

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ ТАВРІЙСЬКИЙ  
ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО



Аюбова Ельнара Мусаїбова

**«БІОЛОГІЯ»**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**



Запоріжжя, 2025

**УДК 573(042)**  
**A99**

*Рекомендовано до друку рішенням вченої ради  
факультету агротехнологій та екології  
(протокол № 4 від 12 листопада 2025 р.)*

**Рецензенти:**

- Митяй І.С.** – кандидат біологічних наук, доцент кафедри гідробіології та іхтіології Національного університету біоресурсів в природокористування України
- Волох А.М.** – доктор біологічних наук, професор кафедри геоекології із землеустрою Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного

**A99    Любова Е.М. Біологія: конспект лекцій. Запоріжжя : ТДАТУ, 2025. 195 с.**

Конспект лекцій складено з метою допомогти здобувачам ступеня вищої освіти під час підготовки до занять, заліків, екзаменів та навчальної практики із курсу «Біологія».

Вивчення лекційного блоку навчальної дисципліни «Біологія» здобувачами ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності Е2 «Екологія» за ОПП Екологія дозволяє отримати біологічні знання, які необхідні екологам у їхній професійній діяльності. Завдяки лекційному матеріалу ЗВО отримують теоретичну базу, яка буде затребувана в майбутньому при виявленні екологічних проблем, плануванні та організації природоохоронних заходів, проведенні моніторингу навколишнього середовища, проведенні робіт зі збереження рідкісних та зникаючих видів тварин, рослин та грибів на території України.

Зміст видання відповідає освітньо-професійній програмі підготовки здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності Е2 «Екологія» за ОПП Екологія Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного. Запоріжжя, ТДАТУ, 2025. – 195 с.

ТДАТУ, 2025 рік

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	4
Лекція 1. Біологія – наука про живі організми.....	5
Лекція 2. Структурна організація прокаріотичної та еукаріотичної клітин .....	10
Лекція 3. Клітинний цикл. Поділ клітин.....	27
Лекція 4. Обмін речовин і перетворення енергії в клітинах.....	39
Лекція 5. Взаємодія клітин і їх диференціація .....	45
Лекція 6. Загальна характеристика царства Тварин. Принципи Класифікації тварин. Підцарство Одноклітинні .....	56
Лекція 7. Підцарство Багатоклітинні. Тип Кишквопорожнинні. ....	66
Лекція 8. Загальна характеристика типу Плоскі черві та типу Круглі черві .....	75
Лекція 9. Загальна характеристика типу Кільчасті черви.....	88
Лекція 10. Тип Членистоногі. Клас Ракоподібні.....	94
Лекція 11. Тип Членистоногі. Клас Комахи .....	101
Лекція 12. Загальна характеристика типу Хордові (Chordata) .....	112
Лекція 13. Загальна характеристика надкласу Риби (Pisces).....	121
Лекція 14. Загальна характеристика класу Земноводні або Амфібії (Amphibia) .	140
Лекція 15 Загальна характеристика класу Плазуни або Рептилії (Reptilia) .....	151
Лекція 16. Загальна характеристика класу Птахи (Aves).....	160
Лекція 17. Загальна характеристика класу Ссавці або Звірі (Mammalia).....	176
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....	194

## ВСТУП

Дисципліна «**Біологія**» є однією з основних освітніх компонентів екологічного напрямку у підготовці фахівців-екологів СВО «Бакалавр». Дисципліна «Біологія», в основі якої лежить наука про навколишнє середовище, вивчає будову і функції живих організмів, їх взаємозв'язки, здоровий спосіб життя, збереження та охорони елементів екосистем.

**Мета вивчення дисципліни** – сформувати у студентів уявлення про різноманітність живих організмів, структуру та функціонування біологічних систем різних рівнів організації, з'ясувати механізми біохімічних, цитофізіологічних та інших процесів, що відбувається в навколишньому середовищі.

У результаті вивчення біології студент отримує фундаментальні знання, які сприяють успішному засвоєнню знань і набуттю практичних вмінь і навичок, які вивчаються в системі курсів фахової підготовки екологів.

Основними завданнями дисципліни є:

- засвоєння студентами цілісності змісту компонентів освітньої галузі Е «Природничі науки, математика та статистика», ознайомлення їх з методами пізнання природничих наук, з найбільш важливими ідеями і досягненнями природознавства, розвиток науки і техніки;

- формування ядра природничих знань;

- закладати виважену поведінку людини в природному, суспільному, культурному, технологізованому довкіллі, його збереженні для наступного покоління, критичну оцінку і використання нею природничо-наукової інформації, позицію по відношенню до наукових проблем, що розв'язуються в суспільстві;

- проблеми забруднення навколишнього середовища та вичерпання природних ресурсів, охорона природи;

- проблеми зменшення біорізноманіття;

- боротьба зі збудниками захворювань, збереження та зміцнення здоров'я людини для продовження тривалості життя;

- застосування знань для раціонального використання і збереження природних ресурсів, інтродукції та акліматизації видів рослин і тварин, для розв'язання екологічних проблем сьогодення;

- використання природничо-наукових знань у повсякденному житті.

Навчальна дисципліна «Біологія» пов'язана з циклом дисциплін загальної, професійної та практичної підготовки. Перелік навчальних дисциплін, знання з яких потрібні для вивчення освітньої компоненти «Біологія»: «Хімія», «Гідробіологія з основами гідрології», «Фізика». Знання, отримані студентами після вивчення освітньої компоненти Біологія є підґрунтям для освоєння навчальних дисциплін професійної підготовки: «Загальна екологія з основами неоекології», «Метеорологія і кліматологія». «Навчальна практика з біології та біорізноманіття» та інші.

## Лекція 1. Біологія – наука про живі організми

*Мета: вивчити мету, завдання і структуру біології як комплексної дисципліни, основні етапи становлення і розвитку біології; властивості живих організмів.*

**Основні поняття:** біологія, зоологія, ботаніка, мікробіологія, мікологія, вірусологія, віруси, систематика, цитологія, гомеостаз, відкрита система, адаптація, популяція, біогеоценоз, колообіг речовин, живлення, дихання, подразливість, рухливість, виділення, розмноження, ріст та розвиток, саморегуляція.

### План

1. Мета і завдання біології.
2. Сучасна структура біології. Біологічні науки.
3. Основні етапи розвитку біології.
4. Рівні організації живих організмів.

**1. Біологія** (від грецьк. *bios* – життя, *logos* – вчення) – наука про живі організми. Термін “біологія” ввів французький вчений *Жан-Батіст Ламарк* наприкінці XVIII ст.

Біологія як наука виникла при пізнанні людиною навколишньої природи, у зв'язку з матеріальними умовами життя суспільства, розвитком виробничих відносин, медицини, практичних потреб людини. *Об'єктом* вивчення біології є живі організми. *Предметом* вивчення біології є процеси, які відбуваються в живих організмах: будова і функції живих істот та їх природних угруповань, поширення, розвиток, їхні взаємозв'язки між собою та з неживою природою.

**Біологія** – система наук про живі організми, їхню будову, процеси життєдіяльності, взаємозв'язки між собою та із середовищем існування, про їхню різноманітність та закономірність поширення на Землі. Біологія тепер – складна система наукових дисциплін, кожна з яких має свої завдання, свої методи й об'єкти дослідження.

**2.** Поділ біології на окремі наукові дисципліни визначається передусім місцем організмів у системі. Своєрідні особливості рослинних і тваринних організмів зумовили насамперед диференціацію двох основних галузей біології – **ботаніки**, що всебічно вивчає рослини, і **зоології** – науки про тварин. Багато розділів ботаніки і зоології оформилось в самостійні науки. Так, наприклад, з ботаніки виділились науки: про бактерії – **бактеріологія**, про водорості – **альгологія**, про гриби – **мікологія**, про лишайники – **ліхенологія**, про мохи – **бріологія** та ін. У 20 ст. розвинулась **вірусологія**. Зоологія також поділяється на ряд наук, кожна з яких вивчає певну групу тварин. Так, одноклітинних вивчає **протозоологія**, паразитичних червів – **гельмінтологія**, ракоподібних – **карцинологія**, павукоподібних – **арахнологія**, комах – **ентомологія**, молюсків – **малакологія**, риб – **іхтіологія**, земноводних – **батрахологія**, плазунів – **герпетологія**, птахів – **орнітологія**, ссавців – **мамаліологія (теріологія)**. Крім того, розрізняють ще **гідробіологію** – науку, що вивчає життя організмів у вод-

ному середовищі, **паразитологію** – науку про паразитичні організми та боротьбу з ними.

Будову організмів та її зміни в індивідуальному розвитку досліджує **морфологія**, яка є базою для розвитку інших біологічних наук. Для вивчення внутрішньої будови організмів морфологія користується методом розтинів та зрізів, тому цей її розділ відомий ще під назвою **анатомії**. Застосування порівняльного аналізу внутрішніх структур дало можливість зробити ряд важливих узагальнень.

Мікроскопічне дослідження найтоншої будови тіла організмів, недоступної для неозброєного людського ока, здійснює наука про тканини – **гістологія**. Паралельно з порівняльною анатомією розвинулась порівняльна гістологія. Мікроскопічне дослідження будови клітин привело до розвитку **клітинної біології** – науки про будову, хімічний склад, фізіологічні властивості та розвиток цієї основної структурної одиниці живих істот.

Морфологічні науки тісно переплітаються з **фізіологією**, яка вивчає життєві функції організмів, тобто процеси їхньої життєдіяльності (рух, харчування, дихання, кровообіг, виділення, передачу нервового збудження тощо). З фізіологією близько споріднена біохімія або фізіологічна хімія, яка досліджує хімічні процеси, що лежать в основі обміну речовин, провадить хімічний аналіз тканин та різних виділень організму. Взаємовідношення і взаємодію організму та зовнішнього середовища вивчає **екологія**. Важливим її розділом є ценологія, яка вивчає біоценози. З даних екології і ценології виходить у своїх висновках **біогеографія**, яка поділяється на **фітогеографію** (*географія рослин*) і **зоогеографію** (*географія тварин*).

Індивідуальний розвиток організмів (онтогенез) поділяється на два етапи – ембріональний (зародковий) і постембріональний (післязародковий). Закономірності ембріонального розвитку вивчає **ембріологія**, яка, природно, поділяється на ембріологію рослин та ембріологію тварин і людини.

Біологія тісно пов'язана з іншими природничими та гуманітарними науками. Унаслідок взаємодії з хімією виникла *біохімія*, а з фізикою – **біофізика**. **Біогеографія** – комплексна наука про поширення живих організмів на Землі – розроблена зусиллями кількох поколінь учених, що вивчали флору, фауну, угруповання видів у різних географічних частинах Землі. В усіх галузях біології застосовують математичні методи обробки зібраного матеріалу.

Унаслідок взаємодії екології з гуманітарними науками виникла **соціоекологія** (вивчає закономірності взаємодії людського суспільства та навколишнього природного середовища). Дані біологічних наук про людину (анатомії, фізіології, генетики людини тощо) слугують теоретичною базою *медичини* (науки про здоров'я людини та його збереження, захворювання, методи їхньої діагностики та лікування)

У другій половині ХХ ст. завдяки успіхам різних природничих наук (фізики, математики, кібернетики, хімії та інших) сформувалися нові напрями біологічних досліджень:

**біоніка** – досліджує особливості будови та життєдіяльності організмів з метою створення різних технічних систем і приладів;

**радіобіологія** – наука про вплив різних видів іонізуючого випромінювання на живі системи;

**кріобіологія** – наука про вплив на живі організми низьких температур.

**3.** З винайденням світлового мікроскопа пов'язане становлення цитології. Світловий мікроскоп з окуляром та об'єктивом з'явився на початку XVII ст., однак його винахідник достеменно невідомий; зокрема, великий італійський вчений Г. Галілей демонстрував винайдений ним дволінзовий збільшувальний прилад ще в 1609 р. А 1665 р., вивчаючи за допомогою вдосконаленого власноруч мікроскопа тоненькі зрізи корка бузини, моркви та ін., Роберт Гук відкрив клітинну будову рослинних тканин і запропонував сам термін клітина. Приблизно в цей самий час голландський натураліст Антоні ван Левенгук виготовив унікальні лінзи з 150-300-кратним збільшенням, через які вперше спостерігав одноклітинні організми (одноклітинні тварини й бактерії), сперматозоїди, еритроцити та їхній рух у капілярах.

Усі накопичені наукові факти про різноманіття живого узагальнив шведський учений XVIII ст. Карл Лінней. Він наголошував на тому, що в природі існують групи особин, які нагадують одна одну за особливостями будови, потребами до довкілля, заселяють певну частину поверхні Землі, здатні схрещуватися між собою та давати плідних нащадків. Такі групи, кожна з яких має певні відмінності від інших, він вважав видами. Лінней започаткував сучасну систематику, а також створив власну класифікацію рослин і тварин. Він ввів латинські наукові назви видів, родів та інших систематичних категорій, описав понад 7500 видів рослин і близько 4000 видів тварин.

Було виявлено ядро в клітині: уперше його 1828 р. спостерігав у рослинній клітині англійський ботанік Роберт Броун, який згодом (1833) запропонував термін «ядро». 1830 р. ядро яйцеклітини курки описав чеський дослідник Ян Пуркіне. Спираючись на праці цих учених та німецького ботаніка Маттіаса Шлейдена, німецький зоолог Теодор Шванн 1838 року сформулював основні положення клітинної теорії, згодом доповнені німецьким цитологом Рудольфом Вірховим.

Наприкінці XIX ст. (1892) російський учений Д. Й. Івановський відкрив неклітинні форми життя – віруси. Цю назву невдовзі запропонував голландський дослідник Мартин Віллем Бейеринк. Однак розвиток вірусології став можливий лише з винайденням електронного мікроскопа (30-ті роки XX ст.), здатного збільшувати об'єкти досліджень у десятки й сотні тисяч разів. Завдяки електронному мікроскопу людина змогла детально вивчити клітинні мембрани, найдрібніші органели та включення.

У XX ст. бурхливо розвивалися молекулярна біологія, біотехнологія тощо. Американський учений – біохімік Джеймс Уотсон, англійські – біолог Френсіс Крік та біофізик Морріс Уілкінс у 1953 р. відкрили структуру ДНК. Важливий внесок у розвиток біології належить українським ученим. Зокрема, дослідження О. О. Ковалевського та І. І. Шмальгаузена відіграли важливу роль

у розвитку порівняльної анатомії тварин, філогенії. І. І. Мечников відкрив явище фагоцитозу і розвинув теорію клітинного імунітету, за що йому було присуджено Нобелівську премію з фізіології та медицини в 1908 році. Всесвітню славу українській ботанічній школі приніс С.Г. Навашин, який 1898 року відкрив процес подвійного запліднення у квіткових рослин.

Важко уявити сучасний розвиток екології без праць нашого видатного співвітчизника – В. І. Вернадського. Він засновав учення про біосферу – єдину глобальну екосистему Землі, а також ноосферу – новий стан біосфери, спричинений розумовою діяльністю людини. Наука, яка вивчає гармонійне співіснування людини та навколишнього природного середовища, яке спирається на екологізацію всіх сфер діяльності людини: промисловості, транспорту, тваринництва та рільництва.

Досягнення в українській ботанічній науці належать О. В. Фоміну, М. Г. Холодному, М. М. Гришку, зоологічній – К. Ф. Кесслеру, В. О. Караваєву, В. О. Топачевському, радіобіології – Д. М. Гродзинському, фізіології людини і тварин – О. О. Богомольцю, В. Ю. Чаговцю, П. Г. Костюку, біохімії – О. В. Палладіну, М. Є. Кучеренку мікробіології – Д. К. Заболотному, паразитології – О. П. Маркевичу та багатьом іншим.

**4. Рівні організації живих організмів** – ієрархічно супідрядні рівні організації біосистем, що відображають рівні їх ускладнення. Найчастіше виділяють *шість основних структурних рівнів живих організмів: молекулярний, клітинний, організменний, популяційно-видовий, біогеоценотичний та біосферний*. У типовому випадку кожен з цих рівнів є системою з підсистем нижчого рівня і підсистемою системи вищого рівня.

Кожен рівень організації живих організмів досліджує певна сукупність біологічних наук.

1. *Молекулярно-генетичний рівень*. Реалізується на рівні молекул, які є основою структури живих організмів та забезпечують функціонування їх як саморегульованих систем. На ньому протікають хімічні реакції перетворення речовин та енергії, накопичується і зберігається енергія.

2. *Клітинний рівень*. Елементарною структурно-функціональною одиницею розвитку всіх живих організмів є клітина. В клітині здійснюється обмін речовин і енергії та ін. Клітина може існувати як окремих організм – клітинний рівень у одноклітинних організмів співпадає з рівнем організму (бактерії, найпростіші) або у складі тканин багатоклітинних організмів (тварини, рослини, гриби).

3. *Організмовий рівень*. Організм, як цілісна система взаємодіє з навколишнім середовищем, обмінюючись з ним речовинами та енергією. На цьому рівні реалізуються такі властивості організму, як ріст, розмноження, спадковість, мінливість, подразливість.

4. *Популяційно-видовий рівень*. На цьому рівні елементарна одиниця – популяція. В цій системі здійснюються зміни, такі як природний відбір, мутаційний процес. Ці зміни ініціюються дією чинників фізичної, хімічної і біологічної природи.

5. *Екосистемний рівень*. Елементарна структура цього рівня – екосистема.

6. *Біосферний рівень*. Характеризується біологічним кругообігом речовин та єдиним потоком енергії, які беруть участь у функціонуванні біосфери, як єдиної цілісної системи.

**Форми живих організмів.** У всьому розмаїтті органічного світу можна виділити дві форми:

1. *Неклітинна форма*. До неклітинних належать віруси. Вірусні часточки містять одну чи декілька молекул одного з видів нуклеїнових кислот (ДНК або РНК), які оточені білковою оболонкою – капсидом. Віруси відрізняє: а) відсутність клітинної організації; б) наявність лише одного типу нуклеїнової кислоти (ДНК або РНК); в) відсутність самостійного обміну речовин (обмін речовин у вірусів опосередкований через метаболізм інфікованих ним клітин і організмів); г) наявність унікального способу розмноження – нуклеїнова кислота і білки синтезуються у різних місцях клітини і в різний час, лише після цього відбувається збірка зрілих вірусних частинок – віріонів); д) здатність паразитувати на генетичному рівні.

2. *Клітинна форма*. Основну масу живих істот складають організми, які мають клітинну будову. Клітина має властивості елементарної системи, в якій можливий прояв усіх закономірностей, що характеризують живі організми.

*Клітинні організми поділяють на дві категорії:*

1. *Доядерні або прокаріоти (бактерії і археї)* – в них відсутнє відмежоване від цитоплазми ядро та інші внутрішньоклітинні мембранні структури, характерні для еукаріотичних клітин, крім рибосом. Для архей характерна здатність існувати в широкому діапазоні умов зовнішнього середовища. Життєдіяльні археї виявлені в джерелах з киплячою водою, солоних озерах, кислих вугільних відвалах і в інших екстремальних системах. Ряд архей здатний розмножуватися при температурі 0°C, якщо водний розчинне замерзає.

2. *Ядерні або еукаріоти* – мають ядро (найпростіші, гриби, рослини, тварини). Серед еукаріотів виділяють одноклітинні, колоніальні і багатоклітинні організми. У багатоклітинних організмів клітини спеціалізовані і утворюють тканини.

### **Контрольні запитання:**

1. Дайте визначення «біології». Хто запропонував даний термін?
2. Чому сучасну біологію вважають комплексною наукою? З яких підрозділів складається сучасна біологія?
3. Які спеціальні науки можна виділити в біології? Дайте їх коротку характеристику.
4. Перерахуйте основні властивості живих організмів.
5. Чим відрізняються живі організми від неживих тіл?
6. Які рівні організації характерні для живих організмів?

## Лекція 2. Структурна організація прокаріотичної та еукаріотичної клітин

*Мета: вивчити клітинний рівень організації живого організму, що таке поняття – клітина, знати загальні уявлення про будову клітин прокаріот та еукаріот, вивчення компонентів клітки та їх функції.*

**Основні поняття:** клітина, прокаріоти, еукаріоти, поверхневий апарат, плазматична мембрана, органели (органоїди), одномембранні, двомембранні та безмембранні органели, цитоплазма, гіалоплазма, ендоплазматична сітка (гранулярна та гранулярна), ядро, комплекс Гольджі, рибосоми, мітохондрії, вакуолі, лізосоми, пластиди, клітинний центр, включення, принцип компартментації.

### План

1. Клітинний рівень організації живих організмів
2. Клітина – структурно-функціональна одиниця живих організмів
3. Загальні уявлення про будову клітин прокаріот та еукаріот
4. Цитоплазма та її компоненти
5. Будова та функції мітохондрій, пластид, ендоплазматичної сітки, комплексу Гольджі, лізосом, рибосом, клітинного центру
6. Будова та функції ядра

**Клітинний рівень живих організмів** – це рівень організації, властивості якого визначаються клітинами з їх складовими компонентами та їхньою участю в процесах перетворення речовин, енергії та інформації (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Клітинний рівень живих організмів

<b>Основні складники, які визначають просторову (структурну) впорядкованість</b>	<b>Основні процеси, які визначають часову (функціональну) впорядкованість</b>
1. Поверхневий апарат 2. Цитоплазма 3. Ядро (нуклеоїд)	1. Процеси перетворення речовин 2. Процеси перетворення енергії 3. Процеси перетворення спадкової інформації

Клітина є біологічною системою з характерними особливостями структури, функцій і властивостей.

**Структурна організація.** Клітина є основною структурною одиницею для колоніальних і багатоклітинних організмів, а в одноклітинних істот вона є водночас і самостійним цілісним організмом. Основними структурними частинами клітини є *поверхневий апарат, цитоплазма і ядро (нуклеоїд у прокаріотичних організмів), побудовані з певних підсистем та елементів, якими є органели.* Існують два типи організації клітин – *прокаріотичний та еукаріотичний.* Базовим рівнем організації для клітин є молекулярний рівень живих організмів.

**Функціональна організація.** Функції клітин: а) одержувати енергію з навколишнього середовища і трансформувати в необхідну їй форму; б) вибірково пропускати, переміщувати і виводити речовини; в) зберігати, реалізовувати і передавати генетичну інформацію наступному поколінню; г) постійно підтримувати хімічні реакції, необхідні для підтримання внутрішньої рівноваги; д) розпізнавати сигнали середовища і певним чином реагувати на них; е) утворювати нові молекули і структури замість тих, термін життя яких закінчився.

Кожна жива клітина є системою, яка перетворює речовини, енергію та інформацію, що надходять до неї, і таким чином забезпечує процеси життєдіяльності організму. Клітина є функціональною одиницею для здійснення таких функцій, як *опора, рух, живлення, дихання, кровообіг, виділення, розмноження, рух, регуляція процесів* тощо. Клітини одноклітинних організмів виконують усі ці життєві функції, а більшість клітин багатоклітинного організму спеціалізовані на виконанні однієї головної життєвої функції. Але в обох випадках будь-яка функція клітини є наслідком узгодженої роботи всіх її компонентів. Організація і функціонування всіх компонентів клітини пов'язані, насамперед, з біологічними мембранами. Зовнішні взаємозв'язки між клітинами підтримуються шляхом виділення хімічних речовин і утворення контактів, внутрішні взаємозв'язки між елементами клітини забезпечуються гіалоплазмою.

**Властивості.** Клітина є елементарною біосистемою, оскільки саме на рівні клітин проявляються всі властивості живих організмів. Основними властивостями клітини є *відкритість, обмін речовин, ієрархічність, цілісність, саморегуляція, самооновлення, самовідтворення, ритмічність та ін.* Визначаються ці властивості структурно-функціональною організацією біомембран, цитоплазми і ядра.

**Клітина** – елементарна біологічна система, основна структурна та функціональна одиниця живого, єдине ціле із структурних компонентів, основними властивостями якої є саморегуляція, самовідтворення і самовідновлення. Найважливішими чинниками, які роблять клітину єдиним цілим:

- 1) обмін речовин та перетворення енергії;
- 2) розвиток за внутрішньоклітинною спадковою програмою;
- 3) взаємодія з довкіллям та пристосування до його змін;
- 4) тривала еволюційна історія.

За кількістю клітин розрізняють:

а) *одноклітинні організми* – складаються з однієї клітини, яка виконує всі життєві функції (бактерії, діатомова водорість навікула, одноклітинна водорість ацетабулярія, інфузорія, джгутиконосець та ін.);

б) *колоніальні організми* – складаються з багатьох подібних клітин, які здебільшого функціонують незалежно від інших (наприклад, вольвокс, евдоріна, зоотамні);

в) *багатоклітинні організми* – складаються з багатьох клітин, які відрізняються за будовою та функціями й утворюють тканини, органи, системи

органів (наприклад, кишковопорожнинні).

Клітини відрізняються одна від одної, що зумовлено виконанням різних функцій:

- *розміром* – більшість клітин мають діаметр від 10 мкм до 150 мкм, трапляються дрібні клітини (наприклад, лімфоцити в 4-5 мкм, сперматозоїди в 2-4 мкм) і дуже великі (яйцеклітини птахів до кількох сантиметрів, нейрони з відростками понад 1 м).

- *формою*, яка обумовлена фізичними чинниками: поверхневим натягом і в'язкістю цитоплазми, розташуванням цитоскелету, механічною дією сусідніх клітин (наприклад, *призматичні епепюцнін, дископодібні еритроцити, кулясті яйцеклітини, зірчасті нейрони, веретеноподібні міоцити, плоскі клітини епідерми*).

На форму клітин, насамперед, впливає їх функціональна адаптація, наприклад, м'язові клітини мають видовжену форму для виконання скоротливої функції, у нервових є відростки для проведення нервових імпульсів. Для рослин характерною є більш геометрично правильна форма, зумовлена наявністю в них клітинної стінки, яка забезпечує їх визначену кубічну або призматичну форму. Клітини можуть змінювати свою форму при активному переміщенні (лейкоцити крові);

- *функціями* (наприклад, еритроцити – транспорт газів, гамети – статеве розмноження та ін);

- *співвідношенням лінійних розмірів* – паренхімні та прозенхімні та ін.

Незважаючи на різноманітну форму, усі клітини рослин і тварин мають однаковий загальний план будови, зумовлений подібністю функцій, спрямованих на підтримання життя клітин та їх відтворення (табл. 2.2; рис. 2.1). Іншими словами, клітини мають спільні ознаки, що пояснюється єдністю їх походження. Такими ознаками є: *а) єдність структурних систем – цитоплазми і ядра; б) подібність процесів обміну речовин і енергії; в) універсальна мембранна будова; г) єдність хімічного складу; д) подібність процесів поділу клітин тощо.* Будь-яка клітина складається з *поверхневого апарату, цитоплазми та ядра (в еукаріот) або нуклеоїда (в прокаріот).*

Таблиця 2.2

Основні відмінності між клітинами рослин, тварин і грибів

Структури клітин	Тварини	Рослини	Гриби
Клітинна стінка	Відсутня	Наявна	Наявна
Вакуолі з клітинним соком	Відсутня	Наявна	Наявна
Хлоропласти	Трапляються в окремих одноклітинних видів	Наявна	Відсутні
Псевдоподії (несправжні ніжки)	Наявні в певних типів клітин багатоклітинних та деяких одноклітинних	Відсутні	Відсутні

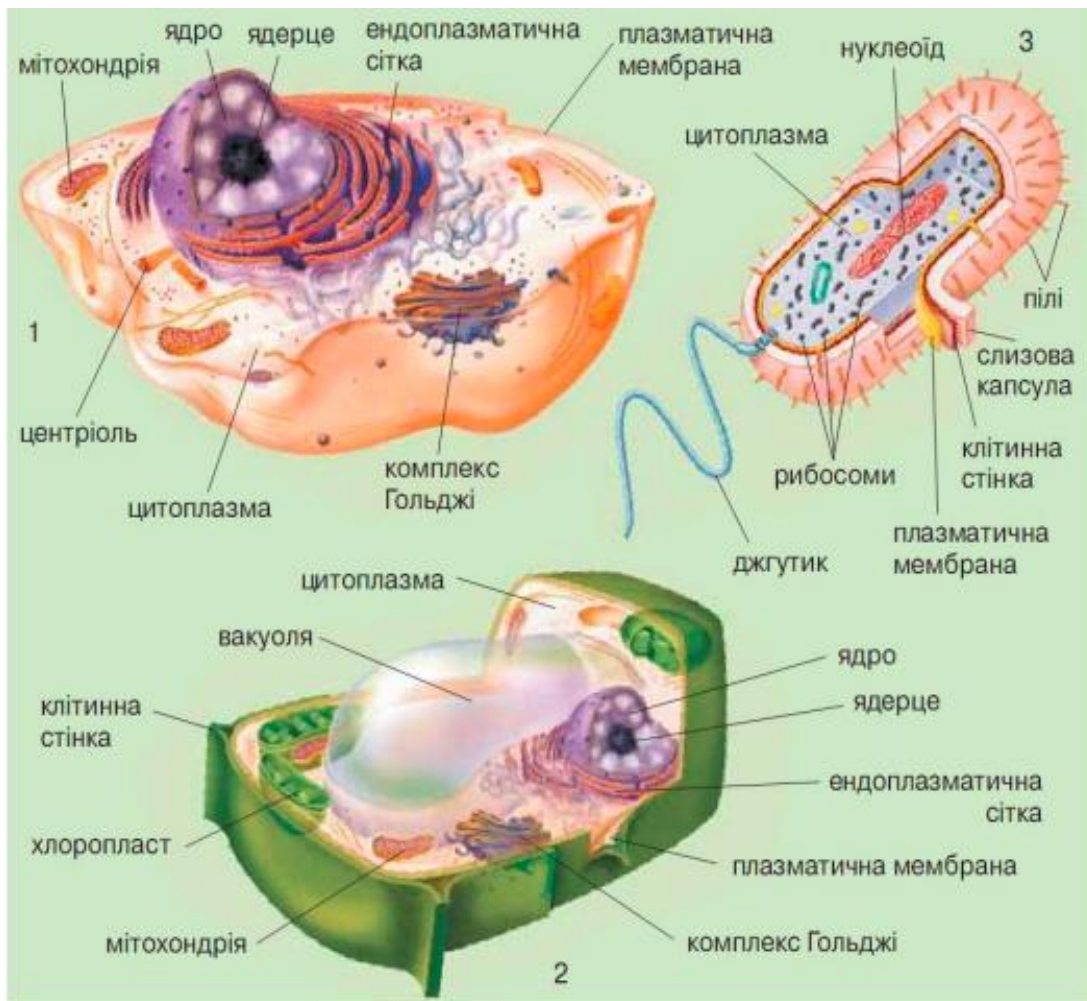


Рис. 2.1 Будова клітин: тваринної (1); рослинної (2); бактеріальної (3)

**Прокаріоти** – надцарство клітинних без'ядерних організмів, які не мають чітко диференційованого ядра, а містять його аналог – нуклеоїд. Молекула ДНК (нуклеоїд), яка містить основну частку генетичної інформації клітини, не утворює комплексу з білками-гістонами. Прокаріоти – це найменші клітинні організми. За розміром прокаріотичні клітини, зазвичай, у 10 разів менші, ніж клітини еукаріотів.

**Еукаріоти** – надцарство клітинних ядерних організмів, які мають чітко диференційоване ядро, до них належать рослини, гриби і тварини. Генетичний матеріал представлений у декількох лінійних дволанцюжкових молекулах ДНК, прикріплених зсередини до мембрани ядра, які утворюють комплекс з білками-гістонами (хроматин).

Розрізняють 2 основних ступені організації клітин:

- **прокаріотичний тип клітин** – це клітини, які не мають сформованого ядра, а їхній генетичний матеріал представлений нуклеоїдом, не відокремлений від цитоплазми оболонкою (табл. 2.3);

- **еукаріотичний тип клітин** – це клітини, які мають каріолему (оболонку ядра) і молекули ДНК, упаковані за допомогою комплексу білків у хромосоми з мультірепліконним типом реплікації ДНК (табл. 2.4).

## Будова клітини прокаріотів

Поверхневий апарат	Цитоплазма	Нуклеоїд
1. Плазматична мембрана з внутрішньоклітинними впи- наннями 2. Надмембранні структури (клітинна стінка) 3. Слизова капсула	1. Цитозоль 2. Органели: 3. <i>немембранні</i> (рибосо- ми); 4. <i>органели руху</i> (джгу- тики); <i>пілі</i> 5. Включення	1. Ділянка цитоплаз- ми з кільцеподібною молекулою ДНК



Рис.2.2 Схема будови клітини прокаріотів

Відмінності у будові клітин прокаріотів та еукаріотів пов'язані, насамперед, з тим, що поверхневий апарат має підмембранні структури, у цитоплазмі наявні органели (*мітохондрії, пластиди, ендоплазматична сітка, комплекс Гольджі, лізосоми, пероксисоми, рибосоми, клітинний центр* та ін.) і наявне ядро.

## Будова клітини еукаріотів

Поверхневий апарат	Цитоплазма	Ядро
1. Плазматична мем- брана 2. Надмембранні струк- тури (клітинна стінка, глікокалікс) 3. Підмембранні струк- тури (мікронитки, мікротрубочки)	1. Цитозоль (гіалоплазма) 2. Органели: <i>двомембранні</i> (мітохондрії, пластиди); <i>одномембранні</i> (ЕПС, комплекс Гольджі, лізосоми, вакуолі, мікротільця); <i>немембранні</i> (рибосо- ми, клітинний центр); <i>органели руху</i> (псевдоніжки, джгутики, війки) 3. Включення	1. Ядерна оболонка 2. Ядерний матрикс: ядерний сік; ядерце; хроматин

*Органели* – це постійні структури клітини, які виконують певні функції. Вони в еукаріотів поділяються на групи. *Рибосоми* в еукаріотів більші, ніж рибосоми прокаріотів, мають складнішу будову джгутиків. Для багатьох клітин еукаріотів, на відміну від прокаріотичних клітин, характерні мітоз та мейоз. Зазвичай еукаріотичні клітини більші за розмірами, ніж прокаріотичні – їх середній діаметр становить близько 5-20 мкм, тоді як у бактерій та архей – до 10 мкм (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Порівняльна характеристика клітин прокаріотів та еукаріотів

Структури	Прокаріоти	Еукаріоти		
	Бактерії	Рослини	Гриби	Тварини
Ядро	Немає	Є	Є	Є
Генетичний апарат	Кільцеподібна ДНК	Парні хромосоми, які складаються з ДНК і білків-гістонів		
Поверхневий апарат				
Клітинна стінка	З муреїну	З целюлози	З хітину	Немає
Глікокалікс	Немає	Немає	Немає	Є
Компартменти	Немає	Є	Є	Є
Двомембранні:				
Мітохондрії	Немає	Є	Є	Є
Пластиди	Немає	Є	Немає	Немає
Одномембранні:				
ЕПС	Немає	Є	Є	Є
КГ	Немає	Є	Є	Є
Лізосоми	Немає	Є	Є	Є
Вакуолі	Є (газові)	Є (великі)	Є (запасаючі)	Є (дрібні)
Немембранні:				
Рибосоми	Є (70S)	Є (80S)	Є (80S) є	Є (80S) є
клітинний центр	Немає	Є (у нижчих)		
Органели руху	Є (джгутики простої будови)	Є	Є	Є
Включення	Є	Є	Є	Є
Поділ клітин	Бінарний	Мітоз і мейоз		

*Протоплазмою* називають вміст живої клітини разом з її ядром і цитоплазмою. *Цитоплазма* – внутрішнє середовище клітини, що міститься між плазматичною мембраною і ядром.

Ця частина клітини являє собою колоїдний розчин неорганічних і органічних речовин. Внутрішнє середовище клітини характеризується відносною сталістю будови та властивостей, тобто клітинним гомеостазом. Під контролем ядра цитоплазма здатна до росту і відновлення, при частковому

видаленні вона повністю регенерує. А в без'ядерних клітинах цитоплазма, як правило, не здатна до довгого автономного існування. У клітинах тварин цитоплазма може поділятися на екто- і ендоплазму. *Ектоплазма* є прозорим щільним шаром цитоплазми, який позбавлений більшості органел та включень, а *ендоплазма* – це внутрішній рідкіший шар, у якому й розташовані різні органели та включення. Основною властивістю цитоплазми є здатність до руху. *Циклоз* – рух цитоплазми в клітині, обумовлений скороченням мікрониток і мікротрубочок. Цей процес сприяє оптимальному розташуванню органел, кращому протіканню біохімічних реакцій, видаленню продуктів обміну тощо. Рух цитоплазми залежить від функцій клітини, віку, умов середовища тощо. Характерна для живих організмів висока організованість метаболізму в часі та просторі значною мірою забезпечується наявністю в цитоплазмі спеціалізованих ділянок. Вони відрізняються за ступенем активності наявних хімічних сполук та механізмів, що регулюють їх перетворення. Такі ділянки називають *компартментами*, а розмежування клітинного простору отримало назву *компартментації*. **Компартменти** (від англ. *compartment* – відділ, відсік) – це окремі функціональні ділянки, оточені мембранами. Значення цитоплазми полягає в тому, що вона: а) поєднує всі клітинні структури і забезпечує їх взаємодію; б) завдяки здатності до руху зумовлює транспорт різноманітних речовин; в) забезпечує перебіг процесів обміну речовин (наприклад, анаеробне дихання); г) є місцем, де відкладаються запасні поживні речовини та продукти метаболізму. Основними компонентами цитоплазми є *цитозоль* (*гіалоплазма*), *органели*, *включення*.

*Цитозоль, гіалоплазма, (матрикс цитоплазми) – розчинна частина цитоплазми, основна речовина, що заповнює простір між клітинними органелами.* До складу цитозолу входять: вода (до 90%), аніони, катіони, малі молекули (амінокислоти, моносахариди, нуклеотиди), макромолекули (ліпіди, полісахариди, гідрофільні білки, РНК) тощо. За фізичним станом гіалоплазма є рідким або драглистим розчином, які можуть переходити один в одній. Фізичний стан гіалоплазми впливає на швидкість біохімічних реакцій, обумовлює амебоїдний рух певних клітин тощо. Гіалоплазма об'єднує всі клітинні структури і забезпечує їх взаємодію, містить розчинні білки-ферменти, які каталізують різні реакції обміну речовин.

*Органели – постійні структури клітини, які мають характерну будову та виконують певні життєві функції.* Розрізняють органели загального значення і спеціальні органели. До органел загального значення належать ті, які є в усіх клітинах або протягом усього життя клітин або в певні його періоди (наприклад, рибосоми, ендоплазматична сітка, мітохондрії, комплекс Гольджі, центросома, лізосоми, пероксисоми, пластиди). Спеціальні органели є лише в окремих високоспеціалізованих клітинах: міофібрили – у м'язових, нейрофібрили – у нервових, війки – в епітелії повітропровідних шляхів, червоне вічко – у клітин евглени та ін.

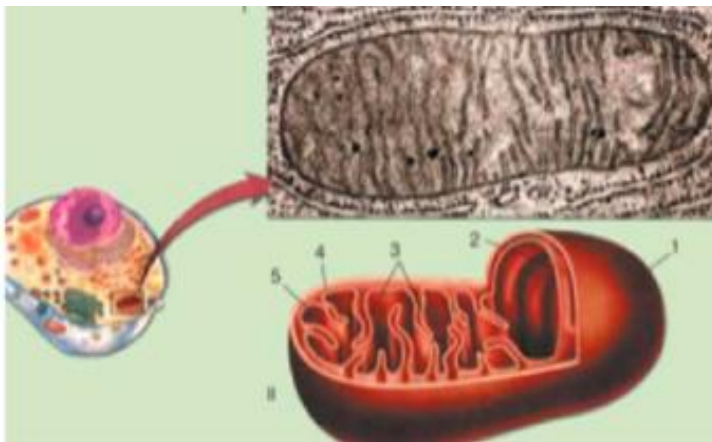
За особливостями мембранної будови органели клітин поділяють на: 1) *двомембранні* (мітохондрії, пластиди); 2) *одномембранні* (ендоплазматична

сітка, апарат Гольджі, лізосоми, вакуолі та ін.); 3) *немембранні* (рибосоми, клітинний центр); 4) *органели руху* (псевдоніжки, джгутики, війки).

*Клітинні включення – непостійні утвори, що є запасними сполуками або продуктами обміну речовин і роль яких у клітині пасивна.* Вони або служать для забезпечення життєдіяльності клітини або з'являються в результаті її функціонування. Наприклад, секреторні, екскреторні, трофічні, пігментні включення. За хімічною природою включення поділяють на білкові, вуглеводні, ліпідні, кристалічні та ін.

**Мітохондрії** (від грец. *mitos* – нитка і *chondron* – зернятко) – це *двомембранні напіваавтономні енергетичні органели еукаріотичних клітин.* Мітохондрії наявні в усіх еукаріотичних клітинах, за винятком зрілих еритроцитів тварин та окремих видів паразитичних найпростіших тварин – мікроспоридій. Гомологами мітохондрій у прокаріотів є *мезосоми* – внутрішні складчасті впинання клітинної мембрани. Мітохондрії мають вигляд видовжених (до 10 мкм завдовжки) та кулястих (діаметром до 1 мкм) тілець. Кількість мітохондрій у клітинах різних типів буває різною і залежить від енергетичних потреб клітини. Так, велетенська амеба *Chaos chaos* має до 500 000 мітохондрій, ооцити – близько 300 000, у печінкових клітинах-гепатоцитах їх налічують до 500. А ось у лімфоцитах крові їх всього декілька, у клітині трипанозоми (збудника африканської сонної хвороби) взагалі є лише одна велетенська. У клітинах рослин кількість мітохондрій менша, оскільки частину їх функцій виконують хлоропласти. Мітохондрії можуть бути розсіяні по всій цитоплазмі або зосереджені в ділянках, де виникає найбільша потреба в АТФ. Ці органели можуть розташовуватися рівномірно по цитоплазмі клітини (наприклад, у гепатоцитів) або скупчені біля енерговитратних частин клітини (наприклад, уздовж міофібрил у м'язових волокнах, в хвості сперматозоїда).

**Будова.** Поверхневий апарат мітохондрій складається з двох мембран – зовнішньої та внутрішньої (рис. 2.3). *Зовнішня мембрана* гладка, вона відмежовує мітохондрію від гіалоплазми. Під нею знаходиться складчаста *внутрішня мембрана*, яка утворює *кристи* (гребені).



З обох боків крист виявлені дрібні грибоподібні тільця, названі оксисомами або *АТФ-сомами*. Вони містять ферменти, що беруть участь в окиснювальному фосфорилуванні (приєднанні фосфатних залишків до АДФ з утворенням АТФ). Кількість крист у мітохондріях пов'язана з енергетичними потребами клітини, зокрема в м'язових

*Рис.2.3 Будова мітохондрії: I – фотографія; II – схема будови: 1 – зовнішня мембрана; 2 – внутрішня мембрана; 3 – кристи; 4 – між мембранний простір; 5 – матрикс*

клітинах мітохондрії містять дуже велику кількість крист. При підвищеній функції клітини мітохондрії набувають більш овальної або видовженої форми, і кількість крист у них зростає.

Вміст мітохондрії має назву *матрикса*, у якому розташовані *мітохондріальні ДНК* і РНК, *рибосоми*, трофічні включення, *гранули*, що є скупченням катіонів кальцію і магнію (необхідні для функціонування мітохондріальних ферментів) та ін.

Мітохондрії мають власний геном, їх рибосоми типу 70S відрізняються від рибосом цитоплазми. ДНК мітохондрій переважно має циклічну форму (плазмід), кодує всі три види власних РНК і постачає інформацію для синтезу частини мітохондріальних білків (близько 9%). Мітохондрії належать до самореплікуючих (здатних до розмноження) органел. Оновлення мітохондрій відбувається протягом усього клітинного циклу. Наприклад, у клітинах печінки вони замінюються новими через майже 10 днів. Найбільш вірогідним шляхом відтворення мітохондрій вважають їх поділ: посередині мітохондрії з'являється перетяжка або виникає перегородка, після чого органели розпадаються на дві нові мітохондрії. Утворюються мітохондрії із промітохондрій – округлих тілець діаметром до 50 нм з подвійною мембраною.

**Функції.** Мітохондрії беруть участь в енергетичних процесах клітини, вони містять ферменти, зв'язані з утворенням енергії та клітинним диханням. Іншими словами, мітохондрія є своєрідною біохімічною міні-фабрикою, яка перетворює енергію органічних сполук на ужиткову енергію АТФ. У мітохондріях енергетичний процес починається в матриксі, де відбувається розщеплення піровиноградної кислоти в циклі Кребса. Під час цього процесу звільняються атоми водню, які транспортуються дихальним ланцюгом. Енергія, яка при цьому вивільняється, використовується в декількох ділянках дихального ланцюга для здійснення реакції фосфорилування – синтезу АТФ, тобто приєднання фосфатної групи до АДФ. Це відбувається на внутрішній мембрані мітохондрій. Отже, *енергетична функція* мітохондрій інтегрується з: а) окиснення органічних сполук, що відбувається в матриксі, завдяки чому мітохондрії називають *дихальним центром клітин*, б) синтезу АТФ, що здійснюється на кристах, завдяки чому мітохондрії називають *енергетичними станціями клітин*. Крім того, мітохондрії беруть участь у регуляції обміну води, депонуванні йонів кальцію, продукції попередників стероїдних гормонів, в обміні речовин (наприклад, мітохондрії в клітинах печінки містять ферменти, які дозволяють їм знешкоджувати аміак) тощо.

**Пластиди** (від грец. *plastos* – утворений, виліплений, оформлений) – це *двомембранніопівавтономні оргонели рослинних клітин*. Ці двомембранні органели характерні для рослин і деяких тварин (рослинних джгутіконосців). Вони оточені двома мембранами, всередині заповнені основною речовиною – *стромою*. Часто містять пігменти, що зумовлюють забарвлення. Утворюються пластиди з пропластид твірної тканини. *Пропластиди* – це дрібні двомембранні тільця. Спочатку вони круглі, згодом стають овальними. Це безбарвні, молоді стадії в розвитку всіх типів пластид, але для їх перетворення в пластиди

потрібні певні умови. Наприклад, у квіткових рослин пропластиди перетворюються на хлоропласти лише на світлі. З огляду на роль, походження і забарвлення пластиди поділяють на декілька груп: *хлоропласти, хромопласт і лейкопласти*.

*Хлоропласти* (з грец. *ch/oros* – зелений) – зелені пластиди, у яких відбувається процес фотосинтезу (рис. 2.4). Зелене забарвлення зумовлюють фотосинтезуючі пігменти хлорофіли. Хлоропласти мають вигляд, здебільшого, лінзоподібних, сферичних тілець завдовжки до 10 мкм, тому їх добре видно у світловий мікроскоп. Їхня форма та здатність змінювати своє положення є пристосуванням до освітлення. При значному освітленні вони повертаються боком до джерела світла, а за слабкого – орієнтуються більшою поверхнею до світла. Кількість хлоропластів у різних клітинах різна: у клітинах злаків – 30-50, у клітинах стовпчавстої паренхіми махорки – до 1000. Зовні хлоропласт оточений гладкою *зовнішньою мембраною*. *Внутрішня мембрана* утворює систему паралельних вгинань у строму хлоропласта, які називаються *ламелами*. Між мембранами знаходиться *міжмембранний простір*. З ламелами пов'язана велика кількість тилакоїдів – замкнутих сплюснених мішечків з двох мембран *тилакоїдів*.

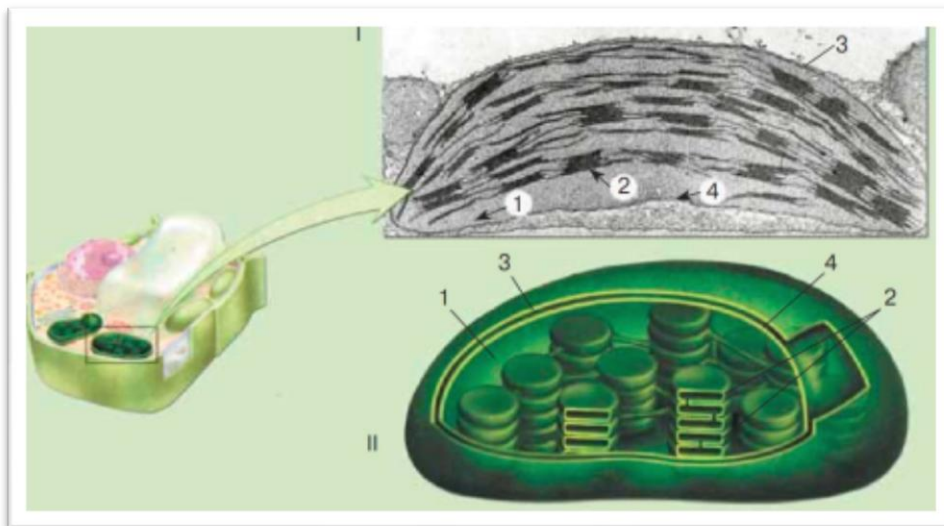


Рис. 2.4 Внутрішня будова хлоропласта: I – фотографія, зроблена за допомогою електронного мікроскопа; II – схема будови: 1 – строма; 2 – грани тилакоїдів; 3 – зовнішня мембрана; 4 – внутрішня мембрана

Вони нагадують плоскі диски, всередині яких порожнина, що називається *тилакоїдним простором* або *люменом*. У вищих рослин частина *тилакоїдів* утворює скупчення у вигляді стовпчика монет – *грани* хлоропласта. На внутрішній поверхні мембран гран тилакоїдів знаходяться численні грибоподібні утвори – *квантосоми*. Вони містять комплекси пігментів, які забезпечують перетворення світлової енергії в хімічну і називаються фотосистемами. У тилакоїдах знаходяться декілька видів хлорофілу, пігменти з групи каротиноїдів, зокрема *помаранчево-жовтий* – *каротин* і *жовтий* – *ксантофіл*. Хлоропласти забезпечують асиміляцію двоокису вуглецю на світлі, завдяки

якій утворюються органічні сполуки вуглеводи, тобто фотосинтез. Після тривалої дії світла в *стромі* хлоропластів виникають і відкладаються *зерна крохмалю* та краплини олій. Також у стромі містяться молекули *хлоропластної ДНК*, РНК, 70S рибосоми, які утворюють власну білоксинтезуючу систему хлоропластів, завдяки чому вони є напівавтономними.

*Хромoplastи* (грец. *chromos* – забарвлений) – нефотосинтезуючі пластиди, забарвлені в жовтий, червоний або помаранчевий колір. Забарвлення хромoplastів пов'язане з накопиченням в них каротиноїдів. Вони, як правило, розвиваються із хлоропластів, мають приблизно такі самі розміри та форму. Хромoplastи визначають забарвлення осіннього листя, пелюсток квітів, коренеплодів, стиглих плодів. Внутрішня мембрана відсутня або утворена поодинокими тилакоїдами.

*Лейкопласти* (грец. *leucos* – білий) – це безбарвні пластиди, основною функцією яких є запасання речовин. Виникають із пропластид в клітинах підземних органів (корінь, бульби) і в глибших частинах надземних. Від хлоропластів відрізняються відсутністю розвиненої ламелярної системи. Розрізняють декілька видів лейкопластів: а) *амілопласти*, які синтезують і нагромаджують крохмаль; б) *протеїнопласти*, позбавлені гран, синтезують білки і відкладають їх у вигляді алейронових зерен клітин насіння; в) *олеопласти* (від лат. *oleum* – олія), у яких утворюються і відкладаються олії (наприклад, у клітинах насіння конопель, льону, рицини).

Серед *органел клітини* найрізноманітнішими є одномембранні органели. Це оточені мембранами відсіки цитоплазми у вигляді пухирців, трубочок, мішечків. До *одно- мембранних органел* відносять *ендоплазматичну сітку*, *комплекс Гольджі*, *лізосоми*, *вакуолі*, *пероксисоми* тощо. Загалом вони можуть займати до 17% об'єму клітини. Одномембранні органели утворюють систему синтезу, сегрегації (відокремлення) та внутрішньоклітинного транспорту макромолекул.

**Ендоплазматична сітка** або *ендоплазматичний ретикулум* (від лат. *reticulum* – сітка) – *одномембранна органела еукаріотичних клітин у вигляді замкненої системи каналців і плоских мембранних мішечків-цистерн*. Вперше ЕПС була відкрита американським вченим К. Портером у 1945 році за допомогою електронного мікроскопа. ЕПС є органелою, яка ділить цитоплазму на компартменти і пов'язана з плазмалею та ядерними мембранами. За участю ЕПС формується ядерна оболонка в період між поділами клітин.

**Будова.** ЕПС утворюють *цистерни*, *трубчасті мембранні каналці*, *мембранні міхурці-везикули* (транспортують речовини, що синтезуються) і внутрішня речовина – *матрикс* з великою кількістю ферментів (рис. 2.5). Ретикулум містить білки і ліпіди, серед яких багато фосфоліпідів, а також ферменти синтезу ліпідів, вуглеводів. Мембрани ЕПС, подібно до компонентів цитоскелету, полярні: з одного кінця вони нарощуються, а з іншого – розпадаються на окремі фрагменти. Розрізняють два види ендоплазматичної сітки: *шорстк (гранулярну)* і *гладку (агранулярну)* (табл. 2.6). Шорстка ЕПС має рибосоми, які утворюють комплекси з іРНК (полірибосоми або полісоми), і присутня у всіх

живих еукаріотичних клітинах (за винятком сперматозоїдів і зрілих еритроцитів), однак ступінь її розвитку різний і залежить від спеціалізації клітин. Так, сильно розвинену шорстку ЕПС мають залозисті клітини підшлункової залози, гепатоцити, фібробласти (клітини сполучної тканини, які продукують білок колаген), плазмоцити (продують імуноглобуліни).

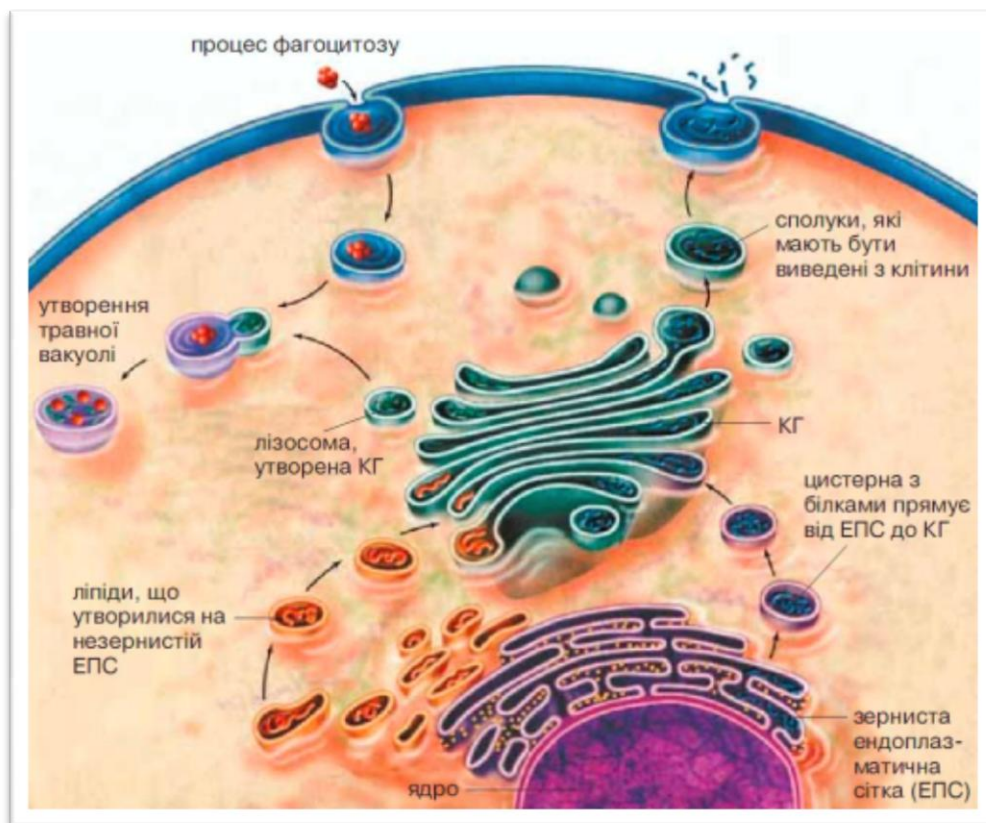


Рис. 2.5. Схема, що ілюструє будову та функції ендоплазматичної сітки (ЕС) та комплексу Гольджі (КГ)

Таблиця 2.6

### Види та функції ЕПС

Вид ЕПС	Функції
Агранулярна	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <i>Депонуюча</i> (наприклад, у поперечнопосмугованій м'язовій тканині існує спеціалізована гладка ЕПС, названа саркоплазматичним ретикулумом, що є резервуаром <math>Ca^{2+}</math>);</li> <li>2) <i>Синтез ліпідів і вуглеводів</i> – утворюються холестерин, стероїдні гормони наднирників, статеві гормони, глікоген та ін.;</li> <li>3) <i>Детоксикуюча</i> – знешкодження токсинів</li> </ol>
Гранулярна	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) <i>Біосинтез білків</i> – утворюються мембранні білки, секреторні білки, які надходять у позаклітинний простір та ін.;</li> <li>2) <i>Модифікуюча</i> – відбувається модифікація білків, які утворилися після трансляції;</li> <li>3) <i>Участь в утворенні комплексу гольджі</i></li> </ol>

Гладка ЕПС не має рибосом і є похідною від шорсткої. Вона переважає в клітинах надниркових залоз (здійснює синтез стероїдних гормонів), у м'язових клітинах (бере участь в обміні Кальцію), клітинах основних залоз шлунку (участь у виділенні хлоридної кислоти).

**Функції.** Гладка і шорстка ЕПС виконують спільні функції:  
1) *розмежувальну* – забезпечує упорядкований розподіл цитоплазми;  
2) *транспортну* – здійснюється перенесення в клітині необхідних речовин;  
3) *синтезуючу* – утворення мембранних ліпідів. Крім того, кожен з різновидів ЕПС виконує свої спеціальні функції.

**Комплекс Гольджі або апарат Гольджі,** – це одномембранна органела еукаріотичних клітин, основними функціями якої є зберігання та виведення надлишків речовин з клітин організму й утворення лізосом (рис. 2.5). Відкрито цю органелу в 1898 році італійським фізиком К. Гольджі.

**Будова.** Побудована з мішечків, які називають *цистернами*, системою *трубочок* і *міхурців* різних розмірів. Цистерни комплексу Гольджі (КГ) також полярні: до одного полюса підходять міхурці з речовинами, які відриваються від ЕПС (зона формування), з іншого полюса – міхурці з речовинами відокремлюються (зона дозрівання). У клітинах комплекс Гольджі розміщений, здебільшого, поблизу ядра. КГ є в усіх еукаріотичних клітинах, але його будова у різних організмів може бути різною. Так, у рослинних клітинах виділяють декілька структурних одиниць, які називають *диктіосомами*. Мембрани комплексу Гольджі синтезуються *гранулярною ЕПС*, яка прилягає до нього. Під час поділу клітини КГ розпадається на окремі структурні одиниці, які випадково розподіляються між дочірніми клітинами.

**Функції.** Комплекс Гольджі виконує досить таки різноманітні і важливі функції, пов'язані з утворенням і перетворенням складних речовин. Ось деякі з них:

1) *участь у побудові біологічних мембран* – наприклад, у клітинах найпростіших за допомогою його елементів формуються *скоротливі вакуолі*, у сперматозоїді утворюється *акросома*;

2) *утворення лізосом* – синтезовані в ЕПС ферменти-гідролази упаковуються в мембранний міхурець, який відділяється в цитоплазму;

3) *утворення пероксисом* – формуються тільця з ферментом-каталазою для руйнування пероксиду Гідрогену, який утворюється при окисненні органічних речовин і є отруйною для клітин сполукою;

4) *синтез сполук поверхневого апарату* – утворюються ліпо-, гліко-, мукопротеїди, які входять до складу глікокаліксу, клітинних стінок, слизових капсул;

5) *участь у секреції речовин з клітини* – у КГ відбувається дозрівання секреторних гранул, у міхурці, і переміщення цих міхурців у напрямку плазмолемі.

**Лізосоми** (з грец. *lysis* – розчинення, *soma* – тіло) – це одномембранні органели еукаріотичних клітин, які мають вигляд округлих тілець. В одноклітинних організмах їх роль полягає у внутрішньоклітинному травленні, у

багатоклітинних – вони виконують функцію розщеплення чужорідних для клітини речовин. Лізосоми можуть бути розташовані у будь-якому місці цитоплазми. Відкриті лізосоми бельгійським цитологом Крістіаном де Дювом у 1949 році.

**Будова.** Лізосоми мають вигляд міхурців діаметром близько 0,5 мкм, оточених мембраною і заповнених гідролітичними ферментами, що діють у кислому середовищі. Ферментний склад лізосом дуже різноманітний, він утворений протеазами (ферменти, що розщеплюють білки), амілазами (ферменти для вуглеводів), ліпазами (ферменти ліпідів), нуклеазами (для розщеплення нуклеїнових кислот) та ін. Усього нараховується до 40 різних ферментів. При ушкодженнях мембрани ферменти виходять у цитоплазму і викликають швидке розчинення (лізис) клітини. Лізосоми утворюються шляхом взаємодії КГ і гранулярної ЕПС. Ферменти лізосом синтезуються в гранулярній ЕПС та за допомогою міхурців переносяться до КГ, розташованого поряд з ендоплазматичною сіткою. Відтак через трубчасті розширення КГ ферменти переходять на його функціональну поверхню і упаковуються в лізосоми.

**Функції.** Залежно від функцій виділяють різні види лізосом: фаголізосоми, аутофаголізосоми, залишкові тільця та ін. *Аутофоголізосоми* утворюються при злитті лізосоми з аутофагосоною, тобто міхурцем, який містить власні макромолекулярні комплекси клітини, наприклад, цілі клітинні органели або їх фрагменти, які втратили функціональну здатність і підлягають знищенню. *Фаголізосоми (фагосоми)* утворюються шляхом поєднання лізосом з фагоцитозними або піноцитозними міхурцями, які містять захоплені клітиною матеріал для внутрішньоклітинного перетравлювання. Активні ферменти в них безпосередньо контактують з біополімерами, які підлягають розщепленню. *Залишкові тільця* – це оточені мембраною нерозщеплені частинки, що можуть тривалий час залишатися в цитоплазмі і тут утилізуватися або шляхом екзоцитозу виводитися поза клітину. У залишкових тільцях нагромаджується матеріал, розщеплення якого ускладнено (наприклад, пігмент коричневого кольору – ліпофусцин). Отже, основними функціями лізосом є:

1) *аутофагія* – розщеплення в аутофаголізосомах власних компонентів клітини, цілих клітин або їхніх груп (наприклад, розсмоктування хвоста пугловка, підгрудинної залози у підлітків, лізис клітин печінки при отруєнні);

2) *гетерофагія* – розщеплення в фаголізосомах чужорідних речовин (наприклад, розщеплення органічних часток, вірусів, бактерій, які потрапили в клітину тим чи іншим шляхом);

3) *травна функція* – в одноклітинних організмах ендосоми зливаються з фагоцитозними міхурцями і утворюють травну вакуолю, яка здійснює внутрішньоклітинне травлення;

4) *видільна функція* – видалення з клітини за допомогою залишкових тілець неперетравлених решток.

**Рибосоми** – немембранні універсальні органели, до складу яких входять рРНК та білки. Відкриті в 1955 році Джорджем Палладе. Про важливість цих органел в клітині свідчить той факт, що в 2009 році американські вчені В.

Рамакрішнан, Т. Стейц і А. Йонат за вивчення структури рибосом отримали Нобелівську премію з хімії.

У клітині дозрілі рибосоми знаходяться переважно в компартментах, де активно здійснюється біосинтез білків. Вони можуть бути вільно розташованими в цитоплазмі, прикріпленими до мембран зернистої ЕПС, на ядерній оболонці, у пластидах і мітохондріях. Знаходяться в прокаріотичних і еукаріотичних клітинах, за винятком еритроцитів ссавців. З огляду на масу і поширення розрізняють два види рибосом:

1) малі рибосоми (70S) – містяться в клітинах прокаріотів, а також у пластидах і мітохондріях еукаріотів; такі рибосоми не приєднані до мембран і мають діаметр 15 нм;

2) великі рибосоми (80S) – містяться в цитоплазмі клітин еукаріотичного типу; такі рибосоми мають діаметр близько 22 нм і пов'язані з мембранами гранулярної ЕПС.

**Будова.** Структурна організація рибосом принципово однакова. Кожна із цих органел складається з двох субодиниць: великої та малої. Субодиниці рибосом, зазвичай, позначаються *одиницями Сведберга (S)*, що є мірою швидкості седиментації під час центрифугування, і залежать від маси, розміру та форми частинки. У рибосомах еукаріотів ці велика і мала субодиниці мають константу седиментації Сведберга, відповідно, 60S і 40S. Поєднуються обидві субодиниці поперечними сторонами за допомогою йонів Магнію з утворенням вузької щілини. Рибосоми в еукаріот синтезуються в ядерці. Матрицею для рРНК є ділянки ДНК. У прокаріот рибосоми утворюються в цитоплазмі внаслідок простого поєднання компонентів.

**Хімічна організація.** Рибосоми містять рибосомальну РНК (рРНК) і білок: 40–60% рРНК і 60–40% білка. У рибосомах знаходиться близько 80–90% всієї РНК клітини. Кожна субодиниця містить по одній або дві молекули рРНК у вигляді клубка, щільно упакованого білками, що створює рибонуклеопротейдний комплекс. При зниженні концентрації йонів Магнію в розчині може настати зміна конформації РНК і розгортання тяжа. Непрацюючі рибосоми постійно обмінюються субодиницями. Збираються вони лише в момент синтезу білків і формують разом із іРНК *полісоми або полірибосоми*. Рибосоми можуть розміщуватися в цитоплазмі клітини поодинокі, тоді вони функціонально неактивні. Збирання рибосом на іРНК відбувається на початку синтезу білка. Кількість рибосом залежить від метаболічної активності клітини. Особливо багато полісом є в клітинах, які швидко діляться, та в таких, що продукують велику кількість білків. Кількість рибосом у таких клітинах може досягти 50 тисяч, що становить близько 25% маси всієї клітини.

**Функції.** Методом мічених амінокислот виявлено, що в рибосомах відбувається синтез білків. Поліпептидні молекули білка синтезуються таким чином, що певні амінокислоти в рибосомі з'єднуються одна з одною у відповідній послідовності. Тому інформаційна РНК, яка кодує порядок розміщення амінокислот, має переміщуватися по рибосомі. Чим більше рибосом містить полісома, тим більше молекул поліпептидів буде синтезуватися на

ній одночасно. Синтез білка на рибосомах починається з прикріплення рибосоми до певної ділянки іРНК.

**Клітинний центр (центросома)** – немембранна органела еукаріотичних клітин, що складається з центріолей. Уперше виявлена в 1888 році Теодором Бовері, який назвав її "особливим органом клітинного поділу". У клітині, яка перебуває на початку інтерфази, ця органела знаходиться біля ядра. Вона виявлена в усіх клітинах тварин (за винятком яйцеклітин), у водоростей (вищі рослини його не мають) і в клітинах грибів.

**Будова.** Клітинний центр складається, як правило, з двох центріолей, розташованих під прямим кутом одна до одної. Перебувають вони в ділянці світлої цитоплазми (центросфери), від якої розходяться мікротрубочки. Аномальне збільшення кількості центріолей характерне для багатьох ракових клітин. Кожна центріоля клітинного центру має вигляд порожнистого циліндра діаметром близько 0,15 мкм і довжиною 0,5 мкм. Стінки циліндра формує віночок з 9 груп мікротрубочок (по 3 мікротрубочки в групі, тобто з 9 триплетів), розміщених по колу. Наприкінці інтерфази біля кожної материнської центріолі утворюється дочірня, дещо коротша, розміщена перпендикулярно до материнської. Таким чином, перед мітозом клітина містить дві пари центріолей.

**Функції.** Активна роль клітинного центру виявляється при поділі клітини. Центріолі розходяться до полюсів клітини і організують розміщення мікротрубочок у структуру, яка має назву веретена поділу. Центріолі беруть участь в утворенні мікротрубочок цитоскелета. Крім участі в поділі ядра, клітинний центр відіграє важливу роль у формуванні еукаріотичних джгутиків і війок. Його центріолі формують базальне тіло, що лежить в основі джгутиків. У організмів, позбавлених центріолей (наприклад, у сумчастих грибів, покритонасінних рослин), джгутики не розвиваються. Отже, для клітинного центра характерними є дві функції: участь у поділі клітини та організація цитоскелета.

**Ядро** – неодмінна частина еукаріотичних клітин. У 1825 р. Я. Пуркінє вперше спостерігав ядро в яйцеклітині курки, у 1831-1833 р. Р. Броун описав ядро в клітинах рослин. Згодом, у 1838-1839 р., Т. Шванн описав ядро в клітинах тварин. Так було доведено, що ядро є обов'язковим компонентом клітин еукаріотів. **Кількість:** у більшості клітин одне ядро, є багатоядерні (наприклад, клітини печінки, мозку людини) і без'ядерні (наприклад, зрілі еритроцити). У деяких одноклітинних тварин (інфузорії) є ядра 2 типів: *генеративні* (забезпечують зберігання і передачу спадкової інформації) та *вегетативні* (регулюють біосинтез білків).



Рис. 2.6 Будова ядра

**Форма і розміри.** Здебільшого ядра мають кулясту або еліпсоподібну форму, рідше неправильну (наприклад, у лейкоцитів).

Форма ядра залежить від форми й розмірів клітини та від функцій, які вона виконує. Ця ознака ядра може змінюватися з віком клітини й залежить від її стану. Розміри ядра можуть бути різними, зазвичай від 8 до 25 мкм у діаметрі, в окремих клітинах досягає 1 мм (яйцеклітини риб). Співвідношення об'ємів ядра і цитоплазми називається ядерно-цитоплазматичним співвідношенням. Зміна цього параметра є чинником клітинного поділу або причиною порушення обміну речовин у клітині.

**Будова.** В ядрі виділяють *поверхневий апарат* і *внутрішнє середовище* (рис. 2.6). Поверхневий апарат складається з двох мембран, які формують ядерну оболонку. Порожнина між зовнішньою і внутрішньою мембранами називається *перинуклеарним простором* і в ньому можуть накопичуватися йони Кальцію, які беруть участь в регуляції роботи ядра. В певних місцях внутрішня і зовнішня мембрани з'єднуються навколо отворів, які називаються ядерними порами. Кожна пора прикрита особливими тільцями – *поросомами*, які регулюють транспортування речовин між ядром і цитоплазмою. Зовнішня мембрана ядра має зв'язок з гранулярною ЕПС. Зсередини ядерна оболонка вкрита ядерною пластинкою, що зумовлює форму й об'єм ядра.

Внутрішнє середовище ядра складається з таких основних компонентів, як каріоплазма, ядерця і хроматин. *Каріоплазма* є внутрішнім вмістом ядра, який за складом та властивостями подібний до цитоплазми і забезпечує взаємодію між структурами ядра. *Ядерця* – це щільні структури, які складаються з рибонуклеопротейдних комплексів. внутрішньоядерцевого хроматину та гранул (попередників субодиноць рибосом). *Хроматин* – генетичний матеріал, основу якого складають нуклеопротейдні комплекси.

#### **Функції ядра:**

- 1) збереження спадкової інформації в ДНК і передавання її дочірнім клітинам під час поділу;
- 2) формування рибосом за участю ядерця;
- 3) регуляція процесів у клітині.

#### **Контрольні запитання:**

1. Які структури входять до складу клітин?
2. Що таке поверхневий апарат клітини та цитоплазма?
3. Які організми належать до еукаріотів, а які – до прокаріот?
4. Чим клітини прокаріотів за будовою відрізняються від клітин еукаріотів?
5. Які внутрішньоклітинні структури є в прокаріот?
6. Які основні функції плазматичної мембрани?
7. Що таке клітинна стінка? Які її функції?
8. З чого складається поверхневий апарат ядра?
9. Що собою становить матрикс ядра?
10. Що таке хроматин?

### Лекція 3. Клітинний цикл. Поділ клітин.

*Мета: знати Загальні уявлення про поділ клітин та клітинний цикл, як протікають мітоз та мейоз, їх фази та їх біологічне значення. вивчити форми розмноження організмів.*

**Основні поняття:** безстатеве розмноження, ділення, вегетативне розмноження, брунькування, фрагментація, спороутворення, статеве розмноження, партеногенез, яйцеклітина, гаметогенез, поліембріонія, мітоз, мейоз.

#### План

1. Загальні уявлення про поділ клітин та клітинний цикл
2. Мітоз, його фази та біологічне значення
3. Мейоз, його етапи й фази. Біологічне значення мейозу
4. Форми розмноження організмів
5. Способи нестатевого розмноження
6. Способи статевого розмноження

**Поділ клітини** – сукупність процесів, завдяки яким з однієї материнської клітини утворюється дві або більше дочірніх клітин. Поділ клітин є біологічною основою для живих організмів. У випадку одноклітинних організмів завдяки поділу клітин утворюються нові організми. У багатоклітинних організмів з поділом клітин пов'язане нестатеве і статеве розмноження, ріст і відновлення багатьох їхніх структур. Першочерговим завданням поділу клітини є передача спадкової інформації наступному поколінню. Клітини прокариотів не мають сформованого ядра, тому їхній поділ клітин на дві менших дочірніх, відомий як *бінарний поділ*, здійснюється простіше і швидше. У еукаріотів виділяють декілька типів поділу клітин:

*мітотичний поділ* – поділ, за якого з однієї материнської клітини утворюється дві дочірніх клітини з таким самим набором хромосом (для соматичних клітин);

*мейотичний поділ* – поділ, за якого з однієї материнської клітини утворюється чотири дочірніх клітини з половинним (гаплоїдним) набором хромосом (в організмів зі статевим розмноженням);

*брунькування* – поділ, за якого з однієї материнської клітини утворюється дві дочірніх клітини, одна з яких за розмірами переважає іншу (наприклад, у дріжджів);

*множинний поділ* (шизогонія) – поділ, за якого з однієї материнської клітини утворюється багато дочірніх клітин (наприклад, у малярійного плазмодія).

Поділ клітини є частиною клітинного циклу. **Клітинний цикл** – це період існування клітини від одного поділу до іншого. Тривалість цього періоду різна в різних організмів (наприклад, у бактерій – 20-30 хв, для лейкоцитів людини – 4-5 діб) і залежить від віку, температури, кількості ДНК, типу клітин тощо. В одноклітинних клітинний цикл збігається з життям особини, а в

багатоклітинних організмів у клітин тіла, які безперервно діляться, збігається з мітотичним циклом. Молекулярні процеси, що відбуваються протягом клітинного циклу, є послідовними. Здійснення клітинного циклу у зворотньому напрямку неможливе. Важливою рисою всіх еукаріотів є те, що перебіг різних фаз клітинного циклу підлягає точній координації. Одна фаза клітинного циклу змінюється іншою в строго встановленому порядку, причому перед початком наступної фази мають належним чином завершитися всі біохімічні процеси, характерні для попередньої фази. Збої у перебігу клітинного циклу можуть призвести до хромосомних аномалій. Наприклад, частина хромосом може бути втрачена, неадекватно розподілена поміж двома дочірніми клітинами тощо. Подібні хромосомні порушення характерні для ракових клітин. Існує два основні класи регуляторних молекул, що спрямовують клітинний цикл. Це цикліни і циклін-залежні ферменти-кінази. Л. Гартвел, Р. Хант і П. Нерс отримали Нобелівську премію в галузі медицини і фізіології 2001 року за відкриття цих центральних молекул у регуляції клітинного циклу.

Основними періодами клітинного циклу є інтерфаза, мітоз і цитокінез.

**Клітинний цикл** = Інтерфаза + Мітоз + Цитокінез (рис. 3.1)

*Інтерфаза* (лат. *inter* – між, *phasis* – наявність) – період між поділами клітини або від поділу клітини до її загибелі (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Основні події під час інтерфази

Період	Основні процеси
Пресинтетичний (G1-фаза, найтриваліша, від 10 год до кількох діб)	Утворення основних органел; Ядерце продукує мРНК, тРНК, рРНК; Інтенсивні процеси біосинтезу і посиленний ріст клітин
Синтетичний (S-фаза, її тривалість – 6-10 год)	Реплікація ДНК і синтез гістонів та перетворення хромосомі у двохроматидні структури; Подвоєння центріолей
Постсинтетичний (G2-фаза, її тривалість – 3-4 год)	Поділ, формування основних нових органел; Руйнування цитоскелету; Посилений синтез білків, ліпідів, вуглеводів, РНК, АТФ та ін.

Тривалість інтерфази, як правило, становить до 90% часу всього клітинного циклу. Основною ознакою інтерфазних клітин є деспіралізований стан хроматину. У клітин, які втратили здатність до поділу (наприклад, нейронів), інтерфаза буде періодом від останнього мітозу до смерті клітини.

Інтерфаза забезпечує ріст клітин, подвоєння молекул ДНК, синтез органічних сполук, розмноження мітохондрій, у ній відбувається накопичення енергії в АТФ, яка необхідна для забезпеченню поділу клітин.

Інтерфаза включає пресинтетичний, синтетичний і постсинтетичний періоди. *Пресинтетичний період* (G1-фаза) – характеризується ростом клітини. У цей період, який є найтривалішим, клітини ростуть, диференціюються та виконують свої функції. У диференційованих клітин, які більше не діляться, у клітинному циклі відсутня G1-фаза. Такі клітини перебувають у періоді спокою (G0-фаза). *Синтетичний період* (S-фаза) – це період, основною подією якого є подвоєння ДНК. Кожна хромосома в цьому періоді стає двохроматидною. *Постсинтетичний період* (G2-фаза) – період безпосередньої підготовки до мітозу.

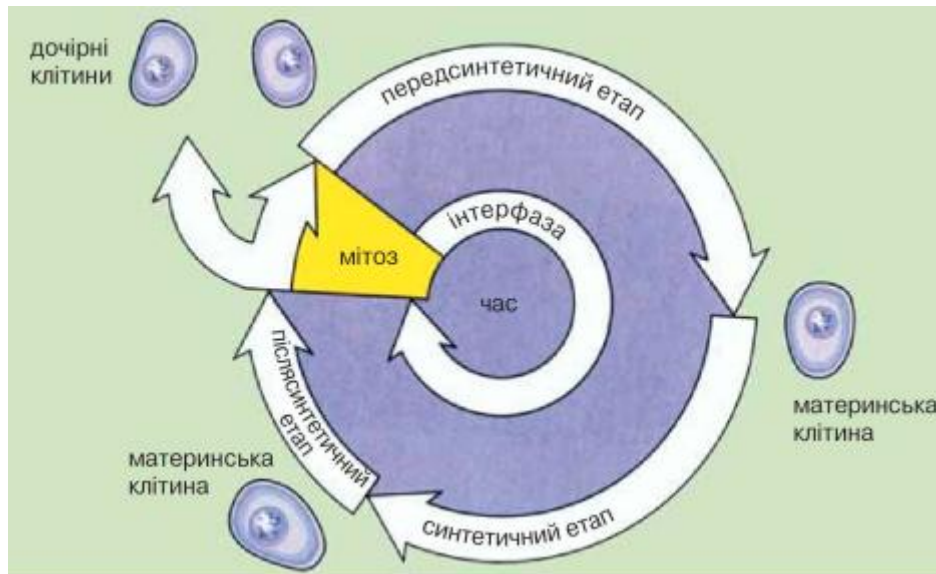


Рис. 3.1 Узагальнена схема клітинного циклу

*Мітоз* є основним типом поділу еукаріотичних клітин. Цей поділ складається з 4 фаз (*профаза, метафаза, анафаза, телофаза*) і триває від кількох хвилин до 2-3 годин.

*Цитокінез* (або *цитотомія*) – поділ цитоплазми еукаріотичної клітини, який відбувається після того, як у клітині відбувся поділ ядра (*каріокінез*). У більшості випадків цитоплазма і органели клітини розподіляються між дочірніми клітинами приблизно порівну. Винятком є оогенез, у процесі якого майбутня яйцеклітина отримує практично всю цитоплазму і органели, тоді як полярні тільця їх майже не містять і незабаром відмирають. У тих випадках, коли поділ ядра не супроводжується цитокінезом, утворюються багатоядерні клітини (наприклад, поперечнопосмуговані м'язові волокна). Цитокінез настає одразу ж після телофази. У тваринних клітинах під час телофази плазматична мембрана починає вгинатись всередину на рівні екватора (під дією мікрониток) і поділяє клітину пополювині. У рослинних клітинах на екваторі з мікрониток утворюється тільце – *фрагмобласт*. До нього переміщуються мітохондрії, ЕПС, апарат Гольджі, рибосоми. Міхурці від апарату Гольджі поєднуються і утворюється клітинна пластинка, яка розростається і зливається з клітинною стінкою материнської клітини.

**Мітоз** – це спосіб поділу еукаріотичних клітин, внаслідок якого утворюються 2 дочірні клітини, які мають такий самий набір хромосом, що й материнська клітина (рис. 3.2).

Упродовж мітозу відбувається один поділ клітини, який складається з чотирьох фаз: *профази*, *метафази*, *анафази* і *телофази*. Набір хромосом у клітинах перед поділом і після поділу диплоїдний. Стан спадкової інформації після поділу незмінний. Мітоз у рослинних клітин був відкритий у 1874 р. І. Д. Чистяковим, а у тваринних клітин мітотичний поділ відкрили дещо пізніше – у 1878 р. – В. Флемінг та П. І. Перемежко.

*Профаза* – фаза спіралізації двохроматидних хромосом. У профазі відбуваються такі процеси:

- *спіралізація (конденсація)*, тобто вкорочення і потовщення двохроматидних хромосом;
- розходження центріолей до полюсів;
- зменшення і зникнення ядерця (ядерець);
- розпад на фрагменти ядерної оболонки;
- формування **веретена поділу** – системи мікротрубочок у клітині, яка ділиться. Забезпечує розходження хромосом у мітозі і мейозі. У складі веретена поділу міститься два типи мікротрубок: ті, які відходять від полюсів (полюсні) і від центромер хромосом (хромосомні). Розходження хромосом відбувається в результаті скорочення хромосомних мікротрубок. Веретено поділу разом із центрами збирання мікротрубочок утворює мітотичний апарат.

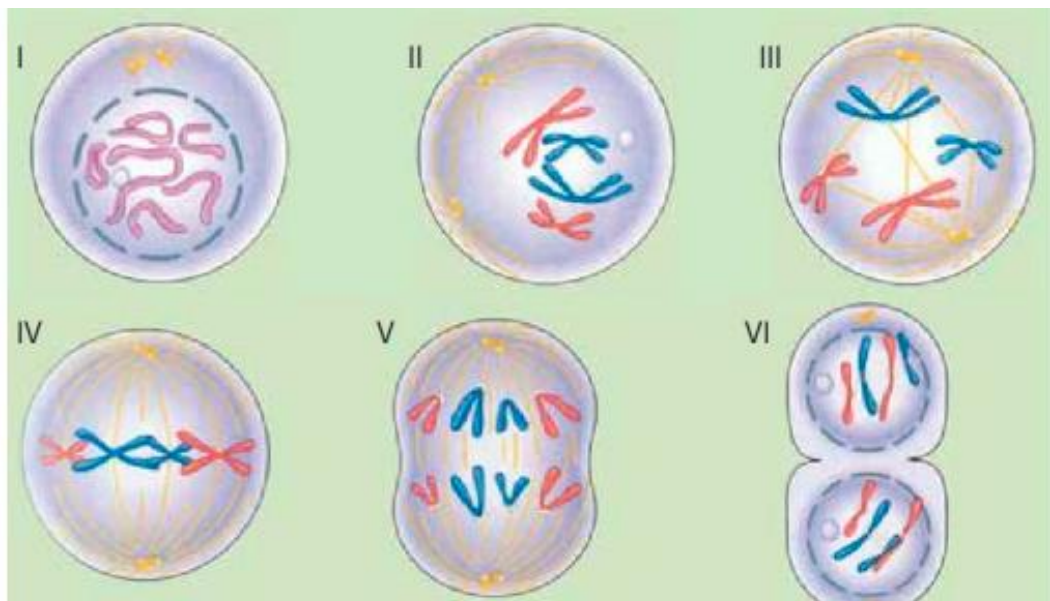


Рис. 3.2 Фази мітозу:

*I. Профаза: зникнення ядерної оболонки; II. Профаза: хромосоми опиняються у цитоплазмі; III. Початок метафази: нитки веретена поділу приєднуються до кінетохорів; IV. Завершення метафази: хромосоми розташовані по центру клітини; V. Анафаза: хроматиди розходяться до полюсів клітини; VI. Телофаза: формування ядер, поділ цитоплазми та утворення дочірніх клітин*

**Метафаза** – фаза розташування двохроматидних хромосом на екваторі клітини. У метафазі хромосоми розташовуються на екваторі клітини на рівній відстані від полюсів ядра в одній площині, утворюючи так звану *метафазну пластинку*. Важливо відзначити, що вони залишаються в такому положенні протягом досить тривалого часу. У зв'язку з цим метафаза є найзручнішою для підрахунку кількості хромосом у клітині.

**Анафаза** – фаза розходження однохроматидних хромосом до полюсів клітин. В анафазі хромосоми поділяються на окремі хроматиди і розходяться до полюсів клітини.

**Телофаза** – фаза деспіралізації однохроматидних хромосом. Її називають ще "профазою навпаки", оскільки відбуваються процеси, що є протилежними до процесів профазы: *деспіралізація* однохроматидних хромосом, розташування центріолей біля ядра, формування ядерця (ядерець), утворення ядерної оболонки та руйнування веретена поділу.

Біологічне значення мітозу: 1) забезпечує точний розподіл спадкового матеріалу між двома дочірніми клітинами; 2) забезпечує сталість каріотипу при нестатевому розмноженні; 3) лежить в основі нестатевого розмноження, регенерації, росту.

**Мейоз** – це спосіб поділу еукаріотичних клітин, унаслідок якого з однієї материнської утворюються 4 дочірні клітини з удвічі меншим набором хромосом (рис. 3.3).

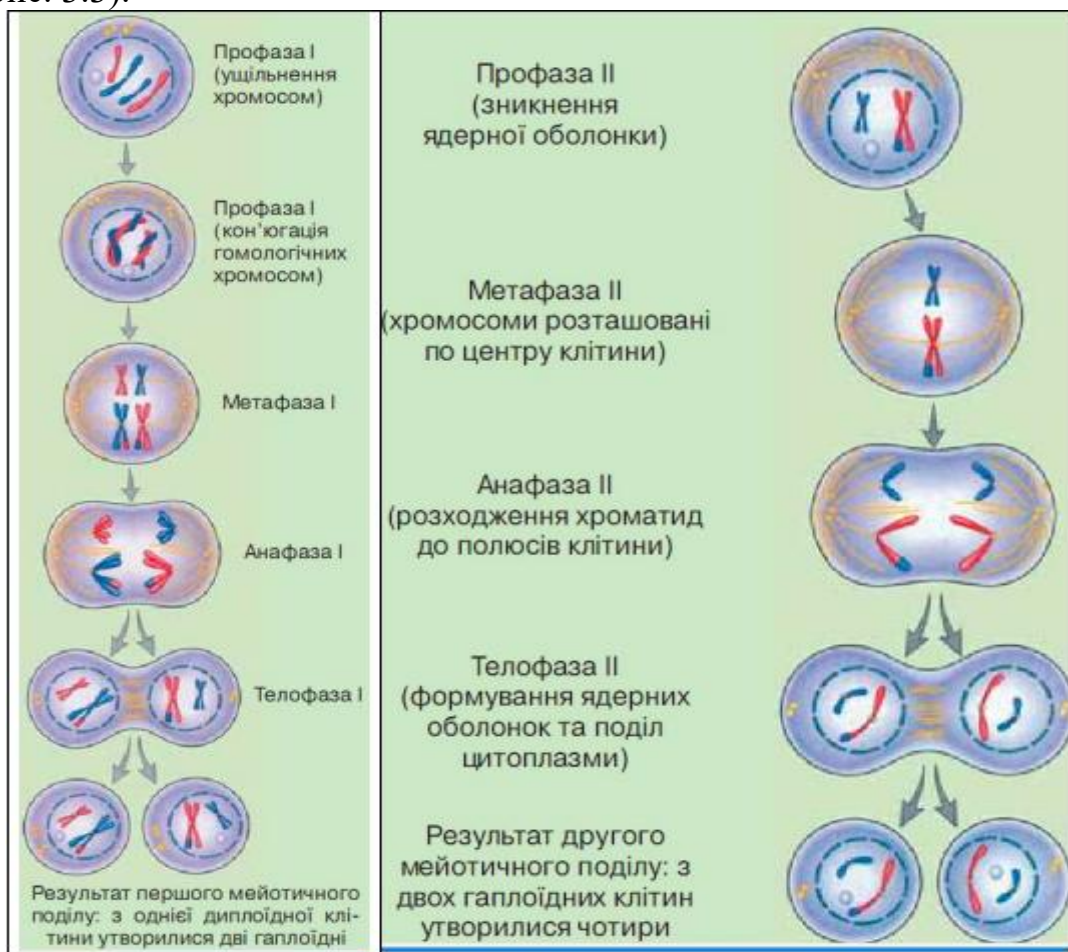


Рис. 3.3 Перший та другий мейотичний поділ

Цей тип поділу включає 2 послідовних поділи, кожний з яких складається з 4 фаз: *профази*, *метафази*, *анафази* і *телофази*. Набір хромосом перед поділом у материнських клітинах диплоїдний, а в дочірніх клітинах – гаплоїдний. Стан спадкової інформації після поділу видозмінений завдяки процесам кон'югації і кросинговеру. Мейоз вперше описав німецький біолог О. Гертріг у 1876 році на прикладі яєць морських їжаків. Проте важливість мейозу в спадковості була описана лише в 1890 році німецьким біологом А. Вайсманом.

### ***Етапи і фази мейозу***

#### **I етап – редукційний поділ або Мейоз I:**

**Профаза I** – фаза спіралізації (конденсації) *двохроматидних хромосом*. Вона є найтривалішою за часом у мейозі, під час неї відбувається ряд процесів.

*Спіралізація* *двохроматидних хромосом*. Хромосоми вкорочуються й ущільнюються та набувають вигляду паличкоподібних структур. Після цього гомологічні хромосоми зближуються і кон'югують (тісно прилягають одна до одної по всій довжині, обвиваються, перехрещуються).

Так утворюються комплекси з 4 хроматид, сполучених між собою в певних місцях, так звані *тетради* або *біваленти*.

**Кон'югація** (зближення і злиття ділянок гомологічних хромосом) і **кросинговер** (обмін певними ділянками між гомологічними хромосомами). У результаті кросинговеру утворюються нові комбінації спадкового матеріалу. Таким чином, кросинговер є одним із джерел спадкової мінливості. Через певний час гомологічні хромосоми починають відходити одна від одної. При цьому стає помітним, що кожна з них складається з двох хроматид.

- Розходження центріолей до полюсів.
- Зникнення ядерцець.
- Розпад ядерної оболонки на фрагменти.
- Формування веретена поділу.

#### **Метафаза I** – фаза розташування *тетрад* на екваторі:

- короткі нитки прикріплюються до центромер лише з одного боку і хромосоми розташовуються двома лініями;
- на екваторі клітини розташовуються *тетради*.

#### **Анафаза I** – фаза розходження *двохроматидних* гомологічних хромосом.

- кожна тетрада розділюється на *двохроматидні* хромосоми;
- нитки веретена поділу скорочуються і розтягують *двохроматидні* хромосоми до полюсів. Наприкінці анафази біля кожного з полюсів клітини опиняється гаплоїдний (половинний) набір хромосом. Розходження хромосом кожної пари є подією випадковою, що є ще одним джерелом спадкової мінливості.

#### **Телофаза I** – фаза *деспіралізації* *двохроматидних хромосом*:

- утворення двох клітин з *гаплоїдним набором* *двохроматидних хромосом*;
- у клітинах тварин та деяких рослин хромосоми *деспіралізуються* і поділяється цитоплазма материнської клітини, але в клітинах більшості видів

рослин цитоплазма не ділиться.

Результатом Мейозу I є утворення з однієї материнської клітини двох дочірніх клітин з гаплоїдним набором двохроматидних хромосом.

Інтерфаза між поділами мейозу коротка або відсутня, оскільки синтез ДНК не відбувається.

#### II етап – мітотичний або Мейоз II

**Профаза II** – фаза спіралізації двохроматидних хромосом.

**Метафаза II** – фаза розташування двохроматидних хромосом на екваторі.

- короткі нитки прикріплюються до центромер;
- на екваторі клітини в один ряд розташовуються двохроматидні хромосоми.

**Анафаза II** – фаза розходження однохроматидних хромосом до полюсів клітин:

- кожна хромосома розділюється на хроматиди;
- нитки веретена поділу скорочуються і розтягують хроматиди до полюсів.

**Телофаза II** – фаза деспіралізації однохроматидних хромосом:

- утворення двох клітин з гаплоїдним набором однохроматидних хромосом.

Таблиця 3.2

#### Порівняльна характеристика мітозу і мейозу

Ознаки	Мітоз	Мейоз
Кількість поділів	Один	Два
Кількість утворених клітин з однієї	Дві	Чотири
Набір хромосом перед поділом у клітинах	Диплоїдний	Диплоїдний
Набір хромосом у дочірніх клітинах	Диплоїдний (2n) (2n)	Гаплоїдний (n) (n)
Стан спадкової інформації в клітинах	Незмінений	Видозмінений
Відмінності процесів у профазі мітозу і профазі I мейозу	Відсутність кон'югації і кроссинговеру	Наявність кон'югації і кроссинговеру
Відмінності процесів у метафазі мітозу і метафазі I мейозу	На екваторі хромосоми розташовуються в один ряд	На екваторі хромосоми розташовуються в два ряди у вигляді тетрад
Відмінності процесів у анафазі мітозу і анафазі I мейозу	Розходяться однохроматидні хромосоми	Розходяться двохроматидні хромосоми
Відмінності процесів у телофазі мітозу і телофазі I мейозу	Утворюються дві диплоїдні клітини з однохроматидними хромосомами	Утворюються дві гаплоїдні клітини з двохроматидними хромосомами

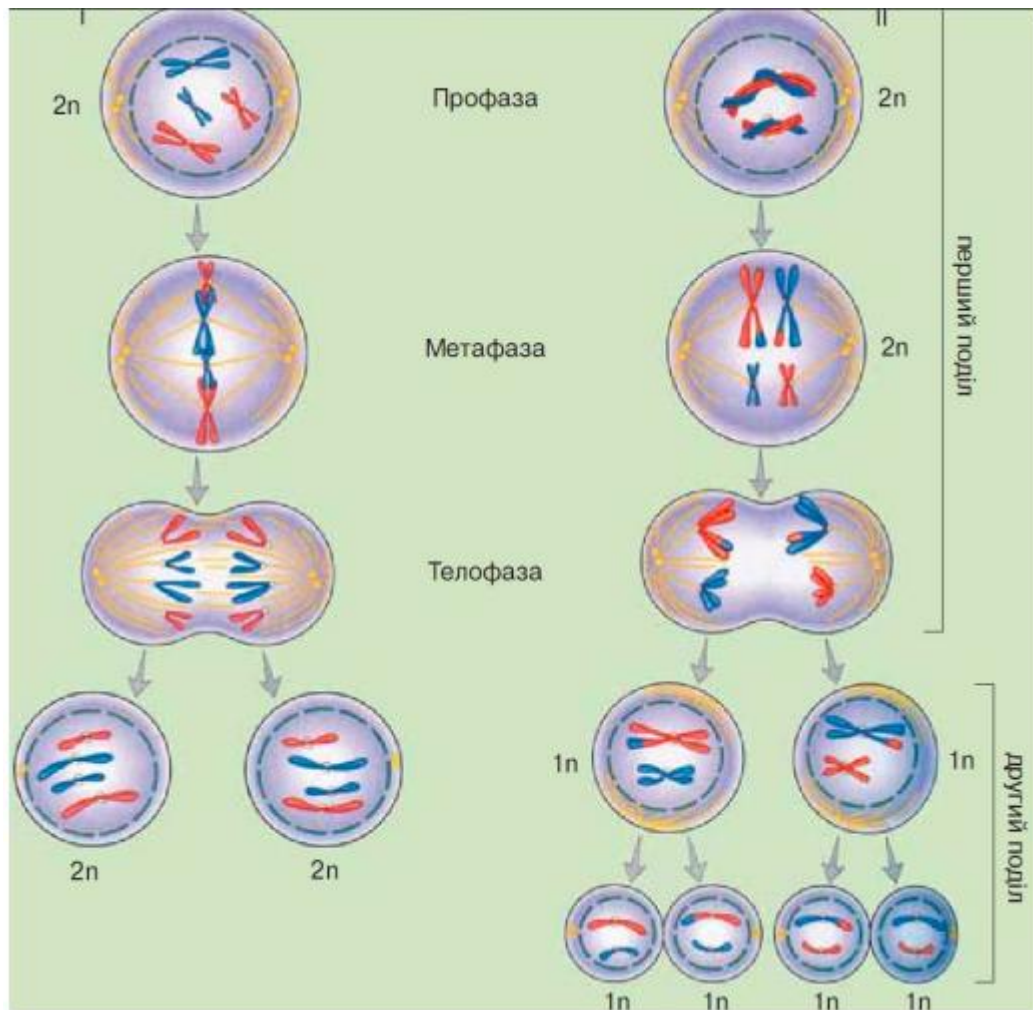


Рис. 3.4 Розбіжності між мітозом (I) і мейозом (II)

Отже, загальним результатом мейозу є утворення з однієї материнської клітини 4 дочірніх клітин з гаплоїдним набором однохроматидних хромосом.

**Біологічне значення мейозу:** 1) забезпечує видозміну спадкового матеріалу; 2) підтримує сталість каріотипу при статевому розмноженні; 3) лежить в основі статевого розмноження (табл. 3.2).

Крім мітозу, клітини еукаріотів можуть ділитися й іншими способами поділу. Це *амітоз* й *ендомітоз*.

*Амітоз (прямий поділ)* – поділ, що відбувається без спіралізації хромосом і без утворення веретена поділу. Здійснюється перешнуровуванням ядра, утворенням перегородки тощо. Основними ознаками амітозу є такі: а) ядро ділиться шляхом перетяжки на дві або декілька рівних або нерівних частин; б) точного розподілу ДНК і хромосом між двома або декількома частинами ядра не буває; в) ядерце і ядерна мембрана не зникають. Амітоз, зазвичай, спостерігається у приречених на загибель клітинах, в опромінених клітинах тощо.

*Ендомітоз* – поділ, що супроводжується репродукцією хромосом без утворення веретена поділу при збереженні ядерної оболонки. Усі фази мітотичного поділу відбуваються всередині ядра. Зустрічається ендомітоз в клітинах різних тканин, які інтенсивно функціонують, і результатом такого поділу може бути: а) багаторазове збільшення числа хромосом у клітині (на-

приклад, у клітинах печінки, м'язових волокнах); б) збільшення плоідності клітини при збереженні в ній постійної кількості політенних (багатохроматидних) хромосом (наприклад, у клітинах амеб, інфузорій, евглен, слинних залоз двокрилих комах, зародкового мішка деяких рослин).

**Розмноження або репродукція** – відтворення собі подібних, що лежить в основі існування виду. Здатність розмножуватися притаманна всім живим організмам. Під час розмноження відбувається передавання генетичного матеріалу від покоління поколінню. В основу класифікації форм розмноження покладено поділ клітин: мітотичний і мейотичний. В органічному світі відомо дві основні форми розмноження: нестатеве і статеве (табл. 3.3). *Нестатеве розмноження* – тип розмноження, який здійснюється за участю окремих нестатевих клітин або спеціалізованих спор. *Статеве розмноження* – тип розмноження, який здійснюється за участю спеціалізованих статевих клітин.

Основними способами нестатевого розмноження одноклітинних організмів (моноцитогенне нестатеве розмноження) є поділ навпіл, множинний поділ, брунькування та споруутворення.

*Поділ навпіл* – форма нестатевого розмноження в одноклітинних організмів, у разі якої з однієї материнської клітини утворюються дві дочірніх – удвічі дрібніших, кожна з яких дає новий самостійний організм (наприклад, в амеб, інфузорій). Як правило, він здійснюється шляхом простого поділу клітини надвоє. Клітини, що утворюються, повністю ідентичні материнській клітині.

*Множинний поділ* – форма нестатевого розмноження одноклітинних, у разі якої з однієї материнської клітини утворюється багато дочірніх. Такий спосіб нестатевого розмноження спостерігається у споровиків, представником яких є плазмодій малярійний. Стадія, на якій відбувається множинний поділ, називається шизонтом, а сам процес – *шизогонією*.

*Брунькування* – форма нестатевого розмноження в одноклітинних, у разі якої від однієї більшої (материнської) клітини відокремлюється менша (дочірня) (наприклад, у дріжджів). Коли дріжджі та інші одноклітинні організми брунькуються, одна клітина перетворюється на дві нові, які мають різні розміри.

*Споруутворення одноклітинних* – форма нестатевого розмноження, яка здійснюється за участю спор, що формуються всередині клітини. Утворення спор властиве різним одноклітинним грибам і водоростям. Спори в цьому випадку утворюються шляхом мітозу (мітоспори), іноді, особливо у грибів, у величезних кількостях. При проростанні вони відтворюють материнський організм. Деякі одноклітинні організми (наприклад, хламідомонада) утворюють рухомі спори – *зооспори*. Основними способами нестатевого **розмноження багатоклітинних організмів** (поліцитогенне нестатеве розмноження) є вегетативне розмноження і споруутворення.

*Споруутворення багатоклітинних* – форма нестатевого розмноження, яка здійснюється за участю спор, що формуються всередині спеціалізованих органів – спорангій. У всіх вищих рослин формуються мейоспори, що утворю-

ються шляхом мейозу. Вони містять гаплоїдний набір хромосом і дають початок поколінню, що розмножується статевим шляхом.

*Вегетативне розмноження* – форма нестатевого розмноження, що здійснюється багатоклітинними частинами, які відокремлюються від материнського організму. В основі вегетативного розмноження – явище регенерації. Вегетативне розмноження може відбуватись у вигляді фрагментації, брунькування, спеціалізованими вегетативними органами. *Фрагментація* – вид вегетативного розмноження, що здійснюється відокремленням багатоклітинних частин тіла (наприклад, зелені нитчасті водорості, цвілеві гриби) чи спеціалізованими утворами (ізидіями й соредіями в лишайників). *Розмноження вегетативними органами* – вид вегетативного розмноження у вищих рослин, що здійснюється коренем чи пагоном, їхніми частинами або видозмінами. Наприклад: бульбами (картопля), цибулинами (цибуля, часник), кореневищем (пирій, очерет), листками (узамбарська фіалка, бегонії), вусами (суниці, конюшина повзуча) та ін. *Брунькування* – вид вегетативного розмноження тварин, що здійснюється за допомогою багатоклітинних утворів-бруньок на тілі материнського організму, які згодом можуть відокремлюватися або ж залишатися на все життя (у гідри, деяких кільчастих червів).

Таблиця 3.3

Порівняльна характеристика форм розмноження організмів

Ознаки	Нестатеве розмноження	Статеве розмноження
Поділ клітин, який лежить в основі	Мітоз	Мейоз
Клітини, які беруть участь	Соматичні	Статеві
Фази (гаплоїдна, диплоїдна)	Диплоїдний набір хромосом	Гаплоїдний набір хромосом
Джерело мінливості	Мутації	Мутації. Генетична рекомбінація
Участь батьківських особин	Здебільшого одна	Здебільшого дві

В одноклітинних статевому розмноженню немає, оскільки відсутній мейоз і утворення гамет, але є статеві процеси, які видозмінюють спадкову інформацію.

У багатоклітинних вже є статеве розмноження, при якому спостерігається мейоз, утворення статевих клітин – гамет, які внаслідок запліднення утворюють зиготу. Гамети є клітинами, які здійснюють зв'язок між поколіннями. За особливостями гамет розрізняють такі способи статевому розмноженню, як:

■ **ізогамія** – спосіб статевому розмноженню, у якому беруть участь однакові гамети (у хламідомонади);

■ **анізогамія** – спосіб статевому розмноженню, у якому гамети відрізняються за розміром, рухливістю (у деяких водоростей);

■ **овогамія** (оогамія) – спосіб статевого розмноження, у якому беруть участь нерухлива велика жіноча яйцеклітина та рухливий дрібний чоловічий сперматозоїд (у хребетних тварин).

Чоловічі й жіночі гамети можуть утворюватися в одному організмі або в організмів різної статі, тому за цим критерієм виділяють такі способи розмноження, як *роздільностатевість та гермафродитизм*.

*Роздільностатевість* – спосіб статевого розмноження, за якого сперматозоїди утворюються в чоловічому організмі, яйцеклітини – в жіночому (у членистоногих, хребетних). Поширене це явище і серед квіткових рослин, у яких розрізняють однокімнатні та двокімнатні рослини.

*Гермафродитизм* – спосіб статевого розмноження, за якого чоловічі та жіночі гамети розвиваються в одному організмі (наприклад, плоскі та малощетинкові черви, п'явки). Цей спосіб статевого розмноження зменшує витрати енергії на пошук партнера, підвищує ймовірність залишити нащадків у організмів, які ведуть прикріпленій, паразитичній, малорухливий, глибоководний спосіб життя. У гермафродитів існують механізми, які запобігають самоzapлідненню. У тварин це неодноразове дозрівання чоловічих і жіночих гамет, певні особливості будови статевої системи. У рослин – одностатеві квітки (у дво- та однокімнатних рослин), розташування тичинок і маточок на різних рівнях за допомогою стовпчиків різної довжини (*гетеростилія*), неодноразове дозрівання тичинок і маточок в одній квітці (*дихогамія*) та ін.

*Партеногенез* – спосіб статевого розмноження, при якому розвиток нового організму здійснюється із незаплідненої яйцеклітини. За партеногенезу дочірні організми мають ідентичний з материнським набір спадкової інформації. Розвивається у видів, особини яких рідко зустрічаються між собою. Притаманний багатьом рослинам (у квіткових рослин) та безхребетним тваринам (попелиці, палочники, коловертки, деякі види цвіркунів, метеликів та ос), а також і деяким хребетним (риби, амфібії, ящірки). Основна перевага партеногенезу полягає в тому, що він може значно збільшувати швидкість розмноження.

Партеногенез може бути *факультативним (необов'язковим)* (бджоли, мурахи, коловертки) та *облігатним (обов'язковим)* (кавказька скельна ящірка).

Партеногенез широко розповсюджений також у рослин, де він набуває різних форм. *Апоміксис* – спосіб статевого розмноження, не пов'язаний із злиттям статевих клітин або ядер. При апоміксисі зародок може утворюватися із незаплідненої яйцеклітини (партеногенез), з клітин зародкового мішка – синергід, антипод (апогамія), із соматичних клітин нуцелуса, інтегументів (адвентивна ембріонія).

Біологічне значення партеногенезу полягає в тому, що:

- є механізмом для регулювання кількісного співвідношення статей (бджоли, мурахи);
- підтримує існування видів, особини яких гинуть у великих кількостях (попелиці, дафнії);
- підтримує існування видів, у яких утруднена зустріч особин різної статі.

*Поліембріонія – процес розвитку кількох зародків з однієї заплідненої яйцеклітини.* Поліембріонія досить поширена серед різних груп тварин (війчасті та кільчасті черви, іноді у членистоногих, риб, птахів, ссавців). Як постійне явище, поліембріонія притаманна деяким комахам (наприклад, їздцям) і ссавцям (броненосцям). У людини у разі поліембріонії народжуються однайцеві близнята, які мають ідентичний набір спадкової інформації. Виникає поліембріонія переважно внаслідок роз'єднання бластомерів на ранніх стадіях розвитку зиготи. При цьому виникають особини тільки однієї статі.

Поліембріонія трапляється також у рослин. При цьому в одній насініні розвивається кілька зародків (тюльпани, лілія, латаття, суниці тощо). Додаткові зародки в насініні можуть розвиватися не тільки із заплідненої яйцеклітини, а й з інших клітин насініни без запліднення.

### **Контрольні запитання**

1. Назвіть фази клітинного циклу.
2. Дайте коротку характеристику мітозу.
3. Які функції мітозу?
4. Що таке амітоз?
5. Перерахуйте етапи мейозу.
6. Яке біологічне значення мейозу?
7. Яке біологічне значення кросинговеру?
8. Що відбувається у разі пошкодження клітини?
9. Які наслідки ушкодження клітини?
10. Як клітини можуть адаптуватися до несприятливого впливу?

## Лекція 4. Обмін речовин і перетворення енергії в клітинах

*Мета: вивчити процеси енергетичного пластичного обміну, знати їх етапи*

**Основні поняття:** обмін речовин або метаболізм, енергетичний обмін, фототрофи, хемотрофи, автотрофи, гетеротрофи, аеробне дихання, фотосинтез, хлорофіл, анаеробне дихання, гомеостаз, пластичний обмін.

### План

1. Енергетичний обмін та його етапи
2. Загальна характеристика пластичного обміну

Окремі клітини та організми належать до *відкритих систем*. Це означає, що їхнє існування можливе лише завдяки надходженню до них з довкілля поживних речовин, їхніх перетворень та виведення назовні продуктів життєдіяльності. Сукупність цих процесів має назву *обмін речовин* або *метаболізм*.

*Метаболізм забезпечують два типи процесів: пластичний та енергетичний обміни.* Сукупність реакцій синтезу, які забезпечують розвиток клітин та організмів, поновлення їхнього хімічного складу, називають *пластичним обміном*. На здійснення цих процесів організм витрачає певну кількість енергії, необхідної для утворення хімічних зв'язків тощо.

До другого типу належать реакції розщеплення речовин. Вони супроводжуються виділенням енергії, необхідної для забезпечення пластичного обміну та інших процесів життєдіяльності. *Сукупність реакцій розщеплення складних сполук в організмі, що супроводжуються виділенням енергії, називають енергетичним обміном.* Завдяки збалансованим процесам обміну речовин і перетворення енергії забезпечується підтримання гомеостазу живої системи за змін умов навколишнього середовища.

Для живих організмів, які населяють Землю *джерелом енергії є сонячне світло*. Організми, які здатні синтезувати органічні речовини з неорганічних, називають *автотрофами*. Більшість автотрофних видів – зелені рослини, ціанобактерії – використовують світлову енергію (*фототрофи*). Деякі бактерії – нітрифікуючі, залізо- та сіркобактерії – для синтезу органічних сполук з неорганічних використовують енергію, яка вивільняється під час здійснення екзотермічних хімічних реакцій (*хемотрофи*).

Гриби, більшість тварин і бактерій належать до *гетеротрофів*. Для них джерелом енергії слугують хімічні зв'язки органічних сполук, утворених іншими організмами. *Міксотрофи* – організми зі змішаним типом живлення (росичка, омела, хламідомонада, евглена зелена). Такі організми здатні не лише синтезувати органічні сполуки з неорганічних, а й поглинати готові органічні речовини.

### 1. Енергетичний обмін та його етапи.

#### *Стисло про головне*

- *Енергетичний обмін відбувається в три послідовні етапи: підготовчий, безкисневий та кисневий. На підготовчому етапі складні органічні сполуки під дією ферментів розщеплюються на простіші. Ці процеси супроводжуються вивільненням енергії, але її кількість незначна і вона розсіюється у вигляді тепла. Безкисневий або анаеробний, етап енергетичного обміну відбувається в клітинах. Сполуки, які утворилися на попередньому етапі, зазнають подальшого багатоступеневого розщеплення без участі кисню.*

- *Суттю безкисневого етапу енергетичного обміну є розщеплення молекули глюкози на дві молекули молочної кислоти (гліколіз). Під час цього етапу виділяється приблизно 200 кДж енергії, 40 % якої запасається в макроергічних зв'язках 2-х молекул АТФ.*

- *Кисневий етап відбувається в мітохондріях, у внутрішніх мембранах яких відбувається синтез АТФ. Унаслідок окисно-відновних реакцій органічні сполуки, які утворилися на безкисневому етапі, окиснюються до  $\text{CO}_2$  та  $\text{H}_2\text{O}$ . Повне окиснення 2-х молекул молочної кислоти супроводжується виділенням енергії, достатньої для утворення 36 молекул АТФ. Під час цих перетворень запасається приблизно 55 % енергії, а 45 % – розсіюється у вигляді тепла. Таким чином, енергії, яка виділяється внаслідок повного розщеплення однієї молекули глюкози, вистачає на утворення 38 молекул АТФ.*

У біологічних системах енергія існує в різних формах, здатних перетворюватись одна в іншу. Живі організми використовують енергію для забезпечення різних процесів життєдіяльності: *хімічних* (синтез органічних сполук), *механічних* (скорочення м'язів, рух), *електричних* (проходження нервового імпульсу), *теплових* (підтримання сталої температури тіла), *світлових* (свічення деяких комах, глибоководних риб тощо).

Частина енергії, яка виділяється під час розщеплення органічних речовин, розсіюється у вигляді тепла, а частина – запасається у вигляді високоенергетичних хімічних зв'язків певних сполук. Такою універсальною сполукою – накопичувачем енергії в клітинах – є *аденозинтрифосфатна кислота (АТФ)*.

*Енергетичний обмін відбувається в три послідовні етапи: підготовчий, безкисневий і кисневий.*

- **Підготовчий етап енергетичного обміну.** Початковий етап енергетичного обміну – підготовчий – відбувається в цитоплазмі клітин усіх організмів, а в більшості багатоклітинних тварин і людини – також і в порожнині органів травної системи. На підготовчому етапі складні органічні сполуки під дією ферментів розщеплюються на простіші: білки – до амінокислот, жири – до гліцерину і жирних кислот, полісахариди – до моносахаридів, нуклеїнові кислоти – до нуклеотидів. Ці процеси супроводжуються вивільненням енергії, але її кількість незначна, і вона розсіюється у вигляді тепла, яке організми можуть використовувати для підтримання певної температури тіла.

- **Безкисневий етап енергетичного обміну** (анаеробне дихання) відбувається в клітинах. Його ще називають *анаеробним*, оскільки сполуки, які утворилися на попередньому етапі, розщеплюються без участі кисню.

Анаеробне розщеплення (безкисневий етап) – це найпростіша форма перетворення та накопичення енергії в хімічних зв'язках молекул АТФ. Так, деякі мікроорганізми і безхребетні тварини (здебільшого паразити) не можуть використовувати кисень у процесах енергетичного обміну. Необхідну енергію вони отримують лише завдяки анаеробному розщепленню органічних сполук. Більшість організмів у процесах енергетичного обміну здатна використовувати кисень, однак і в них кисневому етапу завжди передують безкисневий.

*Суттю безкисневого етапу енергетичного обміну є розщеплення молекули глюкози на дві молекули молочної (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>) трикарбонової кислоти. Процеси безкисневого розщеплення вуглеводів або анаеробне дихання, узагальнено називають гліколізом. Гліколіз можна записати таким рівнянням:*



Унаслідок подальших перетворень синтезується піровиноградна (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>) кислота. Вона бере участь у реакціях наступного – *кисневого етапу*.

- **Кисневий етап енергетичного обміну (аеробне дихання)** відбувається в мітохондріях. Він супроводжується низкою окисно-відновних реакцій за участі певних ферментів. Унаслідок органічні сполуки, які утворилися на попередньому, безкисневому етапі, окиснюються до кінцевих продуктів – CO<sub>2</sub> та H<sub>2</sub>O. Завдяки цим реакціям організм отримує значну кількість енергії, необхідної для забезпечення життєдіяльності. Більша частина цієї енергії запасається в хімічних зв'язках молекул АТФ. Кисневий етап енергетичного обміну можливий лише за умов наявності кисню. Тому його ще називають *аеробним*.

Загальне рівняння аеробного дихання таке:



## **2. Загальна характеристика пластичного обміну.**

### **Стисло про головне.**

*Основні процеси пластичного обміну – це біосинтез білків, вуглеводів, ліпідів, нуклеїнових кислот.*

***Біосинтез білків** відбувається з допомогою рибосом із амінокислот. Порядок розташування амінокислотних залишків у поліпептидному ланцюзі під час його синтезу визначається певною послідовністю нуклеотидів у молекулі іРНК.*

*Перший етап біосинтезу білків – це транскрипція: синтез молекули іРНК на молекулі ДНК в ядрі.*

*Далі в цитоплазмі відбуваються процеси трансляції: послідовність нуклеотидів у молекулі іРНК переводиться в послідовність амінокислотних залишків.*

шків молекули білка, що синтезується. Спочатку молекула однієї з 20 амінокислот приєднується до певної молекули тРНК, далі іРНК зв'язується з рибосомою, а згодом – також із амінокислотним залишком, приєднаним до певної молекули тРНК. На наступних етапах поліпептидний ланцюг подовжується завдяки тому, що амінокислотні залишки послідовно зв'язуються між собою за допомогою міцних пептидних зв'язків. На всі ці процеси витрачається енергія АТФ. Процеси синтезу припиняються, коли рибосома досягає триплету, який сигналізує про припинення синтезу поліпептидного ланцюга. На заключному етапі синтезований білок набуває своєї природної просторової структури.

**Біосинтез ДНК** ґрунтується на здатності молекул ДНК до самоподвоєння, унаслідок чого дочірні молекули стають точною копією материнської. Усі види РНК (іРНК, тРНК, рРНК) синтезуються за принципом комплементарності на молекулах ДНК.

Серед автотрофних організмів розрізняють хемотрофи і фототрофи. Перші для синтезу органічних речовин використовують енергію, яка звільняється під час окиснення деяких неорганічних сполук, другі – використовують енергію світла. До хемотрофів належать деякі групи бактерій: нітрифікуючі, залізобактерії, безбарвні сіркобактерії та інші. Вони здатні синтезувати органічні сполуки з неорганічних незалежно від освітлення. До фототрофів належать зелені рослини, деякі одноклітинні тварини (евглена зелена тощо) та прокаріоти (ціанобактерії, пурпурові бактерії, зелені сіркобактерії).

В еукаріотів **фотосинтез** відбувається в хлоропластах, які містять фотосинтезуючі пігменти – хлорофіли. У процесі фотосинтезу в зелених рослин і ціанобактерій беруть участь дві фотосистеми – перша (I) і друга (II). Процес фотосинтезу відбувається в дві фази – світлову і темнову. Світлову фазу названо так тому, що її реакції перебігають лише на світлі в мембранах особливих структур хлоропластів – тилакоїдів. Процеси темної фази можуть перебігати і за відсутності світла.

Фотосинтезуючі організми вловлюють світлову енергію Сонця і перетворюють її на енергію хімічних зв'язків синтезованих вуглеводів. Ці сполуки споживають організми-гетеротрофи. Зелені рослини і ціанобактерії, вбираючи вуглекислий газ і виділяючи кисень, підтримують сталий газовий склад атмосфери. Під дією космічних променів кисень перетворюється на озон ( $O_3$ ), який формує захисний озоновий шар (екран) атмосфери.

Пластичним обміном називають сукупність реакцій синтезу. Внаслідок цих процесів зі сполук, які надходять у клітину, утворюються необхідні для неї речовини. Основні процеси пластичного обміну – це біосинтез білків, вуглеводів, ліпідів, нуклеїнових кислот.

**Біосинтез нуклеїнових кислот.** Майже всі живі організми здатні синтезувати нуклеотиди в результаті послідовних ферментативних реакцій. Попередниками нуклеотидів, які входять до складу нуклеїнових кислот, є амінокислоти. Також під час розщеплення нуклеїнових кислот значна частина

нітратних основ не розщеплюється, а використовується знову для синтезу нових нуклеотидів.

Усім біологічним системам притаманний особливий тип біохімічних реакцій, коли молекула однієї сполуки слугує основою для синтезу молекули іншої. Так, молекула ДНК слугує основою для синтезу інших молекул ДНК, різних типів молекул РНК; молекула іРНК слугує основою для синтезу білкових молекул. Такі процеси дістали назву *реакцій матричного синтезу*. Під час реакцій матричного синтезу мономерні молекули, що синтезуються, розташовуються у точній відповідності до розміщення мономерів молекули-матриці. Таким чином, *реакції матричного синтезу є основою однієї з головних властивостей біологічних систем – здатності до самовідтворення*.

Різні види нуклеїнових кислот утворюються по-різному. Біосинтез ДНК ґрунтується на здатності молекул ДНК до самоподвоєння – реплікації, унаслідок чого дочірні молекули ДНК стають точною копією материнської. Усі види РНК (іРНК, тРНК, рРНК) синтезуються за принципом комплементарності на молекулах ДНК (*реакцій матричного синтезу*).

**Різноманітність автотрофних організмів.** Автотрофні організми для синтезу органічних сполук з неорганічних здатні використовувати різні джерела енергії.

**Хемосинтез** – це тип автотрофного живлення, за якого органічні сполуки синтезуються з неорганічних з використанням енергії, що вивільняється внаслідок певних хімічних реакцій. До *хемотрофів* належать деякі групи бактерій: нітрифікуючі, залізобактерії, безбарвні сіркобактерії та інші.

Яка роль хемотрофних організмів у природі? Насамперед, вони беруть участь у процесах *колообігу* певних хімічних елементів в екосистемах. Нагадаємо, *колообігом речовин називають закономірне переміщення (міграцію) певних сполук між живою та неживою частинами екосистем та біосфери в цілому*.

**Фотосинтез** – це процес утворення органічних сполук з неорганічних завдяки перетворенню світлової енергії в енергію хімічних зв'язків синтезованих вуглеводів. Більшість автотрофних істот належить до фотосинтезуючих організмів або *фототрофів*. У клітинах рослин фотосинтез відбувається в хлоропластах, які містять фотосинтезуючі пігменти – хлорофіли. До фототрофів належать зелені, пурпурові бактерії, ціанобактерії та рослини. Фотосинтез ґрунтується на послідовності біохімічних реакцій, пов'язаних з утворенням вуглеводів з неорганічних сполук і виділенням в атмосферу молекулярного кисню.

### Контрольні запитання

1. Яке значення АТФ у процесах енергетичного обміну?
2. У скільки етапів відбувається енергетичний обмін? Назвіть їх.
3. Охарактеризуйте підготовчий етап енергетичного обміну.
4. Які процеси відбуваються під час безкисневого етапу енергетичного обміну?
5. Які умови здійснення кисневого етапу енергетичного обміну?

6. Скільки загалом молекул АТФ синтезується під час безкисневого та кисневого етапів енергетичного обміну?
7. Яка роль ДНК у біосинтезі білків?
8. Які організми називають фототрофами та хемотрофами?
9. Які організми здатні до хемосинтезу?
10. Як відбувається фотосинтез?

## Лекція 5. Взаємодія клітин і їх диференціація

*Мета: вивчити особливості організації багатоклітинних еукаріотів, знати основи диференціації клітин і формування тканин людини, тварин та рослин.*

**Основні поняття:** епітеліальні тканини, м'язові тканини, нервові тканини, тканини внутрішнього середовища, гомеостаз, меристема, гістологія, онтогенез, диференціації клітин, стовбурові клітини, кутикула, посмуговані м'язові волокна, нервові імпульси, нейрон, дендрит, сполучні тканини, жирова тканина, кров і лімфа, еритроцити, тромбоцити, лейкоцити, тканини рослин, ксилема, флоема.

### План

1. Особливості організації багатоклітинних еукаріотів
2. Диференціація клітин і формування тканин
3. Тканини тварин
4. Тканини рослин

### Стисло про головне

*В організмі тварин виділяють чотири основні типи тканин: епітеліальні, м'язові, нервові та внутрішнього середовища. Епітеліальні тканини вкривають тіло, вистеляють його порожнини та порожнини внутрішніх органів.*

*М'язова тканина здатна до скорочень у відповідь на подразнення, зокрема на нервовий імпульс. Залежно від будови та особливостей функціонування розрізняють непосмуговану (гладеньку) та посмуговану (поперечносмугасту) м'язові тканини.*

*Нервова тканина здатна до збудження у відповідь на дію подразника та його проведення в організмі. Вона складається з нервових (нейронів) і допоміжних (нейроглії) клітин.*

*Тканини внутрішнього середовища виконують різноманітні функції: підтримання гомеостазу, захисну, розподільну, транспортну, опорну, запасуючу, відновлення ушкоджених органів тощо. Вони складаються з клітин і добре розвиненої міжклітинної речовини, що має різну будову. Їх поділяють на сполучні, скелетні та рідкі (кров тощо).*

**1. Особливості організації багатоклітинних еукаріотів.** Кожна клітина, яка входить до складу багатоклітинних організмів, призначена для здійснення лише певних функцій. Відповідно різні типи клітин відрізняються за особливостями будови, тобто вони диференційовані. Тому функціонування багатоклітинного організму як цілісної біологічної системи забезпечене узгодженою діяльністю всіх його клітин. У багатоклітинних еукаріотів різноманітні прояви процесів життєдіяльності (живлення, дихання, виділення, подразливість тощо) лише частково здійснюються на клітинному рівні, а переважно – завдяки взаємодії тканин, органів та систем органів.

**Що таке тканина?** *Тканиною* називають сукупність клітин, подібних за будовою, функціями та походженням. Кожна тканина виконує в організмі особливі функції. Між тканинами рослин і тварин є значні розбіжності у формуванні і будові. У тварин різні типи тканин виникають під час ембріонального розвитку з певних груп зародкових клітин або листків (*екто-, мезо- та ентодерми*); у вищих рослин усі тканини беруть початок від твірної тканини (*меристеми*). Головна відмінність між тканинами тварин і рослин полягає ще в тому, що тканини тварин часто складаються не лише з клітин, а також із міжклітинної речовини, яка є продуктом їхньої життєдіяльності. У тканинах рослин міжклітинної речовини практично немає. Натомість між оболонками рослинних клітин часто розміщені порожнини більшого чи меншого розміру – міжклітинники. Вміст сусідніх клітин рослин сполучений плазмодесмами.

Тканини тварин вивчає наука *гістологія*. Мікроскопічну будову тканин рослин досліджує мікроскопічна *анатомія*.

**2. Явище диференціації клітин і формування тканин.** *Онтогенез* – це індивідуальний розвиток організму. Багатоклітинні організми часто беруть свій початок від однієї клітини – зиготи, спори тощо. У ДНК цієї клітини закодована вся спадкова інформація про майбутній організм. Дочірні клітини, хоча і є копіями материнської, однак з кожним поділом дедалі більше відрізняються від неї. Згодом вони перетворюються на клітини, характерні для певних тканин у складі тих чи інших органів. Такий процес дістав назву *диференціації*.

*Диференціація* – це наявність якісних відмінностей у будові та функціях між клітинами чи тканинами.

У дорослому організмі місця відмерлих клітин заступають подібні їм, а всі різні клітини органів і тканин діють узгоджено (явище *інтеграції*). Отже, існують певні взаємодії між клітинами, які забезпечують узгоджений ріст і розвиток молодого організму та стабільність зрілого.

Учені встановили, що вже на ранніх етапах поділу зиготи одні клітини зародка впливають на інші. Це явище назвали *зародковим взаємовпливом* (*ембріональною індукцією*). Доведено, що деякі зародкові клітини (*організатори*) виділяють певні речовини, які спрямовують диференціацію інших клітин. Так, реалізуючи лише певну частину власного геному, ці клітини стають епітеліальними, нервовими, м'язовими тощо. Важливу роль у диференціації відіграють так звані *стовбурові клітини*, при кожному поділі яких одна з дочірніх клітин відіграє роль організатора, інша – диференціюється (термін «стовбурова клітина» запропонував 1909 року гістолог О. Максимов).

*Стовбурові клітини* розташовані в особливих місцях різних тканин (зокрема, внутрішнього середовища та епітеліальних) людини та багатьох хребетних тварин. Вони здатні ділитися, при цьому їм властиве самопідтримання: після поділу одна з дочірніх клітин залишається стовбуровою, інша – згодом диференціюється. Вони також визначають здатність до регенерації, поновлюючи клітинний склад організмів.

Стовбурові клітини характеризуються низкою особливостей, які відрізняють їх від інших клітин. По-перше, вони здатні ділитися необмежену кіль-

кість разів. По-друге, при введенні стовбурових клітин в організм, вони знаходять зону ушкодження і залишаються в ній, забезпечуючи відновлення клітинного складу та втрачених функцій.

Слід зазначити, що стовбурових клітин в організмі людини дуже мало: у зародка людини одна така клітина припадає на 10 000 інших, а в людини віком понад 60 років – на 5-8 млн. У зародків ссавців стовбурові клітини можуть давати початок усім типам клітин. У дорослому організмі вони лише підтримують кількість диференційованих клітин на необхідному для забезпечення життєздатності рівні.

**3. Тканини тварин.** Сучасну класифікацію тканин тварин і людини затверджено 1987 року на Міжнародному анатомічному конгресі. Згідно з нею виділяють чотири основні типи тканин: епітеліальні, м'язові, нервові та внутрішнього середовища.

**Епітеліальні тканини** вкривають тіло, вистеляють його порожнини та порожнини внутрішніх органів (рис. 5.1). Вони утворені одним або багатьма шарами клітин, що щільно прилягають одна до одної. Міжклітинна речовина в епітеліальних тканинах майже відсутня. Клітини полярні: їхня верхівкова частина відрізняється за будовою від основи та може мати війки. Покривний епітелій часто виділяє назовні щільну зовнішню оболонку – кутикулу (членистоногі, круглі черви та ін.).

Клітини епітелію здебільшого розташовані на *базальній мембрані* – тонкому шарі міжклітинної речовини. В епітелії відсутні кровоносні судини, тому його клітини живляться за рахунок надходження через базальну мембрану поживних речовин від розташованих глибше тканин.

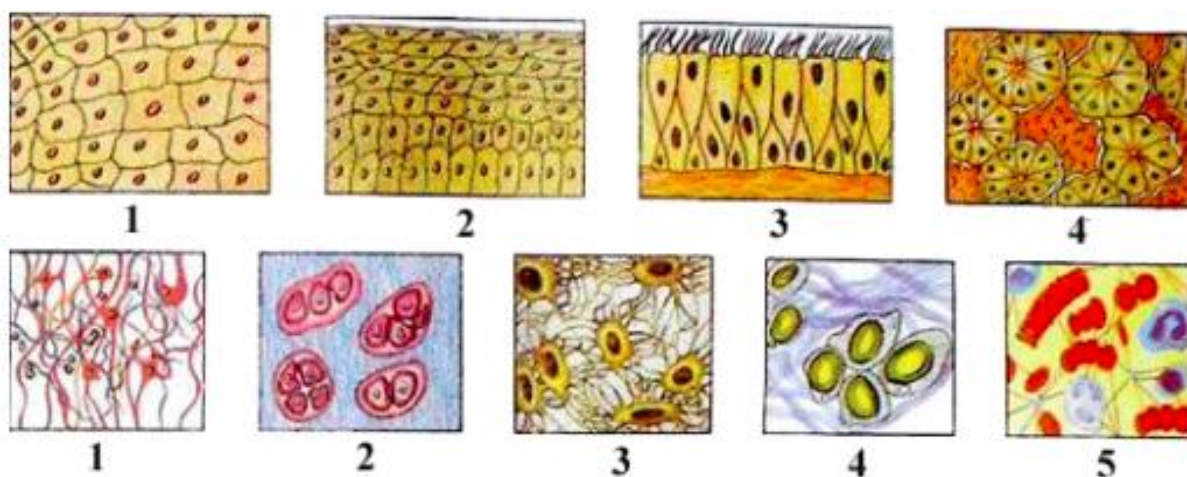


Рис. 5.1 Епітеліальні тканини (верхній ряд): 1 – одношаровий плоский епітелій, 2 – багатшаровий епітелій, 3 – війковий епітелій, 4 – залозистий епітелій. Сполучні тканини (нижній ряд): 1 – пухка сполучна, 2 – хрящова, 3 – кісткова, 4 – жирова, 5 – кров.

Розрізняють кілька видів епітеліальних тканин. **Покривний одношаровий епітелій** утворює шкірні покриви багатьох безхребетних тварин, а також ланцетників. Окрім того, одношаровий епітелій вистеляє вторинну порожнину тіла,

утворює внутрішні оболонки тонкого кишечника, кровоносних і лімфатичних судин та ін. Особливим різновидом одношарового епітелію є війчастий, що вистеляє стінки дихальних шляхів. **Покривний багатшаровий епітелій** утворює верхній шар шкіри (*епідерміс*) хребетних тварин та вистеляє порожнину рота, утворює внутрішні оболонки стравоходу. Клітини його внутрішнього шару здатні до поділу, а зовнішнього – можуть роговіти, гинути і поступово злущуватись. У багатьох хребетних тварин зроговілі ділянки в певних частинах тіла утворюють структури, які виконують захисні та інші функції: луски плазунів, пір'я та дзьоб птахів, кігті, нігті, роги, копита ссавців тощо.

Клітини *залозистого епітелію* виділяють різні речовини і часто входять до складу залоз.

За формою клітин розрізняють *плаский, кубічний та циліндричний типи одношарового епітелію*.

Висока здатність епітеліальних тканин до самооновлення (регенерації) є однією з причин самозагоєння ран. Загалом епітеліальні тканини виконують розмежувальну, захисну, секреторну, газообмінну, екскреторну та всисну функції.

*М'язові тканини* характеризуються здатністю до скорочення у відповідь на збудження – надходження нервового імпульсу. Вони входять до складу опорно-рухової системи та стінок більшості внутрішніх органів, забезпечують рухи (переміщення в просторі) всього тіла чи окремих його частин. Цим тканинам властива здатність до регенерації (за винятком серцевого м'яза). Їх поділяють на непосмуговані та посмуговані. М'язові клітини містять багато розташованих у певному порядку пучків міофібрил – ниток скоротливих 80 білків (актину, міозину та ін.). Групи клітин зібрані в пучки, між якими розташована сполучна тканина з кровоносними та лімфатичними судинами та нервовими волокнами.

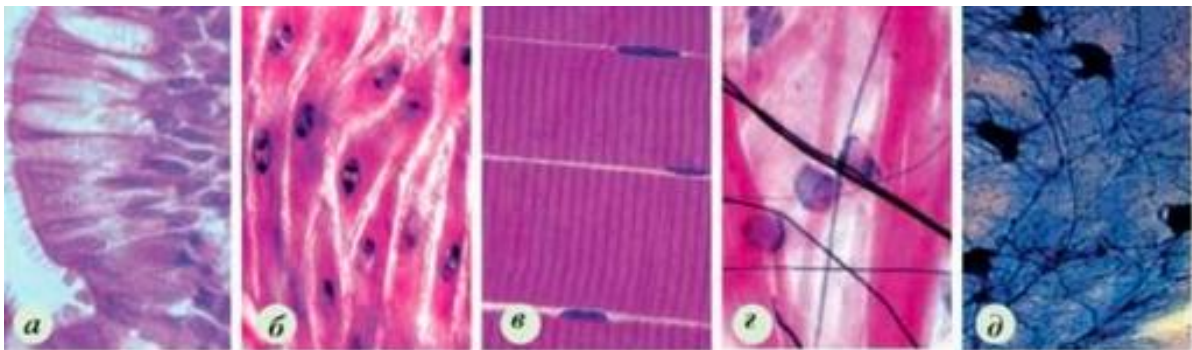


Рис. 5.2 Типи тканин: епітеліальна (а); м'язові – гладенька (б) і посмугована (в); сполучна (г); нервова (д)

**Непосмугована (гладенька) м'язова тканина** побудована з клітин, які найчастіше мають веретеноподібну форму та одне ядро; входять до складу непосмугованих м'язів. Їхні скорочення мимовільні та повільні. Клітини цієї тканини здатні до сильного розтягування і тривалий час можуть перебувати в стані скорочення. Непосмуговані м'язи – частина оболонок внутрішніх органів тварин.

**Посмугована** (поперечносмугаста) м'язова тканина складається з багатоядерних видовжених великих волоконцець. Їхні клітини здаються посмугованими, бо в них правильно чергуються світлі та темні диски зі скоротливих білків актину та міозину, що мають різні коефіцієнти заломлення світла. Посмуговані м'язи здатні скорочуватися значно швидше, ніж непосмуговані. Розрізняють посмуговану скелетну та серцеву м'язову тканини.

**Посмуговані скелетні м'язові волокна** утворюють скелетні м'язи, які сухожилками з'єднані з елементами скелета (рідше – шкіри). Вони входять до складу опорно-рухової системи, це також м'язи язика, глотки, гортані, верхньої частини стравоходу, діафрагми. Скорочення скелетних м'язів людини перебувають під контролем кори великих півкуль, тобто відбуваються довільно.

**Посмуговані серцеві м'язові волокна** утворюють один із шарів стінок серця хребетних тварин – міокард і деякі ділянки великих за діаметром кровоносних судин (аорти, верхньої порожнистої вени та ін.). За особливостями будови вони подібні до скелетних, але в певних місцях зрощені між собою. Така структура сприяє швидкому поширенню імпульсів, що виникають в особливих клітинах самого міокарда. Серцевому м'язу притаманні мимовільні скорочення, які не залежать від свідомості. Клітини серцевого м'яза мають назву *кардіоміоцити*.

За особливостями будови кардіоміоцити можна поділити на три групи. Одні з них, які називають *робочими*, складають основу серцевого м'яза.

Інша група кардіоміоцитів – *водії ритму* – забезпечують ритмічні скорочення серця. Частина кардіоміоцитів характеризується *секреторною* активністю. Вони виділяють гормон, який регулює артеріальний тиск.

**Нервова тканина** здатна до збудження під впливом певних чинників та його проведення в організмі. У ній виникають *нервові імпульси*, що мають електричну природу: вони переміщуються по певних нервових волокнах у протилежних напрямках – від рецепторів до центральної нервової системи і від центральної нервової системи до робочих органів. Ця тканина складається з нервових (нейронів) та допоміжних клітин. Сукупність допоміжних клітин утворює *нейроглію* (рис. 5.3).

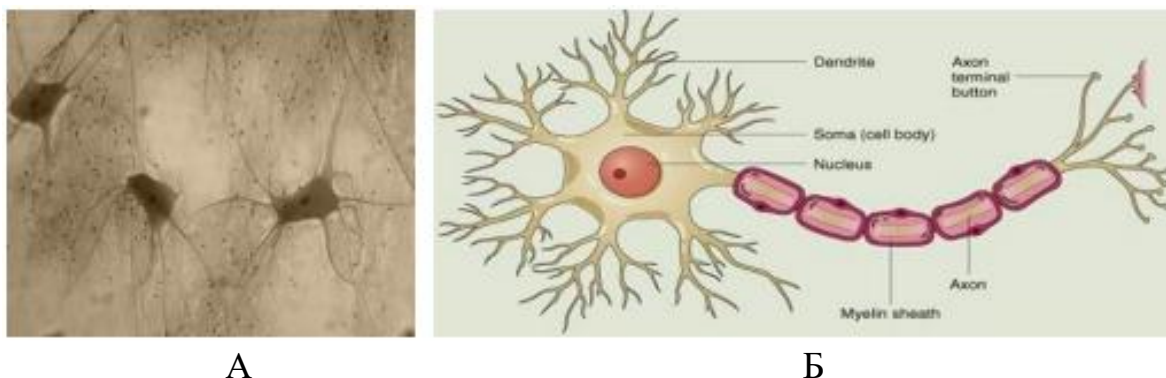


Рис.5.3 Нервова тканина людини: А – вигляд під мікроскопом; Б – будова нейрона (на малюнку позначено дендрити, тіло клітини, ядро, мієлінова оболонка, аксон, закінчення аксона - синапс)

**Нейрон** – клітина, що становить собою структурно-функціональну одиницю нервової системи. Нейрони здатні сприймати подразнення, перетворювати їх у нервові імпульси та проводити їх до клітин інших типів тканин. У дозрілому стані нейрони нездатні до поділу. Нейрон складається з тіла та відростків (аксонів та дендритів). У тілі розташовані ядро та інші органели. *Аксон* – видовжений (до 1 м завдовжки) та розгалужений на кінці відросток, по якому імпульси прямують від тіла нейрона до інших клітин. *Дендрит* – здебільшого короткий, сильно розгалужений відросток, по якому збудження проводиться від рецепторів або інших нейронів до тіла нервової клітини. Нейрони зазвичай мають один аксон та один чи кілька дендритів.

За характером функцій нейрони поділяють на чутливі, вставні та рухові. *Чутливі (сенсорні) нейрони* сприймають подразники зовнішнього та внутрішнього середовища. *Вставні (асоціативні) нейрони* здійснюють зв'язки між окремими нейронами, а рухові – передають сигнали до робочих органів. У нервовій тканині розрізняють *сіру речовину*, яка складається з тіл нейронів і коротких дендритів, та *білу*, побудовану з відростків нейронів, вкритих мієліновою оболонкою, – *нервів*.

На відміну від нейронів, дозрілі клітини нейроглії здатні до поділу. Вони заповнюють проміжки між нейронами, постачають їм поживні речовини, утворюють електроізолюючі оболонки навколо відростків нервових клітин, синтезують деякі біологічно активні речовини, необхідні для функціонування нервової системи.

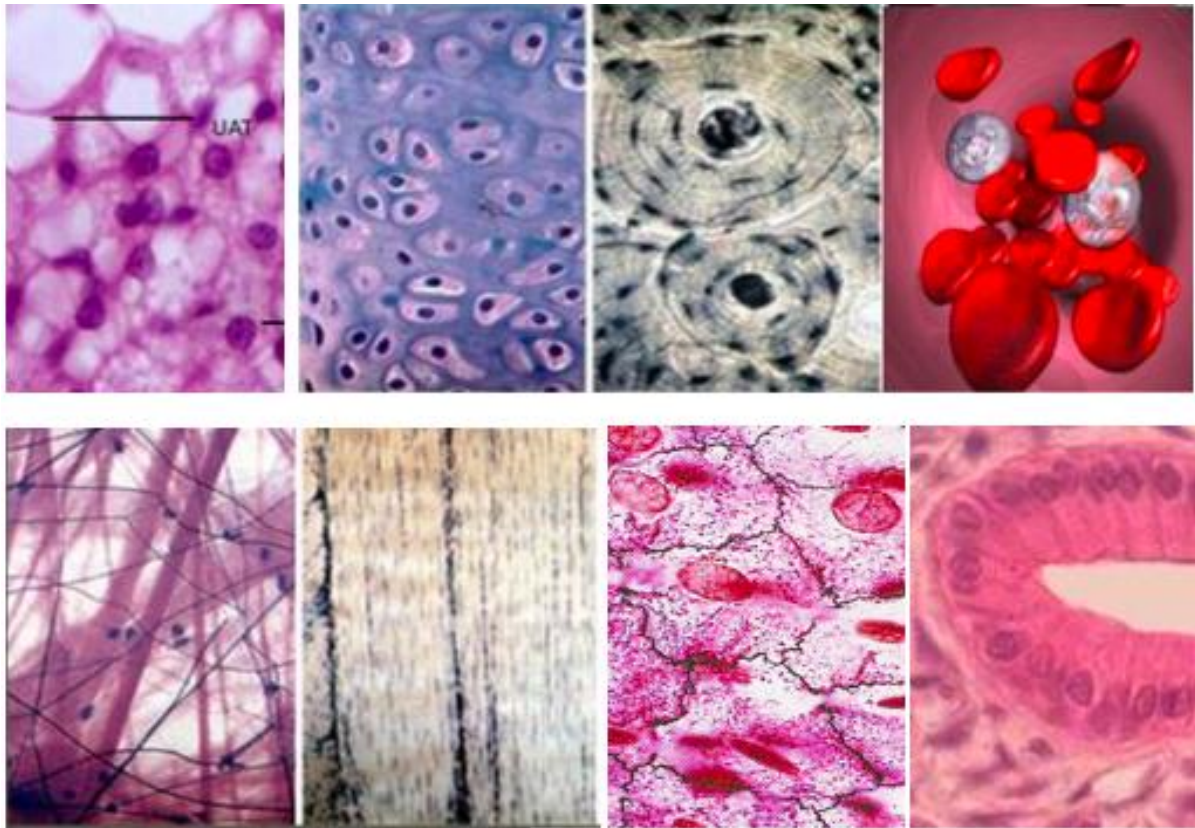
**Тканини внутрішнього середовища** виконують різноманітні функції: підтримання гомеостазу, захисну, розподільну, транспортну, опорну, запасуючу, відновлення ушкоджених частин тощо. Вони складаються з клітин і добре розвиненої міжклітинної речовини, що має різну будову. Ці тканини створюють внутрішнє середовище організму, звідки й походить їхня назва. Їх поділяють на *сполучні, скелетні та рідкі* (кров тощо).

**Сполучні тканини** мають кілька різновидів (рис. 5.2).

*Волокниста* або *власне сполучна, тканина* включає клітини, волокна різної будови та аморфну (безструктурну) основну речовину, що їх оточує. Волокна надають міцності та пружності органам. Наприклад, вони входять до складу стінок кровоносних судин і не дають їм змоги надмірно розтягуватися, забезпечують еластичність шкіри. Залежно від співвідношення волокон та аморфної основної речовини розрізняють *пухку та щільну тканини*.

*Пухка сполучна тканина* присутня в багатьох органах, зокрема утворює шар так званої підшкірної клітковини. *Щільна сполучна тканина* входить до складу власне шкіри (дерми) та окістя, з неї побудовані зв'язки та сухожилки.

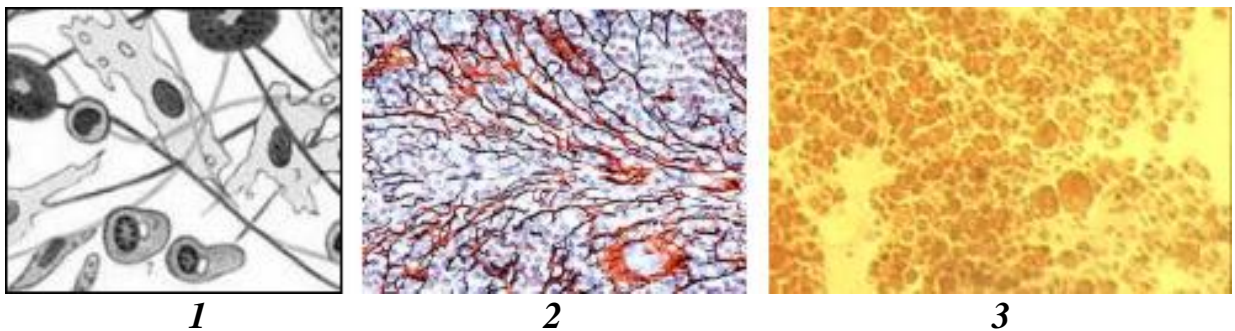
**Сполучні тканини зі спеціальними властивостями** – це ембріональна, жирова та ретикулярна. Ембріональна тканина під час індивідуального розвитку дає початок клітинам усіх типів сполучних тканин. Її клітини зірчастої або веретеноподібної форми мають відростки, які, переплітаючись, утворюють сітку.



*Рис. 5.4 Види тканин : верхній ряд – жирова тканина(біла і бура), хрящ, кістка, кров; нижній ряд – пухка і щільна сполучна тканини, одношаровий плоский і залозистий епітелій*

*Жирова тканина* присутня в багатьох органах. Основні її функції – накопичення запасів поживних речовин і теплоізоляція. Розміщуючись під шкірою та навколо внутрішніх органів, ця тканина забезпечує їхній механічний захист. Розрізняють білу та буру жирові тканини. *Біла жирова тканина* бере участь у поглинанні з крові, синтезі та зберіганні ліпідів. *Бура жирова тканина* слугує для терморегуляції.

*Ретикулярна тканина* утворює основу кровотворних органів, розташована в печінці, селезінці та ін. органах, входить до складу слизових оболонок кишечнику, деяких лімфатичних вузлів тощо. Складається з волокон і клітин – фібробластів, а також стовбурових клітин. У кровотворних органах ретикулярна тканина створює оточення для клітин крові, що розвиваються.



*1 2 3*  
*Рис.5.5 Ретикулярна (1,2) і жирова тканини (3)*

**Рідкі тканини – кров і лімфа** складаються з рідкої міжклітинної речовини (плазма), у якій розташовані окремі клітини (*формені елементи*; у крові – *це еритроцити, тромбоцити та лейкоцити*). Основні функції цих тканин полягають у підтриманні гомеостазу, транспорті поживних сполук, гормонів та інших біологічно активних речовин, продуктів обміну, газів, забезпеченні імунітету. Збагачена киснем кров має назву артеріальна, а вуглекислим газом – венозна.

*Еритроцити* здійснюють транспорт газів. Вони містять дихальний пігмент гемоглобін, який надає їм червоного кольору і може вступати в нестійкі сполуки з  $O_2$  та  $CO_2$ .

*Лейкоцити* мають ядра та виконують захисні функції, спричинюючи імунні реакції. Різновиди лейкоцитів (*лімфоцити, моноцити тощо*) відрізняються за розмірами, особливостями будови та функцій, тривалістю життя.

*Тромбоцити* беруть участь у зсіданні крові хребетних. Це позбавлені ядер частки велетенських клітин червоного кісткового мозку.

**Скелетні тканини** хребетних тварин характеризуються пружністю (хрящова тканина) і міцністю (кісткова тканина) міжклітинної речовини та входять до складу опорно-рухового апарату.



Рис.5.6 Кісткова тканина

*Хрящова тканина* складається з клітин та органічної основної речовини, яка визначає її міцність та пружність. У зародків більшості хребетних тварин скелет утворений хрящовою тканиною. У дорослих особин більшості видів хребетних тварин і людини хрящі присутні в ребрах, суглобах, сухожилках, зв'язках, стінках повітроносних шляхів тощо. Вони забезпечують рухомі (в суглобах) та напіврухомі з'єднання кісток, перешкоджають злипанню повітроносних шляхів, забезпечують відновлення кісток при переломах тощо.

*Кісткова тканина* має високий вміст неорганічних солей, що надає їй особливої міцності (рис.5.6). У міжклітинній речовині містяться карбонати та фосфати Кальцію, а також особливі білки (колагенові та ін.). Твірні та руйнівні клітини забезпечують заміщення хрящової тканини кістковою, перебудову та регенерацію кісток. Розрізняють губчасту та компактну кісткову тканини.

*Губчаста речовина* розташована всередині кісток і складається з переплених кісткових пластинок, зорієнтованих у напрямках сил стискання або розтягнення. Вона має вигляд губчастої маси, звідки й назва. Проміжки між кістковими пластинками заповнені червоним кістковим мозком.

*Компактна речовина* утворює зовнішні частини кісток; вона має вигляд суцільної маси з окремими порожнинами всередині, де розміщені клітини. Основною її структурною одиницею слугує *остеон* – сукупність концентрично розташованих кісткових пластинок (від 4 до 20). У центрі остеона проходить канал, заповнений сполучною тканиною, в якій розташовані кровоносні судини і нервові волокна.

#### 4. Тканини рослин

##### *Стисло про головне.*

*Тканини рослин* поділяють на **твірні, покривні, провідні, механічні та основні**.

**Твірні тканини (меристема)** складаються з дрібних, щільно прилеглих одна до одної клітин. Клітини твірних тканин здатні до постійного чи періодичного поділу та росту, який можливий завдяки тоненькій розтяжній оболонці; при дозріванні вони перетворюються на клітини різних тканин – диференціюються. За місцем розташування виділяють верхівкову, вставну та бічну меристему, за особливостями розвитку – первинну та вторинну меристему.

**Покривні тканини** розташовані на поверхні органів і відмежовують їх від зовнішнього середовища. Вони захищають організм від впливів несприятливих зовнішніх чинників, здійснюють його взаємозв'язок з довкіллям, регулюють процеси газообміну та випаровування води (транспірації). Розрізняють первинну (епідерма або шкірка) та вторинні (корок) покривні тканини.

**Епідерма (шкірка)** складається з одного чи кількох шарів прозорих живих клітин, які щільно прилягають одна до одної, тому міжклітинники відсутні. Зверху епідерма звичайно вкрита особливим шаром із жироподібних сполук, який запобігає випаровуванню води через її поверхню, – кутикулою. В епідермі розміщені продихи, які регулюють газообмін.

**Провідні комплексні тканини (ксилема та флоема)** забезпечують висхідний (розчини мінеральних солей, а також органічних речовин пересуваються від кореня до надземних частин рослини і далі) та низхідний (синтезовані в зелених пагонах органічні речовини надходять до інших органів) потоки речовин.

Судини, трахеїди та ситоподібні трубки разом з механічними та основними тканинами утворюють судинно-волокнисті пучки, наприклад жилки листків.

**Механічні тканини** виконують опорні функції: надають рослині пружності та міцності, підтримують її частини в певному положенні. До них належать живі та мертві клітини (волокна) з потовщеними стінками.

**Основні тканини** утворені живими клітинами з тонкими стінками та великими міжклітинниками. Вони розташовані між іншими тканинами.

Залежно від особливостей будови та функцій розрізняють різні види основної тканини, наприклад хлорофілоносну або асиміляційну, запасуючу, повітроносну. Окремі клітини основної тканини виконують секреторну функцію, синтезуючи смоли, ефірні олії тощо і виділяючи їх назовні.

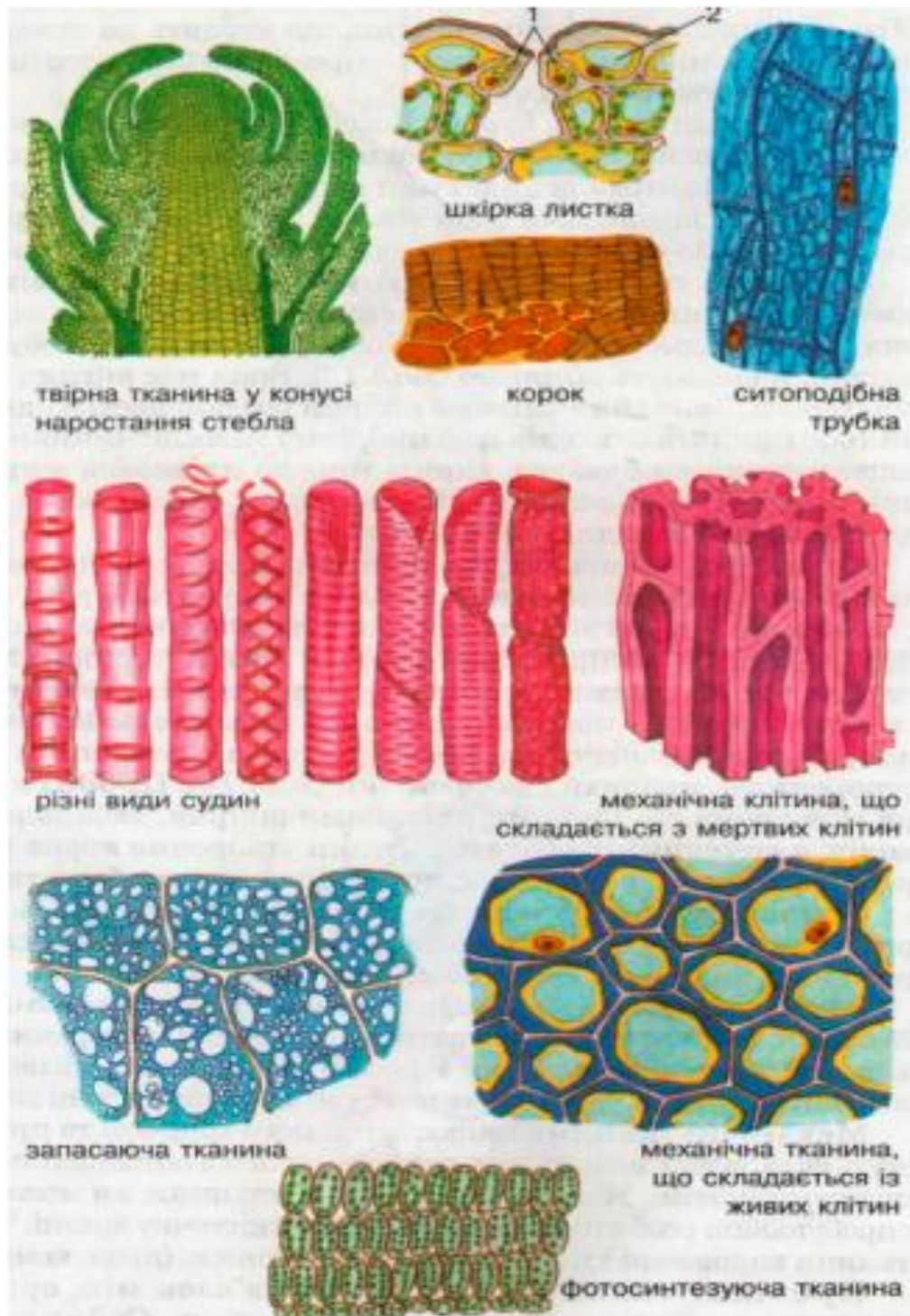


Рис. 5.7 Тканини рослин

**Контрольні запитання:**

1. Що таке тканина?
2. Поясніть явище диференціації клітин.

3. Як відбувається взаємодія клітин у багатоклітинному організмі?
4. Що становлять собою стовбурові клітини та яке їхнє біологічне значення?
5. Які типи рослинних тканин ви знаєте?
6. Що таке твірні тканини? Які види меристем вам відомі?
7. Які функції здійснюють покривні тканини? Які є види покривних тканин?
8. Що таке епідерма та корок?
9. Що таке продири? Які їхні функції?
10. Які будова та функції провідних тканин?
11. Що ви знаєте про механічні та основні тканини?

## **Лекція 6. Загальна характеристика царства Тварин. Принципи Класифікації тварин. Підцарство Одноклітинні**

*Мета: вивчити основні засади науки зоології, особливості характеристики Підцарство одноклітинні (Protozoa), роль їх в природі та житті людини, ознайомитися та вивчити загальну характеристику одноклітинних тварин.*

**Основні поняття:** автотрофне живлення, гетеротрофне живлення, піноцитоз, фагоцитоз, шизогонія, кон'югація, копуляція, хроматофори, стигма, радіолярії, пелікула, скоротлива вакуоля, псевдоніжки, травна вакуоля, зоологія, тварини, метаморфоз, параміл.

### **План**

1. Зоологія як наука
2. Підцарство одноклітинні (Protozoa).
3. Загальна характеристика основних типів Найпростіших

### **1. Зоологія як наука**

*Зоологія* – (від грецьк. *zoon* – тварина, *logos* – наука, знання) – наука, що вивчає будову і життєдіяльність тварин, їх історичний та індивідуальний розвиток, класифікацію, взаємозв'язок із середовищем, закономірності поширення тварин та їх угруповань на Землі, роль у біосфері та значення для людини.

*Основна мета зоології* як науки – одержання й узагальнення нових знань про рівні організації та різноманітність тварин, стан їх ресурсів, опрацювання методів раціонального використання та охорони тварин і їх угруповань. На сучасному етапі розвитку зоологія є системою наук, кожна з яких вивчає тварин під певним кутом зору, має свої завдання і методи. (від грецьк. *systema* - утворення, складання) є природна система тваринних організмів, створена на основі їх комплексного всебічного вивчення. Вона розробляє класифікацію тварин, тобто розподіл тваринного світу на певні споріднені групи.

### **2. Загальна характеристика царства Тварини**

Тварини – найчисленніше за різноманітністю і кількістю видів (близько 1,5 млн видів) царство еукаріотичних організмів.

Два існуючих на Землі підцарства тварин – одноклітинних і багатоклітинних вчені об'єднали в одну систематичну групу царство на підставі наступних, характерних ознак (табл. 6.1):

- Гетеротрофний спосіб живлення;
- Рухливість, активність;
- Змінна форма тіла;
- Зростання, обмежене певним періодом життя;
- Подразливість, що виявляється в таксисів у одноклітинних і рефлексках у багатоклітинних;
- В їх еукаріотичних клітинах відсутні міцні клітинні стінки, пластиди, великі вакуолі;
- Запасною речовиною клітин є глікоген.

## Загальна система тваринного світу

### Царство Тварини (*Zoa*)

Царство тварин поділяють на два підцарства:

**підцарство Одноклітинні (*Protozoa* або *Protista*)**

**підцарство Багатоклітинні (*Metazoa*).**

*Підцарство Найпростіші або Одноклітинні (*Protozoa*)*

Тип Саркомастігофори (*Sarcomastigophora*)

Тип Апікомплекси (*Apicomplexa*)

Тип Міксоспоридії (*Myxozoa*)

Тип Мікроспоридії (*Microspora*)

Тип Інфузорії (*Ciliophora*)

Тип Лабіринтули (*Labirinthomorpha*)

Тип Асцетоспоридії (*Ascetospora*)

*Підцарство Багатоклітинні (*Metazoa*)*

Надрозділ Фагоцителоподібні (*Phagocytellozoa*)

Тип Пластинчасті (*Placozoa*)

Надрозділ Паразої (*Parazoa*)

Тип Губки (*Porifera* або *Spongia*)

Надрозділ Еуметазої (*Eumetazoa*)

Розділ Променисті (*Radiata*)

Тип Кишковопорожнинні (*Coelenterata*)

Тип Реброплави (*Ctenophora*)

Розділ Білатеральносимметричні (*Bilateria*)

Підрозділ Безпорожнинні (*Acoelomata*)

Тип Плоскі черв'яки (*Plathelminthes*)

Тип Нематгельмінти або Круглі черв'яки (*Nemathelminthes*)

Тип Немертини (*Nemertini*)

Підрозділ Вториннопорожнинні (*Coelomata*)

Тип Кільчасті черви (*Annelida*)

Тип Молюски (*Mollusca*)

Тип Оніхофори (*Onychophora*)

Тип Членистоногі (*Arthropoda*)

Тип Погонофори (*Pogonophora*)

Тип Щупальцеві (*Tentaculata*)

Тип Щетинкощелепні (*Chaetognatha*)

Тип Голкошкірі (*Echinodermata*)

Тип Напівхордові (*Hemichordata*)

Тип Хордові (*Chordata*)

*Царство Тварини* налічує приблизно 1,5 млн. видів. Тварини заселили всі середовища життя: водне, наземно-повітряне, ґрунт. Для багатьох видів тварин середовищем життя є інші тварини, людина чи рослини.

*Місце тварин у природі.* Всі тварини – гетеротрофи, як виняток – міксотрофи, для яких характерний змішаний тип живлення (евглена зелена); входять до складу біоценозів; є ланками ланцюгів живлення; сприяють

колообігу речовин та хімічних елементів у біосфері, перетворенню енергії у природі тощо.

Клітини, що входять до складу багатоклітинних організмів тварин, диференціюють у процесі онтогенезу, тобто, відрізняючись за формою та будовою, пристосовуються до виконання характерних функцій. Наприклад, основною функцією м'язової клітини є скорочення, нервової клітини – утворення та проведення нервових імпульсів тощо. Схожі за будовою та функціями клітини разом із міжклітинною рідиною утворюють *тканини* (епітеліальну, м'язову, сполучну та нервову), тканини утворюють *органи*, а органи об'єднуються в *системи органів*. Системи органів бувають: *фізіологічні* – анатомічне об'єднання органів для виконання фізіологічних функцій (система органів дихання, травлення, кровоносна система та ін.); *функціональні* – тимчасове об'єднання органів для виконання певної функції організмом тварини (наприклад, коли тварина біжить, то до складу її функціональної системи органів входять опорно-рухова, дихальна, кровоносна та нервова фізіологічні системи). Системи органів утворюють *організм*.

Таблиця 6.1

Подібність та відмінність тварин, рослин та грибів

Ознаки	Тварини	Рослини	Гриби
Структурна одиниця	Клітина	Клітиа	Клітина
Клітина оточена	Мембраною	Мембраною та оболонкою, що містить целюлозу	Мембраною та оболонкою, що містить хітин
Пластиди	Немає	Є	Немає
Вакуолі	Лише у найпростіших	Великі з клітинним соком	Немає
Запасні вуглеводи	Глікоген	Крохмаль	Глікоген
Тканини	Епітеліальна, сполучна, м'язова, нервова	Покривна, твірна, основна, провідна, механічна, видільна	Окремі нитки – гіфи
Живлення	Гетеротрофне, іноді міксотрофне (змішане)	Автотрофне	Гетеротрофне
Травлення	Травна система, травні вакуолі	Речовини надходять осмотично	Речовини надходять осмотично
Рух	Амебоїдний, джгутиковий, війчастий, м'язовий	Ростовий, тургорний	Ростовий
Подразливість	Таксиси, рефлексии	Тропізми, настії	Немає

Для тварин, як і для всіх організмів, характерний *життєвий цикл* – сукупність всіх фаз розвитку організму тварини від запліднення до зрілості та здатності відтворити собі подібних. Життєвий цикл тварин буває: *простий*, коли відбувається прямий розвиток особини (павуки, ссавці, плазуни); та *складний*, коли відбувається *метаморфоз* (перетворення) та чергування поколінь, наприклад, у травневого хруща: яйце – личинка – лялечка – доросла особина (імаго); у жаби: яйце – пуголовок – доросла особина.

**Систематика тварин.** Бінарну номенклатуру запровадив шведський природознавець Карл Лінней, який запропонував називати види рослин та тварин двома словами: перше слово – це *родова назва*, друге – *видова*. Наприклад: лелека білий, вуж звичайний, кульбаба лікарська, липа серце листа та ін. Основними *таксонами* (одиницями класифікації) тварин є: *царство, тип, клас, ряд, родина, рід, вид*.

Наприклад, розглянемо місце ведмедя бурого у системі класифікації:

- *царство Тварини;*
- *тип Хордові;*
- *клас Ссавці;*
- *ряд Хижі;*
- *родина Ведмежі;*
- *рід Ведмідь;*
- *вид Ведмідь бурий.*

Існують також проміжні таксони, наприклад, підцарство, підвид, надклас.

### Підцарство Одноклітинні тварини.

#### **Тип Найпростіші**

Тип Найпростіші налічує 70 тисяч видів, переважна більшість яких – одноклітинні, але є й колоніальні форми (вольвокс). Клітина одноклітинних організмів виконує всі функції цілісного організму: обмін речовин, живлення, розмноження, дихання, ріст та розвиток (табл. 6.2).

*Амеба протей* (рис. 6.1). Розміри клітини 0,2-0,5 мм. Густина цитоплазми трохи



перевищує густину води. *Протоплазма* (внутрішній вміст клітини разом з ядром) складається з двох шарів: зовнішньої прозорої *ектоплазми* та внутрішньої зернистої *ендоплазми*. Клітина містить також ядро, травні вакуолі та скоротливу вакуолю. Оточена клітина плазматичною мембраною. Амеба не має постійної форми тіла, що пояснюється здатністю плазми скорочуватись та відсутністю оболонки. Зі стінок клітини випинаються псевдоподії (псевдоніжки) різної форми та розмірів. Вони різні у різних видів

Рис. 6.1 Будова Амеби протей

амеб: в одних – короткі й заокруглені, в інших – довгі й утворюють ніби сітку. За допомогою псевдоніжок амеба рухається, переливаючи свою цитоплазму в одні псевдоніжки та втягуючи інші. Зовнішній шар цитоплазми (ектоплазма) більше концентрований ніж внутрішній та вкритий плазматичною мембраною. Коли псевдоніжки амеби натикаються на щось поживне (менший найпростіший організм чи часточку мертвого організму, вони обтікають їжу з усіх боків і замикають її у міхурець – травну вакуолю. Цей процес називають *фагоцитозом*. До травної вакуолі надходять травні соки, що розщеплюють поживні речовини, а неперетравлені рештки викидаються назовні. Розмножуються амеби поділом клітини навпіл. Поділу клітини передують мітотичний поділ ядра.

Для амеб характерна подразливість. Вони рухаються у напрямку від світлішої частини водойми до більш затемненої, в напрямку до їжі, від високої концентрації солей до малої. За несприятливих умов, коли водойма пересихає або восени, коли вода холоднішає, амеба втягує псевдоніжки, заокруглюється, виділяє назовні речовину, яка утворює товсту оболонку, і перетворюється на *цисту*. У формі цисти амеба може існувати тривалий час. Цисти зовні мають різноманітні випини, можуть чіплятися, наприклад, до тіла водоплавних птахів, що сприяє поширенню виду.

*Евглена зелена* (рис.6.2). Розміри евглени зеленої становлять 0,05-0,06 мм.



Рис. 6.2 Будова *Евглени зеленої*

Клітина її веретеноподібна, на передньому кінці містить глоткову заглибину, з дна якої відходить один джгутик. За допомогою коливань джгутика евглена рухається, крім того рухи джгутика спрямовують у глотку дрібні органічні частинки. Частиною джгутика є базальне тіло, заглиблене в клітину. Ядро евглени міститься у центрі клітини, скоротлива вакуоля – на передньому кінці. Поряд із вакуолею є світлочутливе вічко або стигма (яскраво-червона пляма). Вічко дає змогу тварині сприймати світло та рухатись у водоймі в напрямку до нього (позитивний фототаксис). *Евглена* містить зелені хроматофори з хлорофілом і на світлі здатна жити автотрофно, як зелені рослини. Такий тип живлення (на світлі автотрофний, а у темряві – гетеро-

трофний) називають *міксотрофним* або *змішаним*. Зайва вода та продукти обміну видаляються назовні через скоротливу вакуолю. Постійної форми клітині евглени зеленої надає *пелікула*, що являє собою тоненьку плівку, утворену ущільненим поверхневим шаром протоплазми. Розмножується евглена зелена поділом клітини у поздовжньому напрямку. За несприятливих умов здатна утворювати цисту.

*Інфузорія туфелька* (рис. 6.3). Розміри клітини становлять 0,1-0,3 мм. Живуть інфузорії туфельки в забруднених прісних водоймах, де є багато гнильних бактерій. Тіло інфузорії вкрите пелікулою, крізь яку проходять війки – рухливі вирости *ектоплазми*. Війки швидко коливаються і слугують для руху та притягування їжі. Рівні за розміром війки рівномірно розміщені по всій клітині, тільки поблизу клітинного рота вони довші. Клітинний рот та клітинна глотка слугують для захоплення їжі та утворення травних вакуоль. Неперетравлені рештки виводяться назовні через порошицю.

Протоплазма інфузорії диференційована на ектоплазму та ектоплазму. Ектоплазма утворює пелікулу, під якою містяться дуже тонкі скоротливі волокна



Рис. 6.3 Будова інфузорії туфельки

– *міонем*, розміщені у напрямку поздовжньої осі тіла. Війки утворюють ряди відповідно до міонем. В інфузорії туфельки є дві скоротливі вакуолі з привідними каналцями. Вони скорочуються по черговому через кожні 10-15 с. Основними функціями скоротливих вакуоль є видалення з клітини продуктів обміну та зайвої води. Травні вакуолі утворюються біля клітинної глотки, рухаються особливим шляхом по клітині, перетравлюючи їжу, а неперетравлені рештки викидаються через порошицю. Травні соки надходять у травні вакуолі з ектоплазми. У ектоплазмі розміщені два ядра: велике вегетативне (регулює обмін речовин) та мале генеративне (контролює процес розмноження). Розмножуються інфузорії переважно поділом клітини упоперек. У цьому випадку велике ядро ділиться шляхом мітозу. Для інфузорій, окрім нестатевого розмноження, характерний статевий процес – *кон'югація*. Іноді інфузорії злипаються по

парно сторонами, де розміщені клітинні роти, і плавають разом. У цей час мале ядро кожної інфузорії ділиться двічі шляхом мітозу, потім по три з цих нових ядер знищуються (виштовхуються назовні або розсмоктуються). Великі ядра розпадаються на окремі частини, які також поступово розсмоктуються. У кожній з кон'югуючих інфузорій залишається по одному малому ядру. Ці малі ядра діляться шляхом мейозу. Одне дочірнє ядро (мале жіноче ядро) залишається в материнській клітині, інше (чоловіче ядро) – переходить до клітини іншої інфузорії через цитоплазматичний місток, що утворився у місці злиття двох клітин. Таким чином інфузорії обмінюються малими чоловічими ядрами. Материнське жіноче ядро зливається з чоловічим ядром іншої інфузорії, утворюючи нове ядро. Таким чином між двома інфузоріями

відбувається обмін генетичним матеріалом. З нового ядра у кожній інфузорії поділом утворюються одне велике та одне мале ядра. Після статевого процесу інфузорія з оновленим генетичним матеріалом кілька поколінь розмножується простим поділом клітини. Статевий процес у інфузорії туфельки урізноманітнює спадкову мінливість. Це збільшує пристосувальні можливості організму до змін умов навколишнього середовища.

### Морські одноклітинні

*Форамініфери* – виключно морські види (рис. 6.4). Відрізняються кулястою формою тіла, тонкими довгими *псевдоніжками*, що розходяться від клітини

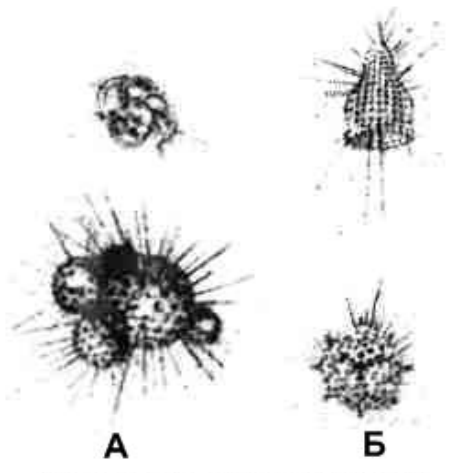


Рис. 6.4 Морські одноклітинні:  
А – форамініфери; Б – радіолярії

радіально, а також наявністю *черепашки* з карбонату кальцію та органічних речовин або піщинок, що налипають до слизу, який вкриває клітину. Форамініфери можуть жити на дні моря, на водоростях або плавати у товщі води. Черепашка пронизана великою кількістю дрібних *пор* і має широкий отвір – *устя*. Через пори й устя виходять численні псевдоніжки, які галузяться, а в певних місцях зливаються між собою, утворюючи ловильну сітку. Живляться форамініфери дрібними одноклітинними, а також часточками органічної речовини. Клітини форамініфер містять одне або кілька ядер.

*Радіолярії* загальною організацією нагадують форамініфер (рис. 6.4). Головною відмінністю радіолярій є наявність внутрішньоклітинної оболонки – центральної капсули. Позакапсулярна плазма, що лежить навколо центральної капсули, складається з великої кількості окремих комірок, порожнини яких заповнені драглистою речовиною, багатою на воду. Від позакапсулярної плазми відходять радіально розміщені, схожі на промені псевдоніжки. Центральна капсула являє собою внутрішньоклітинний скелет, що захищає внутрішньокапсульну частину клітини. У переважної більшості радіолярій дуже гарний кремнеземовий скелет, що може мати форму решітчастих куль, вкладених одна в одну, сітчастих сфер, шоломоподібних черепашок, кілець тощо. Центральна капсула пронизана отворами, через які внутрішня плазма сполучається із зовнішньою. Внутрішня плазма містить одне або кілька ядер. Одні псевдоніжки радіолярій відходять від внутрішньої плазми і, проходячи через отвори центральної капсули, далеко виступають назовні. Інші починаються у зовнішній плазмі і значно коротші. Розмножуються радіолярії поділом, який починається у центральній капсулі. У результаті такого поділу в материнській центральній капсулі можуть розміщуватися численні дочірні центральні капсули, які потім руйнують материнську центральну капсулу та зовнішню плазму і виходять назовні. Іноді у радіолярій відбувається розмноження з утворенням зооспор, яких у центральній капсулі утворюються сотні і навіть тисячі.

Таблиця 6.2.

## Порівняльна характеристика прісноводних найпростіших

Класи	Саркодові	Джгутикові	Інфузорії
Представники	Амеба протей	Евглена зелена	Інфузорія туфелька
Розміри	0,2-0,5 мм	0,05-0,06 мм	0,1-0,3 мм
Будова	Мембрана, цитоплазма, ядро, пульсуюча вакуоля, травні вакуолі; утворює псевдоніжки	Пелікула, ядро, вічко, джгутик, хроματοфори	Пелікула, війки, передротова западина, клітинний рот, скоротливі вакуолі, травні вакуолі, генеративне ядро (мале), вегетативне ядро (велике), порошиця
Органели руху	Несправжні ніжки (псевдоподії)	Джгутик	Війки
Живлення	Утворення травних вакуоль	На світлі – фотосинтез, у темряві готує органічні речовини поглинає з середовища	Передротова заглибина – клітинний рот – глотка – травна вакуоля – порошиця.
Дихання	Дифузія газів через всю поверхню клітини	Дифузія газів через всю поверхню клітини	Дифузія газів через всю поверхню клітини
Виділення та осморегуляція	Через поверхню клітини та скоротливу вакуолю	Через поверхню клітини та скоротливу вакуолю	Через поверхню клітини та через дві скоротливі вакуолі з привідними каналцями
Розмноження	Нестатеве, поділ клітини на дві дочірні	Нестатеве, поділ клітини на дві дочірні	Нестатеве, поділ клітини на дві дочірні, статевий процес – кон'югація
Подразливість	Таксиси на концентрацію речовин, механічну дію	Таксиси на концентрацію речовин, механічну дію, позитивний фототаксис	Таксиси на концентрацію речовин, механічну дію
Інцистування	Втягує псевдоніжки, викидає частки їжі, зовнішній шар цитоплазми виділяє щільну оболонку	Відкидає джгутик, клітина заокруглюється, виділяє щільну оболонку	Відкидає війки, клітина заокруглюється, виділяє щільну оболонку

Кожна зооспора має два джгутики. Оболонка материнської капсули розривається, і зооспори виходять назовні. У плазмі радіолярій можуть жити одноклітинні водорості, які діляться незалежно від самої радіолярії.

*Одноклітинні ґрунту.* Видів ґрунтових найпростіших порівняно мало. До них належать дрібні види, що пристосувалися до життя у тонких плівках вологи ґрунтових капілярів: Вони здатні до швидкого інцистування у разі пересихання ґрунту і до швидкого виходу з цист у сприятливих умовах. У 1 г налічується бути від 6 до 380 тисяч найпростіших. Переважну більшість цієї фауни становлять – джгутикові, потім амеби, а число інфузорій не перевищує кількох сотень на 1 грам вологого ґрунту. Найпростіші живуть тільки у поверхневих шарах ґрунту до глибини 30-50 см.

Ґрунтові найпростіші, розкладаючи органічні речовини ґрунту, беруть участь у процесах ґрунтоутворення. Ґрунтові найпростіші, знищуючи азотфіксуючих бактерій, спричиняють зменшення фіксації атмосферного азоту, а отже, й зменшення частки сполук нітрогену в ґрунті.

Найпростіші використовують як середовище існування інші організми, при цьому різні види можуть співіснувати взаємовигідно (*мутуалізм*) або ж найпростіші паразитують в інших організмах (*паразитизм*). Наприклад, мутуалістичні джгутикові поширені в кишечнику деяких комах (тарганів та термітів). Вони допомагають комахам перетравлювати клітковину, на яку багата їхня їжа, оскільки самі комахи не здатні виробляти необхідні ферменти.

***Паразитичні найпростіші.*** *Дизентерійна амеба*, паразитуючи на слизовій оболонці кишечника людини, спричиняє амебну дизентерію або амебіаз. Вона пристосована до руйнування клітин кишкового епітелію. Ектоплазма дизентерійної амеби більш щільна, що надає міцності її псевдоподіям, якими паразит прокладає собі шлях між епітеліальними клітинами кишки. Дизентерійна амеба, заглиблюючись у стінки кишки, може спричинити виразки та нагноєння. Вона також може переноситися кров'ю та утворювати гнояки в печінці, легенях та інших внутрішніх органах. Основним симптомом ураження дизентерійною амебою є кривавий пронос, що дуже виснажує хворого. То затишаючи, то посилюючись, дизентерія може тривати роками. В історії медицини відомий випадок, коли дизентерія мучила хворого 34 роки. Смертність від дизентерії за відсутності лікування становить 18–40%. Зараження дизентерійною амебою відбувається через пиття забрудненої води, у якій є цисти паразита, що потрапили у воду разом із випорожненнями.

*Трипаносом* відомо понад 60 видів. Ці хвороботворні джгутиконосці – паразити плазми крові хребетних тварин та людини. Трипаносоми, що паразитують в організмі людини, спричиняють *сонну хворобу*. Хвороба починається слабкою пропасницею, а закінчується глибоким виснаженням, непереборною сонливістю та смертю. Причиною хворобливих симптомів є токсини, які виділяють трипаносоми у кров хворого. Ці токсини через спинномозкову рідину впливають на нервові клітини спинного та головного мозку.

Переносниками сонної хвороби є кровосисні мухи *цеце* та *ківу*. Із кров'ю хворої людини до організму мухи потрапляють трипаносоми. У організмі мухи

вони розмножуються. Якщо така муха вкусить здорову людину, вона заразить її паразитом. Боротьба із сонною хворобою ускладнюється тим, що носіями хвороби є антилопи, але хвороба у них перебігає легко.

*Лейшманії* – паразитичні джгутиконосці, що спричиняють утворення шкірних виразок, які не гояться протягом 1–2 років. Лейшманії можуть вражати й внутрішні органи: печінку та селезінку. Трапляється така хвороба найчастіше у Закавказзі та Середній Азії. Переносять лейшманій москіти.

*Лямблії* – паразитичні джгутиконосці завдовжки 0,015 мм. Паразитують у кишечнику та протоках печінки людини. Лямбліями уражені до 40% дітей. На черевному боці у лямблії знаходяться дві присоски, якими вона прикріплюється до стінки кишечнику чи протоки печінки. Зараження лямбліями може не мати шкідливих наслідків, а може супроводжуватися порушеннями роботи кишечнику та печінки.

*Малярійний плазмодій* є збудником малярії. Переносять збудника малярії від хворих людей до здорових малярійні комарі. Під час укусу зі слиною зараженого комара до організму здорової людини потрапляють рухливі клітини малярійного плазмодія. Спочатку паразит потрапляє до клітин печінки, де розмножується нестатевим шляхом, потім вражає еритроцити, де живиться, росте й знову нестатевим розмножується. У одному еритроциті може утворюватися від 12 до 24 нових паразитів. Вони розривають уже мертвий еритроцит і вражають нові еритроцити. Враження нових еритроцитів відбувається одночасно, що обумовлює періодичність повторення приступів пропасниці. Залежно від виду паразита, приступи можуть повторюватися через кожні 24, 48 або 72 години. Хвороба супроводжується недокрів'ям, збільшенням печінки та селезінки, які вражаються паразитом. Через деякий час нестатеве розмноження паразита в крові людини змінюється утворенням *гаметоцитів*, подальший розвиток яких можливий тільки в організмі самки малярійного комара. Гаметоцити з кров'ю хворої людини після укусу потрапляють до організму самки малярійного комара. У просвіті кишечнику самки гаметоцити перетворюються на *гамети* та зливаються, утворюючи *зиготу*. Зигота прикріплюється до підепітеліального шару кишковика самки комара і перетворюється на *ооцисту*. Всередині ооцисти відбувається поділ ядра, її вміст розпадається на кілька десятків червоподібних *спорозоїтів*. Спорозоїти залишають зиготу та з кров'ю комара переносяться до його слинних залоз. Під час укусу таким комарем збудник з його слиною потрапляє до організму людини. Кров'ю людини та тварин живляться лише самки комарів, оскільки їм потрібні білки для утворення яєць. Самці живляться тільки соками рослин.

#### **Контрольні запитання:**

1. Що вивчає наука зоологія?
2. Надайте характеристику підцарству Одноклітинні (Protozoa).
3. Надайте загальну характеристику основних типів Найпростіших.
4. Наведіть представників підцарства Одноклітинних тварин

## Лекція 7. Підцарство Багатоклітинні. Тип Кишководорожнинні.

**Мета:** вивчити загальну характеристику підцарства Багатоклітинні, особливості типу Кишководорожнинні, знати представників класу Кишководорожнинних, їх значення у природі та житті людини.

**Основні поняття:** брунькування, радіальна (променева) симетрія тіла, медуза, поліп, жалкі клітини, підошва гідри аборальна пара, кнідоциль, проміжні клітини, регенерація, гонади, планула, сцифістома, ефіра.

### План

1. Загальна характеристика підцарства Багатоклітинні.
2. Загальна характеристика типу Кишководорожнинні.
3. Характеристика основних класів Кишководорожнинних.
4. Риси ускладнення Кишководорожнинних порівняно з Найпростішими.
5. Значення Кишководорожнинних у природі та житті людини.

### 1. Загальна характеристика підцарства Багатоклітинні

Багатоклітинні характеризуються тим, що їх тіло складається з багатьох клітин та їх похідних, які диференційовані до виконання різних функцій. Клітини втрачають свою індивідуальність, стають частинами складного організму і, об'єднуючись, утворюють тканини: епітеліальну, внутрішнього середовища, м'язову, нервову.

Особливістю багатоклітинних є багатошарове розташування їхніх клітин, завдяки чому зовнішні клітини утворюють суцільний шар, що відокремлює тіло тварини від зовнішнього середовища. У такий спосіб у багатоклітинних виникає *внутрішнє середовище організму*, де містяться всі клітини тіла та підтримується постійність його фізикохімічних параметрів.

Багатоклітинним організмам властиве *нестатеве, вегетативне і статеве* розмноження. *Нестатеве і вегетативне* розмноження багатоклітинних – це форми розмноження без участі статевих клітин. Розмноження може відбуватися двома способами: *поділом (поперечним, поздовжнім або неупорядкованим) та брунькуванням*.

**Брунькування** – один із способів вегетативного розмноження, яке здійснюється шляхом відокремлення від материнського організму одного або кількох багатоклітинних утворів – бруньок, що згодом розвиваються в самостійні організми. Брунькування буває *зовнішнім або внутрішнім*.

Переважаючою формою, а в деяких групах і єдиною, є *статеве розмноження*, інколи відбувається *партеногенетично* (розвиток нового організму з незаплідненої яйцеклітини). Статеве розмноження у багатоклітинних здійснюється за допомогою спеціальних статевих клітин. Гамети, що утворюються з статевих клітин, внаслідок гаметичної редукції одержують гаплоїдний набір хромосом ( $n$ ). Решта клітин тіла багатоклітинних організмів – соматичні (від грецьк. soma – тіло). Вони – диплоїдні ( $2n$ ).

Характерною особливістю багатоклітинних є те, що статеві клітини – *яйцеклітини (макрогамети) та сперматозоїди (мікрогамети)* різняться не лише

за розміром, але й за структурою. Типова будова сперматозоїда – видозмінений джгутиконосець. Нерухомий сперматозоїд має назву спермію (у нематод, десятиногих раків тощо). Яйцеклітини (яйця) нерухомі, позбавлені джгутиків і мають переважно сферичну форму. Деякі яйцеклітини рухаються амебоїдно (наприклад, у гідри). У цитоплазмі яйцеклітини більшості тварин містяться жовткові гранули – запаси поживних речовин (білків, полісахаридів, жирів), а також нуклеїнові кислоти, ферменти. У деяких груп багатоклітинних тварин (паразитичні перетинчастокрилі комахи) яйцеклітини практично не мають жовтка. В яйцеклітині (яйці) розрізняють два полюси: анімальний, де міститься ядро, і протилежний – вегетативний, який є зоною інтенсивного обміну речовин. Яйце оточене однією або декількома оболонками, склад і будова яких у різних тварин різняться.

Життєвий цикл в усіх багатоклітинних характеризується складним індивідуальним розвитком – *онтогенезом*, у процесі якого із заплідненого яйця утворюється дорослий організм. Онтогенез багатоклітинних включає декілька етапів. Спочатку утворюються гамети (гаметогенез). При цьому недиференційовані диплоїдні клітини мейотично діляться й утворюються гаплоїдні яйцеклітини і сперматозоїди. Після запліднення починається дробіння яйця, яке завершується утворенням одношарового зародка – *бластули*.

Після закінчення дробіння починаються процеси диференціації та переміщення клітин (гаструляція), які спочатку призводять до утворення двох або трьох зародкових листків (ектодерми, ентодерми та мезодерми), а пізніше – зачатків органів.

Значна частина онтогенезу, а саме *ембріональний розвиток або ембріогенез* (від грецьк. *embryon* – зародок, *genesis* – походження), проходить під покривом яйцевих оболонок (або в тілі материнського організму). Після виходу з яйця (або народження) особини починається її *постембріональний розвиток*, який буває *прямим* (коли молодий організм подібний за будовою до дорослого) або супроводжується *метаморфозом* (перетворенням).

Під час прямого розвитку з яйця виходить особина, яка відрізняється від дорослої лише розмірами та недорозвиненими статевими органами (олігохети, п'явки, більшість турбеларій). Розвиток з метаморфозом (перетворенням) характеризується різноманітними личинковими фазами, які відрізняються від дорослого організму за будовою та способом життя. У багатьох безхребетних із зовнішнім скелетом або товстою кутикулою (нематоди, членистоногі) ріст личинок супроводжується линьками.

**2. Загальна характеристика типу Кишковопорожнинні (Cnidaria або Coelenterata).** Представники типу Кишковопорожнинні (медузи, актинії, гідри) – найнижче організовані серед багатоклітинних тварин.

До типу Кишковопорожнинних належить 10 тис. видів, що ведуть виключно водний і переважно морський спосіб життя. Серед них трапляються форми, які вільно плавають, сидять, прикріплені до дна або до підводних предметів. Багатьом кишковопорожнинним властиве яскраве забарвлення. Це у поєднанні із своєрідною формою надає їм особливої краси.

У кишковопорожнинних можна виокремити такі особливості:

- 1) багатоклітинність;
- 2) відсутність справжніх органів і систем органів, а є лише поліфункціональні пласти – *епідерма та гастродерма*; вони утворюються відповідно з двох зародкових листків: зовнішнього – *ектодерми і внутрішнього – ентодерми*; між ними формується середній шар – *мезогля* (від грецьк. *mesos* – середній, *glia* – клей), який майже позбавлений клітин;
- 3) *радіальна (променева) симетрія тіла*, коли через поздовжню вісь тіла можна провести кілька уявних площин, які поділяють його на кілька однакових частин; така симетрія пов'язана з водним, прикріпленим і плаваючим способом життя;
- 4) диференціювання клітин на низку спеціалізованих клітинних типів (епітеліально-м'язові, жалкі, нервові, травні, залозисті, проміжні);
- 5) наявність нервової системи, що утворена з окремих клітин, які з'єднані між собою відростками; таку нервову систему називають дифузною;
- 6) наявність внутрішньопорожнинного травлення;
- 7) більшості представників типу властиві життєві форми: медуза і поліп (рис. 7.1).

- *медузи* – поодинокі, вільно плаваючі організми, їхнє тіло має форму парасольки або дзвона, із щупальцями по краях;

- *поліпи* ведуть нерухомий або малорухомий спосіб життя; часто утворюють колонії; їхнє тіло циліндричної форми, на верхньому кінці розташований рот, оточений щупальцями;

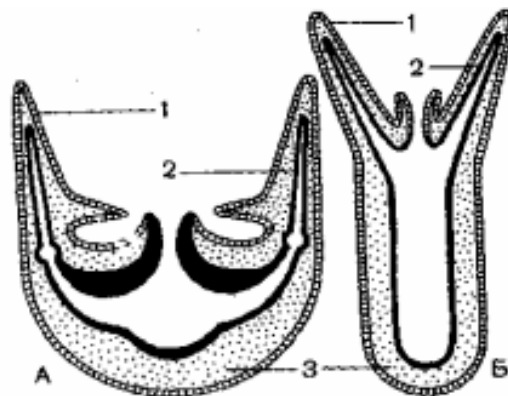


Рис. 7.1 Схема будови медузи (А) і поліпа (Б) (за Догелем, 1981):

- 8) розміри варіюють від кількох міліметрів до кількох метрів; так, медуза ціанея має парасольку до двох метрів у діаметрі, а щупальця – до трьох метрів завдовжки.

Тип Кишковопорожнинні поділяється на три класи:

- клас Гідроїдні (Hydrozoa);
- клас Сцифоїдні або Сцифомедузи (Scyphozoa)
- клас Коралові поліпи (Anthozoa).

### 3. Характеристика основних класів кишковопорожнинних

Клас Гідроїдні (*Hydrozoa*) об'єднує близько 4 тис. видів, які ведуть прикріплений і плаваючий спосіб життя та мають розміри від кількох міліметрів до 1 м. Типовий представник цього класу – гідра прісноводна.

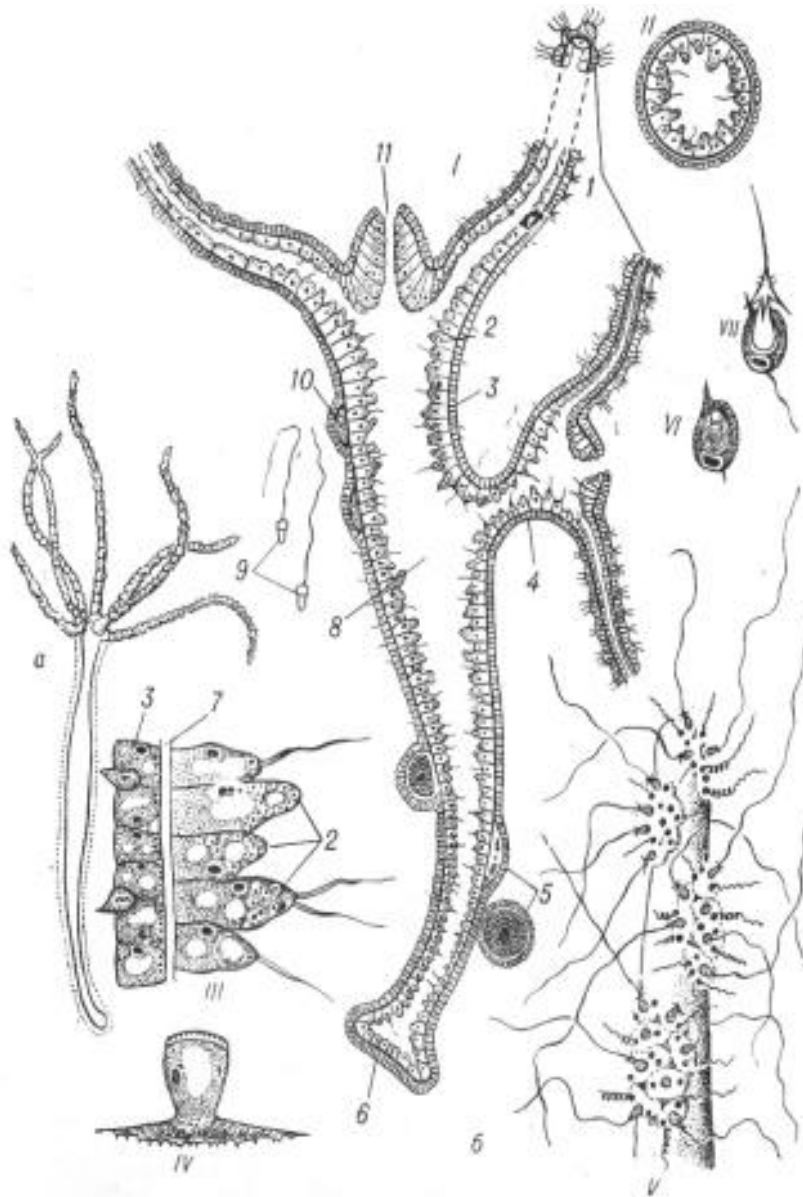


Рис. 7.2 Гідра прісноводна (за Догелем, 1981).

Загальний вигляд (а) і внутрішня будова (б): I – повздовжній зріз; II – поперечний зріз; III – частина поперечного зрізу при сильному збільшенні; IV – епітеліально-м'язова клітина; V – кінець щупальця з викинутими жалкими клітинами; VI – VII – жалкі клітини; 1 – щупальця; 2 – ентодерма; 3 – ектодерма; 4 – молода гідра, що вибруньковується; 5 – жіноча гонада – яєчник і яйце; 6 – підошва з аборальною порою; 7 – мезодерма; 8 – гастральна порожнина; 9 – сперматозоїди; 10 – чоловічі гонади – сім'яники; 11 – ротовий отвір.

Ця двошарова водяна тварина має променеву симетрію. Тіло її мішкоподібне, витягнуте, завдовжки до 1,5 см.

Нижній кінець тіла – *підощва*, що має в ектодермі залозисті клітини, які виділяють клейку речовину. Крім того у підощві є *аборальна пора*. Це свого роду присосок, що діє разом із клейкою речовиною і щільно прикріплює підощву до субстрату (каміння, рослини).

На протилежному від підощви кінці тіла гідри розташований *рот*, оточений щупальцями (від 5 до 12) із жалкими клітинами. Рот веде у кишкову або гастральну (від грецьк. *gastros* – шлунок), порожнину.

Зовнішній шар тіла гідри – *ектодерма* складається з неоднорідних клітин:

- *епітеліально-м'язові* клітини, зовнішня частина яких утворює покриви, а внутрішня витягнута у скоротливе м'язове волокно; ці волокна забезпечують рух щупалець і скорочення тіла, за їх допомогою гідра може рухатися, повільно пересуваючись на підощві або «крокуючи», поперемінно ступаючи на підощву і щупальця;

- між епітеліально-м'язовими клітинами, особливо на щупальцях та навколо рота, розташовані *жалкі або кропив'яні клітини*, що служать для захисту та нападу; кожна клітина має капсулу, заповнену отруйною речовиною; поряд міститься спіралью закручена нитка з чутливим відростком – *кнідоцилем*; при подразненні кнідоциля капсула скорочується, назовні викидається кропивна нитка, вкрита шипами, і ранив'є тіло жертви, паралізуючи його отрутою;

- під епітелієм розташовані *нервові клітини* зірчастої форми, з'єднані між собою відростками; це примітивної будови *дифузна нервова система*, яка забезпечує рефлекторну діяльність тварини;

- *проміжні клітини* – це неспеціалізовані дрібні клітини, завдяки яким відбувається відновлення втрачених клітин (*регенерація*). У гідри чудово виражена здатність до регенерації втрачених частин тіла. Навіть 1/200 частина тіла тварини може дати початок новому організмові.

Під ектодермою міститься неклітинна *мезогля*.

До складу внутрішнього шару клітин – *ентодерми* входять:

- *проміжні клітини*, завдяки яким відбувається відновлення втрачених клітин (регенерація);

- *травні клітини*, що мають: а) м'язові відростки, які забезпечують рухи гідри; б) джгутики, які забезпечують пересування їжі в кишковій порожнині; травні клітини здатні утворювати псевдоніжки, якими захоплюють дрібні часточки їжі, що перетравлюються всередині клітини за допомогою травних вакуоль (*внутрішньоклітинне травлення*);

- *залозисті клітини*, які виділяють травний сік у кишкову порожнину, де частково відбувається процес травлення (*порожнинне травлення*); таким чином, у прісноводної гідри поєднується *внутрішньоклітинне і порожнинне травлення*.

*Гідра* – хижак, живиться дрібними водними тваринами (планктонними найпростішими, рачками, коловертками, червами і мальками риб), яких ловить довгими щупальцями. *Продукти обміну речовин* осмотично видаляються в гастральну порожнину, з якої разом із неперетравленими рештками їжі через ротовий отвір викидаються назовні.

Дихає гідра киснем, розчиненим у воді, поглинаючи його всією поверхнею тіла.

Розмножуються гідри як нестатевим, так і статевим способами. За сприятливих умов (влітку) переважає нестатеве розмноження – брунькування: на тілі гідри утворюються 1-3 бруньки, які з часом відокремлюються від материнського організму. Восени гідри розмножуються статевим способом. В ектодермі тіла гідри утворюються статеві залози – гонади (від грецьк. *gonao* – народжую): чоловічі – сім'яники, в яких дозрівають сперматозоїди; жіночі – яєчники, в яких дозрівають яйцеклітини. Отже, ці тварини двостатеві (гермафродити). Запліднення перехресне, здійснюється чужими сперматозоїдами, які плавають у воді. Із заплідненої яйцеклітини – зиготи утворюється двошарова личинка із зачатками кишкової порожнини – планула, яка пересувається у воді й зимує на дні водоймища. Доросла гідра восени гине. Навесні із заплідненого яйця розвивається новий поліп.

У водоймах найчастіше зустрічаються такі види гідр: стебельчаста, звичайна, тонка і зелена.

Крім гідри, до гідроїдних належать дрібні гідроїдні медузи (хрестовичок) та морські колоніальні поліпи (португальський кораблик або фізалія).

**Клас Сцифоїдні або Сцифомедузи (Scyphozoa)** об'єднує 200 видів, що живуть тільки в морях. Медузи мають складнішу будову, ніж поліпи, обумовлену пристосуванням до плаваючого, рухливого способу життя. Тіло їх прозоре, має форму дзвона (діаметр – від декількох сантиметрів до 2 м) зі щупальцями по краях (рис. 7.3).

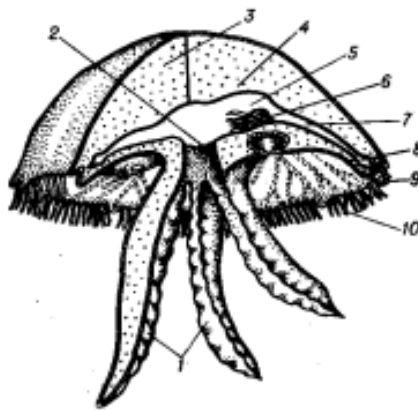


Рис. 7.3 Будова сцифоїдної медузи (за Догелем, 1981):

1 – ротіві лопаті; 2 – ротівий отвір; 3, 4 – мезоглея; 5 – шлунок; 6 – гонада; 7 – радіальний канал; 8 – кільцевий канал; 9 – ропалій; 10 – щупальця.

Стінки тіла медузи утворені з двох шарів клітин. Це нагадує гідру, проте з тією різницею, що у гідри обидва шари розділені дуже тонким прошарком мезоглеї, а у медузи мезоглея являє товстий драглистий прошарок, який становить основну масу її тіла. У цьому набряклому драгли- 80 стому шарі стільки води і так мало твердої речовини, що якщо медузу вийняти з води, то після висихання вона перетвориться на тонку суху плівочку. Сцифоїдні медузи звичайно значно крупніші, ніж гідроїдні.

По краю дзвона знаходяться щупальця (наприклад, в арктичної медузи довжина щупалець до 30 м). З нижнього боку дзвона у медуз розташований *рот*, оточений ротовими *лопатями*, рясно вкритий жалкими клітинами. Рот веде у *шлунок*, від якого до країв дзвона розходиться система *радіальних каналів*, з'єднаних із *кільцевим*, розташованим по краю дзвона. Шлунок разом із каналами утворює характерну для медуз *гастроваскулярну систему* (від грецьк. *gastros* – шлунок, від лат. *vasculum* – невелика судина), що виконує функції травної і кровоносної систем. Усі медузи хижаки. Живляться планктонними організмами, у тому числі і мальками риб. Проте глибоководні види живляться також загиблими організмами.

*Нервова система* медуз характеризується утворенням скупчень нервових клітин – *гангліїв* (від грецьк. *ganglion* – вузол), розташованих біля органів чуття. *Органи чуття* знаходяться по краю дзвона в ропаліях (від грецьк. *rhopalon* – дубинка) – вкорочених і видозмінених щупальцях, розміщених симетрично (звичайно їх 8). Кожен із ропалій несе один *статоцист* (від грецьк. *statos* – стоячий, *kystis* – скриня), який є органом рівноваги, та кілька *вічок*.

Для медузи характерний так званий *реактивний рух*. Робота м'язових волокон спричинює скорочення країв дзвона. Вода виштовхується з-під нього, і медуза рухається у протилежному напрямку.

Під час розмноження у медуз відбувається зміна поколінь: нестатевого (поліп) і статевого (медуза). Статеве покоління представлено медузою, в ектодермі якої знаходяться статеві залози – *гонади*. Із заплідненого яйця розвивається вільноплаваюча личинка *планула*, яка з часом прикріплюється до субстрату, перетворюючись на поліп, якого зоологи спочатку віднесли до окремого виду і описали під назвою *Hydra tuba* (тобто «гідра-труба»). Тепер цю поліпоподібну фазу називають *сцифістоною* (від грецьк. *skyphos* – чаша, *stoma* – рот). Розмножуючись поперечним поділом (стробіляцією), сцифістома дає початок дископодібним личинкам – *ефірам*, з яких розвиваються медузи (рис. 7.4).

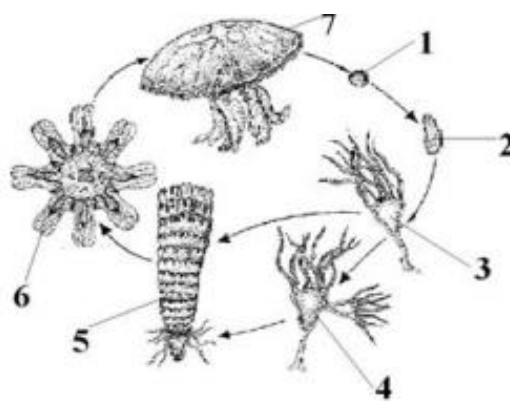


Рис. 7.4 Розвиток сцифомедуз (за Догелем, 1981):

1 – яйце; 2 – планула; 3–4 – розвиток сцифістоми; 5 – стробіляція сцифістоми; 6 – вільноплаваюча ефіра; 7 – доросла медуза.

У Чорному та Азовському морях поширені:

- аурелія або вухата медуза – діаметр 10-20 (до 40) см;

• коренерот або ризостома – крупніша за аурелію; масою 3-4 кг; щупальця зникли, зате їх замінюють великі ротові лопаті, щільно усаджені жалкими клітинами.

**Клас Коралові поліпи (Anthozoa)** об'єднує 6000 видів морських кишковопорожнинних. Живуть вони на мілководді тропічного поясу, лише деякі – у холодних водах.

До цього класу належать тварини виключно поліпоподібної форми. Розрізняють два підкласа коралових поліпів: *восьмипроменеві* (кількість щупалець кратна 8) і *шестипроменеві* (кількість щупалець кратна шести). Рот веде в ектодермальну глотку, вкриту війчастим епітелієм. Війки знаходяться у постійному русі і женуть воду в кишкову порожнину, розділену перегородками, кількість яких у восьмипроменевих – вісім, а у шестипроменевих – шість.

Коралові поліпи утворюють великі колонії зі спільним вапняковим скелетом. Є серед коралових і поодинокі форми – *актинії*, позбавлені скелета. У колоніальних форм нижній кінець тіла прикріплюється до колонії, а в поодиноких за допомогою подошви – до субстрату.

*Живляться* коралові поліпи планктоном, органічними рештками, що є у морській воді. Жертвами актиній можуть стати риби, рачки.

*Розмножуються* коралові поліпи брунькуванням або статевим способом. Із заплідненого яйця розвивається личинка *планула* (від лат. *planus* – плоский), яка з часом прикріплюється до субстрату і перетворюється на поліп. Усі коралові поліпи у життєвому циклі не мають стадії медузи.

У тропічних і субтропічних частинах Атлантичного, Індійського і Тихого океанів поширені рифоутворюючі коралові поліпи – *мадрепорові*. Це колоніальні форми. Розмножуючись шляхом брунькування, вони розростаються і утворюють коралові рифи. Рифоутворюючі корали ростуть тільки на невеликій глибині, тому типовим місцем розвитку рифів є мілководдя поблизу островів, де й утворюється **береговий риф**. У таких випадках корали добудовують свої колонії до поверхні, і береговий риф перетворюється на *бар'єрний*. Якщо острів повністю зникає під водою, утворюється *атол* – кільцеподібний риф.

**4. Відмінні риси Кишковопорожнинних та Найпростіших.** В процесі ембріонального розвитку у кишковопорожнинних закладається два зародкових листки: *ектодерма та ентодерма*; надалі з зародкових листків формуються два шари клітин: зовнішній – *ектодермальний* (виконує покривну і рухову функції) та внутрішній – *ентодермальний* (виконує травну функцію); клітини кишковопорожнинних диференційовані не лише морфологічно, а й функціонально.

З'являється дифузна нервова система, яка забезпечує прості рефлексії та внутрішньопорожнинне або позаклітинне, травлення, яке функціонує паралельно з більш примітивним внутрішньоклітинним травленням.

Кишковопорожнинні є складовою частиною екосистеми. Між щупальцями кишковопорожнинних мешкають деякі риби та інші тварини, використовуючи їх як надійні сховища.

## Диференціація клітин кишквопорожнинних

Клітини ектодерми		Клітини ентодерми	
Типи клітин	Функції	Типи клітин	Функції
Епітеліально-язові	Скорочення, рух	Травні	Рух, перетравлення їжі
Жалкі	Захист, напад	Залозисті	Виробляють травний сік
Нервові	Передають подразнення по тілу за усіма напрямками	-	-
Проміжні	Утворюють різні типи клітин, забезпечують регенерацію	Проміжні	Утворюють різні типи клітин

Відклади вапняків зі скелетів мадрепорових коралів мають широке господарське застосування: як будівельний матеріал, як сировина для одержання вапна, ліків, для полірування і шліфування дерев'яних і металевих виробів. Із коралів виготовляють прикраси і сувеніри. Вироби із червоного або благородного, коралу високо цінуються й сьогодні. У Китаї і Японії сцифомедуз вживають у їжу.

Гідри та медузи, живлячись мальками риб, завдають шкоди рибному господарству. Їх негативний вплив на іхтіофауну ілюструють такі дані: одна аурелія за своє життя знищує 450-500 личинок риб, а поширена у північних морях ціанея – 15 тис. Отрута деяких медуз (хрестовички, фізалії) небезпечна для людини. Для мореплавців кораловий риф – небезпека під час плавання.

**Контрольні запитання:**

1. Дайте загальну характеристику підцарства Багатоклітинні.
2. У чому полягають особливості типу Кишквопорожнинні?
3. Охарактеризуйте основні класи кишквопорожнинних.
4. У чому полягають риси ускладнення кишквопорожнинних порівняно з найпростішими?
5. Встановіть значення кишквопорожнинних у природі та житті людини.

## Лекція 8. Загальна характеристика типу Плоскі черві та типу Круглі черві

**Мета:** вивчити загальну характеристику типу Плоскі черви та типу Круглі черви, значення круглих червів та плоских червів у природі та житті людини.

**Основні поняття:** шкірно-м'язовий мішок, хеморецептори, шкірні сенсори, статоцист, протонефридії, гермафродит, мюлерівська личинка, гельмінтологія, основний хазяїн, проміжний хазяїн.

### План

1. Загальна характеристика типу Плоскі черви.
2. Характеристика класів типу Плоскі черви.
3. Пристосованість червів до паразитизму.
4. Система заходів запобігання зараженню гельмінтами.
5. Загальна характеристика типу Круглі черви.
6. Риси типу Круглі черви.
7. Клас Нематода або Круглі черви (Nematoda).
8. Значення круглих червів у природі та житті людини.

**1. Загальна характеристика типу Плоскі черви.** Тип Плоскі черви дістав свою назву від форми тіла тварин, що складають цей тип. Відомо більше 15 000 видів, серед яких є морські, прісноводні, ґрунтові, наземні та паразити людини і тварин. Останніх найбільше серед плоских червів.

*Риси типу Плоскі черви:*

1) наявність третього зародкового листка – *мезодерми* як джерела формування нових органів і систем. Серед них важливе місце належить м'язовій системі, що зумовила можливість активно пересуватися по твердому субстрату й у майбутньому – освоювати суходіл;

2) диференціювання клітин на велику кількість функціональних типів (*епітеліальні, м'язові, залозисті*);

3) *білатеральна* (двостороння) симетрія тіла, яка дозволяє не тільки плавати, але й повзати по субстрату;

4) наявність черевного (*вентрального*) і спинного (*дорсального*) боків тіла; тіло сплюснуте у спинно-черевному (*дорсально-вентральному*) напрямі, плоске, суцільне;

5) покриви являють собою *шкірно-м'язовий мішок*, який складається з одношарового епітелію та розташованих під ним кількох шарів м'язів; під час скорочення м'язів тіло вкорочується або видовжується;

6) наявність *центральної нервової системи*, утвореної з бічних нервових стовбурів, з'єднаних між собою численними кільцевими перемичками, і концентрація нервових елементів на передньому кінці тіла (*парний головний або мозковий, ганглії*);

7) наявність переднього кінця тіла з комплексом органів чуття: зору (*очі*), нюху (*хеморецептори*), дотику (*шкірні сенсори*), рівноваги (*статоцисти*); па-

разитичні плоскі черви не мають органів зору та рівноваги; керує діяльністю органів чуття головний або мозковий, ганглій;

8) наявність травної системи, що включає передній (ектодермального походження) і середній (ентодермального походження) відділи, які забезпечують травлення у порожнині травного каналу (порожнинне травлення);

9) наявність видільної системи, утвореної з *протонефридів* (від грецьк. *protos* – *перший*, *nephros* – *нирка*); протонефриди – це розгалужені каналці, що закінчуються у паренхімі зірчастою клітиною з пучком війок; продукти обміну речовин надходять у клітину, а війки гонять їх у каналці, що зливаються у непарний або парний основні канали і відкриваються назовні одним або двома отворами;

10) формування постійних статевих залоз та їхніх придатків – статевої системи;

11) порожнина тіла відсутня, внутрішні органи оточені пухкою сполучною тканиною мезодермального походження – паренхімою, що виконує різноманітні функції: запасання поживних речовин, їхній транспорт та виведення продуктів обміну.

Дихальної та кровоносної системи у плоских червів немає. Кисень поглинається усією поверхнею тіла.

За незначним винятком плоскі черви є *гермафродитами*, тобто істотами, у яких в одному організмі розвиваються чоловічі (сім'яники) і жіночі (яєчники) статеві органи. Запліднення внутрішнє. Воно може бути перехресним (тобто між двома різними особинами) або відбувається самозапліднення (в однієї особини). У більшості вільноживучих плоских червів розвиток прямий. Паразитичні форми мають непрямий розвиток, у процесі якого личинка зазнає значних перетворень; для них характерні складні життєві цикли.

**2. Характеристика класів типу Плоскі черви.** *Клас Війчасті черви або Турбеллярії (Turbellaria)* нараховує близько 3 500 видів вільноживучих видів, які поширені в морях, прісних водоймах та іноді у вологому ґрунті. Тіло турбеллярій листоподібної форми, розміри – від 0,2 мм до 35 см. Вкриті війковим епітелієм, що є найхарактернішою ознакою класу. У покривах війчастих червів розташовані залозисті клітини, які виділяють слиз, а у деяких – отруйні речовини. Рух здійснюється за допомогою війок та скорочення м'язів шкірно-м'язового мішка.

У зв'язку з вільноживучим способом життя у війчастих червів розвинені *органи чуття*: статоцисти (забезпечують орієнтування у просторі), фоторецептори (вічки) та хеморецептори (сприймають суттєві для життєдіяльності хімічні речовини, наприклад, коливання рН водного середовища, наявність поживних, отруйних, сигнальних речовин).

У примітивних турбеллярій, розмір яких кілька міліметрів, кишок немає. Через рот їжа потрапляє до глотки, а звідти – до паренхіми, де й відбувається *внутрішньоклітинне травлення*. Продукти травлення легко поширюються по всьому тілу через пухку паренхіму. У турбеллярій більших розмірів (від 1 до 35

см) є розгалужені сліпозамкнені кишки, по яких поживні речовини надходять до всіх частин тіла.

*Розвиток* в'їчастих червів здебільшого прямий і тільки в окремих видів відбувається з метаморфозом. Із заплідненого яйця виходить *мюлерівська личинка*, яка веде планктонний спосіб життя (рис. 8.1). Через деякий час вона опускається на дно і перетворюється у молодого черва. Типовим представником класу є планарія молочно-біла.

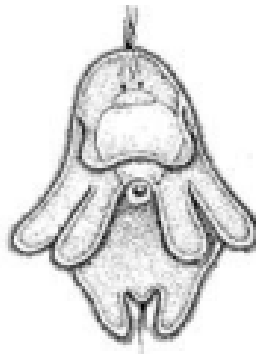


Рис. 8.1 Мюлерівська личинка (за Догелем, 1981)

**Клас Сисуні або Трематоди (Trematoda)** нараховує близько 4 000 видів, які ведуть виключно паразитичний спосіб життя. В Україні відомі 600 видів сисунів. *Гельмінтологія* (від грецьк. *helminthos* – черв'як, *logos* – учення) – розділ паразитології, який вивчає паразитичних червів та захворювання, що ними викликаються.

Типовим представником класу є печінковий сисун (рис. 8.2), який живе в жовчних протоках печінки великої рогатої худоби, свиней, овець (іноді й людини), часто спричиняє їх закупорення, що викликає підвищення температури і біль. Печінковий сисун має плоске стрічкоподібне тіло завдовжки до 5 см з двома присосками – ротовою і черевною (звідки пішла назва класу). Ними черви прикріплюються до тіла господаря. На дні ротової присоски є рот, що веде в глотку, від якої відходять дві гілки кишки з численними бічними виростами.

Тіло печінкового сисуна вкрите щільною захисною оболонкою, стійкою до імунної (захисної) системи господаря, а в'їчастого епітелію немає. У зв'язку з тим, що сисуні живуть у відносно постійних умовах (паразитує в тілі господаря), для них характерні спеціалізація й спрощення в будові деяких органів. Спеціалізація виявляється у високому рівні розвитку статевої системи, у виникненні складних життєвих циклів, а спрощення – у відсутності органів чуттів, зокрема, органів зору.

Життєвий цикл сисунів відбувається зі зміною хазяїв (схема): *основний або дефінітивний, хазяїн* – це той, у якому живе та розмножується статевим шляхом дорослий паразит (велика рогата худоба, свині, вівці, людина). Основний хазяїн заражується, коли поїдає прибережну рослинність або п'є воду водойм де знаходяться інцистовані личинки або яйця паразита. *Проміжний хазяїн* – це той, у якому живуть, а іноді розмножуються нестатевим шляхом його личинкові стадії (молюск малий, ставковик).

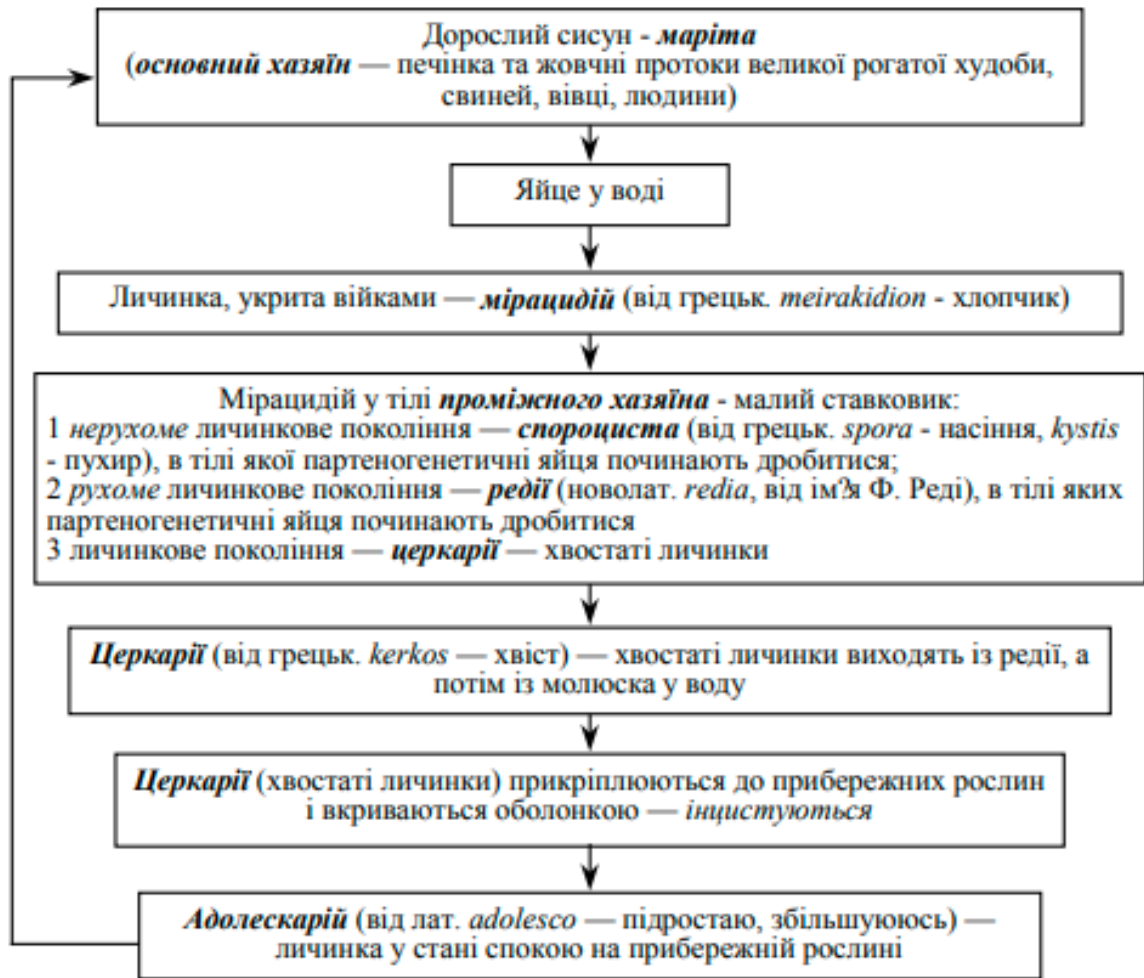


Рис. 8.2 Життєвий цикл печінкового сисуна

Клас *Стъожкові черви* або *Цестоди* (*Cestoda*): всі його представники, (понад 3000 видів), є ендопаразитами людини і хребетних тварин. В Україні відомо понад 500 видів цестод.

Типовими представниками класу є *бичачий цип'як* (*бичачий солітер*), *свинячий цип'як* (*свинячий солітер*). У перекладі з французької мови *solitaire* – один, самотник. Цю назву він отримав тому, що в кишечнику господаря солітер живе переважно поодинці, зрідка по-двоє, у виключних випадках їх кількість сягає п'яти. *Бичачий цип'як* має тришарове тіло членистої, стрічкоподібної форми. Є голівка (сколекс), яка має органи фіксації – чотири *присоски*. Частина тіла позаду сколекса є зоною росту і називається *шишкою*. Тут відростають членики – *проглоти*ди, які у сукупності утворюють тіло паразита або *стробілу*. Кількість члеників буває від 3-4 до кількох тисяч. Довжина тіла 4-10 м, колір – біло-жовтий. Задні членики по мірі їх дозрівання відриваються від стробіли і виділяються назовні з випорожненнями господаря або виповзають самі поодинці. Тіло вкрите *кутикулою*, до якої прикріплені поздовжні й кільцеві м'язи, які разом утворюють шкірно-м'язовий мішок. Це – малорухливі тварини, тому мускулатура у них розвинена гірше, ніж у вільноживучих плоских червів турбеларій.

У зв'язку з паразитизмом у цестод немає *органів травлення*. Поживні речовини господаря гельмінти всмоктують усім тілом. Ціп'яки не потребують кисню, оскільки вони є *анаеробами*.

*Органами виділення* ціп'яків є сильно розгалужені *протонефридії*. Є два основних видільних канали, які відкриваються назовні в останньому членику, а також отвори протонефридій у кожному членику. За їхньою допомогою з організму черва виводиться вода, вуглекислий газ і жирні кислоти, отруйні для людини.

*Нервова система* ціп'яків складається із центрального вузла, розташованого в голівці, і поздовжніх тяжів, що проходять через усе тіло.

*Органи чуття* ціп'яків представлені лише чутливими клітинами, розкиданими по всьому тілу, проте найбільша їх кількість концентрується на голівці.

Розмноження у стьожкових червів *статеве* (рис. 8.3). Вони гермафродити: у кожному членику є сім'яники, яєчники й матка, у якій розвиваються запліднені яйця. Запліднення – або між члениками або самозапліднення. Запліднені яйця виводяться назовні з останнім члеником ціп'яка (175 тис. яєць у кожному членику).

За типом розвитку цестод відносять до *біогельмінтів*, тобто у цих тварин спостерігається зміна хазяїв. Організм, у якому відбувається розвиток паразита в личинковій стадії, зветься *проміжним господарем*, а організм, де триває його статеве дозрівання, – *дефінітивним*). Із яйця у більшості цестод розвивається перша личинкова стадія – *онкосфера*. Ця личинка діаметром 20-30 мкм вкрита міцною захисною оболонкою і має шість гострих гачечків. За допомогою їх онкосфера пробуравлює стінки кишків, проникає у кровоносні або лімфатичні судини і розноситься до різних органів проміжного господаря. Тут вона локалізується і розвивається у наступну личинкову стадію – *фіну*.

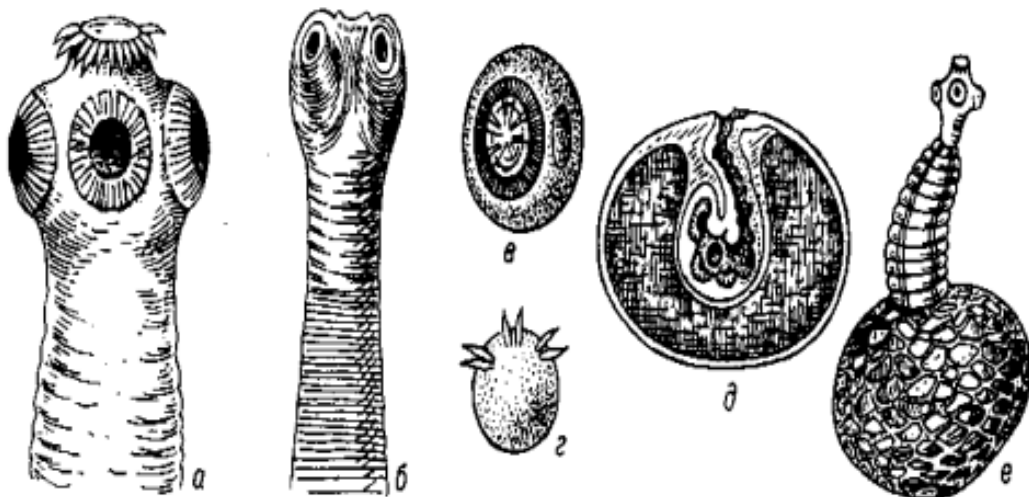


Рис. 8.3 Розвиток солітерів (за Догелем, 1981):

*а* – голівка свинячого солітера; *б* – голівка бичачого солітера; *в* – яйце з личинкою, що просвічується в ньому; *г* – онкосфера; *д* – фіна у розрізі; *е* – фіна з вивернутою голівкою.

Будова фін у різних стьожаків неоднакова. *Фіна-цистицерк* має вигляд міхурця завбільшки з горошину, всередині якої розвивається головка майбутнього гельмінта. *Фіна-ценур* розміром із горіх або куряче яйце, у ній розвивається багато голівок. *Фіна-ехінокок* має великі розміри і складну будову. В ехінококовому міхурі формуються дочірні міхурці з багатьма голівками. Основний (дефінітивний) господар заражається цестодами, поїдаючи фіни. У його кишках головки вивертаються, прикріплюються до стінки кишки і розпочинається ріст стробіли. Проміжним господарем для бичачого солітера є велика рогата худоба. Людина заражується, споживаючи м'ясо цих тварин, яке не пройшло достатньої термічної обробки. Іноді ослабленим дітям дають їсти сиру або слабо обсмажену яловичу печінку, яка також може бути джерелом зараження. Паразит може жити в кишках людини до 10 років.

В Україні поширений *свинячий цип'як* або *свинячий солітер*, *цип'як озброєний*, який має довжину 2-3 м (рис.8.4). Органами фіксації у нього є присоски і хоботок із гачечками. Із випорожненнями основного господаря дозрілі членики паразита виділяються назовні ланцюжками по 3-5 штук.

Яйця ехінокока виходять з кишечника основного господаря (собаки, вовки, шакали, кішки) з екскрементами. Проміжним господарем є свиня, яка заражується солітером, поїдаючи членики з травою або риучись у нечистотах. У кожному членику міститься до 50 тис. яєць. Розвиток фіни з онкосфери триває 2-4 місяці. Людина заражується, якщо споживає недоварене або недосмажене фінозне м'ясо.

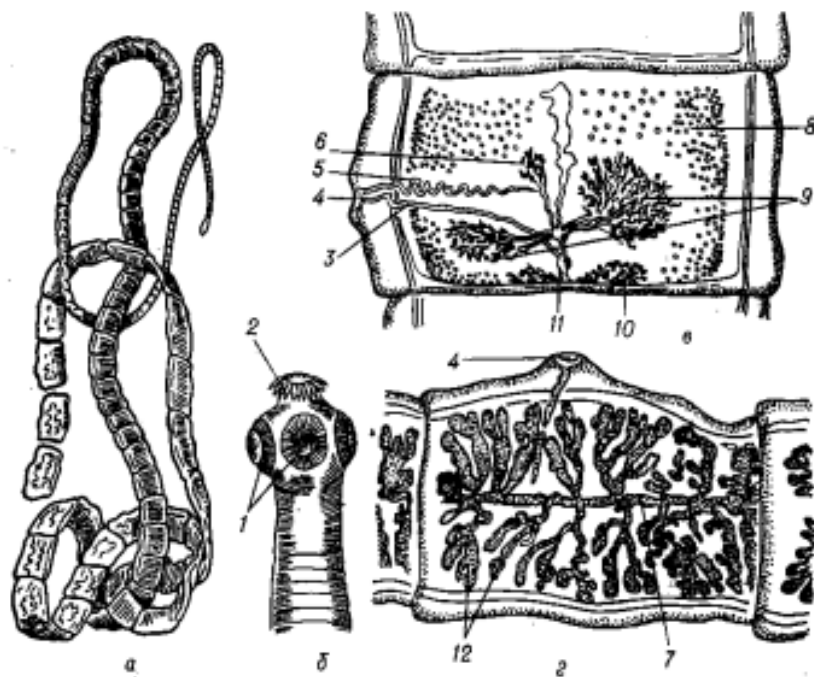


Рис. 8.4 Свинячий цип'як (за Догелем, 1981):

*а* – стробіла; *б* – сколекс; *в* – гермафродитна проглотида; *г* – зріла проглотида: 1 – присоски на сколексі; 2 – гачки на хоботку; 3 – піхва; 4 – цирусна сумка; 5 – сім'япровід; 6 – третя (додаткова) часточка яєчника; 7 – головний стовбур матки; 8 – сім'яники; 9 – яєчники; 10 – жовточник; 11 – тільце Мелісса; 12 – бічні гілки матки.

Ще одним представником стьожкових черв'їв, які ведуть паразитичний спосіб життя і становлять небезпеку для здоров'я людини, є *ехінокок* (рис. 8.5). Він має тіло 3-6 мм завдовжки, що складається з головки, на якій є хоботок з гачками і 4 присоски, та 3-4 членики. Останній (четвертий) членик містить дозрілі яйця. Яйця ехінокока виходять з кишечника основного господаря (собаки, вовки, шакали, кішки) з екскрементами (каловими масами). У кишечнику проміжного господаря (вівці, кози, корови, верблюди, північні олені, свині, людина), який проковтнув яйця ехінокока, з них виходять личинки-онкосфери. Крізь стінку кишечника вони потрапляють у ворітну вену і разом із кров'ю заносяться в печінку, легені, м'язи, кістки, де розвиваються в пухирчасту стадію – різновид фіни. На стінках кожного пухиря розвиваються вторинні і потім третинні пухирі, в яких формуються голівки, подібні до голівок дорослих черв'їв. Такий пухир, поступово збільшуючись, іноді досягає дуже великих розмірів (відомі випадки, коли у печінці корови був знайдений міхур ехінокока масою 64 кг, а у людини – розміром з футбольний м'яч), при цьому тисне на орган, порушує його функціонування і викликає небезпечне захворювання (*ехінококоз*). Хвороба може закінчитися смертю. Вилікувати хвору людину можна тільки хірургічно, видаливши фіну.

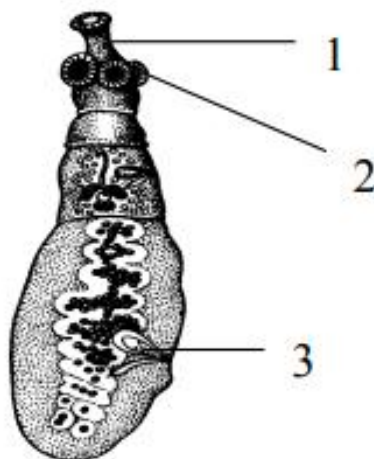


Рис. 8.5 Стьожкова форма ехінокока (за Догелем, 1981):  
1 – хоботок з гачечками; 2 – присоски; 3 – дозрілий членик з яйцями.

Основні хазяї заражаються, поїдаючи м'ясо та внутрішні органи тварин (проміжних хазяїв), які містять фіни. Кожна фіна має багато голівок, з кожної у кишечника остаточного господаря виростає окремий черв'як. Людина заражується яйцями ехінокока, якщо не мие рук після контактів з хворими тваринами, вживає немиті овочі та фрукти.

**3. Пристосованість черв'їв до паразитизму.** Головними рисами пристосованості черв'їв до паразитизму є:

- різноманітні органи фіксації (прикріплення) у місцях локалізації:
  - ✓ гачки (свинячий ціп'як, ехінокок);
  - ✓ присоски (печінковий сисун, бичачий та свинячий ціп'яки, ехінокок);

- товсті оболонки тіла, непроникні для їдких рідин господаря;
- наявність антипротеолітичного ферменту у зовнішніх покривах (для уникнення перетравлення травними соками господаря);
- травна система примітивна чи взагалі відсутня, поживні речовини надходять через покриви (у стьожкових);
- властиве анаеробне дихання (відсутні органи дихання);
- органи чуття розвинені слабо і представлені поодинокими сенсилами;
- добре розвинена статева система, гермафродитизм, надзвичайна плодючість;
- складні життєві цикли, зміна господаря.

**4. Система заходів запобігання зараженню гельмінтами.** Системою заходів запобігання зараженню гельмінтами є:

- 1) ветеринарно-санітарний контроль за м'ясом на бойнях, ринках;
- 2) очищення води, захист водойм від забруднення фекаліями;
- 3) санітарний контроль за очищенням населених пунктів;
- 4) недопущення використання незнезаражених фекалій як добрив;
- 5) систематичні медичні огляди (особливо в дитячих закладах) для виявлення інвазованих;
- 6) боротьба з мухами, які переносять гельмінтів;
- 7) правильна кулінарна обробка м'яса (достатньо проварити, просмажити м'ясо; просолити м'ясо, рибу);
- 8) дотримання правил особистої гігієни:
  - \* мити руки щоразу перед вживанням їжі;
  - \* стежити за чистотою кухонного інвентарю, столового посуду, ретельно мити їх гарячою водою після користування;
  - \* оберегати продукти харчування від мух;
  - \* харчові відходи зберігати у закритому посуді;
  - \* не купатись у забруднених водоймах;
  - \* вживати лише свіжі й доброякісні продукти;
  - \* ретельно мити фрукти й овочі перед споживанням, бажано перевареною водою;
  - \* страви, які вимагають термічної обробки, кип'ятити, тушкувати, жарити до повної готовності.

**5. Загальна характеристика типу Круглі черви.** Відомо близько 100 тис. видів круглих червів, що живуть у морях, прісних водоймищах, ґрунті, а також ведуть паразитичний спосіб життя. В Україні поширені близько 1 600 видів круглих червів. Вчені поділяють тип Первиннопорожнинні на 7 класів: Черевовійчасті або Гастротрихи; Коловертки; клас Волосатики; Нематоди або Круглі черви; Кіноринхи; Пріапуліди; Скреблянки.

Тіло видовжене, нечленисте, кругле на поперечному розрізі. Це двобічно симетричні, первиннороті тварини. Їх шкірно-м'язовий мішок складається із щільної кутикули та епітеліальних клітин (*гіподерми*), а також тяжів або окремих груп поздовжніх м'язів. Кутикула виконує захисну функцію і є опорою для м'язів, епітеліальні клітини мають здатність відновлювати кутикулу. У цих тва-

рин немає паренхіми і з'являється *первинна порожнина тіла* – *схізоцель*. Це порожнина між стінками тіла і внутрішніми органами, яка не має власного епітелію і заповнена рідиною. Ця рідина надає тілу пружності, частково захищає внутрішні органи, а також поглинає продукти обміну речовин.

*Травна система* не розгалужена, має вигляд трубки і складається з трьох відділів: переднього, середнього і заднього. Передній відділ представлений ротом, глоткою і стравоходом. Травлення відбувається в середній кишці. Неперетравлені рештки викидаються через анальний отвір, яким закінчується задній відділ кишки.

*Органів виділення* або немає зовсім або ж вони протонефридального типу чи представлені видозміненими шкірними залозами.

*Дихальної і кровоносної систем* немає.

*Центральна нервова система* представлена навкологлотковим нервовим кільцем, утвореним скупченням нервових клітин і нервовими тяжами, які від нього відходять.

У первиннопорожнинних органи чуття розвинені слабо. У вільноживучих розвинені органи чуття: дотику, нюху, світлочутливі вічка.

*Розмноження статеве*. Ці тварини переважно різностатеві, а в окремих видів спостерігається статевий диморфізм, тобто за типом будови тіла самка відрізняється від самця. *Запліднення внутрішнє*. *Розвиток* у вільноживучих прямий, а у паразитичних відбувається з метаморфозом. Зміна господарів при розвитку спостерігається рідко. Розвиток личинок супроводжується линянням, під час якого стара кутикула скидається і гіподерма виділяє нову.

**5. Риси типу Круглі черви.** Рисами типу Круглі черви є:

1) наявність первинної порожнини тіла, яка заповнена рідиною під тиском; рідина виконує роль гідроскелета та бере участь в обміні речовин організму;

2) подальший розвиток нервової системи, що виявився в злитті нервових стовбурів і формуванні навкологлоткового нервового кільця;

3) наявність задньої кишки й анального отвору, що дозволило перетворити процес травлення з циклічного на безперервний;

4) поділ м'язового шару на чотири поздовжні тяжі, що забезпечує почерговість їхнього скорочення; це сприяє ефективності руху тварин;

5) різностатевість, яка забезпечує підвищення комбінативної різноманітності нащадків.

**6. Клас Нематоди або Круглі черви (Nematoda).** У прісних водоймах України знайдено понад 300 видів нематод, у Чорному та Азовському морях – близько 200. Багато серед них близько 7 тис. видів – паразити людини, тварин і рослин. Серед нематод є карлики і велетні. Так, наприклад, довжина черва триходерми не перевищує 80 мкм, у той час як довжина паразита кашалота – плацентодерми – більше 8 м.

Тіло нематод найчастіше видовженої, ниткоподібної або веретеноподібної форми, на обох кінцях загострене. Така форма тіла полегшує їм пересування у найрізноманітніших середовищах. Передній кінець тіла несе головну капсулу,

на якій розташований ротовий отвір, оточений губами. На ній знаходяться також органи дотику (тангорецептори) у вигляді щетинок, сосочків та нюхові ямки або амфіди.

Важливе значення має добре розвинута кутикула, яка має захисну і рухову функцію. Захисна функція полягає в тому, що кутикула є бар'єром, який оберігає тканини тіла тварини від руйнуючого впливу різних хімічних речовин. Це особливо важливо для нематод-паразитів кишечника тварин та людини. Кутикула є також елементом опорнорухової системи. Рухи нематод – це результат антагоністичної взаємодії між мускулатурою та кутикулою, яка підтримується у натягнутому стані завдяки високому тиску порожнинної рідини. Скорочення м'язів одного боку приводить до згинання тіла. Його розгинання відбувається завдяки напруженню кутикули.

До класу Круглих черв'яків належать *аскарида людська*, *аскарида свиняча*, *аскарида коняча*, *гострик дитячий*, *волосоголовець людський*, *трихіне́ла*, *нематода цибульна* й *нематода полунична*.

*Аскарида людська* має витягнуте, червоподібне, нечленисте, кругле в поперечному перерізі (рис. 8.6), тришарове тіло.

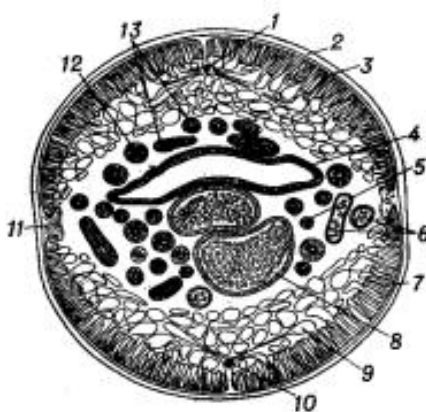


Рис. 8.6 Поперечний зріз через тіло аскариди (самки) (за Догелем, 1981):  
1 – спинний нервовий стовбур; 2 – кутикула; 3 – гіподерма; 4 – кишка; 5 – яєчник;  
6 – яйцепровід; 7 – м'язи; 8 – матка; 9 – повздожні мускули; 10 – черевний нервовий стовбур;  
11 – видільний канал; 12 – рахіс (опорні тяжі);  
13 – яєчники.

Довжина тіла 20-40 см, колір біляво-жовтий. На передньому кінці тіла є рот з двома губами. Травна система представлена первинною трубкою з трьома відділами: переднім, який починається ротом, середнім (кишка) і заднім, що закінчується анальним отвором. Травлення здійснюється в порожнині кишечника. Дихання в аскариди відсутнє, вона *анаероб*.

Аскарида людська має декілька *приспособувань до паразитичного способу життя*. Тіло пружне, витягнуте, циліндричне, загострене з обох кінців, що дає змогу легко пересуватися по кишкам. Не маючи органів прикріплення, аскарида змушена повзти назустріч руху харчових мас або обпіратися об стінки кишечника своїм пружним тілом (рис. 8.7). Якщо вміст кишечника потягне її за со-

бою, аскариду буде винесено назовні разом із рештками їжі. Кутикула аскариди виділяє речовину – кератин, який нейтралізує дію основних травних ферментів господаря – пепсину і трипсину. У вільноживучих нематод кератину у кутикулі або ж зовсім немає або він міститься у незначній кількості. У той же час кутикула добре проникна для глюкози, йодиду калію, натрію та інших речовин, що надходять із тіла господаря.

Аскариди – різностатеві тварини, у яких наявний *статевий диморфізм*: самка аскариди має розміри 25-40 см, самець – 15-20 см; у самця хвостовий кінець тіла дещо розширений і зігнутий гачком на черевний бік; у самок два довгі тонкі яєчники, яйцепроводи та дві матки, статевий отвір; у самців один ниткоподібний сім'яник, сім'япровід, сім'явипорскувальний канал. Запліднення внутрішнє. Розмножуються аскариди яйцями.

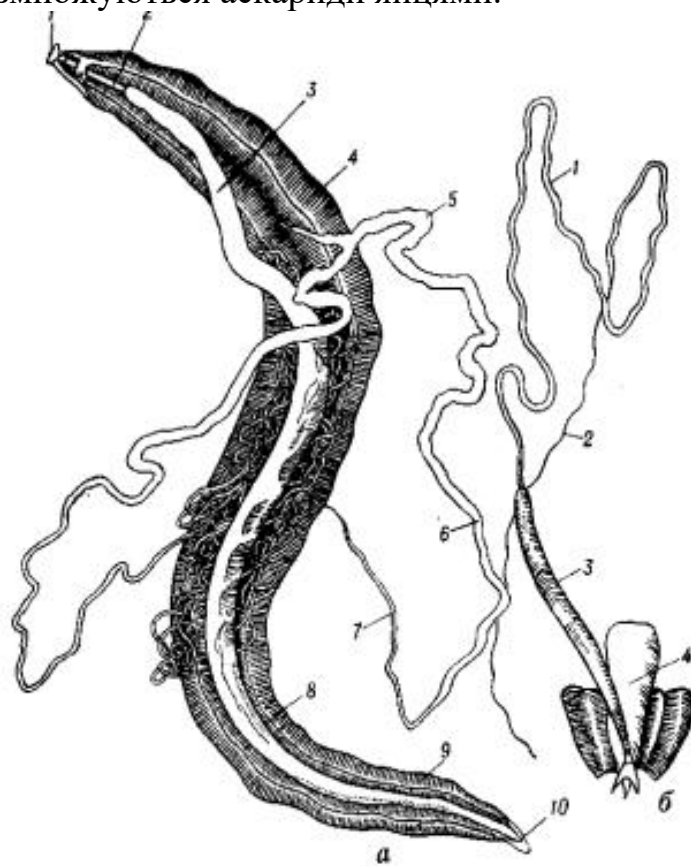


Рис. 8.7 Аскарида людська (за Догелем, 1981): а – самка: 1 – губи; 2 – стравохід; 3 – кишка; 4 – статевий отвір; 5 – матка; 6 – яйцепровід; 7 – яєчник; 8 – м'язи; 9 – бічна лінія; 10 – анальний отвір; б – статева система самця: 1 – сім'япровід; 2 – сім'яник; 3 – сім'явипорскувальний канал; 4 – задня кишка.

Кожна статевозріла самка протягом доби виділяє до 240 тис. яєць. За приблизними підрахунками, маса яєць, що виділяються самкою протягом її життя, а це близько одного року, у 1700 разів перевищує її власну масу. Яйця виходять назовні недозрілими. Для розвитку з них личинки потрібні кисень, певний рівень вологості і тепло.

Дозрівання яєць за сприятливих умов триває два тижні, а в сирій землі або у воді вони можуть існувати 5-6, а то й 10 років, зберігаючи при цьому інвазійність. Запліднене яйце вкрите 4 оболонками, які надійно захищають його від несприятливих умов середовища (рис. 8.8).

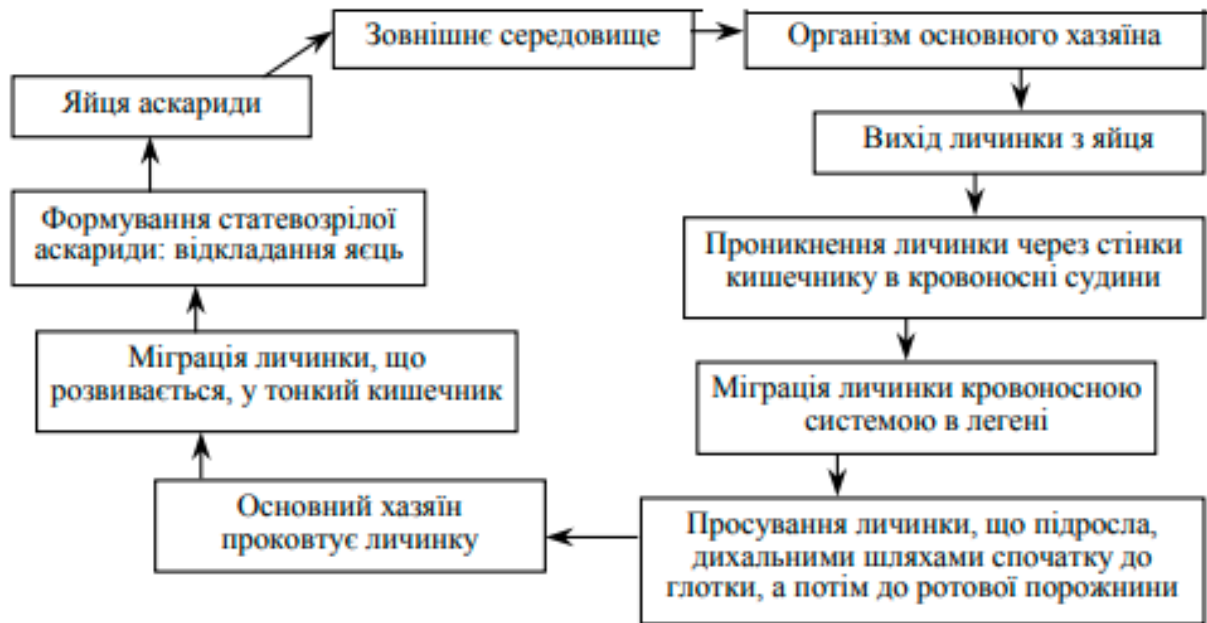


Рис. 8.8 Розвиток аскариди людської

У кишках людини личинка аскариди звільняється від оболонок і проникає крізь стінки кишок у кров'яне русло. Течією крові личинки заносяться у легені, де тимчасово локалізуються в альвеолах. Тут вони розвиваються протягом 7-10 днів, тричі линяють. Потім вони виходять із легень і піднімаються по бронхам у трахею, далі – у глотку, а звідти потрапляють у порожнину рота. Разом із слиною личинки заковтуються і повторно потрапляють у кишки, де й перетворюються на дорослих паразитів. Дослідження допомогли встановити, що потрібно 89 днів, щоб в організмі людини з личинки сформувалася статевозріла особина.

*Гострик дитячий* живе у тонких і товстих кишках людини, спричинюючи захворювання ентеробіоз. Цей паразит поширений у всіх країнах, у різних географічних широтах. Трапляється найчастіше в дітей. Тіло гострика веретеноподібне, головний кінець має кутикулярне розширення – *везикулу*. Самка завдовжки 10-13 мм, самець – 8-11 мм. Задній кінець тіла самки видовжений і загострений, у самця він спіралью закручений. Після запліднення самці гинуть, а самки виповзають через задній прохід і тут на складках шкіри відкладають яйця (близько 12 000), після чого також гинуть. Яйця за 4-6 год. дозрівають, чому сприяють такі умови: оптимальна температура, доступ кисню, волога. У момент відкладання яєць самка виділяє на шкіру секрет, який спричинює сверблячку. При чуханні під нігтями і на шкірі пальців збирається багато яєць. Тривалість життя гострика 4-6 тижнів. Діти, заражені гостриками, стають неспокійними, погано сплять, у них слабшає апетит, виникають болі в животі. Крім того, гострики можуть бути причиною апендициту.

**8. Значення круглих червів у природі та житті людини.** Аскариси людська, свиняча і коняча живляться напівперетравленою їжею господаря, отруюючи його при цьому продуктами власного обміну речовин. Нематоди знищують урожаї культурних рослин або пригнічують розвиток рослин. Отже, роль цих червів у людському житті та в природі виключно негативна.

### **Контрольні запитання**

1. Дайте загальну характеристику типу Плоскі черви.
2. Охарактеризуйте класи типу Плоскі черви.
3. У чому полягає пристосованість червів до паразитизму?
4. Яка існує система заходів запобігання зараженню гельмінтами?
5. Дайте загальну характеристику типу Круглі черви.
6. У чому полягають характерні риси типу Круглі черви?
7. Охарактеризуйте клас Нематоди або Круглі черви (Nematoda).
8. Встановіть значення круглих червів у природі та житті людини.

## Лекція 9. Загальна характеристика типу Кільчасті черви.

**Мета:** знати загальну характеристику типу Кільчасті черви, детально вивчити характеристику представників класу Багатощетинкові черви, класу Малощетинкові черви, класу П'явки.

**Основні поняття:** присоски, проглотиди, стробіл, біогельмінти, онкосфера, фіна, статевий диморфізм, дисепіменти, тулуб, целом, кутикула, тифлозоль, метанефридії, регенерація, метамерність, параподії, трохофора, поясок, гірудин.

### План

1. Загальна характеристика типу Кільчасті черви.
2. Характерні риси типу Кільчасті черви.
3. Клас Багатощетинкові черви або Поліхети (Polychaeta).
4. Клас Малощетинкові черви або Олігохети (Oligochaeta).
5. Клас П'явки (Hirudinea).
6. Ускладнення вільноживучих червів порівняно з паразитичними червами.

**1. Загальна характеристика типу Кільчасті черви.** Тип Кільчасті черви об'єднує близько 12 тис. видів, які належить до 6 класів: Первинні кільчаки, Багатощетинкові черви або Поліхети; Малощетинкові черви або Олігохети; П'явки; Ехіуриди, Сіпункуліди. Типовими представниками є піскожил, нереїда, дощовий черв'як, медична п'явка (рис. 9.1). Кільчасті черви – це найбільш складно організовані, в основному вільноживучі черви. Розміри їх варіюють від 0,5 мм до 3 м. Анеліди населяють моря, прісні водойми, а також вологий ґрунт. Більшість анелід є жителями гідросфери, ведуть придонний спосіб життя, трапляються у прибережній смузі.

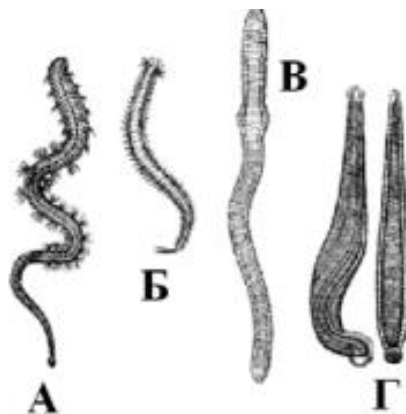


Рис. 9.1 Різні види анелід (за Догелем, 1981): а – піскожил; б – нереїда; в – дощовий черв'як; г – медична п'явка.

Бентосні кільчасті черви повзають по дну або зариваються у мул або пісок, є серед них і сидячі форми. Порівняно небагато видів веде вільноплаваючий спосіб життя, входячи до складу планктону. Невелика кількість, наприклад,

п'явки, є ектопаразитами тварин і людини. Тіло анелід складається з головної лопаті, сегментованого тулуба і задньої анальної лопаті. Тулуб поділяється на сегменти за допомогою спеціальних перетинок – *дисепіментів* (від лат. *septum* – перетинка). Сегменти тулуба (кільця) подібні один до одного (*гомономна сегментація*).

*Шкірно-м'язовий мішок* розвинений набагато краще, ніж у плоских і круглих червів. Тіло вкрите одношаровим епітелієм, що виділяє тонку кутикулу. Під нею розташовані два шари добре розвинених м'язів: кільцевих і поздовжніх. У рухах беруть участь і допоміжні придатки: щетинки та параподії. Щетинки розташовані поодинокі або пучками, правильними повздовжніми рядами. Параподії є бічними виростами тіла з добре розвинутою мускулатурою і пучками щетинок. Вони розташовані по боках кожного сегмента, крім головного і заднього відділів. Розчленованість тіла на сегменти, наявність добре розвинених м'язів, параподій і щетинок забезпечують різноманітність рухів тварин у воді, на поверхні землі, в ґрунті.

Кільчастим червам властива *вторинна порожнина тіла* або *целом* (рис. 9.2). Це порожнина між стінками тіла і внутрішніми органами, обмежена целомічним епітелієм. Вона розвивається із мезодерми. У кільчаків целом розділений перегородками на сегменти.

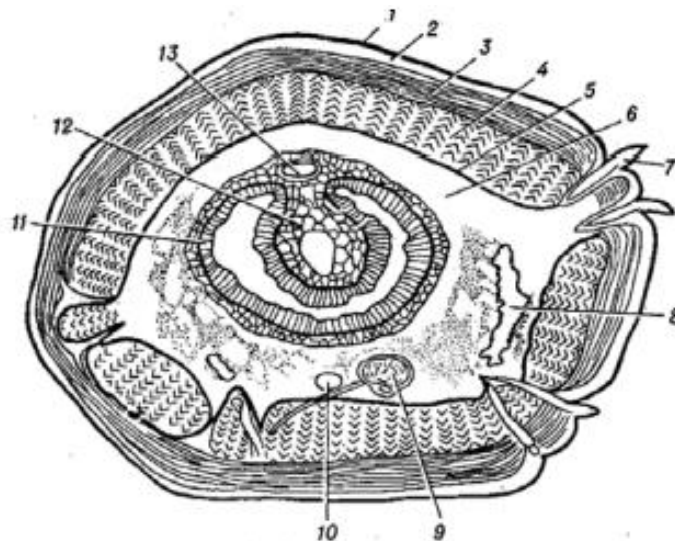


Рис. 9.2 Поперечний розріз дощового черва (за Догелем, 1981):

1 – кутикула; 2 – епітелій; 3 – кільцеві м'язи; 4 – поздовжні м'язи; 5 – целомічний епітелій; 6 – целом; 7 – щетинки; 8 – метанефрідій; 9 – черевний нервовий ланцюжок; 10 – черевна кровоносна судина; 11 – кишка; 12 – тифлозоль (складка кишечника); 13 – спинна кровоносна судина.

Вторинна порожнина тіла заповнена рідиною, яка за своїм хімічним складом близька до морської води. Целомічна рідина виконує декілька функцій: створює тиск, що сприяє підтриманню сталої форми тіла («гідралічний скелет»), переносить поживні речовини, кисень, вуглекислий газ, продукти обміну речовин.

*Травна система* анелід представлена травною трубкою, як правило, прямою і поділеною на такі відділи: ротова порожнина, глотка, стравохід, який розширюється у воло, мускульний шлунок, середня кишка, задня кишка, що закінчується анальним отвором. В стравохід відкриваються протоки слинних залоз, за допомогою секрету яких переробляється їжа. Стінки середньої кишки мають залозисті клітини, що виробляють травний фермент. Інші клітини всмоктують перетравлену їжу.

*Органи виділення* – багатоклітинні трубочки (*метанефридії*) – виконують функцію виведення продуктів обміну речовин. Вони розпочинаються лійкою у порожнині тіла, від якої йде звивистий канал, що відкривається назовні у наступному сегменті. Метанефридії розташовані метамерно: у кожному сегменті їх по два.

*Кровоносна система* замкненого типу. Основні судини – спинна і черевна – посегментно з'єднані кільцевими. Серед них виділяються своєю товщиною пульсуючі судини, які оточують стравохід і виконують роль сердець. Кровоносна система виконує функції транспортування поживних речовин та газів, а також захисну (фагоцити крові захоплюють бактерії, чужорідні тіла).

*Газообмін* відбувається через шкіру, проте багато морських форм мають зябра.

*Нервова система* представлена надглотковим та підглотковим нервовими вузлами (гангліями), що, з'єднуючись між собою, утворюють навкологлоткове нервове кільце, і черевним ланцюжком із посегментно розташованими гангліями, від яких відходять нерви до різних органів.

У кільчаків добре розвинуті *органи чуття*. У багатьох із них є очі, які знаходяться не лише на головній лопаті, але й на тулубі та хвостовій лопаті. Наявні також смакові рецептори та нюхові клітини, які сприймають запахи та хімічні подразники. Добре розвинені органи слуху, побудовані на зразок локаторів. У деяких кільчаків (багатощетинкові черви) є статоцисти. Різноманітні органи чуття анелід дають змогу тваринам отримувати різноманітну інформацію з навколишнього середовища, яка переробляється у головних гангліях. Це значно збільшило життєву активність червів і визначило складні форми їх поведінки.

Серед кільчастих червів є як роздільностатеві форми, так і гермафродити. Розмноження переважно статеве, іноді – безстатеве (брунькування, поділ). *Запліднення* може бути як зовнішнім, так і внутрішнім. *Розвиток* прямиий або з метаморфозом. Кільчакам властиве явище *регенерації*.

## **2. Риси типу Кільчасті черви. Рисами типу Кільчасті черви є:**

1) наявність вторинної порожнини тіла – целома, що має власні стінки;  
2) розчленування тіла на сегменти із структурами внутрішніх органів, які повторюються (метамерність);

3) подальше удосконалення нервової системи: значне збільшення мозкового ганглія, утворення навкологлоткового нервового кільця й черевного нервового ланцюжка в результаті зближення бічних нервових стовбурів і формування нервових вузлів у кожному сегменті;

4) наявність кровоносної системи, а в дихальній системі – шкірних зябер, які суттєво підвищили інтенсивність обміну речовин;

5) ускладнення травної системи (диференціювання середньої кишки на відділи, що надає травленню неперервного характеру);

6) наявність виростів тіла, розміщених попарно на кожному сегменті тулуба – параподій (від грецьк. *para* – біля, *podion* – нога), які виконують роль органів руху;

7) утворення багатоклітинної видільної системи – *метанефрідії*, розташовані попарно у кожному сегменті тіла.

**3. Клас Багатощетинкові черви або Поліхети (Polychaeta).** Цей клас кільчастих червів об'єднує близько 8 000 тисяч видів (в Україні – близько 200). За невеликим винятком вони живуть у морях. Одні з представників ведуть активний спосіб життя (нереїда), тихоокеанський палоло), інші – сидячий (піскожил). Розміри багатощетинкових червів варіюють: тихоокеанський палоло може сягати одного метра, нереїда – від 7 до 10 см, піскожил – 30 см.

*Характерними ознаками багатощетинкових червів є:*

1) чітко виражений головний кінець тіла має численні придатки та дві пари вічок;

2) наявність на кожному сегменті по парі *параподій* із пучками щетинок;

3) на параподіях у багатьох морських видів поліхет містяться розгалужені *зябра*; у сидячих червів дихальну функцію виконує вінчик шупалець на головній лопаті;

4) живлення в основному водоростями (проте, піскожил, крім водоростей, вживає, дрібних тварин і різні неживі частинки, які захоплює разом із піском);

5) роздільностатевість більшості поліхет;

6) запліднення яєць зовнішнє (відбувається у воді);

7) розвиток непрямий: з яйця з'являється личинка – трохофора, яка плаває за допомогою війок і зовсім не схожа на дорослих червів; така личинка росте, розвивається, внаслідок чого кількість сегментів тіла збільшується.

**4. Клас Малощетинкові черви або Олігохети (Oligochaeta).** До класу Малощетинкові черви або Олігохети (Oligochaeta) входять кільчасті черви з редукованими параподіями й зябрами. Їх нараховують понад 5 000 видів (в Україні близько 200 видів).

Представниками класу Малощетинкові черви є в основному ґрунтові (дощовий черв'як, австралійський земляний черв'як) та прісноводні мешканці (трубковик).

Серед малощетинкових є карлики, довжина тіла яких дорівнює декільком міліметрам, але трапляються і справжні гіганти. Так, довжина австралійського земляного черв'яка, який зовні нагадує велику змію, може сягати 2,5 – 3 м. Розміри трубковиків варіюють від 0,3 см до 20 см.

*Характерними ознаками малощетинкових червів є:*

1) відсутність параподій, проте наявність нечисленних жорстких щетинок з боків тіла, за допомогою яких вони чіпляються за нерівності поверхні;

2) головний відділ розвинений слабо і позбавлений додаткових виростів (лопатеї);

3) органи чуттів представлені дотиковими й світлочутливими клітинами по всій шкірі;

4) наявність пояска на кількох сегментах переднього кінця тіла;

5) дихання відбувається через шкіру;

6) гермафродитизм;

7) запліднення перехресне, внутрішнє;

8) яйця відкладають у кокон, що утворюється з речовини, яку виділяє поясок;

9) розвиток прямий;

10) добре виражена регенерація.

Типовим представником класу є *дощовий черв*. Довжина тіла становить від 15 до 20 см. Передній кінець тіла дощового черва товстіший і гостріший за задній. Біля переднього кінця з черевного боку знаходиться рот. На задньому кінці тіла знаходиться анальний отвір. Забарвлення тіла бурувате. Зовні все тіло дощового черва поділяється неглибокими перетяжками на членики (понад 160). На ділянці 31-33-го члеників знаходиться потовщення шкіри, багате на залози – *поясок*. Він має значення під час розмноження.

На тілі дощового черва немає ні вусиків, ні лопатеї, ні очей. Це пов'язано з тим, що він живе у ґрунті, прокладаючи у ньому багатокілометрові ходи. Ці ходи сприяють розпушуванню ґрунту, внаслідок чого газообмін коренів рослин покращується. На кожному членику тіла дощового черва розташовані по чотири пари маленькі тверді та гострі щетинки, якими він чіпляється за частинки ґрунту. Щетинки спрямовані своїми кінчиками назад, що не перешкоджає рухатися дощовому черву вперед.

Тіло дощового черва вологе, вкрите слизом, який виділяють залози шкіри. Слиз перешкоджає висиханню шкіри і полегшує просування в ґрунті. Пересувається дощовий черв внаслідок почергових скорочень кільцевих та поздовжніх м'язів шкірно-м'язового мішка.

*Кровоносна, травна, видільна та нервові системи дощового черва* типові для всіх кільчаків.

*Органом дихання* дощового черва є поверхня шкіри. Проте на відміну від гідри кисень потрапляє не безпосередньо у клітини тіла, а спочатку проникає у багаточисельні кровоносні судини шкіри і кров'ю розноситься по тілу.

Дощові черви відіграють значну роль у природі (у процесах ґрунтоутворення), тому ці тварини підлягають охороні.

**5. Клас П'явки (Hirudinea).** П'явки – дуже змінені нащадки давніх малощетинкових червів. Відомо близько 400 видів п'явок. Переважна більшість п'явок – прісноводні організми. Відомі наземні тропічні п'явки, що живуть у вологих місцях. Серед них є хижак (велика псевдокінська п'явка, суходольна п'явка), які живляться дрібними тваринами (наприклад, червами, молюсками), та кровососи (медична п'явка), які живляться кров'ю хребетних тварин.

Характерними ознаками п'явок є:

- 1) сплющене тіло має дві присоски (передню, на дні якої розташований ротовий отвір, та задню);
- 2) поверхня тіла гладенька, відсутні пароподії зі щетинками;
- 3) гермафродитизм;
- 4) запліднення внутрішнє;
- 5) розвиток прямий.

Представниками цього класу є:

- коняча п'явка, яка є ендопаразитом (проникає у глотку і дихальне горло теплокровних тварин); має чорну спину та зеленкувате черевце; довжина її тіла до 15 см;

- медична п'явка, яка отримала свою назву завдяки тому, що використовується у медицині при захворюваннях кровоносних судин (ці захворювання супроводжуються утворенням тромбів), при гіпертонії, передінсультних станах; її слинні залози виробляють цінну речовину – *гірудин*, яка запобігає зсіданню крові та сприяє розсмоктуванню тромбів; живе у невеликих стоячих водоймах з мулким дном, де є густа рослинність; довжина її тіла – 8-12 см; на темному спинному боці тіла помітний характерний малюнок із трьох пар іржаво-червоних або червоно-жовтих поздовжніх смуг; у природі живиться кров'ю земноводних і ссавців; у ротовій порожнині містяться три щелепи, які прорізають шкіру тварини, до якої вона присмоктувалася; травна система побудована таким чином, що вона може накопичувати великі запаси крові, законсервованої за допомогою гірудину (завдяки цьому медична п'явка може від кількох місяців до одного року голодувати); живе до п'яти років.

**6. Ознаки вільноживучих червів порівняно з паразитичними червами.** Вільноживучі черви мають вищий рівень організації порівняно з паразитичними червами:

- сильніше розвинена мускулатура, яка сприяє вільному пересуванню в середовищі існування;
- краще розвинені травна і нервова системи та органи чуття.

### Контрольні запитання:

1. Дайте загальну характеристику типу Кільчасті черви.
2. Визначте характерні риси типу Кільчасті черви.
3. Охарактеризуйте клас Багатощетинкові черви або Поліхети (Polychaeta).
4. Охарактеризуйте клас Малощетинкові черви або Олігохети (Oligochaeta).
5. Охарактеризуйте клас П'явки (Hirudinea).
6. У чому полягає ускладнення вільноживучих червів порівняно з паразитичними червами?

## Лекція 10. Тип Членистоногі. Клас Ракоподібні

**Мета:** знати загальну характеристику типу Членистоногі та класу Ракоподібні, детально вивчити характеристику представників класу Ракоподібні.

**Основні поняття:** тагми, хітин, линька, міксоцель, гемолімфа, остії, мальпігієві судини, карцинологія, антени, антенули, зелені залози, жуйний відділ, цідильний відділ, черевце.

### План

1. Загальна характеристика типу Членистоногі (Arthropoda).
2. Клас Ракоподібні (Branchiata або Crustacea).
3. Значення ракоподібних у природі.

**1. Загальна характеристика типу Членистоногі (Arthropoda)** Найчисленніший тип тварин – відомо понад 1,8 млн. видів, поширених у всіх частинах світу, у тому числі в Україні – близько 25 тисяч. Членистоногі входять до складу найрізноманітніших біоценозів, населяючи моря й океани, прісні водойми, ґрунти, поверхню суходолу всіх кліматичних зон від тропіків до приполярних областей. Навіть у високих широтах Арктики і на узбережжі Антарктиди було виявлено окремі види кліщів та ногохвосток. Трапляються членистоногі й у пустелях. Багато серед них паразитичних форм.

Таблиця 10.1

Класифікація типу членистоногі

Тип Членистоногі			
Підтип Трілобіти	Підтип Зябродіхаючі	Підтип Хеліцерові	Підтип Трахейні
Клас Трілобіти	Клас Ракоподібні	Класи	Надклас Багатоніжки
		Ракоскорпіони	Надклас
		Мечехвости	Шестиногі
		Павукоподібні	Клас закритощелепні
		Морські павуки	Клас відкритощелепні (комахи)

Типовими представниками типу Членистоногі є *комахи, кліщі, багатоніжки, павуки, раки, креветки*.

*Характерними ознаками членистоногих є:*

- наявність членистих кінцівок, які підняли тіло цих тварин над субстратом, що зменшило тертя тіла об поверхню і забезпечило прогресивний розвиток способів переміщення;

- тіло сегментоване; сегменти не рівнозначні – гетерономні (від грецьк. *heteros* – інший, *nomos* – частка);
- спостерігаються злиття і стабілізація кількості сегментів, що утворюють *тагми (відділи): голову, груди (або головогруди) і черевце.*
- тіло членистоногих вкрите *кутикулою*, яка складається з *хітину* (складний полісахарид) і білків; кутикула виконує роль *зовнішнього скелета*, оскільки до неї прикріплюються м'язи, а також захищає організм від негативних впливів навколишнього середовища; шкірном'язового мішка у членистоногих немає;
- у зв'язку з наявністю кутикули ріст членистоногих супроводжується *линьками*;
- наявність посмугованої мускулатури, яка порівняно з гладенькою має значно вищу здатність до скорочення та забезпечує різноманітність і високу точність рухів;
- порожнина тіла у членистоногих змішана (*міксоцель*); вона утворюється в результаті злиття целома із залишками первинної порожнини;
- будова *органів травлення* членистоногих залежить від типу живлення; спільним є те, що вони складаються із трьох відділів: передньої, середньої і задньої кишки; рот оточений видозміненими кінцівками – ротовими органами, які допомагають здобувати, подрібнювати і заковтувати їжу; передній і задній відділи кишок вкриті кутикулою, тому перетравлення і засвоєння їжі відбувається в основному в середньому відділі; є набір залоз;
- *кровоносна система* незамкненого типу, що пов'язано з наявністю у цих тварин змішаної порожнини тіла, і характеризується появою центрального пульсуючого органа – *серця*; є аорта, артерії, з яких кров – *гемолімфа* виливається в порожнину тіла й омиває внутрішні органи; у серце із порожнини тіла кров надходить крізь отвори у його стінках, які називаються *остіями*; у деяких членистоногих кровоносної системи немає або вона представлена лише серцем;
- *дихальна система*: у водяних форм – зябра, у наземних – легені (видозмінені кінцівки) і трахейна система;
- *видільна система* представлена видозміненими *метанефридіями* або ж *мальпігієвими судинами* – тоненькими трубочками, що є виростами задньої частини середньої кишки; вони поглинають продукти дисиміляції з крові й виводять їх у задню кишку;
- *нервова система* складається із парного надглоткового ганглія, навкологлоткового нервового кільця і черевного нервового ланцюжка; рівень розвитку цієї системи характеризується ускладненням надглоткового ганглія з утворенням *головного мозку* та концентрацією гангліїв черевного нервового ланцюжка;
- *органи чуття* членистоногих різноманітні і досконалі; більша частина цих тварин має прості або складні (*фасеточні*) очі, у деяких видів є ті й другі; *фасеточні очі* складаються з численних оматидіїв, кожен із яких бачить лише ту частину предмету, що знаходиться перед ним; в цілому у фасеточному оці утворюється пряме мозаїчне зображення предмету; прості очі призначені для розрізнення інтенсивності освітлення; у членистоногих добре розвинені *органи дотику, хімічного чуття, статоцисти* та ін.;

- у поведінці членистоногих, крім простих безумовних рефлексів за типом таксисів, спостерігаються складні форми інстинктивної поведінки, пов'язані з добуванням їжі, розмноженням, турботою про потомство, захистом від ворогів; цим тваринам властива здатність до вироблення умовних рефлексів;

- членистоногі переважно *роздільностатеві*, інколи – *гермафродити*; часто спостерігається *статевий диморфізм*;

- *запліднення* здебільшого внутрішнє, проте деяким видам властивий *партеногенез* (розвиток яйця клітини без запліднення);

- *розвиток* може бути як прямиий, так і з перетворенням (метаморфозом).

**2. Клас Ракоподібні (Branchiata або Crustacea)** Ракоподібні найбільш повно освоїли водне середовище: від морів та океанів до невеличких калюж. Так, морський планктон на 90% складається з ракоподібних. Лише окремі з них пристосувалися до життя на суходолі (мокриці, сухопутні морські краби), проте й вони завжди населяють вологі місця. Описано понад 40 тис. видів.

**Карцинологія** (від грецьк. *каркінос* – *рак*, *логос* – *учення*) – розділ зоології, який вивчає ракоподібних.

Розміри тіла ракоподібних коливаються від декількох міліметрів до 80 см. Воно складається із трьох відділів (тагм). Сегменти кожної тагми можуть бути чітко відмежовані або так чи інакше злиті.

На голові містяться 5 пар видозмінених кінцівок: 2 пари вусиків (*антени і антенули*), що є органами дотику і хімічного чуття, та 3 пари ротових органів (*жувальця, передні і задні щелепи*), які подрібнюють їжу, фільтрують її і подають до рота. На голові знаходиться також пара складних фасеточних очей, хоча у деяких наявні лише прості очі. Кінцівок грудного відділу буває від 2 до 60 пар. Форма їх різна і залежить від функції, яку вони виконують.

Дихають ракоподібні за допомогою зябер або всією поверхнею тіла. Бокові зяброві кришки, які утворюються панциром, захищають зябра від можливих пошкоджень.

Типовими представниками є *річкові раки, краби, омари, лангусти, креветки, дафнії, циклопи*.

*Річкові раки* живуть у ріках, озерах з більш-менш чистою водою. Забарвлення раків зумовлюється наявністю у покривах пігментів, здебільшого каротиноїдів. Одним із них є астаксантин червоного кольору. З'єднуючись із білками, він утворює пігменти буруватих тонів. При підвищенні температури ці сполуки руйнуються, і астаксантин звільняється, тому при варінні раки червоніють.

Раки ведуть придонний спосіб життя, вдень ховаються у норах та різних укриттях, а присмерком та вночі виходять на полювання. Піщаних і кам'янистих ґрунтів раки уникають, тому їх більше там, де дно мулисте, проте не плинне.

Із річкових раків України найпоширеніші *довгопалий та широкопалий раки*.

Голова та груди раків нерухомо з'єднані між собою і утворюють головогрудь, які зверху та з боків вкриті суцільним панциром, що має назву *карапакс*. На панцирі є поперечний шов, що розмежовує голову та груди (рис. 10.3).

Голова річкового рака спрямована вперед і закінчується гострим шипом, із боків якого на рухливих стебельцях міститься пара складних очей. На голові є дві пари вусиків:

- перша пара – *коротенькі або антенули (роздвоєні)* – є органами нюху;
- друга пара – *довгі або антени* – є органами дотику.

У головному членіку коротеньких вусиків розміщений орган рівноваги або статоцисти, що має вигляд ямки з чутливими волосками (щетинками). Ця ямка безпосередньо стикається з навколишнім середовищем, тому в неї легко потрапляють дрібні піщинки, які відіграють роль «слухових камінців» або «статолітів» (рис. 10.1; 10.2).

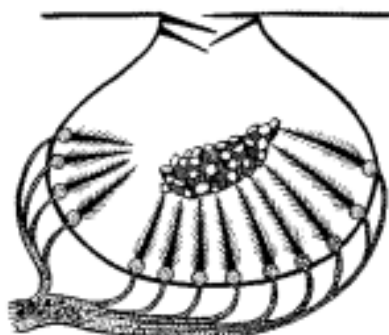


Рис. 10.1 Схема статоциста рака (за Догелем, 1981).

Під час линьки хітинового покрива статоліти відкритих ямок видаляються і тварина захоплює новий запас піщинок за допомогою клешнів або засовуючи голову в пісок.

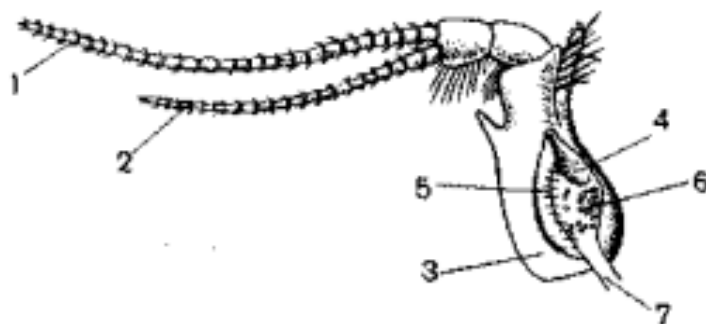


Рис. 10.2 Антенула рака зі статоцистом (за Догелем, 1981):

1 і 2 – роздвоєний вусик; 3 – головний членік; 4 – отвір статоциста; 5 – чутливі волоски; 6 – піщинки; 7 – нерв.

*Ротовий орган* знаходиться знизу голови й оточений ротовими органами (видозміненими кінцівками) – парою верхніх щелеп, двома парами нижніх щелеп та трьома парами ногощелеп.

*Груди* складаються з 8 сегментів, які несуть 8 пар грудних кінцівок, із яких 3 передні є ногощелепами (беруть участь у живленні), а решта 5 пар – ходильні ноги. У раків передня пара ніг має клешні.

*Черевце* представлене шістьма сегментами та анальною пластинкою, на якій розташований анальний отвір. Кожен сегмент несе пару двогіллястих черевних кінцівок (6 пар), із яких остання розширена.

Живляться раки червами, молюсками, личинками водяних комах, пуголовками, а також рослинною їжею. Охоче поїдають харові водорості, які багаті на кальцій. Раки є санітарами водойм, бо поїдають падаль. Подрібнена ротовими кінцівками їжа потрапляє до глотки, а звідти до стравоходу. З нього їжа порціями переходить до шлунка, що складається з двох відділів:

- *жуйний*, у якому їжа перетирається за допомогою хітинових пластинок; стінки цієї частини шлунка значно потовщені за рахунок розвинених м'язів, які рухають хітинові пластинки;

- *цідильний (або пілоричний)*, де їжа фільтрується.

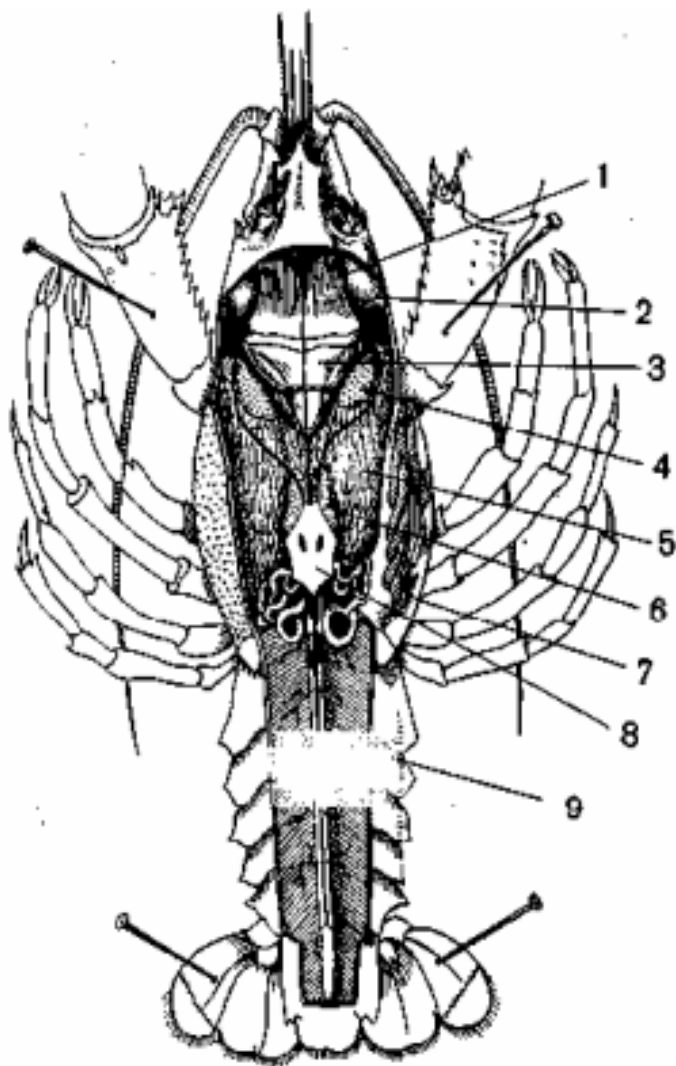


Рис. 10.3 Внутрішня будова річкового рака: 1 – м'язи шлунку; 2 – зелені залози; 3 – шлунок; 4 – м'язи жувальців; 5 – печінка; 6 – сім'яники; 7 – зябра; 8 – серце; 9 – кишки.

Лише дрібні частки їжі після фільтрації надходять до середньої кишки, де в основному відбувається її перетравлення та всмоктування. У середню кишку відкривається велика дволопатева травна залоза – *печінка*), що виробляє травний сік, у якому є ферменти, що розкладають харчові продукти до простих сполук, останні всмоктуються через стінки кишечнику в кров.

*Видільна система* річкового рака представлена парою *зелених залоз* (назва через своє забарвлення), які відкриваються назовні поблизу основи довгих вусиків.

*Дихає* річковий рак розчиненим у воді киснем за допомогою *зябер* – тонкостінних виростів основ грудних ніг. Вони прикриті ззовні складкою панцира, яка захищає зяброву порожнину.

*Кровоносна система* незамкнена. Серце річкового рака розміщене на спинному боці тіла в грудях і має вигляд п'ятикутного мішечка мішечка з трьома парами остій, через які до серця із порожнини тіла надходить гемолімфа. Кров річкового рака безбарвна, у інших ракоподібних вона буває червонуваною, оскільки в ній розчинений дихальний пігмент – гемоглобін або навіть блакитною (наприклад, у деяких крабів), через те що містить спеціальну речовину, до складу якої входить купрум і який приєднує кисень.

*Нервова система* складається із парного надглоткового ганглія, навкологлоткового нервового кільця і черевного нервового ланцюжка.

Річкові раки – *роздільностатеві і мають зовнішнє запліднення*. Запліднені яйця (ікринки) самка виношує на черевних ніжках протягом 5- 6 місяців. Навесні з них з'являються рачки, які дуже схожі на дорослих особин (*прямий розвиток*). Молоді рачки багато разів линяють, ростуть і досягають статевої зрілості на третьому (самці) або четвертому (самки) році життя. Тривалість життя річкових раків – до 20 років, упродовж яких раз-двічі на рік (навесні та восени) вони линяють.

До морських раків належать *омари, лангусти, краби*. У прісній стоячій або з невеликою течією водоймі мешкають дафнії і циклопи.

### **3. Значення ракоподібних у природі:**

1. Гіллястовусі рачки, очищаючи воду від завислих у ній органічних часток та бактерій, відіграють роль природних біофільтраторів.
2. Раками живляться хижі риби, водоплавні птахи, деякі звірі.
3. Дафнії, циклопи, водяні вісліюки є кормом для риб.
4. Серед ракоподібних є паразити риб (коропоїди), проміжні хазяї стьожака широкого (циклопи), морських ссавців.

*Значення ракоподібних у житті людини:*

*Позитивне:*

1. Річкові раки, а також омери, лангусти, краби, креветки мають промислове значення.
2. Дафніями і циклопами підгодовують молодь осетрових, лососевих та інших промислових риб, виготовляють із них сухий корм для акваріумних риб.

*Негативне:*

1. Веслоногі рачки циклопи і діаптомуси можуть бути проміжними хазяями гельмінтів.

2. Морські жолуді, що ведуть прикріплений спосіб життя, спричинюють збитки у судноплавстві, оскільки ними обростають днища суден.

*Охорона ракоподібних.*

Чисельність деяких видів ракоподібних останнім часом різко скорочується. Тому необхідне розроблення заходів щодо їх охорони. Особливо це стосується мешканців прісних водойм, де антропогенний пресинг дуже інтенсивний. Зокрема це стосується річкових раків. Потребує охорони також камчатський краб.

**Контрольні запитання:**

1. Дайте загальну характеристику типу Членистоногі (Arthropoda).
2. Охарактеризуйте клас Ракоподібні (Branchiata або Crustacea).
3. Назвіть представників класу Ракоподібні
4. Значення представників класу Ракоподібні у житті людини.
5. Значення представників класу Ракоподібні у природі.

## Лекція 11. Тип Членистоногі. Клас Комахи

**Мета:** знати загальну характеристику типу Членистоногі та класу Комахи, детально вивчити характеристику представників класу Комахи.

**Основні поняття:** фасеточні очі, омаїдїї, мозаїчне зображення, прості очі, гермафродити, статевий диморфізм, партеногенез, прямий розвиток, метаморфоз, карцинологія, карапакс, антени, антенули, хеліцери, педипальпи, ентомологія, феромони, сенсили, фототаксиси, термотаксиси, гідротаксиси, геотаксиси, безумовні рефлексії, умовні рефлексії, інстинкти.

### План

1. Загальна характеристика клас Комахи (Insecta).
2. Особливості будови класу Комахи.
3. Значення представників класу Комахи природі.
4. Значення комах у житті людини.

**Ентомологія** (від грецьк. entoma – комахи, logos – слово, вчення) – розділ зоології, який вивчає комах. Класифікацію комах подано в таблиці.

Таблиця 11.1

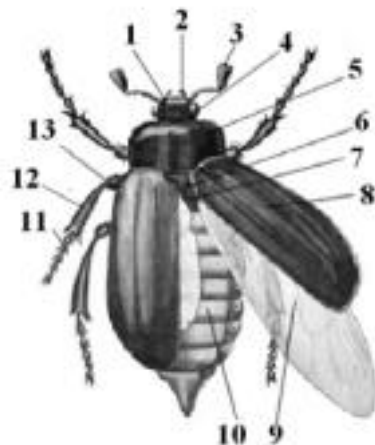
### Класифікація комах

Клас відкритощелепні (або комахи)	
Ряди з повним перетворенням	Ряди з неповним перетворенням
Блохи, Перетинчастокрилі, Двокрилі, Метелики або Лускокрилі, Твердокрилі або Жуки	Прямокрилі, Терміти, Таргани, Бабки, Воші, Рівнокрилі, Напівжорсткокрилі або Клопи

Комахи входять до складу найрізноманітніших біоценозів суші. Пристосування до польоту сприяло підкоренню комахами повітряного середовища. Проте понад 90% усіх видів комах у той чи інший період свого життя пов'язані з ґрунтом або водою як середовищами існування. Більш відчутну роль у житті комах відіграють прісні водойми. Відкритих просторів морів та океанів комахи майже не заселяють. Тільки окремі види комах зустрічаються у прибережній зоні, морських бухтах та закритих затоках.

Розміри комах варіюють у дуже широких межах. Самці тропічного жука-геркулеса досягають 15 см, а самки всього 8 см, найбільшим жуком вважається вусач-титан гігантський – 17-18 см, деякі види паличників ростуть до 30 см. Найбільший у світі метелик – південноамериканська сіра агрипіна завдовжки 9 см і з розмахом крил 27 см. З метеликів нашої фауни найбільші – павичеве око і дубовий шовкопряд. Розмах крил цих метеликів досягає 14-15 см. Найменші метелики в світі належать до родини молей. І саме до роду молей маленьких, що мають розмах крил 3-5 мм. Дрібні також молі мінери, названі так тому, що їх гусінь вигризає тонесенькі звивисті ходи-міни у м'якоті листків дуба, осики, берези та інших листяних дерев.

Тіло комах складається із 3 відділів: голова, груди і черевце (рис. 11.1). На голові комах розташовані пара вусиків (антен), ротові органи, фасеточні очі і прості вічка. Вусики – членисті придатки голови комах – бувають різні за формою, а саме: ниткоподібні, щетинкоподібні, булавоподібні, веретеноподібні, пластинчасті, колінчасті, перисті. Вони виконують функцію дотику і нюху. Форма вусиків є важливою систематичною ознакою комах.



*Рис.11.1 Зовнішня будова комах:*

*1 – голова; 2 – нижньогубний щупик; 3 – вусики; 4 – складне око; 5 – передньогруди; 6 – середньогруди; 7 – задньогруди; 8 – надкрила; 9 – крила; 10 – черевце; 11-13 – кінцівка: 11 – лапка; 12 – гомілка; 13 – стегно.*

*Ротові органи залежно від способу живлення можуть бути різних типів. Вихідним типом є *гризучий ротовий апарат*, пристосований до живлення твердою їжею – органічними рештками, частинами живих рослин. До складу ротового апарату гризучого типу входять такі структури (рис. 11.2):*



*Рис. 11.2 Ротовий апарат чорного таргана (гризучого типу)  
(за Догелем, 1981):*

*1 – верхня губа; 2 – верхні щелепи (мандибули); 3 – нижньощелепний щупик; 4, 5 – зовнішня і внутрішня жувальні лопаті; 6-7 – нижні щелепи – максилли (6 – стовбурець; 7 – основний членик); 8-9 – нижня губа (8 – підпідборіддя; 9 – підборіддя); 10, 11 – жувальні лопаті; 12 – нижньогубні щупики.*

1) попереду рота знаходиться верхня губа, яка являє собою складку покривів голови і утворює передню стінку ротової порожнини;

2) за верхньою губою знаходиться пара верхніх щелеп або мандибули (від лат. *mandibula* – щелепа, від *mando* – жувати, гризти) – це дві товсті суцільні пластинки із зазубринами на внутрішній стороні, які беруть участь у подрібненні їжі;

3) дві пари нижніх щелеп або максил (від лат. *maxilla* – щелепа), які мають членисту будову:

а) перша пара нижніх щелеп розташована по боках рота і складається з основного членика і стовбурця, від якого відходять придатки: дві жувальні лопаті (зовнішня і внутрішня) і членистий нижньощелепний щупик;

б) друга пара нижніх щелеп утворює нижню губу, яка складається з підпідборіддя і підборіддя, та трьох пар придатків – дві пари жувальних лопатей і пару нижньогубних щупиків, які є органами дотику і смаку.

Ротовий апарат гризучого типу властивий жукам, тарганам, прямокрилим та ін.

*Гризучо-смоктальний ротовий апарат* характерний для комах, що живляться як рідкою, так і твердою їжею (бджоли, джмелі). Верхня губа і верхні щелепи (мандибули) подібної будови, як в ротовому апараті гризучого типу. Проте обидві пари нижніх щелеп (максил) відрізняються від нижніх щелеп гризучого типу: зберігаючи повний набір частин, які входять до їхнього складу, вони значно витягнуті і утворюють достатньо широкий хоботок. Друга пара нижніх щелеп зливається і утворює непарну пластинку – нижню губу, яка складається з основної пластинки і трьох пар придатків, які на ній розташовані.

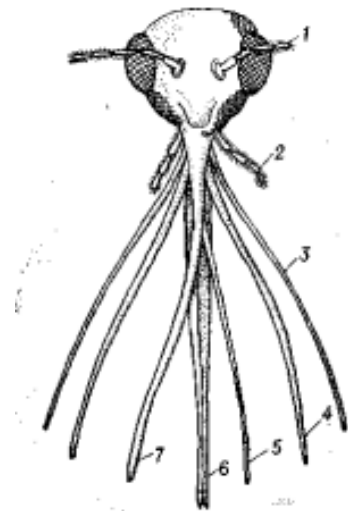


Рис. 11.3 Ротовий апарат самки комара (колючо-смоктального типу) (за Догелем, 1981):

1 – антени; 2 – щупики; 3 – нижні щелепи; 4 – верхні щелепи; 5 – підглоточник; 6 – нижня губа; 7 – верхня губа.

Придатки – це дві пари нерозчленованих лопатей і пару нижньогубних щупиків. Внутрішні лопаті нижньої губи утворюють язичок, а зовнішні лопаті

нижньої губи – додаткові язички. Язичок і додаткові язички забезпечують всмоктування нектару. В цілому мандибули слугують для збору і роздрібнення твердого квіткового пилку, а хоботок, утворений максиллами, – для всмоктування нектару.

- 1) сукупність усіх ротових частин утворює колючий хоботок;
- 2) верхні щелепи, дві пари нижніх щелеп перетворені у тонкі колючі утвори;
- 3) нижня губа і верхня губа витягнуті і утворюють трубку, яка забезпечує всмоктування.

*Смоктальний ротовий апарат* має вигляд хоботка, який у спокійному стані скручений спіралью. Його мають метелики, що живляться нектаром квітів (рис. 11.4).

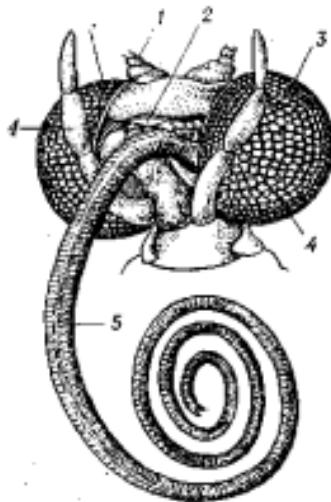


Рис. 11.4 Ротовий апарат метелика (смоктального типу)

(за Догелем, 1981):

1 – основа антени; 2 – верхня губа; 3 – очі; 4 – губні щупики; 5 – хоботок.

Груди комах складаються з трьох сегментів: передньо-, середньо- і задньогрудей. На кожному сегменті розташовано по парі ніг, які бувають різних типів залежно від способу життя та переміщення комах: бігальні або ходильні (більшість комах), стрибальні (прямокрилі, блохи, деякі жуки і цикади), хапальні або хижі (водяний скорпіон), риучі (медведки, деякі жуки), присмоктувальні (мухи, самці жуківплавунців), плавальні (водяні жуки і клопи), збиральні (джмелі, бджоли). Нога складається з таких частин: тазик, вертлуг, стегно, гомілка і лапка, яка закінчується 1-2 кігтиками (рис. 11.5).

У більшості комах на 2-му і 3-му сегментах грудей є по парі крил. Крила – це пластинки різної форми, утворені виростами шкірних покривів, які дали змогу більшості комах літати. Вони пронизані трубчастими жилками, по яким у крило заходять трахеї, нерви і кров. Будова крил є важливою систематичною ознакою комах. Пристосування до польоту дало змогу розселитися комахам по всій Землі. Швидкість польоту мухи – 5 м/с. Бабки можуть літати зі швидкістю 10-30 м/с, здійснюючи за цей проміжок часу до 80-100 змахів крилами. Найбільша швидкість горизонтального польоту у дозорця (з родини Коромисла),

який, як показали спостереження, може летіти зі швидкістю 140 км/год, а то й більше.



Рис. 11.5 Типи ніг комах (за Догелем, 1981):  
1 – прыючі; 2 – стрибальні; 3 – бігальні або ходильні; 4 – плавальні; 5 – збиральні  
6 – присмоктувальні; 7 – хапальні або хижі.

У дорослих комах на черевці, яке складається із 6-12 сегментів, кінцівок немає. У личинок деяких комах (лускокрилі, окремі перетинчастокрилі) є несправжні черевні ніжки. Самки багатьох видів комах на кінці черевця мають яйцеклад, а окремі із них – жало, на якому відкривається протока отруйної залози. Забарвлення тіла комах залежить від пігментів, що містяться в кутикулі, а характерний металевий блиск часто зумовлюється заломленням або відбиттям променів світла.

Для м'язової системи комах притаманна диференціація та спеціалізація окремих елементів. Кількість м'язових пучків сягає 1,5-2 тис. Комахи розвивають значну м'язову силу. Так, травневий хрущ тягне вантаж у 24 рази більший за власну масу, блоха стрибає на відстань у 200 разів більшу за її розміри. Проміжки між внутрішніми органами в комах заповнені жировим тілом, яке є запасом поживних речовин та поглиначем продуктів обміну.

Травна система комах складається з трьох відділів – передньої, середньої і задньої кишки. Органи травлення розпочинаються ротовою порожниною на голові, куди відкриваються слинні залози. Ротова порожнина за допомогою короткої глотки з'єднується із стравоходом, задня частина якого розширюється у волю. Воно є резервуаром для їжі, проте тут їжа зазнає також змін. Так, перетворення нектару на мед у бджіл відбувається частково вже у волі. У деяких комах (жуки, таргани) за волом розташоване невеличке розширення – жувальний шлунок, де їжа зазнає механічної обробки. Жувальний шлунок переходить у середню кишку (травний шлунок), де відбувається перетравлювання і всмокту-

вання їжі. Середня кишка являє собою циліндричну трубку, у початкову ділянку якої впадають декілька сліпих виростів кишечника – пілоричних придатків. Пілоричні придатки виконують роль збільшення всисної поверхні кишечника. Оскільки травної залози (печінки) комахи не мають, травні ферменти виділяються безпосередньо стінками середньої кишки. Середня кишка переходить у задню, яка у деяких комах (тарган) може поділятися на тонку і товсту кишки. Через стінки задньої кишки всмоктується вода. Неперетравлені рештки виділяються через анальний отвір.

*Органами виділення* у комах є мальпігієві судини та жирове тіло. Жирове тіло – це пухка тканина, густо пронизана трахеями. Частина її клітин накопичує сечову кислоту (продукт обміну речовин) протягом усього життя комахи, а не виводить її у зовнішнє середовище.

*Органи дихання* представлені складною системою трахей, що пронизують усе тіло комахи і закінчуються найтоншими гілочками – трахеолами. Повітря в трахеї потрапляє крізь дихальця (стигми), розташовані по боках грудей та черевця. Трахеї вистелені кутикулою, яка утворює спіральні потовщення. Це надає їм еластичності й перешкоджає спаданню стінок. Надходження і видалення повітря відбувається шляхом зміни об'єму черевця за допомогою скорочення м'язів.

*Кровоносна система комах незамкнена.* Серце розташоване на спинному боці черевця і має вигляд трубки, розділеної перегородками із клапанами на декілька камер. Задній кінець його закінчується сліпо, а від переднього відходить аорта, з якої кров (гемолімфа) виливається у порожнину тіла. У камерах серця є отвори з клапанами (остії), крізь які гемолімфа надходить із порожнини тіла до серця. Гемолімфа виштовхується із камери в камеру від заднього кінця серця до переднього внаслідок скорочення крилоподібних м'язів, які підходять до кожної камери. Гемолімфа є безбарвною або жовтуватою рідиною. Гемоглобіну у ній міститься дуже мало, бо функцію транспортування газів у комах виконують трахеї. Гемолімфа розносить поживні речовини, а також завдяки наявності фагоцитів виконує захисну функцію. Крім того, до неї надходять продукти обміну речовин, які переносяться гемолімфою до органів виділення.

*Нервова система* комах порівняно з іншими членистоногими має значно вищий рівень розвитку і спеціалізації. Центральна нервова система включає парний надглотковий ганглії (головний мозок), підглотковий ганглії та ганглії черевного нервового ланцюжка. Комахи, що мають складну поведінку, характеризуються більшими розмірами головного мозку. У бджоли він становить 1/174 обсягу тіла, а в жукаплавунця лише 1/420. Від гангліїв центральної нервової системи відходять нерви до різних органів.

*Органи чуття* в комах дуже складні та різноманітні. У них розвинені пара складних фасеткових очей та іноді додатково мають 2-3 простих очка. Фасеткові (складні) очі є у більшості дорослих форм комах з неповним перетворенням (рис. 11.6).



Рис. 11.6 Схема будови фасеткового ока комах (у розрізі)  
(за Догелем, 1981):

Видно: хітинову оболонку, яка утворює кришталіки окремих фасеток, прозорі кристалеві конуси, світлочутливі палички (рабдоми), клітини сітківки, пігментні прошарки між окремими вічками (оматидіями). Кількість омаїдіїв у фасетковому оці різних видів комах неоднакова. Так, активні хижаки – бабки мають їх до 28 тис. у кожному оці, а робочі мурашки, що живуть під землею, всього 8-9. Зір у комах кольоровий. Вони сприймають жовто-зелені, сині й ультрафіолетові промені. Чітке зображення предмету виникає в оці комахи лише на відстані 10 см, але на рух предметів вона реагує за 1,5-2 м.

У багатьох комах розвинені *органи слуху* (тимпанальні і хордотональні органи), за допомогою яких вони сприймають не лише звукові, але й будь-які коливання середовища. Тимпанальні (від грецьк. τυμπανον – барабан) органи є слуховими органами, які знаходяться на різних частинах тіла: ногах (у коників), черевці (у більшості саранових), по боках грудей (у деяких саранових). Хордотональні (від грецьк. chordē – струна та tonos – натяг) органи, які розташовуються під кутикулою, сприймають коливання низької частоти, а ті, що розміщуються всередині тіла, сприймають зміни тиску.

Деякі комахи не лише сприймають звуки, але й здатні відтворювати їх. Звукові органи комах різноманітні. Наприклад, у коників та цвіркунів відтворення звуків відбувається в результаті тертя одного крила об друге, у саранових – при терті стегна задніх ніг об верхні крила. Комахи сприймають звукові коливання в дуже широкому діапазоні. Так, наприклад, цвіркуни – у межах від 300 до 8000 коливань на секунду, деякі коники – від 800 до 45 000, сарана – до 90 000, а метелики уловлюють навіть ультразвуки летючих мишей, які мають коливання від 30 до 80 тис. на секунду.

*Нюхові сенсиль* різноманітні за формою (щетинки, конуси, пластинки) і розташовані головним чином на вусиках та щупиках. Кількість нюхових сенсил буває дуже великою. Так, у мух їх 2-4 тис., а у бджоли – 10 тис. Нюх допомагає кохам у пошуках їжі. Крім того, орієнтація за запахом є каналом передачі інформації, тобто своєрідною мовою комах.

Доведено, що комахи виділяють у навколишнє середовище біологічно активні речовини – феромони, які сприймаються іншими особинами того ж виду і впливають на їхню поведінку, а іноді й на ріст та розвиток. Є феромони тривоги, оборони, слідові. Статеві феромони, які є атрактантами, сприяють, напри-

клад, знаходженню особин протилежної статі. Експериментально доведено, що самці деяких метеликів уловлюють запах атрактантів самки на відстані до 10 км.

*Розмноження* в комах звичайно двостатеве, проте зустрічається й партеногенез (одностатеве розмноження). Для багатьох комах характерний статевий диморфізм – самці відрізняються від самок за розмірами, забарвленням, наявністю придатків (рис. 11.7).

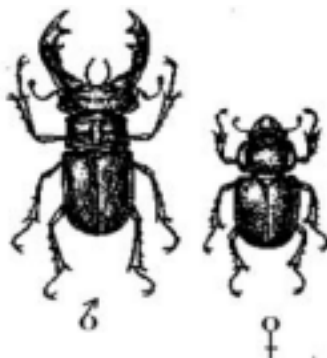


Рис. 11.7 Статевий диморфізм жука-олень.

Зпліднення внутрішнє, рідше – сперматофорне. У самок деяких видів є сім'яприймники, де сперма самця може зберігатися тривалий час (4-5 років). Форма, забарвлення, а також кількість яєць, що їх відкладають комахи, дуже відрізняються. Наприклад, сарана відкладає 500-900 яєць, бджолина матка – 1,5 млн., а самиця термітів – до кількох мільйонів на рік. Яйця вкриті шкаралупою, що захищає їх від несприятливих впливів навколишнього середовища.

Розвиток комах може бути прямим або з перетворенням (метаморфозом): повним або неповним (табл. 11.2).

Таблиця 11.2

Розвиток з неповним метаморфозом

Розвиток з неповним метаморфозом	яйце — личинка (пожа на дорослу особину) — імаго (доросла комаха)
----------------------------------	---

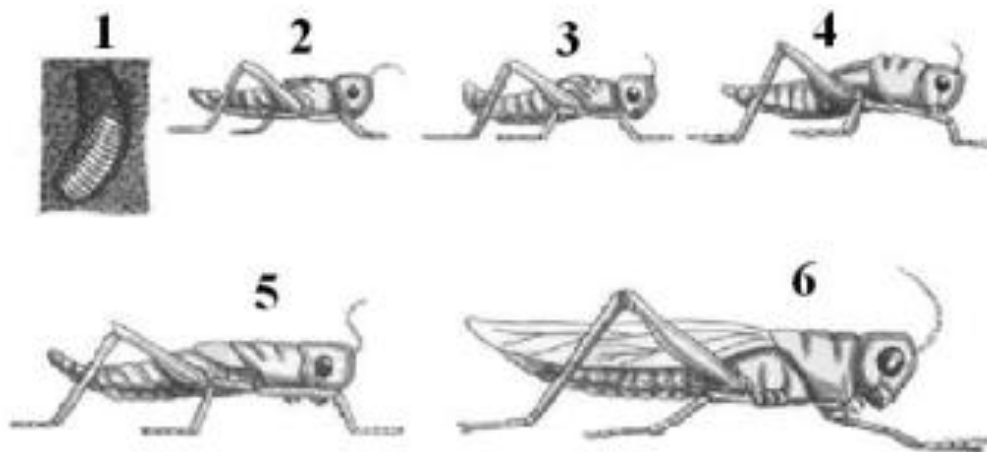


Рис. 11.8 Розвиток комах із неповним метаморфозом (за Догелем, 1981): 1 – яйце; 2-5 – личинки (німфи) різних стадій; 6 – доросла комаха (імаго).

У комах з неповним метаморфозом із яйця розвивається личинка, подібна до дорослої форми (імаго), але менша за розмірами, з не розвиненими крилами і статевими органами. Личинка кілька разів линяє, росте і перетворюється на імаго без стадії лялечки. Представниками комах цієї групи є ряди: Прямокрилі, Терміти, Таргани, Бабки, Воші, Рівнокрилі, Напівжорсткокрилі або Клопи.

Під час повного метаморфозу із яйця виходить червоподібна личинка, зовсім не схожа на імаго. Після кількох линьок, що супроводжуються ростом, личинка перестає рухатися та живитися і перетворюється на лялечку (табл. 11.3).

Таблиця 11.3

Розвиток з повним метаморфозом.

Розвиток з повним метаморфозом	яйце——личинка (не схожа на дорослу особину) ——лялечка——імаго (доросла комаха)
--------------------------------	--

У фазі лялечки відбуваються два складні процеси:

1) *гістоліз* (від грецьк. *histos, histion* – тканина і *lysis* – розпад, розторгнення) – розпад органів личинки за участю фагоцитів;

2) *гістогенез* (від грецьк. *histos, histion* – тканина і *genesis* – походження) – утворення тканин і органів, властивих імаго.

У стадії імаго комахи не линяють і не ростуть. Цикл розвитку комах, послідовність фаз, тривалість їх линьки регулюються гормонами, надходження яких у кров координується нервовою системою.

Увесь цикл розвитку комах від фази яйця до фази імаго називається генерацією (поколінням). Тривалість генерації залежить від двох основних факторів – спадковості та впливу навколишнього середовища. Є види, які незалежно від умов навколишнього середовища дають за рік одне покоління. Прикладом можуть бути городні блішки, саранові, клопи-черепашки та ін. В інших кількість генерацій залежить від географічної широти місцевості та впливу погоди. Наприклад, яблунева плодожерка та білан капустяний у північній зоні свого ареалу дають лише одне покоління, тоді як у середній – 2-3, а у південній – навіть 4-5 поколінь на рік. Нарешті, є види, розвиток яких триває декілька років: у жука-кузьки – 2, травневого хруща – 4 роки. У комах із довгим личинковим розвитком тривалість життя імаго незначна. У травневого хруща імаго живе близько місяця. Одноденки в дорослій стадії живуть від кількох годин до 2 тижнів. Личинки їх розвиваються 2-3 роки, линяючи за цей період до 23 разів.

Комахами із повним перетворенням є: представники рядів: Блохи, Двокрилі, Перетинчастокрилі, Метелики або Лускокрилі, Твердокрилі або Жуки.

Основою поведінки комах є безумовні рефлекси та інстинкти. У них спостерігаються рухові рефлекси на світло (фототаксиси), тепло (термотаксиси), вологу (гідротаксиси), земне тяжіння (геотаксиси). Прикладами позитивних таксисів можуть бути зосередження навесні мух на нагрітих сонцем стінах будинків (термотаксис), скупчення комах біля джерела світла в нічний час (фототаксис).

У комах спостерігаються інстинкти, пов'язані як із збереженням особини, так і спрямовані на збереження виду. Прикладами перших є оборонні або захисні, («завмирання», виділення пахучих та отруйних речовин), харчові (здобування їжі, створення запасів корму). Прикладами других інстинктів є відшукування особин протилежної статі, турбота про потомство. Інстинктивна поведінка багатьох комах дуже складна і часом справляє враження розумної. Проте при зміні ситуації така спадково закріплена поведінка стає недоцільною і спричиняє загибель комах або її потомства.

### **3. Значення комах у природі:**

1. Завдяки своїй величезній біомасі (100-300 кг на 1 га) та різноманітності трофічних зв'язків, комахи беруть активну участь у кругообігу речовин у біосфері.

2. У природних біоценозах вони відіграють певну роль у підтримуванні біологічної рівноваги (фітофаги та ентомофаги). Рослиноїдні або травоїдні, *фітофаги* (від грец. *phyton* – рослина, *phagos* – пожирач) – тварини, що харчуються виключно рослинною їжею. До рослиноїдних відносяться три чверті всіх комах. При порушенні стабільності екосистеми рослиноїдні тварини можуть давати спалахи чисельності, завдаючи значної шкоди рослинам.

*Ентомофаги* (від грец. *entoma* – комахи, *phagos* – пожирач) – тварини, які харчуються комахами, впливаючи на їх чисельність, виступають найважливішими агентами біологічного методу та інтегрованого захисту рослин. Серед ентомофагів найбільш відомі перетинчастокрилі – їздці (трихограми, афелінус, псевдафікус), використовуються в боротьбі з попелицями, червцями а також деякі мурахи, що поїдають гусіць; твердокрилі – сонечка, наприклад родолія, яка знищує австралійського жолобчастого червця, жуки-стафіліни, що поїдають шкідників овочевих культур.

3. Комахи-сапрофаги беруть активну участь у руйнуванні рослинних решток, перетворенні складних органічних речовин на прості, їх мінералізації, тобто у процесах ґрунтоутворення. Прокладаючи в ґрунті численні ходи, вони сприяють аерації ґрунту, проникненню вологи.

4. Копрофаги та некрофаги виконують роль санітарів, очищаючи землю від екскрементів та трупів.

5. Комахи-запилювачі (бжолі, джмелі, квіткові мухи, денні метелики), живлячись пилом та нектаром, сприяють перехресному запиленню квіткових рослин, адже близько 80 % цих рослин запилюється комахами.

6. Комахи є кормовою базою для багатьох груп тварин.

### **4. Значення комах у житті людини:**

*Позитивне:*

1. Деякі з комах дають технічні матеріали: шовк (тутовий шовкопряд), віск (медоносна бджола), барвники (червець) та лікарську сировину, (мурахи, медоносна бджола, шпанська мушка).

2. Цінним харчовим продуктом для людини є мед – продукт переробки квіткового нектару медоносними бджолами.

3. Біоніки досліджують комах для створення досконалих приладів та механізмів.

4. Багато видів комах приносять естетичну насолоду, збагачуючи живу природу фарбами, рухами, звуками.

*Негативне:*

1. Серед комах є небезпечні масові шкідники сільськогосподарських та лісових рослин.

2. Комахи завдають матеріальних збитків, пошкоджуючи продукти харчування (довгоносики, зернівки, чорнотілки), шкіру, шерсть, пір'я (жуки-короїди, міль, пухоїди), дерев'яні будівлі та меблі.

3. Деякі комахи (воша людська, муха-цеце) поширюють небезпечні хвороби (тиф, сонна хвороба).

*Охорона комах.* Усе ж користь від комах значно більша від шкоди, що її вони завдають. Ріст населених пунктів, розширення сільськогосподарських угідь, забруднення повітря, застосування отрутохімкатів, колекціонування – все це призвело до збіднення ентомофауни. Тому не випадково до Червоної книги України включені 173 видів комах, серед яких махаон, райдужниця велика, ванесса чорно-руда, синявець мелеагр та інші з ряду Метелики або Лускокрилі, джміль моховий, джміль глинистий, джміль пахучий та інші з ряду Перетинчастокрилі, жук-олень, красотіл пахучий, вусач дубовий великий та інші з ряду Твердокрилі тощо. Значну роботу з охорони і розселення комах виконують товариства з охорони природи.

### **Контрольні запитання:**

1. Охарактеризуйте клас Комахи (Insecta).
2. Зробіть порівняння основних класів Членистоногих.
3. Яке середовище існування характерне для різних представників класу Комахи?
4. Назвіть основних представників класу Комахи, які зустрічаються в Україні.
5. Назвіть основних представників класу Комахи, які потребують захисту та охорони, представників занесених в Червону книгу України.
6. Значення комах у житті людини.
7. Значення комах у природі.

## Лекція 12. Загальна характеристика типу Хордові (Chordata)

**Мета:** вивчити загальну характеристику типу Хордові, характеристику представників підтипів Безчерепні, Покривники, Хребетні, Безщелепні.

**Основні поняття:** хорда, зяброві щілини, целом, фільтратори, туніка, хребет, хребці, череп, зигота, бластула, гастрולה, міомери, міосепти, вісцеральна мускулатура, зяброві міхури, травна трубка, нефридії, гермофродити.

### План

1. Загальна характеристика типу Хордові.
2. Загальна характеристика підтипу Безчерепні (Acrania). Клас Головохордові.
3. Загальна характеристика підтипу Покривники (Tunicata).
4. Загальна характеристика підтипу Хребетні або Черепні.
5. Загальна характеристика інфратипу Безщелепні (Agnatha).

**1. Загальна характеристика типу Хордові.** Хордові – тип тварин, для яких характерний осьовий скелет у вигляді хорди, що розташована над травною трубкою; над хордою розміщена спинна нервова трубка. Хорда (від грец. chordē – струна) – еластична несеgmentована скелетна вісь у хордових тварин (рис. 12.1).

Відомо близько 51 000 сучасних видів типу Хордові. Хордові живуть на суходолі, в океанах, морях і прісних водоймах.

### Загальна характеристика:

1. На ранніх стадіях розвитку хордових, тобто в ембріонів (у вищих хордових: риби, земноводні, плазуни, птахи, ссавці) або протягом усього життя (у нижчих хордових: ланцетник, круглороті) опорою всього тіла хордових є *внутрішній осьовий скелет або хорда*.
2. Хордові є тришаровими організмами з двобічною симетрією.
3. Вони мають вторинну порожнину тіла – *целом*, де містяться системи внутрішніх органів.
4. Під хордою розташовується *травна трубка*.
5. У глотці наявні *зяброві щілини*; це – ряди парних отворів у глотці, які відкриваються назовні або безпосередньо або крізь навколозяброву порожнину. У первинноводних тварин (ланцетник, круглороті) зяброві щілини зберігаються впродовж усього життя. У решти тварин (земноводні, крокодили, дельфіни, кити, тюлені), зяброві щілини утворюються як зачатки під час ембріонального розвитку, але до народження тварини вони замінюються на легені.
6. *Центральна нервова система* трубчастого типу розташована над хордою.

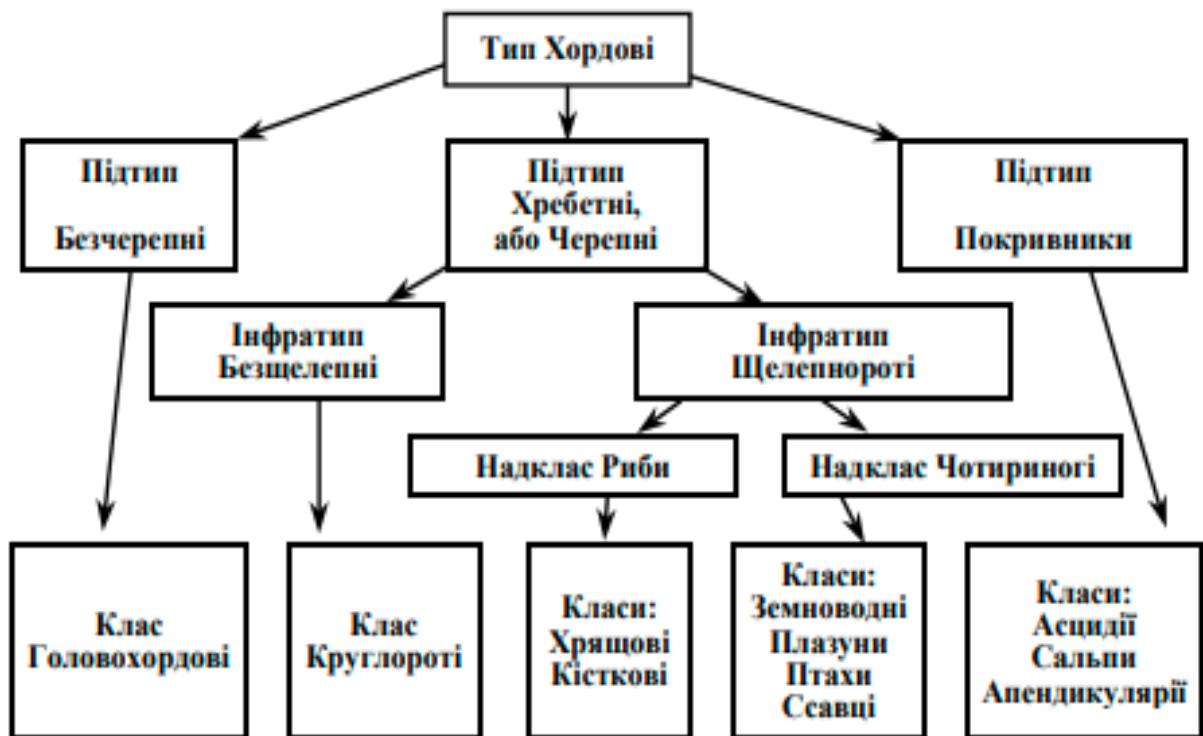


Рис. 12.1 Класифікація типу Хордові

**2. Загальна характеристика підтипу Безчерепні (Acrania). Клас Головохордові.** Підтип Безчерепні включає близько 30 видів найпримітивніших хордових тварин.

**Загальна характеристика підтипу Безчерепні (Acrania):**

1. Протягом життя у них зберігається хорда і нервова трубка.
2. Відсутні череп та будь-які зачатки хребців.

Підтип Безчерепні містить лише один клас Головохордові (Cephalochordata).

Найбільш вивченим серед Головохордових є *ланцетник*, який зустрічається у багатьох морях, зокрема й у Чорному морі (рис. 12.2). Назва ланцетника пов'язана з тим, що формою він нагадує ланцет – хірургічний інструмент. Ланцетник було описано 1774 року видатним вченим П. С. Палласом, який за класифікацією відніс його до молюсків. Згодом, визначний зоолог О. О. Ковалевський довів, що ланцетник є представником типу Хордові.

**Ланцетники** – морські тварини завдовжки 4-8 см. Живуть у помірних і теплих морях, на піщаних обмілинах, зариваються в пісок, висовуючи назвні тільки передній кінець тіла. Їхнє ланцетоподібне рожеве тіло стиснене з боків і загострене з обох кінців. На спинному боці є складка шкіри, яка утворює *спинний плавець*, що переходить у хвостовий. Уздовж нижнього краю хвоста міститься *підхвостовий плавець*.

*Покриви* ланцетника складаються з одношарового епітелію, вкритого тоненькою кутикулою, та драглистої сполучної тканини.

Внутрішній скелет ланцетника представлений еластичною *хордою*, яка тягнеться вздовж усього тіла і зберігається протягом усього життя.

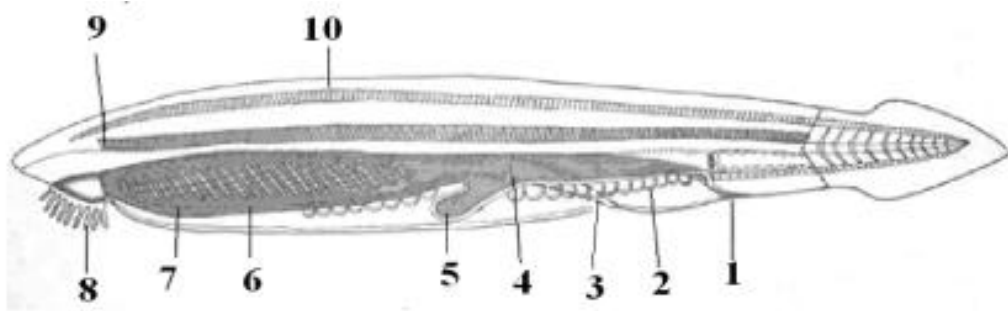


Рис. 12.2 Будова ланцетника (за Наумовим, Карташовим, 1979):  
 1 – анальний отвір; 2 – статеві залози; 3 – зяброва пора; 4 – кишечник; 5 – печінковий виріст; 6 – глотка із зябровими щілинами; 7 – навколозяброва порожнина; 8 – щупальця; 9 – хорда; 10 – нервова трубка.

Під хордою розміщена *травна трубка*. Вона починається передротовою лійкою, оточеною щупальцями. Рух щупальців передротової лійки, що оточує ротовий отвір, створює течію води. Разом з водою одноклітинні рослини й тварини, дрібні рачки потрапляють у глотку, а з неї – у кишку, не поділену на відділи. Від черевної частини передньої половини кишки відходить печінковий виріст. Назовні кишечник відкривається анальним отвором. За характером живлення ланцетник є типовим *фільтратором*.

*Органи виділення* у ланцетника представлені численними (до 90 пар) канальцями – *нефридіями*, які розміщені вздовж спинної частини глотки і відкриваються у навколозяброву порожнину, звідки через зяброву пору продукти виділення виводяться назовні.

*Дихання* здійснюється одночасно із живленням. У стінках глотки є близько 100 пар зябрових щілин, навколо яких у глоткових тканинах є капіляри кровоносної системи. Із води, яка омиває зяброві перегородки, кисень надходить до крові й розноситься по всьому тілу. Певною мірою газообмін у ланцетника може здійснюватися і через покриви тіла.

*Кровоносна система* замкнена, складається з двох кровоносних судин (черевної аорти і спинної аорти), від яких відходять численні дрібні судини (зяброві артерії, сонні артерії, підкишкова вена, печінкова вена). Рух крові відбувається завдяки пульсації стінок черевної аорти. Отже, у безчерепних лише одне коло кровообігу. Кров безколірна і не містить дихальних пігментів. Дрібні розміри тварин і тонка шкіра дають змогу насичувати кров киснем не лише у зябрових артеріях, а й у всіх поверхневих судинах тіла.

Над хордою розміщена *нервова трубка* з нервами, які відходять від неї. Оскільки у ланцетника немає головного мозку, у нього відсутній і череп.

*Органи чуття* розвинені слабо. Світло сприймається світлочутливими клітинами. На тілі тварини є клітини, які сприймають або механічні подразнення (дотикові клітини) або хімічні подразнення (хеморецептори). Хеморецепторами вистелена і нюхова ямка (ямка Келлікера).

Тварини *роздільностатеві* (самці і самки). *Статеві залози* або гонади, парні (до 25 пар), не мають власних протоків. Статеві клітини виводяться у на-

вколозяброву порожнину, а звідти через зяброву пору вони потрапляють назовні. Ланцетники розмножуються всього один раз протягом життя, оскільки статеві клітини виводяться через розриви стінок статевих залоз, які не відновлюються. *Запліднення* в них зовнішнє.

*Розвиток непрямий*: з ікринки у воді розвивається личинка, яка активно плаває та живиться, а згодом опускається на дно й перетворюється на дорослу тварину, яка веде пасивний спосіб життя.

Особливості *будови* ланцетника як примітивної хордової тварини:

- Протягом життя зберігається хорда і нервова трубка.
- Покриви представлені одношаровим епітелієм.
- Відсутність черепа та будь-яких зачатків хребців.
- Відсутність парних кінцівок.
- М'язова система дає змогу здійснювати лише одноманітні рухи: вигинати тіло в один або в інший бік.
- Кишечник слабо диференційований.
- Органи дихання представлені зябровими щілинами, що пронизують глотку.
- Примітивна будова органів виділення.
- Відсутність головного мозку і серця.
- Примітивні органи чуття: світлочутливі клітини, нюхальна ямка, рецептори дотику.
- Велика кількість статевих залоз, які не мають власних протоків.

*Значення головохордових у природі*:

1. У водяних екосистемах головохордові є одним із ланцюгів живлення.
2. В екосистемах відіграють роль фільтраторів, регулюють кількість планктонних організмів.

*Значення головохордових у житті людини*:

1. Ланцетник є зручним об'єктом для наукових досліджень.
2. Населення Південно-Східної Азії використовує ланцетники у їжу.

**3. Загальна характеристика підтипу Покривники (Tunicata)** Підтип Покривники об'єднує близько 1100 видів. Типові ознаки хордових (хорда, розташування над нею нервової трубки, глотка із зябровими щілинами) проявляються лише на личинковій стадії розвитку. У дорослих форм хорди немає (крім, апендикулярій). Розміри представників підтипу Покривники – від 0,3 см (апендикулярії) до 30 м (колонії вогнетілок). Тіло вкрите мішкоподібною оболонкою або тунікою. Саме з нею пов'язана назва підтипу. Під тунікою лежить мантия або шкірно-м'язовий мішок, із одношарового шкірного епітелію (ектодерми) і декількох шарів (2-3) поздовжніх і поперекових мускульних пучків, які знаходяться в пухкій сполучній тканині. Живуть тільки у морях. Частина видів веде *нерухливий (сидячий)* спосіб життя, інші повільно *переміщуються* в товщі води.

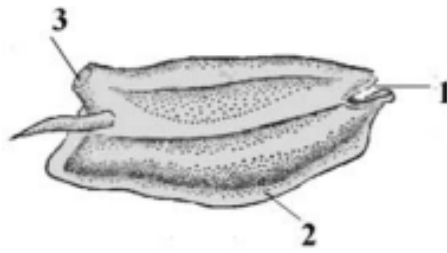


Рис. 12.3 Сальпа (за Наумовим, Карташовим, 1979):  
1 – рот; 2 – черевна сторона; 3 – клоачний отвір.

Тіло тварин (асцидії, сальпи) має підшву, якою вони прикріплюються до субстрату, *ротовий і клоакальний отвори – сифони*, які здатні закриватися і відкриватися за рахунок кільцевих м'язів (рис. 12.3). Вода заходить у ротовий отвір завдяки рухам війок, які там розташовані, і проходить крізь глотку, яка займає більшу частину тіла. На початку глотки знаходяться ротові щупальця (до 30). Глотка пронизана зябровими щілинами, які фільтрують воду. Струмінь води забезпечують війки, розташовані на зябрових перегородках. Тому тварини живляться пасивно, фільтруючи воду. Від дна глотки відходить короткий стравохід, який переходить у розширену частину – шлунок, в стінках якого розташовані залози, які виробляють травні ферменти. За шлунком йде кишка. Кишка відкривається анальним отвором в порожнину тіла поблизу клоакального сифона. Неперетравлені рештки з порожнини тіла струмом води через клоакальний сифон виводяться назовні.

*Видільна система* представлена у вигляді дрібних міхурців, які розташовані на стінках кишки і мантиї. У таких «нирках накопичення» накопичується сечова кислота, видалення яких із міхурців протягом життя не відбувається. У колоніальних видів продукти виділення виводяться із організму назовні у вигляді газоподібного аміаку, а сечова кислота накопичується у «нирках накопичення».

Глотка слугує і *органом дихання*. По спинній стороні глотки проходить нервова трубка або спинний нервовий стовбур, який у верхній частині має компактне скупчення нервових клітин – нервовий вузол (спинний ганглій).

*Кровоносна система* незамкнена. *Серце* має вигляд короткої трубки, від одного кінця якої йде судина, яка галузиться в стінках глотки; судини, які відходять від іншого кінця серця, спрямовані до внутрішніх органів (шлунку, кишки) і мантиї, де і виливається кров у невеличкі порожнини – лакуни. Серце протягом декількох хвилин скорочується спочатку в одному напрямку, потім в іншому напрямку. Тому кров спрямовується то до внутрішніх органів і мантиї, то у стінки глотки, де вона збагачується киснем.

Покривники – є *гермафродитами*. Парні яєчники у вигляді довгих, заповнених яйцями, мішків знаходяться в порожнині тіла і прикріплені до стінки мантиї. Короткі трубчасті яйцепроводи відкриваються у порожнину тіла біля клоакального сифона. Сім'яники у вигляді багаточисельних овальних часточок також розміщені на стінках мантиї; їхні короткі протоки відкриваються в порожнину тіла. Самозапліднення у тварин не відбувається через те, що в кожній особини статеві клітини дозрівають неодноразово, і тому вона функціонує то як

самець, то як самка. Запліднення яєць відбувається у воді поза організму і тому й личинки розвиваються поза організмом.

У результаті розвитку заплідненого яйця утворюється *хвостата личинка*, яка суттєво відрізняється за будовою від дорослих тварин (асцидій). Вона має невеличке овальне тіло і достатньо довгий хвіст. Маленький ротовий отвір веде у глотку, спочатку ще не пронизану зябровими щілинами. За глоткою йде кишечник, який сліпо замкнений. У результаті відокремлення від ектодерми виникає *нервова трубка*, *передній кінець якої утворює розширення – мозковий міхурець*. У мозковому міхурці формуються очна пляма і статоцист. Мозковий міхурець відкривається отвором у початкову частину *глотки*. Позаду глотки починається хорда, яка тягнеться вздовж тіла і хвоста. Над хордою розміщена нервова трубка. По боках хорди лежать м'язові клітини, завдяки скороченню яких рухається хвіст. Личинка після розриву яйцевих оболонок потрапляє у воду, плаває, працюючи хвостом. На спинній частині тіла позаду мозкового міхура утворюються парні заглиблення, які згодом зливаються разом навколо глотки (так утворюється порожнина тіла). Одночасно у стінках глотки прориваються зяброві щілини (від 2 до 6). На цій стадії личинці властиві характерні ознаки хордових (хорда, розташування над нею нервової трубки, глотка із зябровими щілинами), проте вона не живиться.

Стадія *вільноплаваючої личинки* триває всього декілька годин. На передньому кінці її тіла утворюються *ектодермальні вирости*, які утворюють *присосок*. Присосок виділяє клейкий слиз, за допомогою якого личинка прикріплюється до підводних предметів (камінь, черепашка, ґрунт). Після прикріплення поступово *зникає хвіст* (хорда, нервова трубка, м'язові клітини), *розростається глотка*, в якій збільшується кількість зябрових щілин, *диференціюється кишкова трубка*, а її кінець проривається у розрослу порожнину тіла. Одночасно *формується кровносна система*, утворюються *статеві залози*, переміщуються ротовий і клоакальний сифони, і тіло набуває характерний для дорослої істоти мішкоподібний вигляд. У ході такого метаморфоза *зникає очна пляма і статоцист*, а нервові клітини стінок мозкового міхурця групуються в *компактний нервовий вузол – спинний ганглії*.

Крім *статевого розмноження*, значна частина видів (асцидій) здатні також до *безстатевого розмноження брунькуванням*. У нижній частині тіла тварини утворюється виріст (інколи декілька), в який врастають відростки усіх внутрішніх органів. На кінці вироста формуються потовщення – *бруньки*, в кожній з яких шляхом складного диференціювання формуються органи дорослої статевозрілої особини. Утворені в результаті брунькування тварини або лишаяються з материнським організмом (колоніальні асцидії) або відриваються від нього, падають на ґрунт, прикріплюються до нього і продовжують самостійне життя. Серед покривників є як одиночні, так і колоніальні. Колонії утворюються брунькуванням, і всі споріднені особини знаходяться у спільній туніці.

**4. Загальна характеристика підтипу Хребетні або Черепні.** Загальна характеристика:

1. Осьовий скелет – *хребет*, який складається з окремих елементів –

хребців.

2. Хребет побудований з хрящової або кісткової тканини.
3. Скелет голови утворює *череп*, який оточує головний мозок.
4. Характерні кінцівки, що забезпечують вільне переміщення у воді, повітрі чи на суходолі.
5. Травна система диференційована на відділи: ротова порожнина з зубами і язиком, глотка, стравохід, шлунок, декілька відділів кишечника (тонка кишка, товста кишка, пряма кишка, яка відкривається в клоаку або самостійним анальним отвором; є травні залози: слинні, шлункові, кишкові, печінка, підшлункова.
6. Органи виділення – нирки.
7. Органи дихання – зябра або легені.
8. Кровоносна система замкнена; є серце з камер; одне чи два кола кровообігу.
9. ЦНС складається з головного та спинного мозку.
10. Розвиток органів чуття – зору, слуху, рівноваги, нюху, смаку, сприймання руху води (органи бічної лінії водних хребетних).
11. Хребетні тварини зазвичай роздільностатеві. Статеві залози (жіночі – яєчники, чоловічі – сім'яники), як правило, парні. Для більшості кісткових риб, безхвостих земноводних характерне зовнішнє запліднення. Для хрящових і деяких кісткових риб, хвостатих і безногих земноводних, плазунів, птахів, ссавців характерне внутрішнє запліднення. Розвиток прямий (плазуни, птахи, ссавці) або з метаморфозом (кісткові риби, земноводні).
12. Властива складна поведінка.

Таблиця 12.1

Порівняльна характеристику безхребетних і хребетних тварин

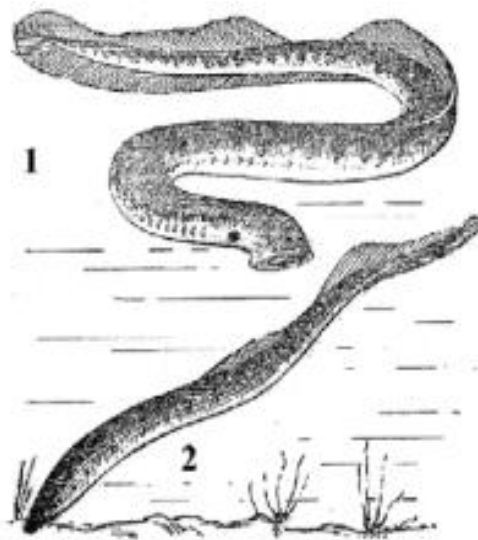
<b>Ознаки</b>	<b>Безхребетні</b>	<b>Хребетні</b>
Скелет	Зовнішній	Внутрішній (хорда), кістковий або хрящовий
Нервова система	Вузлового або дифузного типу	Має вигляд трубки. Передня частина (головний мозок) має п'ять відділів
Органи дихання	Є не в усіх (уся поверхня тіла). Розміщені в грудях і черевці. Форми: поверхня тіла, дихальні трубки, трахеї, зябра, легені	Розміщені в ділянці голови й грудей. Вирости кишечника (плавальний міхур – у давніх хребетних), зябра, легені й шкіра
Будова та розміщення серця	Однокамерне або багатоканальне, на спинному боці тіла	Серце дво-, три-, чотирикамерне, на черевному боці тіла
Кровоносна система	Незамкнена (крім кільчастих червів)	Замкнена
Розміщення органів чуттів	На різних частинах тіла	Основні розміщені в ділянках голови

*Ознаками подібності хребетних і безхребетних тварин є (табл. 12.1):*

1. Схожість різних етапів ембріонального розвитку – зигота, бластула, гастрюла.
2. Розвиток первинної, потім вторинної порожнини тіла в процесі індивідуального розвитку.
3. Розвиток первинного, потім вторинного рота.
4. Двобічна симетрія тіла (білатеральна).
5. Відносно спільний план будови травної системи.

### **5. Загальна характеристика інфратипу Безщелепні (Agnatha)**

1. Включає викопних (клас Щиткові) і сучасних хребетних (один клас Круглороті, що містить два підкласи: Міноги (Petromyzones) і Міксини (Muxini)), у яких хорда протягом усього життя виконує роль основного опорного стрижня тіла; лише у частини форм розвиваються зачатки хребців (рис. 12.4).



*Рис. 12.4 Міноги (за Наумовим, Карташовим, 1979): 1 – атлантична морська мінога; 2 – європейська річкова мінога.*

2. Мозковий череп вкриває головний мозок лише знизу та з боків; він хрящовий (у деяких викопних частково спостерігалось окостеніння).
  3. Щелепи відсутні (звідси походить назва інфратипу).
  4. Рот округлий або трикутний, сисний.
  5. Непарний нюховий мішок відкривається назовні однією ніздрею.
  6. У капсулі внутрішнього вуха є лише два напівколові канали (іноді один).
  7. Більш-менш добре розвинені хвостовий і один-два спинні плавці; парні плавці відсутні.
  8. Є 7-20 зябрових щілин, в яких розвиваються зяброві мішки.
- Значення круглоротих у природі:* напівпаразити-напівхижаки впливають на чисельність свої жертв (як правило, хворих).

*Значення круглоротих у житті людини:* використовують в їжу (в Японії); вони завдають шкоди рибальству, знищуючи цінних промислових риб.

### **Контрольні запитання**

1. Дайте загальну характеристику типу Хордові.
2. Надайте класифікацію типу Хордові.
3. Охарактеризуйте підтип Безчерепні (Acrania).
4. Дайте загальну характеристику класу Головохордові.
5. Охарактеризуйте підтип Покривники (Tunicata).
6. Дайте загальну характеристику підтипу Хребетні або Черепні.
7. Надайте класифікацію підтипу Хребетні або Черепні.
8. Охарактеризуйте інфратип Безщелепні (Agnatha).

## Лекція 13. Загальна характеристика надкласу Риби (Pisces)

**Мета:** вивчити загальну характеристику надкласу Риби, характеристику представників класу Хрящові риби (*Chondrichthyes*), класу Кісткові риби (*Osteichthyes*).

**Основні поняття:** гомойотермні (ендотермні) організми, батрахологія, опістоцельні хребці, процельні хребці, уростиль, м'язиантагоністи, м'язи-синергісти, мале коло кровообігу, велике коло кровообігу, резонатори, метаморфоз, клоака.

### План

1. Загальна характеристика надкласу Риби.
2. Клас Хрящові риби (*Chondrichthyes*).
3. Клас Кісткові риби (*Osteichthyes*).

**1. Загальна характеристика надкласу Риби.** Усі численні види риб – водяні хребетні. Надклас Риби утворений двома класами:

- 1) клас Хрящові риби (*Chondrichthyes*) – 630 видів;
- 2) клас Кісткові риби (*Osteichthyes*) – понад 20 тисяч видів.

*Іхтіологія* (від грецьк. іхтіс – риба, логос – учення) – розділ зоології, який вивчає риб.

*Загальна характеристика Надкласу Риби:*

1. Доповнення або заміна осьового скелета (хорди) хрящовим, а потім і кістковим хребтом.
2. Утворення черепа, що оточує мозок.
3. Наявність щелеп – апарату для захоплення здобичі.
4. Наявність парних плавців, що забезпечують велику рухливість.
5. Диференціювання травної залози на окремі спеціалізовані органи – печінку і підшлункову залозу.
6. Організація елементів видільної системи у відокремлене спеціалізоване утворення – первинні нирки.
7. Утворення органів дихання – зябер, завдяки яким у риб значно підвищилося споживання кисню.
8. Прогресивний розвиток нервової системи, що виражається в значному збільшенні переднього відділу мозку й мозочка – структур, які забезпечують координацію руху.

*Особливості зовнішньої будови риб у зв'язку з життям у воді:*

- Форма тіла обтічна.
- Шкіра слизиста, часто вкрита лускою.
- Плавці (парні: грудні та черевні; непарні: спинний, хвостовий) – органи руху.
- Із боків на тулубі та хвості – бічна лінія (орган чуття).
- Добре розвинені органи чуття: зору, слуху, рівноваги. Особливості внутрішньої будови риб у зв'язку з життям у воді:

- Органи дихання – зябра.
- У кісткових риб – гідростатичний орган (плавальний міхур).
- Головний мозок складається з п'яти добре розвинутих відділів; мозочок розвинений досить добре, що дозволяє координувати рухи риби у воді.

**2. Клас Хрящові риби (Chondrichthyes)** *Представники:* акули, скати. Більшість видів – морські хижаки або всеїдні, хоча є й прісноводні види (риба-пилка *Pristis microdon*). Розміри хрящових риб варіюють: від дрібних скатів довжиною біля 15 см до акул довжиною 15-20 м.

*Гігантами* серед сучасних хрящових риб є:

- акула китова (довжина тіла 15-20 м, маса – 10-20 т; живе в океанах, живиться рибами, членистоногими, кальмарами);
- акула гігантська (довжина тіла 15 м, маса – 5 т; живиться планктонними членистоногими);
- скат манта (довжина тіла 6 м, маса – 4 т).

### **Загальна характеристика класу Хрящові риби**

Скелет повністю *хрящовий*. Окремі його ділянки можуть бути просякнуті солями вапна, внаслідок чого вони набувають значну міцність. Скелет поділяють на осьовий, скелет черепа (мозковий і вісцеральний), скелет парних і непарних плавців і скелет поясів парних плавців.

*Осьовий скелет утворений хребцями (vertebra)*. Тіло хребця двоввігнуте. Такі хребці називають *амфіцельними*. У центрі тіла хребця є канал, в якому проходить хорда. Реальної опорної функції вона вже не виконує. Над тілами хребців розміщені верхні дуги (там розміщений спинний мозок). На верхніх дугах розташовані остисті відростки. У тулубовому відділі осьового скелета слабо розвинені нижні дуги утворюють короткі поперечні відростки, до яких приєднуються дуже короткі хрящові ребра. У хвостовому відділі розвинені нижні дуги утворюють *гемальний канал*, в якому проходить хвостова артерія і вена (добре захищені від стискування під час різких рухів хвоста). Хорда розвивається тільки як ембріональне утворення, а у дорослих риб витісняється хребцями, між якими ще є її залишки.

У *черепі* хрящових риб виділяють два відділи: мозковий і вісцеральний.

Вісцеральний відділ черепа виник із перетворених зябрових дуг.

*Пояс передніх парних плавців* має вигляд хрящової дуги, яка лежить у товщі мускульної стінки позаду зябрового відділу. В акул і химер він не з'єднаний із осьовим скелетом (це свідчить про малу участь цих плавців у рухах тварини), а в скатів у зв'язку зі збільшенням розмірів грудних плавців верхні частини хрящової дуги пояса з'єднуються з хребтом. На бічній поверхні пояса з кожної сторони знаходиться виріст із зчленованою поверхнею – місце прикріплення *скелета плавця*. Частина поясу, яка лежить вище зчленованого виросту, називається *лопатковим відділом*, а частина, яка розташована нижче – *коракоїдним* (від грецьк. *korakoeides* – схожий на вірона). В основі скелета грудного плавця лежать три масивні пласкі базальні хряща, які своїми звуженими верхівками з'єднуються зі зчленованим виростом поясу. До протилежної (ширшої) сторони базальних хрящів прикріплюються променеві хрящі, кожний з

яких складається з 2-3 члеників. Лопать самого плавця підтримується еластотрихіями (від грецьк. *elastos* – гнучкий, *thrix* – волосся) – тонкими променями із рогоподібної речовини, яку продукують клітини шкіри.

*Тазовий пояс* (пояс черевних плавців) утворений хрящовою тазовою пластинкою, яка лежить у мускулатурі черевної стінки безпосередньо перед клоакою. До його бічних поверхонь приєднується *скелет черевного плавця*. Він складається з одного видовженого базального елемента, до зовнішньої поверхні якого прикріплюється ряд променевих хрящів; перший з них найбільший. У самців хрящових риб видовжений базальний елемент подовжується за межі лопаті плавця і служить скелетною основою копулятивного виросту – *птеригоподія*.

*Скелет непарних плавців* утворений різними за розмірами паличкоподібними хрящами – променями, які занурені в мускулатуру. Лопать плавця підтримується еластотрихіями. Хвостовий плавець у більшості хрящових риб нерівнолопатевої (гетероцеркальний): верхня лопать значно більша за нижню і в неї заходить кінцева частина хребта. Скелетну основу хвостового плавця утворюють видовжені верхні і нижні дуги хребців і хрящі.

*Мускулатура* хрящових риб складається з м'язових сегментів – *міомерів*, відділених один від одного сполучними перегородками – *міосептами*. З'являються диференційовані м'язи щелеп, зябрових дуг, парних плавців. Характерною особливістю мускулатури хрящових риб є її відносна *автономність* – збереження здатності до скорочення під час порушення зв'язку з центральною нервовою системою.

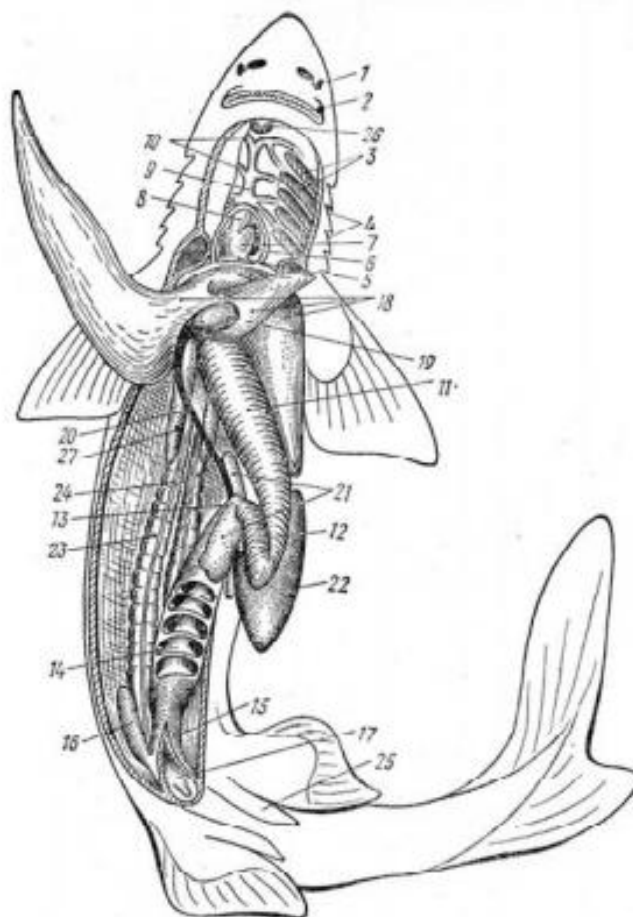
Особливості мускулатури і всього рухового апарату обумовлюють підвищені резерви потужності хрящових риб. Так, в експериментах акул не знижували свою швидкість і маневреність, якщо їм прикріплювали додатковий вантаж, який дорівнював 1/4 маси їх тіла, виміряного у повітрі, а рухливість кісткових риб значно знижувалась вже при невеличкому додатковому навантаженні. Акули постійно знаходяться в русі, мають температуру тіла на 7-8°C, а акули роду *Isurus* на 10°C вище довкілля (води). Це пояснюється високими швидкостями їхнього переміщення.

Тіло хрящових риб вкрите міцною *шкірою*, утвореною *багатошаровим епідермісом* і сполучною тканиною – *коріумом*. В епідермісі розміщені багаточисельні одноклітинні залози, слизовий секрет яких тонким шаром вкриває все тіло. Клітини нижніх шарів епідермісу містять пігменти. Спеціальні пігментні клітини розміщені й у коріумі. Разом вони створюють властивий кожному виду тип забарвлення. Деякі скати здатні змінювати забарвлення залежно від кольору ґрунту, на який вони лягли. Це досягається переміщенням пігмента з відростків у тіло клітини і навпаки або стисканням і розширенням усієї пігментної клітини.

У шкірі утворюється *плакоїдна луска*, яка складається з округлої або ромбоподібної пластинки, що лежить у коріумі, та зубоподібного шипа, вершина якого крізь епідерміс видається назовні. У середині луска має порожнину, заповнену кровоносними судинами. Зовні луска складається з міцної речовини – дентину, який утворюють клітини коріуму; вершину шипа вкриває чохлик з

дуже міцної речовини – емалі, яку утворюють клітини базального шару епідермісу. В акул луска рівномірно вкриває тіло, у скатів у шкірі розкидані великі луски, між якими хаотично розміщені дрібні лусочки. У ската-хвостостола та електричного ската луски редуковані.

Великі плакоїдні луски розміщуються на щелепах, перетворюючись на *зуби*. Шип та шар емалі на ньому при цьому збільшуються. Якщо зуб зносився або зламався, він відпадає, а на його зміну виростає новий. Заміна зубів може відбуватися протягом усього життя риби.



*Рис. 13.1 Внутрішня будова акули (за Наумовим, Карташовим, 1979):*  
 1 – ніздрі; 2 – ротовий отвір; 3 – зябра; 4 – зовнішні отвори зябрових щілин; 5 – венозна пазуха; 6 – передсердя; 7 – шлуночок; 8 – артеріальний конус; 9 – черевна аорта; 10 – приносні зяброві артерії; 11 – вхідна частина шлунку; 12 – вихідна частина шлунку; 13 – тонка кишка; 14 – розтин товстої кишки зі спіральним клапаном; 15 – пряма кишка; 16 – ректальна залоза; 17 – клоака; 18 – печінка; 19 – жовчний міхур; 20 – жовчна протока; 21 – підшлункова залоза; 22 – селезінка; 23 – нирка; 24 – сім'япрвід; 25 – копулятивний відросток черевного плавця; 26 – щитоподібна залоза; 27 – сім'яник.

Тіло поділяють на три відділи: *голову, тулуб і хвіст* (рис. 13.1). На голові розташовані *очі, є парні ніздрі, що ведуть до нюхових капсул, ротовий отвір, обмежений щелепами*. Передня частина голови видовжується, утворюючи *рострум*. З боків голови містяться 5-7 пар зовнішніх зябрових щілин.

Тулуб має парні (грудні та черевні) та непарні (спинний, хвостовий) *плавці*, які не беруть участі у рухах риби, а відіграють роль своєрідного керма. Хвостовий плавець нерівнолопатевий (верхня лопать значно більша за нижню).

*Травна система* хрящових риб починається ротовим отвором, що веде до ротової порожнини. На дні її знаходиться невеличка складка слизової оболонки – *язик*; його підтримує непарний елемент під'язикової дуги (копула).

У всіх риб язик не має власної мускулатури, його рухи обумовлені рухами під'язикової дуги. Ротова порожнина переходить у *глотку*, стінки якої пронизані зябровими щілинами. Втраті їжі крізь них перешкоджають хрящові зяброві тичинки. Слиз, який виділяється клітинами стінок ротової порожнини, не містить травних ферментів і лише полегшує проковтування їжі. Короткий *стравохід* переходить в *об'ємний шлунок*, який має V-подібну форму. В першій, більш об'ємній кардіальній частині шлунка починається хімічне перетворення їжі під впливом *пепсина* (у дуже кислому середовищі – до 1,6% завдяки HCl). Перетравлювання відбувається відносно повільно: велика здобич понад 5 діб. Потім харчова кашка переходить у вузьку пілоричну частину шлунка, де обробляється *трипсином*. Трипсин «закидається» туди з початкового відділу кишечника, куди виділяється секрет підшлункової залози. Кислотність вмісту пілоричної частини шлунка значно нижча.

За шлунком розпочинається *кишечник*, поділений на три відділи:

1) *тонкий* – дуже короткий, відділений від пілоричної частини шлунка *сфінктером* – кільцевим потовщенням мускульної оболонки; у тонку кишку відкриваються протоки підшлункової залози і жовчного міхура великої печінки; харчова кашка у тонкій кишці обробляється жовчю та травними соками підшлункової залози;

2) *товстий* – широкий і дуже довгий, його стінка має виріст – *спіральный клапан*, що утворює 12-13 спіральних завитків; цей клапан сповільнює проходження їжі та збільшує внутрішню всмоктувальну поверхню кишечника; у товстій кишці в лужному середовищі завершується перетравлювання їжі та її всмоктування;

3) *пряма кишка* – коротка, через яку неперетравлені рештки їжі потрапляють у *клоаку* і крізь *клоакальну щілину* (між черевними плавцями) викидаються назовні.

Від спинної поверхні прямої кишки відходить *ректальна залоза* – порожнистий пальцеподібний виріст – орган сольового обміну. Клітини цієї залози виділяють секрет, у якому вміст хлориду натрію (NaCl) удвічі більше, ніж у плазмі крові.

*Плавального міхура у хрящових риб немає*. У них дуже велика печінка, яка складає від 14-20 до 25% маси тіла. Біологічне значення печінки акули:

1) накопичує значні запаси жиру, які є енергетичним резервами (у гігантської акули до 70% від маси печінки, у деяких скатів – до 60%);

2) відіграє роль гідростатичного органу, що підвищує плавучість тіла;

3) резервує вітамін А (в 1 г печінки акул і скатів – від 8 тис. до 60 тис. міжнародних одиниць вітаміну А).

Хрящові риби, зокрема акули, здатні за короткий час поглинути велику кількість їжі, а потім тривалий час голодувати, повільно витрачаючи накопичені ресурси.

Основні *органи виділення* хрящових риб – парні тулубові *нирки* у вигляді видовжених тіл. Структурною і функціональною одиницею нирок є *нефрони*, які складаються з мальпігієвих тілець (капілярних клубочків, обмежених капсулами Шумлянського-Боумана) та ниркових каналців. У деяких хрящових риб поряд з нефронами зберігаються й *нефростоми* – миготливі лійки, які відкриваються в порожнину тіла на поверхні нирки. У нирках кров звільняється від продуктів обміну речовин, утворюється *сеча*. Виводиться вона через видільні канали – *сечопроводи і сечостатевий сосочок* у клоаку, а далі назовні. Морські хрящові риби виділяють незначну кількість сечі: лише від 2 до 50 мл на 1 кг маси тіла за добу. Прісноводні хрящові виділяють 250 мл на 1 кг маси тіла за добу.

*Органи дихання* хрящових риб – *зябра* (5-7 пар) – тісно пов'язані з травною системою. Зябра розділені *міжзябровою перетинкою*. На зовнішньому боці міжзябрових перетинок розташовані складки слизової оболонки – *зяброві пелюстки*, які мають ектодермальне походження. Зяброві пелюстки густо пронизані кровоносними судинами. У зябрових пелюстках відбувається газообмін. На відміну від кісткових риб *зяброві пелюстки* не можуть виділяти продукти азотистого обміну та солі. На внутрішньому боці міжзябрових перетинок розташовані *зяброві тичинки*, які у сукупності утворюють *цідильний апарат*, що проціджує воду і запобігає проникненню їжі до дихальної системи. Чим дрібніша їжа, якою живляться риби, тим щільніше розташовані зяброві тичинки одна до одної. Дихають риби, пропускаючи порції води через ротовий отвір, ротоглоткову порожнину та зябровий апарат.

*Кровоносна система* у хрящових риб *замкнена і має двокамерне серце* (одне передсердя та один шлуночок). У серці знаходиться тільки венозна (насичена вуглекислим газом) кров. Послідовне скорочення передсердя та шлуночка виштовхує венозну кров у *черевну аорту*, що розгалужується на п'ять пар *приносних зябрових артерій*. По них кров потрапляє до капілярів зябрових пелюсток, де відбувається її насичення киснем. Артеріальна кров збирається у *виносні зяброві артерії*. Від першої виносної зябрової артерії відгалужується загальна *сонна артерія*, яка постачає кров до голови. Виносні зяброві артерії обох сторін зливаються, утворюючи *спинну аорту*, яка тягнеться під хребтом уздовж тіла і відгалужується до різних органів. Кров насичує органи і тканини киснем, поглинає вуглекислий газ і перетворюється на венозну. Венозна кров по венах тече до серця.

*Кров* у хрящових риб має *червоний колір* завдяки наявності в еритроцитах *гемоглобіну* – пігменту, що зв'язує молекулярний кисень.

У хрящових риб з'являється *селезінка* – великий компактний орган, розміщений біля шлунку. Селезінка виконує функцію депо крові (містить велику кількість еритроцитів) та є кровотворним органом (в ній утворюються формені елементи крові – еритроцити, лейкоцити, тромбоцити).

Хрящові риби є *холоднокровними або пойкилотермними* (від грецьк. *poikilos* – змінний і *thermē* – тепло, жар) тваринами, тобто тваринами з непостійною внутрішньою температурою тіла, яка змінюється залежно від температури навколишнього середовища.

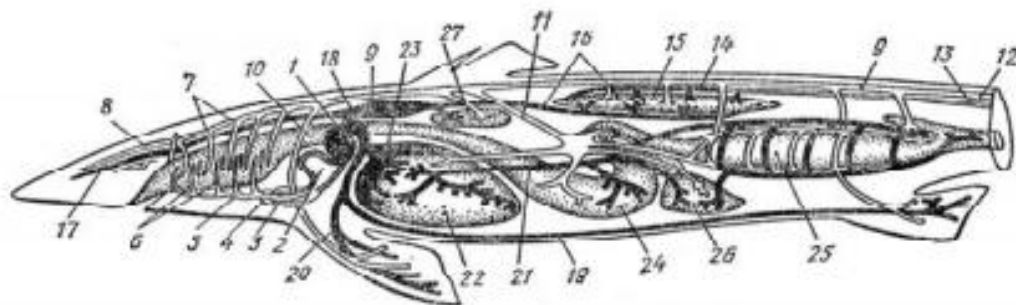


Рис. 13.2 Схема кровоносної системи акули (білим зображено артерії, чорним – вени) (за Наумовим, Карташовим, 1979):

1 – венозний синус; 2 – передсердя; 3 – шлуночок; 4 – артеріальний конус; 5 – черевна аорта; 6 – ліві приносні зяброві артерії; 7 – ліві виносні зяброві артерії; 8 – ліва сонна артерія; 9 – спинна аорта; 10 – ліва підключична артерія; 11 – артерії черевної порожнини; 12 – хвостова артерія; 13 – хвостова вена; 14 – ліва воротна вена нирок; 15 – ліва нирка; 16 – ліва задня вена; 17 – ліва передня вена; 18 – ліва протока; 19 – ліва бічна вена; 20 – ліва підключична вена; 21 – воротна вена печінки; 22 – печінка; 23 – печінкова вена; 24 – шлунок; 25 – товста кишка; 26 – селезінка; 27 – статева залоза.

*Нервова система* хрящових риб досконаліша, ніж у круглоротих. Головний мозок у сучасних хрящових риб складає 0,06-0,44% від маси тіла. Головний мозок складається з п'яти добре розвинених відділів: довгастий, мозочок, середній, проміжний, передній мозок.

У хрящових риб значно збільшуються відносні розміри *переднього мозку*. Поздовжня борозна зовні ділить його на півкулі, але всередині такого поділу ще немає. Передній мозок виконує функції: нюхового центру (нюхові цибулини), бере участь у регуляції рухів і поведінки. Масивний *проміжний мозок* має досить добре розвинені зорові бугри. На його спинній стороні є епіфіз, а на черевній – гіпофіз, які забезпечують гормональну діяльність. Утворюється хіазма (перехрест) зорових нервів. Проміжний мозок є первинним зоровим центром, бере участь у переробці інформації від інших органів чуття, відіграє певну роль у координації рухів, забезпечує регуляцію метаболізму та його сезонні перебудови. *Середній мозок* зверху поділений на дві зорові частки, у яких закінчуються провідні шляхи зорового аналізатора. Виникають зв'язки середнього мозка з мозочком, довгастим і спинним мозком. *Мозочок* досить добре розвинений. Він підтримує м'язовий тонус, рівновагу та забезпечує загальну координацію рухів; у ньому замикаються рефлексивні зв'язки з рецепторами органів бічної лінії. В акул на поверхні мозочка утворюється складна система звивин. *Довгастий мозок* – центр рефлексорної регуляції спинного мозку і вегетативної нервової сис-

теми, яка координує роботу скелетно-м'язової, кровоносної, дихальної, травної і видільної систем. Тут розміщені ядра вестибулярного апарату (рівноваги) і органів бічної лінії.

Від головного мозку хрящових риб відходять 10 пар добре розвинених головних нервів. Довгастий мозок поступово переходить у *спинний мозок*, який міститься у спинно-мозковому каналі, утвореному верхніми дугами хрящових хребців. Спинний мозок хрящових риб зберігає значну автономність: безголові акули під дією сильних стимуляторів можуть здійснювати неспрямовані рухи.

*Органи чуття* хрящових риб пристосовані до сприйняття подразників у водному середовищі:

- *найголовніший орган рецетції – нюх* – представлений парними нюховими капсулами, які відкриваються назовні ніздрями; експерименти довели високу чутливість органів нюху. Акули відчувають запах здобичі (кров, слиз) за 2-3 км;

- *шкірні сейсмоденсорні органи:*

- *бічна лінія*, що знаходиться у шкірі по боках тіла (від чого й походить назва) і розгалужується на голові (у придонних видів – на череві); вона має вигляд каналців, які по всій своїй довжині сполучаються отворами із зовнішнім водним середовищем; на дні каналців містяться чутливі клітини, які сприймають усі рухи води, течію; завдяки цьому риби реагують на пересування об'єктів навколо них, а також на різноманітні перешкоди;

- *лоренцінієві ампули*, що знаходяться у шкірі голови; функції: виконують роль термодатчиків, які сприймають зміни температури довкілля до  $0,05^{\circ}\text{C}$ ; сприймають електричні поля напругою до  $0,1-0,01$  мВ/см; дозволяють знаходити нерухливу, але живу здобич (уловлюють біоструми, що виникають у зябрових м'язах під час дихання);

- *органи зору – очі* – мають типову для всіх риб будову:

- а) три оболонки – білкова (склера), судинна, сітківка;

- б) склера попереду прозора і являє собою пласку рогівку;

- в) передня ділянка судинної оболонки утворює райдужну оболонку з отвором посередині – зіницею; за зіницею знаходиться кришталік (lens) – прозоре безсудинне кулясте тіло (лінза), що заломлює світлові промені, які проходять крізь нього, і фокусує зображення на сітківці; кришталік кулястий, тому риби можуть бачити лише на близькій відстані (до 10-15 м); зовнішня частина судинної оболонки утворює сріблясту оболонку; на внутрішній поверхні судинної оболонки утворюється дзеркальце – шар пласких клітин, які містять блискучі кришталіки (вони відбивають світлові промені, які пройшли крізь сітківку, забезпечуючи здатність бачити навіть при слабкій освітленості); тонкий виріст судинної оболонки – серпоподібний відросток пронизує сітківку і склисте тіло, прикріплюючись до кришталіка; під час скорочення серпоподібного відростка кришталік трохи зміщується всередину ока (таким чином здійснюється налаштування на різкість бачення об'єкта;

- г) сітківка містить чутливі клітини – фоторецептори, які сприймають світлові промені; у хрящових риб фоторецептори сприймають лише чорно-білі ві-

дтінки, кольорів вони не розпізнають (ахромати); від фоторецепторів нервовий імпульс йде по зоровому нерву до головного мозку;

д) внутрішня порожнина ока заповнена прозорою речовиною – склистим тілом;

е) *особливостями органу зору хрящових риб* є те, що навколо ока шкіра утворює невисоке підвищення – нерухливу кільцеподібну повіку; у деяких акул є рухлива мигальна перетинка; в акул і химер очі рухливі, у скатів часто зовнішня білкова оболонка (склера) приростає до очниці (orbita) – парної, симетричної западини у черепі хребетних тварин, в якій розташоване око;

- органи слуху і рівноваги представлені тільки внутрішнім вухом, яке розміщується в хрящових слухових капсулах, що входять до складу черепа; внутрішнє вухо – власне перетинчастий лабіринт – включає круглий і овальний мішечки (органи слуху – сприймають переважно низькі звуки: у межах 100-2500 Гц) і з'єднані з ними добре розвинені *три напівкругні канали*, розташовані в трьох взаємоперпендикулярних площинах (відіграють роль органів рівноваги);

- *органи смаку – смакові брунькі* – виявлені в слизовій оболонці ротової порожнини і глотки;

- *електричні органи* у електричних скатів являють собою видозмінені по-смуговані м'язи; здатні виробляти електричний струм напругою від 8 до 220 вольт; розряд дозволяє оглушити здобич та захиститися від хижаків.

*Статева система хрящових риб* представлена *статевими залозами і статевими протоками*.

Парні статеві залози *самців* називають *сім'яниками*. Протоки сім'яників впадають в ниркові каналці передньої вузької частини нирки. Ця частина нирки не функціонує як орган виділення і перетворюється в придаток сім'яника; його каналці відкриваються у *вольфов канал*. Він функціонує як сім'япровід. У задній частині сім'япровода у статевозрілих самців утворюється розширення – *сім'яний пухирець*. Сім'япроводи правої і лівої сторони відкриваються у порожнину *сечостатевого сосочка*. Поряд з ними туди ж відкриваються отвори тонкостінних порожнистих *сім'яних міхурів*. У порожнину сечостатевого сосочка впадають й сечопроводи. Сечостатевий сосочок отвором на своїй верхівці відкривається у порожнину клоаки. Формування чоловічих статевих клітин відбувається в каналцях сім'яника. Ще недозрілі сперматозоїди по каналцях сім'яника потрапляють у придаток сім'яника – передню частину нирки – і в його каналцях дозрівають. Дозрілі сперматозоїди проходять по сім'япроводу і накопичуються в сім'яних пухирцях і сім'яних міхурах. Під час запліднення скороченням стінок сім'яних пухирців і сім'яних міхурів сперматозоїди викидаються в клоаку самця, а потім за допомогою копулятивних органів (птеригоподій, які розвинуті з черевних плавців) вводяться в клоаку самки.

Статеві залози самок називають *яєчниками*. У них є окремі статеві протоки – *яйцепроводи*. Кожний яйцепровід у передній частині утворює розширення – *шкаралупову залозу*, а розширення в задній частині називається *маткою*. Яйцепроводи правої і лівої сторін відкриваються в клоаку самотійними отворами по боках сечостатевого сосочка. Безпосереднього зв'язку між яєчником і яйце-

проводом немає. Дозріла яйцеклітина крізь розрив стінки фолікула випадає у порожнину тіла і потрапляє у збільшену в цей період *лійку яйцепроводу*. Завдяки перистальтичним рухам стінок яйцепроводу яйцеклітина переміщується по яйцепроводу, запліднюється у верхній його частині, потім у ділянці шкаралупової залози вкривається спочатку білковою оболонкою, а потім зверху міцною рогоподібною оболонкою, яка може мати різноманітні вирости. Така оболонка захищає яйце і зародок від зневоднення в морській воді, від багатьох хижаків і механічних пошкоджень. За допомогою виростів яйця підвішуються на водоростях, чіпляються за нерівності підводних скель. Яйця великі, містять багато жовтка.

У хрящових риб сформоване яйце може бути відкладеним назовні (*яйцевідкладення*) чи може затриматись у нижній частині яйцепроводу – у матці, внаслідок чого ембріон розвивається в материнському організмі (*яйцеживонародження*). Під час яйцеживородіння особливих зв'язків між зародком і материнським організмом не виникає: розвиток іде за рахунок енергетичних запасів яйця, але кисень зародок, ймовірно, одержує шляхом осмосу та дифузії з материнського організму. У деяких хрящових риб спостерігається *справжнє живонародження*, коли між зародком і материнським організмом виникає тісний зв'язок – своєрідна *плацента*: кровоносні судини зародка і матері лежать близько один до одного; шляхом осмосу та дифузії кисень і поживні речовини із кровотока матері потрапляють у кровоток зародка, а продукти розпаду – в кров матері.

*Внутрішнє запліднення* – характерна особливість всіх хрящових риб. Плодючість хрящових риб невелика: 1-2, рідше 10-12 яєць довжиною від 6 до 20 см. Лише акула полярна відкладає до 500 яєць довжиною біля 8 см. Розвиток міцної рогоподібної оболонки яйця утруднює доступ до нього кисню. Це призвело до появи у зародків багатьох видів хрящових риб зовнішніх зябер; перед вилуплюванням вони розсмоктуються. Ембріональний розвиток хрящових риб відбувається повільно: від 4 до 12 місяців. Проте дитинча має високу здатність до самостійного життя.

**Значення хрящових риб у природі.** Хрящові риби відіграють величезну роль у житті екосистем, обмежуючи чисельність багатьох видів тварин або живлячись органічними рештками.

**Значення хрящових риб у житті людини.** М'ясо акул і скатів досить смачне, багате на вітаміни (А, D) і вживається людиною в їжу. Із печінки акул одержують речовини, за допомогою яких у медицині намагаються боротись із злоякісними пухлинами. Із шкіри акул виробляють різні вироби (сировина для промисловості, барабани, взуття), а з їхніх зубів деякі народи виготовляють зброю. М'ясо акул і скатів використовують як корм для тварин або як наживку при риболовлі. Скат-хвостокол (морський кіт) небезпечний для людини: якщо наступити на нього, він може вколоти гострою голкою, що є на його хвості; біля основи голки розташована залоза, яка виділяє отруйний слиз; укол не смертельний, але спричиняє сильний біль, тимчасовий параліч, погане самопочуття.

**3. Клас Кісткові риби (Osteichthyes).** Прісноводні риби, як і морські, живуть не тільки у товщі води (*пелагічні*), але й поблизу дна (*придонні*). Розміри кісткових риб: від дрібних рибок довжиною 1,5-2 см до великих (3-5,5 м, масою до 0,5-1,5 т). Проте більшість видів менше 1 м завдовжки.

*Гігантами серед сучасних кісткових риб є:*

- арапайма – прісноводна риба Амазонки (довжина тіла 4,6 м, маса – 200 кг);
- меч-риба (довжина тіла 4 м, маса – 300 кг; розвиває швидкість 110-130 км/год); живе в Середземному й Чорному морях.

*Карлики серед сучасних кісткових риб:*

- бичок-пігмей – живе у річках і озерах на Філіпінських островах (довжина тіла 8-12 мм);
- бичок-пандага (довжина тіла до 10 мм) – живе у тропічних і субтропічних водах усіх океанів;
- каспійський бичок Берга – живе в Каспійському морі (довжина тіла 15 мм).

**Загальна характеристика класу Кісткові риби:** Тіло кісткових риб вкрите *шкірою*, утвореною *багатошаровим епітелієм і сполучною тканиною – коріумом*.

В епідермісі розміщені багаточисельні одноклітинні залози, слизовий секрет яких тонким шаром вкриває все тіло. Цей слиз зменшує тертя під час плавання та, завдяки своїм бактерицидним властивостям, перешкоджає проникненню в шкіру бактерій. Під час шлюбного періоду шкірні залози виділяють специфічні речовини – *феромони*, які стимулюють шлюбну поведінку риби.

Клітини нижніх шарів епідермісу (базальний шар) та коріуму містять пігменти. Разом вони створюють властивий кожному виду тип забарвлення. *Забарвлення* у більшості видів риб *криптичне* (від грецьк. *kryptos* – прихований, таємний): воно робить рибу малопомітною на фоні місця існування. Деякі риби (камбали, бички, скорпени) здатні змінювати своє забарвлення залежно від кольору субстрату. Ця зміна відбувається дуже швидко, протягом кількох хвилин. Зміна забарвлення забезпечується зміною форми хроматофорів (пігментних клітин) під впливом імпульсів, які йдуть з довгастого мозку через симпатичну нервову систему (центр «посвітління») та з проміжного мозку (центр «потемніння») через парасимпатичну систему. Така подвійна антагоністична іннервація забезпечує швидкі зміни забарвлення.

У більшості кісткових риб у поверхневих шарах коріуму утворюються захисні утвори – *кісткові луски* (у деяких вони редукуються), які накладаються одна на одну черепицеподібно. У більшості риб (лососеподібні, оселедцеподібні, коропоподібні) *луски циклоїдні* (від грецьк. *kyklocides* – колоподібний, округлий) – з гладеньким зовнішнім краєм. У деяких риб (окунеподібних) на зовнішньому краї луски розвинені зубчики – це *ктеноїдна луска* (від грецьк. *ktenos* – гребінь, *eidos* – вигляд, форма). У багатьох риб у нижніх шарах луски лежить прошарок кришталіків вапна і сріблястого пігменту – гуаніну, які підсилюють блискуче забарвлення риби. Луски ростуть протягом всього життя риби. За концентричними кільцями луски (*річними кільцями*: широкі відповідають пері-

оду інтенсивного росту, вузькі – під час його уповільнення) визначають вік риби. Під час втрати луски за 20-50 днів відбувається її повна регенерація.

Внутрішній скелет *кістковий* або хрящовий, але в останньому випадку завжди виникають у сполучнотканинному шарі шкіри покривні кістки, які потім занурюються під шкіру і входять до складу внутрішнього скелету.

*Скелет* поділяють на осьовий, скелет черепа (мозковий і вісцеральний), скелет парних (грудні, черевні) і непарних (спинний, хвостовий, анальний) плавців та їх поясів.

*Осьовий скелет* утворений *хребцями* (vertebra). Тіло хребця двоввігнуте, тобто хребці *амфіцельного типу*. Сильно редукована хорда зустрічається між тілами хребців і у вузькому каналі, який знаходиться в центрі тіла хребця. Реальної опорної функції вона вже не виконує. Хребці тулубового та хвостового відділів несуть кісткові верхні дуги (там знаходиться спинний мозок), які закінчуються верхніми остистими відростками. Нижні дуги тулубових хребців не зникаються, вони становлять собою відростки, до яких приєднуються довгі та тонкі кісткові ребра. У хвостовому відділі розвинені нижні дуги утворюють *гемальний канал*, в якому проходить хвостова артерія і вена (добре захищені від стискування під час різких рухів хвоста).

*Скелет* плавців представлений кістковими *променями* (радіаліями). У багатьох видів риб кісткові промені непарних плавців дуже міцні та гострі, схожі на колючку. Вони виконують не тільки гідродинамічну, але й захисну функцію. У деяких видів в основі колючок розміщені отруйні залози, які виділяють отруту при надавлюванні на колючку (морські окуні, йорж, морський дракончик). У видів, що живуть в гірських річках, черевні плавці видозмінились у присоски, за допомогою яких риби прикріплюються до субстрату (бички *Gobiidae*, пінагори – *Cyclopteridae*, деякі соми). У риби прилипали перший спинний плавець перемістився на голову і перетворився в міцний присосок. У морських півнів – тригл – три промені кожного грудного плавця служать рибі опорою під час повзання по дну.

Скелет парних плавців включає ще й *пояси*. Особливо розвинений пояс грудних плавців, який сполучається з осьовим скелетом. Пояс черевних плавців представляє собою або хрящову або кісткову пластинку, що лежить у товщі мускулатури. Якщо налякати рибу, вона притискає плавці до тіла. Навіщо вона це робить? Притискуючи плавці до тіла, риба набуває обтічної форми, що значно зменшує опір води – силу тертя та забезпечує збільшення швидкості переміщення.

Хвостовий плавець у личинок кісткових риб має симетричну будову (хорда проходить посередині плавця) і називається *протоцеркальним*. У осетроподібних (як у хрящових риб) кінець хвоста вигинається вверху, а черевна лопать розростається; утворюється нерівнолопатевий або *гетероцеркальний, плавець*. У більшості кісткових риб черевна лопать розростається ще дужче, плавець стає зовні симетричним, але кінчик хребта заходить у верхню лопать; плавець такого типу називається *гомоцеркальним*. У дводишних, кистеперих риб під час росту осьовий скелет випрямляється, а верхня і нижня лопаті хвостового плавця

вирівнюються у розмірах; такий вторинно симетричний хвостовий плавець називається *дифицеракльним*.

*Посмугована соматична мускулатура* кісткових риб має сегментарну будову. Проте вже з'явилися групи м'язів: очні, надзуброві, підзуброві, парних плавців.

*Вісцеральна мускулатура*, що оточує травну трубку, представлена шарами гладеньких м'язів, але у деяких кісткових риб серед гладеньких м'язів зустрічаються пучки посмугованих волокон (у стінках шлунка в'юна, у кишкової стінці лина). У ділянці щелепних і зубрових дуг гладенькі м'язові волокна заміщуються посмугованими волокнами. Вміст сечовини у м'язах кісткових риб дуже малий (0,0005-0,02%).

*Травна система* кісткових риб розпочинається *ротовим отвором*, оточеним щелепами. На кістках ротоглоткової порожнини (не лише на щелепах) міститься велика кількість *зубів*. Протягом життя відбувається нерегулярна зміна зубів. Нові зуби виростають у проміжках між старими. Хижі риби мають особливо міцні зуби. У одних риб (зубатки) зустрічаються зуби, різні за розміром і формою, у інших (дводишні) зуби зливаються у великі зубні пластинки. Проте є риби (оселедцеподібні, коропоподібні), у яких зуби дрібні або взагалі зникли. Будова і рухливість щелепного апарату та ступінь розвитку зубів пов'язані з харчовою спеціалізацією. *Мускулистого язика у кісткових риб немає*. Залози слизової оболонки ротової і глоткової порожнини виділяють слиз, який не містить травних ферментів, а полегшує проковтування їжі. За глоткою розташований мускулистий стравохід, який переходить у шлунок. *Шлунок* різних видів риб, залежно від харчової спеціалізації, відрізняється за формою і розмірами. При потраплянні їжі у шлунок його залози виділяють *соляну кислоту (HCl)*, внаслідок чого різко підвищується у ньому кислотність (з 6,0-7,0 до 2,2-3,0 рН), і *пепсин*, який перетравлює білки і активний тільки у кислому середовищі. У деяких риб (коропоподібні, бички) шлунок відсутній: за коротким стравоходом зразу розміщується *кишечник*; у таких риб пепсин не виробляється і його функцію виконує трипсин у тонкій кишці. У початковій ділянці кишечника в багатьох риб розміщені сліпі вирости – *пилоричні придатки* (немає у коропоподібних, сомових, щук). У цю ж ділянку кишечника впадають протоки жовчного міхура та підшлункової залози, які виділяють комплекс травних ферментів, зокрема, трипсин, ерепсин, ентерокиназу, ліпазу, амілазу, мальтазу, що перетравлюють білки, жири і вуглеводи. Ферменти ефективно діють лише в лужному середовищі, що створюється в кишечнику. У перетравлюванні їжі також беруть участь ферменти, які виділяють в кишечнику найпростіші, бактерії і гриби (*симбіотичне травлення*). Печінка кісткових риб за розмірами відносно менша, ніж у хрящових риб, і складає всього 1 – 8% маси тіла.

У більшості кісткових риб *спіральный клапан*, на відміну від хрящових риб, *відсутній*. Він компенсується розвитком пилоричних придатків і видовженням кишечника, що утворює петлі. Наприклад, у судака та окуня довжина кишечника складає біля 0,7 довжини тіла, у щуки – біля 1,2, у карася – понад 2,

у коропа – понад 3, у амура – 8-15. Кишечник відкривається назовні самостійним *анальним отвором* (клоака є у дводишних).

На спинній стороні початкового відділу кишечника утворюється тонкостінний виріст – *плавальний міхур* (іноді вторинно редукується: у скумбрії, пеламіди, в'юнів, деяких бичків, камбали). Наявність плавального міхура пов'язують з появою кісткового скелету, який збільшує питому вагу кісткових риб. Змінюючи об'єм плавального міхура, риби змінюють свою питому вагу (плавучість), тобто стають легшими чи важчими у воді. У результаті цього вони без особливих зусиль можуть тривалий час перебувати на різних глибинах.

Розрізняють риб, у яких плавальний міхур зберігає зв'язок з кишечником (*відкритоміхурні*: оселедці, коропа), і таких, у яких після вилуплювання личинки міхур повністю відокремлюється (*закритоміхурні*: окунь річковий). Первісне заповнення плавального міхура газом у всіх риб відбувається шляхом заковтування атмосферного повітря. Мальок повинен піднятися на поверхню і заковтнути повітря, заповнити ним плавальний міхур, після чого протока закривається. Якщо це не відбулося, подальший розвиток малька порушується і він гине. У *відкритоміхурних* риб потрапляння та виділення газів із плавального міх ура відбувається переважно через його протоку.

Плавальний міхур, як спеціальний гідростатичний орган, забезпечує *нейтральну плавучість* (густина тіла дорівнює або трохи перебільшує густину води) кісткових риб. Нейтральна плавучість (дорівнює 0) характерна для осетра, судака, коропа, карася. Плавальний міхур, крім гідростатичної функції, сприймає зміни тиску, тобто виконує роль барорецептора. У деяких риб (риба-жаба, терапони, макрусус) він бере участь у виробленні та підсиленні звуків.

У придонних риб плавучість від'ємна (камбала, бички), у них плавальний міхур редукований. Ці риби зберігають положення у товщі води за рахунок мускульних зусиль. У деяких безміхурових риб накопичення жиру в тканинах тіла знижує їхню густину, збільшуючи плавучість. Наприклад, у скумбрії вміст жиру складає 18-23% і плавучість досягає майже нейтральності (0,01).

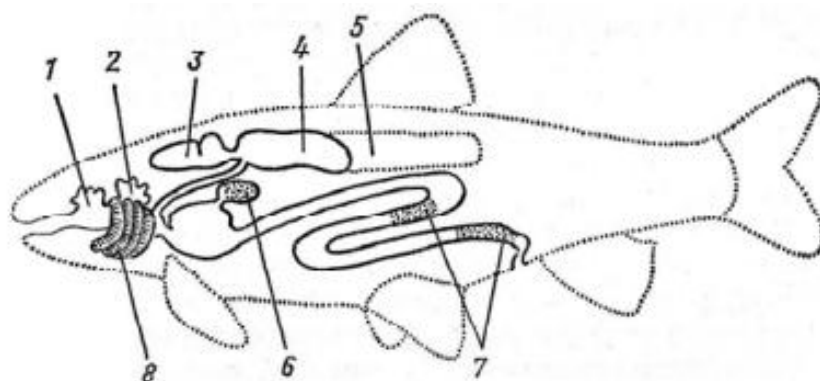
Основні *органи виділення* кісткових риб подібні за будовою до хрящових. Морські кісткові риби виділяють тільки 0,5-20 мл сечі на 1 кг маси тіла.

Основний *орган дихання кісткових риб* – *зябра*, розташовані на зябрових дугах. З зовнішнього краю кожної зябрової дуги знаходяться два ряди *зябрових пелюсток*, у яких саме міститься велика кількість капілярів і відбувається газообмін. Загальна дихальна поверхня зябер складає 1-3 см<sup>3</sup> на 1 г маси риби. Риба дихає киснем, розчиненим у воді, яку заковтує ротом. На відміну від хрящових у кісткових риб утворюються кісткові зяброві кришки, які зовні повністю прикривають зябра та глоткову ділянку. Завдяки рухам зябрових кришок, вода проходить через глотку, омиває зяброві пелюстки і виходить назовні з-під *зябрової кришки*. На внутрішньому краю зябрової дуги розміщуються *зяброві тичинки*, які виконують роль цідильного апарату і запобігають потраплянню їжі у зябра. Кісткові риби завдяки будові дихальної системи здатні засвоювати 46-82% розчиненого у воді кисню. Одночасно через зябра видаляються вуглекис-

лий газ і деякі продукти метаболізму (сечовина, аміак). Зябра також беруть участь у сольовому і водному обміні.

У морях достатній вміст розчиненого кисню, тому морські риби не мають додаткових органів дихання. У деяких видів кісткових риб, що мешкають у водоймах, де існує постійний або періодичний дефіцит кисню, є *додаткові органи дихання*:

- *шкіра*, яка може забезпечувати до 20-30% киснем, порівняно з 10% зазвичай;
- *порожнисті камери* з розвиненими звивинами над ротовою порожниною, зябрами (у оселедцеподібних, сомоподібних; забезпечують до 50-70% киснем), шлунком;
- *спеціалізовані ділянки кишки*, де відсутні травні залози (у деяких коропоподібних): риба заковтує пухирець повітря, проштовхує його через кишечник завдяки перистальтичним рухам; при цьому відбувається засвоєння до 50% кисню; у пухирці, що виходить крізь анальний отвір, вміст вуглекислого газу зростає у десятки разів;
- *плавальний міхур* (у шукоподібних);
- *одна чи дві легені* – видозмінений плавальний міхур (у дводишних, кистеперих).



*Рис. 13.3* Схема органів дихання кісткових риб: 1 – порожниста камера над ротовою порожниною; 2 – порожниста камера над зябрами; 3 – 5 – відділи плавального міхура; 6 – порожниста камера над шлунком; 7 – спеціалізовані ділянки кишки; 8 – зябра.

Сучасна риба, яка може існувати на суходолі, – це *анабас* або *повзун*. Ця риба живе в Південно-Східній Азії. Коли випадає роса чи дощить, анабас виповзає на суходіл у пошуках дощових черв'яків та інших безхребетних. На суходолі може перебувати понад добу.

*Кровоносна система* кісткових риб схожа на кровоносну систему хрящових риб: *двокамерне серце*, через яке тече венозна кров, *одне коло кровообігу* (виняток – дводишні риби, у яких є друге коло, завдяки чому частина крові надходить до легень), *селезінка*. Кров *червоного кольору* за рахунок формених елементів – еритроцитів.

Утворення формених елементів крові (еритроцити, лейкоцити, тромбоцити) відбувається переважно в *селезінці та нирках* (особливо в їх передніх відділах).

У водах Антарктиди живуть риби (біля 10 видів родини *Chaenichthyidae* ряду Окунеподібні), які, на відміну від усіх інших риб, не мають еритроцитів і гемоглобіну. Їх називають *білокровними рибами*. Кров у них безбарвна. Головним органом дихання є шкіра, яка містить дуже багато капілярів (до 45 мм довжини капілярів на 1 мм<sup>2</sup> поверхні тіла). Поверхня капілярів шкіри і плавців у 2 рази перевищує загальну поверхню тіла.

Кісткові риби є *холоднокровними (пойкілотермними)* тваринами.

*Нервова система* кісткових риб подібна до будови нервової системи хрящових риб, але є деякі відмінності:

- *автономність* функціонування *спинного мозку* в кісткових риб нижча, ніж у хрящових;

- головний мозок у сучасних кісткових риб складає 0,02-0,94% від маси тіла; *передній мозок* менший за розмірами, але середній мозок і мозочок більші за розмірами, ніж у хрящових риб.

*Органи чуття* кісткових риб подібні до будови органів чуття хрящових риб (очі, які не мають рухливих повік, органи слуху, рівноваги, бічну лінію тощо), проте є деякі відмінності:

- *сітківка ока* більшості кісткових риб містить чутливі клітини – фоторецептори двох типів – палички і колбочки; палички сприймають чорно-білі відтінки, а колбочки – кольори, тому більшість кісткових риб мають кольоровий зір; фоторецептори сприймають світлові хвилі довжиною в 400-750 нм;

- *органи слуху* сприймають звукові хвилі у межах 16 – 12 000 Гц;

- *бічна лінія* сприймає низькочастотні звуки (500 – 600 Гц); бічна лінія складається з каналів, які лежать у товщі шкіри та заповнені слизом; ці канали відкриваються назовні отворами; коливання води передаються слизу в каналах і сприймаються чутливими клітинами.

### **Сезонні явища в житті риб**

1. *Нерест* – процес відкладання рибами ікри з подальшим її заплідненням сім'яною рідиною самців.

2. *Післянерестовий нагул*, під час якого риби активно поновлюють запаси поживних речовин у своєму тілі. Ці речовини їм потрібні, щоб пережити несприятливі умови зимового сезону та підготуватися до наступного нересту.

3. *Зимівля* – зменшення активності риби.

*Статева система* кісткових риб представлена *статевими залозами і статевими протоками*. Статеві залози (яєчники у самиць і сім'яники у самців) парні, знаходяться по боках плавального міхура.

Більшість видів кісткових риб *роздільностатеві*, але трапляються випадки *гермафродитизму* (морський окунь, морський карась): кожна особина має і чоловічу, і жіночу статеві залози, що дозрівають по чергово; це запобігає самозаплідненню. У деяких окунеподібних обидві статеві залози можуть функціонувати паралельно, що супроводжується швидким – за декілька хвилин – пере-

творенням особини із самиці в самця і навпаки. За відсутності партнера самотня риба спочатку відкладає ікру, а потім поливає її сперміями.

Запліднення у більшості видів *зовнішнє*, відбувається у воді. У небагатьох видів з внутрішнім заплідненням (бичок *Cottidae*, неостетус *Neostethus amaricola*, гамбузія *Gambusia affinis*) копулятивний орган самців утворюється видозміненою частиною анального плавця (а не черевних плавців, як у хрящових риб). Статева зрілість у різних видів кісткових риб варіює. Швидшому росту та прискореному статевому дозріванню сприяють надмірна кількість їжі та підвищені температури води. Самці зазвичай дозрівають раніше за самок. У більшості видів (панцирнікоподібні) самиці крупніші за самців. У тих видів, де самці охороняють кладку, вони, навпаки, крупніші за самок (судак). У деяких видів самці відрізняються від самок забарвленням, довжиною та формою плавців (лососеподібні). У деяких видів до початку періоду розмноження розвивається шлюбне убрання: більш яскраве забарвлення (лососеподібні). У деяких глибоководних риб (вудильнікоподібні), коли зустрічі статей не завжди гарантовані, самці карликові, вони протягом усього життя прикріплені до самок.

Процес відкладання рибами ікри з подальшим її заплідненням сім'яною рідиною самців *називається нерестом*. *Зародок* розвивається за рахунок жовтка ікринки.

Після того, як личинка залишає оболонки ікрини, вона попервах живиться залишками жовтка, а згодом переходить до самостійного живлення. Личинки, як правило, спочатку живляться планктоном, а потім їжею, характерною для дорослих риб. Основним органом дихання личинок є *кровоносні судини жовткового мішка* та розвинена *кровоносна система* на багатьох ділянках тіла: на плавцях, на боках, на голові. У деяких личинок (дводишні, в'юни) розвиваються *зовнішні зябра* – вирости шкіри з добре розвиненою кровоносною сіткою. Личинку, схожу на дорослу рибу, але ще малу за розмірами, називають *мальком*.

*Яйця (ікра)* кісткових риб не мають міцної рогоподібної капсули, тому гинуть у великій кількості. З огляду на це, плодючість кісткових риб значна, що визначається високою смертністю (особливо загибеллю ікри і мальків) від хижаків та інших факторів. Молоді самки зазвичай відкладають менше ікри, ніж самки старшого віку, види крупніших розмірів частіше плодючіші, ніж дрібні. За надмірної кількості їжі плодючість вища, ніж коли її недостатньо. Найбільш плодючі ті види риб, які відкладають плаваючу (пелагічну) ікру. Місяць-риба відкладає до 300 млн. ікринок (протягом року виживає до 1% молоді), тріска – 2,5- 10 млн., палтус – 2-3,5 млн., сазан – до 1,5 млн., щука – 100 тис.-1 млн., судак – 200 тис.-1 млн., лящ – 90-350 тис. Кількість сперматозоїдів, яку виділяють самці, набагато вища. Так, у ляща масою 250 г виділяється до 150 білліонів сперматозоїдів.

У різних видів кісткових риб може проявлятися *турбота про нащадків*, внаслідок чого вони відкладають менше ікри. Лососеподібні риби закопувають ікру у ґрунт і декілька днів охороняють гніздо; кета відкладає 2-4 тис. ікринок, горбуша – 1-2 тис. Будують примітивне гніздо з рослин, камінців або риють ям-

ки і охороняють відкладену ікру самці триголкової колюшки, деякі соми, дво-дишні, бички. У самки протягом нересту виростає довгий яйцеклад, завдяки якому вона відкладає невелику кількість ікри до мантийної порожнини двостулкових прісноводних молюсків. Захищена таким чином ікра розвивається у порожнині молюска. Личинки, що вилупилися, деякий час залишаються під захистом черепашки, утримуючись за допомогою гачкоподібних виростів лусок. Деякі групи риб (самці у сомів, самки у тіляпії, обидві статі в апогонових) виношують ікру в ротовій порожнині, в якій за небезпеки можуть ховатися навіть мальки; у цей період дорослі риби не живляться. Самці південноамериканського сома *Tachysurus* заковтують ікру і вона розвивається в їхньому шлунку; весь період розвитку ікри риби не живляться, а травні залози не функціонують. У самців морської голки та морського коника на нижньому боці тіла є шкірні згортки, що утворюють своєрідний мішок, у який самка відкладає невелику кількість ікри. У цьому мішку й розвивається молодь.

У незначній кількості видів кісткових риб розвивається *яйцеживонародження*: ікра затримується в порожнині яєчника або яйцепровода і личинка вилуплюється в момент відкладання ікри (ендеміки Байкала – голом'янкові) або личинки затримуються в статевих протоках до тих пір, доки у них повністю або частково не розсмокчеться жовтковий мішок (гамбузії, меченосці, молінезії, морські окуні). Плодючість яйцеживородних риб різна: у морських окунів – 10-350 тис. дрібних личинок довжиною 4-6 мм.

Незначна кількість видів кісткових риб (тихоокеанські лососі, річкові вуґри, байкальські голом'янки, оселедець чорноспинка) є *моноциклічними видами*: розмножуються один раз у житті і після нересту гинуть. Більшість видів *поліциклічні*: розмножуються декілька разів у житті (коропоподібні, оселедцеподібні).

### **Різноманітність кісткових риб**

Оселедцеподібні – 300 видів: атлантичний оселедець, тихоокеанський оселедець, чорноморський оселедець, кільки, тюлька, анчоус;

Сомоподібні – 1200 видів: сом річковий, сом електричний;

Лососеподібні – 400 видів: сьомга, форель, сиг, омуль, кета, горбуша, нерка, лосось чорноморський, щука;

Коропоподібні – 3000 видів: короп, вобла, карась, білий амур, товстолобик, лин, сазан, лящ, плітка;

Окунеподібні – 6500 видів: окунь річковий, тунець, меч-риба, ставрида, бички, скумбрія, судак, йорж

**Значення кісткових риб у природі.** Кісткові риби є обов'язковою ланкою в ланцюгах живлення водних екосистем.

### **Значення кісткових риб у житті людини**

*Позитивне:* Кісткові риби є одним із найважливіших джерел харчових продуктів (м'ясо, ікра). Сучасний вилов риби складає 50 млн тонн на рік. З риб одержують жир, вітаміни А і D. З відходів рибної промисловості роблять кормове борошно для відгодівлі худоби. Такі риби, як гамбузія, плітка, використовуються для біологічної боротьби з водяними личинками кровосисних комарів. Риб, які живляться тільки водяними рослинами (товстолобик, білий амур, чор-

ний амур), використовують для боротьби із заростанням водойм, що запобігає їхньому заболочуванню. Багато видів риб утримують в акваріумах з декоративною і пізнавальною метою.

*Негативне:* Деякі види риб можуть бути небезпечними для життя людини. Так, якщо наступити на морського дракончика, який трапляється на піщаному та мулистому мілководді Чорного моря, можна отримати укол його отруйних шипів. Такий укол спричиняє дуже сильний біль і навіть може бути смертельним. Смертельним може бути й укол колючої бородавчатки, скорпени. Інколи акули небезпечні для життя людини. Риби можуть бути джерелом зараження людини паразитичними червами, якщо в їжу вживати сиру або не до кінця приготовлену рибу. Є види риб, м'ясо яких може викликати отруєння людини (тропічні оселедці, вусач).

### **Контрольні запитання**

1. Дайте загальну характеристику інфратипу Щелепнороті.
2. Дайте загальну характеристику надкласу Риби.
3. Охарактеризуйте клас Хрящові риби (Chondrichthyes).
4. Охарактеризуйте клас Кісткові риби (Osteichthyes).
5. Що спільного між хрящовими і кістковими рибами?
6. Чим відрізняються хрящові та кісткові риби?

## Лекція 14. Загальна характеристика класу Земноводні або Амфібії (Amphibia)

**Мета:** вивчити загальну характеристику надкласу Чотириногі або Наземні Хребетні (Tetrapoda), характеристику класу Земноводні або Амфібії (Amphibia)

**Основні поняття:** гомойотермні (ендотермні) організми, батрахологія, опістоцельні хребці, процельні хребці, уростиль, м'язиантагоністи, м'язи-синергісти, мале коло кровообігу, велике коло кровообігу, резонатори, метаморфоз, клоака.

### План

1. Загальна характеристика надкласу Чотириногі або Наземні Хребетні
2. Клас Земноводні або Амфібії (Amphibia).

### 1. Загальна характеристика надкласу Надкласу Чотириногі або Наземні Хребетні

*Особливостями наземних тварин є:*

1. Переміщення по суходолу за допомогою парних – передніх і задніх – членистих кінцівок з шарнірним з'єднанням і забезпечується міцною мускулатурою.

2. Інтенсивне дихання; газообмін між організмом і довкіллям відбувається в легенях.

3. Морфо-фізіологічні пристосування до зменшення випаровування води поверхнею тіла.

4. Органи чуття пристосовані до роботи у повітряному середовищі: відокремлюються респіраторний та нюховий відділи носової порожнини, наявність середнього вуха, повік, зміна форми кришталика ока; відсутність органів бічної лінії (є лише у личинок земноводних).

*Надклас Чотириногі або Наземні Хребетні, включає чотири класи:*

1. Клас Земноводні або Амфібії (Amphibia) – 4000 видів.

2. Клас Плазуни або Рептилії (Reptilia) – 7000 видів.

3. Клас Птахи (Aves) – 9000 видів.

4. Клас Ссавці (Mammalia) – 5000 видів.

*Клас Земноводні за характером розвитку має багато спільного з рибами і тому відноситься до групи Anamnia – первинноводяних хребетних, яйця яких розвиваються в воді. У них з яйця виходить водяна личинка, потім шляхом метаморфозу перетворюється у дорослу тварину.*

*Класи: Плазуни, Птахи, Ссавці об'єднані в групу Amniota – первинноназемні хребетні тварини, зародки яких, завдяки спеціальним оболонкам, здатні розвиватися в повітряному середовищі. Вони відрізняються підвищеним метаболізмом і специфічним типом водносолевого обміну. Птахи і ссавці здатні підтримувати відносно сталу високу температуру тіла, тому їх називають теплокровними (гомойотермними або ендотермними).*

**2. Клас Земноводні або Амфібії (Amphibia)** Земноводні – нечисленна група найпростіше побудованих наземних хребетних (4000 видів), переважна більшість яких, залежно від стадії життєвого циклу, живе у воді або на суходолі, але на будь-якій стадії пов'язана з водним середовищем.

Живуть земноводні в районах з високою вологістю й позитивною середньорічною температурою доквілля. Місця проживання – береги прісних водоймищ та вологі ґрунти тропіків і субтропіків, рідше – пустелі. Деякі можуть вести деревний спосіб життя.

**Батрахологія** (від грецьк. *batrahos* – жаба, *logos* – слово, вчення) – розділ зоології, який вивчає земноводних.

*Характерні ознаки земноводних:*

1. Наявність п'ятипалої кінцівки (передні – чотирьохпалі, задні – п'ятипалі) як системи важелів, з'єднаних шарнірними суглобами, які забезпечують пересування суходолом.

2. Череп рухомо з'єднаний з шийним хребцем.

3. Диференціювання м'язів на м'язові пучки, що забезпечили досконаліші форми руху.

4. Формування органів повітряного дихання – легень, які зумовили газообмін із використанням атмосферного тиску. У результаті цього дихання у дорослих амфібії – шкірно-легенева (у личинок – шкірнозяберна).

5. Наявність другого кола кровообігу. Серце вже трикамерне.

6. Прогресивний розвиток нервової системи та вдосконалення органів чуття, що дозволило ефективно пристосуватися до нових наземних умов існування. Передній мозок чітко поділений на дві півкулі, мозочок розвинений слабо. Очі з рухомими повіками.

*Особливості будови земноводних:*

- Дві пари кінцівок для пересування на суходолі.

- Органи наземного дихання – легені.

- Чітко розрізняються відділи тіла.

- Ускладнюється будова скелета.

- Розвиток м'язів вільних кінцівок та їхніх поясів; диференціація м'язів.

- Краще розвинений передній мозок (порівняно з рибами).

- Органи чуття:

- ✓ зору (очі з повіками і слізними залозами, які захищають око від пересихання; кристалик у вигляді двоопуклої лінзи, що дає можливість фокусування ока на більш віддалені предмети);

- ✓ слуху (внутрішнє вухо; середнє вухо: слухова кісточка, барабанна перетинка, завдяки яким тварини здатні сприймати звукові коливання, що поширюються у повітряному середовищі);

- ✓ рівноваги (представлені напівкругними каналами).

*Особливості процесів життєдіяльності земноводних як наземних хребетних:*

- Легенева та шкіряна дихання. У різних видів земноводних через шкірні капіляри надходить від 15 до 55 % споживаного кисню. Шкірне дихання стає

єдиним джерелом кисню при тривалому знаходженні тварин у воді: під час сплячки або при затаюванні у водоймищі під час переслідування наземними хижаками. У цьому випадку окислена кров через шкірну вену поступає в праве передсердя, а ліве передсердя стає венозним. Деякі види амфібій позбавлені легень (безлегеневі саламандри, далекосхідний тритон), і газообмін у них здійснюється повністю через шкіру і слизову оболонку ротової порожнини.

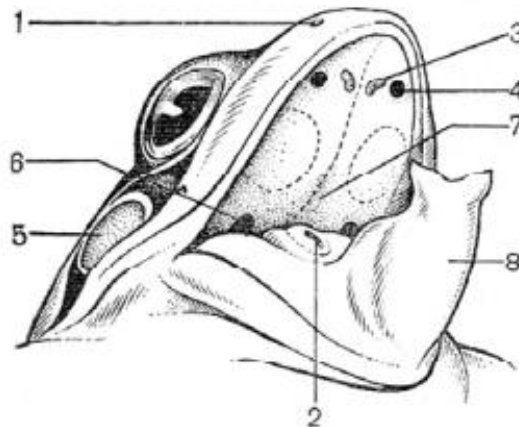
*Особливості земноводних як водяних хребетних:*

- Проникна для води і газів гола шкіра має велику кількість слизових залоз.
- Органами виділення, крім тулубових нирок, є шкіра.
- Температура тіла залежить від температури довкілля, лише незначно вища останнього (пойкілотермія).
- Яйця (ікра) позбавлені міцних оболонок і можуть розвиватися лише у воді.
- Личинки ведуть водний спосіб життя.

До класу Земноводних входить усього 3 ряди: *ряди:*

1. *Безхвості (Anura)* – це часничниці, дереволази, квакші, рінодерми, сви-стуни, ропухи, вузькороті жаби, скляні жаби.
2. *Хвостаті (Caudata, Urodela)* – тритони, саламандри.
3. *Безногі (Apoda)* – цейлонський рибозмій, справжній черв'яг.

**Особливості організації земноводних** Тіло амфібій поділяється на голо-ву (рис. 14.1) та тулуб.



*Рис. 14.1 Голова жаби (за Наумовим, Карташовим, 1979):*

- 1 – зовнішні ніздрі; 2 – гортанна щілина; 3 – піднебінні зуби; 4 – внутрішні ніздрі; 5 – барабанна перетинка; 6 – слухова (євстахієва) труба; 7 – піднебіння; 8 – язик.

Варіації форми тіла сучасних земноводних незначні:

- 1) у безхвостих – голова плоска, на якій розміщені очі з повіками, ніздрі; шия майже не виражена; тулуб сплющений у спинночеревній площині з редукованим хвостом; задні кінцівки у 2-3 рази довші за передні; така будова забез-

печує переміщення стрибками; у Південно-Східній Азії мешкають літаючі жаби, що здатні до ширяючого польоту;

2) у хвостатих – валькувате, видовжене, іноді сплющене з боків тіло з маленькою головою та добре вираженим хвостом; передні та задні кінцівки розвинені однаково; іноді задня пара кінцівок відсутня (сирени);

3) у безногих – червоподібне тіло, кінцівки відсутні, очі рудиментарні; така будова є пристосуванням до риучого способу життя.

**Шкіра** земноводних гола, складається з багат шарового епідермісу та тонкого коріуму, в якому багато кровоносних капілярів і слизових залоз (рис. 14.2). Слизові залози утворені залозистими клітинами у вигляді мішечка. Кожна слизова залоза обмежена мускульною оболонкою і має вивідну протоку назовні шкіри. Слизові залози виділяють слиз, завдяки якому шкіра постійно зволожена. Це забезпечує участь шкіри у процесах газообміну.

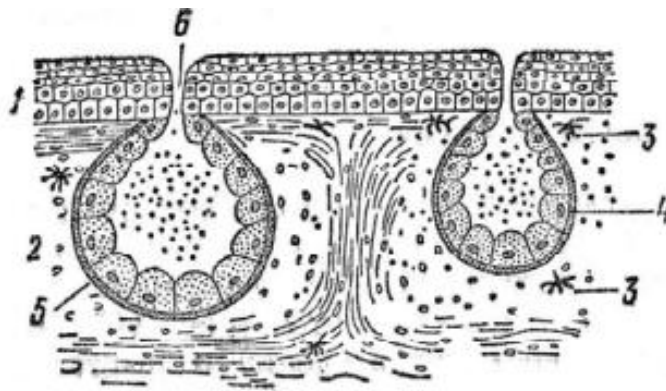


Рис.14.2 Шкіра земноводних (за Наумовим, Карташовим, 1979):  
1 – епідерміс; 2 – коріум; 3 – пігментні клітини; 4 – залозисті клітини; 5 – мускульна оболонка шкірної залози; 6 – вивідна протока залози.

Секрет шкірних залоз містить речовини, які мають сигнальне значення: впливають на поведінку інших особин. Секрет шкірних залоз земноводних може мати отруйні речовини (плямиста саламандра, ропухи). Сила отрути південноамериканської ропухи-ага така велика, що собака, схопивши цю жабу, швидко помирає. Аборигени використовували отруту цих ропух для виготовлення отруєних стріл.

У нижніх шарах епідермісу та коріуму розміщені пігментні клітини, які зумовлюють видоспецифічність забарвлення. *Забарвлення земноводних виконує різноманітні функції*: маскування (криптичне або захисне, забарвлення); попередження та відлякування у видів, що мають отруйні залози (апосематичне забарвлення з яскравими кольоровими плямами); статевої відмінності (у самців забарвлення стає яскравішим до початку розмноження, полегшуючи зустріч статевозрілих особин і стимулюючи спарювання). Незначна кількість видів здатна змінювати інтенсивність забарвлення залежно від кольору фону; краще всього ця здатність виявляється у деяких деревних жаб.

**Скелет** земноводних поділяють на осьовий, скелет черепа (мозковий і вісцеральний), скелет кінцівок (передніх і задніх) та їх поясів.

**Осьовий скелет** утворений хребцями. У більш примітивних земноводних (безногих, деяких хвостатих і безхвостих) хребці амфіцельного типу; між тілами хребців і всередині них зберігаються залишки хорди. У справжніх саламандр, більшості безлегеневих саламандр і деяких безхвостих хребці опістоцельного типу (тіла хребців попереду опуклі, а позаду ввігнуті); у всіх інших безхвостих – процельного типу (тіла 193 хребців попереду ввігнуті, а позаду опуклі). Розвиток хребців опістоцельного чи процельного типів збільшує міцність з'єднання хребців, не зменшуючи гнучкості хребтового стовпа. Над тілом хребця добре розвинена верхня дуга з остистим відростком. Верхні дуги утворюють канал, у якому лежить спинний мозок.

Осьовий скелет земноводних поділений на 4 відділи: 1) *шийний* – має 1 хребець; 2) *тулубовий* – має різну кількість хребців: у безхвостих – 7, у хвостатих – 13-62, у безногих – до 200; 3) *крижовий* – має 1 хребець; 4) *хвостовий* – має різну кількість хребців: у безхвостих – приблизно 12 хребців зливаються в єдину кістку – *уростиль*, у хвостатих – 22-36, у безногих – до 100.

Тулубові хребці мають добре розвинені поперечні відростки, до яких у хвостатих причленовані дуже короткі ребра; у більшості безхвостих ребра зливаються з поперечними відростками. Хвостові хребці у хвостатих несуть нижні дуги, які утворюють *гемальний канал*.

**Череп** земноводних переважно хрящовий і складається з меншої кількості кісток порівняно з черепом кісткових риб. Череп утворений лобно-тім'яною і потиличною кістками, очними ямками й щелепними кістками. Зяброві дуги перетворені частково на слуховий апарат, зяброві кришки відсутні.

**Скелет кінцівок** має типову для наземних хребетних тварин будову. Кожна передня кінцівка складається з плеча (плечова кістка), передпліччя (ліктьова та променева кістки) й кисті (кістки зап'ястка, п'ястка, фаланги пальців). Задня кінцівка – зі стегна (стегнова кістка), гомілки (велика та мала гомілкові кістки) й стопи (кістки передплесна, плесна, фаланги пальців). У суглобі між стегном і гомілкою є невеличка кісточка – колінна чашечка. У безногих земноводних передні та задні кінцівки та їх пояси редуковані. У протеїв (підряд роду хвостатих) передня кінцівка має лише 3, а задня – лише 2 пальці. У безхвостих земноводних на передній кінцівці 4 пальці, а на задній – 5. Між пальцями задніх кінцівок є плавальні перетинки.

**Плечовий пояс** земноводних складається з парних кісток – *лопаток*, *ключиць*, *воронячих кісток (коракоїдів)* і непарної кістки *грудини*. До лопатки прикріплений широкий надлопатковий хрящ, до якого прикріплюються м'язи спини. Перед коракоїдом лежить тонкий паличкоподібний хрящ – прокаракоїд. Знизу від нього знаходиться тоненька кісточка – ключиця. Внутрішні кінці коракоїдів зливаються один з одним. Позаду місця злиття коракоїдів розташована грудина з хрящовим розширеним заднім кінчиком. Попереду ключиці знаходиться невеличкий передгрудинник, передня частина якого хрящова, а задня – кісткова. Грудної клітки у земноводних немає. Короткі ребра хвостатих земноводних до грудини не доходять.

**Пояс задніх кінцівок (тазовий пояс)** складається з трьох парних елементів – *клубової кістки, сідничної кістки і лобкового хряща*, які утворюють *таз*.

**М'язова система** земноводних суттєво відрізняється від такої у риб. Частина тулубової мускулатури зберігає метамерну будову. Проте є виразне диференціювання: ділянки м'язових сегментів зливаються у стрічкоподібні м'язи. Різко збільшується маса мускулатури кінцівок, яка представлена складною системою *м'язів-антагоністів* (групи м'язів, що виконують протилежні функції) та *м'язів-синергістів* (групи м'язів, що виконують спільні функції).

**Травну систему** земноводних утворює *ротевий отвір, ротоглоткова порожнина* з дрібними конічними зубами (призначені лише для утримання здобичі; у безхвостих земноводних зуби частково редукуються і зберігаються лише на кістках верхньої щелепи), язиком і протоками слинних залоз (секрет не містить травних ферментів і забезпечує лише зволоження їжі), *стравохід, шлунок* (його залозисті клітини виділяють фермент – пепсин, який активно діє на їжу під впливом соляної кислоти), *кишечник*, що складається із дванадцятипалої (сюди виходять протоки печінки й підшлункової залози), тонкої і прямої кишок, які закінчуються розширенням – *клоакою*.

Земноводні живляться дрібними безхребетними. У жаби язик прикріплений до дна ротоглотки своїм переднім кінцем, а задня його частина вільна. Під час вловлювання здобичі язик викидається з рота за допомогою спеціальних м'язів на певну відстань. При проковтуванні їжі очні яблука втягуються, тиснуть на стінки ротоглотки і проштовхують їжу до стравоходу, звідки вона потрапляє до шлунка.

Деякі водяні види (американська піпа) можуть ловити мальків риб. Великі види (озерна жаба, сирени) навіть ловлять земноводних та їх личинок, пташенят водоплавних птахів, дрібних гризунів. Добовий раціон земноводних може складати до 10-30% від маси тіла. За низьких температур довкілля земноводні легко переносять довготривале голодування (під час експериментів – до року).

**Видільна система** складається з парних *тулубових нирок, сечоводів, клоаки й сечового міхура*. На черевній поверхні нирок розміщені наднирники – залози внутрішньої секреції. У нирках кров звільняється від надлишку води, солей сечовини, у результаті чого утворюється сеча. Від нирок по сечоводах сеча виводиться в клоаку. Деякий час сеча може нагромаджуватись у сечовому міхурі, який розташований на черевній поверхні клоаки та має з нею зв'язок. Коли сечовий міхур заповниться, скороченням м'язів його стінок концентрована сеча потрапляє в клоаку та виводиться назовні. Частина продуктів розпаду виділяється через шкіру.

**Дихальна система** земноводних складається з *дихальних шляхів (парні ніздрі з клапанами, носоглоткова порожнина, гортань)* і *парних легень*, що мають тонкі ніздрюваті стінки, пронизані кровоносними капілярами, де відбувається газообмін. Важливу роль у земноводних відіграє шкірне дихання, тому шкіра завжди зволожена (це підвищує її проникність для газів).

У безхвостих самців є специфічні горлові мішки – *резонатори*, під час роздування яких виникає спів, яким кличуть самок.

Серед хвостатих земноводних є безлегеневі саламандри, які живуть в Північній Америці. У них відсутні легені та мале коло кровообігу. Газообмін відбувається крізь шкіру. Для того щоб дихати шкірою, вона повинна бути зволоженою (суха шкіра не здатна пропускати газу). Плівку слизу виділяють спеціальні шкірні залози, тому шкіра земноводних завжди зволожена. Кисень повітря розчиняється в цій плівці слизу на поверхні шкіри і може дифундувати у кров. Тому всі безлегеневі саламандри невеликі. Шкірне дихання забезпечує тривале перебування тварини під водою.

**Кровоносна система** земноводних характеризується низкою ускладнень порівняно з рибами. *Серце* в амфібій трикамерне (два передсердя й один шлуночок). Передсердя, скорочуючись, виштовхують кров до шлуночка. При скороченні шлуночка кров не повертається в передсердя завдяки атріовентрикулярному клапану, а потрапляє в основні артерії і розноситься по всьому тілу. Розрізняють *два кола кровообігу* – *велике й мале (легеневе)*. Обидва кола кровообігу починаються від шлуночка, у результаті скорочення якого кров різного складу надходить у три різні артерії. *Мале коло кровообігу*: під час скорочення шлуночка з нього виштовхується порція венозної крові, яка, потрапляючи у легеневі артерії й легені, стає артеріальною; потім вона йде в легеневі вени й повертається в ліве передсердя. *Велике коло кровообігу*: під час скорочення шлуночка змішана кров (до головного мозку надходить найбільш насичена киснем кров) виштовхується в аорту, якою рухається до всіх органів тіла й повертається венами, які приносять венозну кров у праве передсердя; частина змішаної крові надходить у шкіру, де в процесі шкірного дихання відбувається газообмін; збагачена киснем кров (артеріальна) повертається у вени, що також входять у праве передсердя. Отже, у правому передсерді кров змішується.

*Кровотворними органами є селезінка та червоний кістковий мозок*, де утворюються клітини крові: *еритроцити, лейкоцити, тромбоцити*. Загальна кількість крові складає 1,2-7,2% від загальної маси тіла.

**Нервова система** земноводних складається з головного й спинного мозку та нервів. *Головний мозок* складається з п'яти відділів: *переднього мозку (поділеного на дві півкулі), проміжного, середнього, довгастого мозку і слабо-розвиненого мозочка*. Головний мозок у хвостатих земноводних складає 0,29-0,36% від маси тіла, у безхвостих – 0,5-0,73%. *Спинний мозок* міститься в спинномозковому каналі хребта.

**З органів чуття** у земноводних є:

- *очі*, захищені верхніми і нижніми повіками; на відміну від риб рогівка ока більш опукла, а кришталик має форму двоопуклої лінзи з більш плоскою передньою поверхнею; акомодация здійснюється лише переміщенням кришталика за допомогою м'язових волокон в'язкого тіла; в сітківці є палички і колбочки; у більшості земноводних розвинений кольоровий зір; очі личинок, як і риб, не мають рухливих повік; нерухливі земноводні сприймають лише рух дрібних об'єктів або наближення ворога; все інше для них – індиферентний «сірий фон»; під час свого руху вони починають розрізняти і нерухомі об'єкти; завдяки положенню очей у багатьох безхвостих земноводних загальне поле зо-

ру дорівнює  $360^\circ$ ; на основі вивчення механізмів зору жаби створено фототехнічні прилади, які розпізнають дрібні об'єкти;

- *органи слуху* складаються зі слухового отвору, зтягнутого барабанною перетинкою; середнього (повітряна порожнина, в якій знаходиться паличкоподібна слухова кісточка – стремінце, яка одним кінцем з'єднується з барабанною перетинкою і забезпечує сприймання звукових коливань у повітряному середовищі) й внутрішнього вуха (перетинчастий лабіринт), захищеного кістками черепа; перетинчастий лабіринт заповнений рідиною (ендолімфою); вузький канал – евстахієва труба з'єднує повітряну порожнину середнього вуха з ротовою порожниною, вирівнює тиск і попереджає руйнування барабанної перетинки під час сильних звуків; земноводні сприймають звуки частотою від 30 до 15 000 Гц; у деяких безхвостих (часничниця, жерлянка), у всіх хвостатих і безногих земноводних порожнина середнього вуха і барабанна перетинка редуковані.

- *органи рівноваги* представлені трьома напівколовими каналами, що сполучаються з внутрішнім вухом; коли тіло змінює положення, рідина в каналах рухається. Цей рух реєструється чутливими клітинами.

- *органи нюху* (парні мішки), які сполучаються із зовнішнім середовищем парними ніздрями; зовнішні ніздрі відкриваються та закриваються рухами спеціальних м'язів; внутрішніми ніздрями (хоанами) кожний нюховий мішок з'єднується з ротовою порожниною; органи нюху функціонують лише у повітряному середовищі, у воді зовнішні ніздрі закриті;

- у личинок і дорослих, що ведуть водний спосіб життя – *органи бічної лінії (сейсмоденситетна система)* – розкидані по всьому тілу (густіше на голові); на відміну від риб лежать на поверхні шкіри;

- *дотикові тільця*, розкидані в поверхневих шарах шкіри; смакові рецептори розвинені слабо, про що свідчить поїдання ними комах з різким запахом і їдкими виділеннями (мурахи, клопи).

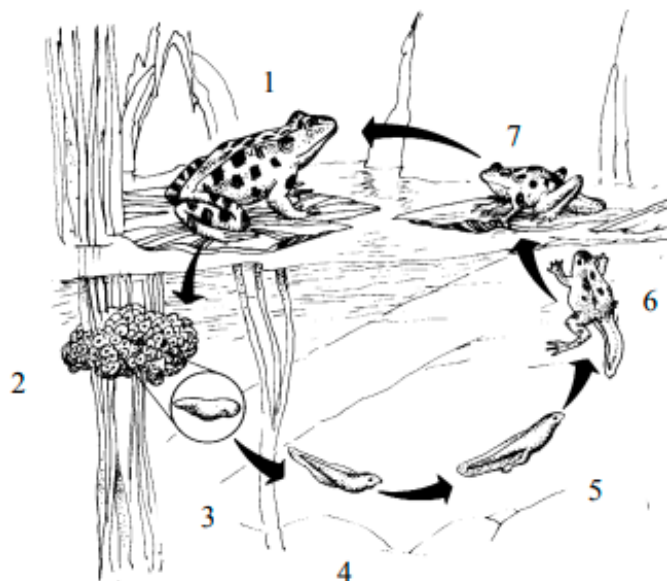
Земноводні – *роздільностатеві тварини*. Самиця має *парні яєчники*, самці – *сім'яники*. Зернисті яєчники до весни заповнюють майже всю порожнину тіла. Поруч з яєчниками розміщені багатолопатеві жирові тіла, в яких накопичуються поживні речовини, що забезпечують формування статевих продуктів під час зимової сплячки. Тонкі та довгі яйцепроводи представляють собою мюллерові канали. Кожний яйцепровід лійкою, розміщеною в ділянці серця, відкривається в порожнину тіла; нижня маткова ділянка яйцепроводів розширена і відкривається в клоаку. Дозрілі яйцеклітини крізь розрив стінки яєчника випадають у порожнину тіла, захоплюються краями лійки, рухаються по яйцепровадам, вкриваючись слизовими білковими оболонками.

Округлі *сім'яники* з розміщеними біля них жировими тілами знаходяться біля передніх країв нирок. З кожного сім'яника виходять кілька тонких сім'явиносних каналців, які впадають у нирку і там відкриваються у *вольфов канал*. Він у земноводних функціонує як *сечопровід і сім'япровід*. У нижній частині вольфова канала у статевозрілих самців утворюється розширення – *сім'яний пухирець*, який відіграє роль резервуару для сперматозоїдів. Вольфові канали сечостатевими отворами відкриваються в клоаку.

У безхвостих та деяких хвостатих (кутозуби) земноводних запліднення *зовнішнє*, у воді. Самець хапає самку передніми лапками; на кисті у багатьох видів є мозолі, які полегшують втримання самки. Самиця виділяє ікру (яйцеклітини), яка схожа на риб'ячу ікру, самці випускають на неї рідину зі сперматозоїдами.

У більшості хвостатих земноводних запліднення *внутрішнє*. Так, у тритонів самець відкладає сперматофор, а самка захоплює його краями клоаки; у клоаці оболонка розчиняється і сперматозоїди запліднюють яйцеклітини, які знаходяться в нижніх ділянках яйцепроводів. У деяких саламандр самець притискує отвір своєї клоаки до клоаки самки, видавлює в неї сперматофор. У безногих земноводних запліднення також внутрішнє.

У більшості земноводних ікра відкладається в воду. В ікринці розвивається зародок, а личинка, що вилупилася до метаморфозу веде водяний спосіб життя (рис. 14.3). У більшості безхвостих земноводних кожна ікринка покривається слизовою оболонкою, що набрякає у воді. Відкладені одночасно ікринки злипаються в грудку і плавають на поверхні води. Міцне злипання ікринок утруднює поїдання їх дрібними хижаками, а напівпрозорі сферичні оболонки ікринок виконують роль збиральних лінз, які концентрують світлові промені. Завдяки цьому в сонячну погоду температура всередині грудки може бути на 5-7°C вища температури повітря і води.



*Рис. 14.3* *Метаморфоз земноводних (на прикладі безхвостих жаб):*  
 1 – доросла безхвоста жаба; 2 – кладка яєць (ікра); 3 – личинка у момент ви-  
 кльову; 4 – личинка на стадії розсмоктування зовнішніх зябер та плавцевої зго-  
 ртки; 5 – личинка на стадії розвитку зябрової кришки і появи кінцівок; 6 – ли-  
 чинка на стадії завершення формування кінцівок та розсмоктування хвоста; 7  
 – вихід жабеняти на суходіл.

*Яйцеклітина* земноводних містить жовток. Через 3-4 години після запліднення починається дробіння яйця. Швидкість ембріонального розвитку дуже сильно залежить від температури води: чим вища її температура, тим швидше відбувається розвиток. Тому зазвичай від кладки ікри до вилуплювання личинок проходить від 5 до 15-30 днів. Розвиток у земноводних відбувається з метаморфозом.

У *безхвостих земноводних* сформовані личинки (*пуголовки*) звільняються від оболонок і з допомогою спеціального органу – *присоски* прикріплюються до водяних рослин або до порожніх оболонок яєць. У цей час у личинки ще не прорвався ротовий отвір, слабо розвинена шкіряста облямівка хвоста, є зовнішні зябра. Личинка має спільні риси з рибами: видовжена форма тіла, хвостовий плавець, хорда, одне коло кровообігу, двокамерне серце, зяброві кришки, зябра (спочатку зовнішні, потім внутрішні), на шкірі помітна бічна лінія.

Таблиця 14.1

Порівняльна характеристика дорослих безхвостих амфібій  
та їхніх личинок

Ознаки	Личинка (пуголовка)	Доросла тварина
Форма тіла	Рибоподібна, кінцівок немає. Хвіст із плавальною перетинкою	Тіло вкорочене, хвоста немає. Добре розвинені дві пари кінцівок
Кровоносна система	Одне коло кровообігу, серце двокамерне	Два кола кровообігу, серце трикамерне
Дихання	Зяброве (зябра спочатку зовнішні, потім внутрішні)	Легеневе й шкіряне.
Спосіб пересування	Плавання за допомогою хвоста	Стрибками, плавання за допомогою задніх кінцівок
Їжа	Водорості, найпростіші та інші дрібні організми	Комахи, молоски, черви, мальки риб
Спосіб життя	Водний	Наземний, напівводяний

Перші дні личинки земноводних існують за рахунок залишків жовтка ікринки. Згодом у них прорізується рот і вони починають живитися: у першу чергу вони з'їдають драглисті оболонки, до яких прикріплювалися, а потім починають живитися водоростями, найпростішими та іншими водяними організмами. У здобуванні їжі личинкам допомагають рогові зубчики, заховані під м'ясистими губами. Хвіст личинки видовжується, він виконує функцію не лише органу руху, а й дихальну (у ньому розвивається розгалужена капілярна сітка). На 20-25-й день з'являються у вигляді горбиків зачатки кінцівок (передні закриті зябровою кришкою). У цей період прориваються хоани, утворюється гортанна щілина, починають розвиватися легені та перетворюється кровоносна система, формуються мезонефричні нирки, розвиваються хрящові хребці, збільшується череп. Формуються кінцівки: утворюються суглоби, розвиваються пальці. Починає функціонувати легеневе дихання і редукуються внутрішні зяб-

ра. В останні фази метаморфозу передні кінцівки прориваються назовні, зникають зябра та заростають зяброві щілини, збільшуються очі, завершується формування скелета, поступово розсмоктується хвіст і пуголовок (личинка) перетворюється на маленьке жабеня.

*У хвостатих земноводних* личинки вилуплюються більш сформованими: краще розвинений хвіст, більші зовнішні зябра. Наступного дня прориваються зяброві щілини, починають галузитися зовнішні зябра, формується рот і личинка починає живитися, виловлюючи дрібних безхребетних. У віці 2-3 тижнів з'являються передні, а потім і задні кінцівки. Метаморфоз здійснюється поступово: розвиваються легені, відбувається перебудова кровоносної системи, зменшуються зовнішні зябра.

*Личинки* – вкрай вразлива стадія розвитку земноводних і тому жаби і ропухи, які не піклуються про свою ікру, відкладають багато тисяч ікринок.

У деяких земноводних спостерігається *яйцеживородіння*. У саламандр запліднені ікринки затримуються в яйцепроводах, і там відбувається значна частина личинкового розвитку. Саламандра народжує сформованих личинок, які розривають оболонку ікринки та переходять до самостійного життя. У вогняної саламандри також затримуються ікринки в яйцепроводах. Коли народжуються малята, вони готові до життя на суходолі. В африканської живородної жаби яйця розвиваються в нижніх частинах яйцепроводів; народжуються маленькі жабенята, які завершили метаморфоз.

*Річний цикл життя* земноводних за умов сезонного клімату поділяється на такі періоди: *весняне пробудження, розмноження (нерест), період літньої активності, зимівля (зимове заціпеніння)*.

### ***Значення земноводних у природі***

Земноводні є обов'язковою ланкою в ланцюгах живлення водних та наземних екосистем. У природі ними живиться багато тварин, та й вони самі знищують багато безхребетних, контролюючи їхню чисельність у довкіллі.

### ***Значення земноводних у житті людини***

Земноводні поїдають багатьох шкідливих для людини безхребетних (комарів та їх личинок). М'ясо деяких видів земноводних (велетенська саламандра, тигрова жаба, жаба-голіаф, гостроморда жаба) люди вживають у їжу. Існують жаб'ячі ферми, де розводять цих тварин. Вони є продуктом міжнародної торгівлі. Деякі види земноводних (вогняна саламандра, зелена ропуха) є джерелом для одержання отрут (буфотоксин, саламандротоксин), які використовують для виготовлення ліків.

### **Контрольні запитання**

1. Які особливості наземних тварин?
2. Прокласифікуйте надклас Чотириногі або Наземні Хребетні (Tetrapoda).
3. Дайте загальну характеристику класу Земноводні або Амфібії (Amphibia).
4. Встановіть значення земноводних у природі та житті людини.

## Лекція 15 Загальна характеристика класу Плазуни, або Рептилії (Reptilia)

**Мета:** знати загальну характеристику класу Плазуни або Рептилії (Reptilia), детально вивчити характеристику представників класу Плазуни або Рептилії, вивчити значення плазунів у природі та житті людини.

**Основні поняття:** герпетологія, пойкилотермія, линяння, кора великих півкуль, умовні рефлекси, атлант, епістрофей, грудна клітина, кісткове піднебіння, плевродонтні зуби, акродонтні зуби, текодонтні зуби, отруйні зуби, дихальні шляхи, легені, трикамерне серце, аутономія, регенерація, клоака.

### План

1. Загальна характеристика класу Плазуни або Рептилії (Reptilia).
2. Особливості будови класу Плазуни або Рептилії.
3. Значення представників класу Плазуни або Рептилії природі.
4. Значення Плазуни або Рептилії у житті людини.

**1. Загальна характеристика класу Плазуни або Рептилії (Reptilia).** У сучасній фауні нараховують біля 7000 видів рептилій. *Герпетологія* (від грецьк. *gerpeton* – плазуни (поверхня), *logos* – вчення) – розділ зоології, який вивчає плазунів.

Загальний рівень організації рептилій значно вищий порівняно з земноводними, проте температура тіла непостійна і залежить від температури довкілля (*пойкілотермія*).

*Характерні ознаки плазунів:*

1. Прогресивний розвиток нервової системи – наявність зачатка кори великих півкуль. Це зумовило наявність адаптивної поведінки завдяки виробленню умовних рефлексів.

2. Утворення вторинної нирки, що забезпечує зворотне всмоктування води у ниркові каналці й велику концентрацію в сечі продуктів обміну речовин.

3. Наявність ніздрюватих легень, поверхня яких значно перевищує внутрішню поверхню мішкоподібних легень їхніх предків. Дихання в них тільки легеневе.

4. Утворення діафрагми, яка відокремлює черевну порожнину від грудної й забезпечує разом з грудною кліткою всмоктувальний тип дихання.

5. Скелет повністю кістковий та його прогресивне перетворення: видовження ший, спеціалізація перших двох шийних хребців (атлас або атлант, та епістрофей) забезпечують велику рухомість голови; формування грудної клітини; кінцівки наземного типу, пояс передніх кінцівок з'єднаний з осьовим скелетом через ребра, тазовий пояс з'єднаний з поперечними відростками двох крижових хребців.

6. Розвиток неповної перегородки у шлуночку трикамерного серця, що дозволило забезпечити постачання мозку й передніх кінцівок тільки артеріальною кров'ю.

7. Наявність зародкових оболонок, які забезпечують розвиток ембріона в наземних умовах. Великі, багаті на білок і жовток яйця. Личинкової стадії немає. Запліднення лише внутрішнє.

8. Шкіра суха, практично без залоз. Зовнішні шари епідермісу зазнають ороговіння.

*Особливості будови плазунів у зв'язку з життям на суходолі:*

- Суха шкіра, практично не має залоз, вкрита роговими лусками, щитками або пластинками (що є засобом захисту від втрати вологи).

- Дві пари кінцівок для пересування на суходолі.

- Очі захищені трьома повіками (верхньою, нижньою та миготливою перетинкою).

- Справжня грудна клітка з міжреберними м'язами (забезпечують характерний для наземних тварин механізм дихання).

- Диференціація дихальних шляхів (гортань, трахея, два бронхи), складна будова легень (система перетинок, які збільшують поверхню газообміну).

- Збільшення відносних розмірів головного мозку і наявність зачатку кори великих півкуль (більш складна рефлекторна діяльність); значно розвинений мозочок (складна координація рухів).

- Ускладнення органів чуття.

- Яйце вкрите декількома оболонками, що захищають зародок від висихання, проникнення бактерій і грибів, механічних ушкоджень і забезпечують його газообмін; визначають прямий розвиток плазунів на суходолі (личинкова стадія відсутня), оскільки зародок забезпечений поживними речовинами.

*Особливості процесів життєдіяльності плазунів у зв'язку з життям на суходолі:* виключно легеневе дихання і внутрішнє запліднення. Особливості організації плазунів.

*Форма тіла* плазунів різноманітніша порівняно з амфібіями, що пов'язано з різноманітними способами пересування. Більшість ящірок, хамелеони, крокодили зовні подібні з хвостатими амфібіями і представляють найбільш примітивний тип пересування. В деяких інших представників кінцівки розташовані по боках тулуба, внаслідок чого тіло торкається субстрату – плазує (звідки й назва класу). У змій та деяких видів ящірок кінцівки відсутні: вони мають змогу переміщуватися не лише в трав'янистих заростях, але й у кронах дерев та плавати.

*Покриви рептилій:* верхні шари багатошарового епітелію *роговіють*: клітини заповнюються зернами білку кератину, що витісняють протоплазму та ядро. За рахунок розростання рогового шару утворюються щитки, луски, які інколи приймають форму шипів, кігтів. Під роговими лусками у деяких видів рептилій у мезодермальному шарі шкіри – *коріумі* – знаходяться кісткові пластинки. У черепах вони зливаються в кістковий панцир, який приростає до хребта.

Під мертвим роговим шаром розташований нижній *мальпігієв шар*, який складається з живих клітин, здатних до розмноження. В мальпігієвому шарі та верхніх частинах коріуму розміщені пігментні клітини. Така будова шкіри

забезпечує добрий захист від втрат води випаровуванням, механічних пошкоджень та проникнення хвороботворних організмів. Одночасно вона втратила здатність до газообміну та видалення продуктів метаболізму. Лише в крокодилів через покриви виділяється незначна кількість води. Шкіра позбавлена залоз. Незначна кількість залоз, які виділяють пахучі секрети (відіграють роль хімічних сигналів: приваблювання протилежної статі, відлякування від зайнятої території), зберігається в ящірок на стегнах і біля клоаки, а в крокодилів, змій і черепах – на морді та деяких інших частинах тіла. Зміна рогового покриву відбувається шляхом линяння: повного (у змій) або часткового (у ящірок) скидання рогового чохла та формування нового. Поки новий покрив не зроговів, тварина росте. У багатьох видів линяння відбувається кілька разів на рік.

**Скелет** рептилій поділяють на осьовий, скелет черепа (мозковий і вісцеральний), скелет кінцівок (передніх і задніх) та їх поясів.

**Осьовий скелет**, утворений хребцями, складається з п'яти відділів:

1) шийного – 7-10 хребців; 2) грудного – 12-20 хребців; 3) поперекового – 5 хребців; 4) крижового – 2 хребці; 5) хвостового – 15-40 хребців.

Велика рухливість голови забезпечується диференціюванням перших двох шийних хребців – *атласа або атланта, та епістрофея*. Атлас має вигляд кісткового кільця, поділеного міцною зв'язкою на верхню та нижню половини; через верхній отвір головний мозок з'єднується зі спинним; передня поверхня нижньої половини з'єднується з черепом, а позаду в нижній отвір входить зубоподібний відросток другого шийного хребця – епістрофея. Голова може повертатися в боки на зубоподібному відростку, а її переміщення у вертикальній площині забезпечується з'єднанням черепа з атласом. Усе це забезпечує складні рухи голови під час здобування їжі та орієнтування. Вивчення ембріонального розвитку плазунів довело, що зубоподібний відросток другого шийного хребця утворюється шляхом приростання до епістрофея тіла атласа.

У крокодилів і більшості лускатих хребці *процельного типу* (тіла хребців попереду ввігнуті, а позаду опуклі), лише у деяких *амфіцельні*. У черепах хребці різноманітного типу: задні хребці *процельні*, передні – *опістоцельні* (тіла хребців попереду опуклі, а позаду ввігнуті), а середні – *амфіцельні*.

У плазунів формується справжня *грудна клітка*, утворена грудними хребцями, ребрами та грудною кісткою. До грудної кістки приєднується *плечовий пояс*. *Поперекові* хребці також несуть ребра, які не доходять до грудної кістки. До крижового відділу, що складається з двох хребців, прикріплюється *тазовий пояс*. Скелет кінцівок та їхніх поясів у плазунів має майже таку саму будову, як і в земноводних.

У ящірок (прудка, живородна) та гатерії хвостові хребці мають посередині тонкі хрящові прошарки, завдяки цьому вони здатні до *аутомії* (самокаліцтва). Якщо схопити цих тварин за хвіст, то, внаслідок сильного скорочення м'язів, хвостовий хребець переламується посередині й кінець хвоста відпадає. Цей рефлекс має захисне значення, оскільки дає змогу тварині втекти від хижа-

ка, який вхопив її за хвіст. На місці відлому виростає новий хвіст, тобто відбувається *регенерація*.

У змій та безногих ящірок хребет поділяється лише на *тулубовий і хвостовий відділи* (рис. 15.1). Усі тулубові хребці мають рухливі ребра, що спираються на черевні щитки. Грудної клітки немає в змій. У їхньому скелеті зникають кінцівки та їхні пояси, а збільшується кількість хребців. Поєднання великої кількості коротких хребців як важелів обумовлює їхню здатність змінювати у широких межах свою кривизну, що забезпечує надзвичайну гнучкість тіла. Саме цим можна пояснити гнучкість змій і безногих ящірок.

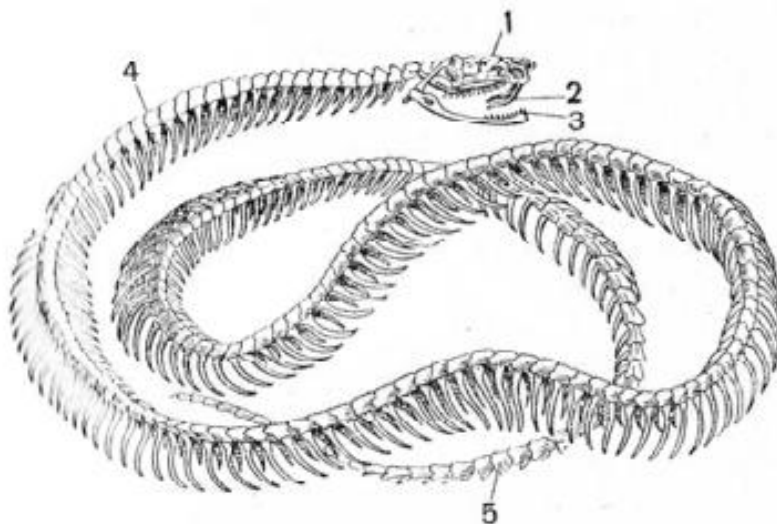


Рис. 15.1 Скелет змій (за Наумовим, Карташовим, 1979):

1 – череп; 2 – отруйні зуби; 3 – нижня щелепа; 4 – тулубові хребці з ребрами;  
5 – хвостові хребці.

**Мускулатура** плазунів більш диференційована, ніж у земноводних. На черепі розвивається міцна *жувальна мускулатура*. Наявність рухливого шийного відділу супроводжується розвитком *шийної мускулатури*. Стрічкоподібні м'язи тулубової мускулатури беруть участь у згинах тіла та в рухах кінцівок. З'являються зачатки *підшкірної мускулатури*, яка змінює положення рогових лусок. Значно краще вона розвинена в змій та безногих ящірок і бере участь у переміщенні тіла, забезпечуючи координовані рухи черевних щитків. Із появою справжньої грудної клітки з'являються *міжреберні м'язи* (зовнішні та внутрішні), які забезпечують особливий, характерний для наземних хребетних тварин, механізм дихання.

**Травна система** плазунів складніша, ніж у земноводних. У крокодилів і черепах ротова порожнина відокремлена *кістковим піднебінням*, що забезпечує їм дихання під час живлення. Захоплення їжі (плазуни переважно живляться безхребетними і дрібними хребетними) здійснюється щелепами, які мають багаточисельні гострі зуби. Зуби прирастають до щелеп (*плевродонтні зуби*) і кісткового піднебіння (*акродонтні зуби*); лише у крокодилів зуби розміщені в спеціальних щелепних комірках – альвеолах (*текодонтні зуби*). Зуби у більшості сучасних плазунів однакові та слугують лише для захоплення здобичі

та її утримання. Лише у деяких змії розвиваються спеціалізовані великі *отруйні зуби*, які мають борозни, по яких стікає отрута. Отрута виробляється видозміненими слинними залозами. Отруйні зуби за стану спокою змії пригинаються до піднебіння, а під час укусу випинаються вперед. Крім того, у змії будова щелепного апарату (рухоме сполучення кісток лівої та правої частини щелеп) дає змогу для широкого відкривання пащі та проковтування здобичі значно більших розмірів за ширину змії.

Більшість видів ковтають їжу цілком. Крокодили і черепахи здатні відривати від великої здобичі окремі шматки. Черепахи не мають зубів, їхню функцію виконують рогові чохлаи щелеп, що мають гострі краї.

У ротовій порожнині плазунів розміщені слинні залози, які виробляють слину з *травними ферментами*. На дні ротової порожнини знаходиться мускулистий язик, здатний далеко висуватись. У змії та ящірок він подвоєний на кінчику та використовується як орган дотику. У хамелеонів кінчик язика потовщений і може миттєво викидатися для захоплення дрібної рухливої здобичі (комахи).

У плазунів добре розвинений стравохід. У змії він має особливо міцну мускулатуру, що допомагає проштовхнути велику здобич у шлунок. Кишечник плазунів порівняно з амфібіями відносно довший, особливо у рослинноїдних видів. На межі між тонкою та товстою кишкою відходить невеличка сліпа кишка (вона краще розвинена у рослинноїдних видів). Печінка та підшлункова залоза відкриваються у дванадцятипалу кишку самотійними протоками. Кишечник відкривається в клоаку.

Особливості роботи травної системи плазунів характеризують їх як теплолюбивих тварин: температурний оптимум дії їхніх травних ферментів вищий оптимума земноводних. Перетравлення великої здобичі зміями відбувається нормально лише за достатньо високої температури довкілля; уповільнення перетравлення за низьких температур викликає харчове отруєння та загибель тварини. Унікальністю плазунів є їхня здатність до голодування. Деякі черепахи і змії можуть 1-2 роки жити без їжі (за спостереженнями у зоопарку), ящірки можуть існувати без їжі кілька тижнів.

*Видільна система* плазунів представлена тазовими бобоподібними нирками та сечопроводами, які відкриваються в клоаку та сечовий міхур. Сечовий міхур відкривається в клоаку з черевного боку. Сеча виводиться в клоаку, потім – у сечовий міхур, де нагромаджується, а потім виходить через клоаку назовні. У плазунів виник новий тип екскреції – виведення з організму слабо розчиненої у воді сечової кислоти. Вона виводиться у вигляді дрібних кришталіків («біла сеча»).

У морських черепах і деяких інших рептилій, які використовують солону воду для пиття, є особливі залози, що виводять надлишок солей з організму. У черепах вони розміщені біля очей. Секрет сольових залоз морських рептилій містить семивідсотковий розчин кухонної солі (NaCl), що вдвічі перевищує солоність вод океану. Отже, морські черепахи дійсно «плачуть гіркими сльозами», звільняючись від надлишку солей. У морських ігуан, які живляться морсь-

кими водоростями, солеві залози у вигляді «носових залоз» відкриваються протоками у носову порожнину. Солі виділяються у вигляді краплинок секрету з носових отворів.

**Дихальна система** плазунів представлена дихальними шляхами (носові отвори – ніздрі, гортань, трахея, два бронхи) і легенями. Гортань обмежена хрящами. Трахея має стінки з еластичних хрящових кілець. Стінки бронхів також укріплені хрящовими кільцями. Легені мають систему перетинок, які значно збільшують поверхню газообміну. У хамелеонів, деяких ящірок і змії задня частина легень має тонкостінні пальцеподібні вирости: у їхніх стінках окиснення крові не відбувається, вони відіграють роль резервуарів повітря, забезпечують ефект шипіння, полегшують газообмін при довготривалому проходженні їжі по стравоходу та під час пірнання.

**Механізм дихання плазунів:** повітря надходить до легенів та виходить із них за рахунок міжреберних та черевних м'язів, скорочення яких змінює об'єм внутрішньої порожнини тіла.

Ритм дихання плазунів змінюється залежно від зовнішньої температури довкілля та стану тварини. У ящірки частота дихання при 15°C дорівнює 26 дихальним рухам за хвилину, при 25°C – 31, а при 35°C – 37.

Шкіра плазунів, укрита роговими утворами, не бере участі в диханні. У водяних черепахах у воді додатковими органами дихання є вирости глотки і клоаки (анальні пухирі), багаті на капіляри.

**Кровоносна система** плазунів подібна за будовою до кровоносної системи амфібій. *Серце трикамерне.* Передсердя розділені повною перегородкою; кожне відкривається в шлуночок самостійним отвором, який має клапан із півмісяцевих стулок. Шлуночок має *неповну перегородку*, що ділить його на дві частини: у момент скорочення (систолі) перегородка на короткий час повністю ділить його, що має значення для розподілу крові з різним вмістом кисню. У крокодилів перегородка повна (чотирикамерне серце), але посередині є отвір.

У плазунів *два кола кровообігу.* *Мале коло кровообігу:* легенева артерія відходить від правого боку шлуночка, ділиться на праву та ліву артерії, які несуть до легенів венозну кров. У капілярах легень відбувається газообмін, венозна кров перетворюється на артеріальну. Ліве передсердя приймає легеневу вену, утворену злиттям правої та лівої легеневих вен (несуть артеріальну кров). *Велике коло кровообігу:* від лівого боку шлуночка відходить права дуга аорти, від якої розгалужуються сонні та підключичні артерії і несуть артеріальну кров до головного мозку; від середньої частини шлуночка відходить ліва дуга аорти. За серцем ліва та права дуги аорти зливаються в спинну аорту, в якій змішана кров з переважанням артеріальної. Спинна аорта галузиться на артерії, які несуть змішану кров до всіх органів тіла. Вени від органів тіла утворюють праву та ліву передні порожні вени, які впадають у праве передсердя.

Плазуни *пойкілотермні* тварини, але на відміну від амфібій температура тіла плазунів за активного стану відносно постійна та коливається в менших межах, ніж температура довкілля. Плазуни використовують тепло сонячних променів для підвищення своєї температури тіла. Температурний оптимум

активності плазунів у межах 20-38°C. Під час охолодження тіла цукор у крові плазунів дозволяє, підвищуючи теплоутворення, деякий час підтримувати температуру тіла (хімічна терморегуляція). На Землі існує один теплокровний вид рептилій – це шкіряста черепаха.

**Нервова система** рептилій ускладнюється порівняно з нервовою системою земноводних. Головний мозок плазунів, як і в земноводних, має п'ять відділів, але півкулі переднього мозку значно більші, на їхній поверхні формується кора (сіра речовина). Мозочок добре розвинений.

**З органів чуття** плазуни мають:

- *очі*, захищені трьома повіками; у змій і деяких ящірок (геконів, сцинків) повіки зростаються, утворюючи прозору оболонку; у нічних видів очі збільшені та мають вертикальну зіницю; слізні залози попереджають очі від висихання у повітряному середовищі; акомодация ока досягається переміщенням кристалика та зміною його кривизни за допомогою в'їчастого м'яза; сітківка нічних тварин містить лише палички, а сітківка денних видів має і палички, і колбочки (кольоровий зір); чутливість кольорового зору зсунуто в жовтогарячу частину спектру; на відміну від земноводних аналіз і синтез зорових відчуттів відбувається не в сітківці, а переважно в зоровій корі середнього мозку;

- *органи термічного чуття* – терморецептори і навіть термолокатори: у гримучих змій по боках морди, між ніздрями і очима є парні заглиблення, здатні сприймати зміни температури на 0,02°C з відстані до 15 см; у темряві ці органи допомагають гримучим зміям знаходити теплокровну здобич;

- *органи слуху*, схожі на органи слуху земноводних, але барабанна перетинка в них розміщена в невеликому заглибленні; плазуни сприймають звуки у діапазоні 20-6000 Гц, але добре чують лише в діапазоні 60-200 Гц; у змій слух розвинений слабо: у них немає барабанної перетинки і сприймають переважно звуки, які розповсюджуються по субстрату (землі) або у воді (сейсмічний слух); у черепах також слух розвинений слабо: у них барабанна перетинка товста, а слуховий прохід у деяких видів закритий потовщеною шкірою;

- *органи дотику* – чутливі рецептори на ороговілих клітинах шкіри та кінчик язика;

- *органи нюху* відкриваються назовні парними ніздрями, а в порожнину рота – щілеподібними хоанами; попереду хоан знаходиться яacobсонів орган, який сприймає запах їжі у ротовій порожнині.

Плазуни – *роздільностатеві тварини*. Самиця має *парні яєчники*, самці – *сім'яники*. Яєчники мають вигляд зернистих овальних тіл. Яйцепроводами слугують мюллерові канали. Вони починаються в'їчастими лійками, розташованими поблизу яєчників, далі – білковий відділ і матка, яка відкривається в клоаку. Сім'яники також мають вигляд овальних тіл. Через придатки, які являють собою збережену частину тулубової нирки і містять багаточисельні каналці, сім'яники з'єднані з сім'япроводами (вольфові канали). Правий і лівий сім'япроводи відкриваються у відповідні сечопроводи, які відкриваються у клоаку.

Запліднення у них внутрішнє. У зв'язку з цим самці усіх рептилій, крім гатерії, мають спеціальні парувальні (копулятивні) органи: у крокодилів і черепах це непарний, а в ящірок і змій – парні вирости задньої стінки клоаки, які під час парування вивертаються назовні. Статева зрілість у плазунів настає в різні строки: у крокодилів і більшості черепах на 6-10 році життя; у змій – на 3-5 році, у великих ящірок – на 2-3 році, у дрібних ящірок – на 9-10 місяці життя. Запліднення відбувається у верхньому відділі яйцепровода. Виділення секреторних залоз середньої частини яйцепровода (білковий відділ) утворюють навколо яйцеклітини (жовтка) білкову оболонку, слабо розвинену у змій та ящірок, і добре розвинену у черепах і крокодилів. Із секрета, який виділяють клітини стінок нижньої частини яйцепровода (матки), формуються зовнішні оболонки – волокниста, рогоподібна шкаралупова.

У незначної кількості видів (ящірка-веретільниця, звичайна гадюка, живородна ящірка, морські змії, деякі вужі та ящірки) спостерігається *яйцеживородіння*: запліднені яйця затримуються в статевих шляхах самки, проходячи там усі стадії розвитку; зародки вилуплюються зразу, як самка відклала яйця. Справжнє живонародження відомо у деяких сцинків. У них відсутня зовнішня оболонка яєць, ембріональні оболонки зародка примикають до стінок маткового відділу яйцепроводу; шляхом осмосу та дифузії кисень і поживні речовини із кровотоку матері потрапляють в кровоносну систему ембріона. У деяких вужів і ящірок формується справжня *плацента*: вирости серозної оболонки і аллантаїса зародка занурюються в слизову оболонку маткового відділу яйцепроводу. Завдяки тісному зближенню кровоносних судин самки і ембріона полегшується потрапляння у зародок кисню та поживних речовин.

У деяких ящірок (кавказькі скельні ящірки, північноамериканські тейїди, агами, гекон) встановлено *партеногенетичне розмноження*, тобто розвиток незапліднених яєць. Популяції цих видів складаються лише з самиць. Існування одностатевої популяції лише із самиць є перевагою: дозволяє обмежені запаси корму витратити найбільш ефективно, тільки на особин, які забезпечують продовження роду.

Плодючість плазунів нижча, ніж земноводних. Серед плазунів спостерігається *турбота про нащадків*. Більшість плазунів закопують яйця в ґрунт, який добре прогрівається сонячними променями; частина видів відкладає яйця в купу рослинного сміття або під гниючі пні, використовуючи тепло, яке утворюється під час гниття. Деякі крокодили риють ями і засипають рослинним сміттям; самки тримаються біля гнізда та охороняють кладку. Під час вилуплювання малят самка крокодилів розкопує кладку, полегшуючи їхній вихід на поверхню. Охороняють кладки і варани. Самки пітонів обгортають кладку яєць своїм тілом, не тільки захищаючи її, але й обігриваючи: у такому гнізді температура на 6-12°C вища довкілля.

*Річний цикл життя* плазунів подібний до земноводних і за умов сезонного клімату поділяється на такі періоди: *весняне пробудження, період розмноження, період літньої активності, зимівля* (фізіологічні процеси різко вповіль-

нюються). У степах та пустелях надзвичайно висока температура влітку спонукає плазунів впадати у так звану *літню сплячку*.

**2. Класифікація класу Плазуни або Рептилії (Reptilia).** Розрізняють чотири ряди рептилій:

1. Лускаті (Squamata) – це хамелеони, ящірки, змії.

2. Черепахи (Testudines або Chelonia) – червоновуха черепаха.

3. Крокодили (Crocodylia) – болотяний крокодил, гострорилий крокодил, каймановий алігатор.

4. Дзьобоголові (Першоящери) (Sphenodontia) – гатерія або туатара.

Гіганти серед ящірок:

• варан комодський або велетенський (довжина 3,6 м, живе на островах Малазійського архіпелагу).

Гіганти серед змії:

• анаконда (довжина до 11 м, живе на берегах водойм Південної Америки);

• сітчастий пітон (довжина до 12 м, живе в Південній Америці).

Гіганти серед черепах:

• шкіряста черепаха (завдовжки до 2-2,5 м, маса – до 750 кг, живе у теплих морях);

• зелена або супова, черепаха (завдовжки до 1 м, маса – до 450 кг, мешкає у тропічних і субтропічних морях);

• слонова черепаха (завдовжки до 2 м, маса – до 400 кг, живе на островах Індійського та Тихого океанів, зокрема на Галапагоських).

Гіганти серед крокодилів:

• нільський крокодил (завдовжки до 8 м, живе у водоймах тропічної Африки);

• гребінчастий крокодил (завдовжки до 6 м, живе у ПівденноСхідній Азії, на островах Малайського архіпелагу в Північній Австралії та Новій Гвінеї);

• гавіал (завдовжки до 6 м, живе на півдні Індії).

**3. Значення плазунів у природі та житті людини.** В екосистемах рептилії виконують функцію регуляторів чисельності безхребетних і дрібних хребетних тварин. М'ясо великих ящірок, змії і черепах використовують в їжу. Деякі змії та ящірки знищують шкідників сільського господарства. Велику цінність має шкіра крокодилів, панцири черепах, адже з них виготовляють різні вироби. Деякі змії (гримучі змії, гюрза, ефа, морські змії) становлять небезпеку для здоров'я та життя людини, якщо вона випадково наступає на змію. В Україні живуть два види отруйних змії – звичайна та степова гадюки. Зміїну отруту використовують у медицині для виготовлення різноманітних ліків.

### **Контрольні запитання**

1. Дайте загальну характеристику класу Плазуни або Рептилії (Reptilia).

2. Яка існує класифікація класу Плазуни або Рептилії (Reptilia)?

3. Визначте значення рептилій у природі та житті людини.

## Лекція 16. Загальна характеристика класу Птахи (Aves)

**Мета:** знати загальну характеристику класу Птахи (Aves), детально вивчити характеристику представників класу Птахи, вивчити значення птахів у природі та житті людини.

**Основні поняття:** орнітологія, пір'я, крило, куприкова залоза, дзьоб, рогові луски, цівка, кігті, шпора, контурні пера, пухові пера, пух, стовбур, стрижень, опахало, линька, пневматичні кістки, міоглобін, гомойотермія, повітряні мішки, подвійне дихання, голосовий апарат, погадка, клоака, гніздова територія, шлюбна пісня, моногами, полігами, шкаралупа, виводкові пташенята, нагніздні пташенята, осілі птахи, кочові птахи, перелітні птахи.

### План

1. Загальна характеристика класу Птахи (Aves).
2. Класифікація птахів.
3. Значення птахів у природі та житті людини.

**1. Загальна характеристика класу Птахи (Aves)** – це спеціалізована гілка вищих хребетних, які мають здатність літати. Клас птахів об'єднує близько 9000 видів.

Теплокровність (гомойотермія), висока рухливість, складна і різноманітна поведінка дозволили птахам широко розповсюдитися по Землі.

**Орнітологія** (від грецьк. *ornithos* – птах, *logos* – учення) – розділ зоології, який вивчає птахів.

*Характерні ознаки птахів:*

1. Розвиток нервової системи (розвиток підкіркових асоціативних центрів великих півкуль, мозочка, наявність центру терморегуляції у проміжному мозку, особливого розвитку набувають зорові і слухові доли мозку). Складна і різноманітна пристосувальна поведінка.

2. Наявність чотирикамерного серця й повний поділ артеріального й венозного кровотоку внаслідок редукції однієї з двох дуг аорти.

3. Формування губчастих легень, внаслідок чого зросла інтенсивність постачання тканин та органів киснем і підвищився рівень обміну речовин.

4. Наявність теплокровності (гомойотермності) як результат підвищення рівня обміну речовин шляхом інтенсифікації травлення, дихання, кровообігу, виділення, наявності теплоізоляційних покривів.

5. Сталий рівень температури тіла забезпечується переважно за рахунок внутрішніх фізіолого-біохімічних процесів (ендотермія).

6. Зміна в будові скелета (передні кінцівки видозмінені на крила, змінені пояси й передні, і задні кінцівок, кістки містять велику кількість повітроносних порожнин, дуже рухливий шийний відділ хребта, а щелепний апарат перетворений на дзьоб).

7. Наявність сухої шкіри, майже без залоз; пір'я – це видозмінена рогова луска, виконує теплоізоляційну функцію та забезпечує обтічність тіла.

### Особливості організації птахів

Прийняття до польоту зумовило відносну одноманітність форми тіла птахів. Тіло складається з невеличкої голови, компактного округлого тулуба та кінцівок. На голові (рис. 16.1) містяться очі з рухливими повіками (верхньою, нижньою та мигальною перетинками), ніздрі, слухові отвори, дзьоб.

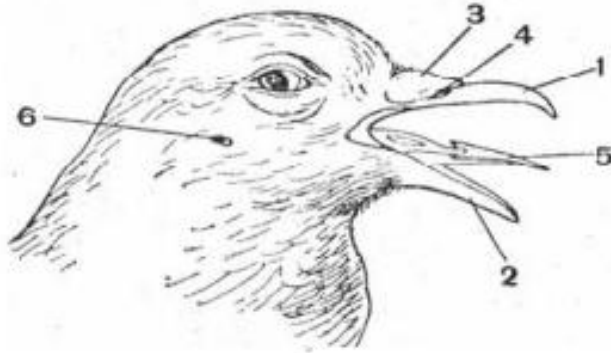


Рис. 16.1 Голова голуба:

1 – наддзьобок; 2 – піддзьобок; 3 – восковиця; 4 – ніздря; 5 – язик;  
6 – слуховий отвір.

Дзьоб складається з верхньої частини – наддзьобка та нижньої – піддзьобка, вкритих роговими чохлами. У основи наддзьобка деяких птахів (соколоподібні, голуби, папугоподібні, совоподібні) є ділянка потовщеної шкіри – восковиця, на якій розташовані зовнішні отвори ніздрів. Восковиця полегшує рухи наддзьобка. Зазвичай восковиця без пір'я (у папуг, орла-бородача, сови восковиця оперена) і яскраво забарвлена. У багатьох хижих птахів забарвлення восковиці змінюється з віком: жовта у старих, блакитна у молодих особин.

Тулуб у птахів обтічної форми. Оперення тулуба також забезпечує обтічність тіла. Передні кінцівки – крила, за спокійного стану складені та притиснуті до боків тіла. На задніх кінцівках розрізняють оголену частину, вкриту роговими лусками, та рухливі пальці (від двох до чотирьох), які закінчуються кігтями. Птахи мають довгу та дуже гнучку шию, завдяки чому вони можуть повертати голову на 180° і більше (наприклад, сова повертає голову на 270°).

Шкіра птахів тонка, суха, майже позбавлена залоз. Лише при основі хвоста міститься куприкова залоза, що виділяє жир, яким птахи за допомогою дзьоба змащують пір'євий покрив. Завдяки секрету цієї залози їхнє пір'я зберігає свою еластичність та не намокає. Під пір'ям птаха є пух, який залишається сухим, і тому навколо тіла птаха зберігається повітряний шар, завдяки якому птах не мерзне навіть у холодній воді, і, крім того, тримається на воді, не тоне. Жирові виділення куприкової залози під впливом сонячного світла перетворюються на вітамін D (вітамін росту), який птахи проковтують під час очищення свого пір'євого покриву. Краще розвинена куприкова залоза у водоплавних птахів, лише у баклана та чаплі вона розвинена слабо. У птахів, які

живуть за умов посушливого клімату, куприкова залоза часто відсутня (у дрофи, страусоподібних, деяких папуг).

Поверхні шари клітин епідермального шару шкіри птахів роговіють. Розростання рогового епідермального шару шкіри утворює роговий покрив дзьоба – *рамфотеку*. Рогові луски вкривають на задніх кінцівках оголену частину (цівку), рухливі пальці, останні фаланги яких закінчуються роговими *кігтями*. У самців деяких птахів (у фазанових) на цівці утворюється кістковий виріст, вкритий гострим роговим чохлам, – *шпора*. Специфічний для птахів *пір'євий покрив* – також роговий утвір епідермального шару шкіри. Виділяють *контурні та пухові пера*, а також пух (рис. 16.2).

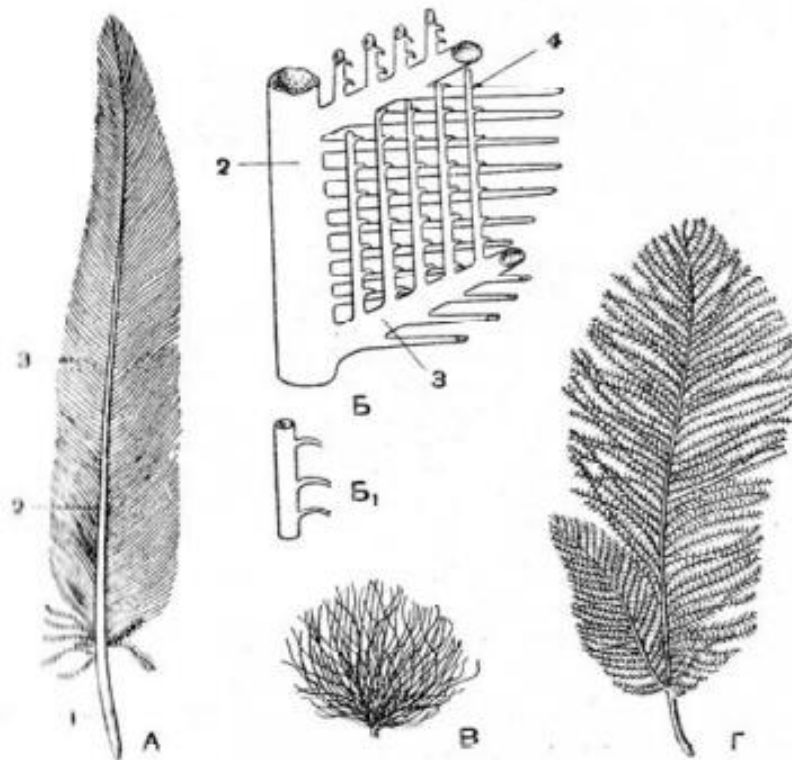


Рис. 16.2 Будова та різновиди пір'я (за Наумовим, Карташовим, 1979):

*A* – контурне перо: 1 – колодочка; 2 – стрижень; 3 – опахало.

*B* – будова опахала контурного пера: 2 – стрижень; 3 – борідка першого порядку; 4 – борідка другого порядку (борідочка). *B1* – борідочка з гачечками.

*V* – пух. *G* – пухове перо.

Основний тип пір'я – *контурне перо*: має міцний та пружний роговий *стовбур*; частина стовбура, до якого прикріплені дві пластини – *опахала*, називається *стрижнем* (має чотиригранну форму), а частина, позбавлена опахал, називається *колодочкою* (має округлу форму); основою колодочки перо кріпиться до шкіри; опахало складається з великої кількості тонких рогових пластинок – *борідок першого порядку*, від яких відходять *борідки другого порядку* (*борідочки*) з розміщеними на них дрібними *гачечками*; гачечки зчіплюють борідки між собою та утворюють гнучку пластинку опахала, легку і майже непроникну для повітря. Контурні пера, вкриваючи усе тіло птаха,

кріпляться в шкірі на особливих полях – *птериліях*, розділених *аптеріями* – ділянками шкіри, на яких пера не ростуть. Лише у пінгвінів пера рівномірно розподілені по всій поверхні шкіри.

Залежно від розташування та їхніх функцій контурні пера поділяють на:

- *махові* – довгі, особливо міцні; кріпляться на крилах;
- *рульові* – довгі та міцні пера хвоста;
- *криючі* – пера вкривають тіло птаха; зазвичай нижня частина опахала складається з тонких борідок без гачечків; це пухова частина опахала, функція якої – утримання біля шкіри шару повітря, збільшення теплоізоляційних якостей пера.

Під контурними перами знаходяться:

- *пухові пера* – мають тонкий стрижень, а борідки не несуть гачечки, через що не утворюється щільне опахало;
- *пух* – має дуже вкорочений стрижень, від якого відходять пучечком борідки без гачечків.

Пухові пера та пух забезпечують *теплоізоляцію*. Вони або рівномірно вкривають все тіло (гусеподібні) або розміщені тільки по аптеріях (чаплі, сови, горобцеподібні). У кутках рота в багатьох птахів розміщені щетинки – пера з пружним стрижнем, який втратив борідки. Вони виконують дотикову функцію, а в деяких видів, які ловлять під час польоту дрібну здобич (ластівки, серпокрильці), збільшують розміри ротового отвору.

Пір'євий покрив птахів має певне забарвлення, яке має різноманітне значення: полегшує зустрічі особин одного виду, попереджає міжвидові сутички, часто робить птаха малопомітним у місці існування. Забарвлення птахів забезпечується накопиченням у клітинах пера в період його формування пігментів та мікроскопічними особливостями структури пера. Основні типи *пігментів*:

- меланіни – зумовлюють чорне, буре, сіре забарвлення;
- ліпохроми – забезпечують червоне, жовте, зелене забарвлення.

Поєднання в одній ділянці пера різних пігментів ускладнює забарвлення. Білий колір обумовлений повітрям, яким заповнена безбарвна рогова маса пера. Металічний відблиск пера утворюється завдяки інтерференції (додавання) світла в зовнішніх оболонках рогових клітин.

З часом старе зношене пір'я замінюється на нове, тобто відбувається *линька*. У багатьох видів птахів може бути не одне, а два і навіть три линяння на рік. Це пов'язано із *сезонними явищами* у їхньому житті (шлюбний період, зимівля). У одних видів (наприклад, у денних хижих птахів) линяння відбувається поступово, не впливаючи на їхню здатність до польоту. В інших видів (гусеподібні, журавлі) воно здійснюється швидко, при цьому птахи втрачають здатність літати (дрібні качки – приблизно на 20 днів, лебеді – майже на 1,5 місяці). У цей період вони тримаються у важкодоступних місцях.

Особливість *скелета* птахів – його міцність та легкість, яка забезпечується добре вираженою пневматичністю (наявність порожнин, заповнених частково повітрям, частково – кістковим мозком) кісток.

**Скелет** птахів поділяють на *осьовий скелет і з'єднану з ним грудну клітину, скелет черепа, скелет кінцівок (передніх і задніх) та їх поясів.*

*Осьовий скелет, утворений хребцями, складається з п'яти відділів:*

1) **шийного** – 11-25 хребців; перший хребець – атлас (атлант), другий – епістрофей мають таку саму будову та функції, як і в рептилій; усі інші хребці гетероцельного типу: довге тіло спереду та ззаду має сідлоподібну поверхню; зчленування таких хребців забезпечує їхню високу гнучкість та рухливість: птахи вільно повертають голову на 180°, а деякі (сови, папуги) – на 270°;

2) **грудного** – 3-10 хребців; вони зростаються між собою, утворюючи *спинну кістку*, а також із складним крижем; завдяки такій будові тулубовий відділ осьового скелета стає нерухомим, що важливо під час польоту (коливання тулуба не заважають координації літальних рухів); до грудних хребців рухомо приєднуються *ребра*, рухомо з'єднані з грудиною, утворюючи *грудну клітину*; кожне ребро складається з двох відділів – спинного та черевного, які рухомо з'єднані між собою хрящем та утворюють кут, спрямований назад своєю верхівкою; завдяки такій будові об'єм грудної клітини внаслідок скорочення м'язів може змінюватись, що важливо під час дихання; міцність грудної клітини збільшується завдяки гачкоподібним виростам спинних відділів ребер, які налягають на сусіднє ребро; грудина має вигляд тонкої широкої і довгої пластинки, на якій у всіх птахів (крім страусоподібних) є високий виріст – *кіль*, до якого прикріплюються великі та малі грудні м'язи, що приводять до руху крила;

3) поперекового – 5 хребців;

4) крижового – 2 хребці;

5) хвостового – 5-9 вільних хребців і куприкова кістка, утворена внаслідок зростання останніх 4-8 хвостових хребців; до куприкової кістки віялом прикріплюються основи рульового пір'я.

Усі поперекові, крижові та частина хвостових хребців нерухомо зростаються між собою в монолітну кістку – *складний криж*, з яким нерухомо з'єднані кістки тазового пояса. Це забезпечує нерухливість тулуба і створює міцну опору для задніх кінцівок.

*Череп* птахів утворений суцільною мозковою коробкою, великими очними ямками, верхньою та нижньою щелепами без зубів, з яких лише нижня щелепа рухлива.

*Скелет передньої кінцівки*, перетвореної на крило, складається з *плеча* (плечової кістки), *передпліччя* (ліктьової й променевої кісток), *кисті*. Частина кісток кисті зростається, утворюючи пряжку, а скелет пальців сильно редукується: добре розвинені лише дві фаланги другого пальця, які подовжують вісь пряжки. Від першого і третього пальців зберігається лише по одній короткій фаланзі. Із пальців рухливим залишився тільки перший, до якого прикріплюються декілька пер «крильця». Махові пера прикріплюються до пряжки і до фалангів другого пальця. Перетворення кисті (утворення пряжки, редукція пальців, мала рухливість суглобів), забезпечує міцну опору для махових пер.

*Пояс передніх кінцівок* складається з трьох парних кісток – вузьких і довгих *лопаток, ключиць і масивних воронячих кісток*. Ключиці зростаються між собою дальніми кінцями, утворюючи *вилочку*. Вилочка виконує роль амортизатора, пом'якшуючи поштовхи при рухах крил.

*Скелет задньої кінцівки* складається із масивного *стегна* (стегнової кістки), гомілки (зрощених великої та малої гомілкових кісток), стопи. Більшість кісток стопи зростається і утворює єдину кістку – *цівку*, яка збільшує довжину кроку. До цівки прикріплюються фаланги пальців (переважно 3-4 пальці, іноді – 2 у африканських страусів).

*Пояс задніх кінцівок* (тазовий пояс) утворений трьома парами кісток (*клубової, сідничної, лобкової*), які зрослися зі складним крижем, забезпечуючи міцну опору для задніх кінцівок і створюючи можливості для прикріплення масивних м'язів. Наприклад, швидкість бігу трипалого нанду та двопалого африканського страусу становить понад 50 км/год. Лобкові та сідничні кістки у птахів не зрощуються між собою по середній лінії тіла; такий таз називають *відкритим*. Він дає змогу відкладати великі яйця.

*Мускулатура* птахів порівняно з мускулатурою плазунів характеризується більшою диференціацією, що пов'язано з більш складними і різноманітними рухами під час польоту. Найбільш масивні м'язи (за своєю масою дорівнюють решті мускулатури) – це парні великі грудні м'язи, прикріплені до грудини та її кіля, служать для опускання крил. Підключичні м'язи забезпечують піднімання крил. Добре розвинені м'язи шиї забезпечують високу рухливість голови, що важливо і під час здобування їжі, і під час польоту. Міжреберні м'язи забезпечують дихальні рухи. Важливу функцію відіграють підшкірні м'язи, які приводять пера до руху. У прохолодну погоду ці м'язи скорочуються і птахи настовбурчують пір'я. При цьому збільшується прошарок повітря між пір'ям і тулубом, що сприяє збереженню тепла. Для птахів характерне накопичення в м'язах *міоглобіну*, який дозволяє створювати резервний запас кисню. Цей кисень утилізується в період інтенсивної роботи. Найбільша концентрація міоглобіну міститься у великому грудному м'язі, мускулатурі мускульного шлунка та серця. Добре також розвинені м'язи задніх кінцівок (їх понад 30). Проте у цівці й пальцях птахів немає м'язів – лише сухожилля. Саме тому птахи можуть ходити по снігу, не відморозжуючи ніг.

Теплокровність та висока рухливість птахів забезпечуються споживанням значної кількості їжі. Спектр кормів птахів значно різноманітніший порівняно з плазунами. Більшість птахів тваринноїдні. Багато видів живляться одночасно і різноманітними безхребетними, і рослинним кормом, особливо ягодами і насінням. Рослиноїдних видів небагато (гуси, деякі куроподібні), проте і вони вживають тваринний корм.

*Травна система* птахів починається беззубим *дзьобом*. Різноманітність форм дзьоба птахів (рис. 16.3) свідчить про характер живлення:

- гострий гачок на кінчику (хижі, сови, баклани) або гострі ріжучі краї дзьоба (чаплі, журавлі) допомагають утримувати велику рухливу здобич;

- тонкий пінцетоподібний дзьоб дозволяє витягувати дрібних безхребетних з їхніх місць існування (горобцеподібні, кулики, удод);
- широкий, сплюснутий, зсередини з поперечними роговими пластинками дзьоб складає своєрідний апарат для фільтрації води і забезпечує живлення дрібними планктонними тваринами і водоростями (гусеподібні, фламінго);
- прямий, долотоподібний дзьоб, за допомогою якого птахи не лише здобувають собі їжу в деревині, але видовбують у стовбурах дупла, де й живуть (дятли).

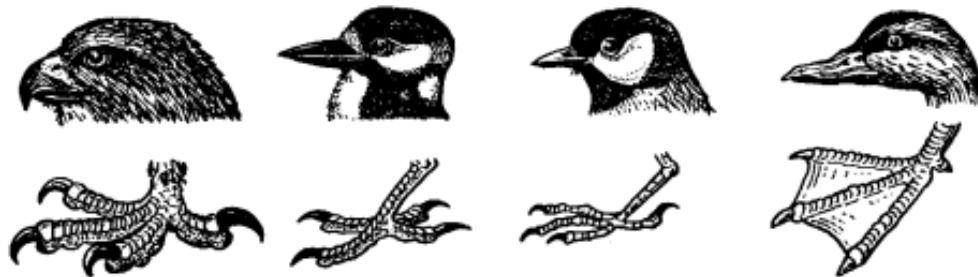


Рис. 16.3 Будова дзьоба та кінцівок птахів залежно від способу харчування і пересування.

У ротовій порожнині більшості птахів міститься конічний язик з розвиненими шипиками, які допомагають втримати здобич. У птахів з фільтрувальним апаратом м'ясистий язик забезпечує виштовхування води і ґрунту з ротової порожнини і допомагає проштовхнути у глотку проціджену їжу. Язик зерноїдних птахів утримує насіння на краю дзьоба під час його подрібнення. У птахів, які харчуються квітковим нектаром (колібри), язик згортається у трубку для висмоктування. У дятлів дуже довгий та загострений язик із зачіпками, які допомагають витягувати комах із вузьких і глибоких ходів у деревині.

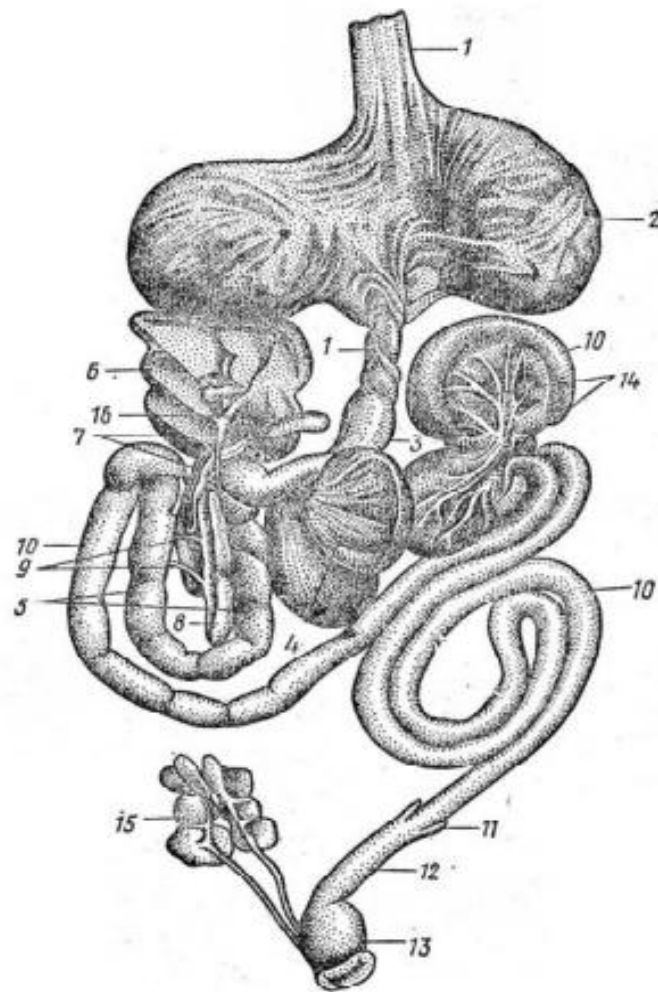
У ротову порожнину відкриваються протоки *слинних залоз*. Слина не лише змочує їжу і сприяє її проходженню до стравоходу, але й бере участь у травленні, оскільки містить деякі *травні ферменти*, наприклад, амілазу, яка забезпечує часткове перетравлення вуглеводів. У багатьох ластівок і стрижив-саланганів липка слина густішає в повітрі і тому використовується цими видами птахів у будівництві гнізда.

Ротова порожнина переходить у довгий *стравохід*. У деяких птахів (куроподібні, голуби, хижі, папуги) у нижній частині стравоходу є розширення – волю, яке є тимчасовим резервуаром для їжі (поки нею переповнений шлунок). У голубів у період розмноження клітини спеціальних епітеліальних залоз посилено діляться, підлягають жировому переродженню та відшаровуються в порожнину волю, де разом з лімфою утворюють так зване «пташине молоко» – пінисту масу, яка містить понад 10% білку та 12-15% жиру. Саме нею птахи годують свої пташенят.

**Шлунок** птахів складається з двох відділів:

- залозистий, у якому багаточисельними залозами виділяється шлунковий сік;

- м'язовий, який має товсті м'язові стінки, а його внутрішня поверхня вкрита зроговілою шорсткою плівкою.



*Рис. 16.4 Травна система голуба (за Наумовим, Карташовим, 1979):*  
 1 – стравохід; 2 – воло; 3 – залозистий шлунок; 4 – м'язовий шлунок; 5 – дванадцятипала кишка; 6 – печінка; 7 – жовчні протоки; 8 – підшлункова залоза; 9 – протоки підшлункової залози; 10 – тонка кишка; 11 – сліпі кишки; 12 – пряма кишка; 13 – клоака; 14 – кишкова очеревина (зображена лише її частина); 15 – нирки; 16 – селезінка.

Їжа, просочена травними ферментами, із залозистого шлунку потрапляє у м'язовий. Там вона перетирається завдяки ритмічним скороченням його стінок (до 30 в 1 с). Перетиранню їжі допомагають проковтнуті птахами камінці (*гастроліти*), які відіграють роль жорна та компенсують відсутність зубів у ротовій порожнині. Дрібно перетерта їжа надходить в *кишечник* для остаточного перетравлювання та всмоктування поживних речовин, а неперетравлені і не роздрібнені рештки (волосся, пір'я, кістки, хітин) у багатьох птахів утворюють щільну грудочку – *погадку* – і через стравохід і ротову порожнину викидаються назовні. В кишечник (дванадцятипалу кишку) впадають протоки підшлункової залози та жовчного міхура (немає у голубів) дволопатевої печінки. На межі тонкої і прямої кишок розміщені невеличкі парні вирости – сліпі кишки, у яких їжа перетравлюється під впливом власних ферментів і специфічної мікрофлори.

Кишечник довший переважно у рослиноїдних видів і переважає довжину тіла в 10 і понад разів (у африканського страуса в 20 разів). У комахоїдних видів кишечник відносно короткий і переважає довжину тіла лише в 4-6 разів. Кишечник закінчується клоакою. Екскременти в кишечнику не накопичуються, а зразу ж викидаються назовні, що зменшує масу птаха. У пташенят розвинутий товстостінний сліпий відросток спинної сторони клоаки – *фабрицієва сумка*, в якій формуються білі елементи крові (лейкоцити); у дорослих птахів вона редукується.

**Видільна система** птахів складається з парних тазових *нирок та сечопроводів*, які відкриваються у клоаку. Особливістю нефронів нирок птахів є те, що в них, на відміну від плазунів, з'являється U-подібний відділ – петля Генле, густо обплетена капілярами. Висока проникність стінок петлі Генле дає змогу пасивній реабсорбції води із первинної сечі. Цей механізм забезпечує утворення концентрованої сечі. Додаткове всмоктування води відбувається в клоаці. Все це дозволяє видаляти з організму продукти розпаду при мінімальній втраті води. Сечового міхура птахи не мають. Сеча дуже високої концентрації і виводиться разом із калом (послід). *Пташиний послід* – суміш калових мас і сечі. Крім того, у більшості птахів є носові залози, розміщені на лобових кістках над орбітами очей. Особливо сильно вони розвинені у морських птахів і в деяких пустельних птахів, які змушені пити солону воду. В секреті носових залоз, який крапельками виділяється з ніздрів назовні, концентрація кухонної солі (NaCl) у 4-5 разів вища, ніж у крові, та у двічі вища, ніж у морській воді.

**Дихальна система** (рис. 16.5) птахів складається з:

- дихальних шляхів: парних ніздрів; носової порожнини; гортані; трахеї (стінки складаються з хрящових кілець, які підтримують постійний просвіт для проходження повітря); двох бронхів (стінки складаються з хрящових напівкілець);

- губчастих легень.

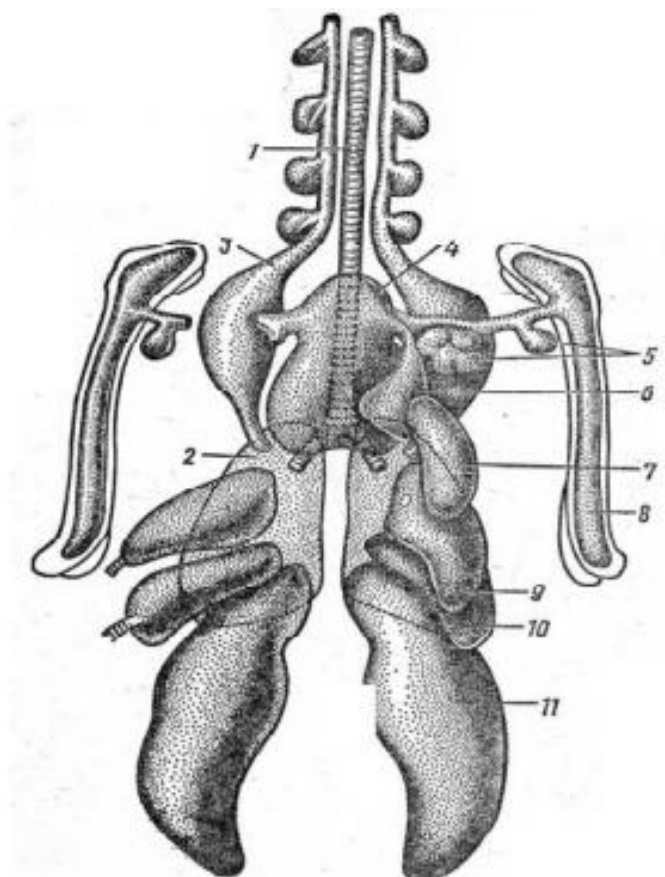
Нижня частина трахеї і початкові ділянки бронхів формують характерну лише для птахів нижню гортань – *голосовий апарат*. Бронх у легенях розпадається на 15-20 *вторинних бронхів*, більшість яких закінчується сліпо. Вторинні бронхи з'єднуються один з одним багаточисельними дрібними *парабронхами*, від яких відходить багато *бронхіолей* – радіально розміщених комірчастих виростів, густо оплетених легеневидами кровонесними капілярами. Саме тут відбувається насичення крові киснем. Частина вторинних бронхів проходить через легені і відкривається у великі тонкостінні *повітряні мішки*: непарний – міжключичний; парні – шийні, передньо- та задньогрудні, черевні, розміщені між внутрішніми органами, а їх відростки проходять під шкіру та в порожнини великих кісток (плечової, стегнової). Об'єм повітряних мішків у 10 разів переважає об'єм легень.

**Механізм дихання птахів:**

- під час вдиху завдяки скороченню міжреберних м'язів об'єм грудної клітки збільшується, еластичні повітряні мішки розширюються, втягуючи повітря. При цьому повітря із легень потрапляє в передні повітряні мішки (міжключ-

чичний, шийні, передньогрудні), а повітря з докільця по трахеї, бронхам та їх розгалуженням йде в легені та задні повітряні мішки (задньогрудні та черевні);

- під час видиху: об'єм грудної клітки зменшується і під тиском внутрішніх органів повітря виштовхується з повітряних мішків. Повітря насичене киснем із задніх повітряних мішків (задньогрудні та черевні) потрапляє в легені, а повітря із передніх повітряних мішків (міжключичний, шийні, передньогрудні), яке містить вже мало кисню, але багато вуглекислого газу, проштовхується в трахею та виводиться назовні.



*Рис. 16.5* Схема повітряних мішків птахів з черевного боку (за Наумовим, Карташовим, 1979): 1 – трахея; 2 – легеня; 3 – шийний мішок; 4 – міжключичний мішок; 5 – 8 – вирости міжключичного мішка; 9 – передньогрудний мішок; 10 – задньогрудний мішок; 11 – черевний мішок.

Таким чином, насичене киснем повітря практично безперервно, і під час вдиху, і під час видиху, проходить через легені, збагачуючи кров киснем (подвійне дихання).

Повітряні мішки, крім інтенсифікації дихання, запобігають перегріванню тіла птаха протягом польоту, оскільки до них надходить холодне повітря. Підвищення внутрішньочеревного тиску під час видиху сприяє дефекації (видалення екскрементів через клоаку). Повітря повітряних мішків полегшує тіло птаха під час польоту. Птахи-пірнальщики, збільшуючи тиск у повітряних мішках, легше занурюються в воду. Повітряні мішки, заповнюючи проміжки між внутрішніми органами, зменшують тертя між ними.

**Кровоносна система** птахів характеризується наявністю *чотирикамерно-го серця* (ліве й праве передсердя; лівий і правий шлуночки), завдяки чому артеріальна кров не змішується із венозною (ліва половина серця містить артеріальну кров, права – венозну). Характерною особливістю птахів є відносно великі розміри серця: у більшості маса серця складає майже 1% від маси тіла, а в птахів зі швидким польотом – 1,5 – 2%; у дрібних видів відносні розміри серця більші, ніж у крупних. Висока інтенсивність роботи серця: у птахів середніх розмірів (масою біля 0,5 кг) у стані спокою пульс 200-300 ударів за хвилину, а під час польоту збільшується до 400- 500; у дрібних птахів у стані спокою пульс 400-600 ударів за хвилину, а під час польоту збільшується до 1000 і більше. У птахів високий кров'яний тиск – 120 – 200 мм рт.ст. (у ссавців – 70 – 160 мм рт.ст.; у плазунів – 30 – 50 мм рт.ст.). Велике і мале кола кровообігу повністю ізольовані один від одного, у результаті чого кров не змішується.

**Мале коло кровообігу:** з правого шлуночку починається легенева артерія, що поділяється на праву та ліву гілки, по яким венозна кров потрапляє у відповідну легеню. Там відбувається газообмін і кров, збагачена киснем (артеріальна), по правій і лівій легеневій венах поступає в ліве передсердя.

**Велике коло** починається від лівого шлуночка, від якого відходить лише одна судина – права дуга аорти (ліва дуга аорти у птахів повністю редукована). Від неї галузяться спочатку дві судини, які в свою чергу поділяються на дрібніші артерії. По них артеріальна кров досягає усіх органів тіла і завдяки капілярам вони збагачуються киснем і поживними речовинами. У результаті газообміну утворена венозна кров (збагачена вуглекислим газом) по венах надходить в короткі та широкі ліву та праву порожнисті вени, які впадають в праве передсердя.

**Нервова система** птахів має головний і спинний мозок і нерви, що відходять від них. Значно збільшується маса головного мозку птахів: від 0,2 до 5 – 8% від маси тіла (у плазунів маса головного мозку складає 0,01 – 0,4% від маси тіла). Маса головного та спинного мозку в плазунів приблизно однакова, у птахів маса головного мозку більша: у куроподібних – 1,5:1, у голубів – 2,5:1. У головному мозку птахів найрозвиненіші великі півкулі переднього мозку й мозочок, що пов'язано зі складним характером рухів, які потребують досконалої координації. У птахів розвинені умовні рефлексії.

**Органи чуття** птахів добре розвинені:

- органи зору – великі очі, за будовою подібні до очей хребетних тварин, проте мають деякі особливості: склера більш міцніша за рахунок появи кісткового склерального кільця; в місці виходу зорового нерва розташований гребінь – складчатий утвір, багатий на кровоносні судини, основна функція якого – постачання склистому тілу та сітківці кисню і видалення продуктів метаболізму; розрізняють кольори; основний аналіз зорових відчуттів здійснюється в зорових центрах головного мозку;

- орган слуху: внутрішнє вухо (слухова завитка), середнє вухо (одна слухова кісточка – стремінце), барабанна перетинка, розміщена нижче рівня шкіри і до неї веде канал – зовнішній слуховий прохід; у деяких птахів (совоподібні)

навколо слухового отвору є ряд пер, які виконують функцію концентрації звукових хвиль; у сови з'являється складка шкіри – зачаток зовнішнього вуха; слух дуже гострий; більшість видів чує в діапазоні – від 30 до 20 тис. Гц; деякі види (гуахаро, стрижі) здатні сприймати ультразвуки до 35-50 кГц;

- орган рівноваги представлений напівкругними каналами внутрішнього вуха;

- орган нюху (раніше вважалося, що внаслідок того, що нюхові доли переднього мозку невеликі, то й нюх розвинений слабо, однак експерименти учених свідчать про протилежне): збільшена поверхня носової порожнини, вкрита нюховим епітелієм;

- орган смаку: смакові бруньки розміщені в слизовій оболонці ротової порожнини та на язиці; розрізняють солодке, солоне, гірке; • орган дотику: чутливі клітини знаходяться в шкірі, на дзьобі, в ротовій порожнині, на задніх кінцівках.

Птахи – **роздільностатеві організми**. У всіх птахів виражений *статевий диморфізм*: самці більші за самиць, яскравіше забарвлені, мають гучний голос і складну пісню.

**Розмноження птахів** починається навесні. У більшості видів птахів самці займають певну територію, на якій у майбутньому влаштовують гнізда (*гніздова територія*) й інтенсивно співають. Для кожного виду птахів характерна своя шлюбна пісня. Білий лелека (чорногуз) виконує «пісню», стукаючи двома половинками свого дзьоба і закидаючи голову собі на спину. Бекас виконує свою пісню рульовими перами. Злітаючи високо в небо, самець потім падає стрімголов униз, розпушуючи рульові пера. Повітря, яке проходить крізь ці пера, вібрує ними та утворює звук, що нагадує мекання баранця. Спів самців не тільки приваблює самок, він дає знати іншим самцям, що дана територія зайнята. Спів завершується із закінченням періоду розмноження.

У більшості видів на початку періоду розмноження самці та самки утворюють пари: деякі на сезон, а інші – на багато років (лелеки, лебеді, орли, гуси, чаплі). Усіх цих птахів називають *моногамами*. У деяких видів птахів (тетеруки, павичі, кулики, колібри) – *полігамів* – пари не утворюються навіть на короткий термін, спарювання відбувається під час короткочасних зустрічей самців і самок. Під час таких зустрічей у певних місцях (токовищах) самці змагаються на своєрідних турнірах, демонструють складні елементи поведінки, виборюючи собі самок. Самки віддають перевагу у спарюванні самцям – переможцям турніру.

Після розмноження самці тримаються окремо від самок, які виховують пташенят. Після спарювання птахи влаштовують різні за конструкцією гнізда. У моногамів його будують обидва партнери, у полігамів – тільки самка. Жайворонки, мартини, крячки в'ють гнізда на землі. Берегова ластівка, бджолоїдка, рибалочка гніздяться у норах, які вони роблять в обривах. Дятли та синиці гніздяться в дуплах. У багатьох видів птахів (ткачики, синиця ремез, кропив'янка- кравець, очеретянка, вивільга, зяблик) гніздо нагадує сплетений із гілочок кошик. Влаштовувати таке гніздо вони можуть на деревах, у кущах, в

ущелинах скель тощо. Деякі птахи (крачки, норці) будують плаваючі гнізда в заростях рослинності. У гніздо вони відкладають яйця. Не влаштовує свого гнізда зозуля, яка підкидає яйця до чужих гнізд. Козодої, деяки кулики гнізд не будують, а яйця відкладають просто на землю. Кайри відкладають яйце на виступ скелі. Імператорські пінгвіни, які живуть в Антарктиді, тримають своє єдине яйце на лапах, прикриваючи його зверху складкою шкіри живота (при температурі повітря  $(-5) - (-10)^{\circ}\text{C}$  температура всередині яйця  $+36^{\circ}\text{C}$ ).

Статева система птахів:

- самиці мають тільки один *лівий яєчник і яйцепровід*;
- самці – невеликі парні бобоподібні *сім'яники* (у період розмноження їхній об'єм збільшується майже в 300 разів), *сім'япроводи та сім'яний пухирець* (резервуар для дозрілих сперматозоїдів) перед клоакою.

Копулятивні органи у вигляді непарної ділянки стінки клоаки, що вивертається, є лише у небагатьох птахів – страусів, гусеподібних. У інших птахів запліднення відбувається під час притискування зовнішнього отвору клоаки самця до клоаки самиці. Сперматозоїди під час спарювання переходять з клоаки самця в клоаку самиці. Запліднення відбувається в яйцепроводі, після чого яйцеклітина скороченнями стінок яйцепроводу переміщується до клоаки, збільшується, покривається оболонками (жовтковою, білковою, двома підшкаралуповими та вапнистою шкаралупою) і у вигляді яйця (рис. 16.6) виходить у клоаку.

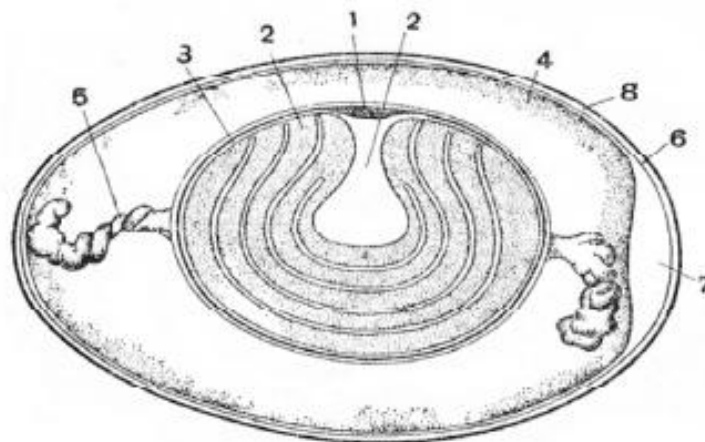


Рис. 16.6 Будова яйця птаха (за Наумовим, Карташовим, 1979):

1 – зародковий диск; 2 – різні шари жовтка; 3 – жовткова оболонка; 4 – білок; 5 – халаза; 6 – зовнішня білкова оболонка; 7 – повітряна камера; 8 – шкаралупа.

Розвиток зародка починається тільки в результаті зігрівання яйця (висиджування) із зародкового диска (зиготи), що міститься в жовтку. Жовток – це основний запас поживних речовин, які йдуть на формування тканин зародку та забезпечують основні енергетичні витрати. Навколо жовтка міститься білкова оболонка, яка складається з двох шарів – більш густого і більш рідкого. Білкова оболонка є основним джерелом води необхідної для розвитку зародка і частково додатковим резервом енергетичних речовин. Зовні білкова оболонка

вкрита двома тонкими пергаментоподібними *підшкаралуповими оболонками* – зовнішньою та внутрішньою, які на тупому кінці яйця розходяться, утворюючи *повітряну камеру*. Від внутрішньої підшкаралупової оболонки до жовтка йдуть звивисті джгути міцного білку – *халази*. Завдяки халазам жовток під час будь-якого положення яйця має зародковий диск зверху. Зовнішня оболонка яйця – міцна *вапниста шкаралупа* (містить 92-95% вуглекислого кальцію, незначну кількість вуглекислого магнію, фосфорнокислого кальцію та магнію, 3-5% органічних речовин). У більшості птахів шкаралупа забарвлена пігментами, які виділяються залозистими клітинами яйцепроводу. У шкаралупі є багато пор, які забезпечують доступ кисню до зародку. В міру розвитку зародка частина солей із шкаралупи переходить в його кровоносне русло та використовується на формування скелету. При цьому вміст солей всередині яйця збільшується в 4-5 разів, а шкаралупа стає більш крихкою, що полегшує вихід з нього пташеняти.

На ранніх етапах розвитку зародок проходить такі самі етапи, що й усі хордові: у нього є хорда, зяброві щілини, хвіст. У міру розвитку з'являється пір'яний покрив, дзьоб, а хвіст зникає. Дзьобом пташеня прориває внутрішні оболонки яйця й уперше починає дихати легеньми, висунувши дзьоб у повітряну камеру. Пицання пташеняти – початок легеневого дихання. Горбком на кінчику дзьоба (*яйцевим зубом*) пташеня поступово пробиває шкаралупу яйця й виходить з неї. Від прокльовування шкаралупи до виходу із яйця у дрібних птахів проходить декілька годин, у більш крупних – 1-3 доби. При вилуплюванні дорослий птах сидить на гнізді, обігриваючи кладку. За рівнем фізіологічної зрілості пташенят у момент вилуплювання всіх птахів можна поділити на дві групи:

1) *виводкові* (матуронатні, зрілі): пташенята з пухом на всьому тілі, з відкритими очима і через деякий час можуть облишити гніздо та прямувати за дорослим птахом; характерне для страусів, дроф, гусей, качок, курей, лебедів, більшості куликів, журавлів;

2) *нагніздні* (іматуронатні, незрілі): пташенята голі, безпорадні, у них ще закриті очі та вушні отвори (відкриваються на 4-7 день), тіло тільки де-не-де вкрите рідким пухом, вони кволі і не можуть триматися на ногах; ці пташенята ще довго залишаються у гнізді (10-12 днів), а обоє батьків піклуються про них – обігривають, харчують; у першу половину гніздового життя пташенята пойкилотермні: їхня температура цілком залежить від температури довкілля; якщо дорослі птахи надовго їх залишають без обігріву, в них знижується кількість дихальних рухів, пульс, вони впадають у стан анабіозу; після повернення батьків, після обігріву рівень обміну речовин та їхня активність підвищується; ця особливість забезпечує можливість швидкого росту пташенят, адже поживні речовини корму не витрачаються на терморегуляцію, а йдуть лише на ріст тіла; за інтенсивного годування та обігріву за добу пташенята у багатьох видів збільшують масу на 20-50%; після виходу з гнізда, навчившись літати, вони починають самостійно жити; характерне для горобцеподібних, голубів, дятлів.

*Плодючість птахів* значно нижча порівняно з плазунами:

- крупні хижі, пінгвіни, кайри і дрібні види колібрі відкладають 1 яйце;

- у голубів, серпокрильців, дрібних пінгвінів, журавлів у кладці 2 яйця;
- рябки і більшість чайок відкладають 3 яйця; кулики – 4 яйця;
- більшість горобцеподібних відкладає по 5-8 яєць;
- качки – по 6-14 яєць; куріпка – до 26 яєць.

Це пояснюється низькою ембріональною та постембріональною смертністю завдяки різних форм турботи про потомство. Практично усі птахи насиджують кладку яєць, тобто обігрівають їх, віддаючи тепло свого тіла. У моногамів у насиджуванні беруть участь обидва партнери, у полігамів – лише самка. Після вилуплювання пташенят дорослі птахи їх вигодовують, чистять гніздо від шкаралупи, посліду.

## **2. Класифікація птахів** Розрізняють три надряди птахів:

1. Надряд Безкільові (Palaeognathae) – 9 видів: африканський страус, австралійський страус (казуар), американський страус (ему), новозеландський ківі, нанду.

2. Надряд Пінгвіни (Spheniscidae) – 18 видів: імператорський пінгвін.

3. Надряд Кільові (Neognathae) – понад 8 500 видів.

*Сучасні ряди кільових птахів:*

Буревісникоподібні – 100 видів: альбатроси, буревісники.

Голубоподібні – близько 200 видів: лісовий голуб, горлиці, сизий голуб.

Горобцеподібні – більше ніж 5 000 видів: горобці, ластівки, сороки, ворони, дрозди.

Гусеподібні – більше як 150 видів: гуси, качки, лебеді.

Дятлоподібні – близько 400 видів: великий та малий строкаті дятли, жовна.

Лелекоподібні – 118 видів: лелеки, чаплі.

Зозулеподібні – 147 видів: звичайна зозуля, гоацини.

Куроподібні – 283 видів: рябчики, тетеруки, глухарі, перепілки, куріпки.

Папугоподібні – 325 видів: хвилястий папуга.

Сивкоподібні – більше як 300 видів: вальдшнепи, чайки, зуйки, перевізники, мартини, чорний крячок, чистуни.

Совоподібні – 130 видів: сіра сова, вухата сова, болотяна сова, сич, пугач.

Соколоподібні – 225 видів: соколи, орли, яструби, скопа, беркут, чорний гриф, кондор.

Стрижоподібні – близько 390 видів: чорний і білочеревний стрижі, колібрі.

**3. Значення птахів у природі та житті людини** Птахи є обов'язковим компонентом будь-якого біогеоценозу. Птахи – регулятори чисельності багатьох безхребетних (червів, комах, павукоподібних) та дрібних хребетних.

Яйця птахів входять до ланцюгів живлення багатьох звірів, деяких плазунів.

Деякі з птахів – запилювачі рослин, поширюють плоди та насіння.

Приручених птахів людина використовує для одержання м'яса, яєць, пір'я, пуху. Найбільше значення в господарській діяльності мають кури, качки, гуси, індики, цесарки, перепели. Розвинена галузь тваринництва –

птахівництво, що займається розведенням сільськогосподарських птахів для отримання яєць, м'яса, пуху та пера як сировини для промисловості.

Багато птахів знищує насіння бур'янів.

Знищуючи дрібних гризунів, птахи приносять користь людині.

Гуси, качки, вальдшнепи, бекаси, перепели є об'єктами спортивного полювання; рябчики, тетеруки, глухарі – об'єктами промислу.

Птахи можуть бути переносниками збудників багатьох паразитарних та інфекційних захворювань, зокрема, арбовірусів – вірусів, які призводять до захворювання людини на енцефаліт, геморагічну пропасницю. Перелітні птахи переносять збудників захворювань на значні відстані (пташиний грип).

### **Контрольні запитання**

1. Дайте загальну характеристику класу Птахи (*Aves*).
2. Яка існує класифікація птахів?
3. Охарактеризуйте представників надрядів птахів.
4. Встановіть значення птахів у природі та житті людини.

## Лекція 17. Загальна характеристика класу Ссавці або Звірі (Mammalia)

**Мета:** вивчити загальну характеристику надкласу Чотириногі або Наземні Хребетні (Tetrapoda), загальну характеристику класу Ссавці або Звірі (Mammalia), значення ссавців у природі та житті людини.

**Основні поняття:** теріологія, епідерміс, мозолі, коріум, сальні залози, потові залози, молочні залози, волосяний покрив, ость, підшерстя, вібриси, голки, кігті, копита, роги, линяння, живонародження, гомойотермність, діафрагма, альвеолярні зуби, різці, ікла, малі кутні зуби, великі кутні зуби, гетеродонтність, корінь, шийка, коронка, емаль, молочні зуби, постійні зуби.

### План

1. Загальна характеристика класу Ссавці або Звірі (Mammalia).
2. Класифікація класу Ссавці.
3. Значення ссавців у природі та житті людини.

**1. Загальна характеристика класу Ссавці або Звірі (Mammalia).** Найбільш високоорганізований клас Хребетних. У світовій фауні налічується близько 5000 видів ссавців (в Україні – понад 100 видів). Їх поділяють на наземних, підземних, водяних та літаючих. Найбільша кількість видів ссавців – наземні тварини, що поширені майже скрізь. Перші представники ссавців з'явилися на Землі в тріасовому періоді.

**Теріологія** (від грецьк. *terion* – звір, *logos* – учення), **мамаліологія, мамалогія** – розділ зоології, який вивчає ссавців.

*Характерні ознаки ссавців:*

1. Теплокровні (гомойотермні) тварини з добре розвиненою здатністю до терморегуляції.
2. Покриви тіла: шерсті чи волосся, що дозволяє зберігати тепло. Наявність у шкірі сальних і потових залоз.
3. Наявність органів, які забезпечують розвиток зародку в тілі матері та живонародження.
4. Вигодовування малят молоком (частина шкірних залоз видозмінена на молочні).
5. Високий рівень розвитку нервової системи, особливо вкритої численними борознами кори великих півкуль, яка забезпечує пристосування до умов існування шляхом зміни поведінки.
6. Диференціювання хребетного стовпа на чітко виражені відділи та переміщення кінцівок з боків під тіло, завдяки чому їхнє тіло піднімається над землею (на відміну від плазунів).
7. Повний поділ кіл кровообігу (серце чотирикамерне, два кола кровообігу, зберігається ліва дуга аорти); еритроцити без'ядерні.
8. Наявність альвеолярних легень, які підвищили інтенсивність газообміну і, як наслідок, загальний рівень обмінних процесів.
9. Порожнина тіла поділена діафрагмою на грудний і черевний відділи.

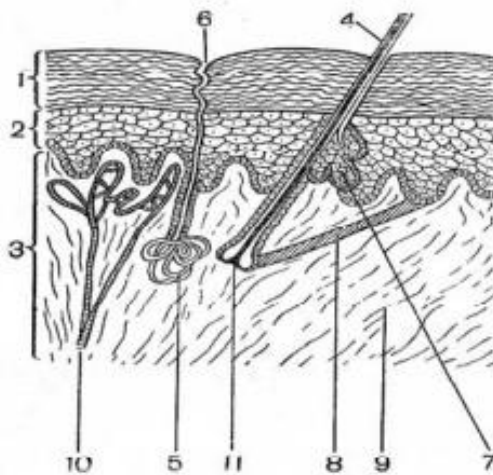
10. Зуби диференційовані, мають корені. Добрий розвиток шлунка (у деяких він багатокамерний), подовження сліпої кишки.

11. Наявність в органі слуху зовнішнього вуха (вушної раковини), а в середньому вусі є три слухові кісточки (молоточок, коваделко, стремінце).

**Тіло** має голову, шию, тулуб, парні кінцівки і хвіст. На голові – вушні раковини, чутливе волосся, витягнутий ніс, рот із губами, очі з двома повіками й віями на них. Форма та співвідношення частин тіла варіює в різних видів залежно від пристосування до середовища існування, характеру рухів, пов'язаних з пошуками їжі, захистом від ворогів. У ссавців, які все життя або більшу його частину проводять у воді (кити, тюлені, моржі), форма тіла обтічна (голова плавно переходить у тулуб, шия невиражена), а кінцівки перетворені на ласти. Наземні ссавці, що пристосовані до швидкого бігу (коні, зебри), мають стрункий тулуб, видовжені кінцівки та довгу рухливу шию. Риучі ссавці (кроти, землерийки, ховрахи), які живуть у норах, мають валькувате тіло, вкорочені кінцівки, ледь виражену шию. Види, що лазять по гілках дерев (мавпи), мають цупкі кінцівки та хвіст. Деякі види (ряд Рукокрилі) здатні до польоту: у них передні кінцівки перетворилися на своєрідні крила.

**Покрив тіла ссавців** – відносно товста шкіра, що складається з шарів (рис. 17.1):

а) епідерміс – багат шаровий; зовнішні клітини поступово роговіють (позбуваються ядер, заповнюються зернами кератогіаліну) і злущуються (утворюють лупу); він набуває найбільшої товщини у місцях, які зазнають постійного тертя під час ходіння та лазання.



*Рис. 17.1 Будова шкіри ссавців (за Наумовим, Карташовим, 1979):*  
1 – зовнішній шар рогового епідерміса; 2 – ростковий або мальпігіїв, шар епідерміса; 3 – власне шкіра – коріум; 4 – волосина; 5 – потова залоза; 6 – отвір протоки потової залози; 7 – сальна залоза; 8 – косий м'яз волосини; 9 – волокна сполучної тканини; 10 – кровоносні судини; 11 – волосяна цибулина.

Часто у цих місцях утворюються мозолі (підшви лап, сідничні мозолі мавп, мозолі на колінах верблюдів). В основі епідермісу розташований *ростко-*

*вий або мальпігіїв, шар* із епітеліальних клітин, які інтенсивно діляться і дають початок вищерозміщеним шарам; нижня поверхня має заглиблення, в які входять сосочки коріуму (власне шкіра): це забезпечує міцність з'єднання обох шарів шкіри і збільшує поверхню їх стикання, що важливо для одержання епідермісом поживних речовин і кисню лише шляхом дифузії з кровоносних судин коріуму (в епідермісі немає кровоносних судин);

б) *власне шкіра – коріум* – товстіший за епідерміс шар, пронизаний *кровоносними судинами*; *містить волосяні цибулини, потові залози, сальні залози, пахучі залози* (становлять собою видозміну потових або сальних залоз), *молочні залози* (є видозміною потових залоз), рецептори (температурні, дотикові, больові), пігментні клітини;

в) нижній, найглибший шар коріуму – *підшкірна жирова клітковина* – утворена сполучною жировою тканиною, яка виконує термоізоляційну та резервну (як додаткове джерело енергії) функції; найтовстіший шар підшкірної жирової клітковини у китоподібних (може досягати 30-40 см) і ластоногих; підшкірна жирова клітковина, як правило, розвинута більш-менш рівномірно по всьому тілу (слабкіше на голові та кінцівках), проте у верблюдів вона знаходиться в основі горбів на спині, а в курдючних вівець – на хвості.

*Забарвлення шкіри* обумовлено *пігментами*, які у вигляді зерен меланіну розподіляються в клітинах росткового шару, в міжклітинних проміжках і в спеціальних пігментних клітинах (меланобласти, меланофори).

У ссавців, крім потовщення рогового шару епідермісу (мозолей), утворюються специфічні рогові утвори: волосся, кігті, нігті, копита, роги.

*Волосяний покрив* розвинутий майже на всіх ділянках тіла (відсутній на губах, у деяких – на подошвах) і виконує термоізоляційну функцію, є рецептором дотику, захищає шкіру від механічних пошкоджень і деяких паразитів, покращує аеро- та гідродинамічні властивості тіла, забезпечує видоспецифічність забарвлення. Суцільний волосяний покрив утворює *хутро*, яке складається з довгого, товстого і пружного волосся – *ості* та короткого м'якого волосся (*підшерстя*) або тільки з ості. Волосся на тілі ссавців нахилене в певному порядку, як правило, від голови до хвоста. У лінивців, які постійно висять на деревах донизу спиною, волосся укладене в напрямку від черева до спини. На певних ділянках тіла у ссавців виростають великі окремі волосини на голові – *вібриси* або чутливі волосини; вони є частиною органів дотику. У деяких тварин остьове волосся може видозмінюватися та перетворюватися на *голки* (єхидни, їжаки, дикобрази). Волосяний покрив недовговічний і періодично замінюється на новий, тобто відбувається линяння. У деяких видів одноразово замінюється значна частина волосся, у інших – двічі на рік: навесні та восени (змінюється не тільки структура хутра, а часто й забарвлення). Лише в деяких ссавців (китоподібні, слони, носороги, бегемоти) волосяного покриву на тілі практично немає, хоча під час внутрішньоутробного розвитку зародки цих тварин на деякий час вкриваються зачатками волосся (це вказує на вторинний характер їхньої втрати у дорослому віці). Кінцеві фаланги пальців більшості ссавців захищені роговими кігтями – похідними епідермісу.

У деревних ссавців кігті гострі та сильно загнуті, у риучих – видовжені та плоскі. В усіх котячих (крім гепарда) кіготь разом з кінцевою фалангою особливими сухожилками притягується до дорсальної поверхні передостанньої фаланги і тому не тупиться під час ходьби. У більшості приматів кігті перетворилися на *нігті*, які прикривають кінці пальців лише зверху; знизу розвинена м'яка подушечка, що підвищує дотикові відчуття пальців.

Ускладнення кігтів призвело до утворення *копит* – товстих рогових утворів, які майже цілком охоплюють кінцеву фалангу. Особливо добре розвинені копита у видів, що добре бігають (антилопи, кози, коні).

За рахунок сильного розростання рогового епітелію утворюються масивні *роги* у носорогів та роги порожньорогих – порожнисті рогові чохла, надіті на кісткові утвори, які зрощені з лобовими кістками. Роги оленів – кісткові утвори, похідні коріуму: вони кожного року скидаються.

Скелет ссавців, як і в інших наземних хребетних, поділяють на осьовий скелет і з'єднану з ним грудну клітку, скелет черепа, скелет кінцівок (передніх і задніх) та їх поясів.

**Осьовий скелет**, утворений *хребцями*, характерними особливостями *хребців*, що утворюють *осьовий скелет* є:

- їх платицельна (з плоскими поверхнями) форма;
- між хребцями розташовані хрящові міжхребцеві диски; добре виражені верхні дуги.

Осьовий скелет складається з п'яти відділів:

- 1) шийного – 7 хребців;
- 2) грудного – 12-15 хребців;
- 3) поперекового – 2-9 масивних хребців;
- 4) крижового – 4-10 зрослих хребців, з яких лише 2 перших справжньо крижові, а інші – хвостові;
- 5) хвостового – 3-49 вільних хребців.

*Череп* ссавців складається з лицьового та розвиненого мозкового відділів. У лицьовому відділі є очні ямки, верхня та нижня щелепи, що мають у спеціальних лунках – *альвеолах* – зуби, різні за формою та функцією (різці, ікла, кутні). У ссавців розвивається тверде *кісткове піднебіння*, яке відділяє носовий прохід від ротової порожнини. Завдяки цьому тварина може дихати, коли ротова порожнина заповнена їжею.

*Пояс передніх кінцівок*: дві лопатки з прирослими воронячими кістками та дві ключиці, що є лише в тих видів ссавців, у яких передні кінцівки здатні до різноманітних і складних рухів (кроти, кажани, примати, кішки, ведмеді). Ключиць немає у вовчих, копитних.

*Скелет вільної передньої кінцівки* складається з плеча (плечова кістка), передпліччя (ліктьова та променева кістки) й кисті (кістки зап'ястка, п'ястка, фаланги пальців).

*Пояс задніх кінцівок* складається з двох кісток, утворених злиттям клубової, сідничної і лобкової кісток. Таз закритий: лобкові та сідничні кістки лівої і

правої сторін зростаються одна з одною по середній лінії, тобто утворюють симфіз.

*Скелет вільної задньої кінцівки* складається зі стегна (стегова кістка), гомілки (велика та мала гомілкові кістки) й стопи (кістки передплесна, плесна, фаланги пальців).

Через те, що ссавці живуть у різноманітних умовах, їхні кінцівки можуть бути видозмінені. Так, у водяних ссавців (ластоногі, китоподібні) передні кінцівки перетворилися на ласти, у рукокрилих – на крила. У тварин, здатних до швидкого бігу, кістки кисті розташовані більшменш вертикально, тому що вони під час руху спираються на пальці (вовчі, котячі, копитні).

*Мускулатура* ссавців високодиференційована. Найрозвиненішими є жувальні м'язи, м'язи спини й кінцівок. Особливою ознакою ссавців є наявність куполоподібної м'язової перегородки – *діафрагми*, яка відокремлює грудну порожнину тіла від черевної. Наявність діафрагми дозволило різко інтенсифікувати вентиляцію легень. Складна підшкірна мускулатура бере участь не лише в терморегуляції (зміні стану волосяного покриву, згортання тіла в клубок), але й у спілкуванні тварин: вона керує рухом вібрисів і забезпечує міміку (мімічні м'язи), яка відіграє важливу роль у передачі інформації, особливо у хижих і приматів. У багатьох м'язах ссавців міститься *міоглобін*, який забезпечує резерв кисню. Його кількість максимальна в серцевому та скелетних м'язах. Найбільший вміст міоглобіну у водяних ссавців, що дозволяє їм довго залишатися під водою.

*Травна система* ссавців починається з *ротового апарату* (губи, які є лише у ссавців, м'язовий язик зі смаковими сосочками, щелепи, зуби), за допомогою якого здійснюються здобування, збір та механічна обробка їжі. Порожнина між губами і щелепами називається *передротовою порожниною*. У ховрахів, бурундуків і мавп передротова порожнина розширюється і утворює защічні мішки, де тимчасово може зберігатися їжа. У комірках щелеп знаходяться різні за формою та призначенням альвеолярні зуби:

- *різці* – мають видовжений загострений край; допомагають відрізати маленький шматочок їжі від великого куска;
- *ікла* – мають конічну загострену форму і більші за інші зуби; допомагають утримувати та розривати здобич, а також слугують для захисту;
- *малі та великі кутні зуби* – мають широку горбкувату або плескату поверхню для перетирання їжі.

*Гетеродонтність* (диференційованість зубів) ссавців – важливе пристосування, яке удосконалює харчування та травлення.

За будовою всі зуби однакові: складаються з *кореня* (різці та ікла мають один корінь, малі кутні та нижні великі кутні – 2 кореня, верхні великі кутні – 3 кореня), *шийки* й *коронки*, вкритою *емаллю*. У більшості ссавців протягом їхнього життя зуби змінюються принаймні один раз. Перші зуби називаються *молочними*, у них недорозвинені корені. Молочні зуби змінюються *постійними*.

У ротовій порожнині їжа зазнає механічної обробки, а також впливу ферментів слини: амілаза розщеплює крохмаль вже під час пережовування їжі.

Їжа з ротової порожнини через *глотку* та стравохід потрапляє в шлунок.

*Стравохід* більшості ссавців – це тонкостінна трубка з гладенької м'язової тканини. Лише у жуйних парнокопитних (корови, олені, козли, барани, жирафи) він має посмуговану мускулатуру, за допомогою якої їжа («жуйка») зі шлунку відригується до ротової порожнини для додаткового пережовування.

*Шлунок* у більшості ссавців однокамерний, у жуйних парнокопитних, які живляться грубою рослинною їжею, він чотирикамерний (складається з рубця, сітки, книжки, сичуга). Перші три відділи (*рубець, сітка, книжка*) вистелені багатошаровим епітелієм та позбавлені травних залоз. У цих відділах відбувається бродіння їжі під дією ферментів симбіотичних бактерій, які можуть існувати лише в нейтральному або слаболужному середовищі. *Шлунковий сік*, який виділяють залози шлунку, містить соляну кислоту (до 0,4-0,5%) і *ферменти* – *пепсин* (розкладає білки), ліпазу (розкладає жири). Обробка харчової кашки шлунковим соком відбувається тільки у сичузі, в його кислому середовищі. Складний шлунок китоподібних, зуби яких не можуть подрібнювати їжу, забезпечує його механічну обробку під час перистальтичних рухів стінок.

Зі шлунка їжа надходить до кишечника, який складається з трьох відділів: *тонкого, товстого кишечника та прямої кишки*. У верхню частину тонкого кишечника, яка називається *дванадцятипалою кишкою*, впадають протоки травних залоз: підшлункової та печінки. Травні залози беруть участь не лише в травленні, виробляючи активні ферменти, але й у загальних обмінних та видільних процесах, а також у їхній гормональній регуляції. Залози стінок тонкого кишечника виділяють різноманітні травні ферменти для остаточного перетравлювання їжі. У тонкому кишечнику відбувається всмоктування основних поживних речовин. На межі тонкого і товстого відділів відходить велика *сліпа кишка*, в якій існують симбіотичні бактерії, гриби, найпростіші. Сліпа кишка зменшується у розмірах або зовсім зникає у видів, які живляться виключно тваринною їжею. Неперетравлені рештки потрапляють до товстого кишечника, де переважно всмоктується вода, і далі до прямої кишки. У ній формуються калові маси, які через анальний отвір виводяться назовні. Довжина кишечника залежить від складу їжі. Чим дрібніші тварини, тим більше і частіше вони потребують їжі.

До *видільної системи* ссавців входять тазові *нирки* бобоподібної форми, *сечопроводи, сечовий міхур і сечовипускальний канал*. Найменшою структурною і функціональною одиницею нирки є *нефрон*. За рахунок двох процесів, зокрема дифузії і реабсорбції, які відбуваються в нефроні, утворюється *сеча* (*спочатку первинна сеча, потім вторинна сеча*). У ссавців в якості основного продукту азотистого обміну виводиться *сечовина*; за цією ознакою ссавці ближчі до амфібій. З сечею також виводиться надлишок води і солей. У водно-сольовому обміні в ссавців беруть участь також шкіра з її потовими залозами і кишкова трубка.

*Дихальна система* ссавців складається з:

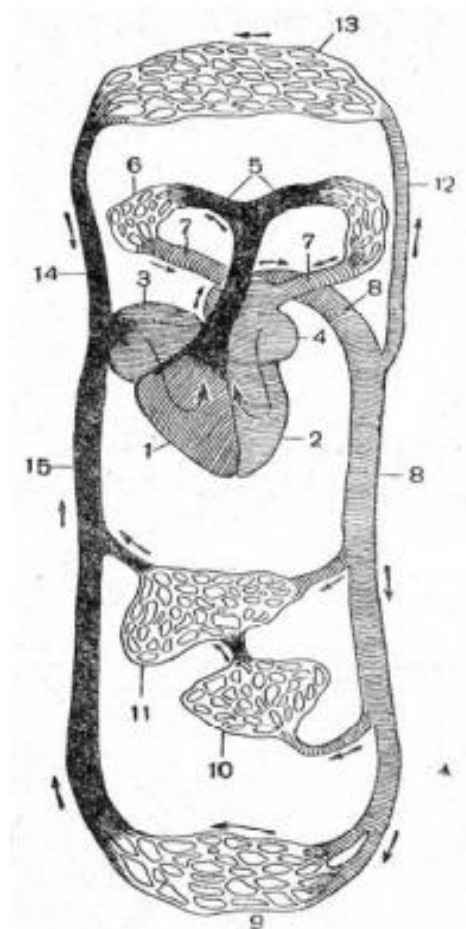
- дихальних шляхів: *парних ніздрів; носової порожнини* (функція – вловлювання часток пилу під час вдиху повітря – слизовий епітелій виділяє слиз, який знешкоджує повітря; повітря за рахунок кровоносних капілярів зігрівається

ся або охолоджується (в пустелі)); *гортані*; *трахеї*; *двох бронхів* (стінки складаються з хрящових кілець; розгалужуються на дрібні трубочки, утворюючи бронхіальне дерево; найдрібніші трубочки – бронхіоли – закінчуються дрібними міхурцями – альвеолами);

- альвеолярних легень. У хижих ссавців у легенях 100-500 млн. альвеол, у лінивця – 2 млн.).

У газообміні ссавців основна роль належить *легеням*, але в ньому беруть участь *слизова поверхня дихальних шляхів і частково шкіра* (через неї потрапляє біля 1% кисню). Дихальні рухи здійснюються за допомогою грудної клітки і діафрагми. Дихання також бере участь у терморегуляції. Часте, але неглибоке дихання збільшує випаровування з поверхні верхніх дихальних шляхів, що сприяє тепловіддачі.

*Кровоносна система* ссавців подібна до птахів: серце чотирикамерне; два кола кровообігу (рис. 17.2)



*Рис.17.2* Схема кровообігу ссавців (за Наумовим, Карташовим, 1979):  
 1 – правий шлуночок; 2 – лівий шлуночок; 3 – праве передсердя; 4 – ліве передсердя; 5 – легеневі артерії; 6 – капілярна сітка в легенях; 7 – легеневі вени; 8 – аорта; 9, 10, 11, 13 – капілярна сітка в органах тіла; 12 – артерія; 14, 15 – вени. Стрілки вказують напрям руху крові.

Від лівого шлуночка відходить тільки ліва дуга аорти, від якої відгалужуються артерії. Артеріальна та венозна кров не змішуються. У ссавців високий рівень обміну речовин, вони теплокровні (гомойотермні).

Відносний розмір серця більший у активних та у дрібних тварин. У великих видів маса серця складає 0,2-0,7% від маси тіла, у дрібних – до 1-1,5; у кажанів – 1,3%. Кількість скорочень серця також залежить від розмірів тварини. Наприклад, частота пульсу на хвилину в миші дорівнює 600, у собаки – 140, у бика та слона – 24. У водних звірів кількість скорочення серця зменшується після занурення (у тюленя зі 180 у надводному стані до 60-30 під водою), що дозволяє економніше використовувати запаси кисню в легенях і дихальних шляхах.

Кровотворні органи ссавців: червоний кістковий мозок продукує еритроцити, лейкоцити і тромбоцити; *селезінка та лімфатичні залози – лімфоцити.*

Дрібні *еритроцити* ссавців не мають ядер, що збільшує ефективність переносу ними кисню, бо на власне дихання вони витрачають кисню в 9-13 разів менше еритроцитів птахів і в 17-19 разів менше еритроцитів амфібій.

*Нервова система* ссавців за своєю будовою подібна до нервової системи усіх хребетних тварин. *Центральна нервова система* складається з головного й спинного мозку, а периферійна – із нервів, що відходять від них. Головний мозок ссавців значно більший за об'ємом, що зумовлено збільшенням розмірів переднього мозку та мозочку. В передньому мозку більша частина мозкової речовини зосереджена в *корі великих півкуль*; вона є центром вищої нервової діяльності, координатором роботи інших відділів мозку. У більшості ссавців кора великих півкуль утворює звивини й борозни, які збільшують їхню поверхню. У приматів і зубатих китів кількість борозен особливо велика. Для цих тварин характерна складна поведінка (складні умовні та безумовні рефлекси). Відносні розміри головного мозку збільшуються при зменшенні розмірів тіла та збільшенні активності тварини.

Ссавці, як і всі інші хребетні, мають *органи зору, слуху, рівноваги, нюху, смаку й дотику.*

Дуже добре розвинений зір у ссавців, які мешкають на відкритих місцевостях. *Око ссавців* зовні вкрите зовнішньою білковою оболонкою (*склерою*), яка в передній частині ока переходить у прозору *рогівку*. Під склерою знаходиться *судинна оболонка* з кровоносними судинами, які живлять око. Між склерою та судинною оболонкою у деяких ссавців є шар клітин з кристаликами, який утворює дзеркальце, що відбиває світлові промені; обумовлює «світіння» ока відбитим світлом (хижі, копитні). Судинна оболонка попереду переходить в *райдужну оболонку* із *зіницею* (відіграє роль діафрагми, регулюючи освітленість сітківки зміною розмірів зіниці) та *війчасте тіло* (це – м'язи, які здійснюють акомодацию ока зміною форми кристалика). *Кристалик* лінзоподібної форми відносно малий у денних ссавців і значно збільшується в нічних. За судинною оболонкою знаходиться *сітківка*, яка складається із зовнішнього пігментного та внутрішнього світлочутливого шарів. Рецепторами сітківки є *пали-*

чки (чорно-білий зір) і колбочки (кольоровий зір). Багато ссавців здатні розрізняти кольори.

Добре розвинені нюх і слух у нічних і сутінкових тварин, які живуть у лісах. *Органи нюху* розміщені у верхньо-задній частині носової порожнини і являють собою рецепторні клітини з війками. Нюх ссавців ефективніший, ніж у інших наземних хребетних: хеморецептори дозволяють розрізняти окремі специфічні речовини (запахи), характерні для виду, групи особин і навіть індивідів. Високо розвинений нюх у сумчастих (кенгуру), комахоїдних (кріт, їжак, білозубка, бурозубка), гризунів (білка, бобер, миші, пацюки), хижих (вовчі) і копитних тварин; їх називають макросматиками. Більшість приматів (маври) та ряд інших ссавців мають менш тонкий нюх, тому їх називають мікросматиками.

*Орган слуху* ссавців складається з трьох відділів: *зовнішнього* (вушна раковина та зовнішній слуховий прохід, який закінчується барабанною перетинкою), *середнього* (з трьома слуховими кісточками: молоточок, коваделко, стремінце; за допомогою евстахієвої труби з'єднується з задньою частиною ротової порожнини, що забезпечує вирівнювання тисків повітря з обох боків барабанної перетинки) і *внутрішнього вуха*.

*Орган рівноваги (вестибулярний апарат)* включає три напівкružні канали і овальний мішечок, поєднані з внутрішнім вухом.

*Органи смаку* ссавців знаходяться в ротовій порожнині на язиці. Значно розвинені вони у травоїдних тварин. Завдяки органам смаку вони розпізнають їстівні рослини, якими живляться.

*Шкірна чутливість* ссавців забезпечується рецепторами тепла та холоду (термочутливість), тиску та дотику. На ділянках тіла, які частіше всього стикаються з предметами довкілля, ссавці мають особливо довге та жорстке волосся – *вібриси*. Їхні корені пов'язані із закінченнями нервів. Особливого розвитку вібриси досягають на морді.

*Статеві органи* ссавців значно складніші, ніж у інших амніот. *Самки* мають парні яєчники, яйцепроводи, матку, піхву, присінок піхви (туди відкривається сечова протока). *Самці* – парні сім'яники (розміщені в задній частині черевної порожнини у яйцекладних, деяких комахоїдних, хоботних, китоподібних, сирен, носорогів або перемістились у мошонку – шкірястий виріст, який з'єднується з порожниною тіла пахвовим каналом у сумчастих, хижих, копитних, приматів), придатки сім'яників, сім'япроводи, сечостатевий канал статевого члена. *Зaplіднення* – *внутрішнє*, яке відбувається в статевих шляхах самки, куди потрапляє сперма самця.

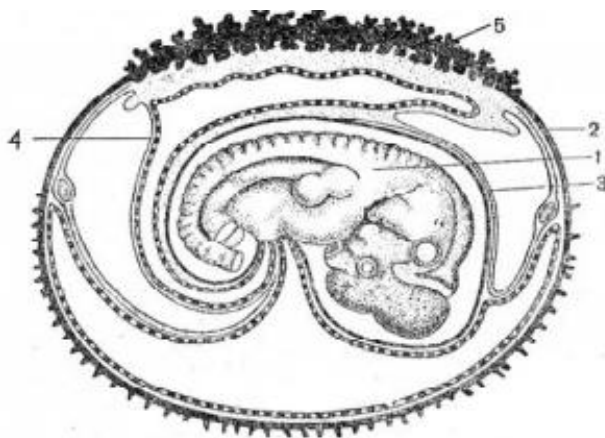
За особливостями *розмноження та розвитку* всіх ссавців можна поділити на три групи:

1) *яйцекладні* – відкладають яйця, але певний час вони залишаються у статевих шляхах самки; яйця вкриті зроговілою оболонкою; після відкладання яєць тварини їх висиджують (качкодзьоб) або виношують у шкірній сумці (ехидна); після вилуплювання малята годуються молоком, яке виділяється численними протоками молочних залоз без сосків;

2) *сумчасті* (кенгуру, сумчастий вовк, сумчастий тушканчик, коала) – є лише зачаток плаценти (оболонки ембріона лише примикають до стінки матки, але утворення ворсинок, які б проникали у товщу стінок матки не відбувається), тому ембріон живиться за рахунок жовтка яйця і секреторних виділень стінки матки, але їх не вистачає для повного розвитку.

Вагітність триває недовго: у гігантського кенгуру – 38-40 днів; у опосума – 12 днів; народжується маля дуже малих розмірів, слабке та безпорадне, тому продовжує свій розвиток у сумці матері; новонароджене маля у сумці знаходить сосок молочної залози, причіплюється до нього на досить тривалий час.

3) *плацентарні* – виникає справжня *плацента* – орган, що забезпечує зв'язок між організмом матері та зародком. Зародок одержує від матері поживні речовини, кисень та звільняється від продуктів обміну) (рис.17.3);



*Рис.17.3 Зародок кроля з оболонками (на дванадцятий день)  
(за Наумовим, Карташовим, 1979):*

*1 – зародок; 2, 3, 4 – оболонки навколо зародка; 5 – плацента.*

Вагітність тим триваліша у тварин, чим більші вони за розмірами: у комахоїдних – 13-19 днів, у хатньої миші – 18 днів; у полівки – 16- 23 дні, ондатри – 25-26 днів, у сурків – 30-40 днів, у білок – 35-40 днів, у кажанів – 54-73 дні, у леопарда – 120 днів, у нутрії – 130 днів, у свині -150 днів, у бурого ведмедя та моржів – 200 днів, у корови – 290 днів, у китоподібних – 270-365 днів, у дворогого носорога – 530-550 днів, у слона – 600 днів.

Після народження малюк живиться молоком матері; молоко ссавців містить усі необхідні для розвитку дитинчати речовин: білки, жири, вуглеводи, вітаміни і солі (швидкість розвитку тим вища, чим більше в молоці білків і жирів).

Статеве дозрівання настає раніше у дрібних ссавців, крупніші ссавці починають розмножуватися пізніше. Загальна плодючість ссавців, завдяки високому рівню та різноманітним формам турботи про потомство (обігрів, захист, годування, догляд за шерстяним покривом, «навчання»), невелика. У дрібних гризунів, для яких характерна висока смертність, кількість малят може становити 10- 12 особин, а розмноження триває цілий рік (до 6 виводків). Зайці та білки народжують 2-3 рази на рік по 3-8 малят. Вовки, лисиці, кішки, соболі, куниці

розмножуються один раз на рік і народжують по 3-6 малят. Раз на рік по 1-2 маляті народжують олені, тюлені, дельфіни. Слони, вусаті кити, тигри, леви розмножуються раз на 2-3 роки і народжують 1-2 малят.

*Річний цикл* ссавців складається з кількох фаз:

- *період підготовки до розмноження і процес розмноження* – дозрівання статевих продуктів та утворення пар (постійних або тимчасових) на час розмноження; вибір місця для розмноження (можливі при цьому і міграції на значні відстані) або влаштування певних «будівель»;

- *турбота про новонароджених* – обігрів, захист, годування, догляд за волосяним покривом, «навчання»;

- *період підготовки до зими* – інтенсивне живлення для накопичення жирового прошарку; у пошуках їжі можуть мігрувати; линяння;

- *зима* – одні тварини (деякі хижі, комахоїдні, кажани, гризуни) залягають у сплячку, інші – активні протягом усієї зими; в одних видів (бурий ведмідь, єнотоподібний собака, ховрахи) сплячка впродовж зимового періоду може перериватися під час тривалої відлиги, вони виходять зі схованок і ведуть активний спосіб життя; в інших тварин

**2. Класифікація класу Ссавці.** Клас Ссавці об'єднує два підкласи:

1) підклас Яйцекладні або Першозвірі (*Prototheria*) з одним рядом Однопрохідні;

2) підклас Справжні Звірі (*Theria*) містить інфракласи Сумчасті або Нижчі звірі (*Metatheria*) та Плацентарні або Вищі звірі (*Eutheria*, *Placentalia*).

*Підклас Яйцекладні або Першозвірі (Prototheria)*

У сучасній фауні налічується 5 видів (1 вид – качкодзьоб, у якого щелепи вкриті роговими чохлами, тому нагадують качиний дзьоб, і 4 види єхидни, тіло яких вкрите жорсткими голками, через що ці тварини нагадують їжака) найпримітивніших ссавців. Поширені в Австралії, Новій Гвінеї, Тасманії.

Загальна характеристика яйцекладних або першозвірів:

- Зуби у дорослих відсутні. Живляться тваринами. Шлунок без травних залоз.

- Кишка і сечостатеві органи відкриваються у клоаку.

- У самок функціонує лише ліва половина статевого апарату (як у птахів).

- Відкладають (1-2, рідше – 3) порівняно великі, багаті на жовток яйця, але, на відміну від плазунів, яйця залишаються у статевих шляхах самки (завдяки цьому зародок значну частину свого розвитку проходить всередині організму матері). Замість вапнякової шкаралупи у яйця – м'яка шкіряста оболонка.

- Молочні залози слабо розвинені і трубчасті. Сосків немає, а залози відкриваються окремими протоками на залозистих полях (малята злизують молоко з шерсті матері).

- Середня температура тіла коливається від 25 до 36°C.

- Особливостями будови плечового поясу, серця, головного мозку схожі на плазунів.

- За способом життя – напівводянні (качкодзьоб) або наземні (єхидни) тварини.

*Підклас Звірі (Theria) Інфраклас Сумчасті або Нижчі звірі (Metatheria)*  
Сумчастих тварин близько 250 видів. Типові представники: кенгуру, сумчасті білки, сумчасті ведмеді (коала), сумчасті кішки, сумчастий тушканчик, водяний опосум, сумчастий кріт, сумчаста летяга. Поширені в Австралії та прилеглих островах, Америці, акліматизовані в Новій Зеландії. Живуть в лісах, на відкритих місцевостях, у воді, в ґрунті.

#### **Загальна характеристика сумчастих:**

- Живонародження.
- Справжня плацента відсутня.
- Ембріон живиться та розвивається переважно за рахунок жовтка яйця (12,5 – 42 доби), але і його не вистачає для повного розвитку, тому народжені малята дуже малих розмірів (0,5 – 3 см), слабкі та безпорадні.
- Свій розвиток новонароджені тварини завершують протягом 250 днів у виводковій сумці матері, яка утворена згортками шкіри на черевному боці тіла.
- Наявність у виводковій сумці трубчастих молочних залоз, які відкриваються протоками на сосках, розміщених у сумці, а молоко впорскується малятам у рот завдяки скороченню особливих м'язів залоз.
- Волосяний покрив одноколірний (рудуватий або бурий).
- Зуби слабо диференційовані, зміна зубів неповна (змінюється лише 1 передній кутній зуб), неоднакова кількість різців на щелепах (на верхній більша).
- За способом живлення сучасті сумчасті є як рослиноїдними, так і хижаками.
- Головний мозок примітивний.

#### ***Інфраклас Плацентарні або Вищі звірі (Eutheria, Placentalia)***

Включає більшість сучасних ссавців. Розповсюджені по всій земній кулі на суходолі, в морях і океанах. Відрізняються розвитком кори великих півкуль. У них завжди є плацента; піхва непарна; малята народжуються більш-менш розвинені і можуть самостійно смоктати молоко. Плацентарні об'єднують 17 рядів.

#### **Загальна характеристика окремих рядів плацентарних**

***Ряд Комахоїдні:*** 900 видів, в Україні – 12 видів (два види їжаків: звичайний, вухастий; вісім видів землерийок; один вид кротів: кріт звичайний, один вид хохуль: звичайна хохуля). Тварини дрібних і середніх розмірів. Освоїли різні середовища існування: наземне, ґрунтове, водне. Поширені скрізь, крім Австралії і Південної Америки.

Загальна характеристика ряду Комахоїдні:

1. Передній відділ морди видовжений у хоботок.
2. Нюх розвинений добре.
3. Півкулі переднього мозку невеликі, без звивин.
4. Зуби слабо диференційовані.
5. Живляться переважно комахами, деякі – дощовими черв'яками, молюсками, дрібними мишовидними гризунами, рибою, яйцями, рослинами, насінням рослин.

6. Очі маленькі, у деяких редуковані.
7. Волосяний покрив короткий і м'який, щетинистий або голчастий, темного забарвлення.
8. Кінцівки п'ятипалі, стопохідні.
9. Характерна наявність пахучих залоз (землерийки).
10. Активні вночі, деякі цілодобово.
11. Вагітність 11-43 доби.
12. За рік 1-2 приплоди (по 2-21 малят).

**Значення представників ряду Комахоїдні:**

- винищують шкідливих комах;
- важливий об'єкт хутрового промислу (хохуля, кріт);
- деякі знищують яйця птахів (їжаки).

**Ряд Рукокрилі:** налічує близько 1000 видів, в Україні – 25 (підковоноси, вечірниця, довгокрил звичайний, нічниця, нетопирі). Поширені в усьому світі, крім полярних районів і деяких океанічних островів, найчисленніші – у тропіках. Найменшим кажаном в Україні є нетопир карликовий (маса не перевищує 5 грамів; розмах крил – 18 см).

Перші дослідники природи дали їм ім'я «рукокрилі» тому, що крило кажана утворено переважно шкіряною перетинкою, що «натягнута» на передню кінцівку (руку). Вільним залишається лише малозмінений великий палець передньої кінцівки, палюх, що допомагає кажану чіплятися при повзанні. Ні зуби, ні кінцівки кажанів не пристосовані для створення сховищ, тому вони оселяються в природних укриттях або спорудах, створених людиною чи тваринами.

**Загальна характеристика ряду Рукокрилі:**

1. Для зовнішнього вигляду кажана характерні м'яке хутро, помірно великі вуха і шкіряні крила.
2. Єдина серед ссавців група, пристосована до справжнього польоту:
  - між другим пальцем передніх кінцівок та тулубом утворюється складка шкіри, що тягнеться до верхівки хвоста і відіграє роль крила;
  - пальці передньої кінцівки (крім першого) значно видовжені;
  - подібно до птахів, грудина з добре розвиненим кілем;
  - добре розвинена грудна мускулатура, яка забезпечує рух крила;
  - кістки міцні, тонкі, легкі.
3. Задні кінцівки розвернуті колінними суглобами в сторони.
4. Кількість зубів від 20 до 38, немає середньої пари різців. Кишечник відносно короткий. Живляться тваринною (переважно комахами) і рослинною їжею (плоди, пилок або нектар квіток).
5. Волосяний покрив переважно темного кольору, м'який, короткий, вкриває лише тулуб і голову.
6. Характерна наявність пахучих залоз.
7. Зір розвинений погано. Найважливішим органом чуття є вуха. Кажани використовують принцип ехоорієнтації або ехолокації: під час польоту вони постійно видають ультразвукові сигнали і, одержуючи їх назад у вигляді відби-

тих від навколишніх предметів хвиль, мають можливість «чути зображення» навколишнього простору, формуючи для себе точну картину того, що відбувається навколо (це дає змогу орієнтуватися під час польоту, а також здобувати їжу в повітрі).

8. Нічні та сутінкові тварини, вдень ховаються на горищах, в дуплах та печерах. Співіснують в колоніях. Самки утворюють у дуплі дерева або на горищі спільні виводкові колонії, де разом виховують молодь. Самці в цей час живуть окремо від самиць, поодиночки або невеликими групами.

9. Деяким видам властиві сезонні міграції, а деякі види впадають у зимову сплячку. Щоб забезпечити себе енергією в зимовий період, наприкінці літа вони накопичують жирові запаси.

10. Постійних пар не утворюють. Самка раз на рік (найчастіше, у червні) народжує одного, зрідка двох малят. Під час пологів самки підвішуються головою догори і з крилової та міжстегнової перетинки формують своєрідну сумку, всередину якої зісковзує народжене маля. Ледь з'явившись на світ, тваринка відшукує молочний сосок і надійно прикріплюється до живота матері. Від самого народження кажанята підвішені головою донизу у типовій для рукокрилих манері.

11. Турбота про нащадків властива лише самкам; самці у турботі про потомство участі не беруть. Самиці постійно носять свого нащадка із собою, навіть вилітаючи на вечірнє полювання. Згодом вони залишають кажанят у сховищі, де ті збиваються до купи в очікуванні матерів. Тіло молодого кажаняти потребує постійного догляду. Насамперед, знов і знов змащуються жировим секретом крила, які ростуть, для запобігання їх пересиханню і підтримки еластичності. Протягом 3-5 тижнів малята харчуються виключно материнським молоком. Період молочної годівлі триває доти, доки вони виростуть і наважаться на свій перший виліт.

12. Звичайно живуть до 20 років.

### **Значення представників ряду Рукокрилі:**

- винищують шкідливих нічних комах (недоступних для птахів);
- завдають шкоди садівництву (крилани, оскільки живляться плодами) і тваринництву (вампири, оскільки живляться кров'ю тварин);
- деякі переносять збудників інфекційних захворювань, зокрема сказу.

**Ряд Гризуни:** найчисленніша група ссавців (близько 2000 видів, в Україні – 40 видів. Поширені всесвітньо. Представники: водосвинка, білка звичайна, дикообраз, бобер, соня, сліпак, миші (хатня, лісова), пацюки (сірий, чорний), хом'як, полівка, лемінг, ондатра, нутрія. Більшість ведуть напівпідземний спосіб життя, живляться на поверхні; є деревні і напівводянні форми.

### **Загальна характеристика ряду Гризуни:**

1. Волосяний покрив від густого і м'якого до рідкого, щетинистого або голкоподібного (дикообраз); забарвлення різноманітне

2. Зуби пристосовані до зрізування і пережовування рослинної їжі:

- ікла відсутні, на їх місці проміжок – діастема;
- чотири різці (по два на кожній щелепі); різці долотоподібні, добре розвинені; не мають коренів, ростуть протягом усього життя; передня частина вкрита зубною емаллю, задня складається з дентину (він стирається швидше, тому різці самозагострюються);

- кутні зуби з плоскою жувальною поверхнею.

3. Добре розвинена сліпа кишка (роль «бродильного чана»).

4. Переважно рослиноїдні, деякі всеїдні, комахоїдні, рибоїдні.

5. Великі півкулі головного мозку гладенькі, без звивин.

6. Недосконала терморегуляція.

7. Активні протягом року, деякі впадають у сплячку.

8. Тривалість життя дрібних 1,5-2 роки, великих (байбаки, бобри) – 4-7 років.

Статева зрілість дрібних – у 2-3 місяці, великих – на другому році життя.

Висока плодючість дрібних гризунів: 6-8 виплодів на рік по 8-15 малят у кожному.

Значення представників ряду Гризуни:

- риюча діяльність впливає на фізичний стан ґрунту, що підвищує продуктивність рослинності;

- об'єкти промислу та штучного розведення заради хутра (нутрія, ондатра, білка, бобер);

- шкідники сільськогосподарських рослин (полівки, миші, пацюки, хом'яки);

- переносники збудників небезпечних хвороб (чуми, туляремії, енцефалітів) – миші, пацюки, хом'яки, байбаки, полівки.

**Ряд Зайцеподібні:** нечисленна за кількістю видів група ссавців (65 видів, в Україні – 2 види). Представники: зайці, домашні кролі. В Україні зустрічаються: заєць-русак та біляк.

За особливостями організації зайцеподібні близькі до гризунів. Від гризунів зайцеподібні відрізняються:

- наявністю двох пар різців на верхній щелепі (замість однієї пари у гризунів);

- наявністю шлунку складнішої будови: з двох функціональних відділів (у першому відбувається бактеріальне бродіння їжі, у другому діють ферменти шлункового соку).

*Значення представників ряду Зайцеподібні:*

- мають важливе значення як промислові тварини заради хутра та м'яса;

- у роки масового розмноження зайцеподібні, які живляться рослинною їжею, можуть завдавати шкоди лісовому господарству та садівництву.

Ряд Хижі: налічує близько 240 видів. Поширені на всіх континентах, за виключенням Антарктиди. Основні 7 родин:

1. *Котячі* – тигр, лев, пантера, леопард; в Україні – кіт лісовий, кіт свійський, рись;

2. *Вовчі* – вовк, собака, песець, шакал, лисиця, єнотовидний собака; в Україні – 4 види;

3. *Ведмедеві* – білий, бурий, чорний (гімалайський) ведмеді; в Україні – 1 вид (бурий ведмідь);

4. *Куницеви* – лісова куниця, соболь, тхір, норка, горностаї, ласка, видра; в Україні – 12 видів, більшість занесені до Червоної книги України;

5. *Гієнові* – плямиста гієна, берегова гієна, земляний вовк;

6. *Єнотові* – єнот-полоскун, панда, носуха;

7. *Віверові* – мангусти, генети.

*Загальна характеристика ряду Хижі:*

1. Волосяний покрив у більшості густий і м'який.

2. Зуби добре диференційовані:

- різці малі;

- ікла найсильніше розвинені;

- кутні горбкуваті, з гострими верхівками;

- по одному кутньому зубу з кожного боку щелепи перетворюється на так званий *хижий зуб* (великих розмірів, з гострим ріжучим краєм).

3. Живляться переважно або виключно тваринною їжею.

4. Ключиці рудиментарні або взагалі відсутні.

5. Активні головним чином у сутінках і вночі.

6. Спосіб життя поодинокий або сімейний.

7. Малята народжуються сліпі, розвиваються повільно.

8. Статевий диморфізм майже не виражений, лише в деяких видів самці дещо крупніші за самок.

*Значення представників ряду Хижі:*

• Більшість видів – цінні хутрові звірі, об'єкт пушного промислу;

• знищують мишоподібних гризунів;

• окремі види (вовки, лисиці) іноді можуть завдавати шкоди тваринництву та можуть бути носіями збудника сказу.

*Ряд Парнокопиті* нараховує близько 170 видів: кабан, зубр, лось, північний олень, бегемоти, жирафи, бізон, антилопа, косулі, кози, корови, вівці.

*Особливості будови:* на ногах ростуть по чотири пальці, з яких добре розвинені другий та третій. На пальцях рогові копита. Ключиць немає. Більшість – жуйні тварини, мають складний шлунок, який складається з 4-х відділів: рубця, сітки, книжки, сичуга.

*Ряд Непарнокопиті* нараховує 16 видів: коні, зебри, осли, носороги, тапіри

*Особливості будови:* у більшості на ногах по одному або (рідше) три пальці, вкритих копитами. У трипалої кінцівки найрозвиненіший третій палець. Ключиць немає. Шлунок простий.

*Ряд Китоподібні* включає близько 90 видів: синій і сірий кити, кашалоти, дельфіни (афаліна, білобочка).

*Особливості будови:* форма тіла торпедоподібна, дуже розвинена підшкірна жирова клітковина, легені мають великий об'єм. Передні кінцівки перетво-

рені на ласти, задні редуковані. Немає волосяного покрыву, вушних раковин. Зуби у зубатих китів великі, одновершинні, у вусатих китів їх немає. Є цідильний апарат, утворений китовим вусом; наявний хвостовий (у деяких видів і спинний) плавець. Орієнтуються за допомогою звукової ехолокації.

*Ряд Ластоногі* містить 30 видів: морж, тюлень, морський котик, нерпа.

*Особливості будови:* обидві пари кінцівок перетворені на ласти, між пальцями товста шкіряна перетинка. Товстий підшкірний шар жиру. Тіло обтічної форми, велике.

*Ряд Хоботні:* 2 види (індійський та африканський слони).

*Особливості будови:* дуже великі тварини. Ніс і верхня губа перетворені на хобот. Є бивні – видозмінені різці верхньої щелепи. Іклів немає. У міру зношування кутніх зубів (двох на верхній і нижній щелепах) виростають нові.

*Ряд Примати:* понад 200 різноманітних видів. Поширені у субтропічних і тропічних областях Азії, Африки, Америки. Представники: лемури, ігрунки, ревуни, павукоподібні мавпи, мартишки, макаки, павіани, гібони, орангутанги, шимпанзе, горили.

*Загальна характеристика ряду Примати:*

1. Кінцівки п'ятипалі хапального типу; перший палець обох пар проти-стоїть іншим, що забезпечує різноманітність рухів кисті. Дуже рухливі верхні кінцівки – результат наявності ключиць у поясі верхніх кінцівок.

2. Майже в усіх на пальцях не кігті, а нігті. На долонях і підшвах папілярні лінії і візерунки.

3. Волосяний покрив добре розвинений, рудого, сірого, чорного кольорів; у більшості – гриви, вуса, борода, щіточки на вухах і хвості.

4. Зуби диференційовані на різці, ікла, малі й великі кутні; молочні зуби замінюються на постійні.

5. Вкорочені щелепи, зменшена лицева частина черепа. Череп з відносно великим мозковим відділом.

6. Головний мозок:

- відносно великий;
- дуже розвинені великі півкулі з численними борознами і звивинами;
- збільшена потилична доля (зорова область), лобна і скроневі доли

(керують м'язовою діяльністю і голосовим апаратом).

7. Особливо розвинений зір (стереоскопічний, кольоровий), очі спрямовані уперед (а не в боки, як у інших хребетних; бінокулярний зір), забезпечена здатність визначати відстані до предметів.

8. Добре розвинений слух, гірше – нюх.

9. Рослиноїдні, рідше всеїдні, деякі комахоїдні.

10. Живуть на деревах, окремі види наземні або напівназемні.

11. Переважно ведуть стадний спосіб життя, денний, сутінковий або нічний.

12. Високий рівень комунікації – реагують на рухи, жести, вигуки сородичів; складна організація угруповань з ієрархічною системою домінування – підкоряння.

13. Розмноження цілий рік, вагітність від 4 до 10 місяців (корелює з розмірами тіла). Народжується одне маля (більш або менш безпомічне), рідше 2-3. Грудних сосків одна пара.

**3. Значення ссавців у природі та житті людини.** Ссавці входять до складу багатьох біогеоценозів і впливають на їхнє існування: підтримують на певному рівні кількість трав'янистих тварин, сприяють поширенню насіння й спор багатьох рослин. Велике значення ссавці мають як джерело їжі, сировина для різних галузей, транспортний засіб. Промислове значення мають одержані від звірів м'ясо, шкіра, роги, кістки. Проте серед ссавців є й шкідники сільськогосподарства – ховрахи, миші, в Австралії, наприклад, кролі. Пацюки та мишовидні гризуни часто переносять збудників небезпечних хвороб.

### **Контрольні запитання**

1. Дайте загальну характеристику класу Ссавці або Звірі (Mammalia).
2. Прокласифікуйте клас Ссавці.
3. Зробіть порівняльний аналіз підкласів ссавців.
4. Охарактеризуйте ряди звірів та встановіть їх значення у природі та житті людини.
5. У чому полягає значення ссавців у природі та житті людини?

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Базова

1. Слюсарев А.О. Біологія: [навчальний посібник]; за ред. О.В. Мотузного / Слюсарев А.О., Самсонов О.В., Мухін В.М. – К.: Вища школа, 2002. – 622 с.
2. Біологія людини. Загальна біологія : навч.-метод. посіб. / М-во освіти і науки, молоді та спорту України, ЧНУ ім. Б. Хмельницького. - Черкаси : Видавництво ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2012. - 192 с.
3. Неведомська Є.О., Маруненко І.М., Бобрицька В.І. Зоологія: Навчально-методичний посібник. – Полтава: ТОВ «Поліграфічний центр «Скайтек», 2006. – 112 с.
4. Соболев В.І. Біологія. Довідник, тестові завдання. Повний повторювальний курс / Валерій Соболев. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2017. – 796 с.
5. Біологія. Повний курс : навчально-практичний довідник / Р. В. Шаламов, В. І. Підгірний, Ю. В. Дмитрієв, О. В. Талгіна. - Харків : Ранок, 2013. - 384 с.
6. Біда О.А., Дерій С.І., Ілюха Л.М. та ін. Біологія. Довідник для абітурієнтів та школярів. – Київ: Літера ЛТД, 2009. – 652 с.
7. Околітенко Н.І., Гродзинський Д.М. Основи системної біології: навч. посібник. – К.: Либідь, 2005. – 360 с.
8. Слюсарев А.О., Самсонов О.В., Мухін В.М. та ін. Біологія – К.: Вища школа, 2001. – 622 с.

### Допоміжна

9. Біологія: Довідник для абітурієнтів та школярів загальноосвітніх навчальних закладів: Навчально-методичний посібник. – К.:Література ЛТД, 2007. – 656 с.
10. Загальна методика навчання біології : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / І. В. Мороз, А. В. Степанюк, О. Д. Гончар ; за ред. І. В. Мороза ; голов. - К. : Либідь, 2006. - 590 с.
11. Біологія: Ботаніка. Зоологія. Біологія людини. Загальна біологія [Текст] : довідник для абітурієнтів та школярів : тестові завдання / Л. І. Прокопенко (кер. авт. кол.), О. А. Біда, С. І. Дерій [та ін.]. - К. : Літера, 2009. - 654 с.
12. Зелена книга України [під загальною редакцією члена-кореспондента НАН України Я.П. Дідуха] – К.: Хімджест, 2009. – 490 с.
13. Червона книга України. Рослинний світ / [ред. Я.П. Дідух]. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.
14. Червона книга України. Тваринний світ. – К.: Глобалконсалтинг., 2009. – 457 с.
15. Соломенко Л.І., Боголюбов В.М., Волох А.М. Загальна екологія: Підручник. – К.:НУБіП України, 2017. – 312 с.
16. Барна І.В., Барна М.М. Біологія. Задачі і розв'язки: навч. посіб. У 2-х частинах. – Тернопіль: Мандрівець, 2001. Ч. 1. – 224 с.

17. Богданова Д.К. Довідник школяра і студента. Біологія. – Донецьк: Тов ВКФ «БАО», 2004. – 592 с.

18. Богуцька Т.О. Тестові завдання з біології. – Кам'янець-Подільський: АбеткаНОВА, 2003. – 112 с.

## 8. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Освітній портал ТДАТУ  
<https://op.tsatu.edu.ua/course/view.php?id=182>
2. Наукова бібліотека ТДАТУ <http://www.tsatu.edu.ua/biblioteka/>
3. Сайт кафедри ГЕЗ <http://www.tsatu.edu.ua/eons/>