Печінковий сисун* – найбільш небезпечний і широко розповсюджений серед сисунів. Він має листовидне тіло довжиною до 5см з двома присосками – ротовою і черевною. На дні ротової присоски знаходиться рот, який веде у глотку, від якої відходять дві гілки середньої кишки з багаточисленними боковими виростами. У життєвому циклі печінкового сисуна спостерігається зміна хазяїна. Доросла гермафродитна форма живе у печінці остаточного хазяїна ( вівці, великої рогатої худоби, свині, коня і людини). Живиться в основному жовчю, викликаючи виснаження і навіть смерть хазяїна. Сисун кожного дня може продукувати тисячі яєць, які виводяться з випорожненнями назовні і для подальшого розвитку повинні потрапити у воду, де з них виходить

личинка вкрита війками. Личинка спочатку плаває у воді, а потім, знайшовши ставковика, проникає у його тіло. Ставковик – проміжний хазяїн печінкового сисуна. У ньому личинка черва проходить ряд перетворень. Розмножується, утворюючи покоління личинок, які за будовою схожі на дорослого сисуна, але відрізняється наявністю мускульного хвостового придатку. На цій стадії личинка проникає в тіло ставковика, деякий час плаває у водоймищі, а потім осідає на прибережній рослинності. Тут втрачає хвіст і виділяє на поверхні тіла щільну оболонку – цисту. Вона довготривалий час захищає життєздатність організму. З зеленим кормом цисти можуть потрапити в організм домашніх тварин, де перетворюються у дорослого печінкового сисуна. Людина може заразитись ним при використанні сирієї води з водоймища, овочів промитих цією водою. Основний профілактичний захід у боротьбі з сисуном – не контактувати з ставковиком.

### ***Стьожкові черви. Бичачий ціп'як***

Один з найбільших представників класу стьожкових червів є бичачий ціп'як, довжина його може досягати 10 м. Остаточний хазяїн ціп'яка – людина, а проміжний – велика рогата худоба. Статевозрілий черв живе у кишечнику людини, до стінок якого прикріплюється за допомогою чотирьох присосок, які розташовані на голові. Тіло ціп'яка може складатись з 1000 члеників. За добу від нього може відділитись від 3-5 члеників, які заповнені яйцями і здатні активно рухатись і виділяються з організму разом з рештками.(рис.13.2).



Рис.13.2. Цикл розвитку печінкового сисуна.

Потрапивши на землю, вони руйнуються, звільняючи яйця. З яйця, що потрапило у кишечник великої рогатої худоби разом з травою, виходить зародок з шістьма гачками. Спочатку він проникає у кровоносні судини, а потім током крові потрапляє у м'язи тварини, де перетворюється у *фіну*. Фіна – це пухирець розміром з горошину, заповнений рідиною, всередині якого є головка черва з чотирма присосками. При вживанні погано термічно обробленого м'яса, зараженого фінами, в кишечнику людини головка черва вивертається і прикріплюється до стінки кишки. Починається швидке наростання члеників. Ціп'як отруює організм людини продуктами своєї життєдіяльності, виснажує його і порушує нормальну роботу кишкового тракту.(рис.13.3).

### ***Клас Стъожкові черви. Бичачий ціп'як***

*Будова тіла.* Тіло тришарове, стъожкове, членисте. Голова з чотирма присосками, вузька шийка і членики тіла (декілька тисяч). Довжина черва 4 – 10 метрів. Колір біло- жовтий.

*Покрив.* Шкіра з кутикулою, до якої прикріплені поздовжні, кільцеві м'язи, які разом утворюють шкірно-м'язовий мішок.

*Порожнина тіла.* Первинна, заповнена паренхімою.

*Травна система.* Відсутня, у зв'язку з паразитичним способом життя у кишечнику хазяїна – людини або тварини. Ціп'як всмоктує перетравлену їжу всією поверхнею тіла.

*Дихальна система.* Відсутня, бо середовище існування – кишечник людини або тварини, де відсутній кисень, тому кінцевий етап розщеплення органічних речовин безкисневий.

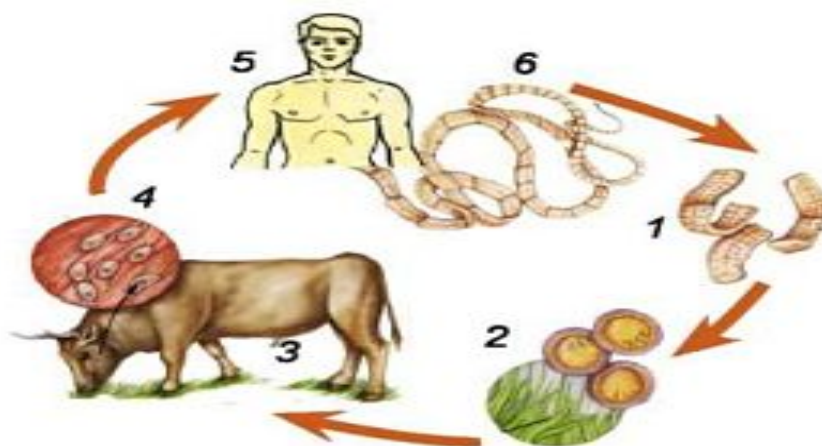
*Видільна система.* Видільні трубочки, які з'єднані у два канали, відкриваються назовні на останньому членику. Виводиться вода, вуглекислий газ і жирні кислоти (отруйні для людини).

*Нервова система.* Головний нервовий вузол, від якого відходять два нервових стовбура з численними нервами.

*Органи чуттів.* Відсутні.

*Розмноження.* Статеве. Гермафродити. У кожному членику є сім'яники, яєчники, матка, у яких розвивається запліднені яйця. Запліднення між члениками, або самозапліднення. Запліднені яйця виводяться назовні з останнім члеником ціп'яка.

*Розвиток.* Яйце (на траві) – шлунок тварини – личинка – кишечник – кров – м'язи – фіна(у м'ясі) – шлунок людини – кишечник – ціп'як. (рис.13.3).



**Мал. 71.** Цикл розвитку бичачого ціп'яка: 1 – дозрілі членики; 2 – яйця з личинками; 3 – проміжний хазяїн; 4 – фіни; 5 – остаточний хазяїн; 6 – дорослий черв

Рис.13.3.Цикл розвитку бичачого ціп'яка.

### 13.4. Екологія плоских червів

Плоскі черви – це перші тришарові двобічно-симетричні тварини, які живуть у воді. Хижаки живляться найпростішими, кишковопорожнинними або паразитичними тваринами. Паразитичні форми з'явилися пізніше, для них характерна дегенерація деяких органів – травлення та чуття. Вони паразитують у тілі хазяїв – різних тварин і людини, і викликають тяжкі захворювання, виснаження, ураження кровоносної системи хазяїв. Для них характерні різні пристосування до паразитичного способу життя – наявність присосок, гачечків, велика плодючість.

## Питання для самоконтролю

1. Які ознаки притаманні типу плоскі черви?
2. Чим відрізняється симетрія тіла плоских червів від симетрії кишковопорожнинних?
3. На які класи діляться тип плоскі черви?
4. Яких тварин називають паразитичними ?
5. Хто є остаточним і хто проміжним хазяїном у циклі розвитку паразитичних тварин?
6. Які ознаки більш високої організації (ароморфоз) у планарії порівняно з кишковопорожнинними?
7. Якими клітинами представлена мезодерма у плоских червів, і чому їх називають паренхіматозними ?
8. Які ознаки дегенерації у паразитичних червів?
9. Які ознаки пристосування до паразитизму (ідіоадаптації) властиві для бичачого ціп'яка?
10. Яка особливість дихального процесу у бичачого ціп'яка?
11. Який негативний вплив бичачого ціп'яка на організм людини?
12. На якому етапі життєвого циклу доцільно проводити боротьбу з ціп'яком?
13. Який цикл розвитку у печінкового сисуна?
14. Яке значення ставковика у життєвому циклі сисуна?
15. Чому плоских червів називають гермафродитами?
16. Як пояснити велику плодючість паразитичних червів?
17. Які існують засоби боротьби з паразитичними червами?

## Тестові завдання

1. Яку симетрію тіла мають плоскі черви
  - а. радіальну
  - б. двобічну
  - в. просту
2. З якого зародкового листка плоских червів утворюється паренхіма
  - а. ентодерма
  - б. ектодерма
  - в. мезодерма
3. Яка роль паренхіми у тілі плоских червів
  - а. захист
  - б. рух
  - в. западання води
  - г. запасання їжі

4. Яка порожнина тіла у плоских червів
- а. первинна
  - б. вторинна
  - в. змішана
5. Як виводяться з організму планарії продукти метаболізму
- а. поверхнею тіла
  - б. через рот
  - в. анальний отвір
6. Які органи виділення має бичачий ціп'як
- а. видільні трубочки
  - б. нирки
  - в. органи виділення відсутні
7. Що слугує джерелом зараження тварини бичачим ціп'яком
- а. яйце
  - б. фіна
  - в. личинка
8. Як пояснюється відсутність органів травлення у паразитичних стьожкових червів
- а. ароморфоз
  - б. дегенерація
  - в. ідіоадаптація
9. Який етап дисиміляції є кінцевим у паразитичних червів
- а. підготовчий
  - б. безкисневий
  - в. кисневий
10. Які частини тіла є у фіни
- а. головка з чотирма присосками
  - б. шия
  - в. членики тіла
11. На якій стадії розвитку бичачого ціп'яка утворюються три пари гачків
- а. фіна
  - б. личинка
  - в. дорослий черв
12. Який тип нервової системи у бичачого ціп'яка
- а. дифузна
  - б. нервовий ланцюжок
  - в. нервові стовбури
  - г. нервова трубка



### 13.5. Тип первиннопорожнинні, або круглі черви (30 тис. видів)

*Круглі черви* - багаточисленний, різноманітний і широко представлений тип червів, які об'єднуються як у вільноживучих, так і паразитичних представників. Це двобічносиметричні тришарові тварини, тіло яких суцільне, витягнуто в довжину, веретеноподібної форми, кругле, зовні захищено щільною оболонкою – *кутикулою*. Під покривами розташована гладенька мускулатура, представлена одним шаром поздовжніх м'язів, розташованих у вигляді чотирьох окремих шарів. Рухи круглих червів одноманітні: вигинають тіло в спино-черевному напрямку, рухаючись таким чином вперед. Між стінками тіла і стінками внутрішніх органів розташований замкнений простір – первинна порожнина тіла, яка виконує функцію внутрішнього середовища організму. Вона виникає у круглих червів унаслідок поділу клітин паренхіми, яка заповнювала порожнину у предків. В порожнині тіла круглих червів порожнинна речовина разом з кутикулою створює опору для мускулатури – гідроскелет, який виконує функції: опорну, транспортну та обмін речовин. Характерною ознакою круглих червів є наскрізний кишечник, який складається з трьох відділів: переднього, середнього та заднього. Травний тракт починається ротом і закінчується анальним отвором. Нервова система круглих червів представлена навкологлотковим нервовим кільцем і нервовими стовбурами, органи чуття розвинені погано. Кровоносна і дихальна система відсутні. Видільна система – або відсутня, або представлена протонефридіями, а також одноклітинними шкіряними залозами. Круглі черви – роздільностатеві тварини, більшість яких має добре виражений статевий диморфізм.

Основний клас цього типу – Власне круглі черви, або Нематоди. Це велика група круглих червів, які пристосувались до життя у морях і прісних водоймах, ґрунті, серед яких є паразити рослин, тварин і людини.

*Аскарида людини* – паразитує у кишечнику людини. Самки досягають розмірів 40 см довжини, а самці менші. Тіло їх вкрито жовтою кутикулою, яка захищає життєву стійкість черва та разом з порожнинним тургором надає йому

пружність. Щоб не бути знищеним у кишечнику хазяїна аскариди завжди знаходяться у постійному русі. Травна система аскариди починається ротовим отвором, який оточений трьома губами. Наполовину перетравлена хазяїном їжа спочатку потрапляє у коротку глотку, а потім в середню кишку, де остаточно перетравлюється і засвоюється. Середня кишка переходить в задню і закінчується анальним отвором. Розмножуються аскариди тільки статевим шляхом. Органи розмноження мають вигляд звитих трубочок. Статева система самця представлена одним сім'яником, який переходить у сім'япровід, що впадає в задню кишку. У самки два яєчника. Від них відходить у яйцеводи, які переходять у матку, зливаються в непарну піхву і відкриваються отвором на черевній порожнині тіла. Запліднення внутрішнє. Яйця аскарид захищені декількома оболонками. Разом з неперетравленими рештками вони потрапляють на ґрунт, де при певній температурі і доступі кисню з них розвиваються личинки. При заковтуванні людиною яєць аскариди (з забрудненими овочами, фруктами та водою) личинки виходять з яєць, занурюються у стінку кишечника. Проникають у кровоносні судини і з током крові потрапляють у легені. З легень личинки потрапляють у бронхи, дихальне горло, ротову порожнину, а звідти разом з слиною знову потрапляють у кишечник людини, де там перетворюються на дорослих аскарид. Аскариди травмують слизову оболонку кишечника людини, а також отруюють організм продуктами обміну речовин. При великому скупченні можуть викликати закупорку кишечника.(рис.13.4).

Предками круглих червів були давні в'їчасті черви. Більша частина круглих червів веде паразитичний спосіб життя практично у всіх органах тварин та рослин. Перехід вільноживучих нематод до паразитизму відбувався в процесі пристосування до нових умов існування всередині тварин, які випадково їх ковтнули. У ході пристосувальної еволюції паразитизм перейшов з випадкового у обов'язковий, спочатку для одного з двох поколінь, які чергуються, а потім для кожного покоління круглих червів.

### ***Клас Круглі черви. Людська аскарида***

*Будова тіла.* Тіло витягнуте, червоподібне, не почленоване, тришарове, кругле. На передньому кінці тіла рот з трьома губами. Довжина черва 20 – 40 см. Колір біло- жовтий.

*Покрив.* Шкіра з кутикулою, під нею – неклітинна гіподерма. До шкіри прикріплені поздовжні м'язи. Шкірно-м'язовий мішок.

*Порожнина тіла.* Первинна, заповнена рідиною, яка забезпечує пружність тіла. Рідина омиває всі клітини і слугує для транспорту речовин та газів. У ній розташовані органи травлення і розмноження.

*Травна система.* Представлена травною трубкою з трьома відділами – переднім, починається ротовою порожниною, середнім (кишка), заднім, закінчується анальним отвором. Травлення відбувається в порожнині кишечника.

*Дихальна система.* Відсутня, бо середовище існування – кишечник людини або тварини, де відсутній кисень, тому кінцевий етап розщеплення органічних речовин безкисневий.

*Виділена система.* Два видільних канали, у яких очищається порожнинна рідина. Відкривається на головному кінці тіла.

*Нервова система.* Навкологлоткове нервове кільце, утворене надглотковим і підглотковим нервовими вузлами, від яких відходять спинний і черевний нервові стовбури.

*Органи чуттів.* Дотикові бугорки та ямки.

*Розмноження.* Статеве. Роздільностатеві тварини. У самок – два тонких яєчника і дві матки. У самців один – ниткоподібний сім'яник. Запліднення внутрішнє. Розмноження яйцями.

*Розвиток.* Яйце з личинкою (на ґрунті) – кишечник людини – личинка – кров – легені – рот – кишечник – доросла аскарида. Живе і розмножується в кишечнику людини, отруює організм своїми виділеннями.

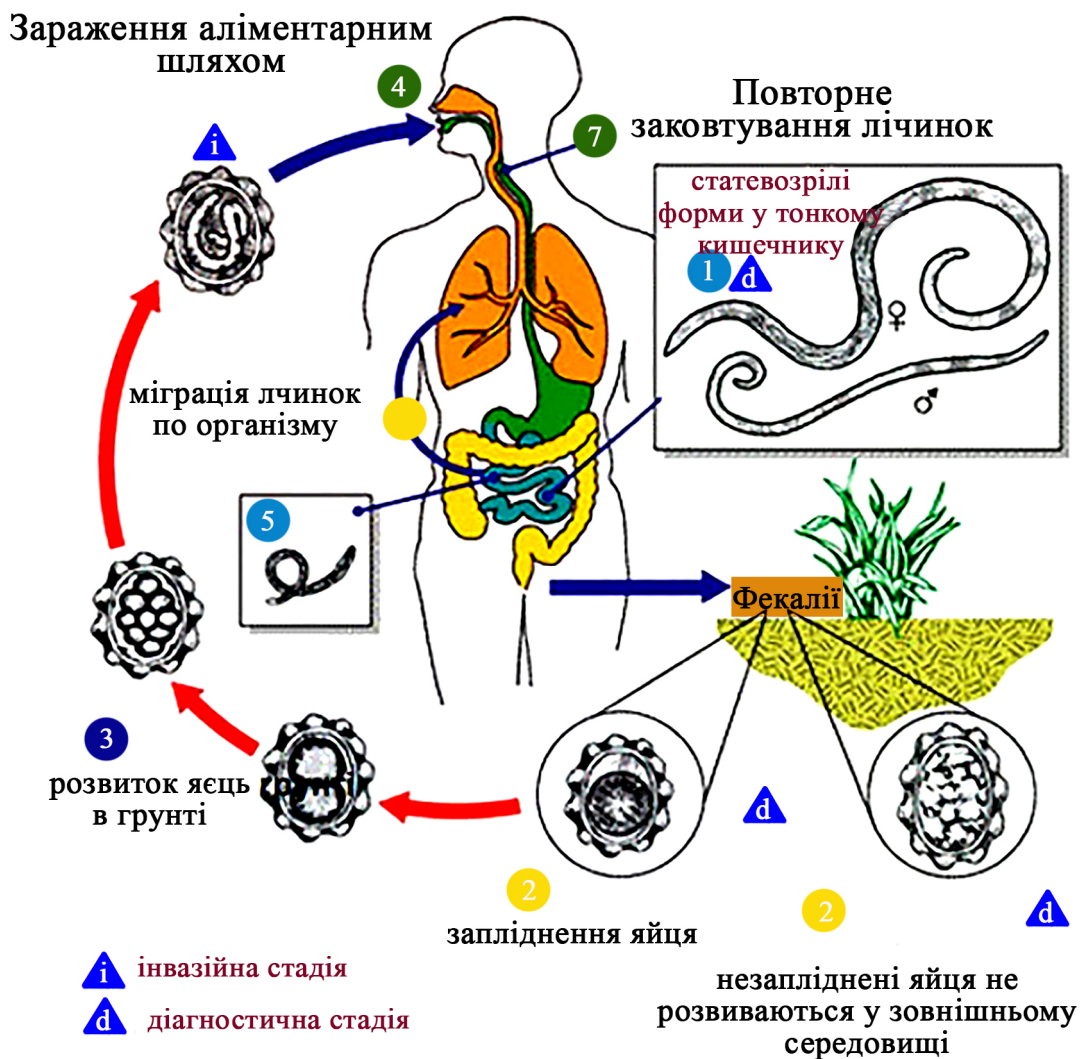


Рис.13.4.Розвиток круглих червів.

### 13.6. Екологія круглих червів

Тришарові не почленовані тварини, які мають первинну порожнину тіла заповнену рідиною. Здатні до активного руху, живуть у воді, ґрунті та мохах. Вільноживучі організми (коловертки) живляться бактеріями, найпростішими, водоростями, самі також слугують їжею для мальків риб і дорослих риб, рачків. Паразитичні форми (аскариди, волосоголовці, гострики) живуть у організмі людини, ссавців, птахів, риб, ракоподібних, комах, які є основними або проміжними хазяями, викликаючи хвороби, та масову загибель. Нематоди паразитують також у тілі рослин і грибів, викликаючи хвороби і знижують врожаї. Сільськогосподарські рослини вражаються ґрунтовими нематодами, які занурюються в корені, викликають їх відмирання, утворення галів на

стеблах, листках і цибулевих культур. Ураженню нематодами піддаються злакові, овочеві культури, картопля, суниця.

### Питання для самоконтролю

1. Яке біологічне значення має поділ тіла червів на головний і хвостовий кінці?
2. Що утворюється з мезодерми у круглих червів?
3. Чому паразитичні черви не розщеплюються травними соками хазяїв?
4. Чим заповнена порожнина тіла у круглих червів?
5. Які системи органів обмежують первинну порожнину тіла у аскариди?
6. Які ознаки більш високої організації властиві для круглих червів порівняно з плоскими червами?
7. Що таке травна трубка і у яких тварин вона вперше з'явилась?
8. Чим відрізняється кишкова порожнина (гастрольна) від первинної порожнини тіла?
9. На якій стадії розвитку аскарида потребує кисень?
10. Які заходи боротьби з паразитичними круглими червами?
11. Які шкідники сільськогосподарських рослин є представниками типу круглих червів?

### Тестові завдання

1. Що утворюється з мезодерми у круглих червів
  - а. паренхіма
  - б. поздовжні м'язи
  - в. шкіра
  - г. кільцеві м'язи
2. Яка порожнина тіла знаходиться між м'язами і травною трубкою
  - а. кишкова
  - б. первинна
  - в. вторинна
3. Яку роль відіграє шкірно – м'язовий мішок
  - а. захват їжі
  - б. виділення продуктів метаболізму
  - в. зовнішній скелет
4. Яке дихання властиво для дорослої аскариди
  - а. кисневе
  - б. безкисневе
  - в. змішане

5. Через який отвір у круглих червів виводяться кінцеві продукти травлення
- а. порошицю
  - б. через рот
  - в. анальний отвір
6. Які органи аскариди виділяють шкідливі для людини речовини і продукти метаболізму
- а. шкіра
  - б. нирки
  - в. видільні канали
7. Якого типу нервова система у аскариди
- а. трубчаста
  - б. нервовий ланцюжок
  - в. дифузна
  - г. нервові стовбури
8. Які статеві органи продукують яйцеклітини
- а. сім'яники
  - б. яєчники
  - в. соматичні клітини
9. Яким шляхом поживні речовини потрапляють з кишки у клітину тіла
- а. кров
  - б. порожнинна рідина
  - в. прямий контакт

### **13.7. Тип кільчасті черви, або кільчаки (11 тис. видів)**

*Кільчасті черви* – в основному вільноживучі або ґрунтові організми. Серед них паразитичних форм мало. Свою назву вони отримали у зв'язку з тим, що мають сегментоване тіло, причому сегментація (метамерія) виражена у зовнішній і внутрішній будові. Кільчасті черви характеризуються більш високим рівнем організації, яке тісно пов'язане з активним способом життя.

Тіло черва складається з голови, сегментованого тулуба і анальної лопаті. Зовні воно вкрито шкірно-м'язовим мішком, який утворений тонкою кутикулою, яка утворює одношаровий епітелій і два шари м'язів (кільцеві і поздовжні). Черви пересуваються шляхом скорочення мускулатури. У багатьох морських кільчастих червів на сегментах тулуба є примітивні кінцівки – параподії, це парні бічні вирости стінок тіла. Вторинна порожнина

тіла – целом – важлива ознака кільчастих червів. На відміну від первинної порожнини тіла круглих червів целом кільчастих має власну епітеліальну вистилку, яка відділяє стінки тіла від кишечника. Целом заповнений рідиною і має опорне значення, а також приймає участь у перенесенні поживних речовин, виконує видільну і статеву функції.

Кишечник кільчастих червів наскрізний. Він починається ротовим отвором і представлений переднім, середнім і заднім відділами. А останній відкривається анальним отвором на кінці анальної лопаті черва.

Вперше у кільчастих червів з'являється кровоносна система. Вона замкнена, тому що кров рухається тільки по судинах, з яких особливо розвинені дві: спинна і черевна. Вони зв'язуються між собою численними кільцевими судинами, розташованими у кожному сегменті. Рух крові відбувається завдяки скороченням спинного і ряду інших судин. Кров безкольорова або червоного чи зеленого, це залежить від типу дихальних пігментів.

У більшості кільчастих червів органи дихання відсутні і дихання відбувається всією поверхнею тіла, лише деякі морські представники кільчиків (піскожил) мають органи дихання – зябра, які являють собою видозмінені ділянки параподій. Органи виділення кільчастих червів – метанефридії, які з'єднуються з порожниною тіла – целомом. У кожному сегменті тіла черва є одна пара метанефридій, кожен з яких починається воронкою, яка відкривається у целом. Воронка вкрита війками, які створюють рух порожнинної рідини. Канал воронки, який відходить в наступний сегмент, де відкривається зовні отвором, розташований збоку тіла черва. Нервова система кільчастих червів ускладнена. В головному відділі розміщується мозковий (надглотковий) нервовий вузол, який за допомогою нервового кільця з'єднаний з *черевним нервовим ланцюжком*. Ланцюжок тягнеться вздовж тіла і у кожному сегменті є нервовий вузол. Органи чуття більш розвинені у червів, які вільно рухаються. Вони представлені розташованими на голові очима,

органами дотику і хімічного чуття, а на тілі – розкиданими в покривах чутливими клітинами.

Найбільш примітивні кільчасті черви роздільностатеві, у багатьох видів знову виник гермафродитизм. Запліднення у них зовнішнє, розвиток у більшості видів з перетворенням, є також прямий. Для кільчастих червів характерна регенерація. Тип кільчасті черви представлений трьома класами – Багатощетинковими, Малощетинковими і П'явками.

### *Клас Малощетинкові*

Представники малощетинкових живуть у ґрунті, але є і прісноводні форми. На відміну від Багатощетинкових червів спостерігається спрощення організації, що визначається у меншому вираженні голови, слабкому розвитку органів чуття, відсутності кінцівок – параподій, скороченні числа щетинок і гермафродитною статеву системою. Типовим представником є дощовий черв'як. Дощовий черв'як – живе у вологих ґрунтах, який веде риючий спосіб життя. Живляться гнилими рослинними рештками, які отримує, пропускаючи ґрунт через кишечник. Їжа спочатку надходить у передню кишку, яка складається з глотки, стравоходу, зобу і шлунку, потім в середню і задню, яка закінчується анальним отвором. На кожному сегменті тіла черв'яка розташовується чотири пари коротких щетинок, які закріплюють його у ґрунті. Дихає дощовий черв'як всією поверхнею тіла. Органи чуття розвинені слабо; зовнішні подразнення вони сприймають розкиданими по покривах тіла світлочутливими клітинами.(рис.13.5).

Дощові черви – гермафродити. Запліднення у них перехресне і відбувається наступним чином. Дві особини приєднуються один до одного передніми кінцями, де у кожної є поясок, утворений декількома збільшеними передніми сегментами, де збираються сперматозоїди, в яких до того часу накопичується сперма черва. Відбувається обмін спермою: сперма з пояска однієї особини переходить до іншої, після чого черви розходяться. Завдячуючи виділенням шкірних залоз пояска утворюється слизове кільце, через яке протискається передній кінець черва. Під час вивільнення від слизового кільця



в нього відкладаються яйця, запліднені спермою іншого черва. Потім кільце скидається, краї його змикаються і утворюється кокон, в якому з яєць розвиваються молоді черви. Велике значення дощові черви мають для сільського господарства. Ще Чарльз Дарвін визначив їх важливу роль в створенні плодючості ґрунтів. Численними ходами дощові черв'яки прокладають шлях кореням дерев рослин і допомагають проникнути глибоко у ґрунт дощовій воді та повітрю. Дощові черви допомагають створенню структури ґрунту, швидкому розкладанню опалого листя і утворенню гумусу.

### ***Клас Малоцетинкові. Дощовий черв***

*Будова тіла.* Тіло витягнуте, червоподібне, членисте, тришарове, кругле. Двобічна симетрія тіла. Вирізняються спинна та черевна сторони, передній і задній кінці тіла.

*Покрив.* Шкіра з кутикулою, під нею – неклітинна гіподерма. У кожному членику 8 щетинок для руху. В шкірі багато слизових і отруйних залоз. До неї прикріплені кільцеві, поздовжні, спинні і черевні м'язи. Шкірно – м'язовий мішок міцний.

*Порожнина тіла.* Вторинна, утворена мезодермою. Вона вистелена епітелієм мезодермального походження – має власні стінки. Епітелій прилягає до внутрішньої сторони шкірно-м'язового мішка, з зовнішньої – покриває кишечник. Порожнина тіла заповнена рідиною, яка забезпечує йому пружність. Порожнинна рідина пов'язує кровоносну систему з клітинами тіла.

*Травна система.* Представлена декількома відділами: рот, глотка, зоб, мускульний шлунок, середня кишка, задня кишка, анальний отвір. Кишечник має розгалужену сітку кровоносних капілярів, яка забезпечує транспорт у кров поживних речовин.

*Дихальна система.* Відсутня. Дихання відбувається всією поверхнею тіла.

*Видільна система.* Представляє собою парні трубочки у кожному членику тіла. На кінці кожної трубочки є воронка, через яку з крові і порожнинної рідини виводяться назовні кінцеві продукти життєдіяльності.

*Нервова система.* Вузлового типу: складається з навкологлоткового нервового кільця і черевного нервового ланцюжка, має вузол у кожному членику тіла.

*Органи чуттів.* Дотикові і світлочутливі клітини по всій шкірі.

*Розмноження.* Статеве. Гермафродит. Яєчники і сім'яники у різних члениках. Запліднення перехресне, внутрішнє. Яйця відкладаються у кокон, який утворюється на тілі у вигляді пояса і сходить з головного кінця.

*Розвиток.* Прямий: з яйця виходить черв.

*Регенерація.* Добре розвинена.

### ***Клас Багатощетинкові***

Представники класу живуть переважно на дні морів, ведуть активний спосіб життя, повзають по дну, зариваються у ґрунт або плавають у товщі води. Серед них є сидячі форми, які живуть у захисних трубах і мають виражену голову і розвинені органи чуття. По боках сегментів тулуба розташовані пароподії, які несуть по два пучки щетинок і є органами пересування. Багатощетинкові роздільностатеві організми. Яскраві представники класу: нереїс і піскожил. Вони слугують кормом морським промисловим риbam, таким як осетрові.

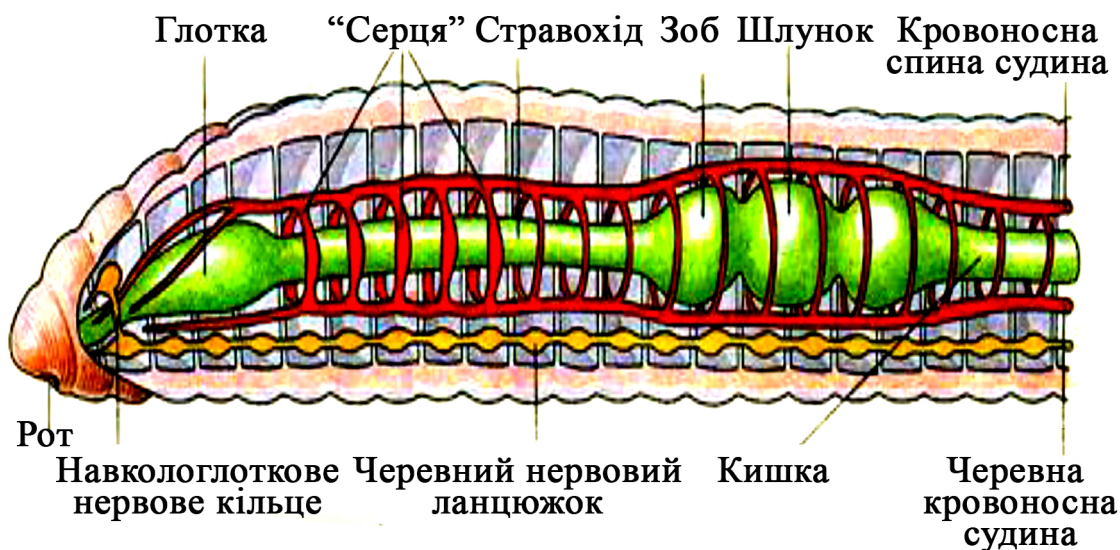


Рис.13.5. Будова дощового черва

### ***Клас П'явки***

Це численна група кільчастих червів, представлена зовнішніми паразитами і вільноживучими хижачками. Живуть у воді, рідко на суходолі. Параподії і щетинки відсутні. Передній і задні кінці тіла мають присоски, за допомогою яких п'явки прикріплюються до тіла жертви і живляться кров'ю. Під час живлення виділяють в ранку *герудин*, який запобігає згортанню крові, тому рани довго кровоточать. Вони наносять великої шкоди рибництву та птахівництву, нападаючи на молодь риб, або паразитують в носовій порожнині водоплаваючих птахів і висмоктують у них кров. Медичні п'явки використовують при гіпертонічних хворобах та крововиливах.

Предками кільчастих червів були нижчі несигментовані черви. Найдавніші серед них – морські багатощетинкові черви. Від них у процесі переходу до прісноводного і наземного способу життя виникли малощетинкові, а від останніх – п'явки. Кільчасті черви представляють собою важливу групу для розуміння еволюції вищих безхребетних тварин (моллюсків та членистоногих).

### **13.8. Екологія кільчастих червів**

Це вища група червів, які мають вторинну порожнину тіла, що складається з однакових члеників. Вільно живучі у воді (п'явки) і ґрунті (дощовий черв) тварини. Водні форми живляться водоростями і мілкими тваринами. П'явки причіпляються до шкіри тварин і людини і живляться кров'ю. Мешканець ґрунту – дощовий черв – відіграє важливу роль у ґрунтоутворенні, збагачуючи ґрунт перегноєм, подрібнює її, перемішує і розпушує, чим створює сприятливі умови для росту рослин. Кільчасті черви слугують їжею для багатьох хребетних – риб, земноводних, птахів, ссавців.

### **Питання для самоконтролю**

1. Яке походження вторинної порожнини тіла?

2. Які тканини утворюються з мезодерми у кільчастих червів?
3. З чого складається шкірно-м'язовий мішок у дощового черва?
4. Як розноситься кисень по тілу кільчастого черва?
5. Якого кольору кров у дощового черва і чому?
6. Яку функцію виконує кров?
7. Що таке замкнена кровоносна система?
8. Яка будова кровоносної системи і як по ній циркулює кров у дощового черва?
9. Яку будову тіла називають метамерно-членистою?
10. Яка структура повторюється у кожному членику дощового черва?
11. З чим пов'язана висока здатність до регенерації у дощового черва?
12. Яка будова травної трубки у дощового черва?
13. Як відбувається процес дихання у малощетинкових та багатощетинкових ?
14. Де розташовані статеві органи у червів?
15. Як відбувається обмін сім'яною рідиною у дощового черва?
16. Як відбувається запліднення у гермафродитного черва?
17. Які ознаки більш високої організації є у кільчастих червів порівняно плоскими та круглими червами?

### Тестові завдання

1. Яка тканина утворює вторинну порожнину тіла
  - а. м'язовою
  - б. сполучною
  - в. епітеліальною
  - г. нервовою
2. У якому зародковому листку закладається вторинна порожнина тіла
  - а. ектодерма
  - б. ентодерма
  - в. мезодерма
3. Які органи повторюються у кожному членику тіла черва
  - а. м'язи
  - б. кровоносні судини
  - в. видільні трубки
  - г. нервовий вузол
  - д. кишечник
4. Де знаходиться анальний отвір у дощового черва
  - а. голова
  - б. середина тіла
  - в. хвостовий членик

5. Чим заповнена вторинна порожнина тіла
- а. повітрям
  - б. паренхіма
  - в. рідиною
6. Яку роль виконує рідина вторинної порожнини тіла
- а. пружність тіла
  - б. переносить поживні речовини
  - в. накопичує продукти
7. Які структури виконують функцію виведення продуктів обміну з порожнинної рідини тіла у черва
- а. нирки
  - б. метанефридій
  - в. пори
8. Де починається черевний нервовий ланцюжок у дощового черва
- а. надглотковий нервовий вузол
  - б. підглотковий нервовий вузол
  - в. навкологлоткове нервове кільце
  - г. нервові стовбури
9. Як відбувається обмін газів між кров'ю і клітинами тіла
- а. прямий контакт
  - б. тканинна рідина
  - в. соматичні клітини
10. Де використовується кисень, який транспортується кров'ю черва
- а. порожнинна рідина
  - б. мітохондрії клітин
  - в. виділення зовні
11. Чиї сперматозоїди запліднюють яйцеклітини у гермафродитного дощового черва
- а. свої
  - б. партнера
  - в. іншого організму

## 14. ТИП МОЛЮСКИ (150 тис. видів)

### 14.1. Загальна характеристика типу молюски. Класи черевоногі та двостулкові

*Молюски* – великий високоорганізований тип безхребетних тварин, яким дали початок кільчасті черви. Молюски – переважно водні тварини, лише деякі пристосувались до життя на суходолі. Представлені в основному донними організмами, що повільно рухаються. Більшість молюсків – двобічносиметричні тварини, деякі з них асиметричні.

Тіло молюсків не сегментоване, має три відділи: голову, тулуб (у якому розміщені більша частина внутрішніх органів) і ногу – мускулиста черевна частина тіла, яка слугує органом руху і прикріплення до субстрату. Тулуб вкритий складкою шкіри – мантиєю, зовнішній епітелій якої утворює раковину. Раковина може бути цільною, складатись з двох стулок або двох пластинок. Раковина тришарова: зовнішній шар – органічний, середній – вапняковий, внутрішній – перламутровий. У деяких молюсків раковина зовні покрита мантиєю і може бути редукована. Між тілом і мантиєю молюска є мантийна порожнина, у якій розташовані зябра, анальний, видільний і статевий отвори.

Молюски – тварини, які мають вторинну порожнину, але целом у них представлений навколосерцевою сумкою і порожниною статевих залоз, а всі проміжки між органами заповнені паренхімою. Травна система має три відділи: передній, середній і задній. У молюсків (крім двостулкових) у ротову порожнину з дна глотки висовується *терка* – пластинка з роговими зубцями, яка виконує функцію перетирання їжі. У середній відділ кишечника впадають протоки травної залози – печінки.

Органи дихання у водних молюсків – зябра, у наземних легені. Кровоносна система незамкнена, але добре розвинена. Серце трикамерне, складається з шлуночка та передсердь. Від серця відходять судини, які утворюють розгалуження, по яких кров рухається у порожнини – лакуни, які розташовані між тканинами і органами і не мають власних стінок. Кров може

бути безкольоровою, іноді блакитною, колір їй надає пігмент – гемоціанін, який містить мідь. Нервова система розкидано-вузлового типу, складається з нервових вузлів, що знаходяться у різних частинах тіла, з'єднані між собою нервовими стовбурами. З органів чуття у молюсків є органи рівноваги, органи зору, органи хімічного чуття і органи дотику. Органами виділення слугують нирки. Розмножуються молюски тільки статевим шляхом, більшість з них роздільностатеві, у гермафродитних форм запліднення перехресне. Тип молюски включає декілька класів, з яких найбільш розповсюджені два: Червононогі і Двостулкові.

### *Клас Червононогі*

*Червононогі* – численний клас молюсків. Багато видів червононогих живуть у морях, інші пристосувались до життя у прісних водоймищах і на суходолі. Раковина у них суцільна, спірально закручена, іноді у вигляді конусу. У ряді випадків раковина піддається редукції (слимаки). Більшість червононогих втратили двостулкову симетрію і набули асиметрію, яка проявляється у формі раковини, її розташування, в будові тіла, повторює форму і положення раковини. Тіло цих молюсків розділено на голову, тулуб і ногу. На голові розташовані одна або дві пари щупалець, очі та рот. Для ротової порожнини властива терка. У червононогих органами дихання є зябра. У наземних і деяких видів, які знову перейшли до життя у прісних водоймищах (ставковик), є легені – частина мантийної порожнини і пов'язані з зовнішнім середовищем через дихальний отвір. Газообмін у такому випадку відбувається у кровоносних судинах, які розміщені у стінках мантийної порожнини.

*Великий ставковик* – живе у прісних водоймах. Тіло захищено раковиною, яка має форму конусу і має три завитки. На голові розташовуються два щупальці, в основі яких знаходяться очі. Дихання за допомогою легень. Для ковтки свіжого повітря молюск піднімається на поверхню води. Живиться водними рослинами. Гермафродит. Відкладає багато яєць і прикріплює їх до водних рослин.

*Виноградний равлик* – наземний черевоногий моллюск, який має велику круглу раковину з полосатим малюнком.

*Слимак* – черевоногі моллюски з витягнутим, покритим слизом тілом. Раковина обростає мантиєю повністю або частково редукується. Є шкідниками сільськогосподарських культур.

### ***Клас Черевоногі. Великий ставковик***

*Будова тіла.* Тіло складається з голови, тулуба та ноги. Верхня частина тулуба закручена у завитку. На голові щупальці, ротовий отвір та очі. Нога мускулиста, рухається за допомогою слизу, яка виділяється з подошви.

*Покрив.* Мантия (шкіряна складка) і раковина, закручена у завитку. Між ними знаходиться мантийна порожнина, через яку забезпечується зв'язок з зовнішнім середовищем.

*Травна система.* Включає рот (язик з хітиновими зубцями), глотку, стравохід, шлунок, кишечник, печінку, анальний отвір, розташований над головою. Живляться рослинною їжею.

*Дихальна система.* Представлена легенями, які утворені мантиєю і пронизані сіткою кровоносних капілярів. Атмосферне повітря надходить через дихальний отвір. Впродовж години 7-9 разів піднімається на поверхню води для дихання. Поглинає кисень і виділяє вуглекислий газ.

*Кровоносна система.* Незамкнена. Представлена двокамерним серцем, яке складається з передсердя і шлуночка і кровоносних судин. Артеріальна кров надходить від легень у передсердя, потім у шлуночок, а від нього рухається по судинах до всіх органів тіла, де вільно розливається між клітинами. Віддаючи кисень і збагатившись двоокисом вуглецю, кров збирається у венозні кровоносні судини і потрапляє у легені, де знову відбувається газообмін. Насичена киснем кров по судинах повертається до серця.

*Видільна система.* Одна нирка з сечоводом, отвір якого розташований біля анального отвору. Нирка безпосередньо зв'язана з кровоносною системою, поглинає з крові кінцеві продукти дисиміляції.



*Нервова система.* Вузлового типу: складається з навкологлоткового нервового кільця, утвореного двома вузлами, чотири пари вузлів з розгалуженими нервами в тулубі та нозі.

*Органи чуттів.* Очі (під щупальцями), щупальці (органи дотику), органи рівноваги.

*Розмноження.* Статеве. Гермафродит. Запліднення перехресне, внутрішнє. Запліднені яйця, зв'язані у студенисті шнури.

*Розвиток.* З яєць на 20 –й день розвивається слимак.(Рис.14.1).

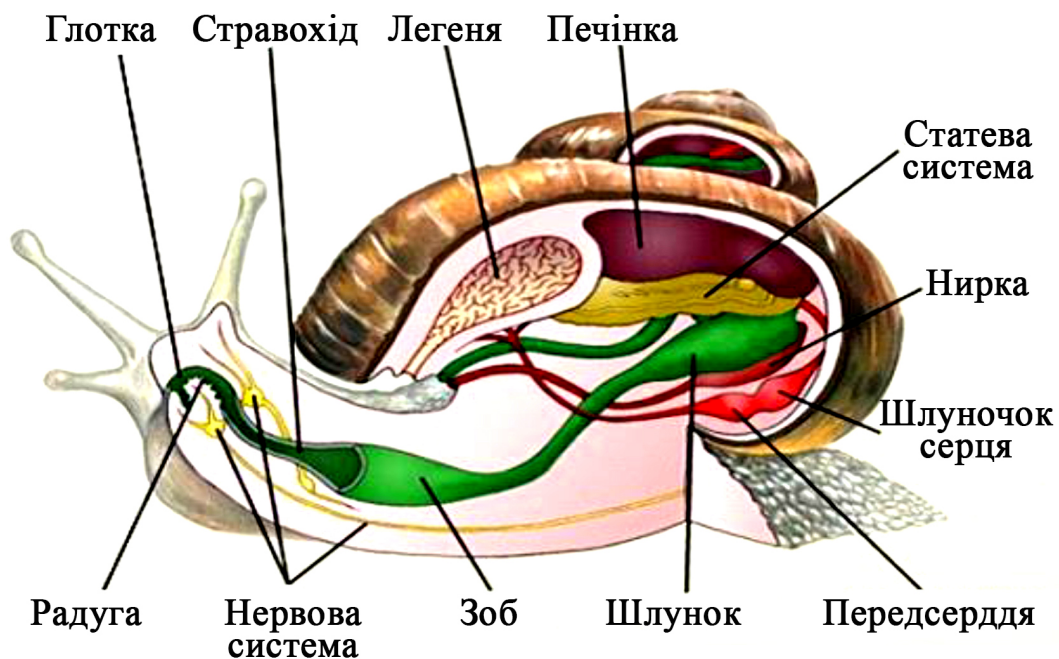


Рис.14.1.Будова великого ставковика.

### ***Клас двостулкові***

Цей клас об'єднує морських і прісноводних моллюсків, які ведуть малорухомий спосіб життя. Це двобічносиметричні тварини. У зв'язку з редукцією голови, їх тіло складається з тулубу та ноги. Зовні воно захищено раковиною, яка складається з двох стулків, з'єднаних на спинному боці зв'язкою. Крім того, є два м'язи замикача, які притягують стулки одна до одної. Мускульна клиноподібна нога здатна висовуватись між створами. Мантия представлена двома звисаючими з боків складками, зовнішній епітелій яких утворює стулки раковини. В мантийній порожнині знаходяться зябра, які

мають вигляд пластинок. Зв'язок мантийної порожнини з зовнішнім середовищем забезпечується двома сифонами, розташованими на задньому кінці тіла. За типом живлення двостулкові – фільтратори і тому живляться пасивно. Вода, яка містить їжу та кисень, надходить через нижній зябровий сифон у мантийну порожнину. Рух води в мантийній порожнині викликається рухом війок миготливого епітелію, що вистилає внутрішню поверхню мантиї. Омиваючи зябра, вода забезпечує газообмін і доставляє їжу до ротової порожнини, що розташована на передньому кінці тіла. Далі їжа надходить у стравохід, який відкривається у шлунок, куди впадають протоки печінки. Середня кишка, що відходить від шлунка доходить до ноги і, піднімаючись на спинний бік тулуба, переходить у задню кишку. Остання пронизує шлуночок серця і закінчується анальним отвором. Неперетравлені рештки їжі і продукти обміну речовин разом з водою виводяться назовні через верхній клоакальний сифон. Нервова система двостулкових складається з трьох пар нервових вузлів, які з'єднані нервовими тяжами. Органи чуттів розвинені погано.

Типовий представник класу двостулкових – беззубка, яка живе у прісних водоймах з слабкою течією. Раковина у неї тонка, перламутровий шар розвинений слабо. Живиться мілкими рослинними та тваринними організмами, які відфільтровує з води. Беззубка – роздільностатева тварина. Розмножується яйцями, які відкладає у зябра. З яєць виходить личинка з двостулковою трикутковою раковиною. Вона покидає молюска і прикріплюється до зябер або шкіри риб, деякий час паразитує, а потім переходить до самостійного життя.

Значення двостулкових різноманітне: як фільтратори вони забезпечують очистку води, їх вживають у їжу (гребінці, мідії), розтертими раковинами годують домашніх птахів. Морські перли використовують для отримання натуральних перл. (рис.14.2).

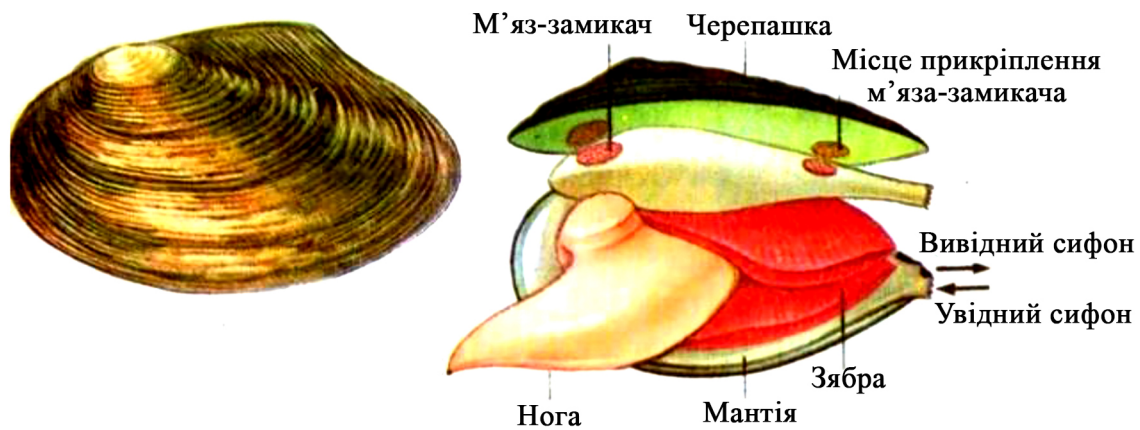


Рис.14.2. Будова двостулкового моллюска.

### ***Клас Двостулкові. Беззубка***

*Будова тіла.* Складається з тулуба і ноги.

*Покрив.* Тіло покрито мантією, поверх якої знаходиться двостулкова раковина. Стулки з'єднані м'язами – замкачами і розмикачами. Раковина тришарова: роговий, фарфоровий і перламутровий шари. У задній частині раковини між двома складками мантії знаходиться ввідний і вивідний сифони.

*Травна система.* Починається ввідним сифоном, куди надходить вода з їжею, далі йдуть ротові лопаті, рот, стравохід, шлунок, кишечник, задня кишка з отвором, вивідний сифон. Травна залоза – печінка.

*Дихальна система.* Зябра, утворені мантією, розташовані по обидва боки ноги. Огорнені густою сіткою капілярів. Поглинають кисень, розчинений у воді і виділяють вуглекислий газ у воду.

*Кровоносна система.* Незамкнена. Серце трикамерне, складається з двох передсердь і шлуночків. У передсердя з зябер надходить артеріальна кров, потім вона виштовхує по артеріях з шлуночка і направляється в усі органи, де вільно розповсюджується. Збираючись у венозні судини, кров надходить до зябер, де відбувається газообмін. Артеріальна кров по судинах направляється в передсердя.

*Видільна система.* Представлена двома нирками і сечоводами.

*Нервова система.* Вузлового типу: три пари нервових вузлів і нерви.

*Органи чуттів.* У зв'язку з відсутністю голови є тільки дотикові клітини у нозі і по краях мантиї.

*Розмноження.* Роздільностатеві організми. Запліднення внутрішнє. Яйця утворюються у яєчниках і відкладаються в мантийну порожнину, куди з водою надходять сперматозоїди і де відбувається запліднення.

*Розвиток.* З яєць утворюється личинка, яка виштовхується через вивідний сифон на пропливаючу повз рибу. На тілі риби личинки розвиваються до двох місяців, після чого падають на дно.

## **14.2. Екологія молюсків**

Дуже давні безхребетні тварини, мають вторинну порожнину тіла, складно збудовані внутрішні органи. Вапнякова раковина з роговим покриттям добре або слабо захищає м'яке тіло. Живе у воді та на суші.

Слугує їжею для багатьох тварин. Самі живляться водними і наземними рослинами, найпростішими, рачками, грибами. Є проміжними організмами для паразитичних стьожкових червів. Наносять шкоду садам, городам, виноградникам. Відіграють велике значення у біологічній очистці води.

### **Питання для самоконтролю**

1. Які ознаки відрізняють тип молюсків від інших типів тварин ?
2. На якій стадії розвитку молюски помітно схожі з кільчастими червами?
3. На які класи поділяються тип молюски?
4. Які ознаки властиві для класу черевоногих?
5. Чим відрізняються двостулкові молюски від черевоногих?
6. Які особливості властиві для класу головоногих?
7. З яких речовин і шарів складається раковина молюска?
8. Що таке мантия і мантийна порожнина у молюсків?
9. Як побудоване серце у представників різних класів молюсків?
10. Як рухається кров у тварин з незамкненою кровоносною системою?
11. Яка роль сифонів у двостулкових молюсків ?
12. Який орган дихання появляється у молюсків вперше?
13. Яка травна залоза появиться у молюсків вперше?
14. Що слугує у молюсків органом виділення?
15. Чим відрізняється нервова система беззубки від нервової система ставковика?

16. Які ознаки більш високої організації черевоногих молюсків?
17. Як розмножується беззубка?
18. У яких молюсків з класу черевоногих і двостулкових редукується раковина?
19. Які молюски мають промислове значення?
20. Який представник типу молюск є проміжним господарем паразитичних червів?
21. Які молюски є шкідниками рослин?
22. Яка роль молюсків в біологічній фільтрації води?

### Тестові завдання

1. У чому подібність личинкової стадії молюсків з личинковою стадією кільчастих червів
  - а. сегментація тіла
  - б. система кровообігу
  - в. органи дихання
2. Яка роль належить раковині
  - а. зв'язок з зовнішнім середовищем
  - б. поглинання повітря
  - в. прикріплення м'язів
  - г. зовнішній скелет
  - д. захист
3. У яких молюсків є голова з очима «ріжками»
  - а. головоногі
  - б. черевоногі
  - в. двостулкові
4. Які новоутворення знаходяться в травному тракті ставковика
  - а. рот
  - б. язик з зубами
  - в. глотка
  - г. стравохід
  - д. шлунок
  - е. печінка.
  - ж. кишка
  - з. анус
5. Яку будову має кровоносна система молюсків
  - а. замкнена
  - б. незамкнена
  - в. відсутня

6. Де очищається кров від відпрацьованих продуктів обміну
- а. шлунок
  - б. печінка
  - в. нирка
  - г. серце
7. Де відбувається газообмін у беззубки
- а. легені
  - б. зябра
  - в. клітини тіла
8. Де відбувається газообмін у ставковика
- а. легені
  - б. зябра
  - в. клітини тіла
9. У яких молюсків краще розвинена нервова система і органи чуття
- а. головоногі
  - б. червононогі
  - в. двостулкові
10. Личинки яких молюсків паразитують на рибах
- а. головоногі
  - б. червононогі
  - в. двостулкові
11. Представники яких класів молюсків мають промислове значення
- а. головоногі
  - б. червононогі
  - в. двостулкові
12. Представники яких класів молюсків наносять шкоду рослинам
- а. головоногі
  - б. червононогі

## 15.ТИП ЧЛЕНИСТОНОГІ (1 млн. видів)

### 15.1. Загальна характеристика типу членистоногих

*Членистоногі* – найчисленніший тип тварин, який об'єднує більше 1,5 млн видів. Виник від предків, які вели водний спосіб життя. Членистоногі протягом своєї еволюції завоювали такі середовища існування: водне, ґрунт, наземно-повітряне. Виявляючи ознаки спільної будови з кільчастими червами, членистоногі набули цілий ряд прогресивних рис організації, які обумовлюють їх широке розповсюдження, а головне – вихід на суходіл.

Тіло членистоногих *сегментоване*, але на відміну від однорідної сегментації кільчастих червів, сегментація членистоногих неоднорідна, сегменти різних ділянок тіла мають різну будову. Подібні між собою сегменти у членистоногих об'єднуються у відділи тіла: голову, груди і черевце. Відділи можуть зливатись один з одним. Кінцівки членистоногих складаються з члеників, які з'єднуються рухомо з тілом за допомогою суглобів і виконують такі функції: пересування, дихання, захват і подрібнення їжі.

Тіло членистоногих покрито *хітиною кутикулою*, вона захищає організм від несприятливих умов зовнішнього середовища і відіграє роль зовнішнього скелету – суцільного шкірно-м'язового мішка, властивого кільчастим червам, у членистоногих немає, окремі пучки поперечно-смугастих м'язів прикріплюються зсередини до хітинового покриву. У зв'язку з тим, що кутикула не розтягується, ріст тварин супроводжується линькою. Щоразу коли членистоногі линяють, шкіряний епітелій виділяє нову кутикулу і, поки вона не затверділа, тварина росте. Хітиновий покрив забезпечив розповсюдження і пристосування до різних умов існування.

Порожнина тіла членистоногих *змішана*. У процесі ембріонального розвитку вона утворилась при злитті сегментованого целома з первинною порожниною тіла і виконує видільну та статеву функції. На відміну від порожнини тіла червів порожнина тіла членистоногих не має опорного значення.

Травна система складається з трьох відділів: передньої, середньої і задньої кишки, травних залоз і виконую функцію травлення. Кровоносна система незамкнена, на спинному боці тіла розташоване трубчасте серце, від якого відходять кровоносні судини, які відкриваються у порожнину тіла. Вона омиває внутрішні органи і знову повертається у серце, потрапляючи до нього через бічні отвори. Органи дихання водних членистоногих представлені зябрами, у наземних – легенями або трахеями. Нервова система складається з головного мозку і черевного нервового ланцюжка. Органи виділення – мальпігієві судини. Членистоногі – роздільностатеві організми, з яскраво вираженим статевим диморфізмом.

Предками членистоногих були давні морські кільчасті черви, які належали до класу багатощетинкових. При переході від кільчастих червів до членистоногих організація тіла тварин помітно ускладнилась: тонка кутикула перетворилась у твердий скелет; шкірно-м'язовий мішок розпався на окремі м'язи; гладенькі м'язи змінились на поперечносмугасті; з'явилась змішана порожнина тіла; параподії перетворились у членисті кінцівки, а спинна кровоносна судина – у серце; з'явилися складні очі; передні тулубні сегменти стали головними, а кінцівки, які відповідали цим сегментам, стали ротовими органами; у процесі оновлення голови однорідна сегментація замінилась на неоднорідну.

Найбільш розповсюджені і важливі для сільського господарства є три класи: Ракоподібні, Павукоподібні і Комахи.

### **15.3. Клас Ракоподібні (50 тис. видів)**

*Ракоподібні* – це первинно-водні членистоногі, які розповсюджені у морях і різноманітних прісних водоймах і навіть у невеликих калюжах. До цього класу відносяться річкові раки, краби, омари, лангусти, креветки і багато мілких представників (дафнії та циклопи). Є види, пристосовані до наземного способу життя (мокриця). Більшість ракоподібних вільноживучі, але зустрічаються ті, які ведуть прикріпленій спосіб життя. Органи дихання –



зябра, багато мілких представників не мають органів дихання і дихають всією поверхнею тіла.

Тіло ракоподібних сегментовано і поділено на голову, груди і черевце. Нерідко голова, зливається з грудиною або частиною грудини, утворюючи головогруді. На голові знаходиться дві пари вусиків, прості і складні очі і три пари щелеп, які слугують для захисту і подрібнення їжі. Грудні кінцівки різноманітні і виконують різні функції: рухову, дихальну, захисну. Характерний представник класу ракоподібних – річковий рак.

Річковий рак живе у прісних водоймищах зі слабкою течією. Вдень вони ховаються під камінням. Активний спосіб життя ведуть в нічний час, у пошуках їжі покидають свою схованку. Живляться водними тваринами і рослинами, а також мертвими рибами та земноводними. Розміри тіла досягають 10-15 см. Мають маскуючий колір (до дна водоймища).

Тіло річкового рака розділено на головогруді та черевце. Покрито товстим шаром хітинової кутикули, яка просякнута вапняковими солями, та надає поверхні головогрудей міцність і твердість. Хітиновий панцир захищає рака і слугує його зовнішнім скелетом, але не дає тілу розтягуватись під час росту. Ріст можливий до того часу, поки кутикула ще не затверділа.

На передній частині головогрудей розташовані дві пари вусиків (короткі і довгі), які виконують дотикову функцію. Навколоротові кінцівки утворюють пару великих і дві пари нижніх щелеп. Щелепи забезпечують захват їжі і розтирають її перед надходженням у ротову порожнину. На задній частині головогрудей розміщуються три пари ногощупалець, які підтримують їжу і просовують її до рота, і п'ять пар ходильних ніг. Перша пара ходильних ніг озброєна великими, а дві наступні – маленькими клешнями, за допомогою яких раки розривають здобич. Біля основи другої і третьої пари ногощелеп, а також всіх пар ходильних ніг розташовані органи дихання – зябра, представлені тонкостінними перистими виростами шкіряних покривів. Черевце рака складається з шести рухомо з'єднаних сегментів, на яких розташовані кінцівки. Вони перетворились на органи запліднення, а також

виконують функцію плавання та прикріплення яєць і черевце закінчується хвостовим плавцем. Травна система річкового рака починається ротовим отвором. Він веде в короткий стравохід, який переходить у великий шлунок і складається з двох відділів. У першому відділі відбувається механічне перетирання їжі за допомогою трьох хітинових пластинок з зубчиками, які утворюють жувальний апарат. У задньому відділі шлунка їжа фільтрується і рідка її частина надходить в середню кишку, а тверда – у задню. У середню кишку відкриваються протоки печінки, яка відіграє велике значення у травленні і всмоктуванні їжі. Задня кишка має вид прямої трубки, яка тягнеться вздовж черевця і закінчується анальним отвором на черевному боці хвостового плавця.

Кровоносна система незамкнена, серце мішкоподібної форми з трьома парами отворів з клапанами, яке розташовується на спинній стороні голови грудей. При скороченні серця кров потрапляє спочатку в судини, які від нього відходять, а потім виливається в порожнину тіла, де омиває внутрішні органи, віддаючи їм кисень. Кров збагачується киснем у зябрах. Окислена кров з порожнини тіла надходить у серце через отвори у його стінках. Нервова система рака утворена навкологлотковим нервовим кільцем, до складу якого входять надглотковий і підглотковий нервові вузли і черевний нервовий ланцюжок. Органи чуття різні. Раки мають органи дотику, нюху і хімічного чуття, розташовані на обох парах вусиків, органи рівноваги в основному членику довгих вусиків. Органами виділення слугують зелені залози, це змінені метанефридії і розташовані в основі довгих вусиків.

Раки – роздільностатеві тварини з добре вираженим статевим диморфізмом. Запліднення внутрішнє. Весною самка відкладає ікру, яку прикріплює до черевних кінцівок. Розвиток прямий. Маленькі раченята довго залишаються під черевцем матері. (рис.15.1).

## ***Клас Ракоподібні. Річковий рак***

*Будова тіла.* Головогруди, покриті мантийним панциром, членисте черевце закінчується хвостовим плавником. На голові дві пари вусиків (короткі і довгі), рот оточений видозміненими кінцівками: одна пара утворює верхні щелепи, дві пари – нижні щелепи, три пари – ногощелепи. Всі вони забезпечують утримання і розтирання їжі. На черевці шість члеників несуть п'ять пар ніжок, шоста пара – плавець.

*Покрив.* Хітиновий, міцний, легкий, виконує роль зовнішнього скелету, у якому з середини прикріплюються м'язи. Вперше з'являється поперечно-смугаста м'язова тканина.

*Порожнина тіла.* Змішана, яка утворюється у зародка при злитті первинної і вторинної порожнин. Заповнена кров'ю – гемолімфою.

*Травна система.* Передній відділ – рот з гризучим ротовим апаратом, глотка, стравохід, зоб, шлунок жувальний і цідильний. Середній відділ – середня кишка і печінка. Задній відділ – кишка, анальний отвір на останньому членику черевця.

*Дихальна система.* Зябра, розташовані під хітиновим покривом по боках головогрудей, мають густу сітку кровоносних капілярів. Газообмін відбувається у зябрах і у клітинах тіла.

*Кровоносна система.* Незамкнена. Представлена серцем у формі п'ятикутника, розташованого на спинному боці головогрудей, і кровоносними судинами.

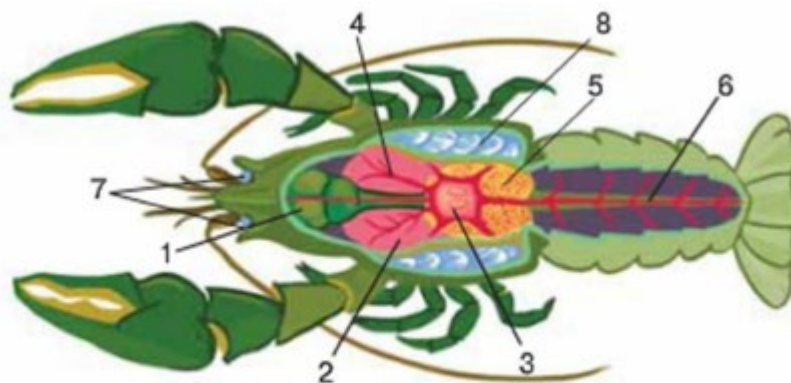
*Видільна система.* Пара зелених залоз, розташованих у головній частині тіла, і відкривається назовні при основі довгих вусиків. Через них з організму виділяються кінцеві продукти життєдіяльності.

*Нервова система.* Вузлового типу, представлена навкологлотковим нервовим кільцем, п'ятьма парами нервових вузлів, які утворюють черевний нервовий ланцюжок і нерви.

*Органи чуттів.* Органи зору – пара складних очей на стебельцях, органи нюху – короткі вусики, органи дотику – довгі вусики. Органи рівноваги – у вигляді двох ямок з піщинками, розташованими на основі коротких вусиків.

*Розмноження.* Статеве. Роздільностатеві. Запліднення внутрішнє. Зимою самка відкладає яйця, прикріплює яйця до черевних ніжок і виношує раченят до літа.

*Розвиток.* З яєць виводяться рачки, в перше літо ростуть дуже швидко, линяють 10 разів; у друге літо – 5 разів; після 5 років - раки практично не ростуть. Живуть 15 – 20 років.



Мал. 46. Схема внутрішньої будови річкового рака:  
1 — шлунок; 2 — печінка; 3 — серце; 4 — кровоносні судини;  
5 — статеві залози; 6 — кишечник;  
7 — фасеткові очі; 8 — зябра

Рис.15.1. Будова річкового рака:

1 – шлунок; 2 – печінка; 3 – серце; 4 – кровоносні судини; 5 – статеві залози; 6 – кишечник; 7 – фасеткові очі; 8 – зябра.

#### 15.4. Екологія ракоподібних

Ракоподібні – це давні водні тварини, які мають складну будову тіла, вкриту хітиновим панциром, за виключенням живучих на суші мокриць. У них є 19 пар членистих ніг, які виконують різні функції: захват і подрібнення їжі, рух, захист, спарювання, виношування молоді. Живляться ці тварини червами, молюсками, нижчими ракоподібними, рибами, земноводними і іншими тваринами, виконуючи роль санітарів водойм. Нижчі ракоподібні – дафнії, циклопи, представники зоопланктону – слугують їжею для риб, мальків, беззубих китів. Багато ракоподібних (краби, лангусти, омари) – промислові або деяких спеціально розводять.

## Питання для самоконтролю

1. З яких частин складається тіло рака ?
2. Скільки пар ходильних ніг у рака?
3. Які функції виконують різні кінцівки рака?
4. У якому напрямку рак рухається на суші і воді?
5. Як відбувається линька у рака ?
6. Чи властива раку регенерація ?
7. Чи є у ракоподібних шкірно – м'язовий мішок?
8. Чим живиться рак ?
9. Яку будову має травна система у раків?
10. Яку будову має кровоносна та дихальна система рака?
11. Де розташована і яку функцію виконує зелена залоза?
12. Якого типу нервова система у рака?
13. Що слугує у молюсків органом виділення?
14. Яку будову мають очі рака?
15. Де розташований і як функціонує орган рівноваги у рака?
16. Де виношується новонароджене потомство рака?
17. Чому циклопи і дафнії відносять до нижчих ракоподібних?
18. Яку роль у біоценозі водойм відіграють ракоподібні?
19. Яке промислове значення ракоподібних?

## Тестові завдання

1. Які тварини є предками членистоногих
  - а. молюски
  - б. круглі черви
  - в. кільчасті черви
2. Яку порожнину тіла мають членистоногі
  - а. первинну
  - б. вторинну
  - в. змішану
3. Чим покрито тіло членистоногих
  - а. шкіра
  - б. кутикула
  - в. раковина
  - г. хітин
4. Які частини тіла є у рака
  - а. голова

- б. груди
  - в. головогруди
  - г. черевце
  - д. хвіст
  - е. кінцівки
5. Скільки пар ходильних ніг у рака
- а. 3
  - б. 4
  - в. 5
  - г. 6
6. Яка форма серця у рака
- а. трубочка
  - б. кільце
  - в. п'ятикутниковий мішок
  - г. двокамерне
7. У якій частині тіла розташовані протоки видільної системи
- а. хвіст
  - б. черевце
  - в. голова
8. Які органи чуттів є у рака
- а. слуху
  - б. рівноваги
  - в. нюху
  - г. дотику
9. Яким способом розмножуються раки
- а. відкладають яйці
  - б. живонародження
  - в. відкладення ікри
10. Де розвивається потомство рака
- а. всередині організму
  - б. на траві
  - в. на тілі риби
  - г. на черевних ніжках
11. Зябра у річкового рака розміщені при основі
- а. хвостових плавців
  - б. черевних ніжок
  - в. ходильних ніг, під каропаксом
  - г. довгих вусиків

12. Де живуть раки

- а. воді
- б. суходолі
- в. повітрі
- г. ґрунті

13. Чим живляться раки

- а. траринами
- б. рослинами
- в. повітрям

14. Як раки рухаються

- а. літають
- б. стрибають
- в. плавають
- г. ходять

### **15.5. Клас Павукоподібні (70 тис. видів)**

До класу Павукоподібних відносяться наземні організми – павуки, скорпіони та кліщі. Лише деякі павуки і кліщі вторинно-водні тварини.

Тіло павукоподібних складається з двох відділів – головогрудей і черевця, але у межах класу спостерігається відмінність у розчленуванні тіла: у скорпіонів головогруді цільні, а черевце розділено на сегменти, а у павуків головогруді і черевце не сегментовані, у кліщів – тіло суцільне. Вусики у них відсутні. На голові знаходиться шість пар ніг, з яких дві пари приймають участь у захваті і подрібненні їжі, а інші чотири пари – ходильні. На черевці немає справжніх кінцівок, які зникають або перетворюються павутинні бородавки, легені.

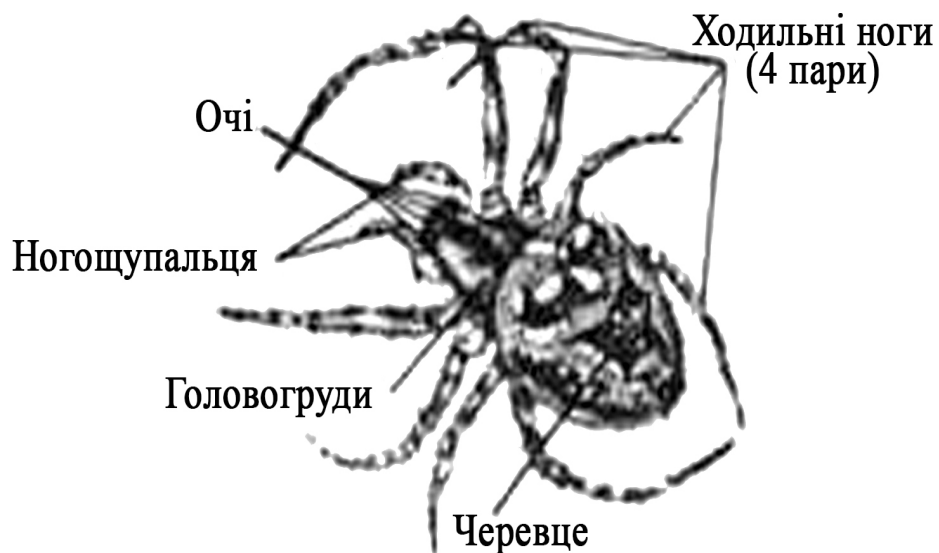


Рис 15.2.Зовнішня будова павука.

Більшість павукоподібних – хижаки, є також рослиноїдні і паразитичні форми. Живляться в основному напіврідкою їжею. У зв'язку з цим передня кишка має розширення – мускульну глотку, та виконує функцію насоса. Середня кишка має довгі бічні вирости, які забезпечують збільшення кількості їжі, що вживається із всмоктувальної поверхні кишечника, куди також впадають протоки травної залози – печінки. На межі середньої і задньої кишки в кишечник відкривається пара сліпих трубочок – мальпігієвих судин, які є органами виділення. Нервова система представлена надглотковим вузлом (головний мозок) і черевним нервовим ланцюжком, число нервових вузлів у представників класу павукоподібних залежить від кількості відділів тіла. У павуків усі вузли черевного нервового ланцюжка злились у головогрудний вузол, а у кліщів немає розділення між головним і голово-грудним вузлом. З органів чуття у павукоподібних є органи дотику, хімічного чуття і органи зору, які представлені 1-6 парами очей. Органи дихання – легені і трахеї. Кровоносна система незамкнена. Від трубчастого серця, яке розташоване на спинному боці черевця відгалужуються кровоносні судини, які доставляють кров до органів. У легенях кров збагачується киснем і повертається у серце через отвір з клапаном. Кров у павукоподібних безбарвна.



Павукоподібні – роздільностатеві організми, дуже часто з вираженим статевим диморфізмом. Запліднення у них внутрішнє, при розмноженні відкладають яйця, а деякі види живородні. Розвиток у більшості павукоподібних прямий, лише у кліщів з – перетворенням.

*Павуки* – численні і широко розповсюджені представники павукоподібних. Груди і черевце не розділені на сегменти, а з'єднані між собою тонким стебельцем. Павуки – хижаки, живляться переважно комахами. Перша пара кінцівок закінчується кігтками, на кінцях яких відкриваються протоки отруйних залоз. Запускаючи кігтики у тіло жертви, павук вводить отруту і отруює її. Живляться павуки рідкою їжею. Для цього вони вприскують в жертву секрет слинних залоз, які розщеплюють білки і перетворюють її рідкий стан. На нижньому боці черевця розташовані павутинні бородавки, на яких відкриваються протоки павутинних залоз (бородавок), що виділяють секрет, який застигає у повітрі у вигляді тонких павутинних ниток. При виготовленні ловчої сітки павуки з'єднують дуже багато ниток в одну. Радіальні нитки ловчої сітки роблять їх більш товстими і без липких крапельок, а натягуючи на них, тонка павутинна нитка покривається крапельками клею, до якої прилипають комахи, що сіли на павутину. Павутина не тільки забезпечує павуків їжею, вона є схованкою. З неї плетуть кокон, у який відкладають яйця і з її допомогою розселяються молоді павучки. Багато павуків приносять користь, знищуючи шкідливих комах. Серед них є отруйні і небезпечні для людини : каракурт, тарантул.(рис.15.3).

*Скорпіони* – найдавніші наземні членистоногі, які живуть у тропіках і субтропіках. Довжина тіла 5-10 см. Перша пара кінцівок головогрудей виконує функцію щелеп, друга пара, значно більших розмірів, закінчується клешнями. Вона схожа на клешні рака і виконує для захвату здобич. Довге черевце сегментоване і складається з двох відділів: широкого і вузького. На кінці черевця є пухирець з отруйною залозою, протоки якої відкриваються на кінці вигнутого жала. Полюють уночі. Їжею слугують комахи і інші членистоногі. Схопивши здобич клешнями, скорпіон заносить черевце над головогрудьми і

через жало вводить отруту, яка паралізує жертву. Отрута смертельна для мілких ссавців, у людини викликає хворобливий стан.

*Кліщі* – велика група мілких павукоподібних з нерозчленованим, невеликим тілом. У більшості кліщів органами дихання є трахея. Мілкі види не мають трахей, і дихання у них відбувається через тонкі покриви тіла. Ротові органи гризучого або колюче-сисного типу. Розвиток у них з перетворенням. У личинки три пари ніг. Спосіб життя у кліщів дуже різноманітний. Багато видів живуть у ґрунті. Мають твердий хітиновий панцир і ротовий апарат гризучого типу. Ґрунтові кліщі живляться гниючими рослинними залишками і міцелієм грибів, відіграють позитивне значення у ґрунтоутворенні. Деякі з них слугують проміжним хазяїном стьожкових червів – паразитів сільськогосподарських тварин. Багато видів кліщів є паразитами рослин та сільськогосподарських культур. Мікроскопічно мілкі павутинні кліщі насідають на нижній бік листків картоплі, бавовнику, суниць, малини тощо, висмоктують з них соки хоботком і це призводить до втрати врожаю. Є кліщі, які пошкоджують зерно, борошно і вироби з борошна. Є багато кліщів-паразитів людини і сільськогосподарських тварин: зудень, коростяний свербун (паразитуює у шкірі людини), собачий кліщ (переносник туляремії), тайговий кліщ (переносник енцефаліту).

### ***Клас Павукоподібні. Павук Хрестовик***

*Будова тіла.* Складається з невеликої голови і великого яйцевидного не почленованого черевця. На голові знаходяться кігтеподібні щелепи з отруйними залозами і органами дотику – ногощупальці, на грудях – 4 пари ходильних ніг. На черевці з нижнього боку розташовані три пари павутинних бородавок, які виділяють павутинні нитки. За допомогою кігтиків на задніх ногах павук будує ловчу сітку.

*Покрив.* Легкий. Хітиновий.

*Травна система.* Поділяється на рот, глотку, стравохід, шлунок (смоктальний), передню, середню і задню кишки, анальний отвір. Є печінка. Зовнішнє травлення за межами організму, отрута (з залоз на голові) не тільки паралізує жертву, але є травним соком: перетравлення вбитої жертви відбувається повз організму павука. Павук всмоктує рідку їжу і засвоює її.

*Дихальна система.* Це легені і трахеї, які приносять у всі органи тіла і мають дихальні отвори. Дихання повітряне. Легені розташовані на нижньому боці черевця.

*Кровоносна система.* Незамкнена. Кров безбарвна, серце у вигляді довгої трубочки, знаходиться на спинному боці черевця, від нього відходять судини.

*Видільна система.* Дві трубочки (мальпігієві судини), які одним кінцем замкнено закінчуються у порожнині тіла, де у них всмоктуються з крові (гемолімфи) кінцеві продукти життєдіяльності. Іншим кінцем вони впадають в кишечник на межі середньої і задньої кишки. Це призводить до великої економії води.

*Нервова система.* Вузлового типу. Надглотковий вузол складається з п'яти пар нервових вузлів, утворюючи мозок. Від нього відходить черевний нервовий ланцюжок.

*Органи чуттів.* Представлені чотирма парами простих очей на голові і органами дотику, які знаходяться на ногощупальцях.

*Розмноження.* Статеве. Роздільностатеві організми. Запліднення зовнішнє і внутрішнє, тому що самець виділяє мішок з сперматозоїдами, а самка захвачує і направляє його всередину статевих залоз, де відбувається запліднення яйцеклітини. Восени самка будує павутиновий кокон, куди відкладає яйця і гине.

*Розвиток.* Весною з яєць виводиться потомство, схоже на дорослих особин, яке одразу починає будувати сітку і ловити мілких комах.

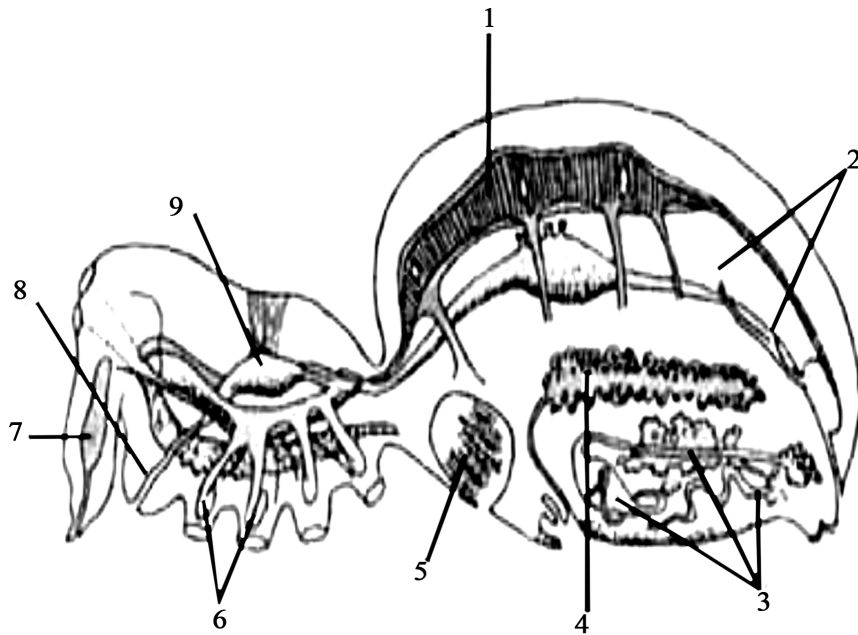


Рис.15.3. Внутрішня будова павука:

1 – серце; 2 – видільні трубочки; 3 – павутинні залози; 4 – статева залоза; 5 – легеневий мішок; 6 – сліпі відростки кишечника; 7 – отруйна залоза; 8 – глотка; 9 – сисний шлунок.

### 15.6. Екологія павукоподібних

Перші наземні тварини, вийшли на суходіл у силурійському періоді і перейшли на повітряне дихання. Ведуть нічний і денний способи життя. Живуть у лісах, на луках, пасовищах, пісках пустель. Одні плетуть ловчі сітки, інші нападають на здобич. Живляться комахами, але каракурти, скорпіони і тарантули нападають на людей і тварин, їх укуси може бути смертельним. Особливо небезпечні кліщі – переносники хвороб від диких тварин до людини і домашніх тварин (туляремія, чума, енцефаліт).

Кліщі викликають сверблячку у людей і ссавців. Великої шкоди сільському господарству наносять кліщі, які є паразитами рослин і смочуть їх сік – плодовий, павутинний, сунічний. Пошкоджують зерно, вигризають зародок – амбарні кліщі. Для боротьби з кліщами існують хімічні та біологічні методи боротьби.

## Питання для самоконтролю

1. Чим відрізняються павукоподібні від ракоподібних у будові тіла?
2. Де живуть павукоподібні?
3. Коли з'явилися на землі павуки?
4. У чому особливість способу життя павука – хрестовика?
5. Які пристосування мають в організмі павука для ловлі здобичі ?
6. Яка роль отрути павука ?
7. У чому сутність зовнішнього травлення ?
8. Яка роль павуків у природі ?
9. Як побудоване серце у представників різних класів молюсків?
10. Яку форму має серце павука і де воно розташоване?
11. Як рухається кров по організму павука ?
12. Чим представлені органи дихання у павука?
13. Що називають «мозком» у павука?
14. Скільки і які очі має павук?
15. Скільки років живуть самки і самці павука хрестовика?
16. Де виводяться павучки?
17. Яке значення павуків у природі?
18. Хто викликає енцефаліт у людини?
19. Які заходи попередження необхідні для захисту від ураження кліщами?
20. Що необхідно зробити у випадку проникнення кліща під шкіру ?
21. У чому проявляється шкода паразитичних кліщів для сільськогосподарських рослин, запасів зерна, бджіл, домашніх птахів і інших тварин?
22. Які отруйні павукоподібні живуть у пустелі?

## Тестові завдання

1. Які частини тіла у павука
  - а. голова
  - б. груди
  - в. головогруді
  - г. черевце
  - д. хвіст
  - е. кінцівки
2. Скільки пар ходильних ніг у павука
  - а. 2
  - б. 3
  - в. 4
3. Де знаходиться отруйний кігтик у павука
  - а. нога

- б. хвіст
  - в. ногощупальці
  - г. павутинна бородавка
4. Як називається шлунок павука
- а. жувальний
  - б. сисний
  - в. цідильний
5. Якого кольору кров у павука
- а. червона
  - б. синя
  - в. безкольорова
6. Якого типу кровоносна система у павука
- а. замкнена
  - б. незамкнена
  - в. змішана
7. Яку функцію виконує гемолімфа у павука
- а. розносить кисень
  - б. поживні речовини
  - в. виводить вуглекислий газ
  - г. продукти розпаду
  - д. підсилює пружність м'язів
8. Що слугує органом дихання у павука
- а. зябра
  - б. трахеї
  - в. шкіра
9. Скільки пар очей у павука
- а. одна
  - б. дві

### **15.7. Клас комах (1 млн. видів)**

До цього класу належать біля 70% тварин, які живуть на Землі. Більшість з них веде наземний спосіб життя. У ході еволюції частина комах пристосувалась до активного польоту, що дозволило їм завоювати повітряне середовище. Багато з них живуть у ґрунті, але є види, які знову перейшли до життя у водному середовищі.

Тіло комах поділяється на голову, груди і черевце. На голові розміщені пара вусиків і ротовий апарат. На вусиках розташовані органи нюху і дотику.

Ротовий апарат комах різноманітний і залежить від характеру їжі. Розрізняють три основних типи ротових апаратів: гризучий, колюче-сисний і сисний. Гризучий притаманний комахам, які живляться твердою їжею: жуки, таргани, коники. Ротовий отвір у них покритий хітиною пластинкою – верхньою губою, за якою розташовується пара верхніх щелеп, що мають пластинки із зазубреними краями, які подрібнюють їжу. За ними знаходяться парні нижні щелепи, які подрібнюють їжу, і непарна нижня губа виконує функцію злизування їжі. Нижня щелепа і нижня губа мають щупальці, на яких розташовані органи дотику і смаку. Гризучий тип ротового апарату дав початок всім іншим типам. Перехід до живлення рідкою їжею (соки рослин, кров тварин) призвів до виникнення колюче-сисного типу, всі частини якого витягнуті в довжину і утворюють колючий хоботок. Цей тип властивий для комарів, клопів, тлі. У метеликів, які живляться нектаром, з'явився сисний тип ротового апарату. Він представлений спіралью закрученим сисним хоботком, який утворений дуже витягнутими щелепами.

Грудний відділ комах складається з трьох сегментів, кожен з яких несе по парі членистих кінцівок. Різноманіття типів ніг пов'язано зі способом пересування. Розрізняють кінцівки риючі (вовчок), стрибальні (коник), плавальні (жук плавунець), хапальні (богомол), бігаючі (тарган). Другий і третій сегменти грудей несуть по парі крил – це міцні складки стінок тіла. У жуків передні крила дуже тверді і перетворилися у товсті надкрила, які не приймають участь у польоті. У мух і комарів розвинені тільки передні крила, а задні редуковані. Деякі комахи (воші, блохи) втратили крила у зв'язку з переходом до паразитичного способу життя.(рис.15.4).

Черевце різних представників комах включає неоднакову кількість сегментів і не має кінцівок. Тіло і кінцівки комах покриті хітиною кутикулою, яка запобігає випаровуванню води з організму, захищає його від механічних пошкоджень і виконує роль зовнішнього скелету. М'язи комах поперечносмугасті і прикріплені до виростів хітинової кутикули, які обернені в порожнину тіла. (рис.15.4).

Травна система починається ротовою порожниною, куди відкриваються протоки слинних залоз. Ротова порожнина продовжується у мускульну глотку, яка переходить у вузький стравохід, а він розширюється у зоб, особливо розвинений у комах, що живляться рідкою їжею. У комах, які живляться твердою їжею, є один відділ передньої кишки – жувальний шлунок. Наступний відділ – середня кишка, забезпечує травлення і всмоктування їжі, а потім – задня кишка, яка закінчується анальним отвором. Їжа комах різноманітна і включає речовини рослинного і тваринного походження.

Органи виділення комах – мальпігієві судини – представляють собою трубочки, сліпо замкнуті на вільному кінці і відкриваються у кишечник на межі між середньою і задньою кишкою. Їх число коливається від 2 до 200. Продукти обміну всмоктується стінками мальпігієвих судин з живлячої їх крові і у вигляді сухих кристалів виділяються в кишечник, звідки вона разом з неперетравленими рештками їжі видаляється назовні. Вивільнена при цьому вода знову всмоктується мальпігієвими судинами і повертається у кров. Таким чином, мальпігієві судини забезпечують комахам економне використання води, що особливо важливо для наземних видів.

Нервова система комах, як і інших членистоногих, складається з головного мозку, підглоткового вузла і сегментованих вузлів черевного нервового ланцюжка. У деяких комах всі вузли черевного нервового ланцюжка зливаються з підглотковим вузлом в один великий вузол, який лежить у грудному відділі. Органи чуттів комах добре розвинені і представлені органами дотику, нюху, смаку, зору і слуху. Органи дотику і нюху розташовуються переважно на вусиках, органи смаку – на ротових кінцівках. Найбільш складну будову мають органи зору – складні очі, які складаються з великої кількості фасеток і здатні сприймати зображення предметів. На відміну від них прості очі розрізняють лише світло і темряву. Комахи (бджоли, метелики) розрізняють кольори. Вони сприймають зелено-жовті, сині невидимі для людини ультрафіолетові промені, але погано



розрізняють червоні. Органи слуху розміщені у різних частинах тіла і мають різну будову.

Дихання комах відбувається за допомогою добре розвиненої трахейної системи. Вона являє собою сітку трубочок, які проникають в тіло і опускаються своїми розгалуженими органами. З зовнішнього середовища трубочки з'єднуються отворами – дихальцями, які розташовуються по боках грудей і черевця. Трахейна система забезпечує доставку кисню безпосередньо до місця його засвоєння, тобто до тканин і клітин, ніби замінюючи собою кровоносні судини. Обмін повітря у трахеях відбувається через дихальця дифузно або шляхом ритмічного скорочення черевця.

Кровоносна система комах з розгалуженою трахейною системою розвинена слабше, ніж у інших членистоногих. Кров забезпечує лише доставку поживних речовин до тканин і органів, а також транспорт продуктів обміну речовин до органів виділення, дихальна функція їй не властива. На спинному боці черевця комах розташоване довге трубчасте серце, замкнуте на задньому кінці і має декілька камер. У перегородках між камерами є камерні отвори, які пропускають кров тільки в одному напрямку. Від серця до голови відходить єдина коротка кровоносна судина, по якій кров надходить у порожнину тіла. Омиваючи органи, вона повертається до серця і засмоктується у нього через бічні отвори камер. Кров безбарвна або жовта, рідко червона. (рис.15.5).

Комахи – роздільностатеві організми з добре вираженим статевим диморфізмом і мають внутрішнє запліднення. У період розмноження самки відкладають у зовнішнє середовище запліднені яйця. Розвиток відбувається з неповним або повним перетворенням. У першому випадку (у тлі, сарани, тарганів, клопів) з яйця виходить личинка, схожа за зовнішніми ознаками на дорослу комаху, але відрізняється від неї малими розмірами, недорозвиненими крилами і статевою системою. Личинка росте, періодично линяє і перетворюється в дорослу комаху. У іншому випадку (у жуків, мух, бджіл) личинка різко відрізняється за будовою і способом життя від дорослої комахі. Личинка метелика – гусінь – має червоподібну форму тіла, гризучі ротові

органи (а не сисні, як у дорослої комахи), крім трьох пар кінцівок – декілька пар ложноніжок з присосками. Личинка інтенсивно живиться, росте, декілька разів линяє, після чого перетворюється в нерухому лялечку, яка не живиться. Під покривом лялечки відбувається велика перебудова органів і тканин личинки, що закінчується виходом дорослої комахи.

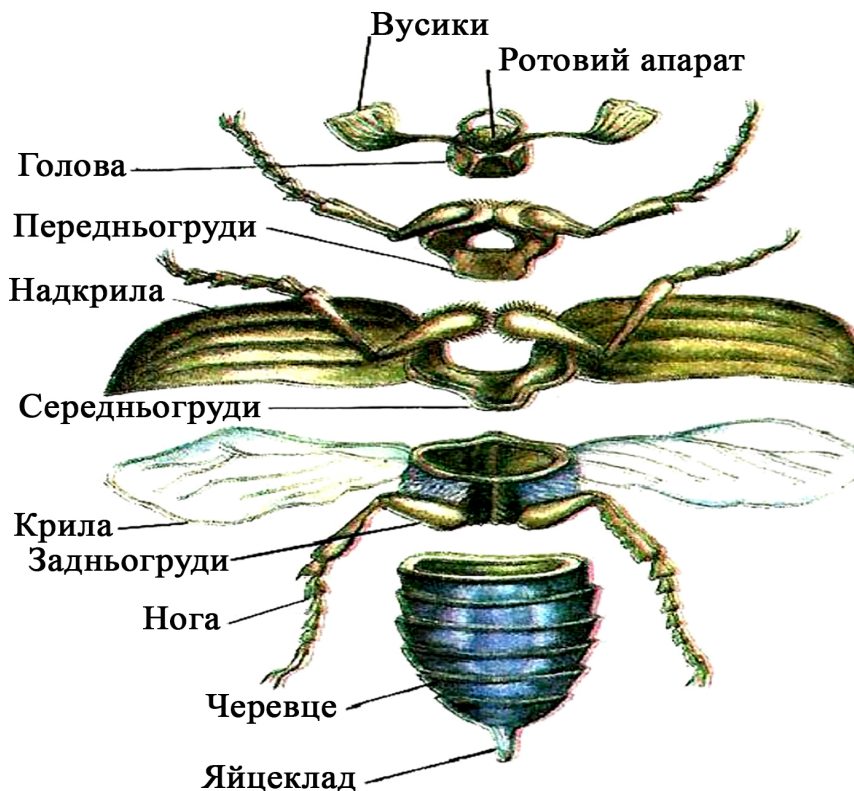


Рис. 15.4. Зовнішня будова комах.

### ***Клас Комахи. Травневий хрущ***

*Будова тіла.* Поділяється на голову, груди і черевце. Голова має п'ять сегментів, несе очі, ротові органи і два вусика. Від грудей, які складаються з трьох сегментів, відходять три пари членистих ніг, а також дві пари крил (тверді крила і перетинчасті крила). Черевце складається з шести члеників з дихальцями по боках.

*Покрив.* Тонкий, хітиновий, більш м'який на черевці.

*Порожнина тіла.* Змішана.

*Травна система.* Починається на голові ротовим отвором з гризучими органами і слинними залозами і закінчуються на останньому сегменті черевця анальним отвором. Між цими отворами знаходиться передня, середня, задня кишка. Передня кишка ділиться на глотку, стравохід і жувальний шлунок.

*Дихальна система.* Від дихалець відходять тонкі трубочки – трахеї, які галузяться і оплітають всі органи. Газообмін відбувається безпосередньо через стінки трахей, розташованих у тканинах. В одну хвилину відбувається 20-35 дихальних рухів.

*Кровоносна система.* Незамкнена. Серце у вигляді довгої трубки. Кров засмоктується у порожнину тіла через пори у серце, потім в порожнину тіла, розносить поживні речовини. У транспорті газів не приймає участі.

*Видільна система.* Мальпігієві судини, як у павукоподібних. Крім них є жирове тіло, яке поглинає з крові шкідливі речовини, але нікуди їх не видаляє, запасає жир.

*Нервова система.* Вузлового типу, представлена навкологлотковим нервовим кільцем і черевним нервовим ланцюжком, у якої особливо розвинені три пари грудних нервових вузлів. Навкологлотковий нервовий вузол «мозок» утворений трьома об'єднаними вузлами.

*Органи чуттів.* Складні очі, органи нюху. Дотику (вусики) і смаку.

*Розмноження.* Статеве. Роздільностатеві організми. У самок є яєчник з великою кількістю яєць, у самців у сім'яниках утворюються сперматозоїди. Запліднення внутрішнє. Відкладають яйця у ґрунт.

*Розвиток.* З яєць у ґрунті протягом 3-4-х років розвиваються личинки, які живляться коренями дерев (сосни). Потім личинки перетворюються у лялечок, досягнувши максимального розміру, перетворюються у жуків і вилітають. Масовий виліт жуків відбувається кожні 3 – 5 років. Живляться листям берези. Розвиток – з повним перетворенням.

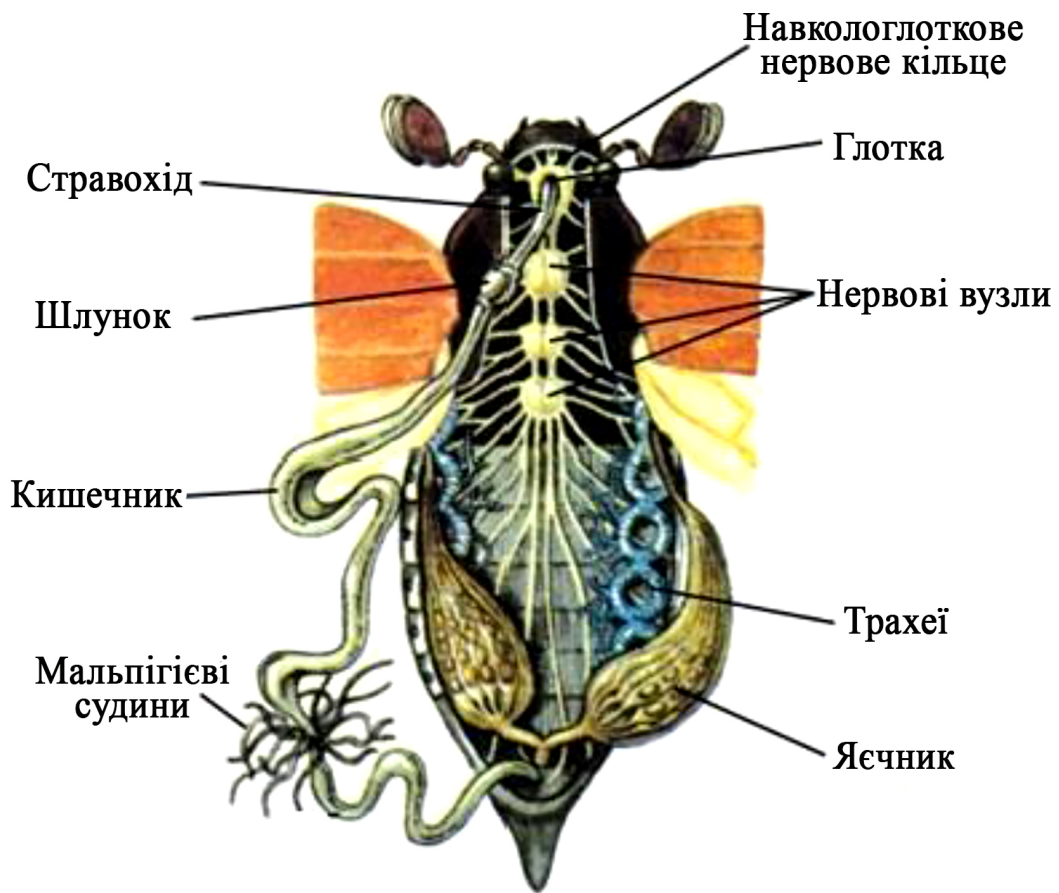


Рис.15.5. Внутрішня будова комах.

### ***Ряди комах з неповним перетворенням***

*Ряд прямокрилі* - (коники, сарана, цвіркуни) – це рослиноїдні, або всеїдні комахи. Ротовий апарат гризучого типу. Передні крила вузькі, більш хітинизовані, задні – тонкі, складаються на спині. Задні ноги добре розвинені і дозволяють комахам пересуватись стрибками. Деякі види сарани, утворюють масові скупчення, можуть завдати шкоди посівам.

*Ряд напівтвердокрилі, або клопи* – ротовий апарат колюче-сисного типу. Дві пари крил однакової будови, іноді крила відсутні. Тля – мілкі комахи, тіло яких покрито тонкою кутикулою. Характеризуються інтенсивним розмноженням і життєвим циклом. Вони є шкідниками виноградної лози, яблунь і інших дерев. (рис.15.6).

### *Ряди комах з повним перетворенням*

*Ряд лускокрилі або метелики* – ротовий апарат сисного типу. Крила покриті мілкими забарвленими лусочками. Личинки метеликів – гусінь – живляться твердою рослинною їжею. На відміну від дорослої комахи ротовий апарат у неї гризучого типу. Багато метеликів у личинковій стадії спричиняють шкоду сільськогосподарським культурам: гусінь капустиної білянки об’їдають листя капусти, а озима совка – підгризають сходи озимих злаків. Дорослі метелики відіграють позитивну роль у запиленні культурних і дикоростучих рослин. (рис.15.7).

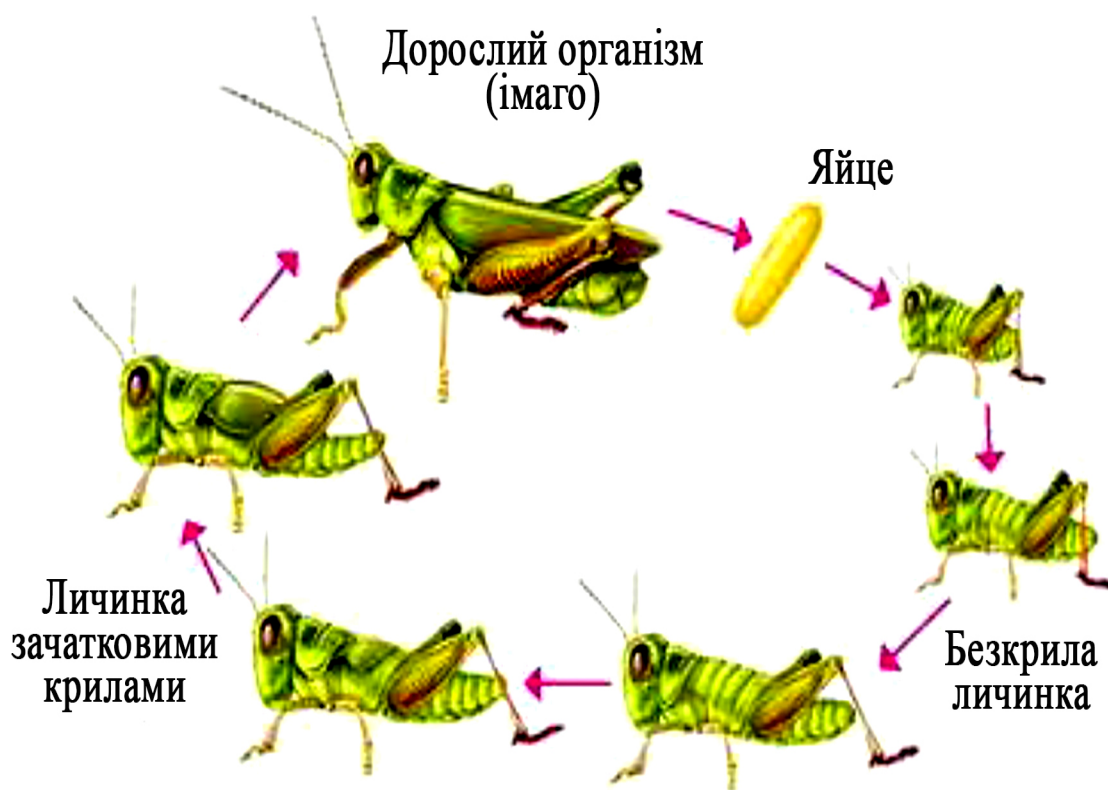


Рис.15.6. Розвиток комах з неповним перетворенням.

*Ряд двокрилі* (комарі, муха, сліпні, оводи) – ротовий апарат у вигляді хоботка різної будови, є тільки одна пара передніх крил. Задні крила перетворені у дзижальці. Личинки безногі і безголові.

*Комарі* – мілкі двокрилі з колюче-сисним ротовим апаратом і довгими вусами. Личинка живе у воді. Самка звичайного комара живиться кров'ю людини, самець – нектаром квітів. Малярійний комар – переносник збудника малярії людини.

*Ряд перетинчастокрилі* – (бджоли, джмелі, мурахи) – ротовий апарат гризучого або гризуче-лижучого типу пристосований до ссання нектару. Мають дві пари перетинчастих крил, причому задні крила меншого розміру порівняно з передніми.

Їм властива складна поведінка, в основі якої лежать інстинкти, вони проявляються у будівництві гнізд, добуванні їжі і у турботі про нащадків. Найбільш складна поведінка властива суспільним комахам – бджолам, осам, джмелям, мурахам, які живуть великими сім'ями. Сім'ї складаються з спеціальних особин, інстинктивні дії яких носять узгоджений характер. У бджолиній сім'ї є матка і самці – трутні, які забезпечують продовження роду, а також робочі бджоли – самки, не здатні до розмноження. Робочі бджоли збирають квітковий нектар, вигодовують личинок, виховують з личинок маток, захищають вулик, підтримують в ньому постійну температуру і вологість. Бджоли – основні запилювачі багатьох культурних рослин. Їх також розводять для отримання меду, воску, маточкового молочка, прополісу.

Представники класу комах - найчисленніша і широко розповсюджена група тварин, які беруть активну участь у різних біологічних процесах. Мурахи і ґрунтові комахи приймають участь в ґрунтоутворенні, рихлять ґрунт, покращують структуру і водозабезпечення, руйнують залишки рослин і тварин, збагачують її перегноєм. Жуки-могильники є санітарами, інші є їжею для птахів і інших тварин.

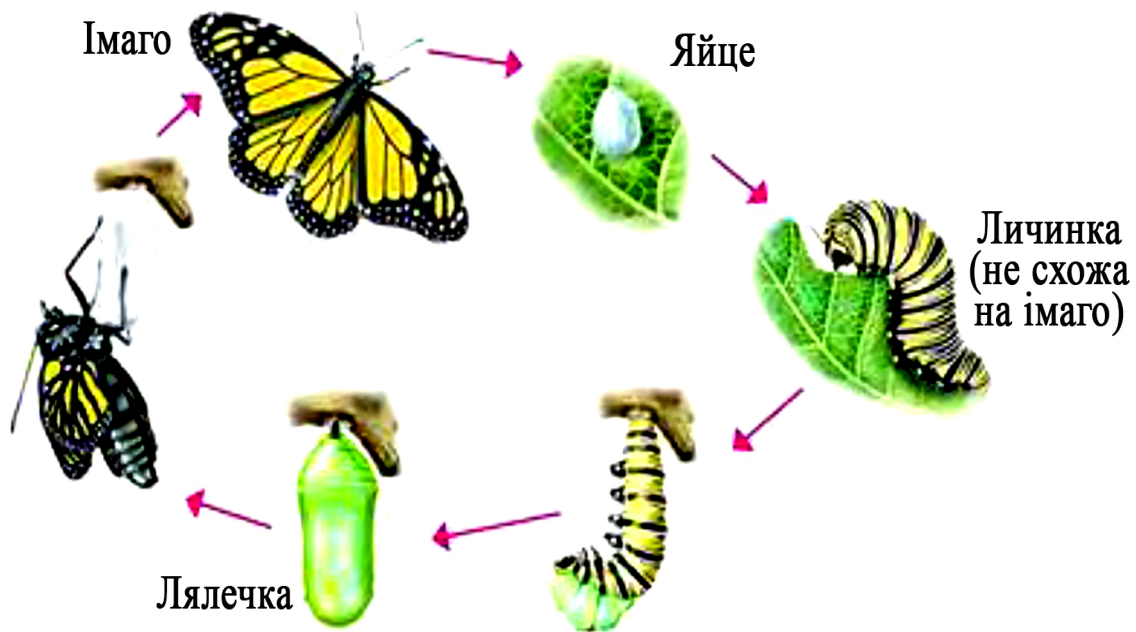


Рис.15.7. Розвиток комах з повним перетворенням.

### 15.8. Екологія комах

Наймолодший з безхребетних і найчисленніший клас тварин, який нараховує 1 млн. видів. Вони повністю засвоїли всі середовища існування – суходіл, воду, повітря. Для них характерні складні інстинкти, всеїдність, висока плодючість, для деяких – суспільний спосіб життя. При розвитку з перетворенням відбувається розподіл середовищ існування і джерел їжі між личинками і дорослими особинами. Шлях еволюції багатьох комах тісно пов'язаний з квітковими рослинами. Більш високорозвинені комахи – крилаті. У кругообігу речовин у природі велике значення відіграють жуки-могильники при утворенні гною, споживаючи рослинні рештки. У той же час великої шкоди завдають комахи – шкідники сільськогосподарських рослин, садів, запасів продовольства, шкіри, деревини, шерсті, книжок. Багато комах переносники збудників хвороб тварин і людини. Ряд хижих і паразитичних комах люди використовують для біологічного захисту рослин від шкідників. У зв'язку з скороченням природних біоценозів і використанням пестицидів загальне число видів комах скорочується.

## Питання для самоконтролю

1. Чим відрізняються комахи від інших членистоногих?
2. Яке місце в еволюції типу членистоногих і всіх типів безхребетних тварин займають комахи?
3. З яких частин складається тіло комах?
4. Які органи знаходяться на члениках грудей?
5. Яка різноманітність будови крил у комах?
6. Які органи розташовані на голові у комах різних рядів?
7. Назвіть типи ротового апарату, які зустрічаються у комах?
8. У чому проявляється ознаки паралельного розвитку комах і квіткових рослин?
9. Чому квіткові рослини відіграють головну роль у житті комах?
10. З чим пов'язано велике різноманіття у будові травної системи комах?
11. Яка будова і як функція кровоносної система у комах ?
12. Яку функцію виконує гемолімфа у комах?
13. Що являє собою трахейна система комах?
14. Якого типу нервова система у комах?
15. Які очі у комах?
16. Чи є у комах органи слуху?
17. Який тип розвитку комах найбільш сучасний – з повним чи з неповним перетворенням? Чому?
18. Які принципи покладені в основі поділу класу комах на ряди?
19. Яких комах називають суспільними і чому?
20. Які біологічні і функціональні відмінності у бджолиній сім'ї ?

## Тестові завдання

1. Які частини тіла у комах
  - а. голова
  - б. груди
  - в. головогруди
  - г. черевце
  - д. хвіст
  - е. кінцівки
  - ж. крила
2. Скільки пар ходильних ніг у комах
  - а. три
  - б. шість
  - в. чотири
  - г. п'ять



3. На члениках якої частини тіла розташовані крила і ніжки
- а. нога
  - б. хвіст
  - в. ногощупальці
  - г. павутинна бородавка
4. До чого прикріплені м'язи комах
- а. до кісток
  - б. хітинового покриву
  - в. вільні
5. Яке серце у комах
- а. трубка
  - б. двокамерне
  - в. багатокамерне
  - г. однокамерне
6. Яку функцію виконує кров у комах
- а. розносить кисень
  - б. поглинає вуглекислий газ
  - в. розносить поживні речовини
7. Як передається кисень з трахеї у клітину тіла
- а. кров
  - б. порожнинна рідина
  - в. прямий контакт
8. Яку функцію виконує жирове тіло
- а. запас поживних речовин
  - б. запас води
  - в. накопичення продуктів життєдіяльності
  - г. видалення продуктів обміну речовин
9. Де закінчуються видільні трубочки у комах
- а. голова
  - б. хвіст
  - в. черевце
  - г. кишка
10. Яка функція видільних трубочок
- а. виділення залишків травлення
  - б. очистка крові від продуктів розпаду
  - в. виділення води
11. Як надходить повітря у тіло водних комах
- а. зябра

- б. легені
  - в. дихальці
12. Який набір хромосом у трутня
- а. гаплоїдний
  - б. диплоїдний
  - в. триплоїдний
13. Які комахи стали тільки домашніми
- а. бджоли
  - б. капустяна білянка
  - в. мухи
  - г. таргани
14. Які стадії розвитку у комах з неповним перетворенням
- а. яйце
  - б. личинка
  - в. лялечка
  - г. доросла особина
15. Які стадії розвитку у комах з неповним перетворенням
- а. яйце
  - б. личинка
  - в. ляличка
16. Де розвиваються яйці
- а. воді
  - б. ґрунті
  - в. повітрі
  - г. у дорослій особині
17. Де живуть комахи
- а. рослинах
  - б. ґрунті
  - в. воді

## 16.ТИП ХОРДОВІ (40 тис. видів)

### 16.1.Загальна характеристика типу хордові

Тип хордові ділять на підтипи: *безчерепні* і *хребетні*. Давній і примітивний підтип – *безчерепні*, у яких вперше з'явилась хорда. Найбільш високоорганізований підтип – *хребетні*, до яких відносяться більшість сучасних тварин, у тому числі людина.

Характерні ознаки – тришарова будова, двобічна симетрія, вторинна порожнина тіла, вторинний рот (у більш високоорганізованих тварин первинний рот замикається, на його місці утворюється анальний отвір, а вторинний прорізається на протилежному боці). У процесі ембріонального розвитку хордові проходять ті ж стадії, що і безхребетні тварини, чим підтверджується головне положення біогенетичного закону. Особливість хордових – в більш складній будові і розвитку гастрული, під час якої утворюється хорда і нервова пластинка. Наступна стадія носить спеціальну назву *нейрула* (нейрон – нерв) і властива хордовим.

*Хорда* з'являється на зародкових стадіях розвитку у вигляді еластичного поздовжнього тяжу. Який все життя залишається у підтипів покрівники і безчерепні, у хребетних – на зміну його розвивається *хребет*, який є внутрішньою опорою тіла – скелетом. Розвиток скелету обумовлює різноманітність органів, здатних забезпечувати всі життєво важливі функції організму. Хребетні тварини живуть у всіх середовища існування – воді, повітрі, ґрунті. В процесі еволюції у них удосконалювались органи руху, змінилися покриви тіла, органи дихання, кровообігу, чуття. Нервова система, контролює роботу всього організму. Класифікують тварин підтипу хребетних за ознаками будови тіла, покриву, органів кровообігу, дихання, виділення, розмноження та органів чуття.

До хордових належать приблизно 40 тис. видів двобічносиметричних, вторинно-порожнинних тварин з метамерним розташуванням багатьох

органів. Вони живуть у всіх середовищах: у воді, на суходолі, у ґрунті і у повітрі. Хордові тварини мають такі, властиві тільки їм ознаки:

- Внутрішній скелет спочатку представлений хордою, яка розташована уздовж тіла. У нижчих хордових цього типу хорда зберігається все життя, а у більш високоорганізованих – частково або повністю зникає і замінюється міцним сегментованим осьовим скелетом – хребтом.
- Центральна нервова система має вигляд нервової трубки з каналом всередині і розташовується над хордою. У вищих хордових передній відділ нервової трубки розростається і перетворюється у головний мозок, а основна частина нервової трубки стає спинним мозком.
- Глотка (передній відділ кишечника) взаємодіє з зовнішнім середовищем через зяброві отвори, які утворюються у період зародкового розвитку, і зберігаються впродовж життя лише у первинно водних хордових.

## 16.2. Підтип Безчерепні. Клас Головохордові (35 видів)

*Безчерепні* – невелика група нижчих хордових, у яких всі ознаки типу зберігаються протягом життя. До цього типу відноситься клас Ланцетник.

Ланцетники – маленькі (довжина 5-8 см) морські тварини з рибоподібним напівпрозорим тілом. Вони ведуть малорухомий спосіб життя, більшу частину часу лежать, зарившись, залишивши на поверхні піску тільки передній кінець тіла, де знаходиться ротовий отвір, оточений щупальцями. Голова у них не виділена. Парні плавці відсутні. Вздовж спини тягнеться невисока складка шкіри – спинний плавець, який переходить на задньому кінці тіла в невеликий хвостовий плавець ланцетоподібної форми.

Ланцетники – типові представники хордових тварин, з примітивною будовою тіла. Їх центральна нервова система має вигляд нервової трубки, яка не розділяється на головний і спинний мозок. Осьовий скелет упродовж життя є хордою, череп і хребет відсутні, стінки глотки мають багаточисленні зяброві щілини.

Шкіра у ланцетника двошарова: зовнішній шар – епідерміс, внутрішній – дерма. Епідерміс одношаровий, містить залозисті клітини, які виділяють на поверхню тіла слиз. Живлення і дихання у ланцетника пасивне. Завдячуючи руху щупалець створюється струм води, який нагнітає до ротового отвору харчові частинки з води. Вода спочатку надходить у рот, потім у глотку, де омиває зяброві щілини і виводяться назовні. Крізь тонкі покриви зябрових щілин відбувається газообмін між кров'ю тварини і водою, яка проходить щілинами. Харчові частинки, які разом з водою потрапляють до глотки, злипаються у грудочки і транспортуються до відділів кишечника, який не має диференціації і закінчується анальним отвором.

Кровоносна система замкнена, серця немає, повільний рух крові викликається пульсуючою судино-черевною аортою, кров безбарвна. Видільна система представлена багаточисельними метанефридіями і близька за будовою до кільчастих червів. Ланцетники – роздільностатеві тварини, запліднення зовнішнє, відкладають ікру у воду.

Ланцетники – найбільш примітивні сучасні хордові. Наявність у них ознак хордових і ознак, притаманних іншим типам тварин (кільчастим червам і молюскам), підтверджує, що ланцетник займає проміжне положення між безхребетними і хребетними. Вивчення його будови важливе для розуміння походження всіх хордових, а також хребетних тварин.(рис.16.1).

### *Ланцетник*

*Будова тіла.* Форма тіла рибоподібна, 4-8 см довжиною. На головному кінці знаходиться рот з щупальцями, вздовж спини проходить плавець, який переходить у хвостовий і підхвостовий плавці. Череп відсутній. Скелет внутрішній, представлений хордою (тяж у щільній оболонці). Тіло сегментоване, м'язи добре розвинені.

*Покрив.* Одношаровий епідерміс, під ним – тонкий шар сполучної тканини.

*Порожнина тіла.* Вторинна.

*Травна система.* Має рот, ротову порожнину, глотку, середню кишку, куди впадають протоки печінки, задню кишку і анальний отвір.

*Дихальна система.* Зябра у вигляді довгих косих щілин на стінці глотки, які захищені навколозябровою порожниною, яка має отвір на черевному боці. Вода надходить в ротовий отвір і виходить у навколозябровий отвір.

*Кровоносна система.* Замкнена, представлена спинною і черевною судинами і капілярами. Серця немає, його роль виконує черевна судина, по якій кров рухається до зябер. Кров безкольорова, гемоглобіну немає. Кров розносить по організму поживні речовини і гази ( кисень і вуглекислий газ).

*Видільна система.* Видільні трубочки, розташовані по сегментах. Одним кінцем трубка відкривається у порожнину тіла, іншим – у навколо- зяброву порожнину. З кровоносною системою пов'язана слабо.

*Нервова система.* Центральна нервова система у вигляді трубки, розташованої на спинному боці тіла над хордою. Всередині трубки проходить канал. У кожному сегменті тіла від трубки відходять пара нервів.

*Органи чуттів.* Дуже примітивні. Вздовж нервової трубки розташовані світлочутливі клітини, в поверхневому шарі шкіри розташовані нервові клітини, які сприймають хімічні подразнення. Смак і запахи уловлюють дотиковими клітинами, розташованими по всьому тілі.

*Розмноження.* Роздільностатеві організми. У самок яєчники, у самців сім'яники, розташовані по сегментах (25 пар). Статеві клітини виходять через навкологлоткову порожнину у воду, запліднення зовнішнє.

*Розвиток.* Відбувається у воді. З зиготи розвивається бластула, потім гаструла, після чого з яйця виходить личинка і розвивається біля трьох місяців. Активно живиться безхребетними тваринами – зоопланктоном. Після чого опускається на дно і у дорослому стані веде пасивний спосіб життя, зариваючись у ґрунт.

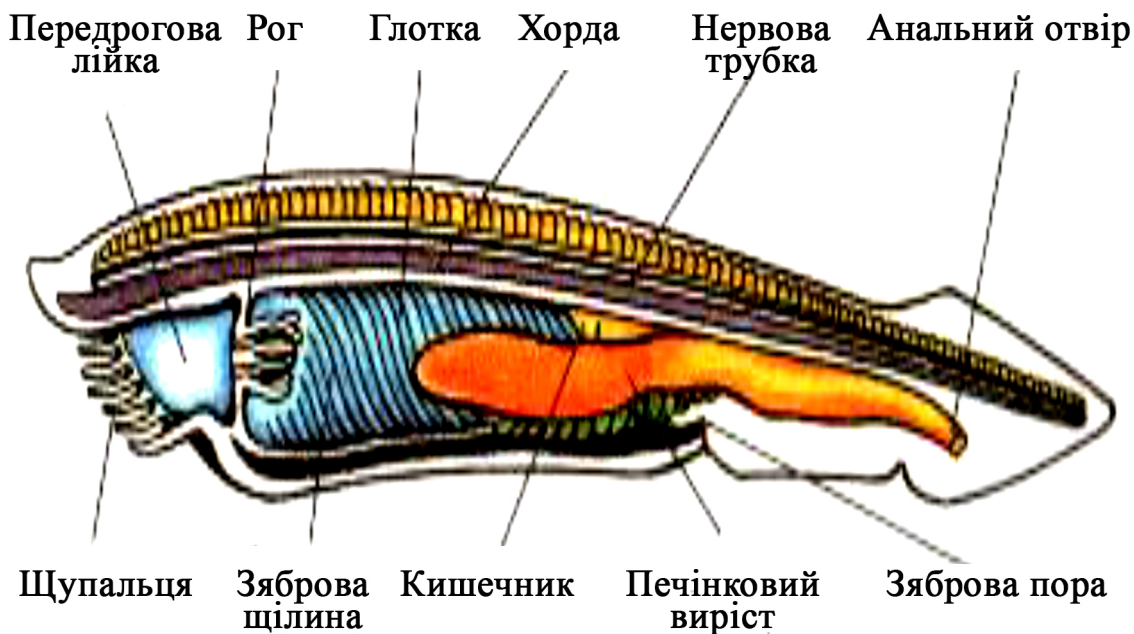


Рис.16.1. Будова ланцетника.

### Питання для самоконтролю

1. Яке місце в еволюції тварин займають хордові?
2. Які ознаки характеризують тип хордові тварини?
3. Який зародковий листок утворює хорду?
4. Яка роль хорди і який опорний орган виник на основі хорди?
5. У який період розвитку ембріону хребетних у них з'явилась хорда?
6. Які ознаки будови хребетних свідчать про їх предків, давніх кільчастих червів?
7. Чим відрізняються вториннороті від первинноротих організмів?
8. Чим характеризується нервова система хордових?
9. Яке походження легень у процесі онтогенезу і філогенезу у хребетних?
10. Якого типу кровоносна система у хордових?
11. У зв'язку з чим ускладнюється будова серця у хребетних?
12. Як пояснити переміщення органів чуттів у головну частину тіла у хребетних?
13. Які ознаки примітивності у ланцетника?
14. Які ознаки будови свідчать про те, що давні форми ланцетника були предками хребетних?
15. На які класи ділять підтип хребетні?
16. Назвіть ці класи у порядку їх появи в історії Землі.
17. Які типи тканин мають хордові тварини?

## Тестові завдання

1. Що являє собою хорда
  - а. порожниста трубка
  - б. еластичний тяж
  - в. вузловий ланцюжок
2. З якого зародкового листка формується хорда
  - а. мезодерма
  - б. ектодерма
  - в. ентодерма
3. З якого зародкового листка утворюється скелет
  - а. мезодерма
  - б. ентодерма
  - в. ектодерма
4. Чим представлена центральна нервова система у хордових
  - а. порожнинна трубка
  - б. еластичний тяж
  - в. вузловий ланцюжок
5. Яка порожнина тіла властива для хордових
  - а. первинна
  - б. двокамерне
  - в. вторинна
  - г. змішана
6. Який рот утворюється у дорослих хордових
  - а. первинний
  - б. вторинний
  - в. відсутній
7. Якого типу кровоносна система у ланцетника
  - а. незамкнена
  - б. замкнена
  - в. відсутня
8. У якій частині тіла розташовані зяброві щілини у ланцетника
  - а. череп
  - б. глотка
  - в. черевце
9. Яку травну залозу має ланцетник
  - а. шлунок
  - б. підшлункова залоза
  - в. печінка



10. Які органи чуття існують у ланцетника
- а. органи зору
  - б. органи слуху
  - в. органи нюху
  - г. органи дотику
  - д. органи рівноваги
11. Які ознаки з'явилися у хордових вперше у процесі еволюції
- а. замкнена кровоносна система
  - б. травні залози
  - в. внутрішній скелет
  - г. теплокровність
12. До якого типу тканин відноситься кров
- а. епітеліальна
  - б. м'язова
  - в. сполучна
13. До якого зародкового листка утворена м'язова тканина
- а. ентодерма
  - б. ектодерма
  - в. мезодерма
13. До якого зародкового листка утворена м'язова тканина
- а. ентодерма
  - б. ектодерма
  - в. мезодерма
14. Де живе ланцетник
- а. ґрунті
  - б. воді
  - в. суходолі
15. Чим живеться ланцетник
- а. рослинами
  - б. тваринами

## 17. ПІДТИП ХРЕБЕТНІ АБО ЧЕРЕПНІ

### 17.1. Загальна характеристика підтипу хребетні

*Хребетні* – вищі хордові тварини, які ведуть активний спосіб життя: активно живляться, пересуваються і спасаються від ворогів. Хребетним властива більш висока організація, тому їх нервова трубка більш диференційована на головний і спинний мозок. Головний мозок має п'ять відділів: передній, проміжний, середній, мозочок і довгастий. Розвинені всі органи чуття. Перехід до активного живлення пов'язаний з появою щелеп, які забезпечують захват, втримання та подрібнення їжі. Різноманітність рухів призвело до перебудови опорно-рухової системи: поява парних кінцівок і їх поясів. Осьовий скелет у більшості хребетних представлений хребтом, який дає опору для тіла і кінцівок та слугує захистом для спинного мозку.

Рівень обміну речовин у хребетних порівняно з нижчими хордовими підвищується за рахунок інтенсивності харчування та ускладнення будови органів травлення, дихання, кровообігу і виділення. Підвищення інтенсивності обміну речовин пов'язано появою у них серця, яке забезпечує більш швидкий рух крові судинами; виникненням травних залоз – печінки і підшлункової залози, які активізують процес травлення, а також нирок – органу виведення з організму великої кількості продуктів обміну.

Для хребетних тварин властиве розселення та видове різноманіття (біля 40 тис.). Хребетні мають важливе значення у природі та господарській діяльності людини. До них належать майже всі види сільськогосподарських тварин, які були одомашнені та ті, які змінились в процесі штучного добору.

Представники типу хребетні є цінними сільськогосподарськими тваринами. Птахи знищують шкідників сільськогосподарських рослин. Але серед них є також багато шкідників рослинництва (криси, миші, полівки і інші гризуни), а також види, які є джерелом розповсюдження небезпечних захворювань людини і домашніх тварин (криси, сурки, миші).

До підтипу хребетних відносяться основні класи: Риб, Земноводних, Плазунів, Птахів, Ссавців.

## 17.2. Клас кісткові риби (20 тис. видів)

*Риби* – найбільш давні водні хребетні, органи дихання у яких *зябра*. Рот утворений рухомими *щелепами*. Більшість риб швидко плавають. Їх висока активність пов'язана з розвитком головного мозку і органів чуття. Поступальні рухи риб забезпечуються шляхом хвильоподібних вигинів тіла і ударів сильного хвоста. *Парні плавці* (грудні і черевні) підтримують тіло риби у його звичному положенні, слугують рулем повороту, а у скатів – органом руху. *Непарні плавці* забезпечують стійкість тіла. У більшості риб тіло вкрито лускою. Температура тіла залежить від температури оточуючого середовища. Шкіра риб утворена епідермісом і дермою. Епідерміс містить багато одноклітинних залоз, які виділяють на поверхню шкіри слиз, що зменшує тертя об воду. В шкірі розвиваються захисні утворення – лусочки різної будови і форми. (рис.17.3).

Скелет риб складається з таких відділів: скелета голови (черепа), хребта, парних плавців та їх поясів. Хребет складається з хребців, які поділяються на тулубний і хвостовий відділи. З хребцями тулубного відділу з'єднані ребра. Мускулатура зберігає добре виражену сегментацію.

Рот веде у ротову порожнину, у якій багато зубів, що розташовуються на щелепах, піднебінних щелепах і інших кістках. Ротова порожнина переходить у глотку, пронизану зябровими щілинами, а глотка у короткий стравохід, за яким йде шлунок. У зв'язку з відсутністю у ротовій порожнині слинних залоз, травлення їжі починається лише у шлунку під дією шлункового соку. Подальша її переробка відбувається у кишечнику, довжина якого залежить від характеру їжі: у хижаків він коротший, ніж у рослиноїдних. Печінка, підшлункова залоза і залози самого кишечнику виділяють у кишечник ферменти, які необхідні для перетравлення їжі. Перетравлена їжа всмоктується стінками кишечника, а неперетравлені рештки викидаються через анальний отвір назовні.

Більшість риб мають *плавальний міхур* – тонкостінний виріст кишечника, наповнений сумішшю газів, який виконує гідростатичну функцію. Зміна об'єму газів у міхурі призводить до зміни ваги риби, що полегшує її знаходження у товщі води.

Органи дихання риб – зябра, які розташовані на стінках зябрових щілин. У більшості риб (кісткові) зябра зовні покриті зябровими кришками. Зябра складаються з зябрових дуг, на зовнішній стороні яких у два ряди розміщуються зяброві пелюстки, які оплетені густою сіткою кровоносних судин. На внутрішньому боці зябрових дуг знаходяться білі зяброві тичинки, які представляють собою цідильний апарат. Риба повністю заковтує воду, яка омиває пелюстки зябер і виходить назовні. При цьому кисень, який міститься у воді, надходить у кров, циркулює по капілярах зябрових пелюстків, а вуглекислий газ, навпаки, переходить з крові у воду.

Кровоносна система замкнена. Серце *двокамерне*, складається з передсердя та шлуночка, має *одне коло кровообігу*. При скороченні шлуночка венозна кров, що знаходиться у ньому (бідна киснем), надходить у черевну аорту, яка несе її до зябер, де кров збагачується киснем і звільняється від вуглекислого газу. Від зябер артеріальна кров збирається у спинну аорту, від якої по всьому тілу відходять багаточисленні артерії. У тканинах і органах риби артерії розпадаються на тонкі капіляри, через стінки яких кров віддає розчинений кисень і насичується вуглекислим газом, тобто знову стає венозною. Венозна кров по венах збирається у передсердя, а з нього направляється у шлунок. Серце риб скорочується порівняно рідко, забезпечуючи слабкий рух крові.

Центральна нервова система риб представлена головним і спинним мозком. Головний мозок, як у всіх хребетних, має п'ять відділів: передній мозок з нюховими нервами, проміжний мозок, мозочок і довгастий мозок. Останній переходить у спинний мозок. У багатьох риб добре розвинений середній мозок, він забезпечує аналіз зорових рухів і рівноваги.

З органів чуття риб розвинуті органи зору, слуху, нюху, смаку і бічна лінія. Очі мають округлий кришталик, плоску рогівку і пристосовані до сприйняття предметів на близькій відстані (від 1м, рідко 10-12 м). Акомодація – це здатність ока ясно бачити предмети, розташовані на різній відстані, досягається переміщенням кришталіка по відношенню до сітківки. Органи слуху представлені тільки внутрішнім вухом. Риби здатні видавати різні звукові сигнали зубами, тертям кісток зябрової кришки, шляхом зміни об'єму плавального міхура. Звукова сигналізація має велике значення у житті риб. Нюхові органи представлені парними сліпо замкненими мішечками, які вкриті чутливим епітелієм і відкриваються зовні двома ніздрями. Нюх відіграє важливе значення у пошуках їжі, забезпечує зустріч особин різного виду. Смакові сосочки – органи смаку – розташовані на губах, у ротовій порожнині, в інших ділянках тіла і на його поверхні. Бічна лінія –це канал, що знаходиться на шкірі по боках тіла, і взаємодіє з зовнішнім середовищем за допомогою мілких отворів на тілі. У стінках каналу знаходяться багаточисельні нервові закінчення. Органи бічної лінії сприймають тиск і рух води і за їх допомогою риби минають водні предмети, полюють і спасаються від ворогів.

Органи виділення риб представлені двома стрічкоподібними тулубними нирками, розташованими по боках хребта. Їх видільні каналці забезпечують зв'язок з порожниною тіла, продукти розпаду відфільтровуються безпосередньо у кров. У більшості риб, особливо у прісноводних, основним продуктом білкового обміну слугує аміак, отруйна речовина. Виділення її з організму пов'язано з великою втратою води, кількість якої легко відновлюється унаслідок постійного надходження її через шкіру, зябра і з їжею. Повне оновлення води в організмі прісноводних риб відбувається через 3-5 годин. У сечі морських риб збільшено вміст сечовини – речовини менш токсичної, ніж аміак; для виведення її з організму необхідна менша кількість води. Утворена у нирках сеча по сечоводах збирається у сечовий міхур або виводиться назовні. (рис.17.1).

Майже всі риби роздільностатеві. У самок у порожнині тіла знаходяться парні яєчники, у яких розвиваються яйця – ікринки, а у самців – парні сім'яники, які продукують сперматозоїди. Запліднена ікра розвивається у воді. Деякі види (гупі, мечоносці) живородні.

У багатьох риб перед нерестом відбуваються міграції до місць розмноження. Прохідні риби мігрують з морів у річки (лососеві, осетрові), або з річок у моря (річковий вугор). Розмножуються один раз у житті; при цьому риби, які йдуть на нерест не живляться, а після його завершення – гинуть.

Плодючість риб велика і тісно пов'язана з умовами розвитку риб і мальків. Найбільшою плодючістю відрізняються морські риби, які відкладають плаваючу ікру, вірогідність загибелі якої є дуже велика. Так, луна-риба продукує до 300 млн, тріска – до 10 млн, а лососеві риби (кета, горбуша) – всього декілька тисяч ікринок. Порівняно невелике число ікринок у лососевих пов'язано з тим, що ікра і мальки на ранніх стадіях розвитку розвиваються у спеціально виритих рибами ямах, засипаних зверху мілкою галькою; це забезпечує велику збереженість потомства. У живородних видів з'явиться невелика кількість мальків.

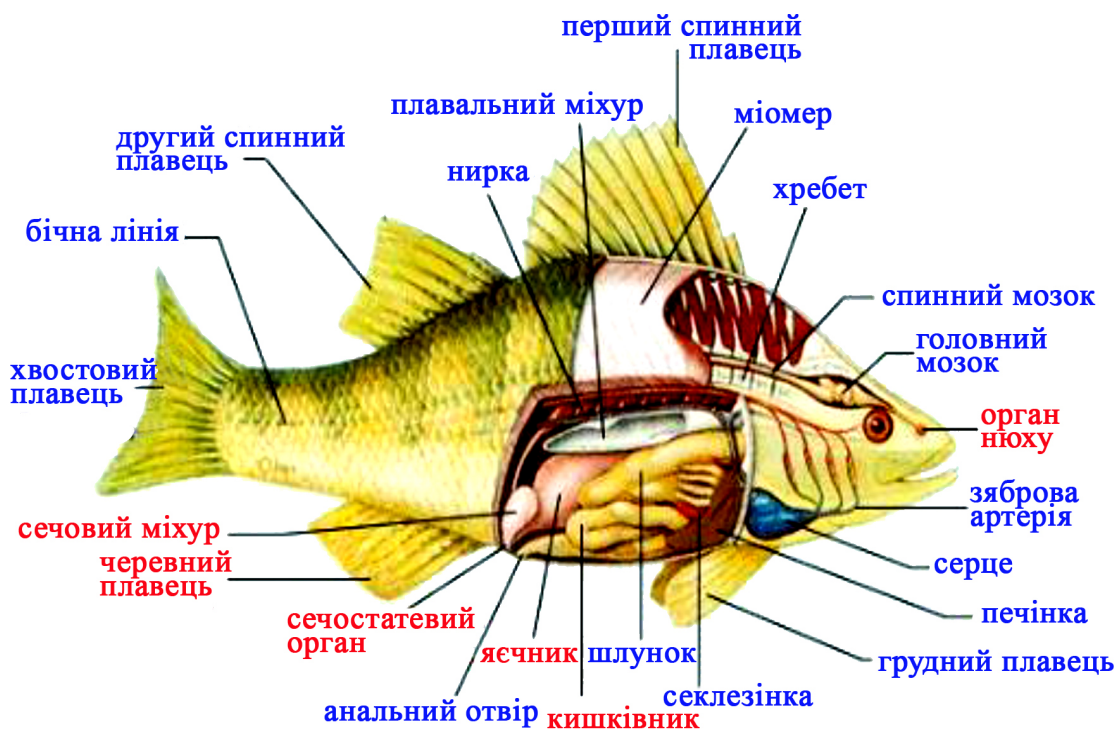


Рис.17.1. Внутрішня будова риби.

### ***Клас Риби. Річковий окунь***

*Будова тіла.* Форма тіла веретеноподібна, обтічна, сплюснена з боків. Тіло поділяється на голову, тулуб і хвіст. Непарні плавці – спинний, хвостовий, анальний, парні грудні, черевні.

*Покрив.* Шкіра покрита кістковою лускою, у шкірі є залози, які виділяють слиз. Колір на спинному боці темний, поперечно-смугастий і жовтувато-білий на черевному боці.

*Скелет.* Складається з черепа, хребта, зв'язаних з ним ребер, скелет плечового і тазового поясів кінцівок. Череп складається з мозкової коробки, кісток щелеп, зябрових дуг і зябрових кришок. Пластинки плавців підтримуються кістковими променями. (рис.17.2).

*М'язи.* Сегментовані, однотипні, опираються на хребет, особливо сильні на спині і хвості. М'язи забезпечують рух плавців, щелеп, зябрових кришок.

*Травна система.* Рот з зубами, глотка, стравохід, шлунок, тонкий кишечник, куди впадають протоки печінки і підшлункової залози, задній відділ, анальний отвір. Від переднього відділу кишечника відгалужується плавальний міхур, заповнений газами. Він забезпечує вертикальне переміщення риби у товщі води.

*Дихальна система.* Зябра, мають дуги, з розташованими на них пелюстками. Риба заковтує ротом воду, пропускає через зябра, де відбувається поглинання кисню і виділення вуглекислого газу.

*Кровоносна система.* Серце двокамерне, складається з передсердя і шлуночка. Одне коло кровообігу. Венозна кров проходить через передсердя, потім шлуночок серця, попадає в аорту, яка розгалужується на капіляри у зябрах. Там відбувається газообмін, унаслідок чого кров стає артеріальною – насиченою киснем. Зяброві капіляри збираються у вени і несуть до клітин тіла артеріальну кров, де відбувається газообмін. Вена впадає у передсердя і приносить венозну кров, артерія виносить з шлуночка серця венозну кров.

*Видільна система.* Тулубні нирки, розташовані вздовж хребта у вигляді витягнутих темно-червоних тіл. Від них відходять сечоводи, по яких сеча стікає у сечовий міхур, потім видаляється через сечовий отвір.

*Нервова система.* Центральна нервова система представлена спинним і головним мозком, периферична – нервами. Спинний мозок знаходиться у спино-мозковому каналі хребта. Головний мозок складається з п'яти відділів: переднього, середнього, проміжного, довгастого і мозочка. Він захищений кістками черепної коробки.

*Органи чуттів.* Органи зору – очі, органи слуху – внутрішнє вухо, органи нюху у носовій порожнині, органи смаку (смакові клітини) у ротовій порожнині і на губах. Бічна лінія – орган, який сприймає напрямок води і силу току води. Дотикові клітини розкидані по всьому тілу.

*Розмноження.* Роздільностатеві організми. У самок парні яєчники з ікринками – яйцями. У самців парні сім'яники – молоки, у яких розвиваються сперматозоїди. Запліднення зовнішнє. В період нересту самки відкладають ікру, самці поливають її сім'яною рідиною з сперматозоїдами.

*Розвиток.* Запліднені яйці (ікринки) діляться, проходячи стадії бластули, гаструли, потім утворюється личинка (на 9-14 день). Личинка покидає оболонку ікринки і починає самостійне життя, живлячись планктоном. З личинки утворюється мальок.

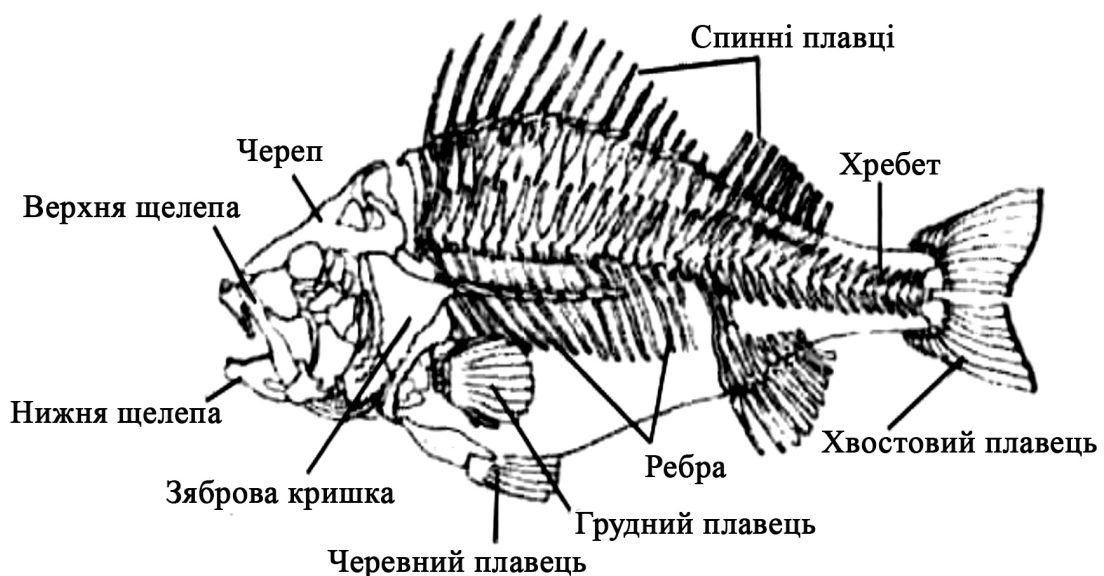


Рис.17.2. Будова скелету риб.



### ***Клас хрящеві риби (600 видів)***

Багаточисельна група сучасних морських риб з хрящовим скелетом. Луска у них плакоїдна, яка лежить у шкірі і утворена клітинами дерми дентиновою пластинкою з гострим зовнішнім зубцем. Зубець луски покритий емаллю, яка є похідним епідермісу. Зяброві щілини (5-7 пар) відкриваються на поверхні тіла самостійними отворами, зяброві кришки відсутні. Парні плавці розташовані горизонтально, хвостовий плавець нерівнолопатевий – з великою верхньою і малою нижньою лопаттю. Передня частина голови витягнута у довге рило, у зв'язку з чим рот знаходиться на черевному боці у вигляді поперечної щілини, плавальний міхур відсутній. Запліднення внутрішнє. Багатьом видам властиво живонародження. До хрящових риб відносяться два ряди: скати і акули. Скати – придонні малорухомі риби з сплющеним у спино-черевному напрямку тілом. Живляться рибою, безхребетними тваринами.

### ***Різноманітність риб***

Риби – найбільш багаточисленний клас хребетних тварин, який об'єднує більше 20 тис. видів, його поділяють на дві основні групи – клас хрящеві і кісткові риби.

*Хрящеві риби* – найбільш представницька група сучасних риб, які живуть у морях і прісних водоймах. Луска у них кісткова, утворена тільки за рахунок дерми і складається з кісткових пластинок, черепацеподібним розташуванням. Скелет у них кістковий, у більшості видів є плавальний міхур. Запліднення зовнішнє. Ікра мілка і утворюється у великій кількості. До групи кісткових риб відносяться осетрові, оселедцеві, карпові, дводишні, кистепері.

*Ряд осетрові*. До них відносяться білуга, стерлядь, осетри. У них, як і у хрящових риб, є рило, рот у вигляді поперечної щілини на черевному боці тіла, горизонтально розташовані грудні і черевні плавці і нерівнолопатевий хвостовий плавець. Хорда зберігається все життя. Скелет хрящовий, але у черепі є плоскі кістки. Як і інші кісткові риби, осетрові мають зяброву кришку, плавальний міхур, мілку ікру, зовнішнє запліднення. Луска кісткова, у вигляді п'яти рядів ромбічних пластинок або жучків. Живуть як у морях, так і у прісних водоймах. Морські види нерестяться у ріках. Живляться донними

безхребетними і рибою. Це цінні промислові риби, які дають високоякісне м'ясо і чорну ікру.

*Ряд оселедцеві.* До них відносяться оселедці – морські риби. Живляться мілкими ракоподібними. Розмножуються, відкладаючи багато ікри. Деякі під час нересту заходять у ріки. До цього ж ряду належать лососеві риби (кета, горбуша, сьомга, форель). Для них властивий невеликий жировий плавець, розташований на спині перед хвостовим плавцем. Це переважно прохідні риби, ростуть і дозрівають у морях, а розмножуються у річках. Лососеві – цінні промислові риби, які мають смачне м'ясо і червону ікру.

*Ряд коропів.* До цього ряду відносяться: карась, плотва, лящ, сазан. Вони характеризуються відсутністю зубів на щелепах. Живляться донними тваринами і водними рослинами. Їжу подрібнюють зубами, розташованими у глибині глотки. Мають важливе промислове значення.

*Ряд дводишні.* Це давні риби, раніше були розповсюджені по всій земній кулі. Вони мешкають у збіднених киснем і навіть у пересохлих водоймах Африки, Австралії, Південної Америки. Дихають зябрами і легенями. При пересиханні водойм деякі види впадають у літню сплячку, зариваються у мул і дихають атмосферним повітрям легенями.

*Ряд кистепері.* Давні, майже повністю вимерлі риби. В наш час представлені одним видом – латимерією – великою рибою (до 1,5 м довжиною), живе в Індійському океані. Вимерлим мезозойським риbam, як і дводишним, було властиво не тільки зяброве, але і легеневе дихання, що підтверджує наявність у них і інших наскрізних ніздрів. Вони спочатку жили у прісних водоймах, де періодично було обмаль кисню, що і призвело до появи у них легеневого дихання. Перехід до життя у морі супроводжувався його втратою, і сучасні морські кистипері дихають тільки зябрами. Інша особливість кистеперих риб полягає у будові парних плавців. В основі такого плавця є м'ясиста лопать, всередині якої знаходиться розсічений скелет. Зі всіх риб саме кистипері найбільш близькі до наземних хребетних – панцирних амфібій (стегоцефал).

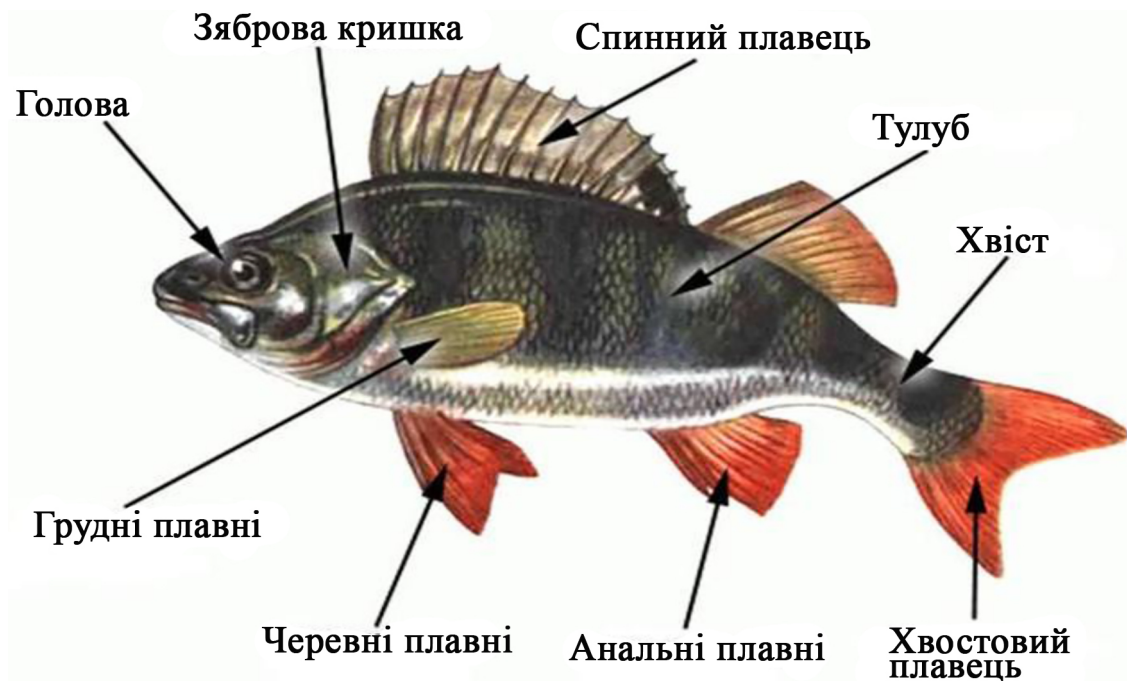


Рис.17.3.Зовнішня будова риб.

### 17.3. Екологія риб

Найбільш давні хребетні тварини, які живуть у морських і прісноводних водоймах, включаючи термічні джерела і підземні печерні озера. Одні риби живуть на поверхні, інші у товщі води, що знайшло відображення у формі тіла – обтічна або сплюснена. Колір також залежить від середовища існування: він може бути маскувальний, смугастий або яскраво-червоний, золотистий і сріблястий. Живляться риби рослинними кормами і безхребетними. Хижі представники полюють за мілкими рибами, навіть свого виду, часто поїдають ікринки. У харчових ланцюгах морів риби складають кормову базу для ссавців – моржів, тюленів, котиків, зубатих китів. Крім того ними живляться водні тварини – видра, норка, вовки, ведмеді. Риби є їжею для медуз, головоногих молюсків, ракоподібних, голкошкірих. Трупі риб поїдаються раками і розкладаються гнильними бактеріями. Рибою і ікрою живляться земноводні, плазуни, водоплаваючі птахи. Риби можуть бути проміжними організмами деяких сисунів і стьожкових червів. Такі риби, як акули, скати небезпечні для людини. У період глибокої екологічної кризи запасам риб нанесено великої шкоди, це пов'язано з порушенням місць нересту, забрудненням водойм, скороченням кормової бази.

## Питання для самоконтролю

1. Які ознаки відрізняють риб від інших тварин?
2. Назвіть ознаки ідіоадаптації, які з'явилися у риб у зв'язку з водним середовищем існування?
3. Які ароморфози відбулись у будові тіла риби?
4. Назвіть частини скелету риб?
5. Де розташовані і з чого складаються пояси кінцівок у риб?
6. Як можна визначити вік кісткової риби?
7. Чи є хорда у дорослої кісткової риби?
8. Чим характеризується нервова система хордових?
9. До чого кріпляться скелетні м'язи риб?
10. Які органи риби складаються з поперечно-смугастих м'язів?
11. З яких м'язів складаються стінки кровоносних судин?
12. Які органи входять у травну систему риб?
13. Яка роль печінки хрящових риб?
14. Де відбувається газообмін риб?
15. На якій боці тіла розташоване серце у риби і яку роль виконує?
16. Чому у риб холодна кров?
17. Які головні кровоносні судини у риб?
18. Які відділи головного мозку є у риб і які їх функції?
19. Які органи чуття з'явилися у риб?
20. Що таке нерест? Як підрозділяють риб по способу нересту?
21. Яка існує залежність кількості відкладених ікринок і турботою про нащадків?
22. Чим відрізняється рибоводство від риборозведення?
23. Яке значення риб у народному господарстві?

## Тестові завдання

1. З яких частин складається тіло риб

- а. голова
- б. груди
- в. черевце
- г. тулуб
- д. хвіст
- е. кінцівки

2. Які плавці парні

- а. хвостові
- б. спинні
- в. грудний
- г. анальний
- д. черевний

3. Які плавники пов'язані з поясами кінцівок
- а. грудні
  - б. черевні
  - в. анальний
4. Які з травні залози продукують жовч
- а. шлунок
  - б. печінка
  - в. підшлункова залоза
5. З якою системою органів пов'язано утворення плавального міхура
- а. кровообігу
  - б. дихання
  - в. травлення
6. Яку роль плавального міхура
- а. гідростатичний апарат
  - б. орган рівноваги
  - в. орган дихання
  - г. орган травлення
7. Яку роль відіграють зяберні дуги
- а. опір
  - б. збільшення поверхні
  - в. фільтр
8. Яка кров проходить через серце риби
- а. змішана
  - б. венозна
  - в. артеріальна
9. Скільки кіл кровообігу у риб
- а. одне
  - б. два
  - г. три
10. Скільки раз скорочується серце за хвилину
- а. 20
  - б. 70
  - в. 140
11. У яких органах очищається кров у риб від продуктів розпаду
- а. кишечник
  - б. печінка
  - в. зябра
  - г. шкіра

## 18. НАДКЛАС ЧОТИРОНОГІ. КЛАС ЗЕМНОВОДНІ АБО АМФІБІЇ

### 18.1. Загальна характеристика класу земноводні (4 тис. видів)

Поява класу земноводних (амфібій) – великий крок на шляху еволюції хребетних, тому що його представники першими вийшли на суходіл. Вихід їх на суходіл викликав ускладнення будови всього організму. Вперше скелет став виконувати опорно-рухову функцію без будь-якої підтримки зовні, що призвело до формування довгих трубчастих кісток, з яких складаються кінцівки наземних тварин. З появою трубчатих кісток виник додатковий кровотворний орган. Клітини крові утворюються не тільки у селезінці, нирках, печінці, кровоносному руслі, але й у червоному кістковому мозку.

У процесі подальшого розвитку хребетних червоний кістковий мозок стане головним кровотворним органом.

У зв'язку з наземним способом життя у земноводних ускладнилась система кровообігу: з'явилося друге коло кровообігу – легеневе. Це призвело до ускладнення будови серця, яке стало трикамерним, але кров змішується у шлунку, доставляє до клітин тіла мало кисню, тому кисневий етап дихання (III етап дисиміляції) дає невеликий ефект: енергії виділяється небагато, її вистачає лише на процеси життєдіяльності. Теплова енергія настільки мала, що кров і тіло залишаються холодними, тобто мають температуру оточуючого середовища. Тому земноводні активні тільки у теплу пору року, у холодний період вони впадають в оціпеніння.

Але поряд з ознаками високої організації (ароморфозами) у земноводних є ознаки низької організації. Їх ранні стадії розвитку – ікринки, личинки та пуголовки, які живуть у водному середовищі, мають багато спільного з ранніми стадіями розвитку ланцетника і риб, що яскраво ілюструє біогенетичний закон Мюллера та Геккеля. На прикладі земноводних – перших наземних тварин – найбільш детально вивчають головні системи органів і їх функції, що дає можливість добре засвоїти аналогічний матеріал інших класів тварин.

*Земноводні* – примітивні наземні хребетні, які мають тісний зв'язок з водним середовищем. Тільки у водному середовищі можуть розвиватись їх яйця – ікра. Водний спосіб життя ведуть також личинки, що вийшли з ікри. Після метаморфозу (перетворення) дорослі тварини живуть на суходолі, набуваючи ознак наземних хребетних. Вони дихають *легенями*, мають *трикамерне серце* і *два кола кровообігу*, пересуваються за допомогою *п'ятипалих кінцівок*. Але земноводні погано пристосовані до життя на суходолі. Легені в них розвинені погано і більше значення у диханні відіграє гола шкіра, яка не захищає організм від висихання. Трикамерне серце не забезпечує повного розподілу крові до органів надходить змішана кров. Кінцівки ще не забезпечують підняття тіла над землею. Земноводні тварини мають непостійну температуру тіла.

Тіло земноводних поділяється на голову, тулуб і кінцівки (передні та задні). Шия майже не виражена. Шкіра гола. Зовнішній шар – епідерміс, містить велику кількість залоз, які захищають шкіру від висихання. Внутрішній її шар дерма погано розвинений. (рис.18.1).

Скелет земноводних складається з відділів: скелета голови, тулуба, кінцівок і поясів кінцівок. Череп у них хрящовий, число кісток у ньому менше, ніж у черепі риб. Він рухомо з'єднаний за допомогою двох виступів. Скелет земноводних у зв'язку з напівназемним способом життя відрізняється розчленованістю і складається з шийного, тулубового, куприкового і хвостового відділів. Шийний і куприковий відділи вперше відділені і мають по одному хребцю. У земноводних число тулубних хребців дорівнює семи, а хвостовий відділ представлений кісткою – уростилем, який складається зі зрослих хребців, ребра відсутні, передні кінцівки прикріплюються до плечового, задні – до тазового поясу. Скелет передніх кінцівок включає плечову кістку, дві зрослих кістки передпліччя (ліктьова і променева) і ряд кісток кисті. В кисті виділяється зап'ясток, п'ясток і фаланги пальців. Скелет задніх кінцівок складається з стегна, двох кісток гомілки (великої і малої гомілкової) і стопи. Стопа поділяється на передплесну, плесну та фаланги

пальців. У зв'язку з розчленуванням скелету кінцівки земноводних представлені окремими кістками, які з'єднані суглобами. Це забезпечує не тільки рух кінцівок відносно корпусу тіла, але і кожного відділу відносно сусідніх. Мускулатура земноводних втратила сегментацію і набула великої диференціації. У зв'язку з особливостями руху у земноводних розвилась мускулатура на вільних кінцівках. Ускладнилась і набула спеціалізації мускулатура ротової порожнини, яка приймає участь у живленні і диханні. Прогресивні особливості скелету і мускулатури забезпечили земноводним можливість існування у наземних умовах і переміщення за допомогою п'ятипалих кінцівок. Прототипом п'ятипалих кінцівок земноводних слугують плавці кистеперих риб. Але більшість амфібій – малорухомі тварини, нездатні до складних і швидких рухів.

Травний тракт починається широким ротовим отвором, який веде у ротову порожнину, яка переходить у стравохід. З наземним способом життя пов'язана поява у земноводних справжнього язика. У земноводних він прикріплений кінцем до нижньої щелепи і може викидатись вперед, що полегшує ковтання. По стравоходу їжа надходить спочатку у шлунок, потім у кишечник, більш довгий і диференційований. Він починається дванадцятипалою кишкою, в яку впадає жовчний проток, і у нього надходить жовч і секрет підшлункової залози. Обидві травні залози – печінка з жовчним міхуром і підшлунковою залозою добре розвинені. Дванадцятипала кишка непомітно переходить у тонку кишку, потім у широку пряму кишку, яка відкривається у клоаку. Дорослі земноводні майже всі плотядні. Живляться вони в основному різними мілкими безхребетними, інколи іквою і молоддю риб. Личинки багатьох видів рослиноїдні.

Дихають дорослі земноводні легенями, які мають вигляд двох тонкостінних мішків з комірчастою внутрішньою поверхнею. Стінки легень пронизані кровоносними судинами, де і відбувається газообмін. Через отвір ніздрів повітря засмоктується у ротову порожнину тварини, коли дно її опускається, і проштовхує у легені, коли ніздрі закриваються і дно ротової



порожнини піднімається. У зв'язку недосконаліми легенями (мають невелику дихальну поверхню) важливе значення у диханні набуває тонка волога шкіра, яка має велику кількість кровоносних судин і має більшу поверхню, ніж легені. При довготривалому перебуванні у воді дихання у земноводних виключно шкіряне.

*Серце* земноводних *трикамерне*, складається з двох передсердь і одного шлуночка. У ліве передсердя збирається артеріальна кров (насичена киснем) від легень, у праве передсердя – венозна (містить вуглекислий газ) кров від органів. При скороченні передсердь кров через загальний отвір надходить у шлуночок, де вона частково змішується. При наступному скороченні шлуночка кров з нього виштовхується у судини, особливе розташування яких забезпечує передачу першої порції бідної киснем крові до легень і шкіри, потім змішана кров – до тіла, а остання порція насиченої киснем крові до голови. Таким чином, у земноводних немає повного розподілу крові і по тілу у більшій і меншій мірі розноситься змішана кров.

У земноводних кров рухається *двома колами кровообігу* – *великому та малому*. Велике коло кровообігу починається у шлуночку, з якого кров по артеріях надходить до різних органів і тканин, а закінчується у правому передсерді, куди кров з органів повертається по венах. Частина крові направляєється з шлуночка по легеневи артеріях у легені, звідти повертається по легеневи венах у ліве передсердя. Це мале або легеневе коло кровообігу вперше з'явилося у земноводних у зв'язку з наземним способом життя. Починаючи з земноводних, два кола кровообігу властиве всім класам хребетних тварин.

Головний мозок земноводних складається з п'яти відділів: довгастого, проміжного, середнього, мозочка, переднього. Спостерігається збільшення відносних розмірів переднього мозку і поділ на півкулі. Мозочок розвинений слабо, що пов'язано з одноманітними і нескладними рухами земноводних.

Мають прогресивний розвиток органи чуття. Очі земноводних захищені від висихання і забруднення рухомими повіками. Рогівка ока земноводних

стала опуклою, а кришталік лінзовидним. Акомодація забезпечується переміщенням кришталіка до сітківки. Ускладнення органу слуху полягає у тому, що з'явилося *середнє вухо* з однією слуховою кісточкою, яке відділяється від зовнішнього середовища барабанною перетинкою. Середнє вухо підсилює сприйняття звукових коливань, що важливо у зв'язку з зменшенням порівняно з водою, звукопровідністю повітряного середовища. У них є органи нюху, які мають зовнішні ніздрі.

Органами виділення у земноводних, як і у риб, слугують парні тулубні нирки, які розташовуються по боках хребта. Проходячи через тканини нирок кров звільняється від шкідливих продуктів життєдіяльності, якими є сеча розчинена у воді. Сеча, що утворюється, по сечоводах потрапляє у клоаку далі у сечовий міхур, звідти через клоаку виводиться назовні. Значна втрата води з організму земноводних з сечею компенсується постійним надходженням її через шкіру.

Земноводні роздільностатеві організми. Парні статеві органи (яєчники у самок і сім'яники у самців) розташовані у порожнині тіла. У більшості видів запліднення зовнішнє, у воді. Розвиток з метаморфозом. Личинки земноводних типово водні тварини, які дихають зябрами, мають двокамерне серце, одне коло кровообігу, органи бічної лінії, плавають за допомогою хвоста. Перетворення личинки у дорослу форму супроводжується значними змінами більшості органів.

Виникнення земноводних – це означало освоєння хребетними суходолу. Вважають, що першими наземними тваринами були девонські земноводні – стегоцефали, які мають ознаки подібності з кистеперими рибами. Земноводні – самий малий серед класів сучасних хребетних тварин. Загальна кількість 2-2,5 тис. видів Вони дуже вимогливі до температури і вологості зовнішнього середовища. При зниженні температури до 7-8°C багато видів впадають в заціпеніння, а вже при температурі мінус 2 °C – гинуть. Низька температура води не може забезпечити розвиток ікри і личинок.

Ряд безхвості об'єднує різні види земноводних. Вони мають коротке і широке тіло, хвіст відсутній. Задні кінцівки довші передніх, тому вони рухаються, стрибаючи. У земноводних (більшість видів) шкіра гладенька, слизиста, а у жаб – бугриста і суха. Живляться в основному комахами і молюсками. Активний спосіб життя ведуть у нічний час. Розмножуються весною, відкладають ікру у воду. Личинка – пуголовок – живе у воді і поступово перетворюється у дорослу особину. У одних видів доросла особина (зелені жаби) залишаються у воді, у інших (бурі жаби) – покидають його і починають вести наземний спосіб життя. Зимують жаби у ямках на дні річок, або у ґрунті. У бурих жаб у нашій фауні найбільш розповсюджені трав'яна, а з зелених – ставкова і озерна.

Ряд *хвостаті* представлені тритонами, саламандрами, мають витягнуте тіло, стиснуте з боків. Передні і задні кінцівки мають однакову довжину. Розмножуються весною. Зимують тритони на суходолі під камінням, у мохах. Живляться безхребетними. Саламандри – великі земноводні, не пов'язані з водою. Колір тіла чорний з помаранчевими плямами. Запліднення внутрішнє. Розмножуються живородінням.

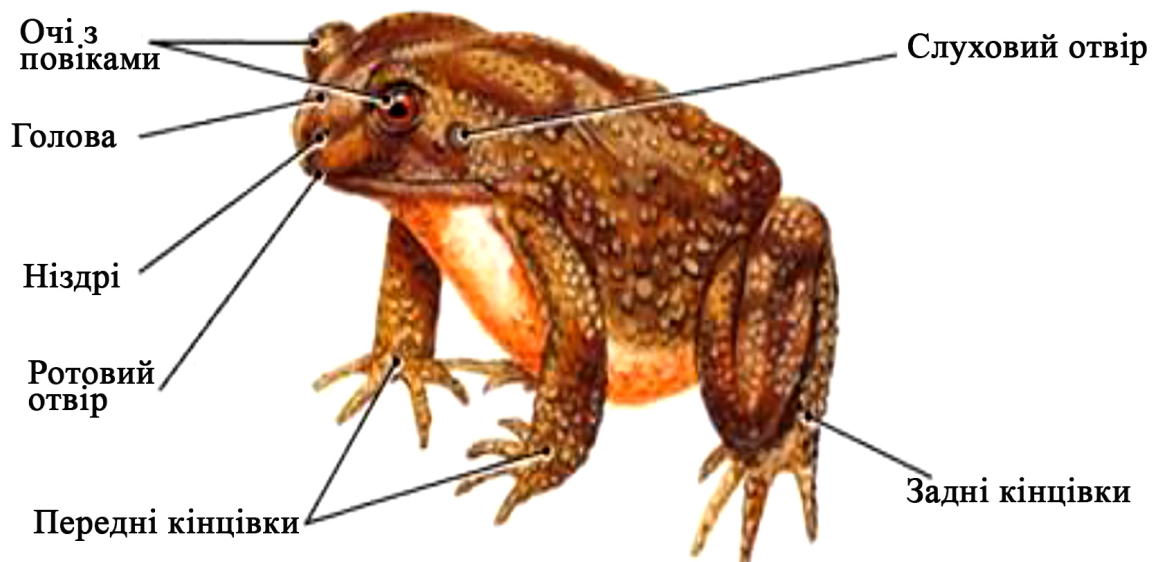


Рис.18.1.Зовнішня будова земноводних.

### *Клас Земноводні. Жаба трав'яна*

*Будова тіла.* Тіло поділяється на голову і тулуб, шия майже не виражена. Тулуб сплюснутий у спино-черевному напрямку і з'єднаний з головою рухомо. Кожна передня кінцівка складається з плеча, передпліччя і чотирьопалої кисті, задня – стегна, гомілки і п'ятипалої стопи.

*Покрив.* Шкіра гола, з слизовими залозами, постійно зволожена.

*Скелет.* Хребет складається з 1 шийного, 7 тулубних, 1 куприкового і хвостової кістки. Ребер і грудної клітини немає. Плечовий пояс представлений парними кістками – лопатками, ключицями, воронячими кістками і непарною кісткою груднини. Пояс задніх кінцівок складається з парних: підвздошної, сідничної і лобкової кісток, які утворюють таз. Вільні кінцівки: передні включають плечову, зрослу ліктвову і променеву кістки, кістки зап'ястка, кисті і фалангів пальців; задні – стегнову, зрослу велику і малу гомілкову, кістки передплесни, плесни і фалангів пальців. Череп складається з лобової і потиличної кісток, орбіт і щелепних кісток.

*М'язи.* Добре розвинені у зв'язку з здібностями плисти і стрибати. Це м'язи сідничні, стегові (двоглова і триглова), гомілковий м'яз.

*Травна система.* Ротовий отвір, ротова порожнина з язиком і протоками слинних залоз, стравохід, шлунок, кишечник, який складається з дванадцятиперстної кишки, у яку впадають протоки печінки і підшлункової залози, тонкої і прямої кишки, яка закінчується – клоакою.

*Дихальна система.* Парні легені з тонкими комірчастими стінки, густо оплетеними капілярами, в яких відбувається газообмін. Дихальні шляхи: ніздрі, ротова порожнина, гортань, легені. Важливу роль відіграє шкіряне дихання, яке відбувається через вологу шкіру.

*Кровоносна система.* Серце трикамерне (два передсердя і один шлуночок). Кров рухається два по двом колам кровообігу – великому і малому (легеневий). Обидва кола кровообігу починаються з шлуночку, при його скороченні якого кров різного складу направляється у три різні артерії. При першому скороченні шлуночка з нього виштовхується порція венозної крові,

яка надходить у легеневі артерії, легені, де стає артеріальною, через легеневі вени повертається у ліве передсердя – це *мале коло кровообігу*. При другому скороченні шлуночка змішана кров виштовхується у аорту, по якій рухається до всіх органів тіла і по венах венозна кров повертається у праве передсердя. Частина змішаної крові потрапляє у шкіру, де відбувається газообмін, або шкіряне дихання. Збагачена киснем кров повертається у вени, які впадають у праве передсердя – це *велике коло кровообігу*. При третьому скороченні шлуночка серця артеріальна кров виштовхується у сонну артерію, яка веде до головного мозку. Кровотворним органом є червоний кістковий мозок, де утворюються клітини крові – еритроцити, лейкоцити і тромбоцити.

*Видільна система.* Парні тулубні нирки, сечоводи, клоака, сечовий міхур. У нирках кров вивільняється від надлишку води, солей, сечовини, унаслідок чого утворюється сеча, яка по сечоводах стікає у клоаку, а потім у сечовий міхур, з нього через клоаку назовні.

*Нервова система.* Головний і спинний мозок і нерви. Головний мозок складається з п'яти відділів: переднього (має дві півкулі), проміжного, середнього, довгастого і мозочка (погано розвинутий). Спинний мозок розміщується у спино-мозковому каналі хребта.

*Органи чуттів.* Очі, захищені нижніми і верхніми повіками, органи слуху представлені слуховим отвором, зтягнутим барабанною перетинкою, середнім і внутрішнім вухом, захищені кістками черепа. Органи нюху парні ніздрі.

*Розмноження.* Роздільностатеві організми. У самок є парні яєчники, у самців – сім'яники. Запліднення зовнішнє, у воді. Самка відкладає ікру (яйцеклітини), які схожі на ікру риб, самці випускають на неї рідину з сперматозоїдами. Запліднені яйця покриті слизом.

*Розвиток.* З перетворенням. З яйця через два тижні вилуплюється личинка жаби – пуголовок, схожий на рибу. Через 2-3 тижні він перетвориться на жабу. (рис.18.2).

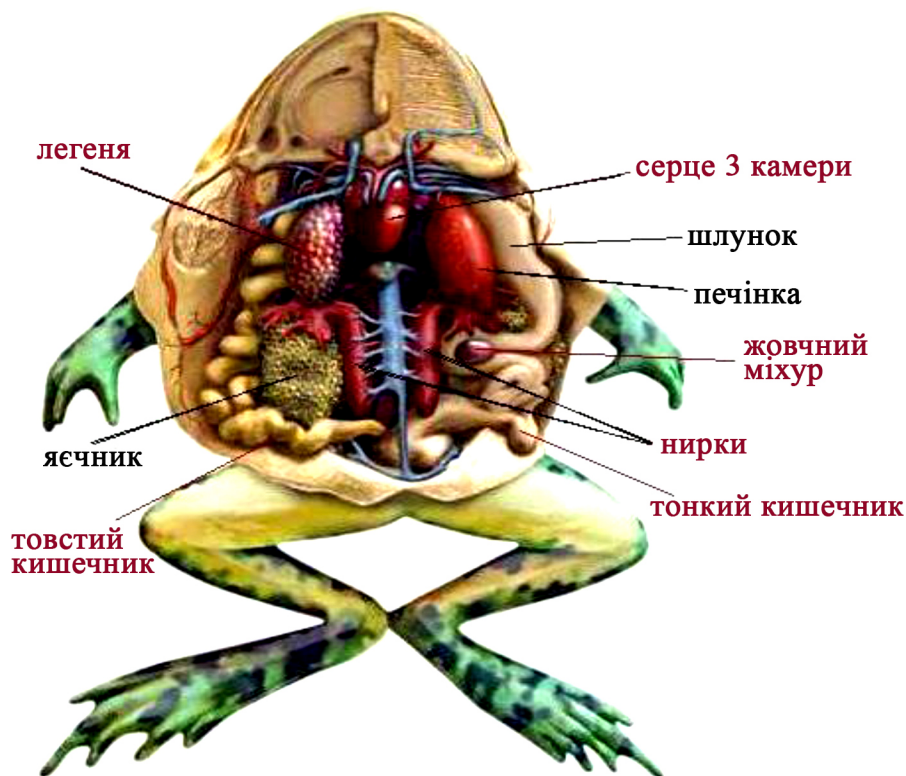


Рис.18.2. Внутрішня будова земноводних.

## 18.2. Екологія земноводних

Перші наземні тварини, більша частина яких живе на суходолі, а розмножується у воді. Це вологолюбні тварини, що і визначає середовище їх існування. Живуть у воді тритони і саламандри тому, що завершили свій життєвий цикл на стадії личинки і в цьому стані досягли статевої зрілості. Наземні тварини – жаби, квакші, часничниці – живуть не тільки у ґрунті, але й на деревах (квакша), у пісках пустель (жаба, часничниця), де активні вони тільки уночі, а ікру відкладають у калюжі, тимчасові водоймища, але не щороку. Земноводні живляться комахами і їх личинками (жуками комарів, мух), а також павуками, молюсками, мальками риб. Особливо корисні жаби, які живляться нічними комахами і слизняками. Трав'яні жаби живляться садовими, лісовими і польовими шкідниками. Одна жаба за літо може з'їсти 1200 шкідливих комах. Самі земноводні є їжею для риб, птахів, змій, їжаків, видр, ними годують пташенят хижих птахів. Жаби і саламандри мають на шкірі отруйні залози. Зимують в укриттях на суходолі або у мілких водоймах,

тому зими без снігу викликають їх масову загибель, а забруднені водойми призводять до загибелі нащадків – пуголовків. Земноводні потребують охорони, зникаючі види занесені до Червоної книги.

### Питання для самоконтролю

1. Який період життєвого циклу земноводні проводять у воді і який на суходолі?
2. З яких відділів складається тіло земноводного?
3. Які особливості має шкіра жаби?
4. На які відділи можна поділити скелет земноводних?
5. Які кістки складають пояс передніх кінцівок земноводних?
6. Які кістки складають пояс задніх кінцівок земноводних?
7. Як прикріплюються пояси кінцівок до хребта?
8. Які м'язи жаби найкраще розвинені?
9. На які частини можна поділити передню кінцівку жаби і які кістки знаходяться у кожній з них?
10. Чим живляться жаби і як вони захвачують здобич ?
11. Які особливості будови травного тракту жаби ?
12. Яка будова серця жаби?
13. Які кровоносні судини впадають у ліве і праве передсердя?
14. Яку кров несе порожниста вена і яку легенева вена?
15. Яку судину несе кров з шлуночка?
16. Яка кров йде по аорті?
17. Де змішується кров у земноводних, у яких частинах тіла вона збагачується киснем і насичується вуглекислим газом?
18. Чому земноводні мають температуру тіла оточуючого середовища, а не власну?
19. Як міняються органи дихання у процесі життєвого циклу?
20. Яке походження зябер і легень у процесі філогенезу і онтогенезу?
21. Яка будова внутрішнього вуха жаби?
22. Як відбувається процес розмноження і розвитку зародка жаби?
23. Який екологічний фактор визначає розповсюдження земноводних ?

### Тестові завдання

1. З яких відділів складається хребет земноводних
  - а. шийний
  - б. грудний
  - в. тулубний
  - г. поперековий
  - д. крижовий
  - е. хвостовий

2. Чи є у тілах хребців земноводних канал для спинного мозку
- а. є
  - б. немає
  - в. редукований
3. Чи є грудна клітина у земноводних
- а. є
  - б. немає
  - в. редукована
4. З яких кісток складається череп земноводних
- а. дві потиличні
  - б. дві тім'яні
  - в. лобова
  - г. очниці
  - д. зяброві дуги
  - є. зяброві кришки
5. Які кістки знаходяться у передпліччі у земноводних
- а. ліктьова
  - б. променева
  - в. передпліччя
6. Які кістки складають гомілку у земноводних
- а. велика гомілкова
  - б. мала гомілкова
  - в. кістки гомілки
7. Як називається відділ травної трубки, у яку впадають протоки печінки і підшлункової залози у земноводних
- а. стравохід
  - б. шлунок
  - в. тонка кишка
  - г. товста кишка
  - д. дванадцятипала кишка
8. З яких камер складається серце земноводних
- а. передсердя
  - б. ліве передсердя
  - в. праве передсердя
  - г. лівий шлуночок
  - д. правий шлуночок
  - є. шлуночок



9. Яка кров тече по легеневій вені

- а. венозна
- б. артеріальна
- в. змішана

10. Які функції виконує сечовий міхур у земноводних

- а. збирає сечу
- б. запасає воду
- в. виділяє сечу

11. Який відділ головного мозку земноводних став більше розвиненим порівняно з рибами

- а. передній
- б. середній
- в. проміжний
- г. довгастий
- г. мозочок

12. Які органи властиві для личинкової стадії земноводних

- а. бічна лінія
- б. хвіст
- в. зябра
- г. легені
- д. хорда
- е. хребет
- ж. кінцівки

13. Де мешкають земноводні

- а. ґрунті
- б. воді
- в. повітрі

## 19. КЛАС ПЛАЗУНИ АБО РЕПТИЛІЇ (8 тис. видів)

### 19.1. Загальна характеристика класу плазунів

*Плазуни* – це переважно наземні хребетні. Разом з птахами і ссавцями вони відносяться до вищих хордових тварин. Більшість плазунів веде наземно-повітряний спосіб життя, лише деякі види є вторинно-водними тваринами. Від земноводних вони відрізняються прогресивними ознаками будови і пристосуванням до наземного способу життя. Найважливіші ознаки будови плазунів – внутрішнє запліднення, збільшення розмірів яєць і поява зародкових оболонок, що забезпечують можливість розвитку зародка у повітряному середовищі. До числа прогресивних особливостей рептилій відноситься збільшення розмірів головного мозку і поява зачатку кори великих півкуль, з чим пов'язана їх більш складна рефлекторна діяльність. Збільшення довжини шиї і рухомість двох перших шийних хребців забезпечує велику рухомість голови і більше використання органів чуття. Також міцне з'єднання поясів кінцівок до хребта забезпечує підсилення опори на кінцівки. У шкірі формуються рогові утворення – луска, щитки, які захищають тіло від висушування. Дихання у рептилій тільки легеневе, більш удосконалений механізм дихання забезпечує грудна клітина. Трикамерне серце з неповною перегородкою у шлуночку і три судини, що самостійно відходять від різних відділів шлуночка. Перегородка у шлуночку майже повністю відділяє артеріальну кров від венозної. Важливим моментом більш високої організації плазунів є заміна тулубних нирок на *тазові*. Але плазуни – найбільш низькоорганізований клас вищих хребетних, тому що у них до органів тулубного відділу надходить змішана кров і температура тіла постійна.

Тіло плазунів ділиться на голову, шию, тулуб і хвіст. Розвинені передні і задні кінцівки, вони відсутні лише у змій і деяких черепах. (рис.19.1). Шкіра тонка, бідна на шкіряні залози. Зроговілий верхній шар шкіри – епідерміс і утворення рогових лусочок і щитків, які вкривають тіло цих тварин, захищає

від втрати води і одночасно зводить до мінімуму можливість шкіряного дихання.

Скелет плазунів побудований з таких відділів: голова, тулуб, кінцівки і пояси кінцівок. Череп плазунів утворений великою кількістю кісток, які з'єднані з хребтом. Хребет складається з чотирьох відділів: шийного, попереково-грудного, куприкового і хвостового. Шийний відділ утворений декількома хребцями, з яких два перших мають особливу будову, забезпечують збільшення рухомості голови. Хребці попереково-грудного відділу несуть ребра, частина яких з'єднана з грудиною, унаслідок чого утворюється грудна клітина, яка має велике значення при диханні. Кінцівки плазунів п'ятипалі, тому забезпечується міцність з'єднання поясів кінцівок з хребтом.

Мускулатура плазунів розчленована, добре розвинені міжреберні м'язи, які забезпечують зміну об'єму грудної клітини.

У плазунів чітко виражена диференціація травної системи. Ротова порожнина добре відділена від глотки, яка потім переходить у короткий стравохід, який відкривається в об'ємний шлунок. Від шлунка відходить кишечник, який поділений на тонку і товсту кишку і відкривається у клоаку. У них є печінка і підшлункова залоза, протоки якої впадають у передній відділ тонкої кишки – дванадцятипалу кишку. Більшість плазунів живляться різноманітною їжею – від мілких комах до великих ссавців, деякі живляться рослинами.

Органи дихання плазунів – легені. Комірчастість стінок легень значно збільшує дихальну поверхню легень. Шкіряне дихання відсутнє. При диханні повітря надходить у легені і виштовхується назовні через ніздрі унаслідок зміни об'єму грудної клітини.

Кровоносна система плазунів забезпечує більш повний розподіл по організму артеріальної і венозної крові. *Серце* у рептилій *трикамерне* (два передсердя) і один шлуночок і у ньому є незакінчена перетинка, яка зменшує ступінь змішування артеріальної і венозної крові. Три судини – легенева

артерія і дві дуги аорти – відходять від різних частин шлуночка і унаслідок чого його скорочення забезпечує надходження до легень венозної крові, до голови і передніх кінцівок – артеріальної, а до інших частин тіла – змішана з переважанням артеріальної. Незважаючи на збільшення кількості кисню, який надходить до органів плазунів, інтенсивність обміну речовин ще невелика і це обумовлює малу здатність до терморегуляції. І тому температура тіла у них залежить від температури середовища.

Нервова система плазунів ускладнена. Це проявляється у збільшенні розмірів головного мозку, у якому особливо сильно розвинені великі півкулі переднього мозку, що складаються з сірої речовини і тому плазуни мають складну поведінку. Прогресивно розвинені органи чуття. Очі захищені повіками (верхня і нижня) і є миготлива перетинка. Акомодація досягається не тільки рухом кришталика, але й зміною його кривизни. Органи нюху добре розвинені і відкриваються назовні парними ніздрями. Органи слуху представлені внутрішнім і середнім вухом. Механічні подразнення плазунів сприймаються за допомогою дотикових клітин «волосків», розташованих по краях луски. Деякі види змій мають органи термічного чуття, розташовані на передньому кінці голови і уловлюють незначні зміни температури, що дозволяє їм полювати на теплокровних тварин навіть у ночі.

Органи виділення плазунів представлені *тазовими* нирками. Канальці тазових нирок не мають воронки, які відкриваються у порожнину тіла, а починаються мальпігієвими тільцями, у зв'язку з чим продукти виділення надходять до них тільки шляхом фільтрації з крові. Видільна функція у плазунів не пов'язана з великою втратою води, бо сеча рептилій складається з сечовини, яка погано розчиняється у воді, і тому 90-95% вмісту продуктів обміну води знову всмоктується нирковими канальцями і повертається у кровоносне русло. Сеча по сечоводах збирається у клоаку і сечовий міхур, з якого у вигляді мілких кристалів виводиться назовні.

Плазуни роздільностатеві організми. Статеві залози лежать у порожнині тіла по боках хребта. Запліднення у них внутрішнє. Розмножуються, відкладаючи яйця, або народженням живих особин.

У яйцеводах самок є залози, що формують навколо заплідненого яйця білкову, пергаментну, а у деяких видів (крокодили) ще й вапнякову оболонку.

Розвиток прямий (без личинкової стадії), що пов'язано з великою кількістю поживних речовин у яйці. При ембріональному розвитку утворюються *зародкові оболонки*, які оточують зародок і забезпечують його розвиток у повітряному середовищі.

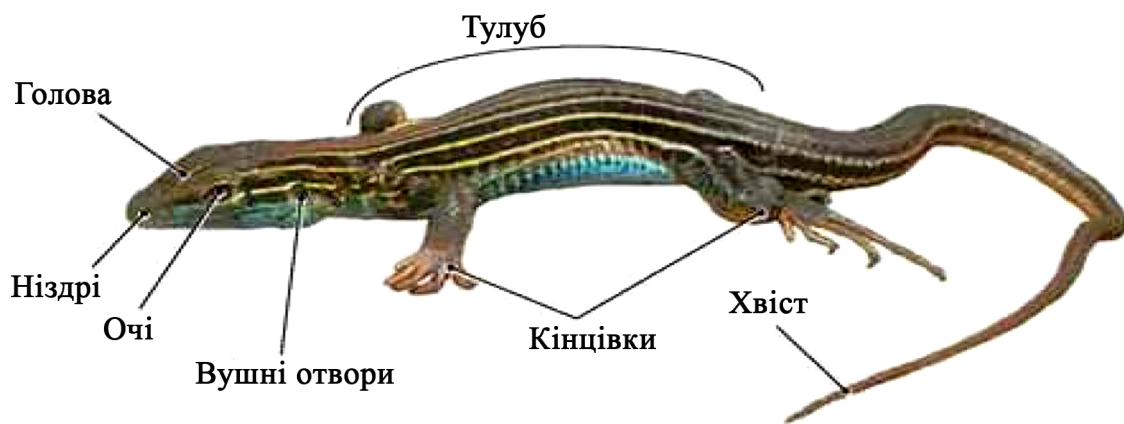


Рис.19.1.Зовнішня будова плазунів.

### Клас Плазуни. Прудка ящірка

*Будова тіла.* Тіло складається з голови, ший, тулуба і хвоста. Кінцівки мають таку ж будову як у жаби, без перетинок, з кігтями на кінцівках пальців.

*Покрив.* Шкіра суха, з роговими лусочками, яку скидають плазуни по мірі росту .

*Скелет.* Складається з черепа, хребта, верхніх і нижніх кінцівок. Шийний відділ хребта складається з шести хребців. Поперековий і грудний відділ з'єднаний з ребрами і грудиною і утворює грудну клітину, є також куприковий і хвостовий відділи хребта. Хвостові хребці здатні відділятися. Кістки кінцівок такі як у земноводних. (рис.19.2).

*М'язи.* Краще розвинені ніж у земноводних. Відмінність полягає у наявності міжреберних м'язів, які забезпечують дихальні рухи.

*Травна система.* Має рот, глотку, стравохід, шлунок, тонкий та товстий кишечник і клоаку. У дванадцятипалу кишку впадають протоки слинних залоз.

*Дихальна система.* Носові отвори, гортань, трахея, два бронха, парні легені, які мають комірчасту будову.

*Кровоносна система.* Серце трикамерне, але у шлуночку є зачаток перегородки, що запобігає повному змішуванню крові. Легенева артерія відходить від правого шлуночка і несе венозну кров до легень. Сонні артерії (розгалуження правої дуги аорти) відходять від лівої сторони шлуночка і несуть артеріальну кров у головний мозок. Ліва дуга аорти відходить від середньої частини шлуночка і несе змішану кров до всіх органів тіла. Два кола кровообігу.

*Видільна система.* Тазові нирки, від яких відходять сечоводи. Сеча виводиться у клоаку, потім у сечовий міхур, де накопичується, і далі виділяється через клоаку назовні.

*Нервова система.* Центральна, включає головний і спинний мозок, і периферична, представлена нервами, які відходять від головного і спинного мозку. Головний мозок складається з п'яти відділів: довгастого, середнього, проміжного, переднього і мозочка та добре розвинених великих півкуль переднього мозку, на поверхні яких формується кора. Мозочок розвинений.

*Органи чуттів.* Очі, захищені трьома повіками. Органи слуху плазунів подібні органам слуху земноводних, але барабанна перетинка розташована у невеликій заглибині. Органи дотику – язик.

*Розмноження.* У самок парні яєчники, у самців – сім'яники. Запліднення внутрішнє. Запліднені яйця збільшуються у розмірах, покриваються пергаментною оболонкою і виводяться назовні.

*Розвиток.* Прямий. У травні – червні плазуни відкладають яйця, які мають запас поживних речовин і вкриті пергаментною оболонкою. Відкладають яйці на пісок, на землю або під каміння. Під дією сонячних променів в них розвиваються і вилуплюються маленькі ящірки.

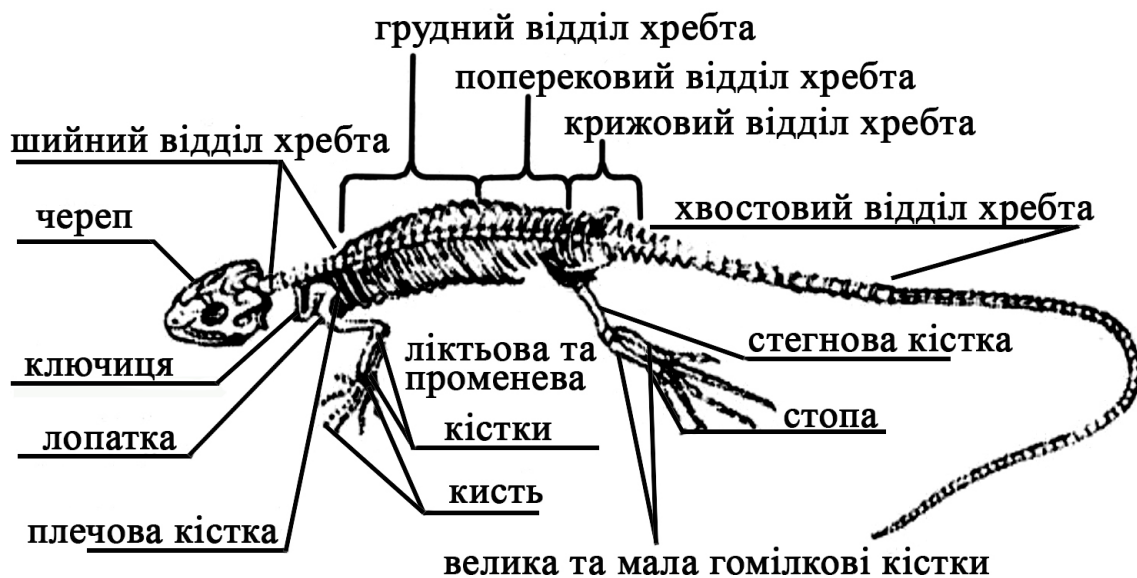


Рис.19.2.Скелет плазунів.

### *Різноманітність плазунів*

До класу плазунів належать біля 6 тис. видів. Основні ряди цього класу: *лускати, крокодили, черепахи.*

**Ряд лускати** об'єднують ящірок і змій, тіло яких покрито лускою. Вони мають розвинені передні і задні кінцівки, добре розвинену шию і рухомі повіки. Живляться різними комахами. Розмножуються відкладанням яєць і живородінням.

**Змії** – плазуни з довгим циліндричним тілом, без кінцівок. Повзають хвилеподібно, вигинаючи тіло. Здатність заковтувати здобич цілком забезпечуються рухомим з'єднанням лівої і правої половини щелеп. Більшість змій не отруйні (вужі, удави). Деякі види отруйні. У таких змій у верхній щелепі є два (рідко декілька) більш великих зубів, по борознах або каналах яких при укусі змії стікає отрута. Розмножуються змії відкладанням яєць і живонародженням.

**Ряд крокодили** об'єднують найбільш високоорганізованих сучасних плазунів. Їх тіло (довжиною до 10 м) сплющено зверху вниз і покрито твердими щітками, розташовані рядами. Хвіст, зтиснутий з боків, слугує для плавання. Велика щелепа має великі гострі зуби, які не пристають до

щелепних кісток, а сидять у їх лунках. Ведуть напівводяний спосіб життя. Живляться водними (молюски, ракоподібні, риби), так і наземними (ссавці, птахи) тваринами, які приходять на водопій. Великі особини небезпечні для людей. Розмножуються шляхом відкладанням яєць у пісок, які вкриті вапняковою оболонкою.

**Ряд Черепахи.** Черепахи відрізняються від інших плазунів наявністю кісткового панциря, в якому знаходиться тулуб і може ховатись шия, голова, кінцівки і хвіст. Зверху кістковий панцир покритий роговими пластинками або м'якою шкірою. Мілка сухопутна степова черепаха живиться трав'янистими рослинами, а *болотна черепаха*, яка живе у водоймищах, поїдає мілких тварин. Розмножуються шляхом відкладання яєць, які ховають у пісок.

## 19.2. Екологія плазунів

Справжні наземні тварини, які розмножуються на суходолі. Живуть у місцях з жарким кліматом і, віддаляючись від тропіків, їх число зменшується. Обмежувачим фактором їх розповсюдження є температура, тому що ці холоднокровні тварини активні тільки у теплу пору року, а в холодну і жарку – зариваються у нори, ховаються в укриття, або впадають в оціпеніння. У біоценозах численність невелика і тому їх роль мало помітна, тим більше, що вони не завжди активні. Живляться плазуни тваринною їжею: ящірки – комахами, молюсками, земноводними, змії – поїдають гризунів, але у той же час є небезпечними для людини і домашніх тварин. Рослиноїдні сухопутні черепахиносять великої шкоди садам, городам, водні живляться рибою і безхребетними. М'ясо багатьох плазунів людина використовує у їжу (змії, черепахи, великі ящірки). Крокодили, черепахи і змії знищуються заради шкіри і рогового покриву, у зв'язку з цим чисельність цих тварин зменшується.

### Питання для самоконтролю

- 1.3 якою особливістю будови тіла пов'язана назва класу плазунів?
2. З яких частин складається тіло плазунів і де розташовані їх кінцівки?
3. Чим покрито тіло плазунів і з чим пов'язана линька?



4. У чому принципова відмінність плазунів від земноводних?
5. Що загального у будові тіла і скелета у земноводних і плазунів?
6. Які тварини були найбільш вірогідними предками плазунів?
7. Які зміни відбулися у будові кінцівок плазунів?
8. Яку роль відіграє грудна клітина у плазунів, чи є вона у всіх рядів класу?
9. Яка будова поясів кінцівок плазунів?
10. Яка будова хвостового відділу плазунів ?
11. Порівняйте будову і функції шкіри у жаби і ящірки ?
12. Які частини тіла регенерують у плазуни?
13. Чим живляться і як добувають їжу плазуни?
14. Яка будова серця плазунів?
15. Де починається і закінчується мале і велике коло кровообігу у ящірки?
16. Де відбувається запліднення у плазунів?
17. Чим відрізняються яйця плазунів від ікри риб, земноводних?
18. Який фактор у циклі розвитку плазунів є ароморфозом?
19. Де добувають змійна отрута?
20. У яку геологічну епоху господарювали плазуни?
21. Чому вимерлі гігантські плазуни?
22. Який екологічний фактор визначає місце життя сучасних плазунів?
23. Яке еволюційне значення давніх плазунів, які живуть в воді, на суходолі, у повітрі?

### Тестові завдання

1.З яких частин складається тіло плазунів

- а. голова
- б. шия
- в. тулуб
- г. кінцівки
- д. хвіст

2.Які кістки складають передпліччя ящірки

- а. кість передпліччя
- б. ліктьова кістка
- в. променева

3.Які кістки утворюють гомілку ящірки

- а. кістка гомілки
- б. велика стегнова
- в. мела стегнова

4.Скільки пар ребер, зростаючись з грудиною, утворюють грудну клітину

- а. 5
- б. 7

в. 4

5. Які відділи хребта ящірки рухомі
- а. шийний
  - б. грудний
  - в. поперековий
  - г. куприковий
  - д. хвостовий
6. Протоки яких залоз і які органи впадають у клоаку
- а. печінка
  - б. підшлункова залоза
  - в. сечоводи
  - г. статеві залози
  - д. кишечник
7. Які системи органів беруть участь у процесі дихання ящірки
- а. шкіра
  - б. зябра
  - в. легені
8. У яких плазунів у шлуночку серця є повна перегородка
- а. змія
  - б. ящірка
  - в. черепаха
  - г. крокодили
9. Скільки судин виходить від шлуночка серця у плазунів
- а. 1
  - б. 2
  - в. 3
10. Яку кров несе легенева артерія
- а. артеріальна
  - б. венозна
  - в. змішана
11. Яку кров несе права дуга аорти – сонна артерія
- а. артеріальну
  - б. венозна
  - в. змішана
12. Яка кров рухається по лівій дузі аорти до клітин тіла
- а. артеріальна
  - б. венозна
  - в. змішана

13. Які умови необхідні для виведення з яєць нащадків у яйцекладних плазунів
- а. вода
  - б. світ
  - в. тепло
  - г. м'який субстрат
  - д. повітря
14. Які пристосування до розмноження мають плазуни різних кліматичних зон?
- а. товста оболонка
  - б. багате жовтком
  - в. шкіряна оболонка яєць
  - г. живородіння
15. Які пристосування до життя у плазунів?
- а. непостійна температура тіла
  - б. підвищена активність
  - в. регенерація
  - г. оцепеніння
  - в. зміна покривів
  - б. розмноження у воді
  - в. життя у ґрунті
15. Де переважно живуть плазуни?
- а. воді
  - б. суходолі
  - в. ґрунті
  - г. повітрі
  - в. всюди
  - б. в інших організмах

## 20. КЛАС ПТАХИ (8500 видів)

### 20.1. Загальна характеристика класу птахи

Клас птахи і ссавці є вершиною еволюції хребетних, які виникли незалежно один від одного. Вже у тріасовому періоді від звірозубих ящерів відділились перші примітивні ссавці. У кінці тріасового періоду – на початку ери з'явилися літаючі ящери. Птахоподібні ящери (археоптерикс) дали початок птахам. Перші ссавці і перші птахи заселили не засвоєні плазунами ділянки земель що викликало у них пристосування до більш різноманітних екологічних умов. А наявність конкурентів, таких як гігантські ящери, викликало удосконалення нервової системи, органів чуття та поведінки. Зміна умов життя на Землі – похолодання у кінці мезозою, призвело до переважання теплокровних тварин – птахів і ссавців, які стали господарями у різних середовищах життя на суші, воді, повітрі. Одночасну появу теплокровності у цих класів можна розглядати як ознаку конвергенції, яка виникла у подібних умовах середовища.

Кайнозойська ера – ера переважання птахів, ссавців комах і покритонасінних рослин, які не тільки пов'язані ланцюгами живлення, але визначають один для одного умови життя, розмноження і розселення.

У зв'язку з засвоєнням птахами повітряного середовища, у них з'явилось ряд пристосувань до польоту – ідіоадаптацій.

*Птахи* – високоспеціалізований і широко розповсюджений клас вищих хребетних, що представляє собою прогресивну гілку плазунів, які пристосовані до польоту. Про подібність птахів з плазунами свідчать такі загальні ознаки: тонка, бідна залозами шкіра, інтенсивний розвиток на тілі рогових утворень, наявність клоаки. До прогресивних рис птахів, які відрізняють їх від плазунів, відносяться:

- більш високий рівень розвитку центральної нервової системи, забезпечує пристосувальну поведінку птахів,

- висока (41-42°C) постійна температура тіла, яка підтримується складною системою терморегуляції,
- досконалі форми розмноження (гніздування, висиджування яєць і вигодовування пташенят).

Еволюція птахів йшла по єдиному шляху, пов'язаному з засвоєнням повітряного середовища. Політ птахів, як основний спосіб їх пересування (птахи зберегли здатність пересуватись по землі або лазити по деревах), що наклало відбиток на їх зовнішню і внутрішню будову, обумовило загальну одноманітність цієї групи наземних хребетних.

Тіло птахів поділено на відділи: голову, шию, тулуб і хвіст. На маленькій голові розміщені різні органи чуття. Щелепи перетворились на дзьоб, зубів немає. Форма дзьобів дуже різноманітна, це пов'язано з характером харчування. Шия у птахів різної довжини і відрізняється дуже великою рухливістю. Тулуб має округлу форму. Передні кінцівки перетворені на крила. Задні кінцівки – ноги, теж мають різну будову і це залежить від місця існування. Зазвичай на ногах є по чотири пальці, які закінчуються кігтями. Нижня частина ніг покрита роговими щитками. Вкорочений хвіст має віялоподібні рульові пера і у різних видів має неоднакову будову. (рис.20.1).

Шкіра птахів суха. Шкіряні залози відсутні, за виключенням куприкової залози, яка розташована на спинному боці біля основи хвоста. Секрет цієї залози слугує для змазування пір'я, що надає йому водонепроникності. Тіло птахів покрито пір'ям. Основу пір'яного покриву складають контурні пера, які складаються з стрижня (частина якого занурена у шкіру) і опахала. Опахало утворено багаточисельними борідками першого порядку. Вони відходять в різні боки від стрижня і з'єднані один з одним за допомогою крючечків-борідок другого порядку. Унаслідок чого опахало має вигляд пружної еластичної пластинки. Контурні пера надають тілу птаха обтічної форми. Великі контурні пір'я, які утворюють літаючу площу крила, називаються маховими, а ті, які утворюють площину хвоста – рульові. Під контурними пір'ями розташовуються мілкі з тонким стрижнем пухові пір'я, які не мають

зімкнутого опахала. Є також власне пух. Він має пружний стрижень з борідками першого порядку, що відходять від нього. Пір'яний покрив забезпечує збереження постійної температури тіла, обтічну форму, захист від механічних пошкоджень, видові особливості та аеродинамічні властивості.

Скелет птахів у зв'язку з пристосуванням до польоту легкий і міцний. Легкість скелету обумовлена пневматичністю багатьох кісток (заповнені повітрям), а міцність – зростанням окремих частин у ранньому віці. Череп птахів характеризується великими розмірами мозкової коробки, великими очницями, беззубими щелепами. Тонкі кістки черепа зростаються між собою, не утворюючи швів. Хребет складається з шийного, грудного, поперекового, куприкового і хвостового відділів. Тільки шийний відділ має значну рухомість, інші частини хребта малорухомі і міцно з'єднані між собою. Кінцеві хвостові хребці зростаються у куприкову кістку, яка є опорою для прикріплення рульового пір'я. Є грудна клітина, яка складається з грудних хребців, ребер і грудини. У літаючих птахів і пінгвінів грудина несе високий гребінь – кіль, до якого прикріплюються м'язи, які забезпечують рух крил (або ластів). Плечовий пояс складається з трьох парних кісток: лопатки, коропоїда і ключиці, які з'єднуються своїми передніми кінцівками, створюючи опору для крил. Скелет крила утворений великою плечовою кісткою, двома кістками передпліччя (ліктьовою і променевою) і кістками кисті з трьома пальцями. Тазовий пояс складається з трьох парних кісток: підвздошної, сідничної і лобкової, які зростаються між собою, а також з хребцями куприкового і частково сусідніх відділів хребта, утворюють складний криж. Кістки тазу знизу не з'єднані, що пов'язано з відкладанням птахами великих яєць, покритих твердою шкарлупою. Скелет задніх кінцівок утворений довгою стегною кісткою та зрослими великою і малою гомілковими кістками, цівкою, яка виникла унаслідок зростання ряду кісток плесни, передплесни і фалангів пальців. У зв'язку з великою рухомістю птахів і різноманіттям їх рухів, спостерігається більш сильна диференціація мускулатури та збільшення її відносної маси.

Травна система птахів характеризується подальшим ускладненням.

Унаслідок відсутності зубів функцію захвату і втримання здобичі виконує дзьоб. У ротовій порожнині їжа змочується слиною, після чого потрапляє у глотку, далі – у довгий стравохід, який має розширення – зоб, там їжа затримується і починається її травлення. З зобу їжа направляється у залозистий шлунок, де відбувається її хімічна обробка ферментами травних залоз. Механічно їжа обробляється у мускульному шлунку, в якого мускульні стінки утворені щільною оболонкою. Велику роль у перетравленні їжі відіграють мілкі камінці, які заковтуються птахами. Далі їжа переходить у кишечник, який ділиться на тонкий і товстий відділи. З тонкою кишкою сполучаються протоки печінки і підшлункової залози, вони відіграють важливу роль у розщепленні їжі. Коротка товста кишка відкривається у клоаку. З недорозвиненням у птахів прямої кишки пов'язано постійне виділення фекальних мас з кишечника, що має велике значення для збереження сталої маси тіла. Процес перетравлення їжі у птахів дуже активний. З інтенсивним обміном речовин пов'язано вживання великої кількості корму, особливо зростає у мілких видів, яким властива велика втрата тепла.

Дихальна система птахів має ряд особливостей, пов'язаних з пристосуванням до польоту. Легені у птахів губчасті і не мають внутрішньої порожнини. Бронхи, занурившись у легені, утворюють багаточисельні розгалужені утворення, навколо яких формується густа сітка капілярів. Саме тут відбувається газообмін. Частина розгалужених бронхів виходить за межі легень і розширяється у тонкостінні *повітряні мішки*, які розташовуються під шкірою, між м'язами і внутрішніми органами, в порожнинах трубчастих кісток. Об'єм повітряних мішків у багато разів перевищує об'єм легень, основна роль яких – участь у процесі дихання. Під час вдиху грудна клітина відходить від хребта, внаслідок цього об'єм порожнини тіла збільшується, повітряні мішки розтягуються і, як насос, засмоктують повітря, яке через ніздрі надходить у ротову порожнину, а потім по трахеї і бронхах заходить у легені, де відбувається газообмін. Частина повітря, насиченого киснем,

наповнює повітряні мішки (газообмін в них не відбувається). Під час видиху грудина наближається до хребта, порожнина тіла зменшується і під тиском внутрішніх органів повітря з легень виштовхується назовні, а повітря з повітряноносних мішків надходить у легені, де знову відбувається газообмін. Процес насичення крові киснем у легенях відбувається безперервно, як при вдиху, так і при видиху, тобто у птахів відбувається *подвійне дихання*. Крім того, під час польоту повітряні мішки запобігають можливості перегріву тіла птаха і забезпечують видалення з організму неперетравлених залишків їжі.

Кровообіг у птахів характеризується розділенням артеріального і венозного русел крові. Це забезпечується повним розділенням серця перегородкою на ліву і праву половину.

У птахів чотирикамерне серце, складається з двох передсердь і двох шлуночків. Вони мають замкнену кровоносну систему, кров рухається по двох колам кровообігу: малому і великому. У птахів з серця виходить дві судини: перша – легенева артерія, яка розділяється на дві гілки і несе венозну кров з правого шлуночка до легень, і друга – права дуга аорти, яка відходить від лівого шлуночка і забезпечує артеріальною кров'ю всі тканини і органи тіла. Циркулює кров по організму з великою швидкістю, що забезпечується енергійною роботою великого серця (наприклад, у мілких горобцеподібних птахів пульс у стані спокою складає 400-600 ударів на хвилину, а під час польоту більше 1000). Ця особливість кровоносної системи забезпечує підвищення рівня обміну речовин.

Центральна нервова система має значне збільшення головного мозку, у першу чергу великих півкуль головного мозку, середнього і мозку та мозочка. Прогресивний розвиток головного мозку птахів пов'язаний з високим загальним рівнем їх життєдіяльності, з більш складною взаємодією з середовищем існування.

Центральна нервова система птахів має п'ять відділів: довгастих, середній, проміжний, мозочок, великі півкулі головного мозку. Ускладнення будови мозку призвело до складної пристосувальної поведінки. Збільшення



розмірів середнього мозку пов'язано з розвитком його зорової зони, що забезпечують досконалість органів зору. Розвиток мозочка і поява в ньому складок і звивин забезпечує координацію рухів під час польоту.

Найважливіші органи чуття у птахів – зір і слух. Очі у них великі, мають три повіки: верхню, нижню і третю миготливу у кутку ока. Всі птахи розрізняють кольори. Гострота зору дуже велика, акомодация досконала, яка досягається зміною форми кристалика і відстанню від нього до сітківки. Органи слуху представлені внутрішнім і середнім вухом. Органи нюху розвинені погано.

Виділення продуктів обміну речовин забезпечується парними великими *тазовими нирками*, які лежать у поглибленнях тазу. Від них відходять сечоводи, які відкриваються у клоаку, сечовий міхур відсутній. Виведення з організму продуктів обміну речовин супроводжується незначною втратою води. Це пов'язано з тим, що сеча птахів складається з погано розчиненою у воді кашкоподібною сечовою кислотою. Крім того у клоаці вода, яка супроводжує продукти розпаду, всмоктується і знову повертається в організм, а сеча змішана з твердими рештками, виводиться назовні. Це обумовлює малу потребу птахів у воді.

Птахи – роздільностатеві організми з добре розвиненим статевим диморфізмом. Запліднення внутрішнє, відкладають яйця. У самців є парні бобовинні сім'яники, від яких відходять сім'япроводи, які з'єднують їх з клоакою. У самок статева система непарна: представлена одним (лівим) яєчником і лівим яйцеводом, який відкривається у клоаку. Яйцеклітини птахів мають великі розміри, запас поживних речовин знаходиться у жовтку. На його поверхні знаходиться зародковий диск, з якого розвивається зародок. Основна маса жовтка слугує запасом поживних речовин і води. Проходячи по яйцеводу, яйце покривається спочатку шаром білка, який захищає його від механічних пошкоджень і слугує джерелом води для зародка. У подальшому покривається пергаментною оболонкою і міцною вапняковою шкаралупою. Шкаралупа має

багато мілких пор, через які відбувається газообмін зародка з зовнішнім середовищем.

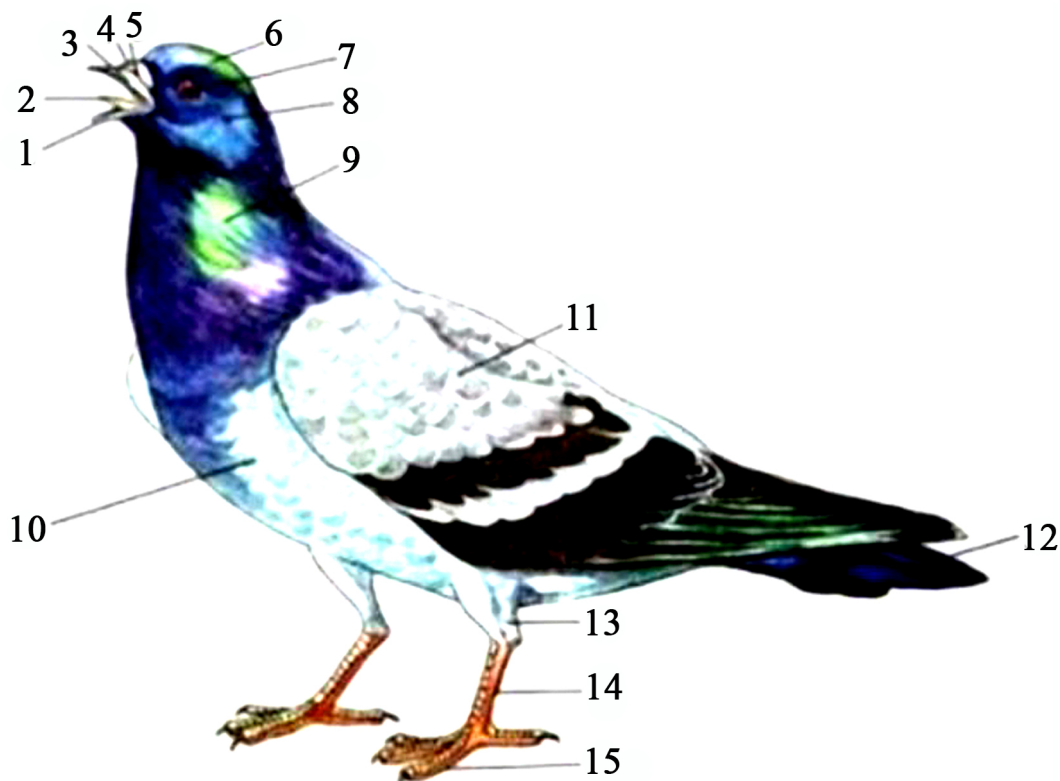


Рис.20.1. Зовнішня будова птаха:

1 – піддзьобок; 2 – язик; 3 – наддзьобок; 4 – восковиця; 5 – ніздря; 6 – голова; 7 – око; 8 – вушний отвір; 9 – шия; 10 – тулуб; 11 – крило; 12 – хвіст; 13 – гомілка; 14 – цівка; 15 – палець з кігтем.

### ***Клас Птахи. Сизий голуб***

**Будова тіла.** Тіло поділяється на голову, тулуб і хвіст. Передні кінцівки – крила, задні ноги. На голові розташований дзьоб, який складається з наддзьобку і піддзьобку. Ноги чотирипалі.

**Покрив.** Шкіра суха, без залоз покрита пухом і пір'ям (пуховими і контурними). Контурні пір'я двох типів: махові (на крилах) і рульові (хвостова лопать). Контурне перо складається з очину, стрижня і опахала, які утворені густою сіткою борідок першого і другого (з гачечками) порядків. Пухові пір'я, розташовані під контурними, не мають борідок другого порядку, тому вони не щільні. Пір'я линяють навесні. Куприкова залоза виділяє маслянисту речовину, яка змащує пір'я.

*Скелет.* Складається з черепа, хребта, поясів передніх і задніх кінцівок. Череп включає черепну коробку, очниці, верхню і нижню щелепи (основа дзьобу). Хребет підрозділяється на п'ять відділів: шийний, (одинадцять рухомо з'єднаних хребців), грудного, поперекового, куприкового і хвостового, з'єднаних нерухомо. Грудна клітина утворена п'ятьма парами ребер, які складаються з двох частин, які з'єднані рухомо. Грудина знизу має високий гребінь – кіль. Пояс передніх кінцівок представлений парними кістками – лопатками, ключицями і воронячими кістками. Ключиці утворюють вилочку. Скелет крила складається з плечової кістки, ліктвової і променевої кісток, кісток трипалої кисті. Кістки поясу задніх кінцівок – парні тазові, які зрослись з поперековим і куприковими відділами хребта і першими хвостовими хребцями. Нога складається з стегнової кістки, яка утворена зрослою великою і малою стегновими кістками, цівки (зрослі кістки стопи) і чотирьох пальців. Кістки скелету порожнисті, заповнені повітрям. (рис.20.2).

*М'язи.* Парні великі грудні м'язи, прикріплені до грудних і кілю, слугують для опускання крила, підключичні – для його підняття. Добре розвинені м'язи ніг, шиї та міжреберні.

*Травна система.* Рогові краї щелеп утворюють дзьоб, який забезпечує захват і розтирання їжі. Далі йде ротова порожнина (з язиком), глотка, стравохід, зоб, шлунок (залозистий і мускульний), кишечник (печінка, підшлункова залоза), задня кишка, клоака. Послід птахів – це суміш калових мас і сечі.

*Дихальна система.* Ніздрі, носова порожнина, гортань, трахея (голосовий апарат), дві легені (губчасті), повітряні мішки. Дихання подвійне, газообмін під час вдиху і видиху відбувається у легенях.

*Кровоносна система.* Серце чотирикамерне, складається з лівого і правого передсердь і лівого і правого шлуночків. Ліва половина містить артеріальну кров, права – венозну. Два кола кровообігу повністю ізольовані один від одного, унаслідок чого кров не змішується. Велике коло починається з лівого шлуночка і закінчується у правому передсерді, мале коло (легеневе)

починається у правому шлуночку і закінчується у лівому передсерді. Кровоносні судини великого кола кровообігу: аорта (права дуга), артерії, капіляри, легенева вена.

*Видільна система.* Тазові нирки, від яких відходять сечоводи, клоака, сечового міхура немає. Сеча високої концентрації, бо обмін речовин підсилений. Сеча змішується з каловими масами.

*Нервова система.* Представлена головним і спинним мозком і нервами. У головному мозку найбільш розвинені великі півкулі переднього мозку і мозочка. Властиві умовні рефлекси.

*Органи чуттів.* Очі з широким полем зору і високою гостротою. Органи слуху представлені внутрішнім (завитка і орган рівноваги) і середнім вухом (одна слухова кісточка). Слух дуже тонкий. Нюх розвинений слабо.

*Розмноження.* У самок один лівий яєчник і яйцепровід, у самців парні бобовинні сім'яники, сім'япроводи і сім'яний пухирець у клоаці. Зовнішніх статевих органів немає: сперматозоїди з клоаки самця проходять у клоаку самки при їх контакті. Запліднення відбувається у яйцеводі, після чого яйцеклітина збільшується у розмірах, покривається оболонками (жовтковою, білковою, двома захисними: пергаментною і вапняковою) і у вигляді яйця виходять у клоаку. Процес продовжується 12 – 48 годин.

*Розвиток.* Починається тільки у результаті зігрівання яйця (висиджування) з зародкового диску (зиготи), який знаходиться у жовтку. На ранніх етапах розвитку зародок проходить ті ж етапи, що і всі хордові: у нього є зябра, хвіст. По мірі розвитку з'являється пір'я, дзьоб, а хвіст зникає. Дзьобом пташеня прориває внутрішні оболонки яйця і вперше дихає легеньми в повітряній камері. Його пищання – початок легеневого дихання. Бугорком на дзьобові (зародковий зуб) пташеня пробиває шкарлупу яйця і виходить з неї. Пташенята голі, беспорадні, їх зазвичай два. Батьки турбуються про них, для годівлі у зобові виробляється «пташине молоко», яке вкладається у дзьоб пташеняти. Пізніше у зобові рослинний корм стає м'яким. Тип розвитку – гніздовий і виводковий.

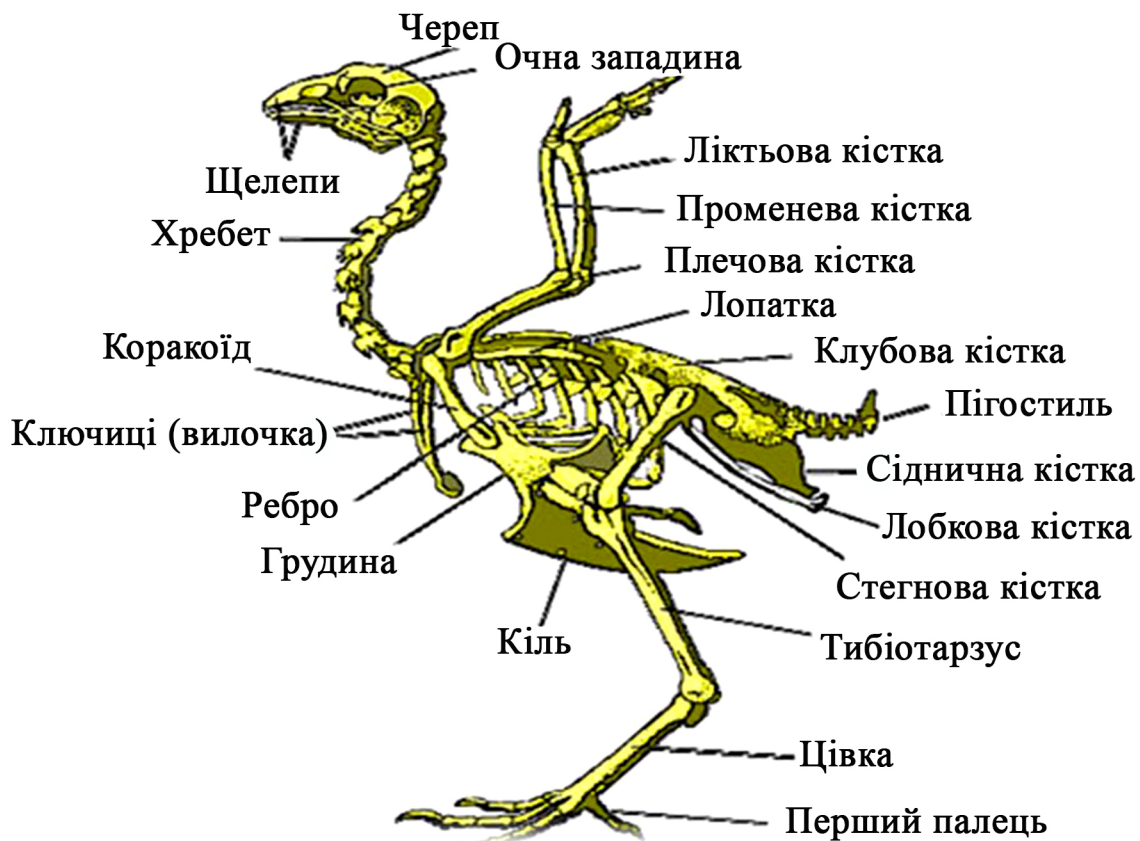


Рис.20.2. Будова скелету птаха.

### *Сезонні явища у житті птахів.*

Розмноження більшості птахів помірних південних широт відбувається у кінці весни і на початку літа, тобто у найбільш сприятливий для вигодовування пташенят порі року.

Облаштування гнізд є характерною ознакою розмноження. Більшість птахів будують і облаштовують гнізда. Не будує гнізд зозуля, тому що відкладає яйця у чужі гнізда. Кількість яєць у кладці коливається від одного (пінгвіни, орли, кайри) до двадцяти двох (сіра куріпка). У більшості птахи висиджують свою кладку обоє батьків (голуби, чайки, горобцеві) або тільки самка (кури, гуси), у деяких тільки самець (страус ему).

В залежності від ступеня розвитку пташенят, їх поділяють на виводкові та нагніздні. Пташенята виводкові вкриті пухом, зрячі, здатні через короткий час самостійно житися і вести активний спосіб життя. До них відносяться кури,

гуси, качки. У нагніздних пташенята голі і сліпі. Потребують догляду батьків (дятли, голуби, горобці).

В залежності від місця проживання і розмноження, птахів поділяють на осілих, мігруючих і перелітних. Осілі птахи (синиці, сойки) впродовж року живуть у одній місцевості. Мігруючі птахи (шишкар, снігурі, чечітки), об'єднуючись після сезону розмноження у невеликі зграйки, перелітають у ліс. Перелітні птахи, восени збираючись у великі зграї, летять на постійне місце зимівлі за тисячі кілометрів від місць гніздування. Під час перельотів вони орієнтуються за положенням сонця і місяця, зоряного неба та особливостями ландшафту.

### ***Походження птахів***

Птахи походять від ранніх мезозойських рептилій, які систематично близькі до давніх плазунів – псевдозухій, які дали початок динозаврам і крокодилам. Це були наземні тварини, які бігали на задніх ногах, а потім лазили по деревах. Розростання рогових лусочок, які покривали зовнішню частину передніх кінцівок, і перетворення їх у пір'я призвело до здатності спочатку перестрибувати з гілки на гілку, а потім подовжувати стрибки і перейти до польоту.

### ***Середовища існування птахів.***

Птахи – багаточисленний (нараховує 8,6 тисяч видів) і широко розповсюджений клас хребетних тварин. В ході еволюції вони пристосувались до різних умов існування, з чим і пов'язано виникнення серед них екологічних груп, які живуть у певних умовах. Використовують специфічну їжу і мають пристосування до її добування. Тому розрізняють такі екологічні групи птахів: парків і садів, пасовищ і полів, боліт і узбереж, пустель і степів та лісів.

### ***Птахи парків і садів, луків і полів***

Це мешканці культурних ландшафтів. До них належать представники ряду горобині: синиця, мухоловка, горобець, ластівка, жайворонки. Більшість з них комахоїдні. Ластівки і мухоловки ловлять комах у повітрі, синиці збирають їх з гілок, а жайворонки – з землі і трави. Гніздяться на деревах,

частково у дуплах (синиці, мухоловки, шпаки). Міська і сільська ластівки будують гнізда на будівлях, берегова – у норах, а жайворонки будують гнізда на землі. Більшість гарно співають. Знищують шкідливих комах.

### ***Птахи лісу***

Це найбільш багаточисленна група видів з різноманітними формами, життя яких пов'язано життям у лісі.

➤ Птахи, які живуть на деревах. У цю групу входять види, найбільш спеціалізовані до повзання по деревах. Це представники ряду дятлів (великий яскравий дятел, чорний дятел), горобиних (поповзень, щоглик, чечітки). Вони добувають корм і гніздяться на деревах. Дятли гніздяться у дуплах і дістають комах долотоподібним дзьобом. Мають короткі ноги з загнутими кігтями. У дятлів два пальці спрямовані вперед, а два – назад, що дозволяє їм швидко лазити по деревах, спиратись на жорсткі пружні пір'я хвоста. Багато птахів з цієї групи живляться насінням. Дятли, поповзні, пищухи знищують комах – шкідників лісу.

➤ Лісові птахи, які гніздяться на деревах. Корм добувають у повітрі. До цієї групи належать яструби (денні хижі птахи), мухоловки (ряд горобцеві).

➤ Лісові птахи, які гніздяться на землі. Корм добувають на землі і на деревах: курячі – рябчик, глухар, тетерук. Літом вони живляться ягодами, комахами, частинами рослин, зимою – хвоєю (глухар), бруньками берези (рябчик, тетерук). Вони є об'єктами промислового і спортивного полювання.

### ***Птахи боліт і прибережних водойм***

Їх представниками є лелеки і чаплі. Це великі птахи, пересуваються на довгих тонких ногах з довгими пальцями. Живляться мілкими тваринами, добуваючи їх з поверхні ґрунту або добуваючи з води своїм довгим жорстким дзьобом. Гніздяться на деревах. До цієї групи належать лебеді, гуси, качки, чирки, пінгвіни. Ці птахи з добре розвиненими перетинками на ногах. Вони

добре плавають, ниряють але добре ходять по суходолу, літають погано, а деякі з них не літають (пінгвіни). Корм добувають у воді, рідко на суходолі. Гніздяться у водоймах. Багато видів мають промислове значення.

### *Птахи пустель і степів*

Ними є мешканці відкритих просторів. У цю групу входять : страуси (ряд страуси), дрохва (ряд дрохви), журавлі (ряд журавлі). Великі птахи, які мають довгі і сильні ноги, часто живляться і гніздяться на землі. У пошуках корму переважно ходять і бігають, а не літають. У зв'язку з промислом і розорюванням земель чисельність цих птахів різко скоротилась.

## **20.2. Екологія птахів**

Наймолодші у еволюційному відношенні, високорозвинені тварини, для яких властиві ходіння на двох ногах, пір'яний покрив, наявність крил і дзьоба, теплокровні з інтенсивним обміном речовин, з добре розвиненим головним мозком і складною поведінкою. Всі ці особливості птахів дозволили їм широко розселитись по земній кулі і зайняти всі середовища існування – суходіл, водне, повітря. Вони заселяють будь-які території, від високих полярних широт до малих океанічних островів. Середовище існування є фактором добору у еволюції птахів: будова тіла, крил, кінцівок, способи руху, добування їжі, особливості нащадків. Птахам властиві сезонні цикли, які найбільш помітні у перелітних птахів і менш помітні у кочуючих в межах своєї зони або осілих птахів. Найбільше видове різноманіття птахів зосереджено у тропічній зоні. Майже кожен вид птахів може жити в декількох різних біоценозах. Найбільш багаточисленною групою є птахи лісу, серед яких є хижакі, рослиноїдні і всеїдні. Гніздяться вони у дуплах, на гілках, на землі. Птахи відкритих місць – луків, степів, пустель – будують гнізда на землі. Птахи узбереж гніздяться на скалах, утворюють пташині базари, де декілька видів птахів не тільки разом живуть, але й захищаються від ворогів. Для птахів чітко виражена динаміка змін чисельності популяції. Так, максимум птахів на Землі (до 100 млрд. особин) спостерігається після злету молодих особин, мінімум –



до початку наступного літа (знижується чисельність до 10 разів). Велику роль у зміні кількості птахів відіграє господарська діяльність людини. Скорочуються площі лісів, боліт, луків, природних водойм, деяких птахів знищують. Роль птахів у ланцюгах живлення велика, тому що вони представляють кінцеві ланки ланцюгів живлення. Велике значення птахів у розповсюдженні плодів і насіння. У господарській діяльності людини значення птахів позитивне: вони знищують гризунів, комах – шкідників, насіння бур'янів, це є одним з біологічних методів боротьби з шкідниками полів і садів. Птахів необхідно охороняти і берегти, підгодовувати, особливо взимку, не руйнувати гнізда. Своїми піснями вони сповіщають про зміну пір року, співаючи пісні наповнюють ліси і парки своїм місцем психологічної реабілітації. Шкоди птахи приносять мало: спустошують сади, поля, можуть зіштовхнутись з літаком, разносять інфекційні захворювання – грип, сальмонельоз, розповсюджують кліщів і бліх. Людина займається птахівництвом, розводить домашніх птахів, а також декоративних.

### **Питання для самоконтролю**

1. Коли і від кого пішли птахи?
2. Чим відрізняється клас птахів від інших хребетних ?
3. З яких відділів складається тіло птаха?
4. Чим вкрито тіло птаха?
5. Перерахуйте типи пір'я за будовою та функціями.
6. Які залози є у шкірі птаха?
7. З яких відділів складається скелет птахів?
8. Скільки шийних хребців у птахів?
9. Які птахи мають киль і яке його значення?
10. Чим відрізняються кістки птахів від кісток інших хребетних ?
11. Які групи м'язів найбільш розвинені у птахів і чому?
12. Чим відрізняються пояси кінцівок птахів і плазунів?
13. Які ознаки подібності у птахів і плазунів?
14. Як відбувається зліт і політ птахів?
15. Які відділи травної системи приймають участь у подрібненні їжі?
16. Як пояснити велике вживання їжі птахами?
17. Яку їжу перетравлюється швидше – рослинна чи тваринна ?
18. Яку роль у життєдіяльності птахів відіграло поділ серця на праву і ліву половини?

19. Де починається і де закінчується велике коло кровообігу?
20. Чим пояснюється частота скорочення серця?
21. Які пристосування з'явилися у птахів для збереження сталої температури тіла?
22. Яка роль теплокровності для розселення птахів по Земній кулі?
23. З чого утворюються і де розташовуються легеневі мішки?
24. Яким чином птахи отримують достатньо кисню для підтримки високого рівня обміну речовин?
25. Які відділи головного мозку найбільш розвинені у птахів і чому?
26. Яка будова яйця курки?
27. Які особливості будови органів виділення і розмноження птахів?
28. З чим пов'язані перельоти птахів?
29. Чим відрізняються виводкові і нагніздні пташенята?
30. Які птахи шкідливі, корисні, відносно шкідливі?
31. Які птахи є зерноїдними, комахоїдними, хижими?

### Тестові завдання

1. Які відмінні ознаки птахів
  - а. вкриті пір'ям
  - б. двоногі
  - в. теплокровні
  - г. розмножуються яйцями
  - д. крила
  - е. дзьоб
2. Що спільного у птахів і плазунів
  - а. линька
  - б. суха шкіра
  - в. рогові лусочки
  - г. відсутність зубів
  - д. відсутність сечового міхура
  - е. чотирикамерне серце
  - ж. розмноження яйцями
3. Які пристосування до польоту властиві для птахів
  - а. пір'я
  - б. крила
  - в. відсутність зубів
  - г. легеневі мішки
  - д. відсутність сечового міхура
  - е. один яєчник
  - ж. розмноження яйцями

4. Які органи травлення виникли у зв'язку з відсутністю зубів і щелеп у птахів
- а. зоб
  - б. залозистий шлунок
  - в. мускульний шлунок
  - г. дванадцятипала кишка
5. Що забезпечує стійкість польоту
- а. положення крил
  - б. положення голови
  - в. положення внутрішніх органів
  - г. вестибулярний апарат
6. Що являє собою пташиний послід
- а. калові маси
  - б. суміш калових мас і сечі
  - в. сеча
7. Які судини відходять від серця
- а. артерії
  - б. вени
  - в. капіляри
8. Які судини приносять кров у серце
- а. артерії
  - б. вени
  - в. капіляри
9. Як називаються судини малого кола кровообігу
- а. аорта
  - б. легенева артерія
  - в. порожниста вена
  - г. легенева вена
10. Яка кров знаходиться у правому передсерді і правому шлуночку
- а. венозна
  - б. артеріальна
  - в. змішана
11. Скільки разів за хвилину скорочується серце птаха
- а. 20
  - б. 70
  - в. 100
  - д. 400

12. За рахунок якого з дихальних шляхів утворюються легеневі мішки
- а. трахея
  - б. бронхи
  - в. бронхіоли
  - г. легені
13. Чому птахи відкладають не всі яйця відразу, а поступово
- а. мають один яєчник
  - б. зменшення маси тіла у польоті
  - в. мале число яєць
  - г. умови інкубації
  - д. турбота про потомство
14. Які птахи є виводковими
- а. голуби
  - б. дятли
  - в. орли
15. Де переважно живуть птахи
- а. воді
  - б. повітрі
  - в. ґрунті
16. Яке значення птахів у природі
- а. запилювачі рослин
  - б. знищують шкідників
  - в. естетичне значення
  - г. разнощики хвороб людей

## 21. КЛАС ССАВЦІ АБО ЗВІРІ (5 тис. видів)

### 21.1. Загальна характеристика класу Ссавці

Характерними ознаками класу ссавців є: живонародження, поява молочних залоз, діафрагми, теплокровності, розвитку вищої нервової діяльності. Вершиною еволюції ссавців став рід Людина, вид Людина розумна (*Homo sapiens*). Історичний розвиток ссавців відбувався трьома напрямками:

Яйцекладні ссавці, Сумчасті ссавці, Плацентарні ссавці. Тільки представники плацентарних – вищі ссавці, у яких народжуються розвинені малюки, стали переможцями у боротьбі за існування. Яйцекладні і сумчасті на всіх континентах, крім Австралії, зникли.

Народження добре розвинених малюків дало можливість стати переможцями у боротьбі за існування.

Яйцекладні і сумчасті, що жили на всіх континентах, крім Австралії, піддалися природному добору і вимерли.

Ссавці найбільш високоорганізований клас хребетних тварин, які мають ряд прогресивних ознак:

- високорозвинену центральну нервову систему, у якій важливе місце займає кора великих півкуль переднього мозку;
- властиве живонародження і вигодовування малюків молоком матері;
- мають інтенсивний обмін речовин із складною системою терморегуляції, яка забезпечує сталу температуру тіла (+37 – 38°C);
- всі ці ознаки будови забезпечують складну пристосувальну поведінку, можливість широкого розповсюдження у різних природних умовах, створюють більш сприятливі умови для виживання нащадків;
- розміри і зовнішні ознаки ссавців різноманітні. Маса тіла коливається від 2-3 г (землерийка малюк) до 150 т (синій кит);
- форма тіла, як удосконалення окремих частин, коливається у залежності від середовища існування і способу життя;

- передні і задні кінцівки (особливо довгі у наземних звірів) розташовуються під тулубом, що забезпечує значне підняття тіла ссавців над землею.

Шкіра ссавців товста, щільна, двошарова. Поверхнево розташовані клітини зовнішнього шару – епідермісу, піддаються зроговінню і поступово злущуються. Внутрішній шар шкіри – дерма – добре розвинена, в її нижній частині відкладається жир. У шкірі розташовується основа волосся, яка утворює *волосяний покрив*. Волосся представляє собою ниткоподібні рогові утворення – похідні епідермісу. Густий волосяний покрив ссавців (хутро), виконує функцію терморегуляції. Його втрата пов'язана з пристосуванням тварин до особливих умов існування (водне середовище китоподібних). Основу волосяного покриву у багатьох видів складають ніжне, тонке і коротке пухове волосся, що забезпечує теплозахисні властивості хутра. Між ними розташовується грубе, товсте і довге остисте волосся, яке захищає пухове волосся і шкіру від механічних пошкоджень. Похідними епідермісу у ссавців слугують: кігті, нігті, копита, роги носорогів, антилоп. У шкірі ссавців розташовуються різні залози (потові, сальні, пахучі, молочні). Найбільш багаточисельні потові, виділяють з організму піт, який складається з води, сечовини і солей. Випаровування води з поверхні тіла тварини забезпечує охолодження. У собак потові залози розвинені погано і охолодження організму досягається частим вдихом і видихом. Сальні залози виділяють жирний секрет, захищає шкіру від висихання та намокання. За допомогою пахучих залоз ссавці впізнають особин іншої статі, мітять територію і захищаються. Молочні залози виділяють молоко, яким вигодовують малюків.

Скелет ссавців складається з скелета голови, хребта, кісток поясів кінцівок і вільних кінцівок. Череп утворений товстими масивними кістками, що з'єднуються швами, і характеризуються збільшеними розмірами мозкової коробки, де розміщений головний мозок. Очниці порівняно невеликі. Череп з'єднується з хребтом двома хребцями. Хребет складається з хребців, які мають плоскі з'єднувальні поверхні, між якими розташовані хрящові диски.

Хребет має відділи: шийний (7 хребців), грудний, поперековий і хвостовий відділи. Грудні хребці несуть ребра і разом з грудиною утворюють грудну клітину. У куприковому відділі хребці зростаються, у інших відділах залишаються вільними, що забезпечує велику або малу рухомість хребців у різних видів ссавців.

Пояс передніх кінцівок представлений парними лопатками і ключицями. У видів, кінцівки яких виконують одноманітні рухи у одній площині (вперед – назад), ключиці відсутні (копитні). Пояс задніх кінцівок складається з парних підвздошної, сідничної і лобкових кісток, які зростаються між собою. Кінцівки ссавців побудовані по типу п'ятипалої кінцівки наземних хребетних. Передні кінцівки утворені плечем, передпліччям, складаються з ліктьової і променевої кісток і кисті, а задні – стегном, гомілкою, великою і малою стегною кістками і стопою. У ссавців, які швидко рухаються, число пальців скорочено: у парнокопитних розвинені два (третій і четвертий) пальці, а у непарнокопитних – один (третій) палець.

Мускулатура ссавців сильно диференційована і представлена багато чисельними м'язами різного значення. У них є діафрагма, що ділить порожнину тіла ссавців на грудну і черевну частини. Вона має вид купола, вершина якого обернена до легень. Діафрагма приймає участь у акті дихання.

Травний тракт довгий і поділений на відділи. Ротовий отвір має м'які рухомі губи. Їх немає у однопрохідних і китоподібних. Зуби ссавців знаходяться у особливих комірках щелепних кісток і поділяються на *різці*, *клики*, *корінні*. Число, форма і функції зубів у різних груп ссавців неоднакові і слугують важливою систематичною ознакою тварин, яка пояснює спосіб життя і характер їжі. У ротовій порожнині їжа пережовується зубами і язиком і піддається хімічному впливу слини, після чого вона переходить у глотку, потім у стравохід і шлунок. Будова шлунка відповідає характеру їжі. Шлунок ссавців поділяється на відділи. Стінки шлунку виділяють шлунковий сік, що містить соляну кислоту і ферменти, вони забезпечують процес травлення. Від шлунку відходить кишечник, який починається дванадцятипалою кишкою, в

нього відкриваються протоки печінки і підшлункової залози. Їх секрет важливий для травлення їжі. Просякнута соками їжа надходить у тонку кишку, де піддаються впливу кишкового соку і тут же розчинені речовини їжі всмоктуються у кров. Неперетравлена їжа надходить потім у товсту кишку. На межі тонкого і товстого відділів кишечника знаходиться сліпа кишка, яка забезпечує бродіння їжі рослинної клітковини, і тому отримала найбільший розвиток у багатьох гризунів і зайцеподібних. Товстий кишечник переходить у пряму кишку, закінчується анальним отвором. Загальна довжина кишечника ссавців у декілька разів перевищує довжину тіла, що є особливістю у розвитку рослиноїдних видів.

Різноманіття кормів для споживання дуже велике. Багато ссавців пристосувались до вживання різноманітної рослинної їжі, інші живляться різними тваринами.

Легені ссавців мають комірчасту будову. Це обумовлено розгалуженням у легенях бронхів, які утворюють складну сітку мілких гілочок – бронхіол, і закінчуються багаточисленними легеневиими пухирцями – альвеолами. У їх тонких стінках утворюється густа сітка капілярів кровоносних судин. Поява у ссавців альвеол значно збільшила поверхню газообміну. Значення шкіри в диханні невелика, це пов'язано з ороговінням епідермісу і відносно невеликою її поверхнею порівняно з дихальною поверхнею легень. Механізм дихання ссавців пов'язаний зі зміною об'єму грудної клітини внаслідок руху ребер і діафрагми. Число дихальних рухів у хвилину при зменшенні розмірів тіла збільшується (у коня – 8-16, у миші – 200 разів), це тісно пов'язано з різницею інтенсивності обміну речовин.

Серце ссавців має чотири камери, складається з двох передсердь і двох шлуночків. Кров рухається по двох колах кровообігу: великому і малому. Велике коло кровообігу починається у лівому шлуночку, з якого виходить одна *ліва дуга аорти*, вона несе артеріальну кров до органів і закінчується у правому передсерді, куди збирається вся венозна кров від органів. Мале коло кровообігу починається у правому шлуночку, з нього венозна кров по



легеневих артеріях доставляється до легень. Від легень артеріальна кров по легеневих венах надходить у ліве передсердя. З передсердь кров переходить відповідно у шлуночки, з яких починаються рух крові по двом колам кровообігу. Міленькі і багаточисленні еритроцити крові ссавців позбавлені ядер, що значно збільшує кількість кисню, який вони транспортують, а також визначають великий кисневий об'єм крові. Частота серцевих скорочень залежить від інтенсивності обміну речовин у різних видів (у бика частота пульсу – 24, у миші – 600 ударів на хвилину).

Головний мозок ссавців складається з п'яти відділів і має великі розміри, що пов'язано з розвитком півкуль переднього мозку і мозочка. Розміри головного мозку в одиниці, а у більш високорозвинених видів – в десятки разів перевищує розміри спинного мозку. Зовнішній шар півкуль утворений сірою речовиною, складається з нервових клітин і нервових волокон, і називається корою. Кора великих півкуль – центр вищої нервової діяльності ссавців. У вищих ссавців (особливо у мавп) кора переднього мозку має велику кількість звивин, які збільшують її площу. (Рис.21.1)

З органів чуттів у ссавців особливо добре розвинені органи нюху та слуху. Нюховий апарат має збільшений об'єм нюхових капсул і нюхові раковини. Орган слуху, крім внутрішнього і середнього вуха, представлений зовнішнім слуховим проходом і вушною раковиною, яка підсилює звукове сприйняття. У порожнині середнього вуха у ссавців знаходиться три кісточки: стремінце, молоточок, коваделко, які забезпечують кращу передачу звукових хвиль.

Зір у ссавців розвинений погано. Функцію дотику виконують чутливі волосся (вібриси), які розташовуються на голові (вуса, брови), а також на інших частинах тіла.

Органами виділення є тулубні нирки, які мають бобовидну форму і розташовуються у черевній порожнині тіла по обох боках хребта. Від кожної нирки відходить по сечоводу, що відкриваються у сечовий міхур, з якого

утворена сеча періодично виводиться назовні. У ссавців основним продуктом білкового обміну слугує сечовина.

Ссавці – роздільностатеві організми. Самці і самки часто відрізняються зовнішніми ознаками (розмірами, кольором). У самців статеві залози представлені парними сім'яниками, у самок – парними яєчниками. Запліднення яйцеклітин відбувається у яйцеводах самок. Лише декілька видів (єхидна, качкодзьоб) розмножуються відкладанням яєць. Більша частина видів живородні. Зародок розвивається у особливому мускульному органі жіночої статевої системи – матці. У період внутрішньоутробного розвитку (вагітності) він пов'язаний з організмом матері через плаценту, яка утворюється унаслідок зростання оболонки, яка оточує зародок з стінкою матки. У цьому місці встановлюється тісний контакт між кровоносними судинами зародка і материнського організму, що забезпечує газообмін у тілі зародка, його живлення і видалення продуктів життєдіяльності. Тривалість вагітності у різних видів відрізняється. Народження у ссавців відбувається в кінці весни – на початку літа, це період найсприятливіший для вирощування нащадків. Усі ссавці вигодовують своїх малюків молоком, які містять всі необхідні для їх розвитку поживні речовини – білки, жири, вуглеводи, вітаміни і мінеральні солі. Після закінчення періоду вигодовування молоком малюки деякий час залишаються з матір'ю, яка їх охороняє і виховує. Потім сім'я розпадається і молодняк розселяється. Термін існування сімейних відносин у різних видів різний. У мишей, які розмножуються декілька разів на рік, розселення молодняка починається у віці одного місяця. Це пов'язано з забезпеченістю молодих тварин легкодоступним кормом. У більшості видів ссавців самці не приймають участі у вихованні потомства. Пари у ссавців утворюються тільки на один сезон розмноження (лисиці, бобри) і на декілька років (вовки, мавпи).

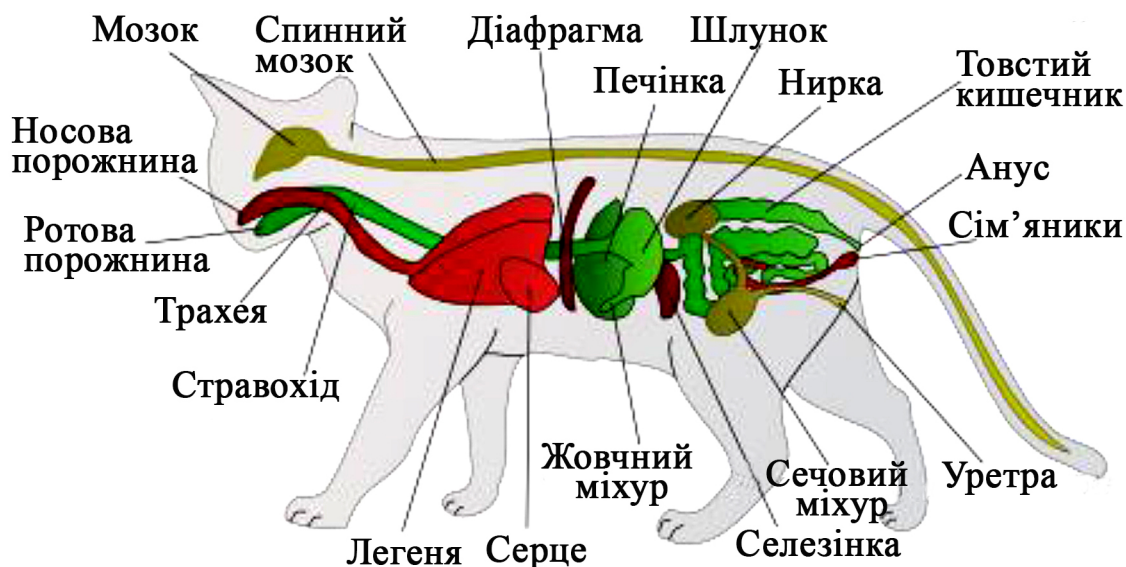


Рис.21.1.Внутрішня будова ссавців.

### *Клас ссавці. Домашня собака*

*Будова тіла.* Тіло поділяється на голову, шию, тулуб і хвіст. Дві пари п'ятипалих кінцівок з висунутими кігтями знаходяться під тулубом. На голові – вушні раковини, чутливі волоски, витягнутий ніс, рот з губами, очі з двома повіками і віями на них.

*Покрив.* Волосяний покрив, складається з шерсті (ость) і підпушку, періодична линька. Потових залоз у шкірі мало, мають сальні і пахучі залози. Молочні залози – видозмінені потові з сосками.

*Скелет.* Включає череп, хребет, грудну клітину, пояс передніх кінцівок і задніх кінцівок, вільні кінцівки. *Череп* складається з мозкового і лицьового відділів, очниць, верхньої і нижньої щелеп, на яких знаходяться 42 зуби, різних за формою і функціями (різці, клики, кутні). Зуби знаходяться у лунках, мають корінь, шийку і коронку, покриті емаллю. Молочні замінюються постійними. *Хребет* складається з 7 шийних, 12 грудних, 6 поперекових хребців, з'єднаних рухомо, 3-4 куприкових, які зрослись з кістками тазу, і хвостових (з'єднаних рухомо) хребців, число яких може бути різним. *Грудна клітина* утворена грудним відділом хребта, 12 парами ребер і грудиною. *Пояс передніх кінцівок:* дві лопатки з прирослими воронячими кістками; ключиці не

розвинені, тому що рухаються в одному напрямку. *Пояс задніх кінцівок:* Кістки тазу: передні лапи – плечова кістка, ліктьова і променева, кістки зап'ястка, кисті, пальців; задні лапи – стегнова кістка, велика і мала гомілкові (колінний суглоб має чашечку), у передплесні – п'яткова кістка, кістки стопи, кістки пальців. Властиве ходіння на фалангах. (рис.21.2).

*М'язи.* Найбільш розвинені жувальні, м'язи спини і кінцівок. Діафрагма – м'яз, що приймає участь у дихальних рухах, відділяє порожнину тіла на грудну і черевну, мають мімічні м'язи.

*Травна система.* Рот з зубами, м'язовий язик з смаковими сосочками, слинні залози. Глотка, стравохід, шлунок, кишечник має відділи (тонкий, товстий і пряму кишку) та залози: печінка та підшлункова залоза. Їжу вживають рослинну та тваринну.

*Дихальна система.* Носова порожнина складається з дихального і нюхового відділів; гортань (з голосовими зв'язками), трахея, два бронхи, легені (складаються з бронхіол і альвеол). Дихальні рухи за допомогою грудної клітини і діафрагми. Дихання швидке, неглибоке, тому тепловіддача відбувається шляхом охолодження поверхні верхніх дихальних шляхів, ротової порожнини і язика.

*Кровоносна система.* Серце чотирикамерне, два кола кровообігу. Від лівого шлуночка відходить ліва дуга аорти, від якої відходять артерії. Число скорочень серця 120 ударів на хвилину.

*Видільна система.* Тазові нирки бобовидної форми, сечоводи, сечовий міхур, сечовивідний канал. Виділення відбувається також через шкіру ( потові залози). Виділяється вода, солі, сечовина.

*Нервова система.* Центральна – головний і спинний мозок, і периферична – нерви і нервові вузли. Кора великих півкуль мозку – центр вищої нервової діяльності. Кора має звивини, добре розвинений мозочок. Для ссавців властиві умовні і безумовні рефлекси.

*Органи чуттів.* Добре розвинені нюх, дотик і слух. Орган слуху складається з трьох відділів: зовнішнього (вушна раковина), середнього (три слухові кісточки – молоточок, коваделко, стремінце і внутрішнє. Кольоровий

зір відсутній, вловлюють пози, міміку, рух і все це аналізується у корі головного мозку.

*Розмноження.* У самок парні яєчники, яйцеводи, матка, піхва, переддвер'я піхви (туди відкриваються сечові протоки). У самців парні сім'яники (у мошонці), сім'япровід, сечовий канал, зовнішні статеві органи. Запліднення у яйцеводах самки, куди проникає сперма. Зигота розвивається у матці, де зародок через плаценту отримує від матері живлення, кисень і вивільняються від продуктів розпаду.

*Розвиток.* Після народження малюк живиться молоком матері, яка після годування молоком передає життєвий досвід поведінки при полюванні своїм нащадкам.

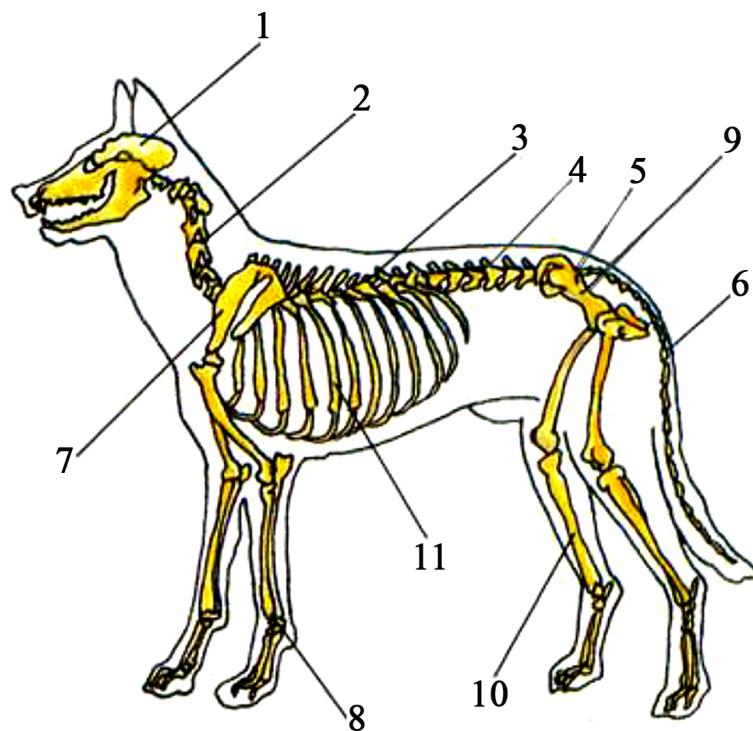


Рис.21.2 Будова скелету ссавців.

## 21.2. Різноманітність ссавців.

*Підклас Яйцекладні*, або Першозвірі. Давня примітивна група ссавців, яка мешкає у Австралії. Основні представники – качкодзьоб та ехидна. Розмножуються відкладанням яйця розміром 1 – 2 см, яке або виношує у сумці на череві, або висиджує у гнізді. Дітей вигодовує молоком, яке злизує з шерсті

самок, тому що не має сосків. Губи і зуби відсутні. Не дивлячись на волосяний покрив, температура тіла низька і непостійна (+ 25-30°C). Качкодзьоб – напівводяний звір, покритий густим хутром. На пальцях кінцівок є плавальні перетинки, хвіст плоский, роговий плоский дзьоб, схожий на качиний. Живуть у водоймах з прибережною рослинністю. Гнізда будують у норах, вхід в які відкривається під водою. Живляться водними безхребетними.

Єхидна – наземна риуча тварина. Волосяний покрив частково утворений голками. Кінцівки мають кігті. Живе у норах. Живляться мурахами, яких добувають довгим липким язиком, змоченим слиною.

*Підклас Сумчасті.* Представники сумчастих раніше були широко представлені на Землі. У наш час вони зустрічаються лише в Австралії, Північній і Південній Америці. Сумчасті народжують малюків, які на ранніх стадіях розвитку мають дуже маленькі розміри, це пояснюється відсутністю плаценти і коротким терміном вагітності. Малюків виношують у сумці, яка розташовується на череві, де є молочні залози. Сумчасті дуже різноманітні. До них належать: кенгуру, сумчастий ведмідь – коала, сумчастий кріт, сумчаста білка, сумчаста миша.

*Клас Плацентарні.* До цього класу відносяться більшість сучасних ссавців. Характерними ознаками яких є: добре розвинена плацента, до моменту народження дитинча розвинене. Термін вагітності плацентарних залежить в основному від розмірів і коливається від двох тижнів (миші, полівки), до двох років (слони). На щелепах розташовані зуби, що диференційовані на різці, клики і корінні. Молочні змінюються на постійні.

*Ряд комахоїдні.* До цього ряду належать землерийки, кроти, їжаки. Це невеликі погано розвинені, давні плацентарні звірі. Півкулі переднього мозку маленькі і без звивин. Зуби диференційовані. Морда закінчується рухомим хоботком, за допомогою якого вони обнюхують навколишні предмети.

*Ряд рукокрилі.* Об'єднують біля 1000 видів літаючих мишей і криланів. У зв'язку з засвоєнням повітряного середовища вони набули ряд пристосувальних рис організації. Їх крила являють собою шкіряні перетинки, що натягнуті між витягнутими пальцями передніх кінцівок, передніми і

задніми кінцівками і хвостом. Рух крил обумовлений роботою сильної грудної мускулатури, яка прикріплюється до кіля грудини. Активні в темну пору дня. Вдень ховаються у печерах, дуплах, де сплять, прикріпившись задніми ногами за опору і висять головою вниз. На зиму залишаються у тих місцях, що і літом, але впадають у сплячку, інші відлітають у теплі краї. Зір у них слабкий, а слух гострий. Під час польоту орієнтуються за допомогою звуколокації, видають звуки високої частоти (людське вухо їх не розрізняє), які потім сприймає у віддзеркаленому вигляді. Це дозволяє рукокрилим у нічний час не стикатись з перешкодами і ловити комах. Ловлячи їх, приносять велику користь.

*Ряд гризунів.* Один з представницьких видів ряду ссавців. До них належать білки, бобри, хом'яки, соні, тушканчики, миші, полівки, криси. Відмінна особливість гризунів – своєрідна будова зубів. У верхній і нижній щелепах є по одній парі великих долотоподібних постійно ростучих різців. З їх допомогою вони живляться. Клики відсутні, а кутні зуби відділені від різців широкими беззубими проміжками. Кутні зуби мають плоскі жувальні поверхні з бугорками або петлями емалі і виконують функцію перетирання їжі.

*Ряд хижі.* Цей ряд об'єднує декілька родин: собачі (вовк, лисиця, собака); кошачі (лев, тигр, леопард, рись, дикі і домашні кішки); куницеві (соболь, норка, куниця, видра,); медвежі (білий ведмідь, бурий ведмідь). За типом живлення є хижаками із змішаним типом живлення. У хижих добре розвинені клики, які мають гострі вершини кутніх зубів.

*Ряд ластоногі.* До них відносяться тюлені, морські котики. Значну частину життя вони проводять у воді, але для розмноження і линьки виходять на суходіл або на лід. Мають веретеноподібну форму тіла. Кінцівки перетворені у ласти. Волосяний покрив у багатьох видів редукований і у зв'язку з цим є добре розвинений підшкірний шар жиру. Живляться в основному рибою.

*Ряд парнокопитні.* До них відносяться: дикі тварини – різні види диких биків, гірські козли і барани, антилопи, олені, кабани, бегемоти, а з домашніх – велика і мала рогата худоба, свині, північні олені. Ноги у них довгі, на яких

розвинені два пальці (третій і четвертий). Перший палець у всіх видів редукований, а другий і п'ятий – недорозвинені, кінці пальців несуть копита. Розрізняють парнокопитних жуйних і нежуйних. Нежуйні (свині, бегемоти) мають простий шлунок і їжа з ротової порожнини надходить у шлунок. До жуйних відносяться більшість диких домашніх парнокопитних (велика рогата худоба, вівці, кози). Шлунок у них складний і має чотири відділи: рубець, сітку, книжку і сичуг). Велика маса грубих кормів, яка надходить у ротову порожнину, не встигає повністю подрібнитись зубами і заковтується разом з слиною. Потрапивши у рубець, погано перетерта їжа під впливом слини і діяльності бактерій піддається бродінню. З рубця їжа переходить у сітку, звідти шляхом відригування знову потрапляє у ротову порожнину для повторного перетирання і змочування слиною. Потім напіврідка маса заковтується і направляється у книжку, звідти у останній відділ шлунку – сичуг, де піддається хімічній обробці травним соком. Всі сучасні породи тварин цього роду в залежності від використання їх людиною ділять на чотири основні групи: молочні, м'ясо – молочні, м'ясні і робочі групи.

*Ряд непарнокопитні.* До цього ряду відносять коні, зебри, осли і носороги. На ногах добре розвинений один (третій палець), інші рудиментарні. На пальцях є копита. Повна редукція бічних пальців відбулась у представників цього ряду – коней, ослів, з однаковими передніми і задніми кінцівками.

*Ряд примати.* Один з високоорганізованих рядів ссавців, до якого належить людина. Відрізняється відносно великими розмірами головного мозку, особливо його великих півкуль, що має багато звивин. Очниці направлені вперед. На кінцівках перший палець протиставлений іншим, що забезпечує можливість виконувати хапальні рухи. На пальцях є нігті. Живуть стадами. Живляться різноманітною тваринною і рослинною їжею. Група людиноподібних мавп об'єднується у три групи безхвостих видів: шимпанзе, горилу і орангутанга, за ознаками найбільш близькі до людини.



### 21.3. Екологія ссавців

Високоорганізований і молодий клас тварин, для яких властиві ознаки: волосяний покрив, шкірні залози, теплокровність, постійна температура тіла, розвинений головний мозок, живонародження, турбота про нащадків, складна поведінка. Всі ці ознаки дозволили ссавцям завоювати пануюче положення у тваринному світі. Вони живуть у всіх середовищах: на суходолі, у ґрунті, у повітрі, на деревах, в усіх природних зонах. Екологічні типи ссавців (життєві форми) визначаються середовищем їх існування: водні і напівводні мають обтічну рибоподібну форму тіла, ласти або перетинки на лапах. Копитні мають довгі стрункі ноги, міцний тулуб, довгу рухому шию. Тому серед представників різних підкласів, рядів, родин можуть бути подібні життєві форми, тому що живуть у подібних умовах. Це явище називається конвергенцією, а ознаки подібності – гомологічними. Високорозвинена нервова система дозволяє ссавцям пристосуватись до умов оточуючого середовища і повного використання природних ресурсів під час добування їжі і захисту від ворогів, будівництва нір, схованок. Передача досвіду, навчання молоді, передбачення подій дали можливість тваринам краще зберегти нащадків, зайняти нові території. Структура популяцій у них різна: одні живуть на постійному місці поодинокі або сім'ями, інші – кочують у складі стада або зграї. Велике значення має складна система підпорядкування, коли йде відбір на кращу організацію стада чи зграї. У ланцюгах живлення ссавці також займають різні місця: перші – первинні споживачі рослин (рослиноїдні – консументи I порядку), другі (плотоядні – консументи II порядку), треті (хижаки – консументи II і III порядку). Змішаний тип живлення властивий приматам, хижакам і гризунам. Дуже тісний взаємозв'язок з рослинами, які, з одного боку представляють собою об'єкт поїдання (при цьому нерідко відбувається розповсюдження плодів і насіння), а з іншого боку, захищаються від них за допомогою шипів, колючок, неприємного запаху, гіркої смаку.

З усього тваринного світу людина найбільше пов'язана з ссавцями: 15 їх видів є домашніми тваринами, 20 видів – розводять у клітках, а також

піддослідних у лабораторіях (миші, криси, морські свинки). Одомашнення продовжується і у наш час: виводяться нові породи і змінюються старі шляхом гібридизації з дикими тваринами. Велике значення у господарстві відіграє полювання і морський промисел, акліматизація тварин з інших континентів. У той же час у природі є шкідливі тварини, які нападають на людину і домашніх тварин, переносять хвороби, є шкідниками полів, садів, запасів продовольства. Для зменшення негативного впливу цих тварин на природу і господарську діяльність, людина вивчає структуру їх популяцій, динаміку чисельності, харчові ресурси. Ці дані аналізуються, внаслідок чого отримують прогноз на майбутнє, виробляють рекомендації, визначають способи і засоби впливу на популяцію з метою обмеження їх негативного впливу.

Кількість видів ссавців під впливом діяльності людини постійно скорочується під час полювання, знищення хижаків, руйнування місць життя, захисту сільськогосподарських рослин від гризунів (обробка полів пестицидами), лісових і степових пожеж. Для захисту звірів створені відповідними державними організаціями заповідники, заказники, національні парки; заборонено полювання і промисел. Завдяки цим заходам захищені від вимирання зубр, кулан, бухарський олень, тигр, леопард та відновлена чисельність сайгаків, соболів, бобрів.

### **Питання для самоконтролю**

1. Які тварини були предками ссавців?
2. Коли виникли на землі ссавці ?
3. З яких частин складається тіло ссавців?
4. Чим відрізняються ссавці від плазунів ?
5. За якими ознакам поділяють клас ссавці на три підкласи?
6. Чому яйцекладних ссавців вважають примітивними?
7. У чому примітивність і більш висока організація у сумчастих тварин?
8. Яких ссавців називають плацентарними?
9. У чому переваги плацентарних ссавців і як це вплинуло на їх розповсюдження?
10. Що характерно для зовнішньої будови ссавців?
11. Які залози є у шкірі ссавців?
12. Яка будова і значення волосяного покриву ссавців?
13. Чи відбувається зміна шерсті у ссавців?

14. Яке походження мають кігті, нігті, волосся, роги і копита?
15. Які відділи хребта є у ссавців і які з них рухомі?
16. Які кістки формують скелет голови?
17. Порівняйте пояс верхніх кінцівок земноводних, плазунів, птахів і ссавців?
18. Порівняйте також пояс нижніх кінцівок у цих же представників?
19. Що представляє собою діафрагма і яке її значення?
20. У чому особливості диференціації зубів у ссавців?
21. Яка різноманітність у будові шлунку спостерігається у різних ссавців?
22. У чому полягає конвергентність у будови серця і кровоносної системи у птахів і ссавців?
23. Які системи органів беруть участь у процесі виділення і у водному обміні?
24. Чим відрізняється акомодация ока ссавців від птахів?
25. З яких частин складається орган слуху у ссавців?
26. Які пристосування і органи слугують для визначення запахів і дотику у різних ссавців?
27. Які принципи лежать в основі поділу вищих ссавців на ряди?
28. У яких галузях господарської діяльності людина використовує тварин і з яких рядів?
29. Яких домашніх тварин ви знаєте?
30. Яке місце займає людина в системі ссавців?

### Тестові завдання

1. Що об'єднує тварин у клас ссавців
  - а. дві пари кінцівок
  - б. теплокровність
  - в. волосяний покрив
  - г. молочні залози
2. Чим відрізняються підкласи ссавців
  - а. волосяний покрив
  - б. наявність сосків
  - в. турбота про нащадків
  - г. наявність молочних залоз
  - д. ступінь розвитку малюків
3. Яка роль плаценти
  - а. газообмін
  - б. живлення зародка
  - в. орган виділення
  - г. зв'язок з організмом матері
4. Завдячуючи якому органу у плацентарних з'явилося живородіння
  - а. яєчник
  - б. клоака

в. сумка

г. матка

5. Які функції виконує пуповина

а. тримає зародок

б. з'єднує кровоносну систему зародка і матері

в. прикріплюється до плаценти

г. приносить кисень

д. виносить сечу

6. Скільки кіл кровообігу у зародка ссавців

а. один

б. два

в. декілька

7. Як пояснити наявність крил у кажанів, у птахів, у дельфінів – тіла як у риб

а. родинні зв'язки

б. прояви конвергенції

в. прояви дивергенції

8. Скільки хребців у шийному відділі хребта ссавців

а. 2

б. 7

в. 24

9. У яких ссавців відсутні ключиці

а. собачі

б. копитні

в. медвежі

г. примати

10. Які тварини швидко рухаються

а. ходять на стопі

б. ходять на пальцях

в. ходять на фалангах

11. У якому відділі травного тракту ссавців живуть симбіотичні бактерії, гриби, найпростіші

а. рубець

б. сичуг

в. товста кишка

д. сліпа кишка

е. тонка кишка

12. Які тварини мають відносно довгий кишечник
- а. хижаки
  - б. всеїдні
  - в. рослиноїдні
13. Які пристосування до довготривалої відсутності їжі у ссавців
- а. сплячка
  - б. запас їжі
  - в. запас жиру
  - г. сплячка
14. У яких тварин зуби ростуть все життя
- а. комахоїдні
  - б. хижі
  - в. гризуни
  - г. парнокопитні
  - д. непарнокопиті
15. Які тварини народжують у воді
- а. бобри
  - б. моржі
  - в. котики
  - г. кити
  - д. дельфіни

## 22. СУТНІСТЬ ЖИТТЯ. ВЛАСТИВОСТІ І РІВНІ ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИВОГО

*Життя* – це одна з форм існування матерії, закономірно виникла при певних умовах у процесі її розвитку. Живі організми відрізняються від неживих об'єктів сукупністю ознак: особливістю хімічного складу, метаболізму, єдиному принципу структурної організації, розмноженням, спадковістю, мінливістю, ростом і розвитком, рухом, подразливістю, дискретністю, адаптацією, авторегуляцією, ритмічністю і енергозалежністю.

*Особливості хімічного складу:* до складу живих організмів входять хімічні елементи, які складають об'єкти неживої природи. Але співвідношення різних елементів у живій і неживій природі неоднакове. У живих організмів хімічні елементи беруть участь у синтезі складних органічних молекул і присутність їх у неживій природі принципово інша як за кількістю, так і за сутністю.

*Метаболізм:* усі живі організми здатні до обміну речовин та енергії з навколишнім середовищем. Речовини, що надходять з навколишнього середовища, унаслідок пластичного обміну – *асиміляції* – перетворюються у речовини даного організму і з них будується тіло. У процесі енергетичного обміну – *дисиміляції* – відбувається розщеплення складних органічних сполук на прості з виділенням енергії. Обмін речовин забезпечує сталість, постійність хімічного складу клітин і всього організму, а відповідно і їх діяльності. Система, яка постійно взаємодіє з зовнішнім середовищем називається *відкритою*. Тому живий організм – відкрита система, існує до того часу, поки в нього надходить вода, поживні речовини, енергія з зовнішнього середовища, а продукти обміну речовин виділяються.

*Єдиний принцип структурної організації:* усі організми, до якої структурної організації вони б не належали, мають клітинну будову. Клітина – це структурно-функціональна одиниця будови та функціонування усіх живих організмів.

*Розмноження:* це одна з основних властивостей живих організмів, яка забезпечує продовження існування і збільшення чисельності видів у природі.

*Спадковість*: здатність організмів передавати свої ознаки наступним поколінням і є одною з основних ознак живої матерії. Це пояснює здатність видів рослин і тварин при розмноженні зберігати властивості виду. Ця видова особливість існує, і тому у результаті взаємодії поколінь, відбувається розмноження. Спадковість забезпечується системою «нуклеїнова кислота – білок», де нуклеїнова кислота є матеріальною основою генетичних програм, а білок функціональним виконуючим механізмом, який її регулює. Живі тіла, які живуть на Землі, представляють собою відкриті саморегулюючі і самовідновлювальні системи, що побудовані з біополімерів – білків і нуклеїнових кислот.

*Мінливість*: здатність організмів набувати нових ознак і властивостей. Ця різноманітність ознак з'являється у результаті зміни генетичної інформації або умов зовнішнього середовища. Мінливість виражається у тому, що у будь-якому поколінні окремі особини відрізняються один від одного і від своїх батьків. Без неї була б неможлива еволюція і велика різноманітність форм життя на Землі. В основі мінливості лежать мутації – порушення процесу самовідновлення ДНК.

*Ріст і розвиток*: ріст – один з проявів індивідуального розвитку організму, який пов'язаний із збільшенням маси його живої речовини. Закономірності росту організмів і кінцеві розміри тіла визначаються їхніми спадковими особливостями, що складаються історично, умовами змін середовища і внутрішніми факторами. Розвиток – незворотне направлена закономірна зміна об'єктів живої природи. Розвиток живої форми існування матерії представлений індивідуальним розвитком (онтогенезом) та історичним розвитком (філогенезом). Онтогенез супроводжується ростом. У процесі розвитку виникає специфічна структура організації індивіда, збільшення його маси обумовлене репродукцією макромолекул, елементарних структур клітин і самих клітин. *Філогенез*, або еволюція – це необоротний і направлений розвиток природи, який супроводжується утворенням нових видів та прогресивним ускладненням життя, результат еволюції різноманітності живих організмів на Землі.

*Подразливість*: здатність живого організму або його утворень сприймати зміни навколишнього і внутрішнього середовища і відповідати на ці зміни реакцією збудження. Живі організми реагують на електричні, хімічні, механічні, термічні подразники. У рослин подразливість сприймається всіма клітинами; багатоклітинні тварини – нервовою системою і органами чуття. Збудження у рослинних і тваринних клітинах супроводжується виникненням біоелектричних потенціалів.

*Дискретність*: це єдність протилежностей життя. Органічний світ цілісний, тому що становить систему взаємопов'язаних частин і, водночас, він дискретний, тому що складається з окремих одиниць – які теж дискретні. Окремий організм або інша біологічна система (вид, екосистема) складаються з окремих ізольованих або відмежованих у просторі, але не менш пов'язаних між собою частин, які взаємодіють між собою та утворюють структурно – функціональну єдність. Дискретні одиниці в організмі утворюють упорядковану систему, чим зумовлена добре погоджена діяльність усіх процесів, що відбуваються і у цілому організмі, і в окремих клітинах. Упорядкованість у просторі супроводжується упорядкованістю у часі, що забезпечує послідовність усіх процесів, які відбуваються у живих системах.

*Адаптація*: процес пристосування організмів або їх органів у процесі органічної еволюції під дією її основних факторів – мінливості, спадковості і добору.

*Авторегуляція*: здатність живих організмів, що живуть у безперервно нестабільних умовах навколишнього середовища, підтримувати стабільність хімічного складу та інтенсивність перебігу фізіологічних процесів – гомеостазу.

*Ритмічність*: періодичні зміни адаптивності фізіологічних функцій і формування процесів з різними періодами коливань (від кількох секунд до року і століття). Ритмічність спрямована на узгодження функцій організму в навколишньому середовищі, тобто на пристосування до нестабільних умов існування.



*Енергозалежність:* живі організми існують до тих пір, поки в них надходить енергія та матеріал у вигляді поживних речовин із навколишнього середовища.

Живі організми різко відрізняються від об'єктів неживої природи своєю винятковою складністю та високою структурою і функціональною впорядкованістю. Ці відмінності надають життю якісно нових властивостей. Живе являє собою особливу ступінь розвитку матерії.

### *Рівні організації живої матерії*

Рівні організації живої матерії – функціональне місце біологічної структури певного ступеня складності живої системи природи: молекулярного, клітинного, тканинного, органного, організмowego, популяційно – видового, біогеоценотичного (екосистемного), біосферного.

Основні властивості життя виявляються на всіх його рівнях, але характер їх впливу на кожному рівні має свої особливості. Існування життя на всіх рівнях готується і визначається структурою нижчого рівня.

*Молекулярний:* представлений різноманітними молекулами, які містяться у живій клітині. Біологічна система виявляється на рівні функціонування активних макромолекул: білків, вуглеводів, ліпідів та нуклеїнових кислот. З цього рівня розпочинаються найважливіші процеси життєдіяльності – кодування і передача спадкової інформації, обмін речовин і перетворення енергії. Йому властива стійкість молекулярних структур у поколіннях. Усі процеси відбуваються у живій клітині. (рис.22.1).

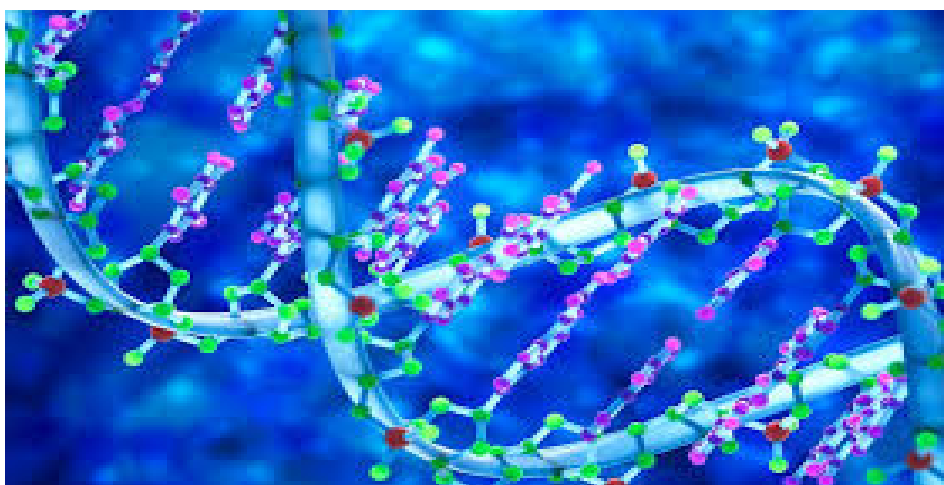


Рис. 22.1.Молекулярний рівень.

*Клітинний:* представлений клітинами – організмами та клітинами багатоклітинних організмів. У кожній клітині одноклітинних і багатоклітинних організмів відбуваються процеси обміну речовин і перетворення енергії, забезпечуються процеси розмноження й передачі нащадкам спадкової інформації, розвитку і росту. Отже, клітина є структурно – функціональною і універсальною одиницею живого. Клітинний рівень у одноклітинних організмів збігається з рівнем організму. (рис.22.2).

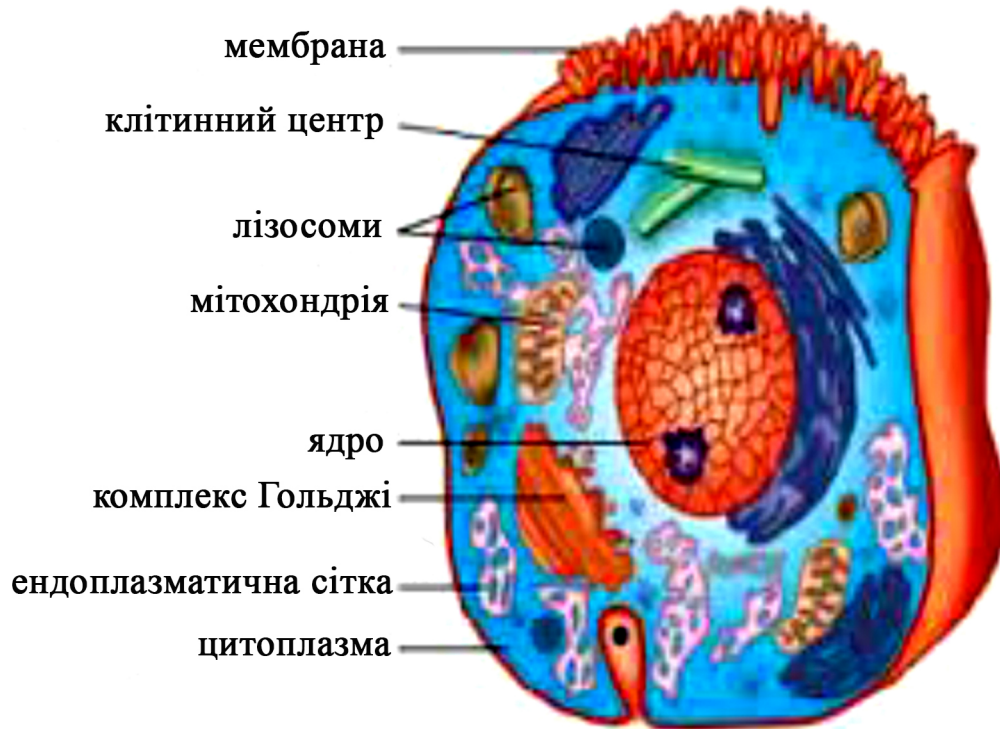


Рис. 22.2.Клітинний рівень.

*Тканинний:* у багатоклітинних організмів під час індивідуального розвитку клітини спеціалізуються за будовою та функціями, які виконують, формуючи тканини. Тканина – сукупність клітин (подібних за будовою, походженням, функціями) і міжклітинної речовини, які здійснюють у організмі певну роль. На клітинному рівні між усіма організмами спостерігається велика подібність. (рис.22.3).

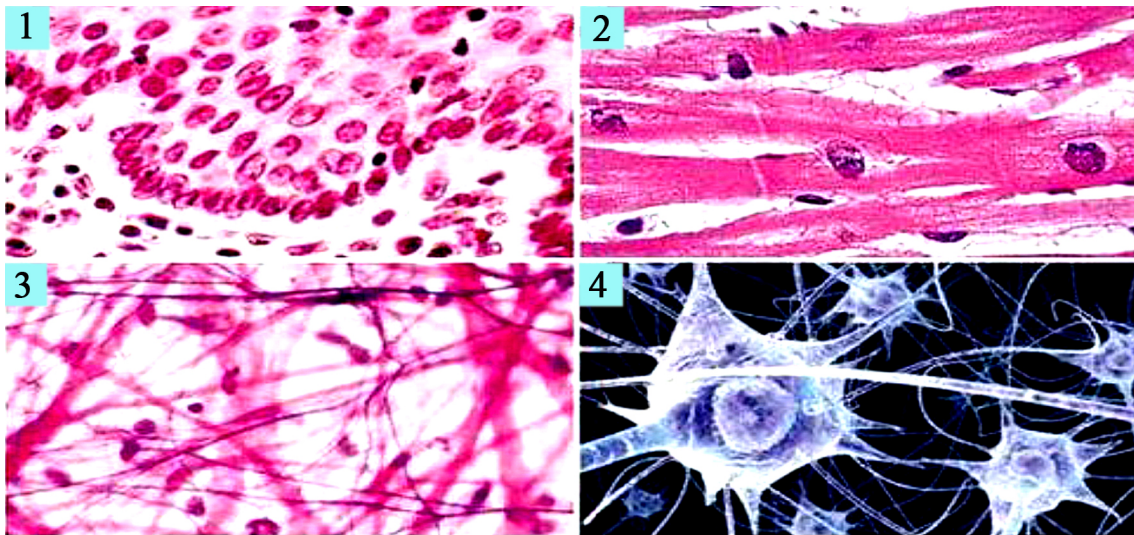


Рис. 22.3. Тканинний рівень:  
 1 – епітеліальна; 2 – м'язова; 3 – сполучна; 4 - нервова

*Органний:* орган структурно-функціональні об'єднання кількох типів тканин ( наприклад, корінь, пагін, квітка – у рослин). (рис.22.4).



Рис. 22.4. Органний рівень.

*Організмий:* представлений одно - і багатоклітинними організмами. Цілісна диференційована система організмів. На рівні кожного організму спостерігається найбільша різноманітність форм життя. На цьому рівні відбуваються процеси онтогенезу, тому організмий рівень називають онтогенетичним. А також забезпечуються гармонійні відповідності організму і середовища його існування.(рис.22.5).



Рис. 22.5. Організовий рівень.

*Популяційно – видовий:* представлений у природі дуже великим розмаїттям видів та їх популяцій. *Вид* – це сукупність близькоспоріднених організмів, що характеризуються певними, тільки їм властивими морфо-фізіологічними та еколого-географічними особливостями. Сукупність організмів одного виду, що населяють певну територію і так чи інакше ізольовані від особин інших сукупностей, утворює популяцію. Між особинами популяції відбувається вільне схрещування. *Популяція* – елементарна одиниця еволюційного процесу, в них розпочинаються процеси видоутворення. Цей рівень організації живого характеризується надзвичайною різноманітністю. На нашій планеті мешкає понад 2 млн видів різноманітних організмів: дроб'янок, грибів, рослин і тварин, які об'єднані певним генофондом та специфічною взаємодією з навколишнім середовищем. Характеризуються генетичною спадковістю, взаємодією між особинами і популяціями, накопиченням елементарних еволюційних перетворень, мікроеволюцію та виробленням адаптацій до нестабільного навколишнього природного середовища. (22.6).





Рис. 22.6. Популяційно-видовий рівень.

*Біогеоценотичний (екосистемний)* – різноманіття природних і культурних екосистем (біогеоценозів) в усіх середовищах. Біогеоценози – історично сформовані стійкі угруповання популяцій різних видів, що зв'язані між собою і з навколишнім середовищем обміном речовин, енергії та інформації. Для цього рівня характерні постійні потоки енергії між популяціями різних видів, а також постійний обмін речовин між живою (біотичною) та неживою (абіотичною) частинами біогеоценозів, тобто кругообігом речовин. (рис.22.7).

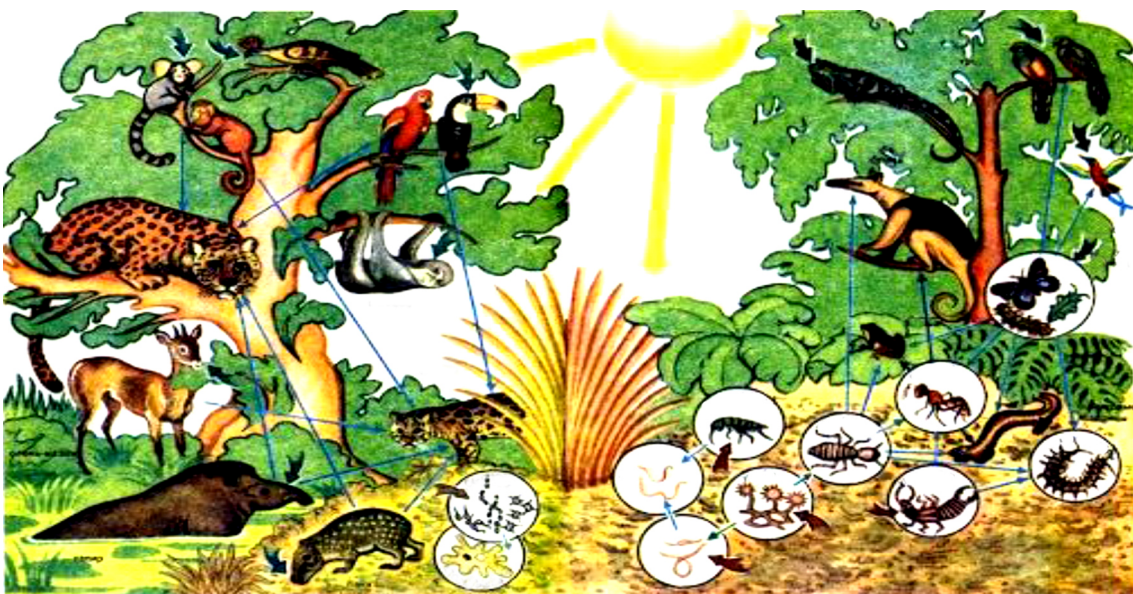


Рис. 22.7. Біогеоценотичний рівень.

*Екосистема* – це взаємозумовлений комплекс організмів, об'єднаних зв'язками та елементами їх абіотичного середовища (грунті, воді, світлі). Виділяють природні і штучні екосистеми, до природних належать : наземні, прісноводні, морські. До основних властивостей природних екосистем належать: *цілісність* – забезпечується тісними взаємозв'язками популяцій організмів між собою і фізичним середовищем; *стійкість* – взаємне пристосування популяцій організмів різних видів, а також їхніх адаптацій до умов фізичного середовища життя; *саморегуляція* – коливання кількісних і якісних показників продуктивності екосистеми, швидкості біогенної (тобто за участю організмів) міграції атомів і потоків енергії навколо певних оптимальних значень. (рис.22.8).



Рис. 22.8. Екосистемний рівень.

*Біосферний*: представлений вищою, глобальною формою організації біологічних систем – біосферою. Біосферу нашої планети утворюють окремі біоценози. Біосферний рівень характеризується біологічним кругообігом речовин та єдиним потоком енергії, що забезпечують функціонування біосфери, як єдиної цілісної системи. *Біосфера* – система вищого порядку, що



охоплює всі явища на Землі: активну взаємодію живої і неживої речовини планети, біологічний і глобальний кругообіг, активну біохімічну участь людини у процесах біосфери та її господарської діяльності. (рис.22.9).



Рис. 22.9. Біосферний рівень.

## 23. КЛІТИНА – ОСНОВНА ФОРМА ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИВОЇ МАТЕРІЇ. ХІМІЧНИЙ СКЛАД КЛІТИНИ

### 23.1. Характеристика елементарного складу живого

Подібність хімічного складу клітин всіх організмів є доказом єдності живої природи. Разом з тим немає жодного хімічного елемента, який входить до складу живих організмів і не був би присутнім у неживій природі. Саме це доводить єдність матерії.

Біологічна хімія – наука, яка вивчає хімічний склад організмів, властивості і значення сполук, які входять до складу живих організмів, а також шляхи їх виникнення і перетворення, обмін речовин та енергії та розробляє засоби керування цими процесами.

Наприкінці XIX ст. вона стала самостійною наукою, хоча біохімічні процеси людство почало використовувати ще дуже давно (хлібопечення, виноробство, сироваріння). Поштовхом до розвитку біохімії були ряд наукових відкриттів: вивчення каталітичних реакцій (1814р.) російським хіміком К. С. Кірхгофом, одержання оцтової кислоти з мінеральних речовин (1824р.) німецьким вченим Ф. Валером, а також синтез сечовини (1828р.), відкриття теорії будови органічних сполук (1861р.) російським хіміком О.М. Бутлеровим, сформульовані основні положення поліпептидної теорії білків і визначення структури і властивостей майже всіх амінокислот (рубіж XIX і XX ст.)

Використовуючи найновіші методи дослідження біохімії у другій половині XX ст. досягнуто таких успіхів: вивчено будову багатьох білків, послідовність розташування амінокислот в окремих білкових молекулах (інсулін, рибонуклеаза), синтезовано білки і поліпептиди та ген кишкової палички.

Велике відкриття вторинної структури ДНК британськими мікробіологами Дж. Уотсоном і Ф. Кріком (1953р.) – ключ до розуміння принципів передачі спадкової інформації – означало народження нового



напрямку у біохімії – *молекулярної біології*, яка вивчає молекулярні основи спадковості. Сучасна біохімія досліджує живу матерію на різних рівнях її організації: молекулярному, субклітинному, клітинному, тканинному, організмівому. Тому основні завдання біохімії :

- вивчення обміну речовин в організмі людини з метою розроблення методів боротьби з сучасними хворобами: раковими вірусними, серцево-судинними.

- розробка методик відтворення фотосинтетичних реакцій, унаслідок яких у зелених листках рослин із вуглекислого газу та води утворюються органічні речовини.

- вивчення біохімічних основ діяльності центральної нервової системи.

- відтворення у промислових умовах біохімічних реакцій, подібних до здатності деяких бактерій інтенсивно засвоювати нітроген з повітря, перетворюючи його на амінокислоти, а потім на білки.

Елементний хімічний склад живих організмів відіграє велику роль у всіх процесах життєдіяльності. Тому їх кількісний склад повинен бути сталим, щоб підтримувати гомеостаз. У клітинах живих організмів міститься понад 70 елементів періодичної системи Д. І. Менделєєва, поділяться на три групи:

1. Органогенні елементи – кисень, водень, вуглець, азот, на які припадає 98% хімічного вмісту клітини.

- Кисень (O) – вміст у клітині – 65-75%, входить до складу молекул води і органічних сполук та забезпечує реакції окислення.

- Вуглець (C) – вміст у клітині – 15-18%, входять до складу молекул органічних речовин, кісток, черепашок.

- Водень (H) – вміст у клітині – 8-10%, входить до складу молекул води та органічних сполук.

- Азот (N) – вміст у клітині – 1,5-3,0, входить до складу амінокислот, білків, нуклеїнових кислот, АТФ, хлорофілу, вітамінів.

2. Макроелементи – P, K, S, Cl, Ca, Na, Mg, Fe, їх масова частка становить 1,9 %

- Фосфор (P) – входить до складу мембранних структур клітини, білків, нуклеїнових кислот, АТФ, ферментів, кісток скелету та зубної емалі.

- Калій (K) – основний позитивно заряджений іон в організмі тварин, забезпечує транспорт речовин через клітинні мембрани, а також зумовлює нормальний ритм серцевої діяльності.

- Сульфур (S) – входить до складу амінокислот, білків, вітаміну В і деяких ферментів.

- Кальцій (Ca) – входить до складу клітинної стінки рослин, кісток, зубної емалі, черепашок, активізує згортання крові, регулює скорочення м'язів, діяльність серця людини і тварин.

- Хлор (Cl) – основний негативно заряджений іон в організмі тварин та людини, входить до складу соляної кислоти шлункового соку.

- Натрій (Na) – головний внутрішньоклітинний позитивно заряджений іон, забезпечує транспортування речовин через клітинні мембрани, нормальний ритм серцевої діяльності.

- Магній (Mg) – структурний компонент хлорофілу, а також кісток і зубів, активізує енергетичний обмін, синтез ДНК.

- Ферум (Fe) – входить до складу багатьох ферментів, гемоглобіну і міоглобіну, бере участь у синтезі хлорофілу, процесах дихання і фотосинтезу.

3. *Мікроелементи* – Zn, Mn, Co, Si, Mo, Cr, B r (всього близько 50), вміст кожного з них у клітині менший за 0,01%. Відіграють важливу роль у процесах життєдіяльності, входять до складу ферментів, гормонів, дихальних пігментів, емалі зубів.

4. *Ультрамікроелементи* – U, An, Ag, Be, Ra вміст кожного з них у клітині – менш ніж 0, 001%, більшість з них визнані необхідними для життєдіяльності рослин і тварин, хоча їх фізіологічну роль в організмах поки не встановлено.

### ***Хімічні сполуки живих організмів***

Хімічні елементи в клітині входять до складу неорганічних і органічних сполук або перебувають у вигляді іонів.

До *неорганічних сполук* клітини належать: вода, мінеральні солі, вуглекислота, кислоти та основи.

*Органічні сполуки* – білки, ліпіди, вуглеводи, нуклеїнові кислоти, АТФ, вітаміни та інші органічні речовини.

Відносний вміст хімічних сполук у клітині: вода – 70-80 %, мінеральні солі – 1,0-1,5 %, білки – 10-20 %, ліпіди – 1-5%, вуглеводи – 0,2-2%, нуклеїнові кислоти – 1-2%, АТФ – 0,1-0,5%.

До складу вуглеводів та ліпідів входить карбон, гідроген, оксисен; до складу білків, крім цих елементів, входить нітроген і сульфур, до складу нуклеїнових кислот АТФ – фосфор. Нерозчинні солі кальцію та фосфору забезпечують міцність кісткової тканини, катіони натрію, калію, кальцію – подразливість клітини. Ферум входить до складу гемоглобіну, магній – хлорофілу. Купрум, цинк, марганець, кобальт входить до складу активних ферментів, йод – до складу гормону щитоподібної залози – тирозину.

#### ***Співвідношення хімічних елементів у живій і неживій природі.***

На атомному рівні відмінність між хімічним складом органічного і неорганічного світу відсутня. Немає жодного хімічного елемента живих організмів, який би був відсутній у неживій природі, що підтверджує єдність живої і неживої природи. Весь вихідний матеріал для побудови живих організмів надає нежива природа. Хімічний склад усіх живих організмів подібний, а у водній оболонці Землі (гідросфері) переважають гідроген і оксисен, газоподібній (атмосфері) – оксиген і нітроген, у твердій (літосфері) – силіцій і оксисен. У земній корі найбільш поширені оксисен, силіцій, алюміній і натрій – близько 90%, а у живих організмах – оксисен, карбон, гідроген, і нітроген, що становить близько 98% від маси клітини.

Усі живі організми дуже відрізняються від неорганічної природи за кількісним складом хімічних елементів. Наприклад, вміст карбону в рослинах

становить близько 18%, а у ґрунті – менш ніж 1%, нітрогену в рослинах – до 5-6%, а у ґрунті – 78%, силіцію у рослинах – 5-6%, а у ґрунті – 33%. У деяких живих організмах нагромаджуються певні хімічні елементи: у водоростях – йод, у жовтцеві – літій, у болотній рясці – радій, у бактеріях – манган, у молюсків і ракоподібних – купрум, хребетних – ферум.

Морська вода за вмістом хімічних елементів близька до внутрішнього середовища живих організмів, а її іонний склад майже подібний до складу плазми крові, що підтверджує виникнення життя на Землі у водному середовищі Світового океану.

### **23.2. Неорганічні речовини клітини.**

Велике значення у життєдіяльності живих організмів відіграє вода. Вона є унікальним розчинником, всі обмінні процеси відбуваються тільки у розчинах. Реакції гідролізу, в яких високомолекулярні органічні речовини розщеплюються тільки при приєднанні до них води. За допомогою води забезпечується процес переносу необхідних речовин між клітинами, органами і системами органів організму. Чим вища біологічна активність клітини або тканини, тим більша кількість в них води. У середньому у клітинах живих організмів – близько 80% води. Вміст води в різних тканинах і органах рослини може змінюватись від 8-9% – у сухій насініні, до 80-90% – у молодих листочках. Чим більше в клітині води, тим інтенсивніший у ній обмін речовин: у 1,5 місячного ембріона людини вміст води відповідно становить 97,5 %, у новонародженої дитини – 74%, у дорослої людини – у середньому 66%, а у клітинах дорослої людини – 60%. Вміст води залежить від виду тканин: у нервових клітинах людини – 85%, у жирових – 70%, у кістках – 20%. При втраті організмом людини 20% води може настати смерть, а без споживання води може прожити не більше ніж 14 днів. Із зменшенням кількості води до критичного рівня живі організми переходять у стан анабіозу. Надходження води у клітину: у рослин – із зовнішнього середовища, у тварин – із зовнішнього середовища й утворюється безпосередньо в клітині при

розщепленні білків, вуглеводів та ліпідів. Вода є у цитоплазмі клітин, вакуолях, матриксі, органелах, ядерному соку, клітинній стінці, міжклітинниках. Вступає в реакцію синтезу, гідролізу та окислення.

### ***Структура молекули води***

Вода має унікальні хімічні та фізичні властивості, що визначається структурою її молекули. Молекула води складається з двох атомів гідрогену, сполучених з атомом оксигену міцним ковалентним зв'язком. Молекула води є електронейтральна, тому на її різних полюсах розташовані позитивний та негативний заряди, тобто вона полярна (диполь). Зв'язок між двома сусідніми молекулами води за рахунок електростатичної взаємодії між частково негативним зарядом на атомі оксигену однієї молекули та частково позитивним зарядом на атомі гідрогену іншої. Водневий зв'язок у 15-20 разів слабший, ніж ковалентний. Тому водневі зв'язки легко розриваються (теплий рух молекул у воді, випаровування води).

### ***Властивості та функції води***

У живих організмах 4-5% зв'язаної (структурованої) води, 96 % вільної, яка є універсальним розчинником. Вода – найкращий розчинник із відомих рідин. Усі речовини поділяють на такі, що здатні добре розчинятися у воді – гідрофільні, або полярні, та нерозчинні у воді – гідрофобні, або неполярні. До гідрофільних сполук належать багато кристалічних солей, кислоти, луки, спирти, аміни, вуглеводи, деякі білки. Гідрофобні сполуки (майже всі ліпіди, деякі білки) входять до складу біомембран – можуть розділяти окремі ділянки всередині клітини (компарменти) або цілі клітини.

Вода має високу *теплопровідність*. Завдяки цьому температура тіла теплокровних тварин майже однакова, а її перепади зводяться до мінімуму.

Велика *теплоємність води* (у 5-30 разів більша, ніж в інших речовин) запобігає різким змінам температури в клітинах і організмі загалом за значних її коливань у навколишньому середовищі. Воді властива велика теплота випаровування. Випаровуючись, вона охолоджує тіло (транспірація у рослин, потовиділення у тварин).

Вода має високу температуру кипіння. Ця властивість забезпечує можливим існування живих організмів у наземних умовах( температура на поверхні Землі рідко сягає плюс 100°C).

Вода має максимальну густину за + 4 С. Під час замерзання об'єм води різко зростає (на 11%), тому тверда вода (лід) легша від рідкої, що має життєво важливе значення для організмів, котрі зимують у водоймах.

Вода характеризується великим поверхневим натягом (лише у ртуті величина поверхневого натягу більша, ніж у воді) і значною величиною прилипання. Це забезпечує збереження форми живих клітин, транспортування води судинами ксилеми рослин (на висоту до 100 і більше метрів), можливість існування деяких організмів на водній поверхні (ряска, водомірки).

Вода під впливом розчинних речовин може змінювати температуру замерзання й кипіння, що має важливе біологічне значення (у клітинах рослин і холонокровних тварин із настанням зими підвищується концентрація розчинів вуглеводів та гліцерину, що запобігає замерзанню цих організмів).

Вода є розчинником біологічних молекул і регулятором теплового балансу в організмі. Вода виконує функції: *транспортну* – перенесення продуктів метаболізму, *механічну* – збереження внутрішнього тиску та форми клітини, *метаболічну* – як субстрат при синтезі та розпаді біологічних речовин, *електронодонорну* – як джерело електронів при фотосинтезі.

### ***Мінеральні солі***

Мінеральні солі в клітинах живих організмів (їх основним інгредієнтом є вода) перебувають у дисоційованому стані у вигляді катіонів та аніонів або у вигляді твердих сполук.

Іони утворені катіонами (H<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>+</sup>, Mg<sup>+</sup>) та аніонами (OH<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>), нерозчинні мінеральні солі (фосфорнокислий кальцій) забезпечують міцність кісткової тканини хребетних і черепашок молюсків.

Мінеральні солі у великій кількості містяться у черепашках, хітинових покривах, кістках хребетних. Від концентрації солей залежить багато

властивостей клітин. Різна концентрація  $K^+$  і  $Na$  - поза клітинами та всередині них спричиняє виникнення різниці електричних потенціалів на плазматичних мембранах клітин (трансмембранний потенціал), що зумовлює передачу збудження по нервах або у м'язах, а також забезпечує транспортування речовин у клітину.

Від концентрації іонів всередині клітини залежать її буферні властивості, тобто здатність клітини зберігати реакцію свого вмісту (рН) на постійному рівні, незважаючи на те, що у процесі обміну речовин безперервно утворюються кислі і лужні продукти. Якщо у навколишньому середовищі міститься менша кількість іонів, ніж у цитоплазмі клітини, то відбувається надходження води в клітину до вирівнювання концентрації солей (осмос).

Соляна кислота створює кисле середовище у шлунку тварин і людини, у спеціальних органів комахоїдних рослин, прискорюючи перетравлення білків їжі. Неорганічні натрієві солі та калійні солі натрієвої і фосфорної кислот є важливими складовими мінерального живлення рослин.

Фізіологічний розчин – 0,9 % розчин  $NaCl$ . У ньому клітини не набухають і не зморщуються. Осмотичний тиск фізіологічного розчину дорівнює осмотичному тиску в клітині.

### **23.3. Органічні речовини: вуглеводи, ліпіди, білки, нуклеїнові кислоти**

Органічними сполуками живих організмів є: білки, вуглеводи, ліпіди, нуклеїнові кислоти (ДНК, РНК) і АТФ, а також різні вітаміни, гормони, пігменти, алкалоїди, антибіотики, органічні кислоти та інші сполуки. Органічні сполуки – основні хімічні речовини живих організмів, що становлять 20-30% маси їх клітини. Вони утворюються завдяки здатності карбону взаємодіяти між собою ковалентними зв'язками в ланцюгах та поєднувати атоми біогенних елементів. Частка карбону становить 50% сухої речовини клітини. Карбон має унікальні хімічні властивості, становить основу життя. Малий розмір і наявність на зовнішній мембрані чотирьох електронів у

атома карбону дає змогу утворити чотири міцні ковалентні зв'язки з іншими атомами. Атоми карбону здатні сполучатися один з одним, утворюючи ланцюги, кільця і скелети великих та складних органічних сполук. Карбон легко утворює ковалентні зв'язки з іншими біогенними елементами – гідрогеном, оксисеном, нітрогеном, фосфором, сульфуром. Це пояснює існування великої кількості різноманітних органічних сполук, які забезпечують існування живих організмів у всіх його проявах. Основними ознаками органічних сполук є:

- у природі утворюються в клітинах живих організмів;
- мають велику молекулярну масу, високу енергоємність;
- мають властивість горіти;
- властивості визначаються складом і масою та просторовим розташуванням молекул;

Макромолекули (біополімери) – високомолекулярні органічні сполуки, молекули яких побудовані з багатьох одиниць, які повторюються – мономерів. До біополімерів належать білки, нуклеїнові кислоти, полісахариди та їх похідні (крохмаль, глікоген, целюлоза, хітин, пектин). Молекулярна маса більшості білків дорівнює від 5 тис. до 1 млн, а у деяких нуклеїнових вона досягає мільярдів. Значно менші розміри ліпідів – їх молекулярна маса дорівнює 50-1500. Клітинна маса біополімерів дорівнює біля 90 % сухої маси клітини. Важливими біополімерами є білки і нуклеїнові кислоти. У рослин якісно переважають полісахариди, у тварин – білки. Кількість видів білків у організмі людини близько 5 млн. За формою біополімери лінійні (білки, нуклеїнові кислоти, целюлоза) або розгалужені (глікоген) ланцюги.

Взаємодія біополімерів відрізняється кооперативністю – тісним взаємозв'язком усіх функціональних груп (зв'язування молекули оксисену білком еритроцитів крові – гемоглобіном) та утворенням інтерполімерних комплексів між окремими частинами молекули і між різними молекулами, завдяки чому здійснюється біосинтез білків, нуклеїнових кислот – з



нуклеотидів, полісахаридів – з моносахаридів. Ліпіди утворені з невеликої кількості різних органічних молекул, в основному гліцерину і жирних кислот.

Основну групу органічних сполук становлять біологічно активні речовини: ферменти, вітаміни, гормони. Вони різноманітні за будовою і забезпечують обмін речовин та енергії.

*Вуглеводи.* Це група органічних сполук, що є важливою складовою живих організмів, входять до складу всіх біологічних систем і також є основним енергетичним потенціалом живих організмів.

У біосфері вуглеводів більше, ніж усіх органічних сполук. У клітинах рослин на них припадає 80-90 % сухої маси, у клітинах тварин вміст становить 1-2 % , печінці – до 5%.

У рослинних організмах вуглеводи синтезуються в хлоропластах у процесі фотосинтезу із вуглеводів та води і дають початок іншим органічним сполукам, у тварин надходять – у процесі живлення.

### ***Хімічна будова і властивості вуглеводів.***

До хімічного складу вуглеводів входять атоми карбону, гідрогену та кисню, а деякі з них містять атоми нітрогену, фосфору і сульфуру. За хімічною будовою вони є альдегіди, або кетони багатоатомних спиртів, у молекулах яких є кілька гідроксильних груп. Вуглеводи – біополімери, мономерами яких є глюкози і пентози. За розмірами молекули і властивостями вуглеводи поділяються на три класи: моносахариди, дисахариди і полісахариди.

### ***Класифікація вуглеводів***

Залежно від кількості атомів карбону в молекулі, моносахариди називають тріозами, тетрозами, пентозами, гексозами. З п'ятиатомних моносахаридів найважливіше значення мають рибоза (у складі РНК) і дезоксирибоза (у складі ДНК). Із шестиатомних моносахаридів – глюкоза, фруктоза і галактоза – беруть участь у синтезі дисахаридів і полісахаридів.

*Дисахариди* – найпоширеніші з олігосахаридів. Утворюються при об'єднанні в одній молекулі двох моносахаридів гексоз. До дисахаридів

належать мальтоза (глюкоза + фруктоза). Мальтоза – солодовий цукор, лактоза – молочний, сахароза – буряковий ( тростинний).

*Полісахариди* – мають полімерні молекули, мономерами яких є гексози, з молекулярною масою до кількох мільйонів. Полісахариди відрізняються між собою складом мономерів, довжиною та розгалуженістю ланцюгів. Найпоширеніші полісахариди: крохмаль, целюлоза, глюкоза, хітин. Вони ходять до складу клітинних стінок деяких грибів, зелених водоростей , кутикули членистоногих.

*Крохмаль* – резервна поживна речовина у вигляді різних за формулю та розмірами крохмальних зерен. Широко застосовуються у виробництві. У промислових масштабах крохмаль одержують з бульб картоплі (містять 15-25 % крохмалю) та зерен кукурудзи ( містять близько 65% крохмалю).

*Целюлоза* – структурний полісахарид у клітинних стінках рослин. На неї припадає близько 50% усього органічного карбону планети. Целюлоза становить основну масу деревини, бавовняних тканин, паперу, штучного шовку та пластмас.

### ***Властивості і функції вуглеводів.***

*Моносахариди і дисахариди* – кристалічні безбарвні речовини, які легко розчиняються у воді.

*Полісахариди* – у більшості – аморфні речовини, без смаку. Діляться на розчинні у воді (глікоген, інсулін) та нерозчинні у воді (крохмаль, целюлоза).

### ***Вуглеводи в організмах виконують функції:***

*Енергетична* – при розпаді вивільняють закладену в них енергію, забезпечуючи значну частину енергетичної потреби організму. При повному розщепленні 1 г вуглеводів вивільняється 17,2 кДж енергії.

*Будівельна* – полісахариди входять до складу клітинної стінки рослин (целюлоза), хітин – до складу клітин грибів і скелета грибів та скелета членистоногих, рибоза і дезоксирибоза – складові компоненти ДНК, РНК, АТФ.

*Загасаюча* – у тваринних клітинах відкладається глікоген, у рослин – крохмаль.

*Пластична* – вуглеводи беруть участь у синтезі амінокислот, нуклеїнових кислот та ліпідів.

*Захисна* – забезпечує захист від механічних, хімічних, термічних впливів: вуглеводи є основним компонентом оболонок рослинних клітин та зовнішнього скелета членистоногих.

*Опорна* – целюлоза оболонок рослинних клітин не тільки захищає їх від зовнішніх впливів, а й створює міцний стовбур (стебло) рослин, хітин – у грибів і членистоногих.

### ***Ліпіди, загальна характеристика***

*Ліпіди* – різнорідна група низькомолекулярних органічних сполук (жири й жироподібні сполуки –ліпоїди) і мають гідрофільні властивості. У клітинах відсоток жирів від 15 до 20 % у перерахунку на суху речовину, а у клітинах жирової тканини до 90%. Багато жирів міститься у клітинах насіння та плодів певних видів рослин (соняшник, хрестоцвіті, волоський горіх). Підвищений вміст жирів у нервовій тканині, підшкірній клітковині, сальниках (50% морських ластоногих і китоподібні), молоці ссавців (молоко дельфінів має 40%). Багато ліпідів містять мозок і жовтки яєць, які є також компонентами клітинних мембран. У рослин ліпіди синтезуються у каналах незернистої ендоплазматичної сітки і знову синтезуються у тваринні жири.

### ***Хімічна будова і властивості ліпідів***

До складу ліпідів входять вищі жирні кислоти (олеїнова, лінолева, пальмітинова, стеаринова), спирти, альдегіди, нітратні основи, амінокислоти, фосфорна кислота).

Жири – сполуки гліцерину (триатомного спирту) з високомолекулярними жирними кислотами.

Ліпоїди – жирні речовини, в яких одна молекула спирту замінена на фосфорну кислоту.

Ліпіди здатні утворювати складні сполуки з білками, вуглеводами, залишками фосфорної кислоти, не розчинні у воді, але добре розчиняються в органічних речовинах.

### ***Класифікація ліпідів***

Всі ліпіди діляться на три групи : прості (жири, воски), складні, або ліпоїди ( фосфоліпіди, гліколіпоїди), похідні ізопропену ( стероїди, терпени).

*Жири* – похідні триатомного спирту гліцерину і жирних кислот. Містяться у організмах рослин і тварин. До складу рослинних жирів входять ненасичені жирні кислоти (олеїнова, лінолева) з низькою температурою плавлення (в олеїнової кислоти  $+13^{\circ}\text{C}$ , тому ці жири рідкі – олії. Жири тваринного походження тверді, тому що гліцерин у тваринних організмах з'єднаний із насиченими жирними кислотами ( пальмітинова, стеаринова ), температура плавлення становить відповідно  $+63,1-69,6^{\circ}\text{C}$ .

*Воски* – складні ефіри високомолекулярних спиртів і нежирних кислот. Рослинні воски покривають поверхню листків, шкірку плодів. Тваринні – поверхню тіла членистоногих, бджоли з воску будують стільники, птахи змащують пір'я (які виділяє куприкова залоза), воском сальних залоз шкіри змащують шкіру і волосся.

*Ліпоїди* – представлені фосфоліпідами і гліколіпоїдами. У молекулі фосфоліпідів є фосфатна група, у гліколіпідів – відсутня. Вони входять до складу клітинних мембран.

Стероїди – органічні речовини рослинного і тваринного походження, фізіологічна дія залежить від їхньої будови і просторового розміщення функціональних груп. Рослинні стероїди – стероїдні сапоніни, серцеві глюкозиди, стероїдні алкалоїди, тваринні – стерини (холестерин, провітамін Д прогестерон), жовчні кислоти, стероїдні гормони (статеві, кортикоїди). Синтезовані стероїди – гормони – широко застосовують у медицині. У молекул *терпенів* є залишки жирних кислот. Речовини з ароматом синтезуються у рослинах (ментол, камфора). До терпенів належать і кортикоїди – жовті, жовто-багряні або червоні пігменти (каротин, ксантофіл).

## ***Функції ліпідів***

Основними функціями ліпідів є:

*Енергетична* – вуглеводи розщеплюються до вуглекислого газу та води з виділенням великої кількості енергії: при розщепленні 1 г жиру виділяється 38,9 кДж енергії, птахи здатні накопичувати жири перед польотом.

*Загасаюча* – запас поживних речовин багатьох речовин, жировий запас у тварин – енергетичний запас, жири у молоці ссавців – джерело енергії для малят, при окисненні 1 г жиру утворюється 1,1г води. Завдяки запасам жиру деякі тварини (верблюди, курдючні вівці та бабаки в пустелі, ведмеді під час сплячки) впродовж тривалого часу обходяться без споживання води.

*Будівельна* – ліпіди належать до складу всіх клітинних мембран (становить 40% сухих речовин мембран), забезпечують їх напівпроникність, входять до складу нервових волокон.

*Захисна* – тонкий шар воску на поверхні листків наземних рослин і тіл наземних членистоногих зменшує випаровування води; заповнює у ссавців прошарки між внутрішніми органами – механічний захист від ударів; теплоізоляція (у китів шар жиру до 0,5 м); гідроізоляція у тваринних і рослинних організмів;

*Синтетична* – із ліпідів і похідних ізопропену синтезуються багато речовин (гормонів).

## ***Загальна характеристика білків***

*Білки* за кількістю і значенням займають перше місце серед органічних речовин. Вони – найважливіша складова частина клітини живих організмів. Білки забезпечують всі процеси життєдіяльності: обмін речовин та енергії, ріст, розвиток, розмноження.

Білки – це високомолекулярні біополімери, мономерами яких є амінокислоти. Вони є найскладніші за структурою органічні сполуки, вміст яких у клітині становить 10-20 % від сирої маси і до 50-80 % від сухої маси. У тваринній клітині білки становлять 45-50%, а у рослин 20-35%. Білки входять до складу всіх органодів і мембран клітини.

У людському організмі білки входять до складу всіх клітин, міжклітинної речовини, лімфи і крові. В організмі людини – понад 5 млн білкових молекул. Велику різноманітність білкових молекул забезпечують різні комбінації залишків лише 20 амінокислот, які з'єднуються у різній послідовності.

У рослинних організмах білки синтезуються в рибосомах, які розташовані на мембранах зернистої ендоплазматичної сітки з амінокислот і синтезуються з вуглекислого газу, води і амоніаку. У тварин білки надходять з харчовими продуктами і розщеплюються до амінокислот, які використовуються для синтезу власних білків.

### ***Хімічний склад білків***

До складу молекул білків входять атоми карбону (51-55%), кисню (21-23%), нітрогену (15-18%), гідрогену (6,6-7,3%), сульфору (0,3-2,4%), а також фосфору, фтору.

Мономерами молекули білка є *амінокислоти* – низькомолекулярні сполуки, основні будівельні блоки білкових молекул. Усі амінокислоти мають спільну групу атомів, що складаються з аміногрупи ( $-NH_2$ ), для якої характерні лужні властивості, та карбоксильної групи ( $COOH$ ) з кислими властивостями. Ці групи, як і атом гідрогену, зв'язані з одним і тим самим атомом карбону ( $CH$ ).

Амінокислоти побудовані за одним принципом і відрізняються одна від одної лише бічними ланцюгами – радикалами (або R-групами), що у різних амінокислот неоднакові за хімічною структурою (гідроксильні, сульфідні, амідні), електричним зарядом, розчинні у воді.

Загальна формула амінокислот:  $NH_2 - CH - COOH$

R

На сьогодні відомо понад 150 амінокислот і лише 20 входять до складу білків і їх називають основними. За здатністю до синтезу в живих організмах їх поділяють на *замінні* і *незамінні*. Замінні амінокислоти синтезуються в організмах людини і тварин, а незамінні надходять з їжею (синтезовані рослинами, грибами, бактеріями). Незамінні амінокислоти: лізин, триптофан,

фенілаланін, метіонін, треонін, лейцин, ізолейцин, валін, треонін. Білки, що містять усі незамінні амінокислоти, називаються білками високої біологічної цінності.

### ***Будова молекули білка***

Синтез білкової молекули відбувається шляхом поліконденсації – спосіб утворення полімеру з виділенням води. При утворенні білкової молекули амінокислоти сполучаються через спільні для всіх амінокислот сполуки: карбоксильної групи (COOH) однієї амінокислоти і аміногрупи (NH<sub>2</sub>) сусідньої амінокислоти відщеплюється молекула води, і за рахунок вивільнених валентностей залишки амінокислот сполучаються, виникає міцний ковалентний зв'язок, що називається пептидним (CO – NH). Утворюється дипептид, який складається з залишків двох амінокислот. Пептиди, що містять до 20 амінокислотних залишків, належать до олігопептидів, від 20 до 50 амінокислотних залишків – поліпептидів, понад 50 – білків (іноді сотні тисяч залишків). Кожен конкретний білок характеризується властивою лише йому особливою геометричною формою чи конфігурацією. Існують чотири рівні структурної організації молекули білка: первинна, вторинна, третинна, четвертинна. Кількість і послідовність амінокислотних залишків у молекулі білка визначають його первинну структуру.

*Первинна структура білка* – кількість і послідовність амінокислот сполучених пептидними зв'язками в поліпептидний ланцюг. Первинна структура білка закована у послідовності нуклеотидів і РНК, які є копіями певних генів. Первинну структуру білка розшифровано для невеликого числа індивідуальних білків – інсуліну, рибонуклеази, міоглобіну, гемоглобіну, хлорофілу. У молекулі того або іншого білка одні амінокислоти багаторазово повторюються, а інші зовсім відсутні. Загальне число амінокислот, що складають молекулу білка, іноді досягає декількох сотень тисяч, тому молекула білка має велику молекулярну масу. Хімічні і фізіологічні властивості білків визначаються не тільки тим, які амінокислоти входять у їх

склад, а також яке місце в довгому ланцюгу білкової молекули займає кожна амінокислота. Таким чином досягається велика різноманітність первинної структури білкової молекули.

*Вторинна структура білка* – поліпептидний ланцюг скручується у спіраль, яка стабілізується гідрогенними (водневими) зв'язками між оксигеном карбоксильної групи і гідрогеном аміногрупи іншої амінокислоти (CO – NH). Водневі зв'язки слабші за пептидні, але велика їх кількість утворює міцну спіральну структуру.

*Третинна структура* – спосіб просторового укладання попередньо скрученого у спіраль поліпептидного ланцюга. Пептидні спіралі розташовуються у просторі у вигляді клубка (глобули), утримуються силами гідروفобної взаємодії, іонних, гідрогенних і дисульфідних зв'язків. Гідروفобна взаємодія виникає між неполярними R- групами, іонні зв'язки між зарядженими групами поліпептидних ланцюгів, гідрогенні зв'язки між R- групами амінокислот, дисульфідний мостик між сульфурвмісними амінокислотами – цистеїн, метіонін. Біологічну активність білок виявляє тільки у вигляді третинної структури (це глобулярні білки).

*Четвертинна структура* – формується кількома молекулами білка, що перебувають у третинній структурі і взаємодіють між собою, утворюючи стійку конфігурацію. Стабілізація четвертинної структури визначається гідروفобними, електростатичними і гідрогенними зв'язками. Наприклад, молекула гемоглобіну має четвертинну структуру (чотири поліпептидні ланцюги) і тільки у такій формі вона може приєднувати і переносити кисень. Вперше у 1969 році в лабораторних умовах синтезовано білок рибонуклеазу.

### ***Класифікація білків за складом***

Білки живих організмів бувають простими та складними. *Прості білки* (протеїни) складаються тільки із залишків амінокислот і при розщепленні розкладаються на амінокислоти. До простих білків належать альбуміни, глобуліни – білки рослинних і тваринних тканин, склеропроїєни – пір'я, кератин волосся, колаген шкіри, сухожилля.



До складу складних білків (протеїдів), крім амінокислот, входять інші речовини небілкової природи. До складних білків належать нуклеопротеїди хромосом і рибосом (сполучення нуклеїнових кислот і простих білків), ліпопротеїди клітинних мембран (ліпіди і прості білки), хромопротеїди гемоглобіну крові і хлорофілу (забарвлені речовини небілкової природи і прості білки), фосфопротеїди казеїну молока.

### ***Фізичні і хімічні властивості білків***

Молекули білків можуть бути позитивно і негативно зарядженими. І тому білки, як і амінокислоти, мають амфотерні властивості. Також білки можуть бути гідрофільними, тобто легко розчиняються у воді (альбуміни, гістони), чи гідрофобними, тобто погано розчинні у воді (фібрин, кератин, колаген). Розчиням гідрофільних білків властиві в'язкість і низький осмотичний тиск.

*Білки* – добре розчинні сполуки, багато з них можуть кристалізуватись. Молекула, маючи великі розміри, не проходить через напівпроникні мембрани, і тому має малу здатність до дифузії. Для білків характерними ознаками є денатурація і ренатурація.

*Денатурація білка* – втрата білковою молекулою своєї структурної організації (четвертинної, третинної, вторинної). Чинники, які викликають денатурацію, поділяються на фізичні (температура, тиск, механічний вплив, ультразвук, іонізуюча радіація) та хімічні (кислоти, луги, спирти, ацетон, сечовина, солі важких металів). Наприклад, температура денатурації яєчного білка + 60-70 °С. Денатурація білка є оберненим процесом. Навіть повністю розгорнута молекула білка у певних умовах сама відтворює всі особливості своєї вторинної і третинної структури за умов збереження первинної структури.

*Ренатурація* – процес відновлення фізико – хімічних та біологічних властивостей білка. Ця властивість білків живих організмів пов'язана з іншими функціями (каталітичною, руховою), використовується у медичній і харчовій промисловості (виготовлення антибіотиків, харчових концентратів). Здатність білків до оберненої зміни своєї структури у відповідь на дію фізичних і

хімічних факторів лежить в основі важливої властивості всіх живих систем – подразливості.

*Деструкція* – процес руйнування первинної структури білка, він завжди незворотній.

### ***Основні функції білків***

Білки у клітині виконують різноманітні функції. Функціонально активними білками є білки, які мають третинну структурну організацію, але у більшості випадків тільки перехід білків третинної структури в четвертинну забезпечує специфічну функцію.

*Структурна функція* – білки входять до складу всіх мембран, що покривають і проникають у клітину ( мікротрубочки і мікрофіламенти). У сполученні з ДНК білок утворює тіло хромосом, а в сполученні з РНК – тіло рибосом. Розчини низькомолекулярних білків входять до складу рідких фракцій клітин. Форма органоїдів клітини залежить від структурних білків (еритроцитів – обумовлена білковим цитоскелетом). З білків побудовані кровоносні судини, хрящі, сухожилля, у зв'язках міститься еластин, кератин входить до складу пір'я, волосся, нігтів.

*Каталітична функція* – усі ферменти – білки і саме вони каталізують (прискорюють) всі хімічні реакції . Але не всі білки є ферментами. Каталітичну функцію – біокаталіз – у живих організмів виконують ферменти.

*Рухова функція* - всі види рухових реакцій виконують особливі скоротливі білки, які забезпечують скорочення мускулатури, рух джгутиків і війок у найпростіших, переміщення хромосом під час поділу клітини, рухи рослин. Скоротливі білки забезпечують різні рухи: скорочення м'язів (актин і міозин).

*Транспортна* – у клітині відбувається велика кількість хімічних реакцій, у яких беруть участь білки. Білки транспортують по організму органічні і неорганічні речовини, кисень і вуглекислий газ, які вступають у процеси обміну речовин та енергії, росту, розвитку та розмноження.

*Захисна функція* – багато білків входять до складу покривних тканин організмів, які захищають організм від шкідливих впливів. Білки є важливою

частиною імунної системи (імуноглобулін, антитіла), беруть участь у процесах згортання крові (тромбопластин, тромбін, фібриноген), до складу шкіри тварин входять білок колаген, волосся – кератин.

*Загасаюча функція* – це накопичення органічних речовин ( білків, вуглеводів, жирів) у сім'ядолях насіння рослин (злакових і бобових), козеїну у молоці ссавців.

*Регуляторна функція* – забезпечення регуляції обміну речовин за допомогою гормонів . Гормони мають білкову природу (інсулін і глікоген) регулюють обмін глюкози.

*Сигнальна функція* – білки переносники, розташовані на мембранах клітини, сприймають зовнішні подразнення і передають сигнали у середину клітини (білки рецептори).

*Енергетична функція* – білки є джерелом енергії. Розщеплюючись до кінцевих продуктів розпаду вуглекислого газу, води і азотміських речовин, вони виділяють енергію, яка забезпечує життєво важливі процеси. При повному розщепленні 1г білка у клітині до вуглекислого газу води і аміаку вивільняється 17,2 кДж енергії. Як джерело енергії білки використовуються лише після повного використання вуглеводів та жирів.

### ***Ферменти***

Специфічні білкові речовини, які забезпечують біохімічні перетворення у процесах обміну речовин та енергії називаються *ферментами, ензимами, каталізаторами*. Всі реакції у клітинах організмів не можуть відбуватись з нормальною швидкістю без участі ферментів, як біологічних каталізаторів. *Каталізатори* – це речовини, які забезпечують при скорення хімічних реакцій без зміни їх якості і кількості.

Ферменти знижують рівні енергії активації молекул речовини, тобто у присутності ферментів витрачається менше енергії для надання реактивної здатності молекулам, які беруть участь у реакціях. При цьому молекули речовини переводяться з інертного стану в активний.

Ферменти класифікуються: за хімічною будовою, специфічністю дії і біологічними властивостями. За хімічною будовою ферменти поділяють на однокомпонентні (прості) і двокомпонентні (складні). Прості ферменти складаються лише з молекул, а складні з білка (апоферменту) і небілкової частини (коферменту). Коферментами можуть бути молекулами або атомами (ферум, кальцій, магній).

За біологічними властивостями та значенням в організмі ферменти поділяють на конститутивні (завжди синтезуються у клітинах) і адаптивні (утворюються у разі зміни функціонального стану, пристосуванні організму до умов зовнішнього середовища).

Для ферментів характерними властивостями є:

- всі ферменти глобулярні білки (мають третинну структуру);
- здатні прискорювати швидкість протікання реакцій, але самі не витрачаються;
- мала кількість ферменту викликає перетворення великої кількості субстрату (одна молекула уреазы розщеплює на аміак і карбон – 30 тисяч. молекул сечовини за 1 с, а одна молекула каталази розщеплює 5млн. пероксиду гідрогену за 1 хв, без ферментів ці процеси тривали б 3 млн років і 300 років відповідно);
- активність ферменту залежить від рН середовища (ферменти слини активні у нейтральному середовищі, шлункового соку у кислому, підшлункової залози у лужному), температури, тиску, концентрації субстрату та самого ферменту;
- ферменти мають високу специфічність, тобто фермент може каталізувати тільки одну реакцію;
- при нагріванні понад + 60 °С багато ферментів здатні до денатурації.

Синтез ферментів – це постійний процес у клітині. Можливість клітини синтезувати окремі ферменти пояснюється наявністю генетичної інформації та умовами їх реалізації.

У клітинах дія ферментів узгоджена і має певну послідовність. У послідовних реакціях речовини, які виникли за участю першого ферменту, слугують субстратом для другого.

Фермент, сполучаючись з субстратом, утворює ферментативно – субстрактний комплекс. Оскільки молекули ферментів значно більші, ніж молекули субстратів, з якими вони зв'язуються, у контакт з субстратом вступає лише невелика частина молекули ферменту (активний центр).

Специфічність дії ферменту пояснює гіпотеза Е. Фішера (1890 р.), яку називають гіпотезою «ключа до замка» - субстрат порівнюють із ключем, який точно підходить до «замка» - ферменту.

Людство активно використовує значення дії ферментів у своїй господарській діяльності:

- у медицині – консервування різних органів людини (нирки, печінка), пересаджують хворому органи охолодженими (щоб знизити інтенсивність біохімічних реакцій);
- фермент амілази використовується у пивоварній і текстильній галузях промисловості для оцукрювання крохмалю, при хлібопеченні для надання хлібові пористої структури;
- фермент протеази використовують у м'ясній промисловості (пом'якшення м'яса при консервуванні) та пивоварінні (для регулювання кількості піни), при виробництві сиру (для зсідання молока) тощо.

### ***Нуклеїнові кислоти***

Нуклеїнові кислоти вперше були знайдені у ядрах клітин. Існує два типи нуклеїнових кислот: дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК) і рибонуклеїнова кислота (РНК). ДНК синтезується і знаходиться у ядрі клітини, РНК синтезується у ядрі, а свої функції виконує у цитоплазмі і ядрі.

Молекула ДНК має довгий подвійний ланцюг спірально закручений навколо поздовжньої осі. Довжина нуклеїнових кислот у сотні разів перевищує довжину ланцюга білкової молекули. Кожний одинарний ланцюжок

представляє собою полімер і складається з окремих з'єднаних між собою мономерів – *нуклеотидів*. До складу будь-якого нуклеотида входить два постійних хімічних компоненти (фосфорна кислота і вуглевод дезоксирибоза) і один змінний компонент, який може бути представлений одним з чотирьох азотистих основ: *аденіном*, *гуаніном*, *тиміном* і *цитозином*. Тому у молекулах ДНК всього чотири різних нуклеотида. Різноманітність молекул ДНК дуже велика і досягається, завдяки різній послідовності нуклеотидів у ланцюгу ДНК. Два ланцюги ДНК з'єднані в одну молекулу азотистими основами, при якому *аденін* з'єднується тільки з *тиміном*, а *гуанін* з *цитозином*, в рівній кількості водневих зв'язків між ними. У зв'язку з цим послідовність нуклеотидів в одному ланцюгу визначає послідовність їх в іншому. Чітка відповідність нуклеотидів один одному у парних ланцюгах молекули ДНК отримало назву *компліментарність*. Ця властивість лежить в основі утворення нових молекул ДНК на базі початкової молекули.

Реплікація зводиться до того, що під дією спеціального ферменту вихідний подвійний ланцюг молекули ДНК постійно розпадається на дві одинарні, і до кожної з них за принципом хімічної відповідності (*аденін* приєднується до *тиміну*, *гуанін* до *цитозину*) приєднуються вільні нуклеотиди. Саме так відновлюється подвійний ланцюг ДНК, але тепер таких подвійних молекул вже дві. Тому синтез ДНК і отримав назву *редуплікації* (*подвоєння*): кожна молекула ДНК сама себе подвоює. Роль ДНК полягає у збереженні, синтезі і передачі з покоління в покоління спадкової інформації.

Молекулярна структура РНК близька до такої ДНК, але є відмінності. Молекула РНК має одинарний ланцюг з нуклеотидів. До її складу входять також чотири типи нуклеотидів, але один з них інший, ніж у ДНК, замість *тиміну* в РНК міститься *урацил*. Крім того, у всіх нуклеотидах молекули РНК знаходиться не дезоксирибоза, а рибоза. Молекули РНК значно менші за ДНК. У клітинах є три види РНК. Назва їх пов'язана з функціями, які вони виконують. *Транспортна РНК* (тРНК) маленька за розмірами і виконує функцію транспорту амінокислот до місця синтезу білка. *Інформаційна РНК*

(іРНК) значно більша (тРНК), вона переносить інформацію про структуру білка від РНК до місця синтезу білка. Третій вид – *рибосомальна РНК* (р РНК) входять у склад рибосом. Всі види РНК синтезуються у ядрі клітини за принципом компліментарності на одній з ланцюгів ДНК. Значення РНК полягає у тому, що вони забезпечують синтез у клітині специфічних білків.

### ***Аденозинтрифосфорна кислота***

Аденозинтрифосфорна кислота (АТФ) входить до складу всіх клітин, де виконує одну з важливих функцій – синтез і накопичення енергії. Молекула АТФ складається з азотистої основи аденіну, вуглеводу рибози і трьох молекул фосфорної кислоти. Нестійкі хімічні зв'язки, якими з'єднані молекули фосфорної кислоти у АТФ, є багаті енергією зв'язки. При її руйнуванні енергія вивільняється і використовується у живій клітині для забезпечення процесів життєдіяльності і синтезу органічних речовин. Процеси синтезу АТФ можуть відбуватись у цитоплазмі (гліколіз), мітохондріях (дихання), хлоропластах (світлова фаза фотосинтезу), на плазматичних мембранах деяких бактерій (хемосинтез). У рослинній клітині синтез АТФ проходить у мітохондріях і хлоропластах, у тваринній – у мітохондріях. Синтез АТФ у мітохондріях відбувається на кристах, у хлоропластах – на мембранах тилакоїдів у процесі хемосинтезу. Хлоропластна АТФ розщеплюється і використовується в стромі хлоропластів для побудови глюкози під час темної фази фотосинтезу, а на біоенергетичні процеси не витрачається. Тому в рослинних клітинах є мітохондрії, де глюкоза розщеплюється і використовується АТФ на потреби клітини. АТФ швидко відновлюється, кожна молекула АТФ розщеплюється і знову відновлюється близько 2400 разів на добу, середня тривалість її життя менше хвилини. Синтез АТФ по каналах ендоплазматичної сітки надходить туди, де виникає у ній потреба. АТФ є універсальним акумулятором енергії клітин.

## 23.4. Речовини клітини

У природі є багато біологічно активних речовин, які регулюють процеси обміну речовин, росту і розвитку організмів, захищають або впливають на особини свого чи інших видів. Таким речовинами є: вітаміни, гормони, фітогормони, алкалоїди, антибіотики, фітонциди.

*Вітаміни* – біологічні низькомолекулярні сполуки різної хімічної природи, які є обов'язковими учасниками обміну речовин живих організмів. Російський лікар М.І. Лунін у 1880 р. і польський вчений К. Функт у 1912 р. знайшли їх у харчових продуктах. Вони встановили, що для нормального обміну речовин і життєдіяльності організму необхідні вітаміни (з лат. «віта» життя). Це органічні сполуки різноманітної природи, які утворюються в організмі або надходять з продуктами харчування, і лише деякі можуть утворюватися з провітамінів (А, D), або синтезуватися симбіотичними мікроорганізмами у кишечнику людини (К). Вітаміни є компонентами ферментативних систем і також каталізаторами різних обмінних процесів. Тільки за достатньої кількості вітамінів обмін речовин в організмі людини протікає нормально. Біосинтез вітамінів відбувається у рослинних організмах. Їх джерелом є продукти рослинного і тваринного походження. Добова потреба у вітамінах мала і складає декілька міліграмів. За тривалої відсутності вітамінів у їжі розвивається захворювання – авітаміноз, при нестачі – гіповітаміноз, при надлишку – гіпервітаміноз. Вітаміни дають можливість зберегти здоров'я.

На сьогодні науці відомо декілька десятків вітамінів, які мають специфічний вплив на організм людини. Для зручності їх називають великими буквами латинського алфавіту: А, В, С, D, Е, К, РР, Н. Всі вітаміни відносять до двох груп: жиророзчинні (А, D, Е, К) і водорозчинні (В, С).

*Вітаміни А (аскорбінова кислота)* – містяться у тваринних жирах: риб'ячому жирі, вершковому маслі, у жовтках яєць, молоці, печінці, нирках, ікрі риб. У рослин (морква, шпинат, абрикоси, червоний перець, кропива,



люцерна), мають провітаміни А – помаранчеві, кристали каротину, які в організмі людини перетворюються у вітамін А. Цей вітамін необхідний для нормального зору і для росту організму. Він відіграє важливу роль у підтримці нормального стану шкіри і слизових оболонок. З недостатньою кількістю вітаміну А пов'язано порушення зору – куряча сліпота, тобто неспроможність бачити при поганому освітленні. Добова потреба у вітаміні А для дорослих і дітей становить 1 – 2 мг.

*Вітаміни групи В* (тіамін, ціанкобаламін) містяться у багатьох продуктах рослинного та тваринного походження (у зародках і шкірці насіння, проростках насіння, дріжджах, печінці, жовтку яйця). Вітамін впливає на обмін білків, жирів, вуглеводів, амінокислот. Нестача цих вітамінів В є причиною порушення нервової системи ( хвороба «бері-бері» – параліч), сухості шкіри, проносів, ерозії слизових оболонок, недокрів'я. Добова потреба у вітаміні В для дорослих і дітей становить 2-4 мг.

*Вітамін групи С* або аскорбінова кислота, міститься у сирих овочах, плодах, ягодах. Особливо багато його у шипшині, чорній смородині, помідорах, цибулі, капусті, цитрусових. При відсутності вітаміні С в їжі у людини розвивається цинга, руйнування кровоносних судин, ламкість кісток, зниження імунітету. Добова потреба у вітаміні В для дорослих і дітей становить 75-100 мг.

*Вітамін D (ергокальциферол)* міститься у печінці риби і морських ссавців, ікрі, ячному жовтку. У рослин є провітамін D, який під дією опромінення ультрафіолетовими променями перетворюється у вітамін D. В організмі людини цей вітамін утворюється при перебуванні на сонці. Вітамін D забезпечує затримання солей кальцію і фосфору в організмі і відкладання його в кістковій тканині. У дітей при нестачі вітаміну D у їжі, або у випадках довгої відсутності сонячного світла розвивається рахіт. При рахіті вміст солей у кістках знижено, що призводить до процесів окостеніння, спричиняє м'язову слабкість. Вітамін D бере участь у регуляції обміну фосфору і кальцію в організмі.

*Вітамін К (філохінон)* бере участь у зсіданні крові, без нього не утворюється протромбін – найважливіший чинник зсідання крові. При авітамінозі спостерігаються кровотечі. Міститься вітамін К у салаті, капусті, зародках пшениці, моркві.

Вітамін Е ( токоферол) впливає на репродуктивну систему. Міститься вітамін Е у великій кількості у салаті, зародках пшениці, маслах рослинного походження, тканинах тварин.

*Гормони* – високоспецифічні біологічно активні речовини, які виділяють у кров, лімфу або порожнинну рідину тварин у незначних кількостях залози внутрішньої секреції та деякі нервові клітини (нейрогормони). Це хімічні сполуки білкового походження (статеві гормони – стероїди). Транспортуються у всі частини тіла, тому значний вплив на організм здійснюється далеко від місця синтезу. Мають таку біологічну дію: передають сигнал від одного органу до іншого при змінах, які відбуваються і які треба зупинити; обмежують амплітуду коливань якогось фізичного показника;

Характерними особливостями дії гормонів є:

- велика біологічна активність 0,0001 м л гормону росту визначає ріст і розвиток дорослої людини;
- велика специфічність спричиняє тільки певні реакції клітин, тканин і органів;
- дистанційність дії визначається перенесенням їх кровотоком від місця синтезу;
- короткотривалість дії – як тільки необхідність у присутності гормону відпадає, він швидко втрачає активність під впливом певного ферменту;
- довготривалість дії – у деяких випадках максимальна дія гормону виявляється через кілька годин і навіть діб.

Відділ мозку гіпоталамус координує роботу залоз внутрішньої секреції, одержує і аналізує сигнали від центральної нервової системи та виділяє у кровоносне русло регуляторні нейрогормони. Вони надходять у передню частину гіпофіза і під їх впливом гіпофіз синтезує дев'ять тропних гормонів,

які стимулюють діяльність усіх інших ендокринних залоз. У взаємодії з нервовою системою гормони беруть участь у регуляції обміну речовин, рості й розвитку організму та регуляції його основних функцій.

*Фітогормони* – фізіологічно активні речовини вищих рослин і грибів різної хімічної будови. Утворюються у дуже малих кількостях і регулюють процеси обміну речовин, координують індивідуальний розвиток. До фітогормонів належать такі як: ауксини, гібереліни, цитокиніни, гормони гальмуючої дії.

*Ауксини* – стимулюють ростові процеси і активізують поділ і ріст клітин, сприяють розвитку кореневої системи, можуть пригнічувати ріст при надлишку.

*Гібереліни* – є стимуляторами росту рослин, мають сильнішу дію ніж ауксини і застосовуються для підвищення врожайності деяких культур (трав'янистих рослин, винограду).

*Цитокиніни* – є стимуляторами поділу клітин, проростання насіння, поновлюють нормальний обмін речовин у рослинних організмах та сприяють відновленню хлорофілу. Їх багато у насінні, плодах і твірній тканині. Всім фітогормонам властива дистанційна дія.

*Алкалоїди* – біологічно активні речовини нітрогеновмісних речовин рослинного походження, що мають лужний вміст. Їх відомо біля 2500 видів у покритонасінних речовин (макові, конопляні, пасльонові, лілійні, жовтцеві, бобові). Їх значення у природі полягає у захисті рослин від знищення тваринами. Більшість алкалоїдів отруйні для тварин і людини, деякі мають наркотичну дію (нікотин, морфін). Алкалоїди застосовують у медицині (морфін, хінін, кофеїн, атропін). Для боротьби з комахами застосовують (анабазин,нікотин), а також для експериментального одержання поліплоїдних клітин (колхіцин). Відносяться алкалоїди до отруйних речовин.

*Антибіотики* – є особливою групою біологічно активних речовин мікробіологічного походження, які у живих організмах можуть вбивати, пригнічувати ріст та життєдіяльність хвороботворних мікроорганізмів. До них

відносять антибактеріальні речовини, які отримують із тканин рослин (фітонциди) і тварин (лізоцим, інтерферон). Антибіотики продукують плісняві гриби (пеніцил), актиноміцети (стрептоміцин, левоміцетин, тетрациклін), бактерії (граміцидин). У чистому вигляді їх почали отримувати з культур мікроорганізмів у 40-х роках ХХ століття. Людина їх застосовує для лікування різних захворювань, які викликаються бактеріями і грибами. Антибіотики мають специфічний вплив тільки на певні організми.

*Фітонциди* – є біологічно активними речовинами рослинного походження, які знищують мікроорганізми. Велику кількість фітонцидів синтезують такі рослини: цибуля, часник, хрін, цитрусові, евкаліпт. Соки і екстракти цих рослин згубно впливають на дифтерійну паличку, збудників дизентерії, черевного тифу, стрептококу та стафілококу.

### **Питання для самоконтролю**

1. Які хімічні елементи входять до складу клітини ?
2. Які неорганічні речовини входять до складу клітини ?
3. Яке значення води для життєдіяльності клітини ?
4. Які солі входять до складу клітини?
5. Яка різниця між органічними і неорганічними речовинами ?
6. Які органічні речовини входять до складу клітини ?
7. Що таке мономер і полімер ?
8. Чому білкову молекулу називають полімером ?
9. Чим характеризується 1, 2, 3, 4 структура білка ?
10. Що таке денатурація білка ?
11. Які функції білків вам відомі ?
12. Скільки видів амінокислот входить до складу білків ?
13. Чим обумовлена різноманітність білків ?
14. Яке значення жирів у клітині ?
15. У яких організмів і в яких органелах синтезуються вуглеводи ?
16. Які функції виконують вуглеводи у клітині і в організмах ?
17. Де синтезується АТФ у клітині і яке її значення ?
18. Яка будова АМФ, АДФ, АТФ.?
19. Що означає назва нуклеїнові кислоти і які вони є ?
20. Де в клітині знаходяться нуклеїнові кислоти ?
21. Яка будова хромосоми і що таке нуклеотида ?
22. Що таке нуклеотид і з чого він складається ?
23. Як пов'язані між собою нуклеотиди ?

24. У чому суть процесу синтезу ДНК ?
25. Як називають ділянку молекули ДНК, яка несе інформацію про синтез одного білка ?
26. Чим відрізняється будова молекули РНК і ДНК ?
27. Чим відрізняються нуклеотида РНК і ДНК ?
28. Які види РНК є у клітині ?
29. Де відбувається збір білкової молекули ?
30. Де в клітині знаходяться нуклеїнові кислоти ?
31. Яка будова хромосоми і що таке нуклеотида ?

### Тестові завдання

1. Які хімічні елементи, які є у клітині
  - а. органогенні
  - б. мікроелементи
  - в. прості
  - г. макроелементи
  - д. змішані
2. Які елементи переважають у живій природі
  - а. кисень
  - б. вуглець
  - в. алюміній
  - г. сірка
  - д. водень
3. Яку частку в середньому у клітині складає вода:
  - а. 80
  - б. 20
  - в. 10
4. Яка частка у клітині припадає на білки :
  - а. 80
  - б. 20
  - в. 10
5. Яка частка у клітині неорганічних речовин
  - а. 80
  - б. 20
  - в. 10

6. Яку роль у життєдіяльності клітини відіграють сполуки азоту, що входять до складу

- а. ДНК
- б. РНК
- в. АТФ
- г. амінокислот
- д. білків

7. Яке значення калію у житті клітини

- а. переніс речовин
- б. активізація обміну речовин
- в. проведення збудження

8. У яку сполуку входить залізо

- а. хлорофіл
- б. гемоглобін
- в. ДНК
- г. РНК

9. Значення води у клітині

- а. середовище для хімічних реакцій
- б. розчинник
- в. джерело кисню

10. До яких сполук відносяться ліпіди

- а. гідрофільні
- б. гідрофобні
- в. змішані

11. Які речовини розчиняють жири

- а. вода
- б. ефір
- в. бензин

12. Який хімічний склад молекули жиру

- а. амінокислота
- б. жирні кислоти
- в. гліцерин
- г. глюкоза

13. Місце синтезу жирів у клітині

- а. рибосоми
- б. пластиди
- в. ЄПС

14. Яке значення ліпідного шару клітини
- а. вибіркова проникність
  - б. непроникність
  - в. повна проникність
15. Які функції у клітині виконують ліпіди
- а. структурна
  - б. енергетична
  - в. транспортна
  - г. інформаційна
16. Яке значення жирів у організмі у рослин
- а. структура мембран
  - б. джерело енергії
  - в. теплорегуляція
17. Яке значення вуглеводів у організмі у тварин
- а. структура мембран
  - б. джерело енергії
  - в. теплорегуляція
  - г. джерело води
18. Скільки енергії вивільняється при розщепленні 1гр жиру
- а. 17, 6 кДж
  - б. 17, 9 кДж
  - в. 38,9 кДж
19. Яка структура молекули АТФ
- а. біополімер
  - б. нуклеотид
  - в. мономер
20. Які органели синтезуються АТФ у рослинній клітині
- а. рибосоми
  - б. мітохондрії
  - в. хлоропласти
21. Які органели синтезуються АТФ у тваринній клітині
- а. рибосоми
  - б. мітохондрії
  - в. хлоропласти
22. Який процес відбувається у мітохондріях, що забезпечує синтез АТФ
- а. фотосинтез
  - б. дихання
  - в. біосинтез білка

23. З яким процесом пов'язаний синтез АТФ у хлоропластах
- а. світлова фаза
  - б. темна фаза
  - в. біосинтез білка
24. Джерело енергії при синтезі АТФ у мітохондріях
- а. органічна сполука
  - б. тепло
  - в. світло
25. Джерело енергії при синтезі АТФ у хлоропластах
- а. органічні сполуки
  - б. тепло
  - в. світло
26. Де відбувається синтез АТФ у мітохондріях
- а. зовнішня мембрана
  - б. кристи
  - в. матрикс
27. Місце синтезу жирів у клітині
- а. рибосоми
  - б. пластиди
  - в. ЄПС
28. Де відбувається розщеплення АТФ
- а. зовнішня мембрана
  - б. кристи
  - в. цитоплазма
29. Скільки кДж енергії міститься у АТФ
- а. 40
  - б. 80
  - в. 10
30. Скільки енергії кДж міститься у АДФ
- а. 40
  - б. 80
  - в. 10
31. Скільки енергії кДж міститься у АМФ
- а. 40
  - б. 80
  - в. 10



32. При якому процесі органічні речовини утворюються з неорганічних
- а. біосинтез білка
  - б. фотосинтез
  - в. синтез АТФ
33. Яка речовина утворюється при фотосинтезі
- а. білки
  - б. жири
  - в. вуглеводи
34. З яких неорганічних сполук синтезуються вуглеводи
- а. вуглекислого газу
  - б. води
  - в. кисню
35. Які вуглеводи відносяться до моносахаридів
- а. сахароза
  - б. глюкоза
  - в. фруктоза
  - г. дезоксирибоза
  - е. целюлоза
36. Які з вуглеводів нерозчинні у воді
- а. сахароза
  - б. глюкоза
  - в. фруктоза
  - г. дезоксирибоза
  - е. целюлоза

## 24. КЛІТИНА ОСНОВНА СТРУКТУРНО – ФУНКЦІОНАЛЬНА ОДИНИНИЦЯ ЖИВОГО

### 24.1. Будова еукаріотичної клітини

Наука, яка вивчає будову, хімічний склад, процеси життєдіяльності і розмноження клітин, називається *цитологією*. Предметом цитології є клітини багатоклітинних організмів грибів, рослин і тварин, а також одноклітинних організмів (бактерії, одноклітинні гриби і водорості, найпростіші). Цитологія охоплює всі аспекти предмета свого дослідження: морфологічний, фізіологічний, біохімічний, генетичний. Однією з головних умов виникнення цитології як науки був винахід мікроскопу, який англійський натураліст Р. Гук використав для відкриття клітини.

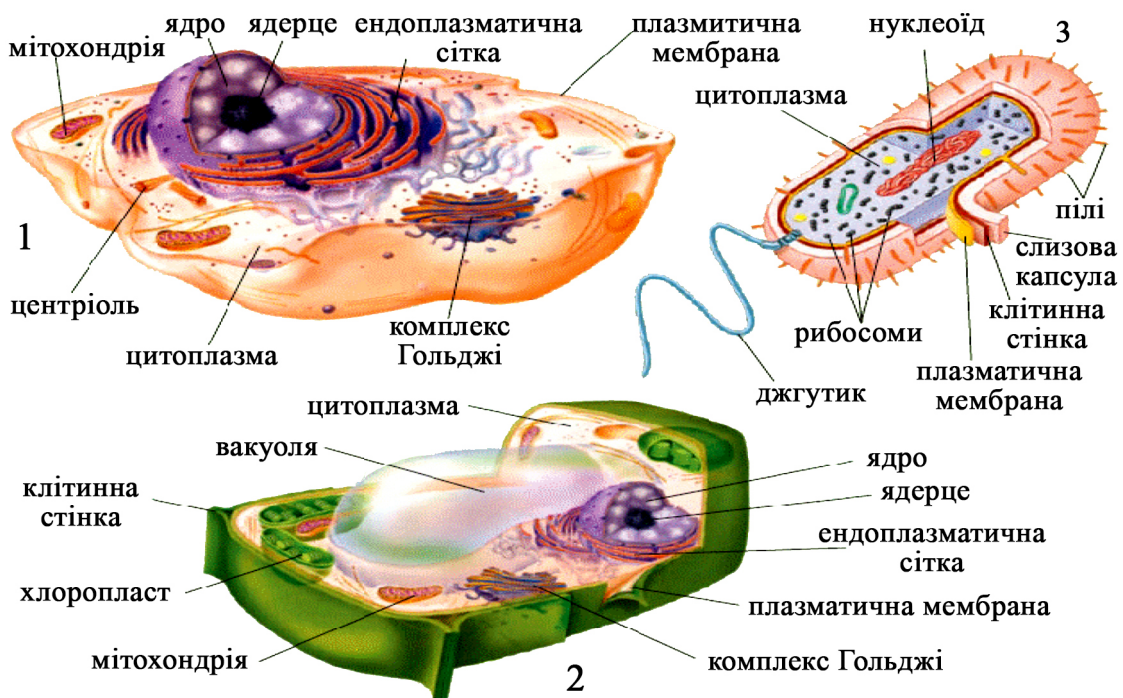


Рис. 24.1.Будова клітини:

1 – тваринної; 2 – рослинної; 3 – бактеріальної.

*Клітина* – основна одиниця будови і функцій живих організмів, а також клітини, є диференційованою ділянкою цитоплазми, оточеною клітинною мембраною. Клітина є основною одиницею будови рослинних і тваринних

організмів. Усі основні функції живої матерії (обмін речовин і енергії, ріст, подразливість, самовідтворення, спадковість і мінливість) відбуваються на рівні клітини.

Живі організми за ознакою наявності ядра можна поділити на еукаріотичні (ядерні) і прокаріотичні (доядерні). Всі прокаріотичні клітини мають поверхневий апарат і цитоплазму. Поверхневий апарат складається з плазматичної мембрани і клітинної стінки, а також може містити бактеріальні джгутики, слизові капсули та вирости плазматичної мембрани. Цитоплазма представлена напіврідким цитозолем, у якому є поодинокі рибосоми та нуклеоїд (кільцева молекула ДНК). Мембранні органели у цитоплазмі відсутні, але плазматична мембрана клітини може утворювати вгвинання, які забезпечують різноманітні функції. Середній розмір клітин прокаріотів – від 0,1 до 10 мкм.

Еукаріотичні організми мають складну структуру клітин. Їх поверхневий апарат містить плазматичну мембрану, надмембранний та підмембранний комплекси. У деяких еукаріот є клітинна стінка, органи руху (джгутики, війки). Внутрішня будова клітини еукаріот містить три важливі групи органел, одномембранні органели (лізосоми, комплекс Гольджі) та двомембранні органели (мітохондрії, пластиди і ядро) та немембранні (рибосоми, клітинний центр та органели руху).

Складна внутрішня структура клітини, присутність цитоскелету, ядра, і мембранних органел дозволяють еукаріотичним клітинам досягти великих розмірів. Середній розмір клітин еукаріот близько 100 мкм. Вони набули здатності утворювати стійкі комплекси клітин з розподілом функціональних обов'язків між клітинами. Це призвело до виникнення справжньої багатоклітинності й появи великих за розмірами організмів – тварин, рослин і грибів. (рис.24.1).

Зовні клітина відмежована від зовнішнього середовища плазматичною мембраною. До складу клітинних мембран входить два шари ліпідів, два види білків – поверхневі і внутрішні та вуглеводи, які прикріплюються до

зовнішнього боку мембрани. Зовнішня частина кожного з шарів ліпідів складається з гідрофільних головок, а внутрішня – з гідрофобних хвостів. Білки мембран виконують різні функції: ті, які розташовуються на поверхні ліпідного шару (поверхневі) і ті, що проходять наскрізь через два шари (внутрішні). Ці дві мембрани можуть відрізнятися між собою за складом і властивостями. Мембранні білки і ліпіди можуть вільно переміщуватися у площі мембран. Значно більша частина мембранних ліпідів належить до групи фосфоліпідів і вони забезпечують цим двом шарам мембрани «рухливу» властивість. Тому молекули мембранних білків і ліпідів вільно рухаються в межах мембрани, а інші ліпіди, наприклад холестерол, робить її жорсткою і знижує можливість руху молекул у межах мембрани.

Важливими функціями біологічних мембран є транспортна, бар'єрна й рецепторна. Мембрані властива вибіркова проникність, яка регулює обмін речовин між клітиною і зовнішнім середовищем та окремими компонентами всередині клітини. Бар'єрну функцію мембран виконують ліпіди, які утворюють основу мембранної «стінки». Велику частку функцій транспорту виконують білки. Вони можуть утворювати у мембрані наскрізні канали і переносити речовини у зв'язаному вигляді (утворювати тимчасові сполуки). З вуглеводами білки утворюють рецепторні комплекси, які відіграють важливу роль в обміні речовин між клітиною та навколишнім середовищем. Ці комплекси є головним інструментом міжклітинних взаємодій. У мембранах відсоток ліпідів складає п'ятдесят, глобулярних білків теж п'ятдесят, вуглеводів – десять. Білки розташовані не шарами, а мозаїчно, тобто одні знаходяться на поверхні, інші занурені у ліпідну фазу і пронизують її наскрізь або частково. Подвійний шар ліпідів являє собою структуру, у якій окремі молекули здатні переміщатись в межах свого шару, а також переміщатись з одного шару в інший. В'язкість і рухливість ліпідних шарів залежить від складу і температури. Цитоплазматична мембрана зовні вкриває клітину і є найголовнішою в системі біомембран, необхідною умовою існування клітини.

Однією з умов життя є поява поверхневої оболонки клітини, яка має розчинно-мозаїчну будову. (рис.24.2).

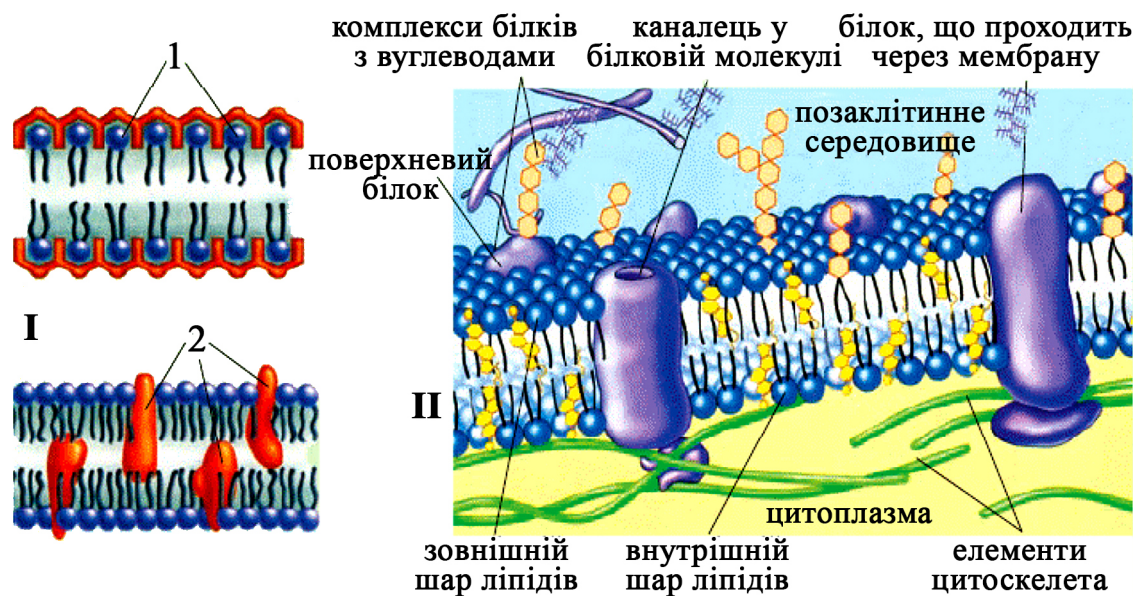


Рис. 24.2.Будова плазматичної клітини:

I – схема розташування в мембрані ліпідів (1) і білків (2); II – рідинно-мозаїчна модель.

Внутрішній вміст клітини називається *цитоплазмою*. До складу цитоплазматичних мембран входять ліпіди, білки, глікопротеїди і гліколіпіди з розгалуженими вуглеводними ланцюгами. Ці ланцюги на поверхні клітини переплітаються один з одним і з молекулами білків, утворюючи (каркас) глікокалікс, який забезпечує міжклітинні контакти і пристінкове травлення. З зовнішнього боку білки та глікопротеїди пов'язані з мікротрубочками і іншими елементами цитоскелету, а також плазматична мембрана утворює виступи – мікроворсинки. Це збільшує всмоктувальну поверхню клітин, полегшує перенесення речовин через зовнішню мембрану та їхнє прикріплення до поверхні субстрату. Цитоплазматична мембрана обмежує клітину від зовнішнього середовища, зберігає і підтримує її внутрішній вміст, забезпечує всі ферментативні процеси. На мембрані розміщуються ферменти, які зумовлюють чітку послідовність біохімічних реакцій. У різних організмів мембрани мають різний білковий і ліпідний склад, відрізняються

особливостями будови. Але принцип організації всієї різноманітності мембран тварин, грибів, рослин, прокариотів однаковий.

*Цитоплазма* містить багато спеціалізованих компонентів, які називаються органоїдами. Кожен вид органоїдів виконує певну функцію. Їх узгоджена діяльність забезпечує біохімічні реакції, які забезпечують життєдіяльність організму. До органоїдів клітини відносяться ендоплазматична сітка, рибосоми, мітохондрії, пластиди, лізосоми, комплекс Гольджі, клітинний центр. Органоїди знаходяться у рідкому середовищі, яке називається цитоплазматичним матриксом або гіалоплазмою. Це найменш щільна частина клітини, яка представляє собою водну колоїдну систему. Колоїдність визначає здатність її загуснути і перетворитись у твердий гель, який у свою чергу, при певних умовах розчиняється і знову перетворюється у золь. Такий процес відбувається при проростанні насіння.

Функціональне значення гіалоплазми як середовища, у яких розміщуються органоїди:

- завдячуючи в'язкості і здатності до руху гіалоплазма є основною магістраллю для переміщення метаболітів клітини;
- примикаючи до зовнішньої клітинної мембрани, вона забезпечує обмін речовин між клітинами ;
- вступає у безпосередні контакти з мембранами органоїдів, обумовлюючи фізико-хімічні і ферментативні зв'язки між ними.

За фізичними властивостями цитоплазма – напіврідка колоїдна маса, якій властивий рух. Швидкість току цитоплазми 1- 6 см/г. Основними функціями цитоплазми є:

- збереження взаємодії ядра і органел клітини, діяльність клітини як єдиної цілісної системи;
- в ній відбуваються основні процеси обміну речовин ;
- регулює швидкість біохімічних процесів;
- виконує транспортну функцію;
- виводить тепло від місця проходження обміну речовин.

### **Клітинні включення**

*Клітинні включення* – непостійні структури, що виконують і зникають у процесі життєдіяльності клітини, не мають мембран та елементів цитоскелету. Знаходяться у цитоплазмі, або клітинному соку вакуолей рослин у твердому чи різкому стані і мають вигляд кристалів, зерен і краплин. Це запасні речовини: крохмаль (у картоплі), білки (у зернах пшениці), олія (у соняшника). Більшість клітинних включень під дією ферментів розпадається на інші сполуки і знову приймають участь у обмінних процесах.

### **Одномембранні органоїди клітини**

До одномембранних органоїдів клітини відносяться: ендоплазматична сітка, комплекс Гольджі, лізосоми, вакуолі.

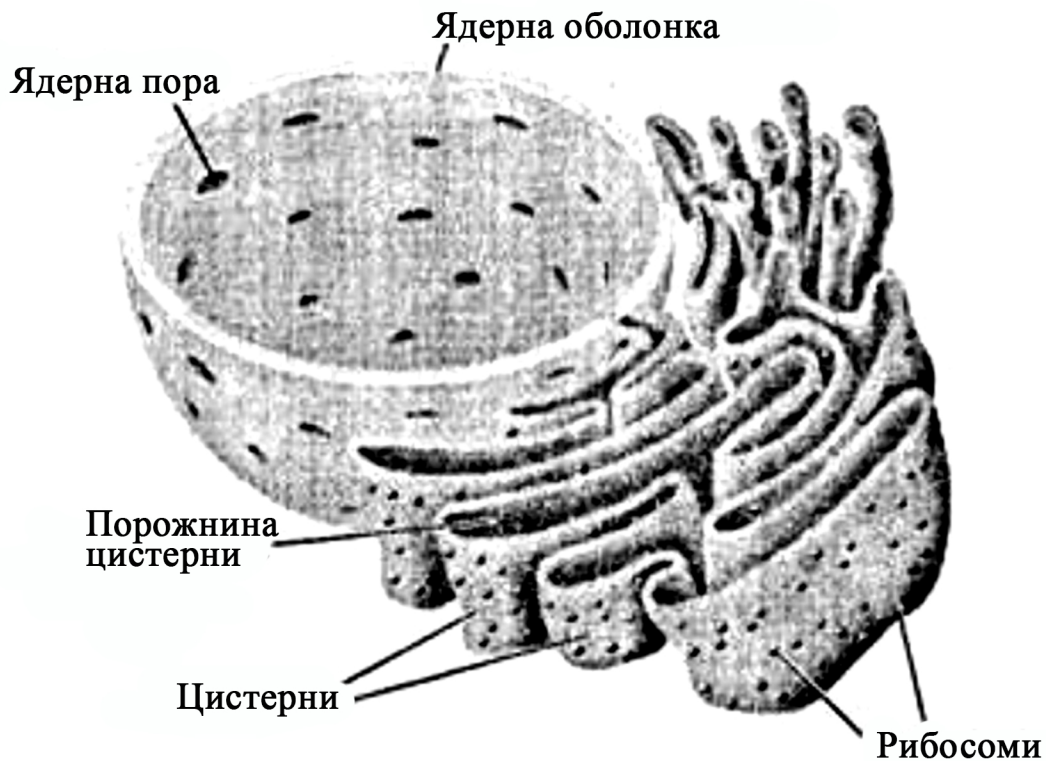


Рис.24.3. Ендоплазматична сітка.

*Ендоплазматична сітка (ЕПС)* – розгалужена система каналів і цистерн, які обмежені мембранами, що за структурою подібні до зовнішньої клітинної мембрани. Їх товщина 8 нм, а діаметр каналів 20-50 нм. Канали заповнені безструктурною рідиною матриксом. Є два типи ендоплазматичної сітки –



гладенька (агранулярна) і шорстка (гранулярна). На мембранах першого типу знаходяться ферменти жирового і вуглеводного обміну, де відбувається синтез ліпідів і вуглеводів. На мембрани другого типу прикріплюються рибосоми, на яких відбувається синтез білків і вони мають вигляд гранул. Синтезовані білки надходять у її порожнину і дозрівають. Після дозрівання білки покриваються мембраною і перетворюються на мікропухирці і накопичуються в апараті Гольджі. (рис.24.3).

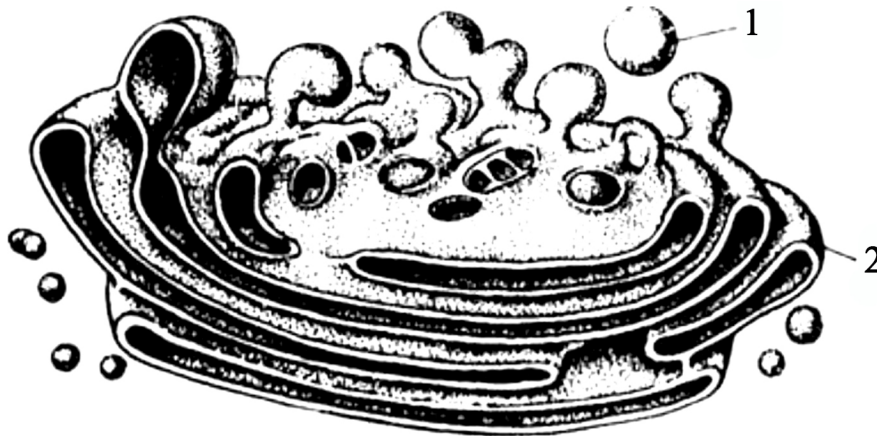


Рис.24.4.Комплекс Гольджі:

1 – візі кула; 2 – цистерни.

*Апарат Гольджі* отримав назву на честь італійського вченого гістолога, який його дослідив. Апарат Гольджі складається з диктіосом і представляє собою стос плоских мішечків – цистерн діаметром біля 1 мкм і товщиною 20-25 нм, покритих мембраною і розташованих паралельно один одного. Кількість цистерн в диктіосомі 5-7. Від країв цистерни відділяються пухирці різного діаметру. Вся структура носить полярний характер. На одному полюсі виникають нові цистерни, на іншому вони розпадаються. Таке оновлення відбувається постійно і супроводжується підвищеною активністю цистерн в міру руху по секреторному полюсу і виражається у збільшенні кількості утворених пухирців. Нові цистерни утворюються на формуючому полюсі з елементів ендоплазматичної сітки. Диктіосоми є центром синтезу, накопичення і секреції органічних речовин. (рис.24.4).



*Лізосоми* – органοїди величиною 0,5-2 кмк. Вони мають сферичну форму, покриті мембраною і заповнені густо-зернистим матриксом. Лізосоми містять ферменти, які можуть розщеплювати всі органічні сполуки при внутрішньоклітинному травленні. Кількість ферментів у лізосомах дуже велика і вони можуть зруйнувати всю клітину. Велике значення має очищення за допомогою лізосом порожнини клітини після відмирання її протопласта. За походженням вони є похідними ендоплазматичної сітки і апарату Гольджі. Є три типи лізосом:

- первинні – утворюються за участю апарату Гольджі;
- вторинні – (травні вакуолі) – утворюються з первинних;
- аутолізосоми – знищують мертві клітини, відпрацьовані органели.

*Вакуолі* – мембранні органели клітини, заповнені рідиною. У деяких зрілих рослинних і грибних клітинах на частку вакуолей припадає 90 % об'єму. Тваринні клітини мають тимчасові вакуолі, що займають більше 5% їхнього об'єму. Сік вакуолей – це рідина з рН 2-5 – містить розчинені у воді органічні і неорганічні солі ( фосфати, оксалати), цукри, амінокислоти, білки, кінцеві або токсичні продукти обміну речовин ( танін, глікозиди, алкалоїди), деякі пігменти (антоціан). Вакуолі регулюють водно-сольовий обмін, підтримують тургурний тиск в клітині, накопичують низькомолекулярні водорозчинні метаболіти, запасні речовини і виведення з обміну токсичних речовин.

### ***Двомембранні органοїди клітини***

До двомембранних органοїдів клітини відносяться: мітохондрії, пластиди, і ядро. Мітохондрії – мікроскопічні структури, розміром від 5 до 7 кмк у довжину, і мають форму гранул, паличок і ниточок. Кількість мітохондрій у клітині коливається у широких межах і залежить від типу тканин і віку клітин. Мітохондрії здатні рухатись по клітині. При цьому вони концентруються біля ядра, хлоропластів і інших органел, де інтенсивно йдуть процеси життєдіяльності.



Рис.24.5. Будова мітохондрій.

*Мітохондрії* мають двомембранну будову. Між ними є безструктурна рідина – матрикс. У клітинах від внутрішньої мембрани мітохондрії до центру відходять гребні (кристи), а в клітинах рослин – звивисті трубки, які збільшують робочу площу, на ній розташовані окисні ферменти, які приймають участь у синтезі АТФ. Проміжки між кристами або трубочками заповнені матриксом. В матриксі мітохондрій знаходяться більш мілкі, ніж у гіалоплазмі, рибосоми і молекули ДНК. У мітохондріях відбувається процес дихання, на їх внутрішніх мембранах окислюються речовини (вуглеводи і жири) і накопичується хімічна енергія у макроенергетичних фосфатних зв'язках АТФ. Тому мітохондрії можна назвати енергетичними центрами клітини. Синтезована в мітохондріях АТФ вільно виходить у цитоплазму, далі направляється до ядра та органел клітини, де в міру потреби розпадається і забезпечує їх енергією. Мітохондрії у клітині виконують функції: накопичення енергії, синтез власних білків, синтез ДНК, РНК. Кількість мітохондрій у клітині збільшується шляхом поділу навпіл внаслідок утворення перетяжок перпендикулярно до їх поздовжньої осі. (рис.24.5).

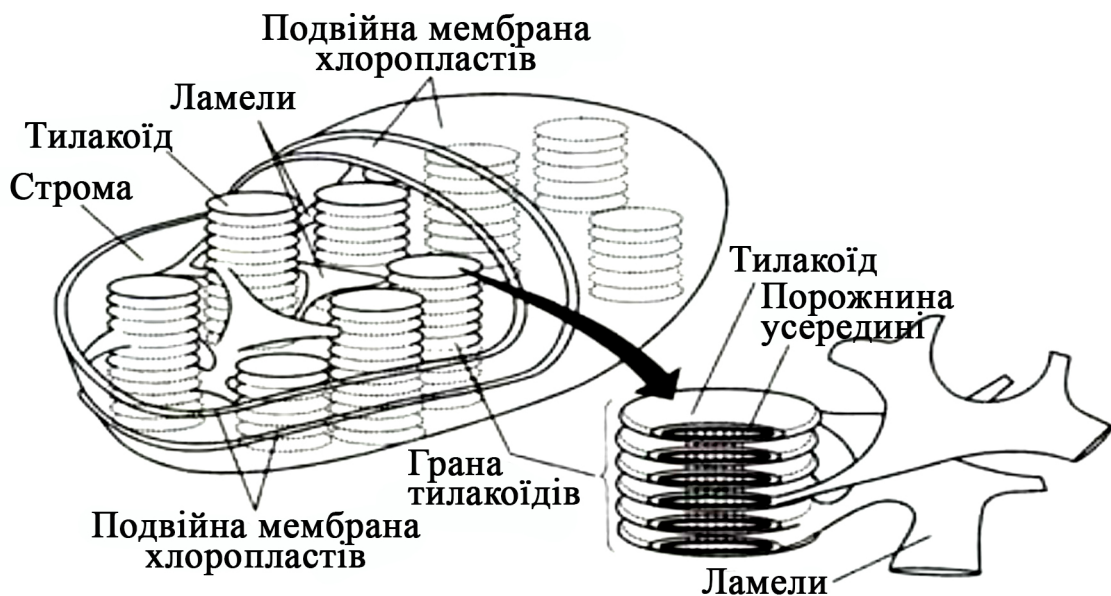


Рис.24.6. Будова хлоропласта.

*Пластиди* – це органоїди автотрофних організмів і в них відбувається процес первинного і вторинного синтезу вуглеводів. Пластиди розрізняють по кольору: безкольорові – лейкопласти, забарвлені у зелений колір – хлоропласти і жовто-червоні – хромопласти. Всі три групи пластид пов’язані загальним походженням і подібною будовою. Пластиди утворюються з безкольорових пропластид, які знаходяться у клітинах зародка і твірних тканинах. Пластиди мають оболонку, яка складається з двох цитоплазматичних мембран. Порожнина заповнена безструктурним матриксом. Внутрішня мембранна структура пропластид розвинена дуже слабо. Зазвичай це рідкі, часто поодинокі цистерни, розташовані без певної орієнтації, іноді це трубочки або пухирці. Пропластиди можуть перетворитися на будь-які з трьох видів.

*Лейкопласти* – безкольорові пластиди, за структурою наближені до пропластид, але більшого розміру. Вони знаходяться переважно у тканинах і органах рослин, там де немає світла: спорах, гаметах, бульбах, кореневищах. Основна функція лейкопластів – синтез і накопичення запасних продуктів живлення, у першу чергу крохмалю, рідше білків і жирів. Дуже часто у лейкопластах зерна вторинного запасного крохмалю цукрів, які надходять з

листіків у запасуючі органи. Крохмальні зерна швидко розростаються і лейкопласт заповнюється крохмалем. Запасний білок у лейкопластах може відкладатися у формі кристалів або аморфних включень.

*Хлоропласти* – зелені пластиди, містять зелений пігмент хлорофіл і в них відбувається первинний синтез вуглеводів при участі світлової енергії. Це органоїди фотосинтезу, тому їх називають оптичним фокусом життя. У відповідності з функцією хлоропласти знаходяться переважно у фотосинтезуючих органах і тканинах, повернених до світла ( в листках, молодих стеблах, зелених плодах). Хлоропласти є у всіх зелених рослин, починаючи від водоростей до квіткових включно. У вищих рослин їх форма округла або овальна, частіше всього у вигляді двоопуклої лінзи діаметром 3-7 мкм при товщині 1-2 мкм. Число хлоропластів у одній клітині коливається від 1-2 до 50. Зазвичай у одній клітині квіткових рослин їх нараховується від 20 до 30. Хлоропласти розташовані у цитоплазмі біля клітинних стінок таким чином, що одна з плоских сторін обернена до стінки клітини. У залежності від ступеня освітлення вони можуть змінити своє положення, щоб краще поглинати світло, не піддаючись руйнівній дії прямих сонячних променів. При розсіяному світлі вони розташовуються біля поверхні, при прямому – біля бокових стінок. Живий хлоропласт містить до 75% води. Хімічний склад хлоропласта (у % від сухої маси): білків-50, ліпідів-33, пігментів: хлорофілу 5-10 і каротиноїдів 1-2, а також невелика кількість РНК і ДНК. За хімічною структурою хлорофіл близький до гемоглобіну еритроцитів крові. Хлорофіл – це ефіроподібна речовина дикарбонової кислоти і двох спиртів – метилового і етилового. Хлорофіл утворюється тільки на світлі. Рослина, яка розвивається у темряві, має витягнуті стебла, блідо-жовтий колір або безкольорові. На світлі вони зеленіють. Крім хлорофілу хлоропласти містять каротиноїди – два пігмента помаранчевого і жовтого кольорів – каротину і ксантофілу. Хлоропласти відділені від цитоплазми двомембранною оболонкою, яка має вибірккову проникність і регулює обмін речовин між цитоплазмою і хлоропластом. Тіло хлоропласта складається з безкольорової гідрофільної білково-ліпідної стромы

(матрикса). Строма має систему паралельно розташованих плоских мішечків, що утворюються з внутрішньої мембрани оболонки хлоропласта, і їх називають ламеллами і тилакоїдами. Тилакоїди діаметром біля 0,3 мкм, щільно прилягаючи один до одного, утворюють стоси, які називаються гранами. Великі ламели, пронизують строму, пов'язують грани в єдину систему. Мембрани тилакоїдів, формують грани, які відрізняються від елементарних мембран. Вони складаються з зовнішнього шару, утвореного молекулами білка, за якими йде шар хлорофілу, далі ліпідний з каротиноїдами. Поряд розташована мембрана, яка являє собою дзеркально відображену і вище описану. Крім системи тилакоїдів у стромі хлоропластів знаходяться рибосоми, крохмальні зерна, структури ліпідної природи і молекули ДНК.

*Хромoplastи* –містять пігменти групи каротиноїдів, які забарвлюють їх у помаранчевий і червоний колір. Вони різноманітні за формою: дископодібні, шаровидні, паличковидні, це пов'язано з тим, що каротиноїди легко кристалізуються і форма кристалів визначає форму хлоропластів. Зовні хлоропласти, як і інші пластиди, мають оболонку з двох мембран. Строма має слаборозвинену внутрішньо-мембрану структуру. Внутрішньоклітинна функція хлоропластів поки залишається не повністю дослідженою. Участь цих пластид у забарвленні пелюстків має значення у привабленні комах – запилювачів. Яскраві плоди, забарвлені каротиноїдами (горобина, конвалія) добре поїдаються птахами і тваринами для розповсюдження плодів і насіння. У процесі індивідуального розвитку майже всі типи пластид можуть перетворюватись один в одного. Наприклад, перетворення хлоропластів в хромoplastи – зміна пластид при осінньому пожовтінні листків, при дозріванні плодів деяких рослин (томати, горобина). Хромoplastи перетворюються у лейкопласти. (рис.24.6).

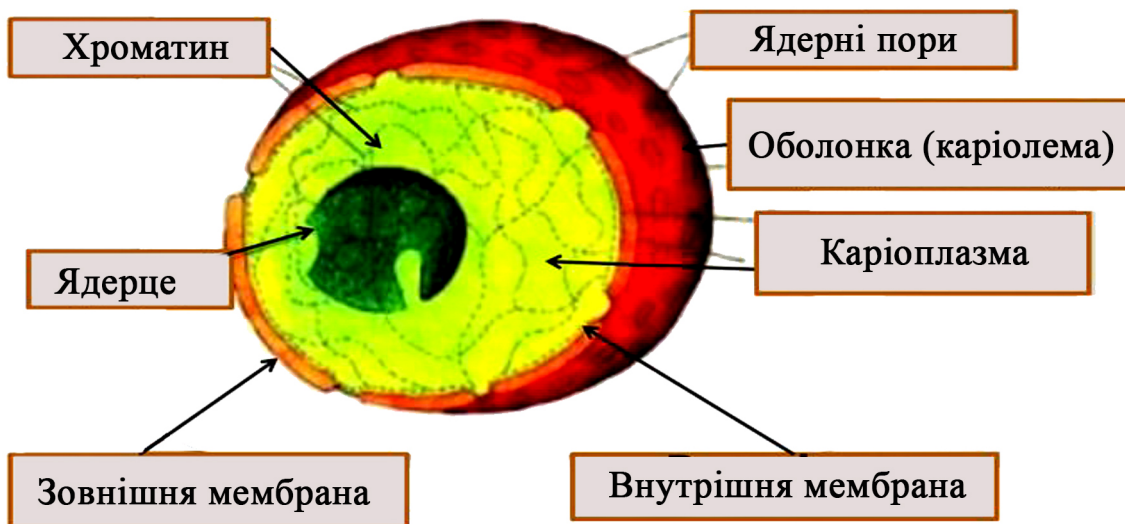


Рис.24.7. Будова ядра.

*Ядро* – органоїд, де зберігається і відновлюється спадкова інформація, яка визначає ознаки клітини і всього організму. Ядро є центром регуляції управління обміном речовин клітини та контролює діяльність всіх інших органоїдів клітини. Тому при руйнуванні ядра клітина гине. Форма ядра може бути – кулястою, еліпсоподібною, лінзоподібною, веретеноподібною. Розміри ядра дуже різні і залежать від виду організму, віку і стану клітини. Іноді робоча поверхня ядра збільшується шляхом утворення відростків. У фізико-хімічному відношенні ядро клітини представляє собою комплекс гідрофільних колоїдів більш в'язкої консистенції, ніж колоїдна система цитоплазми.

За хімічним складом ядро різко відрізняється від інших органоїдів високим вмістом (15-30 %) ДНК і (12,1 %) РНК. Майже вся ДНК клітини (99%) знаходиться у ядрі, де вона утворює комплекси з білками – дезоксирибонуклеопротейди (ДНП). Основна речовина ядра – складні білки (протейди), також є ліпіди, вода, іони натрію і калію. Загальний план будови ядра однаковий у рослин і тварин. Структура компонентів ядра дуже змінюється на різних фазах життєвого циклу клітин, це пов'язано з відмінностями функцій, які ним виконуються. Ядро може перебувати у трьох станах:

- ядро яке ділиться, виконує функцію передачі спадкової інформації від клітини до клітини;
- ядро, у якому відбувається синтез (редуплікація) спадкової інформації материнської ДНК (цей стан властивий для ядер у періодах між поділами);
- робочі ядра живих клітин не здатних до поділу, виконують функцію регуляції процесами життєдіяльності клітини. Ядро має: ядерну оболонку, хроматин з хромосомами, одне або декілька ядерець, ядерний сік.

*Ядерна оболонка* – має дві мембрани, розділених безструктурним матриксом, подібним з матриксом каналів ендоплазматичної сітки. Зовнішня мембрана ядерної оболонки безпосередньо пов'язана з каналами ендоплазматичної сітки, поверхня якої вкрита рибосомами. Ядерна оболонка має ядерні пори, в них зовнішні і внутрішні мембрани з'єднані по краях, діаметр яких від 30-100 нм. Число пор коливається, займаючи в залежності від метаболічної активності ядра і виду організму від 10 до 50% загальної площі його поверхні. Пори – це не прості отвори, а складні структурні утворення, які забезпечують вибіркочу проникність. Ядерна оболонка контролює обмін речовин між ядром і цитоплазмою. З ядерного соку в гіалоплазму проходять макроструктури, у тому числі попередники рибосом, які забезпечують транспорт білків у зворотному напрямку. (рис.24.7).

*Хроматин і хромосоми* – основний морфологічний компонент ядра. Під світловим мікроскопом на фіксованих і забарвлених препаратах він виявляється у вигляді сітки тонких довгих ниток, а також мілких гранул. Дослідження ядра під електронним мікроскопом встановлено, що основу хроматину складають тонкі (10 нм) нитки (фібрили) закручені у спіраль. До

їх хімічного складу входить 90% дезоксирибонуклеопротейдів і 10% рибонуклеопротейдів. Хроматин – це диспералізовані і гідратовані хромосоми, які завжди присутні у ядрі, але у інтерфазному ядрі невидимі, тому що знаходяться у розрихленому стані. Хромосоми добре видно у світловому

мікроскопі під час мітозу. Для клітин кожного виду властива певна кількість хромосом, певних розмірів і форми, тому сукупність хромосом називають хромосомним набором. Число хромосом у соматичних клітинах подвійне і утворюється після злиття двох статевих клітин, у яких завжди буває одинарний (гаплоїдний) набір. Розміри і форма хромосом гаплоїдного набору неоднакові, але у кожній статевій клітині одного виду організму повторюється не тільки кількість хромосом, але й форма кожної з них. У диплоїдному наборі кожній хромосомі відповідає парна (гомологічна) хромосома, така ж за формою і розмірами. Всі організми одного виду мають однакове число хромосом: м'яка пшениця-42, кукурудза-20. Хромосоми ядра, що ділиться має вигляд подвійної палички, яка складається з двох половин, розділених вузькою щільною вздовж осі хромосоми, називається – хроматидами. Кожна хроматида включає дві або декілька спіралью закручених тонких ниток, розташованих паралельно осі хромосоми, що називаються *хромонемами*, а ділянки з найбільш щільними витками спіралі хромонем називаються *хромомерами*.

Кожна хромосома має первинну перетяжку, яка представляє собою неспіралізовану ділянку хромосом, де розташована *центромера* і ця перетяжка виглядає як тонка частина хромосоми. Перетяжка ділить хромосому на дві частини – два плеча. В залежності від місця розташування є три типи хромосом:

- паличкоподібні з одним дуже довгим і другим дуже коротким плечем;
- нерівноплечі з плечима різної довжини;
- рівноплечі з плечима однакової довжини.

Іноді хромосома має вторинну перетяжку і якщо вона розташована поблизу кінця хромосоми і окрема ділянка невелика, її називають супутником, а несучу хромосому – супутничною. Друга перетяжка – це місце, де формується ядерце, тому її називають організатором ядерця.

Внутрішня будова хромосом, число в них ниток ДНК змінюється у життєвому циклі клітини. Функції хромосом складаються з специфічних для



даного організму нуклеїнових кислот ДНК – які зберігають і передають спадкову інформацію у клітині і РНК, які забезпечують синтез білків.

*Ядерце* – має форму кулі. До його складу входить білок і РНК. Виникають ядерця на вторинній перетяжці хромосоми і під час поділу клітини розпадаються. На ДНК ядерце відбувається синтез РНК. Саме тут рРНК об'єднується з білком і формуються попередники рибосом. Половинки (субодиниць) рибосом через пори у ядерній оболонці виходять в цитоплазму і об'єднуються у рибосоми.

*Ядерний сік* – напіврідка колоїдна речовина, розчин білків, нуклеїнових кислот, вуглеводів, мінеральних солей і ферментів ядра. Основна функція ядерного соку – взаємозв'язок ядерних структур. Клітини більшості живих організмів мають складно збудоване ядро і називаються еукаріотами. Бактерії і цинії відносять до прокаріотів, основна відмінна ознака – відсутність обмеженого оболонкою ядра. У них генетичний матеріал представлений однією хромосоною, розташованою безпосередньо у цитоплазмі. (рис.24.7)

### **Немембранні органели**

До немембранних органел відносяться: рибосоми, клітинний центр і органи руху.

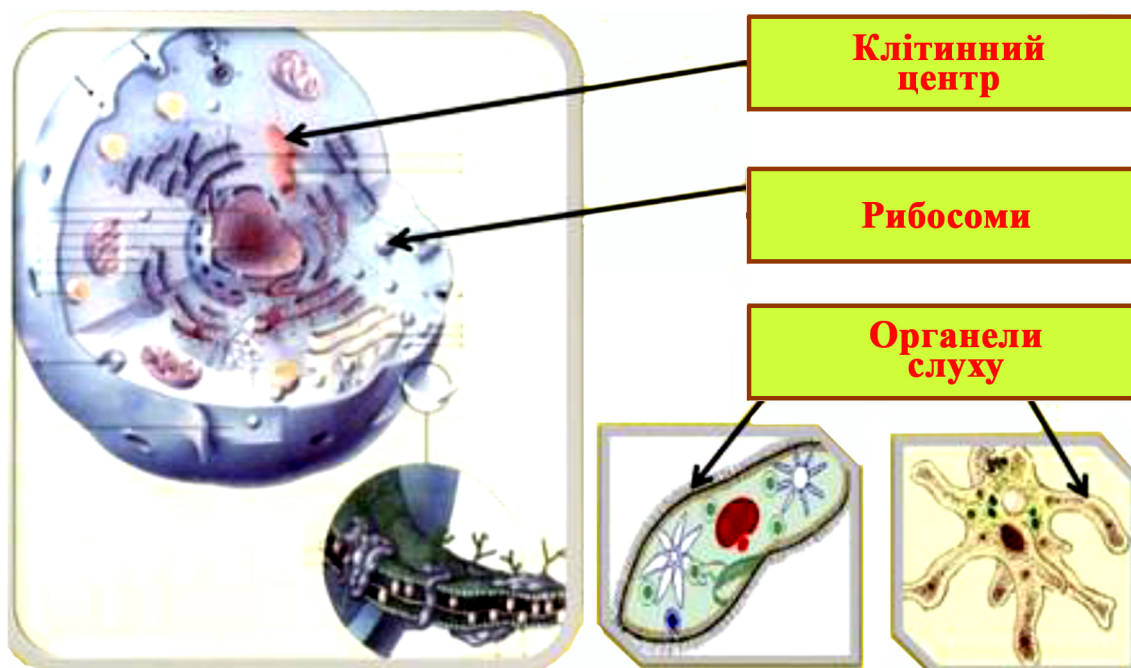


Рис.24.8. Немембранні органели.

*Рибосоми* – ультрамікроскопічні органели округлої або грибоподібної форми, які складаються з двох частин – субодиниць. Вони не мають мембранної будови і складаються з білка і іРНК. Субодиниці утворюються у ядрі. Об'єднуються вздовж молекули і РНК у ланцюг – полірибосоми – у цитоплазмі. Універсальні органели всіх клітин тварин і рослин знаходяться у цитоплазмі у вільному стані або на мембранах ЕПС, крім того, містяться у мітохондріях і хлоропластах. На рибосомах синтезуються білки за принципом матричного синтезу, унаслідок якого утворюється поліпептидний ланцюг – первинна структура молекули білка. (рис.24.8).

*Клітинний центр* – ультрамікроскопічна органела немембранної будови, яка складається з двох центріоль, кожна з яких має циліндричну форму, стінки яких утворені дев'ятьма триплетами трубочок, а усередині знаходиться однорідна речовина. Центріолі розташовані перпендикулярно одна до одної. Приймають участь у поділі клітин тварин і нижчих рослин. На початку поділу (у профазі) центріолі розходяться до різних полюсів клітини. Від центріоль до центромер хромосом відходять нитки веретена поділу. У анафазі ці нитки притягують хроматини до полюсів. Після закінчення поділу центріолі залишаються у дочірних клітинах, подвоюються і утворюють клітинний центр.

Органи руху – війки, джгутики, кореніжки, міофібрили. (рис.24.8).

*Війки* – багаточисельні цитоплазматичні вирости на поверхні мембрани. Видаляють частинки пилу (війчастий епітелій дихальних шляхів, одноклітинні організми).

*Джгутики* – одиничні цитоплазматичні вирости на поверхні клітини. Рух (зооспори, одноклітинні організми).

*Міофібрили* – тонкі нитки до 1см довжиною і більше. Слугують для скорочення м'язових волокон, вздовж яких вони розташовані.

### Питання для самоконтролю

1. Які частини клітини вивчені за допомогою світлового мікроскопу?
2. Які органели дослідили завдяки електронному мікроскопу?
3. З чого складається мембрана живої клітини і які властивості вона має?
4. Які функції виконує мембрана живої клітини?

5. Що таке саморегуляція у живій клітині?
6. Які клітинні органели мають мембранну будову?
7. У яких органел подвійні мембрани?
8. Які органели не мають мембранної будови?
9. Що означають поняття «структурні системи клітини»?
10. Які органели входять у склад системи цитоплазми?
11. Яка будова і функції ЕПС?
12. Яка будова і функції мітохондрій?
13. Які особливості будови апарату Гольджі пов'язані з виконанням їх функцій?
14. Яку функцію виконують рибосоми?
15. Які пластиди містить рослинна клітина?
16. Яка внутрішня будова хлоропластів?
17. Які пігменти знаходяться у хлоропластах і хромопластах?
18. Яка будова і функції хлоропластів і лейкопластів?
19. Як побудований і функціонує клітинний центр?
20. З яких компонентів складається система ядра?
21. Які основні функції ядра?
22. Яка будова ядерної оболонки?
23. Які структури ядра містять молекули ядра ?
24. Що таке ядерний сік ? Яка функція?

### Тестові завдання

1. Яке значення біомембран
  - а. вибіркова проникність
  - б. поглинання води
  - в. іоний обмін
  - г. ізоляція від зовнішнього середовища
2. З яких молекул складаються біомембрани
  - а. білки
  - б. ліпіди
  - в. вуглеводи
  - г. вода
  - д. АТФ
3. Яка будова ліпідного шару у мембрані
  - а. молекулярна
  - б. біомолекулярна
  - в. безперервна
  - г. має білкові пори
  - д. має внутрішні білки

4. Через які ділянки мембрани проводиться вода
- а. ліпідний шар
  - б. білкові пори
  - в. ліпідно – білкові пори
5. Як проходять через мембрани великі молекули білку
- а. фагоцитоз
  - б. піноцитоз
  - в. проведення
6. Які органели цитоплазми мають одноклітинну будову
- а. зовнішня клітинна мембрана
  - б. ЕПС
  - в. мітохондрії
  - г. пластиди
  - д. рибосоми
  - г. комплекс Гольджі
  - е. лізосоми
7. Які органели цитоплазми мають двомембранну будову
- а. ЕПС
  - б. мітохондрії
  - в. пластиди
  - г. комплекс Гольджі
8. Які органели цитоплазми мають немембранну будову
- а. ЕПС
  - б. мітохондрії
  - в. пластиди
  - г. Рибосоми
  - д. лізосоми
9. Значення води у клітині
- а. середовище для хімічних реакцій
  - б. розчинник
  - в. джерело кисню
10. Чим відрізняється цитоплазма від навколишнього середовища
- а. мембранами ЕПС
  - б. зовнішніми мембранами
  - в. целюлозою
11. Яка органела зв'язує клітину у єдине ціле, забезпечує транспорт речовин, приймає участь у синтезі білків, жирів, складних вуглеводів
- а. зовнішня клітинна мембрана
  - б. ЕПС
  - в. комплекс Гольджі

12. Яку будову має рибосома
- а. одномембранну
  - б. двомембранну
  - в. немембранну
13. З скількох субодиниць складається рибосома
- а. одна
  - б. дві
  - в. три
14. Де утворюються субодиниці рибосоми
- а. цитоплазма
  - б. ядро
  - в. вакуолі
15. В якій з ядерних структур йде збір одиниць рибосом
- а. ядерний сік
  - б. ядерце
  - в. ядерна оболонка
  - г. інформаційна
16. Що входить у склад рибосом
- а. білки
  - б. ліпіди
  - в. ДНК
  - г. РНК
17. В яких органелах клітини знаходяться рибосоми
- б. гладенька ЕПС
  - в. шорстка ЕПС
  - г. мітохондрії
  - д. пластиди
  - е. ядерна оболонка
18. Яку функцію виконують рибосоми
- а. фотосинтез
  - б. синтез білків
  - в. синтез жирів
  - г. синтез АТФ
19. Яку будову мають мітохондрії
- а. одномембранні
  - б. двомембранні
  - в. немембранні

20. Як називається внутрішня структура мітохондрій
- а. грани
  - б. кристи
  - в. матрикс
21. Які органели синтезуються АТФ у тваринній клітині
- а. рибосоми
  - б. мітохондрії
  - в. хлоропласти
22. У якій частині мітохондрій відбувається окислення органічних речовин
- а. кристи
  - б. матрикс
  - в. зовнішня мембрана
23. Де відбувається синтез АТФ
- а. кристи
  - б. матрикс
  - в. зовнішня мембрана мітохондрій
24. Де відбувається розщеплення АТФ
- а. кристи
  - б. матрикс
  - в. зовнішня мембрана
  - г. мітохондрії
25. Де в мітохондріях знаходиться молекула ДНК, РНК, рибосоми
- а. кристи
  - б. зовнішня мембрана
  - в. матрикс
26. Чому мітохондрії називають енергетичними станціями клітини
- а. забезпечують синтез білка
  - б. синтез АТФ
  - в. синтез вуглеводів
  - г. розщеплення АТФ
27. Яка функція мітохондрій дала їм назву – дихальний центр клітини
- а. синтез АТФ
  - б. окислення органічних речовин
  - в. розщеплення АТФ
28. Які органели властиві тільки для рослинної клітини
- а. ЕПС
  - б. рибосоми
  - в. мітохондрії
  - г. пластиди

29. Які з пластид мають зелений колір
- а. лейкопласти
  - б. хлоропласти
  - в. хромопласти
30. Які пластиди мають помаранчевий , червоний колір
- а. лейкопласти
  - б. хлоропласти
  - в. хромопласти
31. Які пластиди безкольорові
- а. лейкопласти
  - б. хлоропласти
  - в. хромопласти
32. Які пластиди містять пігмент хлорофіл
- а. лейкопласти
  - б. хлоропласти
  - в. хромопласти
33. До якої групи органел відносяться пластиди
- а. одномоембранні
  - б. двомембранні
  - в. немембранні
34. Які структури утворені внутрішньою мембраною хлоропласта
- а. тилакоїди гран
  - б. тилакоїди строми
  - в. строма
  - г. кристи
35. В яких із мембран хлоропласта локалізовані пігменти хлорофіл і каротин
- а. зовнішня мембрана
  - б. тилакоїди гран
  - в. строма
36. У якій частині хлоропласта знаходяться молекули ДНК, РНК, рибосоми
- а. зовнішня мембрана
  - б. грани
  - в. строма
37. Завдяки яким особливостям пластиди і мітохондрії є напів- автономними органелами
- а. мають генетичний код
  - б. двомембранну будову
  - в. синтезують АТФ

38. Які з пластид виконують фотосинтез
- а. лейкопласти
  - б. хлоропласти
  - в. хромопласти
39. Які з пластид виконують накопичення крохмалю
- а. лейкопласти
  - б. хлоропласти
  - в. хромопласти
40. Які з пластид виконують забарвлення осіннього листя, плодів
- а. лейкопласти
  - б. хлоропласти
  - в. хромопласти
41. Для яких організмів характерно ядро
- а. прокаріоти
  - б. еукаріоти
42. З появою якої структури ядро відділено від цитоплазми
- а. хромосоми
  - б. ядерце
  - в. ядерний сік
  - г. ядерна оболонка
43. Яка оболонка ядра
- а. суцільна
  - б. пориста
  - в. одномембранна
  - г. двомембранна
44. Яка ядерна структура несе спадкові властивості організму
- а. ядерна оболонка
  - б. ядерний сік
  - в. хромосоми
  - г. ядерце
45. У якій частині ядра знаходиться молекула ДНК
- а. ядерний сік
  - б. хромосоми
  - в. ядерна оболонка
46. Чи відрізняються хромосоми ядра
- а. так
  - б. ні
  - в. частково



47. Чи розрізняють за хімічним складом хромосоми і хроматиди
- а. так
  - б. ні
  - в. частково
48. У якому стані знаходяться хромосоми до початку поділу клітин
- а. спіралізовані
  - б. деспіралізовані
  - в. однохроматидні
  - г. двохроматидні
  - б. хроматиди
  - в. суцільні
49. Розташування центромери на хромосомі
- а. первинна перетяжка
  - б. вторинна перетяжка
  - в. третинна перетяжка
50. Чи є у всіх хромосом ядерце
- а. всі
  - б. одна
  - в. декілька
51. Функції ядра
- а. збереження і передача спадкової інформації
  - б. участь у поділі клітин
  - в. участь у біосинтезі білка
  - г. синтез ДНК, РНК
  - д. формування субодиниць рибосом

## 25. ОБМІН РЕЧОВИН ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ У КЛІТИНІ

### 25.1. Загальна характеристика процесів обміну речовин та перетворення енергії

У процесі життєдіяльності клітини органічні і неорганічні речовини, з яких вони складаються, безперервно розщеплюються і синтезуються. Відносна рівновага складу досягається завдяки урівноваженню цих процесів.

При великій кількості реакцій обміну, які відбуваються у клітині, розрізняють пластичний і енергетичний обмін.

*Пластичний обмін (асиміляція або конструктивний обмін)* – сукупність усіх процесів синтезу складних органічних речовин. Ці речовини йдуть на побудову органоїдів клітини, на створення нових клітин при поділу. Пластичний обмін завжди супроводжується поглинанням енергії.

*Енергетичний обмін (дисиміляція)* – сукупність реакцій розщеплення, перехід речовин, енергетично більш багатих, у речовини, бідних енергією. Енергія вивільняється у реакціях розкладання, коли складні речовини розпадаються на більш прості, високомолекулярні на низькомолекулярні: крохмаль до глюкози, потім до вуглекислого газу і води, білки – у суміш амінокислот, нуклеїнові кислоти – у суміш нуклеотидів. Вивільнена енергія і утворені речовини використовуються у ході пластичного обміну. Для реакцій обміну властива організованість і впорядкованість. Кожна з них каталізується за допомогою спеціального ферменту у певному органоїді клітини. Ферменти у більшості випадків розкладаються мономолекулярними шарами на мембранах, розташовуються у тому порядку, у якому виконують каталіз. Просторова впорядкованість ферментів забезпечує необхідну послідовність реакцій. Таким чином створюється велика активна поверхня, свого роду ферментативний конвеєр, де швидко і ефективно протікають хімічні реакції.

Реакції пластичного і енергетичного обміну доповнюють один одного і у протилежній єдності складають обмін речовин і енергії у кожній клітині

організму. Обмін може відбуватись, якщо організм отримує потрібні йому речовини з зовнішнього середовища і виводить у навколишнє середовище.

Продукти обміну, тобто обмін речовин, як форма існування живого можлива лише за умов нерозривного зв'язку організму з середовищем. Зв'язок організму з навколишнім середовищем з фізико-хімічної точки зору представляє собою відкриту систему, де біохімічні процеси йдуть поступово. Вихідні речовини надходять з навколишнього середовища, а речовини синтезовані (продукти) також безперервно виносяться назовні. Рівновага, яка встановлюється між швидкістю і концентрацією продуктів різноспрямованих реакцій у організмі, є умовним, тому що надходження і виділення речовин не припиняється. Безперервний зв'язок з навколишнім середовищем і дозволяє розглянути живий організм як відкриту систему.

## **25.2. Особливості обміну речовин гетеротрофних організмів. Енергетичний обмін**

*Гетеротрофні організми* – не можуть синтезувати органічні речовини з неорганічних, тому вони потребують надходження органічних речовин зовні з їжею. З утворених при їх перетравленні простих органічних у клітинах за рахунок енергії АТФ синтезуються складні органічні речовини, які йдуть на побудову тіла гетеротрофних організмів. До них відносяться всі тварини, гриби і деякі рослини-паразити. Клітини тваринних організмів, грибів, бактерій використовують сонячну енергію при розщепленні органічних речовин, які синтезують зелені рослини. Окислення за участю вільного кисню (аеробний процес) називається *диханням*, без доступу кисню (анаеробний) – *бродинням*.

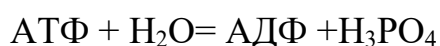
Для будь-якої роботи, яка виконується у клітині, використовується енергія у єдиній формі – у формі енергії фосфатних зв'язків АТФ, яка є легко рухомою сполукою. Синтез АТФ відбувається на внутрішній мембрані мітохондрій, розщеплення – на зовнішній. Синтез АТФ відбувається у всіх клітинах при диханні за рахунок окислення вуглеводів, жирів, і інших

органічних речовин. У клітинах зелених рослин основна кількість АТФ синтезується у хлоропластах за рахунок сонячної енергії. У них при фотосинтезі АТФ утворюється в багато разів більше, ніж у мітохондріях. Розкладається АТФ з розривом фосфорно-кисневих зв'язків і виділеної енергії. Це відбувається під впливом ферменту АТФ-ази у процесі гідролізу АТФ – приєднання води з відщепленням молекули фосфорної кислоти.

Унаслідок молекули АТФ перетворюється в АДФ, а якщо відщеплюються дві молекули фосфорної кислоти, то в АМФ. Реакція відщеплення кожної грам-молекули супроводжується вивільненням 40 кДж. Це великий вихід енергії, тому фосфорно-кислі зв'язки АТФ називають макроенергетичними.

Використання АТФ у реакціях пластичного обміну відбувається шляхом їх сполучення з гідролізом АТФ. Молекули різних речовин заряджаються енергією шляхом приєднання вивільненої при гідролізу фосфатної групи від молекули АТФ, тобто шляхом фосфорилування. Особливість фосфатних похідних полягає у тому, що вони не можуть покинути клітину, хоча їх розряджені форми вільно проходять через клітинну мембрану. Тому фосфорилізовані молекули залишаються у клітині до тих пір, поки вони не будуть у відповідних реакціях.

Зворотній процес перетворення АДФ в АТФ відбувається шляхом приєднання молекули фосфорної кислоти до АДФ з виділенням води і поглинанням великої кількості енергії. Система забезпечує у живій клітині постійний обмін енергії.



АТФ – універсальне і безпосереднє джерело енергії для діяльності клітини. Це створює єдиний клітинний фонд енергії і дає можливим її перерозподіл і транспорт з одних ділянок клітини в інші.

Перенесення фосфатної групи відіграє важливе значення у хімічних реакціях типу зборки макромолекул з мономерів. Амінокислоти можуть з'єднуватись у пептиди лише будучи попередньо профосфорилізованими. АТФ пов'язана з механічними процесами скорочення або руху (м'язи), з

перенесенням розчинної речовини проти градієнта концентрації (активний переніс  $\text{Na}^+$  у нервових волокнах), і АТФ ази – ферменту, що каналізує гідроліз АТФ.

Процес енергетичного обміну може бути представлений таким чином. Високомолекулярні органічні речовини у цитоплазмі ферментативно, шляхом гідролізу, перетворюються у більш прості, з яких вони складаються: білки – в амінокислоти, вуглеводи – в моносахариди (глюкозу), жири – у гліцерин і жирні кислоти. Окислювальні процеси відсутні, вивільнюється мало енергії, яка не використовується, а переходить у теплову. На внутрішніх мембранах мітохондрій під дією ферментів відбувається безкисневе окислення синтезованих речовин (спиртове бродіння). При гліколізі, який відбувається у клітинах тварин, шестивуглецева молекула глюкози розпадається на дві молекули молочної кислоти. Цей процес багатоступінчастий, його послідовно каналізують 13 ферментів. За рахунок виділеної енергії утворюється тільки дві молекули АТФ, інша частина енергії ( 60%) розсіюється у вигляді тепла.

Процес безкисневого окислення, при якому виділяється і використовується лише частина енергії метаболітів, для анаеробних є кінцевим. У аеробних організмів подальший кінцевий розпад органічних речовин відбувається шляхом окислення їх киснем повітря до простих неорганічних: вуглекислого газу і води і протікає він на кистах мітохондрій. При цьому виділяється максимальна кількість вільної енергії, значна частина якої резервується у молекулах АТФ. Аеробне окислення однієї молекули глюкози вуглекислого газу і води дає енергію для утворення 38 молекул АТФ, яке забезпечує клітину вільною енергією.

Унаслідок дисиміляції у клітині накопичуються збагачені енергією молекули АТФ, а у зовнішнє середовище виводиться вуглекислий газ і вода. (Сх.25.1).

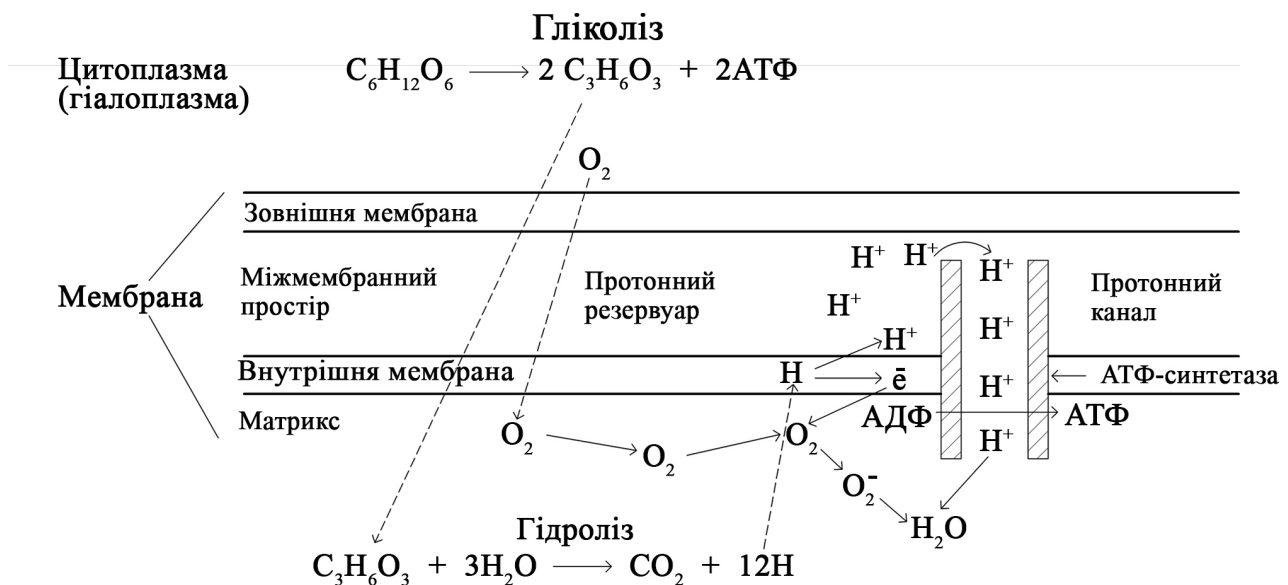
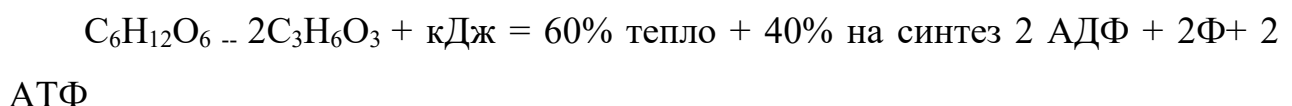


Рис. 25.1. Перетворення речовин у процесі дисиміляції.

I етап – *підготовчий*: складні органічні речовини під впливом травних ферментів розпадаються на прості, при цьому виділяється теплова енергія. Цей процес відбувається у органах травлення, де під дією ферментів білки розщеплюються до амінокислот, жири – до гліцерину і жирних кислот, вуглеводи до – простих цукрів.

II етап – *гліколіз* (безкисневий, анаеробний): відбувається в гіалоплазмі, з мембранами не пов’язаний, приймають участь ферменти, розщепленню піддається глюкоза:



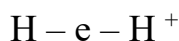
Глюкоза      молочна кислота

III етап – *гідроліз* (кисневий, аеробний): відбувається у мітохондріях, пов’язаний з матриксом мітохондрій і внутрішньою мембраною, у ньому приймають участь ферменти, розщепленню піддається молочна кислота:



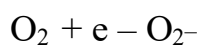
$CO_2$  ( діоксид вуглецю) виділяється з мітохондрій у навколишнє середовище. Атом водню включається у ланцюг реакцій, кінцевий результат яких – синтез АТФ. Ці реакції йдуть у такій послідовності:

1. Атом водню Н з допомогою ферментів – переносиків надходить на внутрішню мембрану мітохондрій, утворюючи кристи, де окислюється:

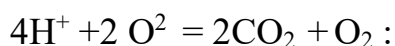


2. Протон водню Н<sup>+</sup> (катіон) виноситься переносиками на зовнішню поверхню мембран крист. Для протонів ця мембрана непроникна, тому вони накопичуються у міжмембранному просторі, утворюючи протонний резервуар.

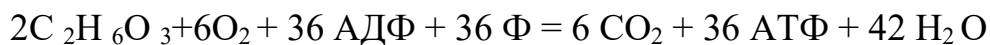
3. Електрони водню е переносяться на внутрішню поверхню мембрани крист і тут же приєднуються до кисню за допомогою ферменту оксидази, утворюючи негативно заряджений активний кисень (аніон):



4. Катіони і аніони по обидва боки мембрани створюють різнойменно заряджене поле, і коли різниця потенціалів досягає 200 мВ, починає діяти протонний канал. Він виникає у молекулах ферментів АТФ – синтез, створюючи високий рівень енергії, велика частина якої йде на синтез АТФ з АДФ і Ф (АДФ + Ф = АТФ), а протони Н<sup>+</sup> взаємодіють з активним киснем, утворюючи воду і молекулярний О<sub>2</sub> :



Тому О<sub>2</sub>, який надходить у мітохондрії у процесі дихання організму, необхідний для приєднання протонів водню Н<sup>+</sup>. За його відсутності весь процес у мітохондріях припиняється, тому що електронно-транспортний ланцюг перестає функціонувати. Загальна формула III етапу:



Унаслідок розщеплення однієї молекули глюкози утворюється 38 молекул АТФ: на другому етапі – 2 АТФ і на III – 36 АТФ. Утворені молекули АТФ виходять за межі мітохондрій і приймають участь у всіх процесах клітини, де потрібна енергія (один фосфатний зв'язок має 40 кДж) і у вигляді АДФ і Ф (фосфату) повертається у мітохондрії. (рис.25.1).

### 25.3.Пластичний обмін. Біосинтез білка

Енергія, накопичена унаслідок енергетичного обміну, використовується в процесі синтезу необхідних клітині речовин. Процес біосинтезу білка є універсальним для усіх живих організмів видом пластичного обміну. Усі клітини живих організмів здатні до синтезу білка. Біосинтез білка інтенсивно відбувається в період росту і розвитку організму, у клітинах, які синтезують ферменти, гормони. Здатність до синтезу специфічних білків є спадковою властивістю організмів і зберігається впродовж життя. Енергія, яка накопичилась під час енергетичного обміну, використовується у процесі синтезу необхідних клітині речовин.

Біосинтез білка може проходити у будь-якій клітині організму. Початковий етап білкового синтезу – утворення поліпептидного ланцюга з окремих амінокислот, розташованих чітко у певній послідовності. Порядок розташування амінокислот, тобто первинна структура білка, визначена послідовністю нуклеотидів у молекулі ДНК. Від первинної структури залежить просторове розташування білкової молекули – її вторинна і третинна структура.

До складу білка входить 20 амінокислот і 4 нуклеотида. Кожна з 20 амінокислот зашифрована послідовністю трьох нуклеотидів (триплетом), який називається *кодоном*. Всього таких варіантів (із 4 по 3) може бути 64, тобто значно більше, ніж амінокислот. Кожен триплет кодує одну амінокислоту, але кожна з амінокислот може визначатись більше ніж одним кодоном (від 2 до 6). Розшифровані триплети всіх амінокислот, які входять до складу білків. Наприклад, амінокислота цистеїн кодується триплетом А –Ц – А, валін – триплетом А – А – Ц. Записана таким чином у ланцюгу ДНК інформація про побудову білкової молекули представляє собою *генетичний код*. Генетичний код універсальний, єдиний для всіх живих організмів на Землі: у бактерій і людини, вівці і пшениці тому що, одні триплети кодують одні амінокислоти. Окрім кодонів, які визначають амінокислоти ДНК, є спеціальні триплети, які



відповідають за запуск (ініціювання) і зупинку синтезу (термінуючи). Вони виконують функцію розділових знаків. Початок і кінець синтезу РНК на матриці ДНК фіксуються ними.

В одній молекулі ДНК може бути закодована послідовність амінокислот для багатьох білків. Відрізок молекули ДНК, який несе інформацію про молекулу ДНК, називається *геном*. *Ген* – сукупність триплетів, які кодують певний білок. Інформація про будову всіх білків, які можуть синтезувати даний вид рослин і тварин, міститься у наборі молекул ДНК кожної з його клітин. Ні ДНК, ні гени не беруть безпосередньої участі у процесі синтезу білкової молекули. До рибосом, де відбувається синтез білків, генетична інформація надходить через посередника – і РНК: ДНК → і РНК → білок.

Першим етапом реалізації інформації, записаної у ланках ДНК, є процес *транскрипції* або *переписування*. При цьому на ланцюгу ДНК, як на матриці, за принципом компліментарності синтезуються хімічно подібний полімер – РНК. Синтезований ланцюг і РНК за своєю нуклеотидною послідовністю точно копіює одну з двох ланок ДНК, причому тиміну в ДНК відповідає урацил в РНК. Інформаційна РНК – це копія не всієї молекули ДНК, а тільки частини її – одного гена або групи поряд розташованих генів, які несуть інформацію про структуру білків, які необхідні для виконання однієї функції. У останньому випадку на матриці однієї іРНК буде відбуватись зборка декількох окремих білків. Початок і кінець їх синтезу визначений спеціальними кодонами. З кожного гена може зніматись теоретично необмежене число копій – молекул і РНК. Ці молекули, які несуть одну однакову інформацію, що і гени, виходять у цитоплазму і слугують матрицею для синтезу білкових молекул, тобто переносять інформацію від місця де зберігаються, в місце де реалізуються, тобто в рибосоми.

Рибосоми представляють собою гідратовані структури, які легко насуваються на молекулу і РНК. Молекули білка синтезуються з участю ще однієї нуклеїнової кислоти – тРНК, яка виконує роль переносника амінокислот. Для кожної амінокислоти потрібен свій переносник. Молекули тРНК відносно

невеликого розміру 70-90 нуклеотидів. Транспортна РНК має структуру, яка нагадує листок конюшини, верхівка якого представляє триплет нуклеотидів, який відповідає певній амінокислоті (антикодон), а на «черешку» листка є ділянка зв'язування з цією амінокислотою. Спеціальний фермент «впізнає» антикодон і приєднує до «черешка» тРНК свою амінокислоту.

Інформаційна іРНК є посередником між ДНК ядра і рибосомами, де відбувається білковий синтез. Транспортні тРНК доставляють активовані амінокислоти до рибосом, де знаходиться певна ділянка іРНК. При цьому амінокислота знаходиться на її черешку і опиняється у активному центрі рибосоми. Тут ферментативні системи рибосоми відщеплюють її від тРНК пересуваються на один триплет; молекула тРНК виштовхується з рибосоми і залишає свою амінокислоту. До вільного кодону іРНК комплементарна приєднується нова молекула тРНК і ставить свою амінокислоту точно до кінця білкового ланцюга, який збільшується, а вивільнена тРНК, переходить у цитоплазму за наступною групою амінокислот. За допомогою такого механізму крок за кроком збирається білок. Амінокислоти з'єднуються у ньому чітко до відповідного розташування кодуєчих триплетів у ланки молекули іРНК. На одній молекулі іРНК може розміститися декілька рибосом (полісома) і їх кількість визначається довжиною іРНК. На кожній з рибосом такого комплексу одночасно синтезуються молекули однакових білків. Кожна ланка біосинтезу каталізується певними ферментами і забезпечується енергією за рахунок АТФ.

Синтез і розпад білків проходить дуже інтенсивно: у молодих рослинах вівса через 24 години структурні білки обмінюються на 33%, а через 3-5 днів повністю. Синтез однієї молекули білка продовжується всього 3-4 сек. Таким чином, у тваринних клітинах білки безперервно обновлюються. У клітинах функціонують не всі гени одночасно, а лише ті, які речовини необхідні на цей момент.

Синтез білка складається з двох етапів – транскрипції і трансляції.

*Транскрипція* – (переписування) – біосинтез молекул РНК, відбувається у хромосомах на молекулі ДНК за принципом матричного синтезу. За допомогою ферментів на відповідних ділянках молекули ДНК (генах) синтезуються всі види РНК (іРНК, тРНК, рРНК). Синтезуються 20 різновидностей тРНК, бо у біосинтезі білка беруть участь 20 амінокислот. Потім іРНК і тРНК виходять у цитоплазму, рРНК вмонтовуються у субодиниці рибосом, які також виходять у цитоплазму.

*Трансляція* – (передача) – синтез поліпептидних ланцюгів, відбувається у рибосомах. Вона супроводжується наступними процесами:

Утворення функціонального центра рибосом – ФЦР, який складається з іРНК і двох субодиниць рибосом. В ФЦР завжди знаходяться два триплети (шість нуклеотидів) іРНК, утворюючих два активних центри: А – (амінокислотний) – центр впізнання амінокислоти і П (пептидний) – центр приєднання амінокислоти до пептидного ланцюга.

Транспорт амінокислот, приєднаних до тРНК, з цитоплазми в ФЦР. У активному центрі А відбувається зчитування антикодону тРНК з кодоном іРНК, у випадку комплементарності виникає зв'язок, який слугує сигналом для руху вздовж іРНК рибосоми на один триплет.

Унаслідок цього комплекс «кодон рРНК і тРНК з амінокислотою» переміщаються у активний центр П, де і відбувається приєднання амінокислоти до пептидного ланцюга (білкової молекули). Після чого тРНК покидає рибосому.

Пептидний ланцюг подовжується до тих пір, поки не закінчиться трансляція і рибосома не зіскочить з іРНК. На одній іРНК може знаходитись декілька рибосом (полісома). Поліпептидний ланцюг занурений у канал ендоплазматичної сітки і там набуває вторинної, третинної або четвертинної структури. Швидкість однієї молекули білка, складається з 200 – 300 амінокислот, збирається 1 – 2 хвилини. (рис. 25.2).

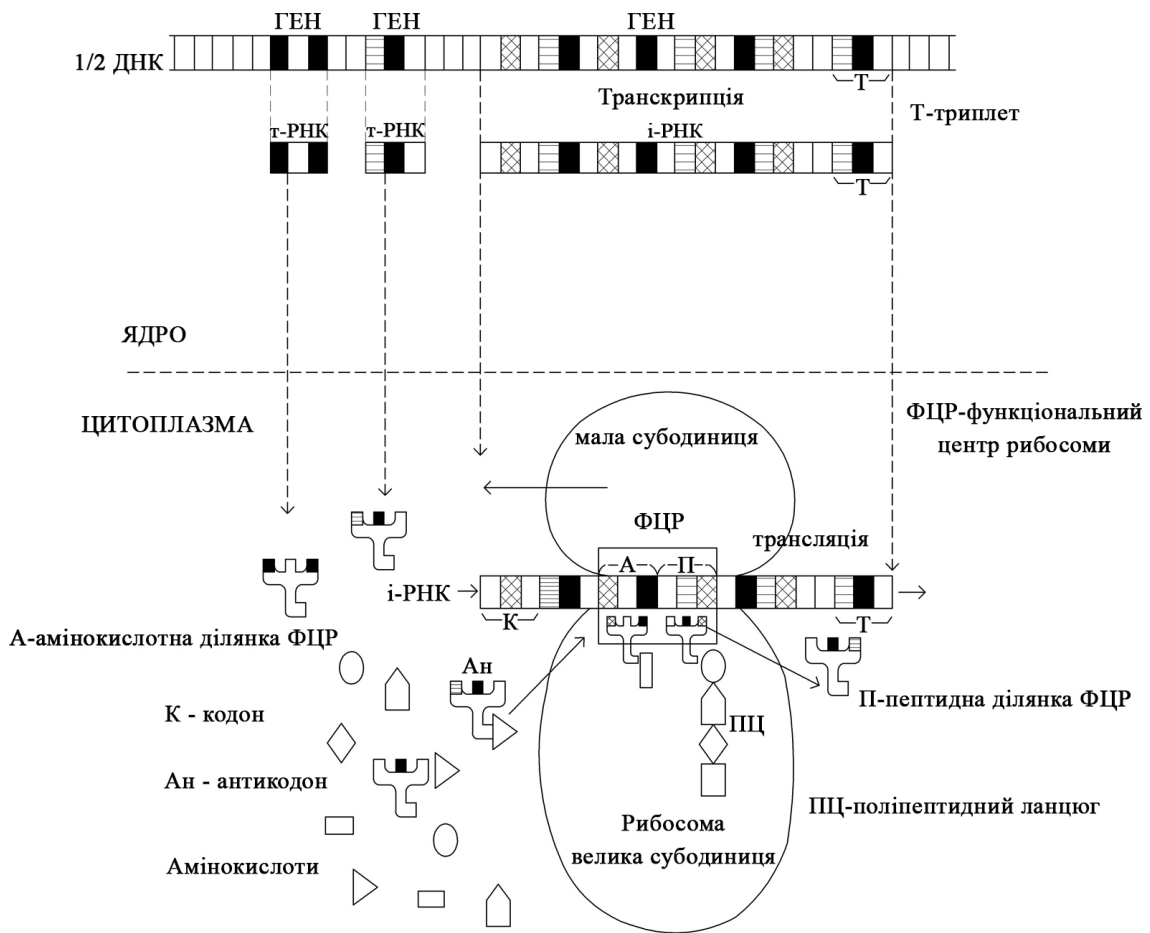


Рис. 25.2. Біосинтез білка.

Формула біосинтезу білка: ДНК (транскрипція) – РНК (трансляція) – білок: ДНК (транскрипція)→РНК (трансляція)→ білок

Розділові знаки, або стоп кодони – УАА, УАГ, УГА.

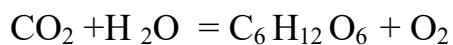
Кодон, який визначає місце початку синтезу – АУГ.

## 26. ОСОБЛИВОСТІ ОБМІНУ РЕЧОВИН АВТОТРОФНИХ ОРГАНІЗМІВ

### 26.1. Процес синтезу органічних речовин у рослин

*Автотрофні організми*, клітини яких здатні з неорганічних сполук середовища (вуглекислого газу, води і мінеральних солей) синтезувати органічні речовини свого тіла. Всі автотрофні організми використовують зовнішні джерела енергії: *фотосинтезуючі* (зелені рослини) – світло, *хемосинтезуючі* (деякі бактерії) – енергію, яка виділяється при окисненні неорганічних речовин з оточуючого середовища.

*Фотосинтез* – процес, який відбувається у хлоропластах під дією сонячного світла, унаслідок якого з вуглекислого газу і води утворюються вуглеводи і виділяється кисень:



Під впливом Сонця енергетично бідні речовини, вуглекислий газ і вода перетворюються у багаті енергією продукти – вуглеводи з виділенням кисню. *Фотосинтез* – єдиний процес, унаслідок якого на нашій планеті енергія сонячного світла перетворилась в енергію хімічних зв'язків. Завдяки фотосинтезу, атмосфера збагачується вільним киснем, який забезпечує процеси життєдіяльності всім живим організмам на Землі. А також Земля очищається від зайвої кількості вуглекислого газу, що надходить в атмосферу, який виділяють живі організми внаслідок дихання, при проходженні процесів горіння та гниття. Завдяки фотосинтезу, на Землі створились умови необхідні для існування інших організмів. Всі фотосинтезуючі організми містять один або декілька органічних пігментів, здатних поглинати видиме світло, запускаючи тим самим фотохімічні реакції фотосинтезу. Основними – є хлорофіл. Молекули хлорофілу складаються з «головки», яка утворена тетрапірольним кільцем з розташованим у центрі атомом магнію, і фітольним «хвостом». Хлорофілоподібні пігменти фотосинтезуючих бактерій називають бактеріофільними. Жовто-помаранчеві каротиноїди (каротин, ксантофіл), які є у мембранах хлоропластів, а також сині, червоні, бурі пігменти хроматофорів

водоростей називають додатковими або допоміжними пігментами, оскільки енергія, що поглинається ними, може передаватись на хлорофіл. У червоному спектрі майже вся енергія поглинається хлорофілом, а в синій – каротиноїдами. Максимум поглинання червоного і синього пігмента водоростей припадає на зелену і жовту частину спектра.

*Фотосинтез* – окисно-відновний процес, у якому вода є відновником і сама окислюється, а вуглекислий газ – окисником і сам відновлюється. Хлорофіл, поглинаючи світло, за допомогою енергії якого відбувається перетворення інших речовин. Фотосинтез – складний, багатоступінчастий процес, який відбувається з участю багатьох ферментів і проходить у дві фази: *світлову і темнову*.

*Світлова фаза* характеризується тим, що реакції відбуваються у мембранах хлоропластів на світлі. Світлова енергія збуджує електрони хлорофілу. Електрони, рухаючись по ланцюгу складних органічних сполук, використовують свою енергію на синтез АТФ і інших молекул – носій енергії. З неорганічного фосфату і АДФ утворюється АТФ. Одночасно відбувається фотоліз води: молекула води розщеплюється з видаленням атому кисню, а вивільнені при цьому два електрона і водень переносяться на молекули – носії енергії.

Молекули НАДФ (нікотинамідаденіндинуклеотидфосфат) які стають відновлювачами  $\text{НАДФ} + \text{АТФ} + \text{Ф} \rightarrow$  (енергія світла, хлорофіл)  $\text{НАДФ Н}_2 + \text{АТФ} + \text{О}_2$

Таким чином, у світловій фазі енергія квантів світла перетворюється у хімічну енергію макроенергетичних зв'язків АТФ, НАДФ Н<sub>2</sub> і вивільняється кисень. Вільний кисень часто використовується для внутрішньоклітинного дихання, але більша його частина виходить у атмосферу.

*Темнова фаза* характеризується тим, що для хімічних реакцій цієї фази світло не потрібно. Відновлення вуглекислого газу до вуглеводів відбувається за рахунок енергії, яка накопичилась у хімічних зв'язках АТФ, і НАД Н<sub>2</sub> у світловій фазі. При цьому спочатку утворюється три – фосфорогліцерінова

кислота, яка відновлюючись, перетворюється у шестивуглецеві молекули глюкози, а потім у інші вуглеводи різного ступеня складності. Встановлено, що у ході фотосинтезу утворюються жири, жирні кислоти, амінокислоти і органічні кислоти. Узгодженість реакцій фотосинтезу забезпечує цей процес високим коефіцієнтом корисної дії – 60%.

## 26.2.Процес фотосинтезу

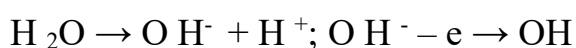
Процес фотосинтезу відбувається у хлоропластах у два етапи. В гранах (тилакоїдах) протікають реакції, які викликаються світлом – *світлові*, а в стромі – реакції, не пов'язані з світлом – *темнові*, або реакції фіксації вуглецю.

### *Світлові реакції*

1.Світло, падаючи на молекули хлорофілу, які знаходяться у мембранах тилакоїдів гран, приводить їх у збуджений стан. Унаслідок цього електрони (e) сходять зі своїх орбіт і переносяться за допомогою переносників за межі мембрани тилакоїда, де накопичуються, створюється негативно заряджене електричне поле.

2.Місце електронів у молекулах хлорофілу займають електрони води

(e), тому що вода під дією світла піддається фотолізу:



Гідроксили  $\text{O H}^-$ , що стали радикалами  $\text{OH}$ , об'єднуються :

$4\text{OH} \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$  утворюють воду і вільний кисень, який виділяється в атмосферу.

3. Протони  $\text{H}^+$ , які вийшли через мембрану тилакоїда і накопичуються всередині, утворюють позитивно заряджене електричне поле, що призводить до збільшення різниці потенціалів по два боки мембрани.

4. При досягненні критичної різниці потенціалів протони  $\text{H}^+$  по протонному каналу у ферменті АТФ – синтетази, вмонтовані у мембрану тилакоїда, зовні. На виході з протонного каналу створюється високий рівень

енергії, яка йде на синтез АТФ ( $\text{АДФ} + \text{Ф} = \text{АТФ}$ ). Молекула АТФ, яка утворилась, переходить у струму, де бере участь у реакціях фіксації вуглеводу.

5. Протони  $\text{H}^+$ , які вийшли на поверхню мембрани тилакоїда, з'єднуються з електронами ( $e$ ), утворюють атомарний водень  $\text{H}$ , який йде на відновлення переносника  $\text{НАДФ}^+$ ;



Таким чином, активований світловою енергією електрон хлорофілу, використовується для приєднання водню до переносника.  $\text{НАДФ H}$  переходить у струму хлоропласта, де бере участь у реакціях фіксації вуглеводу.

### ***Реакції фіксації вуглеводу ( темнові реакції)***

Відбуваються у стромі хлоропласту, куди надходить АТФ,  $\text{НАДФ}^+$  від тилакоїдів гран і  $\text{CO}_2$  з повітря. Крім того, там постійно знаходиться п'яти-вуглецеві сполуки – пентози  $\text{C}_5$ , які утворюються у циклі Кальвіна (циклі фіксації  $\text{CO}_2$ ). Цей цикл можна прослідкувати на вуглеводі як головному елементі вуглеводів.

1. До пентози  $\text{C}_5$  приєднується  $\text{CO}_2$  унаслідок цього з'яється нестійка шестивуглецева сполука  $\text{C}_6$ , яка розщеплюється на дві тривуглецеві групи 2  $\text{C}_3$  - тріози.

2. Кожна з тріоз приймає по одній фосфатній групі від 2 АТФ, що збагачує молекули енергією.

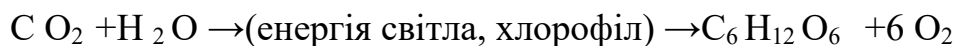
3. Кожна з тріоз 2  $\text{C}_3$  приєднує по одному атому водню від 2  $\text{НАДФ H}$

4. Після цього одні тріози об'єднуються, утворюючи вуглеводи



5. Інші тріози об'єднуються, утворюючи пентози  $5\text{C}_3 \rightarrow 3\text{C}_5$  і знову включаються в цикл фіксації  $\text{CO}_2$

Сумарна реакція фотосинтезу:



### ***Фотосинтез і врожай***

Врожай рослин залежить від продуктивності фотосинтезу, який обумовлений складним комплексом зовнішніх факторів і генетичними



особливостями самої рослини. Листок – основний орган фотосинтезу і тому будь-яке захворювання листків, недорозвиток хлоропластів або недостатній синтез (хлороз) веде до зниження продуктивності рослин. Навпаки, листова поверхня і рух листків до світла, велика кількість прорих, забезпечує газообмін; добре розвинена сітка провідних судин забезпечує швидкий транспорт речовин, створюють для фотосинтезу оптимальні умови. (рис.26.1).

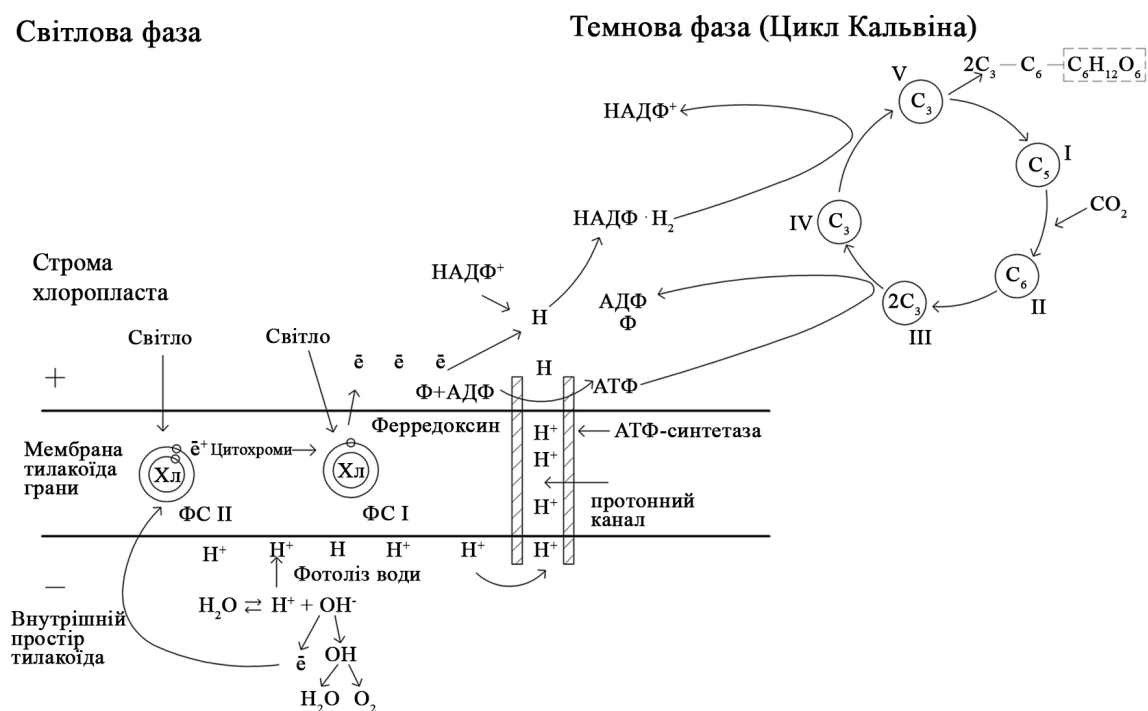


Рис. 26.1. Процес фотосинтезу.

Оптимальний світловий режим (інтенсивність освітлення, переважання червоних променів у спектрі) забезпечує високу швидкість фотосинтезу. На практиці для підвищення врожайності необхідно дотримуватись певної густоти посіву (щоб зменшити взаємного затінення). Проводити посадку так, щоб освітлення було максимальним, забезпечити додаткове освітлення. Також враховується і різниця у поглинанні світла для світлолюбивих рослин і тіньовитривалих, що особливо важливо при підборі культур для змішаного посіву. Оптимізація фотосинтезу забезпечує підтримку найбільш сприятливого температурного режиму (+ 20-25 °C).

Забезпеченість водою і вуглекислим газом – важлива умова для нормального ходу фотосинтезу. Достатній режим зволоження, вміст вуглецю позитивно впливає на фотосинтез. Підвищуючи продуктивність фотосинтезу сільськогосподарських рослин, можна підвищити врожайність.

### Питання для самоконтролю

1. Сформулюйте закон збереження енергії.
2. Назвіть головне джерело енергії на Землі, що визначає можливість життя.
3. Що таке енергетичні рівні у ланцюгу живлення?
4. З яких двох протилежних процесів складається обмін речовин і енергії?
5. Що називають пластичним обміном у клітині?
6. Що таке асиміляція?
7. Чи витрачається АТФ у процесі асиміляції ?
8. Які речовини утворюються у процесі асиміляції?
9. Що таке дисиміляція? Чому вона відбувається поетапно?
10. Що властиво для кожного етапу і як це пов'язано з їх назвами?
11. Прослідкуйте послідовне перетворення крохмалю і енергії у процесі дисиміляції ( I, II, III)?
12. Які кінцеві продукти дисиміляції білків, жирів, вуглеводів ?
13. Які умови необхідні для біосинтезу білка?
14. Яка роль ДНК у процесі біосинтезу білка?
15. Яким чином відбувається передача (транскрипція) інформації з ДНК на РНК?
16. Скільки видів амінокислот бере участь у синтезі білків ?
17. Яка будова рибосом, де вони народжуються і де розміщуються ?
18. Що таке полісома ?
19. Який процес відбувається у рибосомах і яка роль р РНК ?
20. Який процес називається транскрипцією?
21. Що представляє собою мономер білкової молекули ?
22. Що представляє собою поліпептидний ланцюг ?
23. Яка структура білка формується з поліпептидного ланцюга ?
24. Чому синтез білка називають матричним?
25. Відновіть етапи проходження біосинтезу білка: у хромосомах, рибосомах, каналах ЕПС?
26. Чим пояснюється різноманітність білків і їх специфічність?
27. Чому значення зелених рослин на Землі К. А.Тімірязєв назвав космічною?
28. У якій органелі рослинної клітини міститься хлорофіл ?
29. Яка внутрішня будова хлоропласта ?
30. Як називають немембранну частину хлоропласта?
31. Чим вкритий хлоропласт і яку він має форму?
32. Які умови необхідні для процесу фотосинтезу?
33. З яких двох фаз складається хлоропласт?

34. Як використовується енергія збудженого атому?
35. Які перетворення енергії відбуваються у хлоропласті ?
36. Що таке фотоліз води ?
37. Яка хімічна природа енергетичного процесу при фотосинтезі?
38. Що утворюється у період проходження світлової фази ?
39. Який тип дихання організмів з'явився на Землі у зв'язку з виникненням світлової фази фотосинтезу ?
40. Чому кінцеві стадії фотосинтезу називають темновими?
41. Які структури і які речовини беруть участь у темнових реакціях фотосинтезу?
42. Чи є процес фотосинтезу ферментативним?
43. Які вуглеводи вважаються ферментативними?
44. У яку фазу фотосинтезу виділяється кисень, який виділяється в атмосферу?
45. Чи можна вважати, що фотосинтез складається з двох процесів – асиміляції і дисиміляції?
46. Чи можна вважати рослини єдиними організмами на Землі, які утворюють з неорганічних речовин органічні ?
47. Які організми називаються автотрофними ?
48. Який спосіб живлення з'явився на Землі раніше – хемотрофний чи фототрофний ?
49. Чим живляться сапрофіти і паразити ?
50. Наведіть приклади автотрофних і гетеротрофних організмів?
51. Які способи живлення у зеленої водорості, білого гриба, гнильної бактерії, бичачого ціп'яка, вовка , людини ?

### Тестові завдання

1. Чому асиміляція називається пластичним обміном?
  - а. створення органічної речовини
  - б. розщеплення органічної речовини
  - в. гниття органічної речовини
2. Чому дисиміляція називається енергетичним обміном
  - а. поглинання енергії
  - б. виділення енергії
  - в. згорання енергії
3. Що включає у себе процес дисиміляції
  - а. синтез органічних речовин з поглинання енергії
  - б. розпад органічних речовин з виділенням енергії
  - в. перерозподіл енергії
4. Що включає у себе процес асиміляції
  - а. синтез органічних речовин з поглинання енергії
  - б. розпад органічних речовин з виділенням енергії
  - в. перерозподіл енергії

5. Які процеси відбуваються у клітині, що відносяться до асиміляції
- а. синтез білка
  - б. фотосинтез
  - в. синтез ліпідів
  - г. синтез АТФ
  - д. дихання
6. Чим відрізняється окислення органічних речовин у мітохондріях від горіння цих же речовин
- а. виділення теплоти
  - б. виділення теплоти і синтез АТФ
  - в. синтез АТФ
  - г. процес окислення з участю ферментів
  - д. без участі ферментів
7. Що спільного між окисненням, який відбувається у мітохондріях клітині і горінням
- б. утворення вуглекислого газу і води
  - в. виділення тепла
  - г. синтез АТФ
8. На якому етапі дисиміляції полімери розщеплюються до мономерів
- а. I
  - б. II
  - в. III
9. Що відбувається з глюкозою на II етапі дисиміляції
- а. гліколіз з утворенням молочної кислоти
  - б. окислення до вуглекислого газу і води
  - в. розщеплення органічних речовин
10. Який етап дисиміляції називають кисневим
- а. I
  - б. II
  - в. III
11. Що відбувається при дисиміляції
- а. у процесі реакції до проміжних продуктів приєднується кисень
  - б. виділяється кисень
  - в. розкладаються речовини
12. На якому етапі дисиміляції вуглеводів синтезується 2 АТФ
- а. I
  - б. II
  - в. III

13. На якому етапі дисиміляції вуглеводів синтезується 36 АТФ
- а. I
  - б. II
  - в. III
14. На якому етапі дисиміляції вуглеводи не синтезується
- а. I
  - б. II
  - в. III
15. Які компоненти клітини безпосередньо приймають участь у біосинтезі білка
- а. рибосоми
  - б. ядерце
  - в. ядерна оболонка
  - г. хромосоми
16. Яка функція ДНК у синтезі білка
- а. самоподвоєння
  - б. транскрипція
  - в. синтез т РНК
  - г. синтез і РНК
17. Ген молекули ДНК це
- а. білок
  - б. амінокислота
  - в. ген
18. Яка структура ядра містить інформацію про одного білка
- а. молекула ДНК
  - б. триплет нуклеотидів
  - в. ген
19. Які компоненти складають тіло рибосоми
- а. мембрани
  - б. білки
  - в. вуглеводи
  - г. РНК
  - д. жири
20. Чому відповідає триплет і РНК
- а. амінокислоті
  - б. білку
  - в. вуглеводу

21. Скільки амінокислот приймає участь у біосинтезі білків
- а. 100
  - б. 20
  - в. 30
22. Що утворюється у рибосомі у процесі біосинтезу білка
- а. білок третинної структури
  - б. білок вторинної структури
  - в. поліпептидний ланцюг
23. Де формуються складні структури молекули білка
- а. рибосомі
  - б. матриксі цитоплазми
  - в. канали ЕПС
24. У яких органелах клітини відбувається процес фотосинтезу
- а. мітохондрії
  - б. рибосоми
  - в. хлоропласти
  - г. хромопласти
25. Де нагромаджений пігмент хлорофіл
- а. оболонка хлоропласта
  - б. строма
  - в. грани
26. Які промені спектру поглинають хлорофіл
- а. червоні
  - б. зелені
  - в. фіолетові
27. При розщепленні якої сполуки виділяється вільний кисень при фотосинтезі
- а. вуглекислий газ
  - б. вода
  - в. АТФ
28. У яку стадію фотосинтезу утворюється вільний кисень
- а. темнову
  - б. світлову
  - в. постійно
29. Що відбувається з АТФ у світлову стадію
- а. синтез
  - б. розщеплення
  - в. розчинення

30. На якій стадії у хлоропласті утворюється первинний вуглевод
- а. світловій
  - б. темновій
  - в. проміжній
30. Яку роль відіграють ферменти при фотосинтезі
- а. нейтралізують
  - б. каталізують
  - в. розщеплюють
31. Чи є хлорофіл у хемосинтезуючих організмів
- а. так
  - б. ні
  - в. інколи
32. Який спосіб живлення у людини
- а. автотрофний
  - б. гетеротрофний
  - в. хемотрофний
33. Які рослини створюють найбільшу біомасу і виділяють більшу частину кисню
- а. спорові
  - б. насінні
  - в. водорості

## 27. РЕПРОДУКЦІЯ ЯК МЕХАНІЗМ БЕЗПЕРЕРВНОСТІ ІСНУВАННЯ ВИДІВ

### 27.1 Поділ клітини. Способи поділу

Клітина будь-якого організму здатна виникати з клітини. Збільшення числа клітин відбувається унаслідок їх поділу. Розрізняють три способи поділу клітин: *амітоз* (прямий поділ), *мітоз* (непрямий поділ), і *мейоз* (поділ гамет).

*Амітоз* – прямий поділ інтерфазного ядра шляхом утворення перетяжки без утворення хромосом і мітотичного циклу. Амітоз притаманний хворим і спеціалізованим клітинам, які можуть загинути.

*Мітоз* і *мейоз* відбувається чітко за мітотичним циклом клітини. Мітотичний цикл – це життя клітини від одного поділу до іншого, включаючи сам поділ і мають мітотичний або клітинний, цикл. Після закінчення поділу клітина вступає в *інтерфазу*, яка продовжується до початку наступного поділу і включає три періоди. (рис.27.1).

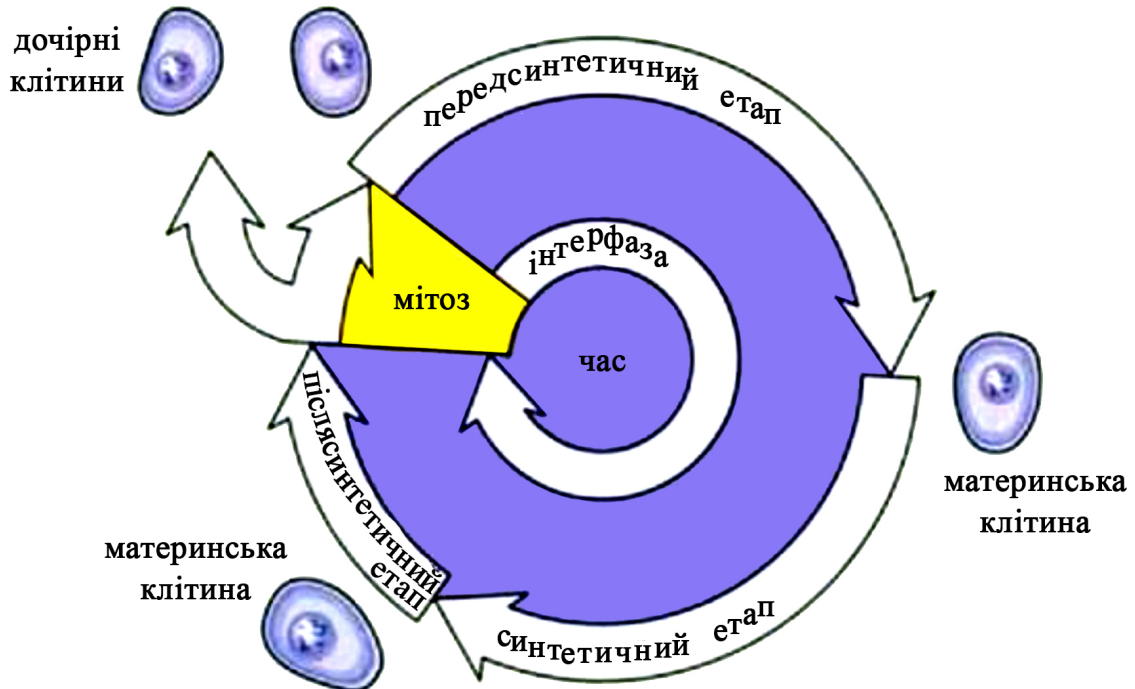


Рис.27.1.Клітинний цикл.



*Пресинтетичний період* – найтриваліший період інтерфази. У цей період відбуваються процеси біосинтезу. У ядрі на деспіралізованих хромосомах синтезуються усі форми РНК. У ядерці формуються рибосомальні субодиниці. На рибосомах утворюються білки і білки-ферменти. У хлоропластах і мітохондріях йде синтез АТФ і накопичення енергії. У цей період через синтез реалізується спадкова інформація. Кількість і склад білків визначається хромосоною ДНК. Білки-ферменти регулюють усі процеси у клітині.

*Синтетичний період* – під час якого синтезується ДНК. На кожній з ланцюгів деспіралізованих молекул ДНК добудовується комплементарний ланцюг. Синтез ДНК отримав назву *редуплікація*. Він відбувається під дією спеціальних розподільчих білків, які, рухаючись вздовж подвійної спіралі, розкручують її, а фермент ДНК – полімераза на кожній з ланцюгів ДНК з вільних нуклеотидів добудовує комплементарний їй другий ланцюг. Кількість хромосом в ядрі не змінюється. Процес редуплікації (самоподвоєння) молекул ДНК визначає можливість передачі спадковості у процесі послідовного поділу. Подвоюються центріолі клітинного центра.

*Постсинтетичний період* – продовжується синтез білків і накопичення енергії. Закінчується підготовка до поділу, яким і завершується інтерфаза мітотичного циклу. У більшості клітин поділ у подальшому протікає по типу мітозу. За виключенням деяких особливостей, він однаковий як у тваринних, так і у рослинних клітин.

Тривалість мітозу від 2 до 8 годин і він займає 75 % часу всього мітотичного циклу, який властивий для соматичних (вегетативних) клітин і забезпечує збільшення їх кількості.

У безперервному процесі мітотичного поділу розрізняють чотири фази: *профаза, метафаза, анафаза і телофаза*. Їх можна бачити під мікроскопом.

*Профаза* – одна з найдовших фаз мітозу, під час якої відбувається перебудова всієї структури ядра для поділу. Ядро збільшується в об'ємі, в ньому стає помітним клубок товстих ниток – хромосом. Унаслідок спіралізації молекул ДНК хромосоми вкорочуються і потовщуються. На відміну від дуже

довгих деспіралізованих інтерфазних хромосом, вони можуть пересуваються при поділі. До кінця профазы можна побачити, що кожна хромосома поздовжньо поділена навпіл, хоча обидві половини (хроматиди) ще з'єднані центромером. Постійно зникає ядерце, розчиняється ядерна оболонка. Починається формування ахроматинового веретена поділу, яке представляє собою систему протеїнових ниток (90% білка, РНК, полісахаридів), які розтягуються до полюсів клітини. У клітинах тварин, грибів і нижчих рослин клітинний центр ділиться, і групи центріоль розташовуються на полюсах клітин; від них і відходять нитки веретена.

*Метафаза* – для неї характерно максимальне вкорочення хромосом. Вони розташовуються в екваторіальній площині клітини. Саме у метафазі легко можна підрахувати число хромосом і побачити їх форму. У всіх клітинах, крім статевих, кількість хромосом завжди парне –  $2n$  (диплоїдний набір). У кінці метафазы закінчується формування ахроматинового веретена. Веретено складається з опорних ниток, що з'єднують полюси клітини, які тягнуть прикріплених до центромер хромосом. Нитки веретена починають скорочуватись і стають добре помітними хроматиди, які з'єднуються лише центромером.

*Анафаза* – починається поділом центромери. Кожна з хроматид однієї хромосоми стає самостійною. Скорочення ниток ахроматинового веретена транспортує їх до протилежних полюсів клітини, унаслідок чого у кожного полюсу стає стільки ж хромосом, скільки їх було у материнській клітині, причому набір їх однаковий.

*Телофаза* – остання фаза мітозу. Хромосоми деспіралізуються, стають погано помітними. Індивідуальність кожної хромосоми вже важко побачити у світловий мікроскоп. На кожному полюсі клітини навколо хромосом утворюється ядерна оболонка і відновлюються ядерця. Цитоплазма клітини теж починає ділитися у екваторіальній площині. До кінця телофазы замість однієї клітини виникає дві.

Кожна з нових утворених клітин отримує весь об'єм біохімічної і генетичної інформації, яку мала ядерна ДНК, і однакову кількість хромосом, таку яка була у материнської клітини. Біологічне значення мітозу полягає у тому, що він забезпечує чіткий розподіл між дочірніми клітинами материнських носіїв спадковості, які знаходяться у хромосомах. Саме цим забезпечується спадкова подібність дочірних клітин з материнською.

*Мейоз* – це єдиний, безперервний процес, який складається з двох послідовних поділів, яким передують одна інтерфаза. До початку мейозу у інтерфазному ядрі подвоюється кількість ДНК і хромосоми стають двохроматидними.

### ***Перший мейотичний (редукційний) поділ***

Профаза продовжується декілька годин або тижнів. Процеси підготовки до поділу дуже складні. Хромосоми спіралізуються. Гомологічні хромосоми зближуються і зв'язуються (кон'югують), утворюючи одну загальну структуру, яка складається з чотирьох хроматид двох гомологічних хромосом. У профазі зникає ядерна оболонка і ядерце, формується ахроматинове веретено.

У *метафазі* хромосоми збираються на екваторі клітини. До центромери кожної з них приєднується нитка ахроматинового веретена. Дві сестринські хромосоми не розділяються, тому у *анафазі* до полюсів направляються двохроматидні хромосоми. Перерозподілені гомологічні хромосоми кожної пари розходяться випадково і на полюсах збирається половинна кількість (гаплоїдний набір) хромосом материнської клітини. Відповідно у анафазі відбувається редукція – зменшення кількості хромосом. Телофаза погано виражена і короткотривала.

*Другий мейотичний поділ* настає за першим, минаючи інтерфазу, проходить по типу мітозу. Два гаплоїдні ядра діляться синхронно (одночасно). Хромосоми у метафазі збираються на екваторі, розщеплюються на хроматиди, які у анафазі рухаються до полюсів. Наслідком є те, що з двох гаплоїдних клітин виникає чотири гаплоїдні.

При мейотичному поділі крім редукції кількості хромосом відбувається і їх перерозподіл (перекомбінація). Це пов'язано з тим, що у метафазі першого мейотичного поділу поєднання материнської і батьківської хромосом з однієї гомологічної пари до одного або іншого полюсу веретена поділу є випадковим. Крім, того при зближенні хромосом у подовженій по часу профазі першого мейотичного поділу іноді відбувається обмін між гомологічними ділянками гомологічних хромосом (кросинговер). (рис. 27.2.)

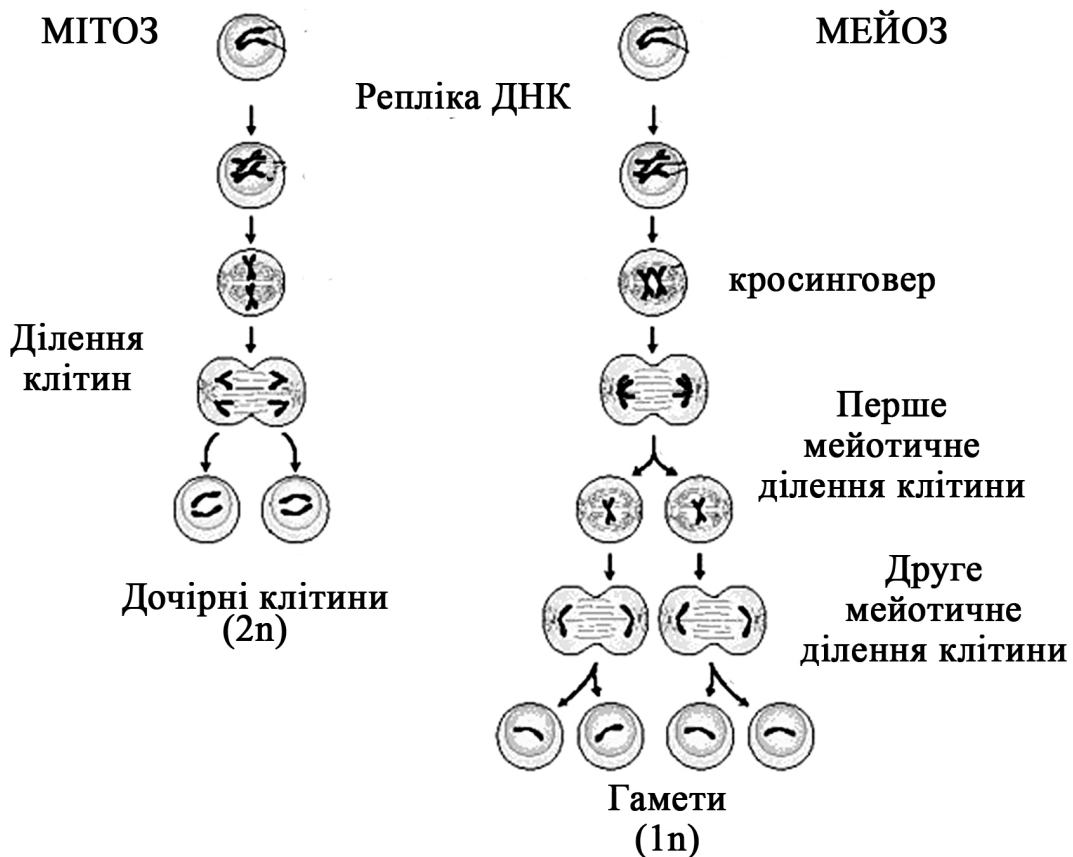


Рис. 27.2. Поділ клітини.

### ***Життєвий цикл і диференціація клітин***

*Життєвий цикл клітини* – це розвиток її від моменту виникнення унаслідок попереднього поділу до поділу на дві нові клітини або до смерті. У клітин, які постійно діляться (клітини твірної тканини) життєвий цикл співпадає з мітозом.

*Диференціація клітин.* У багатоклітинному організмі не всі клітини здатні до поділу. Більша частина тканин тварин і рослин складається з клітин,

розвиток яких обмежується пресинтетичним періодом інтерфази. Вони спеціалізовані для виконання будь-якої функції, не пов'язані із збільшенням кількості клітин, тобто не пов'язані з мітозом.

Функціональні особливості і специфічні структури цих клітин набувають на ранніх стадіях розвитку. Процес спеціалізації клітин називають клітинною *диференціацією*. Процеси обміну протягом життя цих клітин призводять не до подвоєння їх ДНК, росту і поділу, а до синтезу ферментів і структур, за допомогою яких виконуються їх специфічні функції.

## **27.2. Розмноження і індивідуальний розвиток. Форми розмноження організмів.**

*Розмноження* – одне з основних властивостей усіх живих організмів, яке підтримує довготривале існування виду шляхом зміни послідовних поколінь. За сприятливих умов вид може значно збільшити свою чисельність і розселитись на нових територіях. У процесі розмноження можуть виникати організми з новими властивостями, ніж у попередніх поколіннях, що створює умови для дії відбору. Тривалість життя окремих організмів обмежена, лише завдяки розмноженню зберігається життя на Землі.

Існує два типи розмноження живих організмів. В одному випадку особини нового покоління беруть свій початок від одного предка. Це різні форми статевого і вегетативного розмноження. У іншому випадку особини нового покоління з'являються за участі двох організмів: материнського і батьківського. Це статеве розмноження.

Вегетативне розмноження відбувається шляхом регенерації цілого організму з його частин. При поділі одноклітинних бактерій, водоростей, найпростіших утворюється два індивідуума. З кусків ниток водорості, міцелію гриба, у деяких кишковопорожнинних за рахунок утворення бруньки. У квіткових рослин нові особини можуть виникати з вегетативних органів: стебла (тополя), листка (бегонія), кореня (осот), бульби (картопля), цибулі (тюльпан), кореневища (пирій). Вегетативне розмноження рослин широко

використовується у практиці сільського господарства. Так розмножується виноград, цитрусові, картопля, ананас.

У багатьох тварин унаслідок високої диференціації і спеціалізації клітин організму вегетативне розмноження спостерігається не часто (морські зорі, черви).

*Безстатеве розмноження* характеризується утворенням шляхом множинного поділу спеціалізованих клітин – спор, при проростанні яких розвиваються нові особини. У водоростей і грибів спори шляхом мітозу утворюються з будь-якої клітини організму. Спори активно рухаються у воді за допомогою джгутиків і називаються зооспорами. У вищих спорових рослин (мохи, папороті) спори утворюються з диплоїдних клітин і шляхом мітозу у спеціалізованих багатоклітинних органах – спорангіях. У тварин спорами розмножується малярійний плазмодій і деякі найпростіші.

*Статеве розмноження* дуже широко представлене у природі як серед рослин, так і серед тварин. При статевому розмноженні материнським і батьківським організмом виробляються спеціалізовані, фізіологічно різні статеві клітини – *гамети*. Жіночі статеві клітини називаються *яйцеклітинами*, чоловічі нерухомі – *сперміями*, рухомі – *сперматозоїдами*. Процес злиття гамет, унаслідок якого утворюється зигота, називається заплідненням. Гамети завжди гаплоїдні, при заплідненні відновлюється диплоїдний набір хромосом. Утворення статевих клітин (гаметогенез) у однодольних організмів відбувається шляхом поділу особин, у багатоклітинних у спеціалізованих органах. У вищих рослин, крім квіткових, такими органами є архегонії, де утворюються яйцеклітини і антридії, зникають сперматозоїди або спермії; у тварин – статеві залози – сім'яники і яєчники, де формуються чоловічі і жіночі гамети.

*Сутність гаметогенезу* полягає в утворенні високоспеціалізованих статевих клітин із зменшеним наполовину, унаслідок мейозу кількістю хромосом. *Гаметогенез і запліднення* – єдиний фізіологічний механізм, завдяки якому при статевому розмноженні в клітинах організмів кожного виду

зберігається певне число хромосом. Порівняно з безстатевим розмноженням відбувається повільніше і за допомогою складних механізмів.

Біологічне значення статевого розмноження полягає у забезпеченні генетичної різноманітності нащадків. При статевому процесі в одному ядрі об'єднуються хромосоми і, відповідно, і спадкові властивості двох різних клітин, у більшості випадків походять від різних особин. У диплоїдному ядрі зиготи одна гомологічна хромосома кожної пари внесена яйцеклітиною, інша - сперматозоїдом. Тому дочірній організм, який розвивається із зиготи, однаково має спадкову інформацію обох батьків. Таким чином, створюються нові генетичні ознаки, що збільшують можливість пристосування, мінливість і еволюцію. Тому статеве розмноження зустрічається і у тих видів, де основний спосіб розмноження безстатевий, який забезпечує швидке розселення виду за сприятливих умов. Шляхом статевого розмноження виникають організми, які можуть мати корисні ознаки батька і матері. Такі організми більш життєздатні. У сільськогосподарській практиці людина дуже широко використовує статеве розмноження тварин і рослин.

Якщо сутність і біологічне значення статевого процесу єдині для всіх організмів, то його форми (хід гаметогенезу, тип гамет, запліднення, статеві органи) дуже різноманітні і залежать від рівня еволюційного розвитку, середовища існування (вода, суходіл), способу життя (вільноживучі, паразити) і деякі інші особливості. У найпростіших – це копуляція (джгутикові) або кон'югація (інфузорії), у водоростей – *ізогамія*, *гетерогамія*, *оогамія*. У вищих рослин еволюція статевого процесу йшла у напрямку пристосування до умов суходолу, шляхом створення умов для запліднення, розвитку зиготи, захисту зародка. У тварин мейотичний поділ йде у кінцевій фазі гаметогенезу, потім відбувається запліднення.

Формування яйцеклітин (*овогенез*) відбувається у статевих залозах – яєчниках; сперматозоїдів (*сперматогенез*) – сім'яниках. У статевих залозах розрізняють три зони: розмноження, ріст і дозрівання. Утворення гамет починається у зоні розмноження з поділу первинних статевих клітин шляхом

мітозу. Кількість клітин різко збільшується. В зоні росту поділ припиняється і йде посилений ріст клітин. Особливо збільшується у розмірах майбутні яйцеклітини, тому що у їх цитоплазмі накопичуються запасні поживні речовини. У зоні дозрівання настає дозрівання статевих клітин, при якому відбувається мейотичний поділ, коли кожна з клітин ділиться двічі, утворюючи гаплоїдні клітини.

Під час сперматогенезу ці чотири клітини перетворюються у чотири сперматозоїди. У різних тварин вони різної форми, але завжди рухомі. У ссавців вони мають головку, шийку і хвостик. У головці знаходиться ядро і невелика кількість цитоплазми з комплексом Гольджі, який забезпечує розчинення оболонки яйцеклітини при заплідненні, у цитоплазмі шийки розташовані мітохондрії, які забезпечують енергією для руху хвостика.

Під час овогенезу тільки одна з клітин стає яйцеклітиною, а три інші перетворюються у так звані полярні тільця і у подальшому вони гинуть. Яйцеклітина складається з ядра, великої кількості цитоплазми з запасом поживних речовин і оболонки, яка значно більша за розмірами і нерухома. (рис.27.3).

Життя виникло у водному середовищі, і статеві клітини пристосовані до неї. У водних хребетних (більшість риб і земноводних) сперматозоїди і яйцеклітини викидаються у воду, де і відбувається їх злиття – *зовнішнє запліднення*. Його ефективність забезпечується різними способами, у тому числі одночасним в одних і тих же місцях дозрівання гамет чоловічими і жіночими особинами.

Внутрішнє запліднення в основному властиве для наземних тварин. У них розвиваються пристосування для накопичення і руху статевих клітин – статеві шляхи. У чоловічі статеві шляхи відкриваються залози, які виробляють спеціальну спермальну рідину, у якій сперматозоїди зберігають життєздатність. Для введення чоловічих гамет у жіночі статеві шляхи у тварин з внутрішнім заплідненням розвиваються спеціалізовані копулятивні органи.



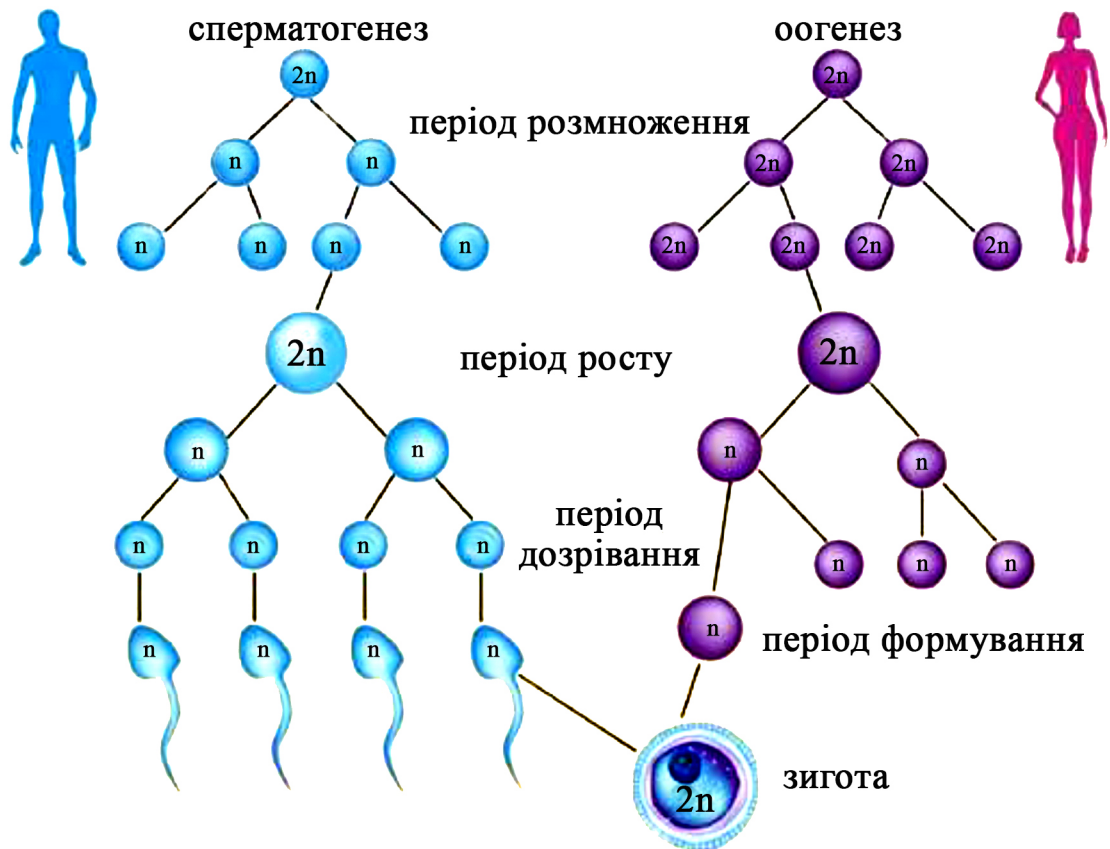


Рис. 27.3. Гаметогенез.

Удосконалення процесу розмноження тварин виражається у забезпеченні розвитку зиготи. У комах, плазунів, птахів це досягається збільшенням запасу поживних речовин у яйцеклітині. У жіночих особин деяких видів комах, риб, змії і майже у всіх ссавців є спеціальні органи, де зародок знаходиться до його народження. Вищої форми живонародження досягають у плацентарних ссавці, у яких зародок розвивається у спеціальному органі – матці, отримує поживні речовини і кисень з організму матері.

### 27.3. Індивідуальний розвиток багатоклітинних організмів.

Зигота, що виникла після запліднення, представляє собою одну клітину. З неї починається життя нового організму при статевому розмноженні багатоклітинних організмів.

Індивідуальний розвиток організму від зиготи до смерті називається онтогенезом і складається з двох періодів: *ембріонального* і *постембріонального*.

У першому періоді як у високоорганізованих рослин, так і у тварин формується ембріон (зародок), тому він і називається *ембріональним*. Зародок насінних рослин розвивається у насінному зачатку, у яйцекладних тварин – у яйці, у живородних – в організмі матері. В ембріональному періоді закінчуються формоутворюючі процеси. У рослин цей період починається з появи самостійного мінерального живлення (насінних – після проростання насіння). У тварин з переходом до живлення за допомогою власної травної системи (після виходу з яйця або після народження).

### ***Індивідуальний розвиток рослин***

Ембріональний період починається з поділу зиготи. Перший і останній поділ відбувається шляхом мітозу, тому всі клітини нового організму мають генетичну інформацію зиготи. Унаслідок ряду поділів утворюється компактна група клітин, які перетворюються на зародковий корінець, зачаток стебла і брунечки з листочками. Більша частина його клітин зберігає здатність до розмноження (твірна тканина).

У *постембріональний* період проростає насіння, росте зародок і формуються органи рослини. Швидко розвивається корінь, який закріплює проросток у ґрунті, забезпечує його водою і мінеральними речовинами. Далі настає етап інтенсивного вегетативного росту – формується коренева система і пагін з листками. З появою квітки, насіння та плоду настає етап розмноження. Індивідуальний розвиток рослин завершується старінням і смертю.

У однодольних рослин онтогенез закінчується за один вегетаційний період, дволітніх – за два, багатолітніх – більше року. Дворічні цвітуть у другий рік життя і відмирають, більша частина багаторічних цвіте багаторазово.

Послідовність і довжина етапів росту і розвитку рослин чітко закономірна і обумовлена взаємодією спадковості організму з абіотичними умовами зовнішнього середовища.

Для сільського господарства дуже важливим є процеси росту та розвитку рослин. Активізація і зупинка росту забезпечується регуляторами росту – гормонами: ауксинами, цитокинінами, гіббереллінами. Вони регулюють ріст і диференціацію клітин, бруньок і інших органів, цвітіння і плодоношення. Активність гормонів дуже велика. Дія зовнішніх факторів на розвиток рослин пояснюється їх впливом на утворення і розподіл регуляторів росту.

У наш час у практиці широко використовують не тільки природні, але й штучні гормони. Їх використовують для вегетативного розмноження рослин, для боротьби з опаданням квітів і плодів у овочевих і плодкових культур, для підвищення врожайності і довготривалого збереження плодів і овочів.

### ***Індивідуальний розвиток тварин***

В ембріональному періоді розвитку тварин виділяють три етапи: *дроблення, гастрюляція, онтогенез.*

*Дроблення.* Етап, у ході якого одноклітинна зигота перетворюється у багатоклітинне тіло – зародок. Характер дроблення залежить від кількості і розподілу запасних поживних речовин (жовтка). Якщо жовтка мало і він розподілений рівномірно (савці), дроблення захвачує всю зиготу. Швидко йде один за одним мітотичний поділ зиготи і утворення з них клітин – бластомерів. Бластомери не ростуть і з кожним наступним поділом вони стають все менші (звідси і назва етапу – дроблення). Коли утворюється приблизно 64 бластомера, вони розташовуються в один шар, обмежуючи центральну порожнину, заповнену рідиною. Зародок майбутнього організму стає схожим на мікроскопічно порожнинний шар. Ця стадія зародка називається бластулою.

*Гастрюляція.* Після дроблення розвиток зародка продовжується. На одній з ділянок клітини поділ відбувається швидше і поступово, ця частина стінки бластули вгинається у внутрішню порожнину. Процес продовжується до тих пір, поки одношарова замкнена бластула не перетвориться у двошарове

утворення з новою порожниною, яка взаємодіє з зовнішнім середовищем. Ця стадія розвитку зародка називається гастролою, а етап ембріонального розвитку – *гаструляцією*. Два шари клітин гаструли: зовнішній – *ектодерма*, внутрішній – *ентодерма* називаються зародковими. У кишковопорожнинних розвиток закінчується на цій стадії. У всіх інших багатоклітинних тварин процес утворення і диференціації органів у ході розвитку зародка більш складний. У них між ектодермою і ентодермою пізніше утворюється третій зародковий шар – *мезодерма*.

*Органогенез*. Утворення зародкових листків представляє собою первинну диференціацію клітин. З кожного зародкового листка у подальшому формуються певні органи і частини майбутнього організму. У хребетних тварин з *ектодерми* утворюється покривний епітелій, нервова система і органи чуття; з *ентодерми* – епітелій кишечника і легені, підшлункова залоза і печінка; з *мезодерми* – кістковий скелет, м'язи, кровоносна система, нирки. Цей етап називається *органогенезом*. (рис.27.4).



Рис 27.4. Ранні стадії ембріонального розвитку.

На ранніх стадіях розвитку зародка впливають зовнішні фактори середовища. Змінюючи ці умови, можна прискорити або сповільнити його розвиток.

У постембріональному періоді розвиток може бути прямим і непрямим (з метаморфозом). У одних тварин формування органів майже повністю закінчується до кінця ембріонального періоду. Їх постембріональний розвиток полягає головним чином у рості нового організму, розвитку тканин і органів (наприклад, риби, плазуни, птахи, ссавці). Вилуплене з яйця пташеня і народжене кошеня схожі на дорослих тварин відповідних видів. Цей тип постембріонального розвитку називається *прямим розвитком*.

У інших тварин (наприклад, земноводні, більшість комах) постембріональний розвиток протікає з різними фізіологічними змінами і супроводжується утворенням личинкових стадій. Наприклад, з яєць метеликів виходить гусінь, з яєць жаби – пуголовки, які відрізняються від дорослих форм. Перетворення гусені спочатку у лялечку, а потім у метелика або пуголовка у жабу називається *метаморфозом*. При цьому всі частини личинки (гусінь, пуголовки) змінюються. Змінюється також фізіологія і поведінка тварин. Метаморфоз регулюється гормонами, з їх допомогою можна змінити його природні стадії розвитку. Біологічне значення метаморфозу у тому, що на стадії личинки організм росте і розвивається не за рахунок запасних поживних речовин яйця, а вже живиться самостійно. Часто личинки і дорослі особини живуть у різних умовах (личинки комарів у воді, а дорослі на суходолі) і живляться різною їжею (гусінь – листям, метелики – нектаром). Розвиток з метаморфозом дозволяє одному і тому ж організму використовувати у процесі онтогенезу переваги двох різних середовищ життя, веде до зниження внутрішньовидової конкуренції. Цей тип постембріонального розвитку називається *непрямим розвитком*. Він може відбуватися з повним і неповним перетворенням.

*Старіння і смерть* – останні етапи індивідуального розвитку. Старіння характеризується багатьма морфологічними і фізіологічними змінами, які призводять до зниження життєвих процесів. Смерть завершує індивідуальне існування. Вона може бути фізіологічною, якщо настає внаслідок старіння, і паталогічною, якщо викликана зовнішніми факторами (рання хвороба).

## Питання для самоконтролю

1. Які існують типи поділу клітин ?
2. Чим відрізняється амітоз від інших типів поділу клітин і для яких організмів він властивий ?
3. Що таке мітоз? У чому його біологічне значення?
4. Які процеси відбуваються у ядрі у інтерфазі?
5. Чому до початку мітозу хромосоми складаються з двох хроматид ?
6. Які зміни відбуваються у профазі мітозу у ядрі?
7. До якої ділянки хромосоми приєднується нитка веретена поділу?
8. Що властиво для метафазі мітозу?
9. Які хромосоми розходяться до полюсів клітини в анафазі ?
10. Чому телофазу називають профазою навпаки ?
11. Що представляють собою хромосоми до початку інтерфазі?
12. Скільки клітин утворюється у результаті мітозу і з яким набором хромосом?
13. Для яких клітин властивий мейоз?
14. Які хромосоми називають гомологічними?
15. Як називають перший і другий етапи мейозу?
16. На які фази ділиться мейоз ?
17. Скільки клітин утворюється у результаті мейозу і з яким набором хромосом у кожній ?
18. Чи відбувається синтез ДНК і подвоєння хроматид після мейозу I ?
19. Що таке кон'югація хромосом, коли вона відбувається і яке її значення?
20. Скільки хроматид приймає участь у перехресті ?
21. Які хромосоми розходяться до полюсів в анафазі II ?
22. Скільки клітин утворюється при мейозі ?
23. Яким стає набір хромосом у кожній клітині, які утворюються при мейозі, і скільки хроматид у кожній хромосомі ?
24. Чим відрізняється мітоз від мейозу ?
25. Що таке клітинний цикл?
26. Що таке каріотип ?
27. Який набір мають соматичні клітини і який статеві ?
28. Які види розмноження у природі вам відомі?
29. Суть статевого розмноження?
30. Суть і види вегетативного розмноження?
31. Що таке спора?
32. Які статеві клітини вам відомі?
33. Що таке гаметогенез?
34. Які є види запліднення у живих організмів?
35. Які існують форми розмноження?
36. Чим відрізняється вегетативне, безстатеве і статеве розмноження?
37. Який спосіб поділу клітин спостерігається під час росту організмів?
38. Який спосіб поділу клітин передують утворенню статевих клітин?
39. Які зони виділяють у процесі проходження сперматогенезу і овогенезу?

40. Яка будова сперматозоїда?
41. Чому гамети є носіями спадкової інформації?
42. Які є види гамет?
43. Чим відрізняються чоловічі гамети від жіночих?

### Тестові завдання

1. Який тип поділу клітин не супроводжується зменшенням набору хромосом?
  - а. амітоз
  - б. мітоз
  - в. мейоз
2. Який поділ властивий соматичним клітинам?
  - а. амітоз
  - б. мітоз
  - в. мейоз
3. Який набір хромосом при мітотичному поділу диплоїдного ядра
  - а. гаплоїдний
  - б. диплоїдний
  - в. тетраплоїдний
4. Скільки хроматид у хромосомі до початку профазі мітозу
  - а. одна
  - б. дві
  - в. три
5. Скільки клітин утворюється унаслідок мітозу
  - а. 1
  - б. 2
  - в. 3
  - г. 4
6. Який поділ супроводжується редукцією (зменшенням) числа хромосом у клітині у два рази
  - а. мітоз
  - б. амітоз
  - в. мейоз
7. У якій фазі мейозу відбувається кон'югація хромосом
  - б. профазі I
  - в. метафазі II
  - г. профазі III
8. Унаслідок якого типу поділу клітини отримуємо чотири гаплоїдні клітини
  - а. мітоз
  - б. мейоз
  - в. амітоз

9. Яка кількість хромосом буде у клітинах після поділу, якщо у материнській було 6 хромосом?
- а. при мітозі
  - б. при мейозі
  - в. при амітозі
10. Для якого способу розмноження властиво утворення гамет
- а. вегетативне
  - б. безстатеве
  - в. статеве
11. Який набір хромосом мають сперматозоїди
- а.  $1n$
  - б.  $2n$
  - в.  $3n$
12. Який набір хромосом мають яйцеклітини
- а.  $1n$
  - б.  $2n$
  - в.  $3n$
13. Який набір хромосом має зигота
- а.  $1n$
  - б.  $2n$
  - в.  $3n$
14. Що утворюється унаслідок овогенезу
- а. сперматозоїд
  - б. яйцеклітини
  - в. зиготи
15. У якій зоні клітини при гаметогенезі відбувається мейотичний поділ
- а. зона росту
  - б. зона розмноження
  - в. зона дозрівання
  - г. хромосоми
16. Який спосіб розмноження організмів виник останнім у процесі еволюції
- а. вегетативне
  - б. безстатеве
  - в. статеве
17. Яка частина сперматозоїда і яйцеклітини є носієм генетичної інформації
- а. оболонка
  - б. цитоплазма
  - в. рибосоми
  - г. ядро



## ПІСЛЯМОВА

«Я маю надію на молоде покоління, надіюсь, що воно сильне знаннями, воно поведе свій народ по шляху прогресу – висловився у свій час фізіолог, біолог-дарвініст К. А. Тімірязєв.

Майбутні фахівці в епоху науково-технічного прогресу отримали почесне і відповідальне завдання, для виконання якого потрібні глибокі наукові знання. Тому, в нашу епоху, провідне місце у системі наук займають науки про життя – біологія і екологія. Біоекологічні знання поглиблюють нашу уяву про живе, допомагають виведенню нових сортів культурних рослин, порід домашніх тварин, дають можливість удосконалення нових методів профілактики хвороб і лікування людей, створення ефективних лікарських препаратів і засобів захисту навколишнього природного середовища. Сучасному молодому поколінню потрібно вирішити складні і актуальні господарські завдання, у тому числі завдання, які пов'язані з вирішенням продовольчої проблеми і проблеми охорони здоров'я.

Історичний взаємозв'язок біоекологічних наук і сільськогосподарського виробництва безперервно ускладнюється з розвитком практичних потреб суспільства і самої науки. Маючи досягнення у всіх галузях знань про живу природу, біологія і екологія не задовольняють потреб сільського господарства. Тому на сучасному етапі розвитку агропромислового комплексу необхідно мати: високопродуктивні сорти рослин, породи тварин і штами мікроорганізмів, які відповідатимуть вимогам сучасних інтенсивних технологій, а також ефективним біологічним методам боротьби з шкідниками сільськогосподарських культур, розроблених і практично перевірених прийомів збереження і підвищення продуктивності ґрунтів.

Важливим завданням сучасної біоекології є збереження навколишнього природного середовища. Фахівці сільського господарства будь-яких спеціальностей повинні завжди спиратись на отримані знання з біоекології у своїй науковій і практичній діяльності заради збереження природних ресурсів та життя на Землі усіх живих організмів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### ОСНОВНА

1. Бигон, М. Экология. Особи, популяції и сообщества. М.Бигон, Дж.Харпер, К. Таунсенд. М.Мир.1990. т. 1. 667 с.т.2.477 с.
2. Большаков, В.Н. Экология.В.Н. Большаков, В.В. Качак, В.Г. Коберниченко и др.Под. ред. Г.В. Тягумова, Ю.Г. Ярошенко. М.Логос2005. 504 с.
3. Бродский, А.К. Общая экология .А.К.Бродский. М.Издательский центр «Академия». 2007. 256 с.
4. Вернадский В.И. Биосфера .В.И.Вернадский. М.Мысль.1996. 423 с.
5. Вернадский В.И. Живое вещество.В.И.Вернадский. М.Наука.1992. 358с.
6. Горохов, В.Л. Экология: Учебное пособие .В.Л.Горохов, Л.М.Кузнецов, А.Ю.Шмыков. СПб.«Издательский дом Герда».2005. 688с.
7. Грин, Н. Биология: В 3-х т.Н.Грин, У.Стаут, Д. Тейлор. Пер. с англ. Под ред. Р. Сопера. М.Мир.1993.
8. Миллер, Т. Жизнь в окружающей среде .Т.Миллер. М.Издательская группа «Прогресс».«Пангея», 1996.Т.3.400с.
9. Николайкин, Н. И. Экология .Н.И.Николайкин, Н. Е.Николайкина, О.П.Мелехова. М.: Изд-во МГУИЭ.2005. 504 с.
10. Никаноров, А.М., Хорунжая Т.А. Глобальная экология.А.М.Никаноров, Т.А.Хорунжая. М.: Изд. Книга сервис. 2003. 288с.
11. Общая экология: Учебник для вузов.Автор составительА.С.Степановских.М.: Юнити-Дана. 2000.510 с.
12. Одум, Ю. Экология.Ю.Одум. М.: Мир. 1986. т.1. 328 с.; т.2. 376 с.
13. Ревелль, П. Среда нашего обитания .П.Ревелль, Ч.Ревелль. М.:Мир.1994. т.1. 340 с.т.2. 296 с.т.3. 291 с. т.4.191 с.
14. Степановских, А.С. Прикладная экология: охрана окружающей среды: Учебник А.С.Степановских.М: Из-во ЮНИТИ.2003.751с.
15. Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы Р.Уиттекер. М.Прогресс.1980. 327 с.
16. Шилов, И. А. Экология.И.А.Шилов. М.: Высш. шк..2000. 512 с.
17. Экология.под ред. В. В. Денисова.М.: МарТ.2006.768 с.
18. Chapman, J. L. Ecology J. L. Chapman, M. J. Reiss. Cambridge University Press; 2nd Edition.2009. 336 с.
19. Биология. Справочник студента. А.А. Каменский, А.И. Ким, Л.Л. Великанов, О.Д. Лопина, С.А. Баландин, М.А. Валовая, Г.А. Беляков. М.: Физиологическое общество «СЛОВО» ОО Изд-во АСТ».2006. 640 с.
20. Вахненко Д.В., Гарнизоненко Т.С., Колесников С.И. Биология с основами экологии. Учебник для вузов .Д.В. Вахненко, Т.С. Гарнизоненко, С.И. Колесников. Ростов-на-Дону: Феникс. 2009.448 с.

21. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор, под ред. Р. Сопера. М. Мир. 2007. Т. 1. 368 с.
22. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор, под ред. Р. Сопера. М. Мир. 2009. Т. 2. 325 с.
23. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор, под ред. Р. Сопера. М.: Мир, 2006. Т. 3. 325 с.
24. Кемп П., Армс К. Введение в биологию. П. Кемп, К. Армс. М. Мир. 2008. 671 с.
25. Лысов П.К., Акифьев А.П., Добротина Н.А. Биология с основами экологии: Учебник. П.К. Лысов, А.П. Акифьев, Н.А. Добротина М. Высшая школа. 2007. 655 с.
26. Пехов А.П. Биология с основами экологии. Учебное пособие для вузов с грифом МО. А.П. Пехов. СПб. Изд-во «Лань». 2007. 672 с.
27. Бацылев, Е. Г. Зоология. Учебник. Е.Г. Бацылев, К.Н. Благосклонов. М. Высшая школа. 1991. 368 с.
29. Дауда, Т. А. Зоология беспозвоночных. Учебное пособие. Т.А. Дауда, А.Г. Коцаев. М. Лань. 2015. 208 с.
30. Дауда, Т. А. Зоология позвоночных. Учебное пособие. Т.А. Дауда, А.Г. Коцаев. Москва. 2014. 224 с.
31. Догель, В. А. Зоология беспозвоночных. В.А. Догель. Москва. 2015. 620 с.
32. Константинов, В. М. Зоология позвоночных. В.М. Константинов, С.П. Наумов, С.П. Шаталова. Москва. 2012. 448 с.
33. Эдвард, Э. Рупперт Зоология беспозвоночных. В 4 томах. Том 1. Протисты и низшие многоклеточные. Эдвард Э. Рупперт, Ричард С. Фокс, Роберт Д. Барнс. М.: Academia. 2008. 496 с.
34. Андреев Н.Г., Андреев Л.Н. Основы агрономии и ботаники: учеб. пособ. для с/х вузов. М. Колос. 2004. 487 с.
35. Андреева И.И., Родман Л.С. Ботаника: учеб для сг-вузов. М. Колос, 2005. 528 с.
36. Атабекова А.И., Устинова Е.И. Цитология растений. М. Колос. 2007. 246 с.
37. Блукет Н.А., Емцев В.Т. Ботаника с основами физиологии растений и микробиологии. М. Колос. 2004. 560 с.
38. Викторов Д.П. Краткий словарь ботанических терминов. М. Л. Наука. 1964. 177 с.
39. Горышина Т.К. Экология растений. М. Высш. шк. 2004. 368 с.
40. Еленевский А.Г., Соловьева М.П., Тихомиров В.Н. Ботаника. Систематика высших или наземных растений. М. Академия. 2004. 432 с.
41. Жуковский П.М. Ботаника. М. Колос. 2002. 623 с.

42. Культиасов И.М. Экология растений. М.МГУ.2007. 380 с.
43. Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. М.Ком Книга.2007 510 с.
44. Работнов Т.А. Фитоценология. М.МГУ.2003. 292 с.
45. Суворов В.В., Воронов И.Н. Ботаника с основами геоботаники. Л.Колос1979. 560 с.
46. Тихомиров Ф.К. Ботаника. М.Высш. шк.2008. 439 с.
47. Тутаюк В.Х. Анатомия и морфология растений. М.Высш. шк., 2006. 317 с.
48. Общая биология: Учебник.Под ред. Константинова В.М, М. Academia, 2018.704с.с.
49. Колесников, С.И. Общая биология . С.И. Колесников. М. КноРус.2016. 416с. с.
50. Константинов В.М. Общая биология. Учебник В.М. Константинов М.Академия. 2019.304с.
51. Константинов, В.М. Общая биология (ССУЗ). В.М. Константинов. М. Academia.2018.320с.
52. Константинов, В.М. Общая биология.Учебник.В.М. Константинов. М.Академия,2016.48.с. 2
53. Кузнецова, Т.А. Общая биология. Теория и практика: Учебное пособие. Т.А. Кузнецова, И.А. Баженова. СПб. Лань, 2018.144 с.
54. Мамонтов, С.Г. Общая биология.С.Г. Мамонтов В.Б. Захаров. М. Высшая школа.2010.317с.
55. Мамонтов, С.Г. Общая биология. С.Г. Мамонтов, В.Б. Захаров. М.: КноРус,2018.68с.
56. Просеков, А.Ю. Общая биология и микробиология: Учебное пособие А.Ю.Просеков.СПб.Просп.Науки.2012.320с.
57. Сивоглазов, В.И. Биология. Общая биология: Учебник для вузов.В.И. Сивоглазов,И.Б.Агафонова.М.Дрофа.2010.384с.
58. Сыч,В.Ф.Общая биология.Учебник для вузов В.Ф. Сыч. М.Академический проспект2007.331с.
59. Тупикин, Е.И. Общая биология с основами экологии и природоохранной деятельности: Учебное пособие. Е.И. Тупикин. М.Академия, 2017.16с.
60. Тупикин, Е.И. Общая биология с основами экологии и природоохранной деятельности: Учебное пособие для нач. проф. образования Е.И. Тупикин. М.ИЦАкадемия,2013.384с.
61. Фадеева, Е.О. Общая биология: Учебник для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования. В.М. Константинов,

- А.Г. Резанов, Е.О. Фадеева; Под ред. В.М. Константинова. М.: ИЦ Академия, 2012. 256 с.
62. Андрейцев А.К. Основы экологии: Підручник. К.: Вища шк., 2001. 358 с.
63. Ансімова С., Риболова О.В., Поддашкін О.В. Екологія. К. Грамота. 2001. 136 с.
64. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основы загалної екології. К.: Либідь, 1995. 368 с.
65. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С., Костіков І.О. Основы екологічних знань. К.: Либідь. 2000. 34 с.
66. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основы екології. К. Либідь. 1993.
67. Бойчук Л. Д., Соломенно Е.М., Бугай О.В. Екологія і охорона навколишнього середовища: Навч. посіб. Суми: Університетська книга. 2003. 284 с.
68. Гайнріх Д., Герат М. Екологія: dtv Atlas. Пер. з 4-го нім. вид. К. Знання Прес. 2001. 287 с.
69. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: У 3 т. Т.1.: Пер. с англ. Под. ред. Р. Сопера. М. Мир. 1990. 368 с.
70. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: У 3 т. Т.2.: Пер. с англ. Под. ред. Р. Сопера. М. Мир. 1990. 325 с.
71. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: У 3 т. Т.3.: Пер. с англ. Под ред. Р. Сопера. М. Мир. 1990. 376 с.
72. Дажо Р. Основы экологии. Пер. с франц. Под ред. В.В. Алпатова. М. Прогресс. 1997. 415 с.
73. Дедю ИЛ. Экологический энциклопедический словарь. Кишинев: Гл. ред. МСЭ. 1990. 408 с.
74. Дорогунцов СЛ., Коценко К.Ф., Аблова О.К. Екологія. К. КНЕУ. 2001. 162 с.
75. Дре Ф. Екологія. Пер с франц. М.: Атомиздат. 1976. 168 с.
76. Запольський А.К. Основы экології: Підручник. К. Вища шк. 2001. 358 с.
77. Кучерявий ВЛ. Екологія. Львів. Світ. 2000. 500 с.
78. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Екологія. Охорона природи: Словник-довідник. К.: Знання. 2002. 550 с.
79. Одум Ю. Основы экологии. Пер. с англ. Под ред. Н.П. Наумова. М. Мир. 1975. 740 с.
80. Реймерс Н. Ф. Основные биологические понятия и термины: кн. для учителя. М. Просвещение. 1988. 319 с.
81. Реймерс Н. Ф. Экология: теории, законы, правила, принципы и гипотезы. М. Россия молодая. 1994. 367 с.
82. Серебряков В.В. Основы экології: Підручник. К. Знання-Прес. 2002. 300 с.

83. Артамонов В.И. Занимательная физиология растений. М.: Агропромиздат.1991. 335 с.
84. Барна М.М. Ботаніка. Терміни. Поняття. Персоналії. Біологія. К.: Видавничий центр "Академія".1997.272 с.
85. Биологический энциклопедический словарь. Гл. ред. М.С. Гиляров; Редкол.: А. Баев, Г.Г. Винберг, Г. А. Заварзин и др. М. Сов. Энциклопедия. 1989. 864 с.
86. Брайон О.В., Чикаленко В.Г. Анатомія рослин. К.: Вища школа. 1992. 272 с.
87. Гончаренко І.В. Будова рослинного організму: Навчальний посібник. - Суми: ВТД "Університетська книга", 2004. 200 с.
88. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: В 3-х томах. - М.: Мир. 1996.
89. Мороз І.В., Гришко-Богменко Б.К. Ботаніка з основами екології: Навч. посібник. К.: Вища шк. 1994. 240 с.
90. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин. К.: Вища школа. 1995. 503 с.
91. Мусієнко М.М. Фотосинтез: Навч. посібник. К.: Вища школа. 1995. 247 с.
92. Поліщук А.К., Береговий П.М. Ботаніка. К.: Рад. Школа. 1974. 262 с.
93. Рейвн П., Эверт Р, Айкхорн С. Современная ботаника. В 2 т. М. Мир. 1990.
94. Сокур Л.М. Ботаніка. Курс лекцій. К.: Фітосоціоцентр. 2001. 288 с.
95. Стеблянко М.І., Гончарова К.Д., Закорко Н.Г. Ботаніка: Анатомія і морфологія рослин: Навч. посібник. К: Вища школа. 1995. 384 с.
96. Bayer O. V., Yaremchuk O. S., Shevchenko L. V., Mykhalska V. M. The development and validation of a rapid method for the determination of antibiotics in milk by high-pressure liquid chromatography-tandem mass spectrometry // Ukrainian Journal of Ecology. – 2017. – V. 7, № 4. – P. 569-575.
97. Bernyk I. M., Luhovskyi O. F., Wojcik W., Shedreyeva I., Karnakova G. Theoretical investigations of the interaction of acoustic apparatus with technological environment working process // Przegląd Elektrotechniczny. – 2019. – T. 95, № 4. – С. 30-35.
98. Bulgakov, V., Kaletnik, H., Goncharuk, T., Rucins, A., Dukulis, I., Pascuzzi, S. Research of the movement of agricultural aggregates using the methods of the movement stability theory // Agronomy Research, – 2019. – 17 (5), pp. 1846-1860.
99. Didur I. M., Tsyhanskyi V. I., Tsyhanska O. I., Malynka L. V., Butenko A. O., Masik I. M., Klochkova T. I. Effect of the cultivation technology elements on the activation of plant microbe symbiosis and the nitrogen transformation processes in alfalfa agrocoenoses // Modern Phytomorphology. – 2019. – T. 13. – С. 30-34.
100. Didur I. M., Prokopchuk V. M., Pantsyreva H. V. Investigation of biomorphological and decorative characteristics of ornamental species of the

- genus *Lupinus L* // Ukrainian Journal of Ecology. – 2019. – T. 9, № 3. – С. 287-290.
101. Janovych V., T. Honcharuk, I. Honcharuk, K. Kovalova. Dosing of the System to Control a Vibratory Machine for Mixing Loose Materials. // Eastern-European Journal of Technologies. – 2017. – 6/3 (90) – S. 4-13.
102. Janovych V., T. Honcharuk, I. Honcharuk, K. Kovalova. Engineering Management of Vibrating Machines for Targeted Mechanical Activation of Premix Components. // INMATEH -Agricultural Engineering. – 2018. Vol.54, № 1/S. – 25-32.
103. Kaletnik, G., Tsurkan, O., Rimar, T., Stanislavchuk, O. Determination of the kinetics of the process of pumpkin seeds vibrational convective drying // (2020) Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, (8), pp. 50-57.
104. Kaletnik, H., Pryshliak, V., Pryshliak, N. Public policy and biofuels: Energy, environment and food trilemma (2019) Journal of Environmental Management and Tourism, 10 (3), pp. 479-487.
105. Kaletnik, H., Pilvere, I., Nikolaenko, S., Bulgakov, V. Investigation of biofuel production possibilities for stabilisation of agro-industrial complex of Ukraine. // (2017) Engineering for Rural Development, 16, pp. 1250-1256.
106. Kaletnik, H., Pilvere, I., Nikolaenko, S., Bulgakov, V. Investigation of biofuel production possibilities for stabilisation of agro-industrial complex of Ukraine. // (2017) Engineering for Rural Development, 16, pp. 1250-1256
107. Karpenko O. Y., Rozhko V. M., Butenko A. O., Masyk I. M., Malynka L. V., Didur I. M., Vereshchahin I. V., Chyrva A. S., Berdin S. I. Post-harvest siderates impact on the weed littering of Maize // Ukrainian Journal of Ecology. – 2019. – T. 9, № 3. – С. 300-303.
108. Khodanitska O. O., Kuryata V. G., Shevchuk O. A., Tkachuk O. O., Poprotska I. V. Effect of treptolem on morphogenesis and productivity of linseed plants // Ukrainian Journal of Ecology. – 2019. – T. 9, № 2. – С. 119-126.
109. Kolisnyk O. M., Butenko A. O., Malynka L. V., Masik I. M., Onychko V. I., Onychko T. O., Kriuchko L. V., Kobzhev O. M. Adaptive properties of maize forms for improvement in the ecological status of fields // Ukrainian Journal of Ecology. – 2019. – T. 9, № 2. – С. 33-37
110. Kuryata V. G., Polyvanyi S. V., Shevchuk O. A., Tkachuk O. O. Morphogenesis and the effectiveness of the production process of oil poppy under the complex action of retardant chlormequat chloride and growth stimulant treptolem // Ukrainian Journal of Ecology. – 2019. – T. 9, № 1. – С. 127-134.

111. Luhovskyi O. F., Gryshko I. A., Bernyk I. M. Enhancing the Efficiency of Ultrasonic Wastewater Disinfection Technology // *Journal of Water Chemistry and Technology*. – 2018. – T. 40, № 2. – C. 95-101.
112. Mazur V. A., Myalkovsky R. O., Mazur K. V., Pantsyreva H. V., Alekseev O. O. Influence of the photosynthetic productivity and seed productivity of white lupine plants // *Ukrainian Journal of Ecology*. – 2019. – T. 9, № 4. – C. 665-670.
113. Mazur V. A., Pantsyreva H. V., Mazur K. V., Monarkh V. V. Ecological and biological evaluation of varietal resources *Paeonia L.* in Ukraine // *Acta Biologica Sibirica*. – 2019. – V. 5. - No 1. – P. 141-146.
114. Moskalets T. Z., Moskalets V. V., Vovkohon A. H., Shevchuk O. A., Matviichuk O. A. Modern breeding and cultivation of unpopular fruits and berries in Ukraine // *Ukrainian Journal of Ecology*. – 2019. – T. 9, № 3. – C. 180-188.
115. Sakalova G., Vasylynych T., Shevchuk O., Tkachuk O. Perspectives of integration the technology of ion-exchanging ammonium extraction from the system of municipal drain water purification // *Ukrainian Journal of Ecology*. – 2018. – T. 8, № 1. – C. 568-572.
116. Shevchenko L. V., Yaremchuk O. S., Gusak S. V., Myhalska V. M., Poliakovskiy V. M. Effect of chelating form of microelements and beta-carotene on morphological and chemical composition of quail eggs // *Ukrainian Journal of Ecology*. – 2017. – V. 7, № 2. – P. 5-8.
117. Shevchenko L. V., Yaremchuk O. S., Gusak S. V., Myhalska V. M., Poliakovskiy V. M. Effect of glycine microelements and beta-carotene on content of microelements and vitamin A in quail eggs // *Ukrainian Journal of Ecology*. – 2017. – V. 7, № 2. – P. 19-23.
118. Shevchuk O. A., Tkachuk O. O., Kuryata V. G., Khodanitska O. O., Polyvanyi S. V. Features of leaf photosynthetic apparatus of sugar beet under retardants treatment // *Ukrainian Journal of Ecology*. – 2019. – T. 9, № 1. – C. 115-120.
119. Skoromna O. I., Kulik M. F., Didorenko T. O. Balancing ration of dairy cows on calcium, phosphorus and iron indices for milk production and exchange processes in the organism // *Ukrainian Journal of Ecology*. – 2018. – V. 8, № 3. – P. 92-97.
120. Razanov S. F., Tkachuk O. P., Mazur V. A., Didur I. M. Effect of bean perennial plants growing on soil heavy metal concentrations // *Ukrainian Journal of Ecology*. – 2018. – V. 8, № 2. – P. 294-300.
121. Razanov S. F., Tkachuk O. P., Mazur V. A., Didur I. M. Effect of bean perennial plants growing on soil heavy metal concentrations // *Ukrainian Journal of Ecology*. – 2018. – V. 8, № 2. – P. 294-300.



122. Rogach S., Vdovenko L., Polishchuk O. AGRICULTURE OF UKRAINE UNDER THE JOINT POLICY OF THE EUROPEAN UNION // *Baltic Journal of Economic Studies*. – 2019. – Т. 5, № 3. – С. 178-183.
123. Telekalo N., Mordvaniuk M., Shafer H., Matsera O. Agroecological methods of improving the productivity of niche leguminous crops // *Ukrainian Journal of Ecology*. – 2019. – V. 9, № 1. – P. 169-175.
124. Vdovenko S. A., Pansyreva G. V., Palamarchuk, II, Lytvyniuk H. V. Symbiotic potential of snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) depending on biological products in agrocoenosis of the Right-Bank Forest-steppe of Ukraine // *Ukrainian Journal of Ecology*. – 2018. – V. 8, № 3. – P. 309-314.

Интернет-ресурсы:

<http://www.wood.ru>

<http://www.edpsciences.org/radiopro>

[http://www.archipelag.ru/ru\\_mir/ostrov-rus/demography-position/vishnevsky/great/](http://www.archipelag.ru/ru_mir/ostrov-rus/demography-position/vishnevsky/great/)

<http://ru.wikipedia>

<http://www.ecology-portal.ru>

<http://www/oeco.ru>

<http://fhtzb.ru>

<http://otherreferats.allbest.ru>

<http://zelenyshluz.narod.ru>

## ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

### А

Авіценна – 16  
Аристотель – 56

### Б

Бутлеров О.М. – 387

### В

Вернадський В.І. – 38  
Валер Ф. – 387

### Г

Гіппократ. –16  
Гален К. – 16  
Гук Р. – 424  
Гольджі К. – 430  
Геккель Є. – 18, 56, 312

### Д

Дарвін Ч. – 15,59  
Декандолль О. П.– 56

### З

Зюсс Є. – 38

Івановському Д.І. – 62

### К

Комаров В.Л. – 18  
Кюв'є Ж.Л. – 58

Кірхгоф К.С. – 387

Крік Ф. – 387

## **Л**

Ламарк Ж.Б. – 58

Левенгук Антоні ван. – 72

Лінней К. – 15,57,58

Лунін М.І. – 412

## **М**

Мальпігі М. – 16

Мендель Г. – 15

Мюллер Г. – 312

Менделєєв Д.І. – 388

## **Н**

Навашин С.Г. – 167

## **О**

Опарін А.І.

## **П**

Прузінер Стенлі – 65

Пастер Луї – 72

## **Р**

Рей Д. – 57

## **Т**

Теофраст П. – 56,133

## **У**

Уотсон Дж. – 387

## **Ф**

Функ К. – 412

## **Ш**

Шванн Т. – 15

Шлейден М – 15

Шведенер С. – 92

## Основні терміни та поняття

### *Основи екології*

**Абіотичні фактори** – елементи неживої природи: кліматичні (світло, вологість, температура), ґрунтові, орографічні (рельєф).

**Анабіоз** – нетривалий стан організму, при якому життєві процеси сповільнені до мінімуму і відсутні всі видимі ознаки життя (спостерігається у холоднокровних тварин при високих і низьких температурах).

**Антропогенний фактор** – безпосередня взаємодія людини з організмами або взаємодія через зміну середовища існування.

**Біологічний годинник** – реакція організмів на чергування протягом доби періоду світла і темряви певної тривалості (спокій і активність у тварин, добові ритми квіток і листків рослин, ритмічність поділу клітин, процес фотосинтезу).

**Біотичні фактори** – живі організми, які взаємодіють і впливають один на одного.

**Екологічна пластичність** – ступінь витривалості організмів або їх угруповань (біоценозів) до впливу факторів середовища.

**Екологічні фактори** – окремі елементи середовища, що взаємодіють з організмом.

**Екологія** – наука про закономірності взаємовідносин організмів, видів, угруповань з середовищем існування.

**Зимова сплячка** – пристосування тварин до перенесення зимового періоду року (зимовий сон).

**Зимовий спокій** – пристосування багаторічної рослини, для якого характерно припинення видимого росту і життєдіяльності, відмирання наземних пагонів у трав'янистих рослин і осипання листків у дерев і кущів.

**Зовнішнє середовище** – всі умови живої і неживої природи, при яких існує організм, які прямо або опосередковано впливають на стан, розвиток і розмноження як окремих організмів, так і популяцій.

**Кліматичні фактори** – абіотичні фактори середовища, пов'язані з надходженням сонячної енергії, напрямком вітру, співвідношенням вологості і температури.

**Межа витривалості** – межа, за якою існування організму неможливе (льодова пустеля, кипляче джерело, верхні шари атмосфери). Для всіх організмів і для кожного виду існують свої межі по кожному екологічному фактору окремо.

**Морозостійкість** – здатність організмів переживати низькі температури.

**Оптимальний фактор** – найбільш сприятлива для організму інтенсивність дії екологічного фактора (світло, температура, вологість).

**Сезонний ритм** – регулююча фотоперіодизмом реакція організмів на зміну пори року (при настанні осіннього короткого дня опадає листя з дерев, готуються до зими тварини, при настанні весняного довгого дня починається ріст і відновлення життєвої активності тварин).

**Фотоперіодизм** – потреби організму у періодичній зміні довжини дня і ночі.

### **Екологічні системи.**

**Агроценоз** – штучно створений людиною біоценоз. Він не здатний довго існувати без участі людини, не здатний до саморегуляції і в той же час характеризується високою продуктивністю (врожайністю) одного або декількох видів (сортів) рослин або порід тварин.

**Біогеоценоз** – стійка саморегулююча екологічна система, у якій органічні компоненти нерозривно пов'язані з неорганічними.

**Біоценоз** – угруповання рослин і тварин, які населяють одну територію, взаємно пов'язані між собою ланцюгами живлення і впливають один на одного.

**Відновлення біоценозу** – природний розвиток стійкої екологічної системи, здатність до саморегуляції, яка відбувається у декілька етапів продовж десятків років (після вирубки або пожежі хвойний ліс відновиться не менше як за 100 років).

**Екологічні системи** – угруповання живих організмів і середовища існування, які є одним цілим на основі харчових зв'язків і способів отримання енергії.

**Зміна біоценозу** – природний розвиток екосистеми, при якій одні біоценози змінюються іншими під впливом природних факторів середовища: на місці лісів утворюються болота, на місці боліт – пасовища. Зміна біоценозів може бути викликана стихійними лихами (пожежа, паводок, масове розмноження водоростей), або під впливом людини (вирубка лісу, будівництво).

**Зникаючі популяції** – популяція, чисельність видів якої знизилась до прийняттого мінімуму.

**Коливання чисельності популяції** – зменшення або збільшення кількості особин у популяції, яке відбувається зі змінами пори року, коливаннями кліматичних умов, врожаю кормів, стихійними лихами. Регулярне повторення коливань чисельності популяції називається хвилями життя або популяційними хвилями.

**Консументи** – рослиноїдні і платоїдні тварини, споживачі органічних речовин.

**Ланцюги живлення** – ланцюги взаємопов'язаних видів та послідовного отримання органічної речовини і енергії з вихідної речовин, якою вони живляться, кожна попередня ланка є їжею для наступної.

**Перенаселеність популяції** – непостійний стан популяції, при якому кількість особин перевищує величину, яка відповідає умовам нормального існування. Може бути пов'язане зі зміною біогеоценозу.

**Популяція** – сукупність особин одного виду, які займають певний ареал, вільно схрещуються між собою, мають спільне походження, генетичну основу, ізольовані від інших популяцій цього виду.

**Правило екологічної піраміди** – закономірність, згідно з якою кількість рослинної речовини, яка є основою ланцюга живлення, приблизно у 10 разів більша, ніж маса рослиноїдних тварин, і кожний наступний рівень має масу у 10 разів меншу.

**Продуценти** – зелені рослини, які продукують органічну масу.

**Промислова популяція** – популяція, яка є продуктивною і не призводить до підриву її ресурсів.

**Регулювання чисельності популяції** – організація заходів по регулювання числа особин шляхом їх знищення або розведення.

**Редуценти** – мікроорганізми, гриби – руйнують органічні залишки.

**Саморегуляція в біогеоценозі** – здатність до відновлення внутрішньої рівноваги після будь-якого природного або антропогенного впливу.

**Саморегуляція чисельності** – обмежуюча дія екологічної системи, зниження чисельності особин до середньої норми.

**Сітка живлення** – складні взаємовідносини у екологічній системі, при якій різні компоненти потребують різних об'єктів і самі слугують їжею різним членам екосистеми.

**Трофічний рівень** – одна ланка у ланцюгу живлення, представлена продуцентами, консументами та редуцентами.

**Фітоценоз** – рослинне угруповання, історично сформоване внаслідок взаємодії рослин на однорідній ділянці. Його визначає певний видовий склад, життєві форми, ярусність (надземна і підземна), частота зустрічальності видів, розміщення на Землі, зовнішній вигляд, сезонні зміни, розвиток ( зміна угруповань ).

**Щільність життя** – кількість особин на одиницю площі або об'єму того чи іншого середовища.

**Штучне відновлення біоценозу** – комплекс заходів , які забезпечують відновлення біоценозу шляхом посіву насіння, посадки саджанців, відновлення зниклих тварин.



## ***Біосфера і людина.***

***Азотофікація*** – утворення азотистих сполук шляхом фіксації атмосферного азоту вільноживучими ґрунтовими бактеріями (азотобактер), або бактеріями, які живуть у симбіозі з коренями рослин (бульбашкові бактерії ризобіум).

***Амоніфікація*** – розкладання білка з утворення аміаку (мініралізація органічної речовини), яку забезпечують редуценти.

***Біологічна продуктивність*** – кількість органічної речовини, синтезованої за одиницю часу організмами, які входять до складу того чи іншого біогеоценозу (ліс, пасовище, поле, водоймище). Вимірюється в одиницях маси, часу і площі.

***Біологічний кругообіг*** – біогенна міграція атомів, кругообіг речовин представляє собою два протилежних процеси – акумуляцію елементів у живих організмах і мініралізацію унаслідок розкладання мертвих організмів. Утворення живої речовини переважає на суходолі, у верхніх шарах води морів, мініралізація його у ґрунті і дні морів.

***Біомаса ґрунту*** – сукупність живих організмів, які живуть у ґрунті і відіграють важливе значення у процесі формування ґрунту. Ґрунтові організми включають в кругообіг речовин біосфери важливі хімічні сполуки.

***Біомаса Землі*** – сукупність всіх живих організмів (живої речовини) планети. Виражається в одиницях маси або енергії відповідно до одиниці площі або об'єму (рослин 97%, тварин 3%).

***Біомаса поверхні суходолу*** – сукупність усіх живих організмів: рослин, тварин, мікроорганізмів, які населяють суходіл.

***Біомаса світового океану*** – сукупність усіх живих організмів, які населяють основну частину гідросфери Землі. Біомаса його у 1000 разів менша, тому що використання сонячної енергії у воді становить 0,04%, на суходолі 0,1 – 0,3%.

**Біосфера** – частина оболонки Землі, яка населена живими організмами. Займає верхню частину літосфери, гідросферу, тропосферу і нижню частину стратосфери. Вчення про біосферу належить академіку В.І. Вернадському.

**Вплив людини на біосферу** – процес, при якому у біосфері різко прискорюється міграція атомів порівняно з природними біохімічними процесами. Кількість елементів, які беруть участь у кругообігу, збільшується і підсилює тиск на неорганічне середовище: створюється штучна оболонка Землі – ноосфера. Пізнання закономірностей взаємовідносин людини з біосферою, регулювання відносин людини з природою – головне завдання екології у світовому масштабі. Людина є частиною біосфери, без якої вона існувати не може.

**Гумус** – органічна речовина ґрунту, яка утворюється завдяки розкладанню рослинних та тваринних решток та продуктів їх життєдіяльності. Кількість гумусу є показником плодючості ґрунту, тому що у ньому знаходяться основні елементи живлення рослин (гумусовий горизонт чорноземів складає 30% гумусу).

**Денітрифікація** – розкладання солей азотної кислоти до утворення газоподібного азоту, забезпечується ґрунтовими денітрифікуючими бактеріями.

**Жива речовина** – сукупність живих організмів (біомаси) біосфери. Є відкритою системою, для якої характерно: ріст, розмноження, розселення, обмін речовин та енергії.

**Кругообіг азоту** – біогеохімічний процес у біосфері, у якому беруть участь організми – редуценти, а також нітрофікуючі і бульбашкові бактерії.

**Кругообіг речовин** – природні циклічні процеси перетворення і переміщення хімічних елементів. У повітряний кругообіг включаються приблизно 98,3% речовин, у водний – 1,7 %. Через газоподібну фазу проходить: кисень, водень, вуглець, азот, через водну фазу – натрій, магній, залізо, сірка, хлор, калій.

**Нітрифікація** – процес окислення солей аміаку в солі азотної кислоти (I етап – перетворення аміаку в нітрати, II етап – перетворення нітритів в нітрати). Цей процес забезпечують нітрофікуючі бактерії (нітрозомонас, нітрозобактер).

**Ноосфера** – частина біосфери, в якій проявляється діяльність людини як позитивна, так і негативна.

**Перетворення енергії** – трансформація енергії, яка надходить на Землю трансформується в енергію хімічних зв'язків. Забезпечується зеленими рослинами в процесі фотосинтезу. Використовується на процеси життєдіяльності всіх живих організмів або виділяється у формі тепла, або консервується у земній корі у вигляді вугілля, нафти і газу.

**Функції живої речовини** – а. *газова* – постійний газообмін з навколишнім середовищем у процесі дихання рослин та тварин і фотосинтезу рослин; б. *концентраційна* – біогенна міграція атомів, які спочатку концентруються у живих організмах, а потім після їх смерті і мінералізації переходять у неживу природу; в. *окисно-відновна* – обмін речовин і енергії з зовнішнім середовищем: при дисиміляції окислюються органічні речовини, виділяється теплова енергія і в АТФ акумулюється енергія хімічних зв'язків, при асиміляції утворюються хімічні речовини, необхідні організму, внаслідок засвоєння і перетворення поживних речовин у тваринних і фотосинтез у зелених рослин, при цьому використовується енергія АТФ.

### **Вищі рослини.**

**Антиподи** – три гаплоїдні клітини, які лежать на полюсі зародкового мішка, протилежному полюсі від пилковходу.

**Багаторічні трави** – життєва форма рослини, яка несе один або багато трав'янистих пагонів, надземна частина якого восени відмирає, підземна частина з бруньками відновлення.

**Бічна пазушна брунька** – брунька, що виникла в пазусі листка, з якої утворюється бічний пагін галуження.

**Бічний корінь** – розгалуження головного, бічного та додаткового.

**Бічний пагін** – пагін, який з’являється з бічної пазушної бруньки. За рахунок якого відбувається галуження.

**Брунька** – зачатковий, не розвинений пагін, на верхівці якого є конус наростання.

**Будьба** – видозмінений багаторічний підземний пагін з вузлами, міжвузлями, лускоподібними листками і бруньками, які забезпечують вегетативне розмноження (картопля, топінамбур). Несуть пазушні бруньки.

**Вегетативна клітина** – гаплоїдна клітина, з якої при проростанні пилкового зерна утворюється пилкова трубка. Вона проникає всередину зав’язі, входить через пилковхід в насінний зачаток, по ній рухаються два спермія до яйцеклітини.

**Вегетативний пагін** – пагін, який має листки та бруньки.

**Вегетативне розмноження** – збільшення числа особин певного виду рослин за допомогою вегетативних органів – кореня, стебла, листка або видозміненого пагона. У природі – природним шляхом, сільському господарстві – людиною.

**Великі спори** – гаплоїдні клітини, які утворюються всередині насінного зачатка в процесі мейозу. З чотирьох спор три відмирають, одна залишається і ділиться тричі шляхом мітозу. Унаслідок чого утворюється зародковий мішок.

**Верхівкова брунька** – брунька, розташована на верхівці стебла, за рахунок якої пагін наростає у довжину.

**Верхівковий ріст** – ріст стебла у довжину за роботи конуса наростання верхівкової бруньки.

**Верхня шкірочка** – покривна тканина на яку падає світло, часто вкрита волосками, кутикулою, воском.

**Видозмінений пагін** – пагін, у якого стебло, листки, бруньки (або все разом) міняють форму і функції, що є змінами, які відбулись в процесі еволюційних змін. Подібні видозміни з’являються у представників різних систематичних груп рослин, що підтверджує конвергенцію (гомологію) в однорідних умовах оточуючого середовища.

**Витке стебло** – в’ється навколо опори.

**Відводки** – відділені від рослини вкорочені бічні пагони (агрус, ялина, черемха).

**Віночок** – внутрішні листки оцвітини, білі або яскраво забарвлені і називаються пелюстками.

**Вічко бульби** – група бічних пазушних бруньок бульби, розташованих в пазусі недорозвиненого лускоподібного листка (картопля).

**Вкорочений пагін** – пагін з вкороченим міжвузлям.

**Внутрішня будова стебла** – дерева – структура, на поперечному зрізі якого виділяють такі частини: пробку, луб, камбій, деревину, серцевину.

**Вставний ріст** – ріст стебла в довжину за рахунок поділу твірної тканини в основі міжвузлів.

**Вузол** – ділянка стебла, від якої відходить листок.

**Вуса** – видовжені наземні повзучі пагони, що утворюють на верхівці розетки, що вкорочуються за допомогою додаткових коренів. Забезпечують вегетативне розмноження в природі (суниця).

**Генеративна клітина** – гаплоїдна клітина, з якої при проростанні пилкового зерна утворюється два спермія – чоловічі гамети без джгутиків.

**Головне стебло** – розвивається з зародкової бруньки.

**Головний корінь** – розвивається з зародкового корінця.

**Головний пагін** – пагін, який розвивається з бруньки зародка насіння.

**Губчаста тканина** – основна тканина, клітини якої округлі, мають проміжки (міжклітинники) і розташована за стовбчастою тканиною та виконують функції: фотосинтезу, газообміну, транспірації.

**Двodomна рослина** – рослина одного виду, у якій тичинкові і маточкові квітки знаходяться на різних особинах (тополя, конопля).

**Двостатева квітка** – має і маточку і тичинку (яблуня, картопля, жито).

**Деревина** – щорічно наростаючий комплекс провідної (судини), механічної (деревні волокна) і основної тканини, розташованої всередині від камбію; є

опорою для стебла и слугують для проведення води і мінеральних солей до листків.

**Дерево** – життєва форма рослини з одним багаторічним здерев'янілим стеблом, в кроні якого є бруньки відновлення.

**Дітки цибулини** – розросла бічна брунька, яка відділилась від цибулини (часник, цибуля, гладіолус).

**Ендосперм насіння** – триплоїдна тканина, запас поживних речовин, яка формується унаслідок подвійного запліднення з триплоїдної клітини (центральне ядро і спермій).

**Жилка листка** – система провідних пучків, які зв'язують листок у єдине ціле, слугують опорою м'якоті листка і з'єднують його з стеблом.

**Жилки деревини** – частина провідного пучка листка, що складається з судин, по яких з стебла в листок надходять вода з мінеральними речовинами.

**Жилки лубу** – частина провідного пучка листка, яка має ситоподібні трубки, по яких з листка у стебло рухаються вуглеводи (цукор, глюкоза).

**Жилкування листа** – порядок розташування жилок у листовій пластинці. При перистому жилкуванні виражена головна жилка, від якої по обидва сторони відходять бічні, при пальчастому – головна жилка не виражена, в листок входять декілька великих жилок, від яких відходять бічні.

**Запилення** – переніс пилку з пиляків на приймочку маточки.

**Зародковий мішок** – жіночий заросток квіткової рослини. Представляють собою одну велику клітину з 8-ма гаплоїдними ядрами. До моменту запліднення ядра групуються по три у полюсів і дві у центрі. Зазвичай ядра називаються клітинами.

**Зародок насіння** – нове покоління, яке з'явилося унаслідок розвитку зиготи і має диплоїдний набір хромосом. Складається із зародкових органів – корінця, стебельця і бруньки з листочками. Перші листки зародка – сім'ядольні (сім'ядолі). У однодольних рослин одна сім'ядоля, у дводольних – дві.

**Зона всмоктування** – зона, яка постійно пересувається, де відбувається диференціація за виконанням функцій, і всмоктує мінеральні речовини за допомогою корневих волосків.

**Зони кореня** – структури, що послідовно змінюють одна одну по мірі росту кореня у довжину.

**Зона поділу** – конус наростання, з верхівковою твірною тканиною, яка забезпечує ріст його у довжину за при безперервного поділу клітин.

**Зона проведення** – розташована над зоною всмоктування, де по судинах пересуваються вода і мінеральні речовини, по ситовидних трубках органічні. Корінь в цій зоні покритий пробкою.

**Зона розтягування** – це зона, де збільшується розмір клітин і починається спеціалізація.

**Камбіальне кільце** – твірна тканина, яка складається з одного шару клітин поділу; зовні відкладають клітини лубу, всередину – клітини деревини.

**Квітка** – генеративний орган насінної рослини. Це вкорочений видозмінений пагін, який виконує функції: утворення спор, жіночого і чоловічого заростків, гамет, а також запилення, формування насіння і плоду.

**Квіткова брунька** – брунька, що має вкорочене стебло з зачатковими квітками або суцвіттями.

**Квітковий пагін** – пагін, який несе репродуктивні органи – квітка, потім плоди і насіння.

**Квітколоже** – розширена частина квітконіжки, на якій розташовані чашолистки, пелюстки, тичинки та маточка.

**Квітконіжка** – осьова частина квітки між квіткою і приписником.

**Конус наростання** – багатоклітинна верхівкова твірна тканина, яка дає початок всім органам і тканинам пагона.

**Коренева бульба** – видозмінений потовщений бічний і додатковий корінь, виконуючий функцію запасу поживних речовин (жоржина).

**Коренева система** – сукупність усіх коренів рослини, розташованих у ґрунті, повітрі, воді, в тілі рослин хазяїна (паразити).

**Кореневий чохлик** – захисна тканина з постійним оновленням клітин на верхівці кореня.

**Кореневище** – видозмінений багаторічний підземний пагін з вузлами, міжвузлями, лускоподібними листками і бруньками, виконують функцію вегетативного розмноження, відновлення і накопичення поживних речовин (пирій, хвощ, конвалія).

**Кореневі черешки** – відрізок кореня з додатковими бруньками у рослин (малина, вишня, хрін, осот).

**Коренеплід** – видозмінений потовщений головний корінь, який несе при основі вкорочений пагін і виконує функцію запасу поживних речовин.

**Корінь** – осьовий вегетативний орган рослини з необмеженим верхівковим ростом, позитивним геотропізмом, з радіальною будовою, без листя. Значення: закріплює рослину у ґрунті, поглинає воду і мінеральні речовини, запасує поживні речовини, забезпечує дихання, вегетативне розмноження та симбіоз з бульбочковими бактеріями.

**Край листової пластинки** – цільний, зубчастий (прямі кути), пальчастий (гострі кути), городчатий (округлі виступи), виїмчасті (округлі виїмки).

**Кущ** – життєва форма рослини з декількома багаторічними здеревілими стеблами, які несуть бруньки відновлення.

**Листова брунька** – складається з вкороченого стебла з зачатковими листками і конусом наростання.

**Листова пластинка** – розширена, плоска частина листка, яка виконує функцію фотосинтезу. Газообміну, транспірації і у деяких видів – вегетативного розмноження.

**Листок** – бічний вегетативний орган рослини, який росте від стебла, має двобічну симетрію і наростає основою. Забезпечує фотосинтез, газообмін і транспірацію.

**Листопад** – природний падолист у дерев та кущів, пов'язаний з підготовкою рослин до зими і обумовлений зміною довжини дня. В основі



черешка утворюється пластинка, завдяки якій листок відривається. Пробковий шар захищає листовий рубець.

**Лопатевий листок** – листок, пластинка якого розчленована на лопаті.

**Луб** (кора) – комплекс провідної (ситоподібні трубки), механічної (луб'яні волокна) і основної тканини, розташованих зовні від камбію, які проводять вуглеводи від листків до коренів.

**Маточка** – центральна частина квітки; складається з зав'язі, стовпчика і приймочки; приймочка вловлює пилок, стовпчик виносить приймочку, зав'язь захищає насінний зачаток і утворює плід.

**Мичкувата коренева система** – це система з додаткових коренів без наявності головного.

**Міжвузля** – ділянка стебла між двома вузлами

**Мілкі спори** – гаплоїдні клітини, які формуються всередині пиляка в процесі мейозу. З них утворюються пилок.

**Листорозміщення** – порядок розташування листків на стеблі, найбільш забезпечує виконання їх функцій. При почерговому листорозміщенні до кожного вузла стебла прикріплений один листок, при супротивному – у кожному вузлі знаходиться по два листки розташовані один напроти одного, при мутовчастому – у вузлі стебла розвивається декілька листків.

**Надсім'ядольне коліно** – ділянка стебла між вузлом першого справжнього листка і сім'ядолі.

**Насінний зачаток** – видозмінений спорангій сім'яних рослин, в яких утворюються великі спори, жіночий заросток і відбувається запліднення. З насінного зачатка утворюється насіння.

**Насіння** – орган розмноження квіткової рослини, яке утворюється унаслідок подвійного запліднення з насінного зачатку. Обов'язкові частини насіння – зародок і шкірочка, у багатьох рослин є ендосперм (злакові, пасльонові, макові).

**Несправжній плід** – це плоди, які утворюються з квітколожа, основи тичинок, пелюстків, чашолистиків (яблуко яблуні, груша, горобина).

**Нижня шкірочка** – покривна тканина нижнього боку листка, у якій є продихи.

**Однорічна рослина** – рослина з роздільностатевими квітками (огірок).

**Однорічні трави** – життєва форма рослини, у якого життєвий цикл продовжується від проростання насіння до утворення власного насіння і відмирання, тобто один вегетаційний період.

**Одностатева** - маточкова, жіноча квітка – має тільки маточку (огірок, тополя, кукурудза).

**Одностатева** –, тичинкова, чоловіча квітка – має тільки тичинки (огірок, кукурудза, тополя).

**Основа листка** – частина листка, що з'єднує листок з стеблом. Тут знаходиться твiрна тканина, яка дає рiст листовiй пластинцi i черешку. Основа листка iнодi набуває форму трубчатой пiхви або утворює парнi прилистки.

**Оцвітина** (віночок) – покрив квітки, який виконує захисну функцію і приваблює комах для запилення.

**Пагін** – стебло з листками, бруньками які утворились на протягом одного літа.

**Пазуха листка** – кут між листовим черешком і стеблом, зайнятий бічною пазушною брунькою.

**Перехресне запилення** – переніс пилку на приймочку маточки іншої квітки (кукурудза, соняшник, жито).

**Пилок** – чоловічий заросток (гаметофіт) квіткової рослини, має дві клітини з галоїдним набором хромосом – вегетативною і генеративною, вкритий подвійною оболонкою.

**Підсім'ядольне коліно** – нижня ділянка стебла між сім'ядольним вузлом і коренем.

**Плід** – схованка для насіння квіткової рослини, утворюється з зав'язі квітки унаслідок запліднення. Його значення: збереження і розповсюдження насіння. З стінки зав'язі формується оцвітина, яка буває сухою і соковитою.

**Повзуче стебло** – стелиться по поверхні ґрунту і укореняється за допомогою додаткових коренів.

**Подвійна оцвітина** – наявність віночка і чашечки (яблуня, горох).

**Подвійне запліднення** – це статевий процес у квіткових рослин, сутність якого полягає у тому, що один з двох сперміїв зливається з яйцеклітиною, а другий – з центральним ядром зародкового мішка.

**Поділ куща** – поділ рослини з пагонами і коренями в поздовжньому напрямку на декілька частин, які потім розсаджуються (півонія).

**Прилиски** – листоподібні утворення в основі листка, які слугують для захисту молодого листка і пазушної бруньки.

**Природне запилення** – перенос пилку вітром (злакові, горішник), комахами (яблуня, огірок), птахами, водою (елодея).

**Пробка** – покривна тканина, яка складається з декількох шарів відмерлих клітин; утворюється на поверхні зимуючих стебел.

**Продихи** – парні замикаючі клітини, які мають продихову щілину і виконують функцію газообміну і транспірації.

**Проста оцвітина** – сукупність однакових листків, не розділених на чашечку і віночок: зелених – чашечкоподібна оцвітина (буряк); білих або забарвлених – віночкоподібна оцвітина (тюльпан).

**Простий листок** – листок, що має одну листову пластинку і один черешок та відпадає цілком.

**Простий плід** – плід, що розвивається з однієї маточки у квітці (кістянка вишні, біб гороху, ягода помідора).

**Прямостояче стебло** – стебло, що росте вгору перпендикулярно до поверхні землі.

**Річні кільця** – шар деревини, який утворюється за рахунок роботи камбію протягом одного літа.

**Розсічений листок** – пластинка якого розсічена до головної жилки або до основи листка.

**Самозапилення** – переніс пилку на приймочку маточки в межах однієї квітки, відбувається до відкриття бутону (горох, пшениця).

**Серцевина** – основна тканина, розташована в центрі стебла; виконує функцію накопичення поживних речовин.

**Система головного кореня** – головний корінь з бічними і їх розгалуженнями.

**Система додаткових коренів** – додаткові корені з бічними та їх розгалуженнями.

**Сітчасте жилкування** перистого і пальчастого типів. При паралельному жилкуванні проходить декілька однакових жилок паралельно одна одній від основи листка до його верхівки.

**Складний листок** – листок, має декілька листових пластинок (листоків), розташованих на загальному черешку і відпадає кожен окремо.

**Складний плід** – плід, що розвивається з декількох або великої кількості маточок однієї квітки (збірна сім'янка суниць, збірна кістянка малини).

**Спляча брунька** – брунька, що знаходиться декілька вегетаційних періодів у стані спокою.

**Стеблові черешки** – частина пагона з декількома вузлами, бруньками і додатковими коренями (смородина, шипшина, тополя).

**Стебло** – осьовий вегетативний орган рослини, має необмежений верхівковий ріст, позитивний геотропізм, радіальну симетрію, несе листки і бруньки, з'єднує два полюси живлення рослини – корінь і листок, виносить листя до світла, запасує поживні речовини.

**Стовбчаста тканина** основна тканина, клітини якої мають циліндричну форму, щільно прилягають одна до одної і розташовані у верхній шкірочці, виконують функцію фотосинтезу.

**Столони** – видовжений повзучий однолітній пагін, який утворює на верхівці бульбу (картопля).

**Стрижнева коренева система** – це система з добре розвиненим головним стрижневим коренем.

**Супліддя** – плід, що утворився із зрослих маточок декількох квітів (супліддя буряка, ананасу).

**Суцвіття** – спеціалізований квітковий пагін, який має квіти і видозмінені листки. Прості суцвіття мають одну вісь (китиця, складний зонтик, складний колос). Біологічне значення суцвіть – пристосування до запилення.

**Тичинка** – частина квітки, яка має тичинкову нитку і пиляк, в якому утворюються мілкі спори і пилок.

**Центральне ядро** – диплоїдне ядро, яке утворилось у центрі зародкового мішка з двох полярних ядер.

**Цибулина** – зменшений пагін, стеблова частина якого представлена плоским потовщенням – донцем. Поживні речовини запасуються в соковитих лускоподібних листках. Бічні пазушні бруньки розростаються та відділяються. Слугують для вегетативного розмноження і відновлення (цибуля, часник, тюльпан, нарцис).

**Цілокрайй листок** – лист, у якого не почленована листовая пластинка.

**Чашечка** – зовнішні листки оцвітини, зелені, трав'янисті і називаються чашолистиками.

**Черешок** – звужена частина листка, яка з'єднує листову пластинку з основою і регулює положення листка по відношенню до джерела світла. Листки з черешками називаються черешковими, без черешка сидячими.

**Чіпке стебло** – піднімається вгору, чіпляючись за опору вусами.

**Штучне запилення** – переніс пилку на приймочку маточки людиною з метою селекції, або при відсутності можливості природного запилення (парникова культура, відсутність вітру).

**Щеплення** – пересадка черешка або бруньки на прищепу (вкорочений бічний пагін) з наступним їх зростанням (яблуна, груша).

**Яйцеклітина** – жіноча гамета, розташована на полюсі зародкового мішка з боку пилковходу. По обидві сторони від неї лежать дві клітини – супутниці.

## ***Клас ссавці або звірі***

***Акліматизація*** – пристосування певного виду до умов місцевості, де він раніше мешкав.

***Ареал*** – територія, в межах якої живуть особини певного виду.

***Артеріальна кров*** – кров, насичена киснем і рухається від серця.

***Артерія*** – судина, яка несе кров від серця.

***Атол*** – кораловий острів кільцеподібної форми, який поширені в тропічних і субтропічних широтах.

***Безумовні рефлекс*** – природжені, постійні реакції організму на дію зовнішніх факторів середовища.

***Вагітність*** – період зародкового розвитку у плацентарних ссавців.

***Вакуолі*** – органели клітини, які заповнені рідиною.

***Велике коло кровообігу*** – рух крові від шлуночка до всіх органів. Віддача крові і повернення венозної крові до правого передсердя.

***Вена*** – судина, яка несе кров до серця.

***Венозна кров*** – кров, насичена вуглекислим газом і рухається до серця.

***Вид*** – сукупність особин, які мають спільні спадкові ознаки будови та життєдіяльності, вільно схрещуються між собою і дають плодовитих нащадків.

***Вторинна порожнина тіла*** – має власні стінки і утворена шаром епітеліальних клітин.

***Гельмінти*** – паразитичні черви.

***Гемолімфа*** – кров, яка змішана з порожниною тіла.

***Гермафродит*** – тварина, в організмі якої утворюються чоловічі і жіночі статеві клітини.

***Діафрагма*** – куполоподібний м'яз ссавців, що відділяє грудну порожнину від черевної.

***Екологічна ніша*** – певне місце популяції в екосистемі.

***Екосистема*** – система популяцій різних видів, які взаємодіють між собою та умовами неживої природи.

***Ектодерма*** – зовнішній шар клітин тіла.

**Ентодерма** – внутрішній шар клітин тіла.

**Жирове тіло** – пухка сполучна тканина, яка заповнює проміжки між внутрішніми органами членистоногих.

**Заказник** – територія, призначена для збереження чи відновлення чисельності певних видів, допускаються на певних ділянках в якому деякі види господарської діяльності, які не завдають шкоди довкіллю.

**Залози внутрішньої секреції** – органи, які виділяють гормони у кров, регулюють ріст, розвиток, линяння, розмноження організмів.

**Замкнена кровоносна система** – кров рухається по судинах, не змішується з порожнинною рідиною.

**Заповідник** – державна установа, створена з метою збереження угруповань організмів; будь- яка форма господарської діяльності.

**Зоологія** – біологічна наука про тварин, яка вивчає їх будову, процеси життєдіяльності, різноманітність, поширення, значення у природі і житті людини.

**Імаго** – доросла особина комах.

**Інкубація** – процес обігріву яєць, необхідний для розвитку зародків і вилуплення пташенят.

**Інстинкти** – послідовність безумовних рефлексів, направлених на здійснення життєво важливих функцій.

**Інстинкти** – складна система безумовних рефлексів, які забезпечують збереження виду.

**Клітина** – структурно – функціональна одиниця живого.

**Легені** – парні комірчасті органи наземного дихання.

**Мале коло кровообігу** – рух крові від шлуночка до легень, збагачення крові киснем і повернення артеріальної крові до лівого передсердя.

**Мантія** – складка шкіри, що оточує з боків тулуб молюска.

**Матка** – непарний м'язовий орган, у якому розвивається зародок.

**Мезодерма** – середній зародковий шар.

**Мікотрофи** – організми, для яких характерне змішане (автотрофне і гетеротрофне) живлення.

**Місоцель** – змішана порожнина тіла.

**Мозаїчний зір** – зображення, яке сприймає складне око.

**Мутуалізм** – форма симбіозу, при якому організми отримують певну користь.

**Національний парк** – заповідна територія, дозволений організований туризм, проведення екскурсій.

**Нерест** – період розмноження риб.

**Орган** – частина організму, яка має певну будову, розмноження та виконує певні функції.

**Остаточний хазяїн** – організм, в якому живе статевозрілий паразит.

**Павутинні бородавки** – видозмінені кінцівки черевця, у яких утворюється павутинна рідина.

**Паразитизм** – форма симбіозу, коли організм ( паразит) використовує організм іншого ( хазяїна) як джерело живлення та середовище існування.

**Паренхіма** – сполучна тканина, що заповнює проміжки між клітинами.

**Партеногенез** – розвиток організму із незаплідненої яйцеклітини.

**Підвид** – сукупність подібних популяцій виду, особини яких відрізняються від інших підвидів цього самого виду.

**Плацента** – тимчасовий орган, що забезпечує зв'язок між організмом матері та зародком.

**Подразливість** – здатність реагувати на зміни навколишнього середовища.

**Порода** – штучно створена людиною група особин одного виду, які мають певні ознаки.

**Проміжний хазяїн** – організм, в якому живе і проходить певний період розвитку личинка паразитичного черва.

**Прохідні риби** – риби, які мігрують на нерест із морів до річок або із річок до морів.

**Псевдоподії** – непостійні вирости цитоплазми.



**Регенерація** – здатність організму відновлювати втрачені чи пошкоджені органи і тканини.

**Рефлекс** – відповідь організму на подразнення за участю нервової системи.

**Рецептори** – чутливі закінчення нервових клітин.

**Риф** – сукупність коралових підвищень.

**Сегменти** – подібні за будовою частини тіла, розміщені послідовно.

**Сенсили** – спеціальні волоски на тілі тварин, до яких підходять нервові закінчення.

**Симбіоз** – форми співжиття організмів різних видів.

**Система органів** – сукупність органів, об'єднаних виконанням певних функцій.

**Статевий диморфізм** – відмінності у будові самця і самки.

**Сумка у сумчастих** – шкірна згортка на череві самок, у яку відкриваються протоки молочних залоз.

**Теплокровні тварини** – тварини класу птахи і класу ссавці, температура тіла постійна. Не залежить від зовнішнього середовища.

**Тканина** – сукупність клітин і міжклітинної речовини, спільних за будовою та походженням.

**Угруповання** – види тварин, які населяють ділянки місцевості з більш менш однорідними умовами життя.

**Умовні рефлекси** – набута поведінка організму.

**Фагоцитоз** – захоплення твердих часток.

**Фіна** – міхурчата стадія розвитку стьожкових червів.

**Фауна** – сукупність видів тварин певної місцевості.

**Фасеточні очі** – кожне око складається з великої кількості простих вічок.

**Хеліцери** – ротові кінцівки для захоплення і ураження здобичі.

**Циста** – форма існування найпростіших, пристосування до несприятливих умов.

## *Сутність життя*

**Активний центр ферменту** – певна ділянка, яка зумовлює її каталітичну активність.

**Апарат Гольджі** – одномембранний органоїд, який складається з системи взаємопов'язаних плоских цистерн, трубочок і пухирців.

**АТФ** – аденозинтрифосфорна кислота – універсальне джерело енергії у клітині.

**Біохімія** – наука, що вивчає хімічний склад живих організмів.

**Біополімери** – високомолекулярні органічні речовини, молекули яких складаються з ланок, які повторюються.

**Біологічне окислення** – сукупність реакцій окислення, що відбувається у живій клітині.

**Білки** – високомолекулярні неперіодичні біополімери, мономерами яких є амінокислоти.

**Включення** – непостійні структури клітини.

**Вторинна перетяжка** – це зона організатора ядерця.

**Генетичний код** – це певна послідовність нуклеотидів у молекулі ДНК, що визначає послідовність амінокислот у поліпептидному ланцюзі у процесі біосинтезу.

**Гіалоплазма** – це колоїдний розчин та матрикс цитоплазми.

**Гідрофільність** – здатність речовин розчинятись у воді.

**Гідрофобність** – нерозчинність сполук у воді.

**Гомологічні** – це парні хромосоми, які мають однакову будову і однаковий набір хромосом.

**Денатурація** – це процес порушення природної структури білкової молекули, при збереженні первинної структури.

**Деплазмоліз** – процес відновлення внутрішньоклітинного тиску.

**Деструкція** – процес не оберненого порушення первинної структури білкової молекули.

**Ендоплазматична сітка** – одномембранний органоїд клітини, який має розгалужену систему трубочок і каналів.

**Еукаріоти** – організми, у яких є ядро.

**Інтерфаза** – період між двома послідовними поділами клітини.

**Ліпіди** – гідрофобні органічні сполуки, складні ефіри багатоатомних спиртів і жирних кислот. Не біополімери.

**Каріосистематика** – це систематика всіх живих організмів з урахуванням їх каріотипів.

**Клітина** – структурно-функціональна одиниця будови живих організмів.

**Клітинний цикл** – період життя клітини від одного поділу до другого.

**Кодон** – (триплет) – послідовність трьох нуклеотидів, визначає одну амінокислоту.

**Компліментарність** – певна відповідність між азотистими основами.

**Кон'югація** – це статевий процес, при якому відбувається обмін спадковою інформацією у прокаріотів і частково у еукаріотів.

**Кросинговер** – обмін ділянками гомологічних хромосом.

**Мейоз** – це спосіб поділу еукаріотичних клітин, унаслідок якого хромосомний набір зменшується удвічі.

**Мітоз** – це спосіб поділу еукаріотичних клітин, при якому з однієї материнської клітини утворюється дві дочірні.

**Мономер** – структурна ланка біополімера.

**Моносахариди** – мономери полісахаридів.

**Нуклеїнові кислоти** – високомолекулярні біополімери, мономерами яких є нуклеотиди.

**Нуклеоїд** – кільцева молекула ДНК, яка не пов'язана з білковими речовинами і оточена шаром цитоплазми і притаманна клітинам прокаріотів.

**Нуклеотиди** – мономери нуклеїнових кислот.

**Органели** – постійні структури клітини.

**Піноцитоз** – надходження і поглинання рідин клітинними мембранами.

**Плазмоліз** – це явище відділення пристінкового шару цитоплазми від клітинної стінки та зменшення тургору.

**Прокаріоти** – це одноклітинні, колоніальні організми, клітини яких не мають ядра і систем внутрішньоклітинних мембран.

**Псевдоподії** – непостійні вирости у цитоплазмі клітин деяких одноклітинних і багатоклітинних.

**Ренатурація** – це процес відновлення природної структури білка.

**Реплікація** – біосинтез ДНК, самоподвоєння молекули ДНК по принципу відповідності (компліментарності).

**Транскрипція** – синтез молекули і РНК на основі одного ланцюга ДНК за принципом компліментарності.

**Трансляція** – процес переписування інформації з і РНК на поліпептидний ланцюг, реакція матричного синтезу.

**Фагоцитоз** – процес захоплення твердих частинок мембранами клітин.

**Ферменти** – це речовини, які мають білкову природу, які здатні прискорювати біохімічні реакції.

**Фотосинтез** – тип автотрофного живлення, процес утворення органічних речовин з неорганічних за рахунок енергії світла.

**Хемосинтез** – тип автотрофного живлення певних груп бактерій, при якому з неорганічних речовин синтезуються органічні речовини за рахунок енергії окислення неорганічних речовин.

**Хроматин** – це ниткоподібна молекула ДНК, надмолекулярний комплекс нуклеїнових кислот та ядерних білків, при спіралізації яких утворюються хромосоми.

**Хромосоми** – структури ядра, які складаються з лінійно розташованих генів.

**Цитоз** – це транспорт різних речовин через мембрани клітин.

**Цитологія** – наука, яка вивчає будову та функції клітин.

**Цитоплазма** – це внутрішнє середовище клітини, за винятком ядра.



Навчальне видання

**О.П. ТКАЧУК**

**Н.Г. ВІТЕР**

**К.В. КОВАЛЬОВА**

**БІОЕКОЛОГІЯ**

Навчальний посібник

Викладено в авторській редакції

Підписано до друку 27.07.2021 року

Формат 60x84/16. Папір офсетний.

Друк цифровий. Гарнітура Times new roman.

Умовних друкованих аркушів 27

Наклад 100 прим. За. № 540 від 27.07.2021 року

Видавець ТОВ «Друк»

Реєстраційне свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до

Державного реєстру видавців серія ДК № 5909 від 18.09.2017 р.

Віддруковано з оригіналу макету замовника в ТОВ «Друк»

м. Вінниця, вул. 600-річчя, 25, 21027.