

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ БОРИСА ГРІНЧЕНКА

Є. О. Неведомська, І. М. Маруненко, І. Д. Омері

ЗООЛОГІЯ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК
ДЛЯ СТУДЕНТІВ НЕБІОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ
ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Рекомендовано
Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України
для студентів вищих навчальних закладів

Київ
«Центр учбової літератури»
2012

УДК 59(075.8)
ББК 28.6я73
Н 40

*Гриф надано
Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України
(Лист № 1/11-3601 від 20.03.2012 р.)*

Рецензенти:

Пучков Олександр Васильович, доктор біологічних наук, завідувач відділу наукових фондів колекцій Інституту зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України;

Подобівський Степан Степанович, кандидат біологічних наук, доцент кафедри зоології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка;

Давиденко Ігор Валентинович, кандидат біологічних наук, науковий співробітник НДС «Зоології та екології» ННЦ «Інститут біології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Неведомська Є. О. Зоологія [текст] навчальний посібник / Є. О. Неведомська, І. М. Маруненко, І. Д. Омері — К.: «Центр учбової літератури», 2012. — 290 с.

ISBN 978-617-673-135-1

Навчальний посібник створено з урахуванням завдань навчального курсу «Зоологія», передбачених програмою вищої педагогічної школи для студентів небіологічних спеціальностей. За структурою навчальний посібник побудований як курс лекцій. Наведені у посібнику таблиці, схеми сприятимуть систематизації знань студентів. Після викладу навчального матеріалу в посібнику вміщено запитання для самоперевірки знань студентів, рекомендовану літературу, науково-популярну інформацію за рубриками «З історії науки», «Еволюційний процес», «Зі світу науки», «Цікаво знати», «Для допитливих», яка сприятиме комплексному пізнанню тваринного світу, зацікавленню студентів у вивченні зоології, розширенню кругозору та ґрунтовному засвоєнню навчального матеріалу. Рубрики «Важливо знати», «Життєві поради» допоможуть у різних життєвих ситуаціях. У кінці навчального посібника наведено «Словник зоологічних термінів».

Для студентів вищих навчальних закладів IV рівня акредитації.

УДК 59(075.8)
ББК 28.6я73

ISBN 978-617-673-135-1

© Неведомська Є. О., Маруненко І. М., Омері І. Д., 2012.
© Видавництво «Центр учбової літератури», 2012.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Євгенія Олексіївна НЕВЕДОМСЬКА
Ірина Михайлівна МАРУНЕНКО
Ірина Дмитрівна ОМЕРІ

ЗООЛОГІЯ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК
ДЛЯ СТУДЕНТІВ НЕБІОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ
ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Оригінал-макет підготовлено
ТОВ «Видавництво «Центр учбової літератури»

Підписано до друку 27.07.2012 р. Формат 60х84 1/16.
Друк лазерний. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 16,31.

ТОВ «Видавництво «Центр учбової літератури»
вул. Електриків, 23 м. Київ 04176
тел./факс 044-425-01-34
тел.: 044-425-20-63; 425-04-47; 451-65-95
800-501-68-00 (безкоштовно в межах України)

Свідцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготівників
і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 4162 від 21.09.2011 р.

ЗМІСТ

Передмова.	6
Лекція 1. Різноманітність органічного світу	7
1. Природна система органічного світу.	7
2. Структурні рівні організації живих організмів	10
3. Коротка історія тваринного світу	11
4. Зоологічна класифікація	13
Лекція 2. Зоологія як наука	16
1. Зоологія — наука про тварин.	16
2. Спільні та відмінні ознаки тварин і рослин	18
3. Загальна характеристика тварин	19
4. Поширення тварин у біосфері	20
5. Значення тварин у природі та житті людини.	21
Лекція 3. Молекулярний рівень організації живої матерії тварин	23
1. Хімічні елементи, які входять до складу живих організмів.	23
2. Неорганічні сполуки: вода і мінеральні солі	24
3. Органічні сполуки: ліпіди	25
4. Органічні сполуки: вуглеводи	27
5. Органічні сполуки: білки.	28
6. Органічні сполуки: нуклеїнові кислоти.	32
Лекція 4. Клітинний рівень організації живої матерії тварин	36
1. Цитологія — наука про будову та функції клітин. Історія вивчення клітин.	36
2. Загальна будова та життєдіяльність клітин тварин	38
3. Особливості будови та життєдіяльності тваринної клітини	47
Лекція 5. Тканинний рівень організації живої матерії. Тканини тварин.	50
1. Особливості тканин тварин	50
1.1. Епітеліальна тканина	50
1.2. Тканини внутрішнього середовища	52
1.3. М'язова тканина	54
1.4. Нервова тканина	56

Лекція 6. Підцарство найпростіші, або одноклітинні (Protozoa)	59
1. Загальна характеристика найпростіших, або одноклітинних	59
2. Характеристика основних типів найпростіших	60
Лекція 7. Підцарство Багатоклітинні (Metazoa). Тип Кишковопорожнинні (Cnidaria, або Coelenterata)	73
1. Загальна характеристика Підцарства Багатоклітинні	73
2. Загальна характеристика типу Кишковопорожнинні	75
3. Характеристика основних класів Кишковопорожнинних	77
4. Риси ускладнення Кишковопорожнинних порівняно з Найпростішими	82
5. Значення Кишковопорожнинних у природі та житті людини	83
Лекція 8. Тип Плоскі черви (Plathelminthes)	87
1. Загальна характеристика типу Плоскі черви	87
2. Характеристика класів типу Плоскі черви	88
3. Пристосованість червів до паразитизму	94
4. Система заходів запобігання зараженню гельмінтами	95
Лекція 9. Тип Круглі черви (Nemathelminthes)	97
1. Загальна характеристика типу Круглі черви	97
2. Прогресивні риси типу Круглі черви	98
3. Клас Нематоди, або Круглі черви (Nematoda)	98
4. Значення круглих червів у природі та житті людини	102
Лекція 10. Тип Кільчасті черви або Анеліди (Annelida)	105
1. Загальна характеристика типу Кільчасті черви	105
2. Прогресивні риси типу Кільчасті черви	108
3. Клас Багатощетинкові черви, або Поліхети (Polychaeta)	108
4. Клас Малошетинкові черви, або Олігохети (Oligochaeta)	109
5. Клас П'явки (Hirudinea)	110
6. Ускладнення вільноживучих червів порівняно з паразитичними червами	111
Лекція 11. Тип Молюски, або М'якуни (Mollusca)	113
1. Загальна характеристика типу Молюски, або М'якуни (Mollusca)	113
2. Прогресивні ознаки молюсків	115
3. Клас Двостулкові (Bivalvia)	115
4. Клас Черевоногі (Gastropoda)	119
5. Клас Головоногі (Cephalopoda)	122
Лекція 12. Тип Членистоногі (Arthropoda)	128
1. Загальна характеристика типу Членистоногі (Arthropoda)	128
2. Клас Ракоподібні (Branchiata, або Crustacea)	130

3. Клас Павукоподібні (Arachnida)	134
4. Клас Комахи (Insecta)	140
Лекція 13. Загальна характеристика типу Хордові (Chordata) . .	154
1. Загальна характеристика типу Хордові	154
2. Загальна характеристика підтипу Безчерепні (Acrania). Клас Головохордові.	155
3. Загальна характеристика підтипу Покривники (Tunicata) . .	158
4. Загальна характеристика підтипу Хребетні, або Черепні . . .	160
5. Загальна характеристика інфратипу Безщелепні (Agnatha) . .	162
Лекція 14. Інфратип Щелепнороті (Gnathostomata). Надклас Риби (Pisces).	164
1. Загальна характеристика інфратипу Щелепнороті	164
2. Загальна характеристика надкласу Риби	165
3. Клас Хрящові риби (Chondrichthyes)	165
4. Клас Кісткові риби (Osteichthyes)	175
Лекція 15. Надклас Чотириногі, або Наземні Хребетні (Tetrapoda). Клас Земноводні, або Амфібії (Amphibia)	188
1. Особливості наземних хребетних тварин	188
2. Клас Земноводні, або Амфібії (Amphibia)	189
Лекція 16. Клас Плазуни, або Рептилії (Reptilia)	203
1. Загальна характеристика класу Плазуни, або Рептилії (Reptilia).	203
2. Класифікація класу Плазуни, або Рептилії (Reptilia)	213
3. Значення плазунів у природі та житті людини	214
Лекція 17. Клас Птахи (Aves).	218
1. Загальна характеристика класу Птахи (Aves)	218
2. Класифікація птахів.	238
3. Значення птахів у природі та житті людини	239
Лекція 18. Клас Ссавці, або Звірі (Mammalia)	244
1. Загальна характеристика класу Ссавці, або Звірі (Mammalia) . .	244
2. Класифікація класу Ссавці	258
3. Значення ссавців у природі та житті людини	266
Словник зоологічних термінів.	271
Список використаних джерел	288

Передмова

Запропонований навчальний посібник побудований з урахуванням завдань програми навчального курсу «Зоологія», передбачених для студентів вищої педагогічної школи небіологічного профілю.

Зоологія — класична сучасна наука, її предмет — тварини усіх таксонів та життєвих форм, їх біологія, значення. Завдання курсу «Зоологія» полягає в тому, щоб ознайомити студентів з різноманітністю тваринного світу, розкрити взаємозв'язки між тваринами і навколишнім середовищем, показати господарське значення та необхідність раціонального використання і охорони тваринних ресурсів.

Вивчення дисципліни «Зоологія» передбачає розв'язання основного завдання фундаментальної професійної підготовки фахівців вищої кваліфікації, зокрема, опанування системою знань про царство Тварини.

За структурою навчальний посібник побудований як курс лекцій. Практика показала, що це сприяє ефективнішій підготовці студентів до семінарських і практичних занять, полегшує опрацювання навчального матеріалу. Після викладу основного тексту в посібнику наведені запитання для самоперевірки знань студентів, рекомендовану літературу, науково-популярну інформацію за рубриками «З історії науки», «Зі світу науки», «Цікаво знати», «Для допитливих», «Походження назв тварин», яка сприятиме комплексному пізнанню тваринного світу, зацікавленню студентів у вивченні цього курсу, розширенню кругозору та ґрунтовному засвоєнню навчального матеріалу.

Рубрики «Важливо знати» та «Життєві поради» допоможуть студентам у різних життєвих ситуаціях. В кінці цього посібника подано «Словник зоологічних термінів».

Маємо надію, що осмислення представленної навчальної інформації сформує у майбутніх фахівців цілісне уявлення про царство Тварин.

З повагою і побажанням успіхів автори

ЛЕКЦІЯ 1

РІЗНОМАНІТНІСТЬ ОРГАНІЧНОГО СВІТУ

План

1. Природна система органічного світу.
2. Структурні рівні організації живих організмів.
3. Коротка історія тваринного світу.
4. Зоологічна класифікація.

Основні поняття: природна система, прокаріоти, еукаріоти, систематика, таксони, таксономічні категорії (таксономічні одиниці), структурні рівні організації живої матерії, геологічна ера, період, епоха.

1. Природна система органічного світу

Увесь сучасний органічний світ прийнято поділяти на дві імперії. Імперія неклітинних (Noncellulata) складається тільки з одного царства **Віруси** (Vira), але на думку багатьох вчених віруси — не справжні організми, тому що не здатні до самостійного обміну речовин. Імперія клітинних (Cellulata) поділяється на два надцарства: без'ядерні (або прокаріоти (від лат. *pro* — перед, до; *karion* — ядро)) та ядерні (або еукаріоти (від грецьк. *eu* — повністю, *karion* — ядро)).

За палеонтологічними даними, прокаріоти на нашій планеті виникли біля 3,2 млрд. років тому, тоді як еукаріоти є набагато молодшими — їх вік складає лише біля 1,6 млрд. років.

Прокаріотичні клітини за розмірами значно менші від еукаріотичних — їх середній діаметр становить біля 0,5-2 мкм, тоді як у еукаріот — 5-20 мкм.

Клітини прокаріот та еукаріот на фенотипічному рівні **подібні** за наявністю ДНК (дезоксирибонуклеїнова кислота) та білок-синтезуючого апарату, представленого рибосомами, за наявністю зовнішньої мембрани (плазмалеми), ферментних комплексів. До складу клітин прокаріот та еукаріот входять білки, жири, вуглеводи, нуклеїнові кислоти, мінеральні сполуки та вода.

Прокаріоти не мають спеціалізованих фотосинтетичних органел. Вони не здатні до фаго- та піноцитозу, не мають морфологічно оформленого ядра, мітохондрій, пластид, ендоплазматичної сітки, комплексу Гольджі, лізосом, а також органел, що побудовані з мікротрубочок — джгутиків, базальних тіл джгутиків, клітинного центру з центріолями. У прокаріот відсутні мітоз, мейоз, статевий процес, а обмін генетичною інформацією здійснюється парасексуально — шляхом трансформацій та кон'югацій. Прокаріоти на відміну від еукаріотів здатні дуже швидко розмножуватися.

Прокаріоти складають два царства: **Архебактерії** (Archaeobacteria) і **Бактерії** (Eubacteria). Різниця між якими полягає у відсутності двошарової ліпідної мембрани у архебактерій та її наявності у бактерій.

Еукаріоти розділяють на три царства: **Рослини** (Plantae, або Vegetabilia), **Гриби** (Fungi), **Тварини** (Animalia) (табл. 1).

Таблиця 1

СИСТЕМА ОРГАНІЧНОГО СВІТУ

ІМПЕРІЯ					
КЛІТИННІ				НЕКЛІТИННІ	
НАДЦАРСТВО				ВІРУСИ	
ПРОКАРІОТИ		ЕУКАРІОТИ			
ЦАРСТВО	ДРОБ'ЯНКИ	РОСЛИНИ	ГРИБИ		ТВАРИНИ
ПІДЦАРСТВО	БАКТЕРІЇ	ВИЩІ РОСЛИНИ	ВИЩІ ГРИБИ		ОДНОКЛІТИННІ
	ЦІАНО-БАКТЕРІЇ	НИЖЧІ РОСЛИНИ	НИЖЧІ ГРИБИ		БАГАТО-КЛІТИННІ

За самими обережними оцінками сьогодні на нашій планеті зареєстровано біля 3 млн. видів живих організмів. З них понад 1000 видів вірусів, близько 4500 видів дроб'янок, біля 500 тис. видів — це рослини, біля 100 тис. видів — гриби, біля 2 млн. видів — тварини (з них понад 1,5 млн. комахи). Це різноманіття виникло внаслідок тривалого процесу еволюції, під час якого одні види давали початок іншим, деякі зникали. Види, що утворилися від спільного предка, зберігають чимало ознак схожості. Чим віддаленішим є історичний зв'язок між видами, тим суттєвішими є відміни між ними. Таким чином, усі види, що населяють нашу планету, пов'язані між собою відносними родинними зв'язками, тобто утворюють *природну систему* або систему організмів. Дослідження цієї системи і спробами відтворити її, тобто спробами відобразити послідовність еволюційних подій на планеті займається **систематика**.

Систематика (від грецьк. *systematikos* — впорядкований) — наука, що вивчає різноманітність живих організмів, встановлює філогенетичні зв'язки між ними та іншими таксономічними категоріями органічного світу і розробляє природну класифікацію. Відтворення природної системи (частіше називають розробкою або побудовою природної системи) є одним з найскладніших і найважливіших наукових завдань, що стоять перед біологією. Значні теоретичні узагальнення біології XIX та XX ст. — еволюційна теорія Дарвіна та ендосимбіотична теорія Мережковського-Маргеліс — були прямо пов'язані з розробкою природної системи.

Природна система має як наукове, так і прикладне значення. Наукова цінність природної системи полягає в тому, що при її побудові необ-

хідними є синтез та узагальнення знання з усіх галузей біології — біохімії, біофізики, генетики, молекулярної біології, цитології, екології. Таким чином, у природній системі в концентрованому вигляді представлені здобутки сучасної біології у цілому. Прикладне значення природної системи полягає в її прогностичності. Знання ступеню спорідненості об'єктів дозволяє за методом аналогій прогнозувати властивості інших об'єктів. Ця риса природної системи у надзвичайному ступені виявилась корисною для сучасної біотехнології, особливо тоді, коли проводиться пошук нових біотехнологічних об'єктів.

Наука систематика оперує двома основними поняттями: *таксонами* та *систематичними* одиницями (категоріями).

Таксон (від грецьк. *taxis* — розміщення, порядок) — це група дискретних (відособлених) організмів, споріднених між собою спільністю ознак і властивостей, завдяки чому їм можна присвоїти систематичну одиницю (таксономічну категорію).

Систематична одиниця, на відміну від таксону, є поняттям логічним, і відображає не реальні організми, а певний ранг або рівень класифікації, до якого може бути віднесений певний таксон на основі комплексу встановлених таксономічних ознак.

Основні таксономічні категорії у *систематиці рослин, грибів і тварин* подано в таблиці 2.

Таблиця 2

ОСНОВНІ ТАКСОНОМІЧНІ КАТЕГОРІЇ У СИСТЕМАТИЦІ РОСЛИН, ГРИБІВ І ТВАРИН

Основні таксономічні категорії	
у систематиці рослин, грибів	у систематиці тварин
Царство (Regnum)	
Відділ (Divisio)	Тип (Phylum)
Клас (Classis)	
Порядок (Ordo)	Ряд (Ordo)
Родина (Familia)	
Рід (Genus)	

Конкретний вид є таксоном, а інші назви — таксономічними категоріями. Так, собака свійський — являє собою таксон, а рід, родина не є таксонами, а є категоріями, або таксономічними одиницями. Крім основних таксономічних категорій існують також допоміжні: надцарство, надклас, підклас, підродина.

Кожний таксон, у відповідності з тим, до якої таксономічної категорії він відноситься, має власну унікальну назву. Порядок надання таксонам правильних та законних назв в зоології регламентується Міжнародним кодексом зоологічної номенклатури (МКЗН). Згідно з МКЗН,

правильною науковою назвою таксону є латинська назва. Родова назва представляє собою іменник без спеціального закінчення, написаний з великої літери. Видова назва є біноміальною, тобто складається з двох слів, з яких перше є назвою роду, а друге — видовим епітетом.

Отже, місце собаки свійського у системі органічного світу: царство Тварини — тип Хордові — клас Ссавці — ряд Хижі — родина Вовчі — рід Вовк — вид Собака свійський (*Canis familiaris*).

2. Структурні рівні організації живих організмів

Рівні організації живих організмів — це відносно гомогенні біологічні системи, для яких характерний певний тип взаємодії елементів, просторовий і часовий масштаби процесів. Розрізняють такі рівні організації живої матерії: молекулярний, клітинний, тканинний, органний, організмовий, біологічних угруповань (від біогеоценозів до біосфери загалом).

З ускладненням організації нижчий рівень входить до складу наступного, вищого рівня, останній — до складу ще вищого і т.д. Так здійснюється принцип ієрархії (ступінчастого підпорядкування), властивий живій матерії. Рівень організації є одним з фундаментальних у вивченні біологічних об'єктів, які існують завдяки зв'язкам, що поєднують їхні елементи в єдине ціле. Ідея рівнів організації живого дає змогу пояснити цілісність і якісну своєрідність біологічних систем.

Молекулярний рівень організації живої матерії є предметом вивчення молекулярної біології, яка вивчає будову молекул білків, нуклеїнових кислот, жирів та інших речовин і їхню роль у життєдіяльності клітини. На цьому рівні досягнуто практичних успіхів у галузі біотехнології і генної інженерії.

Особливий рівень організації живої матерії — **клітинний**; біологія клітини — один з основних розділів сучасної біології, включає проблеми морфологічної організації клітини, спеціалізації клітин у ході розвитку, функцій клітинної мембрани, механізмів і регулювання поділу клітин. **Спеціалізація** (від франц. *specialisation*, від лат. *specialis* — особливий) — набуття клітинами спеціальних ознак для виконання певних функцій.

На **тканинному і органному рівні** основні проблеми полягають у вивченні відповідно особливостей будови і функцій окремих органів та тканин, з яких побудовані органи.

На **організмовому рівні** досліджують організм як єдине ціле, елементарну одиницю життя, оскільки поза ними в природі життя не існує. При цьому вивчають характерні ознаки будови організму, фізіологічні процеси та їх нейрогуморальну регуляцію, механізми забезпечення гомеостазу та адаптації.

На **популяційно-видовому рівні** вивчаються фактори, що впливають на чисельність популяцій, проблеми збереження зникаючих видів, динаміку генетичного складу популяцій, дію факторів мікроеволюції.

На біоценотичному і біогеоценотичному рівнях провідними є проблеми взаємовідносин організмів у біоценозах, умови, які визначають їх чисельність і продуктивність біоценозів, стійкість останніх і роль впливу людини на збереження біоценозів та їхніх комплексів.

На біосферному рівні сучасна біологія вирішує глобальні проблеми, наприклад зміни концентрації вуглекислого газу в атмосфері, пов'язаної з діяльністю людини.

Поділ живої матерії і проблем біології за рівнями організації хоча й відображає об'єктивну реальність, але водночас є умовним, бо майже всі конкретні завдання біології стосуються одночасно кількох рівнів або й усіх разом. Наприклад, проблеми еволюції, або онтогенезу, не можна розглядати тільки на рівні організму, тобто без молекулярного, клітинного, органно-тканинного, а також популяційно-видового і біоценотичного рівнів, проблема регулювання чисельності спирається на молекулярний рівень, але стосується також усіх вищих, включаючи аспекти біосферного рівня.

3. Коротка історія тваринного світу

Подамо коротку історію тваринного світу в таблиці 3.

Таблиця 3

КОРОТКА ІСТОРІЯ ТВАРИННОГО СВІТУ

Ера та її тривалість (у млн. років)	Період та його тривалість (у млн. років)	Епоха та її тривалість (у млн. років)	Форми життя
1	2	3	4
Докембрій (3500)			Виникнення прокаріот (3,5 млрд. років тому), одноклітинних еукаріот (біля 1,5 млрд. років тому), багатоклітинних еукаріот (біля 700 млн. років тому): кишковопорожнинних тварин.
Палеозой (330)	Кембрійський (70)		Виникнення багатощетинкових черв'яків, членистоногих, хордових.
	Ордовіцький (60)		Розквіт велетенських моллюсків, трилобітів, поява коралових поліпів, ракоскорпіонів, безщелепних хордових — щиткових.
	Силурійський (30)		Поява перших риб — панцирних та колючезубих. Розквіт малощетинкових черв'яків, павукоподібних, багатоніжок.
	Девонський (50-70)		В морях з'являються хрящові риби, а у прісних водах — кісткові (кистепері та дводишні). Вихід на суходіл хребетних тварин. Поява перших земноводних.

Ера та її тривалість (у млн. років)	Період та його тривалість (у млн. років)	Епоха та її тривалість (у млн. років)	Форми життя
1	2	3	4
	<i>Кам'яновугільний (70)</i>		Розквіт амфібій. Поява комах, наземних черевоногих моллюсків, плазунів.
	<i>Пермський (45)</i>		Збільшення різноманіття плазунів (лускаті, черепахи, пеликозаври, звірозубі). Вимирають трилобіти, колючезубі риби (клімат став сушим і холоднішим), значна частина дводішних та кистеперих риб, первісних земноводних.
Мезозой (173)	<i>Тріасовий (45)</i>		Зростає різноманітність хрящових та кісткових риб, звірозубих ящерів (динозаври). Поява ссавців. Вимирають первісні земноводні.
	<i>Юрський (58)</i>		Розквіт головоногих моллюсків (амонітів та белемнітів), плазунів. Виникають безхвості та хвостаті земноводні, птахи.
	<i>Крейдяний (70)</i>		Розквіт морських форамініфер. Поява та домінування комах. Вимирання динозаврів у кінці періоду. З'являються сумчасті та плацентарні ссавці.
Кайнозой (60-70)	<i>Палеоген (40)</i>	<i>Палеоцен (8)</i>	Вимерли динозаври. З'явилися хижі ссавці, гризуни, зайцеподібні, предки копитних.
		<i>Еоцен (20)</i>	Широка адаптивна радіація ссавців і птахів.
		<i>Олігоцен (12)</i>	Виникла більшість сучасних рядів птахів Розквіт копитних, хоботних, мавп.
	<i>Неоген (23)</i>	<i>Міоцен (15)</i>	Виникли перші людиноподібні мавпи.
		<i>Пліоцен (8)</i>	Формування фауни, що загалом дуже нагадує сучасну.
	<i>Антропоген (2)</i>	<i>Плейстоцен (2)</i>	Виникла людина прямоходяча.
		<i>Голоцен (0,01)</i>	Поява сучасної людини. Її активна господарська діяльність визначила сучасний вигляд планети Земля.

4. Зоологічна класифікація

Царство Тварини класифікують на два підцарства:

- *Найпростіші*, або *Одноклітинні* (Protozoa);
- *Багатоклітинні* (Metazoa).

Підцарства виділяються за фундаментальними ознаками, які здебільшого не є специфічними, а характерні для різних типів у тій чи іншій комбінації. До таких ознак належать одно- або багатоклітинність, наявність або відсутність клітинної диференціації, типи симетрії, кількість зародкових листків, характер порожнини тіла, наявність сегментації та її характер, наявність або відсутність тих чи інших систем органів тощо. Зазвичай враховуються і специфічні ознаки.

Основні типи Царства Тварин та кількість їхніх видів на Землі (дані за И.Х.Шаровою, 2002):

- *Підцарство Найпростіші*, або *Одноклітинні* (Protozoa):
 1. Тип Саркомастигофори (Sarcomastigofora) — 25 тис. видів;
 2. Тип Інфузорії (Ciliophora) — 7,5 тис. видів;
 3. Тип Апікомплекси (Apicomplexa) — 4800 видів;
 4. Тип Мікроспоридії (Microspora) — 800 видів;
 5. Тип Міксоспоридії (Muxozoa) — 875 видів;
 6. Тип Лабіринтули (Labyrinthomorpha) — 35 видів;
 7. Тип Асцетоспорові (Ascetospora) — 30 видів.
- *Підцарство Багатоклітинні* (Metazoa):
 1. Тип Пластинчаті (Placozoa) — 2 види;
 2. Тип Губки (Porifera) — 5 тис. видів;
 3. Тип Кишковопорожнинні (Coelenterata) — 10 тис. видів;
 4. Тип Гребневики (Ctenophora) — 120 видів;
 5. Тип Плоскі черви (Plathelminthes) — 15 тис. видів;
 6. Тип Круглі черви (Nemathelminthes) — 100 тис. видів;
 7. Тип Немертини (Nemertini) — 750 видів;
 8. Тип Кільчасті черви (Annelida) — 12 тис. видів;
 9. Тип Молюски (Mollusca) — 113 тис. видів;
 10. Тип Оніхофори (Onychophora) — 70 видів;
 11. Тип Членистоногі (Arthropoda) — 1,8 млн. видів;
 12. Тип Погонофори (Pogonophora) — 150 видів;
 13. Тип Щупальцеві (Tentaculata) — 4230 видів;
 14. Тип Щетинкощелепні (Chaetognatha) — 120 видів;
 15. Тип Голкошкірі (Echinodermata) — 6 тис. видів;
 16. Тип Напівхордові (Hemichordata) — 100 видів;
 17. Тип Хордові (Chordata) — 51 тис. видів.

Питання для самоперевірки

1. Зробіть порівняльний аналіз еукаріотів і прокаріотів.
2. Як називається наука, що займається класифікацією живого? Що Вам про неї відомо?
3. Поясніть, що таке таксон.

4. Назвіть основні таксономічні категорії у систематиці тварин.
5. Які розрізняють структурні рівні організації живих організмів? Дайте їхнє означення.
6. Дайте характеристику еволюційних подій, що відбулися у ту чи іншу геологічну еру (період, епоху).

Цікаво знати, що

➤ Органічний світ суші у видовому відношенні більш різноманітний, ніж органічний світ водного середовища. Якщо кількість видів сухопутних тварин складає 93%, то водних — лише 7%. Наведені цифри свідчать про те, що можливості для видоутворення на суші були більш сприятливі, ніж у водному середовищі.

З історії науки

➤ Термін «біологія» запропонував відомий французький натураліст Жан Батіст Ламарк у 1802 році.

➤ Визначення біосфери як особливої оболонки Землі та її назва були запропоновані відомим австрійським геологом Е. Зюссом у його праці з геології Альп. Детально розробив вчення про біосферу український вчений В.І. Вернадський — перший президент Української Академії наук.

➤ **Аристотель** (384-322 рр. до н. е.) з міста Стагира, був учнем видатного афінського філософа Платона, друга та учня Сократа. Аристотель був переконаний, що Земля — це куля. Доводив це появою кораблів із-за горизонту та виглядом місячних затемнень. Одночасно доводив також і кулеподібність Місяця. Аристотель заклав основи логіки, психології, етики, естетики, фізики, біології, астрономії, тому його вважають основоположником природознавчих наук. Згідно з його поглядами світ живих істот стали розділяти на тваринний та рослинний. Спостерігаючи за відповідністю морфо-фізіологічних особливостей організмів умовам навколишнього середовища, Аристотель дійшов висновку, що вона (відповідність) не може бути випадковою і вважав, що, мабуть, існує загальна доцільність у взаємодії природних об'єктів та явищ і що вона наперед визначена довічною цільовою причиною.

Зі світу науки

➤ **Архебактерії** (від грецьк. *archaios* — древній, *bakterion* — паличка) — найменш вивчене царство клітинних організмів. Вони вважаються найпримітивнішою групою на нашій планеті. Всі вони є облигатними гетеротрофами, позбавлені пептидогліканових (муреїнових) клітинних покривів, які притаманні більшості еубактерій. У генетичному матеріалі архебактерій є послідовності, котрі багато разів повторюються, а в генах — ділянки, які не кодують білок (інтрони), що характерно для еукаріот. Реплікація, транскрипція та трансляція в архебактерій та еукаріот дуже схожі. Архебактерії здатні до фіксації молекулярного азоту, проте не здатні засвоювати складні органічні речовини, оскільки не

мають гідролітичних екзоферментів. Тому серед архебактерій немає паразитичних та патогенних видів.

➤ На рибі і м'ясі інколи з'являється велика кількість нешкідливих бактерій, які виділяють зеленувато-блакитне світло. Німецький вчений Е.Дюбуа-Реймон розводив колонії бактерій, які світилися, в чашках з поживним середовищем (агаром). Він спромігся за допомогою цих бактерій освітити велику кімнату світлом, подібним до яскравого місячного. Вечорами при цьому світлі можна було читати.

➤ Надзвичайна витривалість ціанобактерії привернула увагу екзобіологів: зокрема, в США з початку 60-х років ряд лабораторій (наприклад, «Jet Propulsion Laboratory» в Каліфорнії) розробляють методики та ведуть селекцію штамів ціанобактерій, придатних розмножуватись у позаземних умовах, зокрема, на Марсі.

Рекомендована література

1. Бровдій В.М., Ільєнко К.П., Пархоменко О.В. Проблеми еволюції організмів / За ред. В.М. Бровдія. — К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2004. — 96 с.

2. Дербенева А.Г., Шаламов Р.В. Общая биология / Под ред. П.А. Калимана. — Х.: Мир детства, 1997. — 280 с.

3. Майр Э. Принципы зоологической систематики. — М.: Мир, 1971. — 454 с.

4. Мир дикой природы: В 16-ти томах. — М.: Росмэн, 1997.

5. Мир живой природы. — М.: Мир, 1984. — 264 с.

6. Molecular Systematics (second edition) / Hillis D.M., Moritz C., Mable B.K. (eds.). — Sunderland: Sinauer Associates Inc., 1996. — 655 p.

7. Охорона природи / В.М. Бровдій, Н.В. Вадзюк, А.Д. Гончар та ін.; За ред. В.М. Бровдія. — К.: Генеза, 1997. — 152 с.

8. Шарова И. Х. Зоология беспозвоночных: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. — 592 с.

ЛЕКЦІЯ 2

ЗООЛОГІЯ ЯК НАУКА

План

1. Зоологія — наука про тварини.
2. Спільні та відмінні ознаки тварин і рослин.
3. Загальна характеристика тварин.
4. Поширення тварин у біосфері.
5. Значення тварин у природі та житті людини.

Основні поняття: зоологія, тварини, гетеротрофи, еукаріоти, планктон, нектон, бентос, гідробіонти, геобіонти, авіабіонти, літобіонти, дендробіонти, хортобіонти, фауна, систематика, таксони, консументи.

1. Зоологія — наука про тварини

Накопичення знань про тварин почалося дуже давно. У своїх зоологічних трактатах Аристотель (384-322 рр. до н.е.) встановлює і характеризує понад 400 видів тварин, поділивши їх на «тварин із кров'ю» та «тварин без крові». Проте формування зоології як науки стало можливим лише після появи праці «Systema naturae» (1758) шведського природодослідника Карла Ліннея (1707-1778). Він описав 4208 видів тварин, об'єднавши їх у ієрархічну систему, що вивчає такі підпорядковані категорії: вид, рід, ряд, клас.

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.

Предметом дослідження *систематики тварин* (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.

Зоогеографія (від грецьк. *zoon* — тварина, *geographia* — землеопис) досліджує поширення тварин на Землі і виявляє історичні закономірності генезису та формуванню фауни в різних районах. Для дослідження

географічного поширення тварин багатий матеріал дає наука палеонтологія. В швидкому розвитку зоогеографії велика заслуга належить відомим вченим М.О.Сєверцову, М.О. Мензбіру, П.П. Сушкіну та багатьом іншим.

Палеозоологія (від грецьк. *palaios* — давній, *zoon* — тварина, *logos* — учення) вивчає тваринний світ минулих часів. Палеозоологія досліджує давно вимерлі тварини за рештками або слідами їх життєдіяльності, які вчені знаходять у шарах земної кори у вигляді скам'янілостей або відбитків. На підставі цих даних, а також беручи до уваги закономірності життя і розвитку сучасних тварин, палеозоологія вивчає будову викопних істот, їх систематику і походження, спосіб життя. Досліджуючи фауну, що існувала в різні геологічні ери, палеозоологія має тісний зв'язок з геологією. Велика заслуга в розвитку палеозоології належить В.О.Ковалевському, який є основоположником еволюційної палеонтології. Палеозоологія перебуває в тісному зв'язку з *філогенією* (від грецьк. *phylon* — рід, плем'я, *genesis* — походження) — наукою про походження та еволюцію тваринного світу в цілому та окремих груп тварин.

Етологія (від грецьк. *ethos* — звичай) вивчає загально біологічні основи та закономірності поведінки тварин.

Екологія тварин (від грец. *оїкос* — будинок, дім; *logos* — наука) — розділ зоології, що вивчає спосіб життя тварин у зв'язку з умовами їх існування та значення факторів довкілля для основних функцій живих організмів (живлення, розмноження, виживання, коливання чисельності тощо).

Поділ зоології на два великі розділи — зоологію безхребетних (вивчає усі типи тваринного царства, крім типу Хордові) і зоологію хребетних (вивчає тварин, що належать до типу Хордові) зумовлений різними об'єктами дослідження, численністю та різноманітністю представників тваринного світу, ступенем вивченості окремих груп і специфічністю методик їх дослідження. Ті або інші групи безхребетних тварин вивчають різні наукові галузі, зокрема такі як: протозоологія — найпростіших, гельмінтологія — паразитичних червів, малакологія — молюсків, ентомологія — комах, іхтіологія — риби, батрахологія — земноводних, герпетологія — плазунів, орнітологія — птахів, мамаліологія — ссавців.

Накопичення знань про тварин зумовило диференціацію зоології на низку окремих наук за предметом дослідження: *морфологія тварин* вивчає їх внутрішню та зовнішню будову, *фізіологія* — функції окремих органів і організму в цілому. Зоологія широко використовує і розвиває дані деяких загально біологічних наук: *анатомії, гістології, цитології, фізіології, ембріології, генетики*.

Результати досліджень із зоології застосовуються на практиці у багатьох галузях господарства, а також в охороні здоров'я, комунальному господарстві. Наприклад, біологічний метод, який полягає у використанні для захисту рослин від шкідливих організмів їх природних ворогів (хижаків, паразитів, антагоністів), продуктів їх життєдіяльності (феромонів, ювеноїдів, біологічно активних речовин) та ентомопатогенних мікроор-

ганізмів з метою зменшення їх чисельності та шкодочинності і створення сприятливих умов для діяльності корисних видів у агробіоценозах, тобто застосування «живого проти живого». Позитивним фактором у застосуванні біологічного методу є його екологічність. Біологічні засоби можна використовувати без обмеження кратності застосування, в той час як кількість обробок рослин хімічними пестицидами суворо регламентована.

2. Спільні та відмінні ознаки тварин і рослин

З рослинами тварини мають такі схожі риси:

- клітинна будова (всі вони є *еукаріотами*);
- кодування, передача і реалізація спадкової інформації;
- обмін речовин (живлення, дихання, виділення);
- ріст, розвиток,
- розмноження;
- подразливість.

Відмінні ознаки рослин і тварин (таблиці 4):

Таблиця 4

ВІДМІННІ ОЗНАКИ РОСЛИН І ТВАРИН

Ознаки	Типова рослина	Типова тварина
1	2	3
Спосіб живлення	Автотрофний, рідше гетеротрофний	Гетеротрофний
Обмін речовин	За рахунок фотосинтезу	За рахунок надходження речовин із їжею
Здатність до пересування	Більшість нерухомі	У переважній більшості активно пересуваються
Будова клітини	Жорстка клітинна целюлозна стінка. Велика, постійно існуюча вакуоля з клітинним соком. Є хлоропласти, що містять хлорофіл або інші пластиди. Запасують вуглеводи у вигляді крохмалю. Клітинний центр властивий нижчим рослинам, у вищих — відсутній	Відсутня жорстка клітинна стінка. Лише у найпростіших — скоротливі та травні вакуолі. Немає хлоропластів або інших пластид. Запасують вуглеводи у вигляді глікогену. Є клітинний центр
Тканини	Твірна, покривна, провідна, механічна, основна	Епітеліальна, м'язова, тканини внутрішнього середовища, нервова
Система органів	Систем органів немає	Для більшості багатоклітинних характерні опорно-рухова, кровоносна, дихальна, видільна, травна, ендокринна, нервова, статева, сенсорні системи органів

Ознаки	Типова рослина	Типова тварина
1	2	3
Подразливість	Регулюється тільки фітогормонами, нервової системи немає. Повільно відповідає на подразник, найчастіше ростовими реакціями (тропізми і настії)	Регулюється гормонами й нервовою системою, остання дозволяє швидко реагувати на подразник (рефлекс)
Роль у ланцюзі живлення	Продуценти (від лат. <i>producens</i> — утворюючий) — організми, що виробляють органічні речовини з неорганічних	Консументи (від лат. <i>consumo</i> — споживаю) — організми, що живляться рослинною або тваринною їжею, а також їх рештками
Ріст	Обмежений певними ділянками, у яких розміщені меристеми (у багатоклітинних рослин), ростуть протягом всього життя	Ріст всього тіла до певного віку
Виділення	Продуктів виділення небагато, спеціальних екскреторних органів немає	У більшості багатоклітинних є спеціальні органи виділення, зокрема для виділення азотистих речовин

3. Загальна характеристика тварин

Практично усі тварини — *гетеротрофні* (від грецьк. *heteros* — інший, *trophe* — живлення) організми, які характеризуються здатністю використовувати лише готові органічні сполуки і не можуть синтезувати їх із неорганічної речовини.

Більшість тварин — здатні до активного руху організми, і їхні тканини мають бути еластичними. Тому клітини тварин позбавлені міцних клітинних оболонок. Проте у одноклітинних тварин, представників підцарства Одноклітинні (Найпростіші), поверхневий апарат часто утворює твердий опорний шар або пружну *нелікулу*. Через відсутність клітинних оболонок підмембранний комплекс не тільки підтримує форму клітин, а й може зумовлювати її зміни.

Через складність організації багатоклітинних тварин особливе значення для них має взаємодія між клітинами. Вона забезпечується рецепторними та сигнальними молекулами, що знаходяться на поверхні клітини. **Надмембранний комплекс** тваринних клітин — *глікокалікс* (від лат. *glikis* — солодкий, *callum* — товста шкіра). Він складається з білків, зв'язаних із вуглеводами і, частково, зі сполук ліпідів з вуглеводами. Глікокалікс приєднується до плазматичної мембрани і забезпечує без-

посередній зв'язок клітин з навколишнім середовищем та зв'язок між клітинами. Через нього клітина сприймає подразники.

Особливістю тканин тварин, є те, що вони побудовані не лише з *живих клітин*, а й з міжклітинної речовини, яку утворюють і виділяють самі клітини. Крім того, у тварин тканини дорослого організму походять кожна зі свого зародкового листка. **Зародкові листки** — шари тіла зародка багатоклітинних тварин, з яких розвиваються різні органи і тканини. У більшості типів тварин їх три:

1) **ектодерма** (від грецьк. *ektos* — зовні, *derma* — шкіра) — зовнішній зародковий листок;

2) **ентодерма** (від грецьк. *entos* — усередині, *derma* — шкіра) — внутрішній зародковий листок;

3) **мезодерма** (від грецьк. *mesos* — середній, *derma* — шкіра) — середній зародковий листок.

Суттєвою ознакою тканин тварин є їхня нездатність перетворюватися одна на одну. Саме тому тварини ростуть усім тілом.

4. Поширення тварин у біосфері

Тварини існують в усіх частинах біосфери: гідросфері, атмосфері, літосфері. Світовий океан заселений тваринами від поверхні до глибин. Так, на глибині близько 11 000 м виявлено червів, молюсків, ракоподібних.

Тварин *гідросфери (гідробіонтів)* поділяють на кілька груп:

- **планктон** (від грецьк. *plankton* — блукаючий) — це сукупність організмів, які населяють товщу води і пасивно переносяться течією; до складу зоопланктону входять найпростіші, медузи, черви, ракоподібні, личинки безхребетних;

- **нектон** (від грецьк. *nektos* — плаваючий) є сукупністю організмів, здатних активно плавати в воді на значні відстані; нектонними організмами є, наприклад, головоногі молюски;

- **бентос** (від грецьк. *benthos* — глибина) — сукупність організмів, які ведуть придонний спосіб життя; до складу зообентосу входять найпростіші, губки, кишковопорожнинні, черви, молюски, ракоподібні.

Тварини, які є жителями *атмосфери* — **авіабіонти**, зосереджені переважно у її нижніх шарах на межі із поверхнею землі, проте є й такі, що піднімаються на значну висоту. Павукоподібні зустрічаються на висоті близько 9 000 м, комахи (метелики, перетинчастокрилі) — 600 м.

Тварини, які населяють *літосферу* — **літобіонти**, поширені нерівномірно. Більша частина жителів ґрунту — **едафобіонти** (від грецьк. *edaphos* — ґрунт, земля, *bios* — життя) населяє поверхневі шари, не спускаючись глибше 50 см. Дощові черви, терміти, мурашки-листорізи у пошуках вологих горизонтів закопуються іноді на 5-6 м. Серед літобіонтів які заселяють поверхню землі виділяють дендробіонтів (від греч. *dendron* — дерево, *bios* — життя), що мешкають на дерев'янистій рос-

линності та хортобіонтів (від греч. *chortos* — трава *bios* — життя) — мешканців трав.

Кожній ландшафтній зоні властива своя **фауна** (від грецьк. *fauna* — богиня лісів, полів, звірів) — сукупність тварин, що склалася історично та населяє певну територію.

5. Значення тварин у природі та житті людини

У природі тварини виконують функції:

- В усіх природних екосистемах є незамінною ланкою кругообігу органічних речовин. Тобто вони є консументами (від лат. *consumo* — споживаю) — організмів, що живляться рослинною або тваринною їжею або їх рештками;

- запилювачів рослин, тобто організмів, що переносять пилок з пияляків на приймочку маточки квітки у покритонасінних рослин;

- ґрунтоутворювачів — організмів, завдяки життєдіяльності яких формується родючість ґрунту.

- Є взаємними регуляторами кількості біомаси в усіх екосистемах.

Для людини тварини є джерелом їжі, сировиною для промисловості, об'єктами для лабораторних дослідів, а також помічниками у праці й спорті. Водночас тварини дуже часто є збудниками різних захворювань, шкідниками сільського господарства, серед них багато отруйних видів, шкідливих для людини. Так, людиною створений біометод боротьби з небажаними видами тварин. *Біометод* — біологічний метод боротьби зі шкідниками сільського і лісового господарства. Наприклад, використання сірих куріпок та фазанів для знищення колорадського жука, сов та хижаків — для обмеження чисельності гризунів шкідників

Питання для самоперевірки

1. Що вивчає наука зоологія?

2. Назвіть учених, наукова діяльність яких сприяла розвитку зоології.

3. Які науки входять у склад зоології? Назвіть предмет дослідження кожної із цих наук.

4. Охарактеризуйте зоологічну класифікацію.

5. Дайте загальну характеристику тварин.

6. Встановіть спільні та відмінні ознаки тварин і рослин.

7. У чому полягає значення тварин у природі та житті людини?

Цікаво знати, що

➤ Життя зародилось в океані, однак сьогодні більшість організмів живе на суші. У Світовому океані нині налічують 160 тис. видів тварин і рослин, за кількістю перше місце посідають молюски (60 тис. видів), друге — ракоподібні (20 тис. видів), третє — риби (16 тис. видів).

➤ Відомий російський поет Сергій Єсенін називав тварин «братими нашими меншими». Живучи серед людей з дуже давніх часів, свійські

тварини всіляко допомагають людям, полегшують їм життя. Вони здавна забезпечують людину одягом, взуттям, а головне — їжею. Корова-годувальниця, кінь — козацький товариш, собака — охоронець і дру. Скільки їх, і скільки добра вони людям зробили!

➤ Часом тварини здатні на майже “людські” вчинки. Так, наприклад, **дельфіни** часто виступають у ролі рятувальників. Відомий випадок, коли біля узбережжя в Індійському океані перекинулася під натиском хвиль невелика яхта. Три члени команди, потрапивши у воду, вирішили, що прийшов їм кінець — навколо було повно кровожерних акул. Та ось з’явилися дельфіни. Вони щільним кільцем оточили яхту та людей, захищаючи їх від акул. Заспокоївшись, люди підняли яхту, вичерпали воду і попливли до берега. Дельфіни проводжали їх до хвилерізу, а потім повернулися і щезли в океані.

Рекомендована література

1. Гиляров А.М. Популяционная экология. — М. МГУ, 1990. — 190 с.
2. Ковальчук Г.В. Зоология с основами экологии. — К.: Вища школа, 1988. — С. 3-6, 15-19, 26-29.
3. Мамонтов С.Г., Захаров В.Б. Общая биология: Учеб. пособие для сред. спец. учеб. заведений. — М.: Высшая школа, 1986. — 320 с.
4. Маруненко І.М., Бобрицька В.І., Неведомська Є.О. Основи зоології безхребетних: Навчальний посібник. — Полтава: ТОВ «Поліграфічний центр «Скайтек», 2006. — 176 с.
5. Неведомська Є.О., Маруненко І.М., Бобрицька В.І. Зоологія: Навчально-методичний посібник. — Полтава: ТОВ «Поліграфічний центр «Скайтек», 2006. — 112 с.
6. Одум Ю. Экология / Пер. с англ. Т.1. — М.: Мир, 1986. — 328 с.
7. Шарова И. Х. Зоология беспозвоночных: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. — 592 с.
8. Щербак Г.Й. та ін. Зоологія безхребетних. Підручник: У 3-х книгах. / Г.Й.Щербак, Д.Б.Царичкова, Ю.Г.Вервес. — К.: Либідь, 1995.

ЛЕКЦІЯ 3

МОЛЕКУЛЯРНИЙ РІВЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИВОЇ МАТЕРІЇ ТВАРИН

План

1. Хімічні елементи, які входять до складу живих організмів.
2. Неорганічні сполуки: вода і мінеральні солі.
3. Органічні сполуки: ліпіди.
4. Органічні сполуки: вуглеводи.
5. Органічні сполуки: білки.
6. Органічні сполуки: нуклеїнові кислоти.

Основні поняття: біохімія, макроелементи, мікроелементи, ультрамікроелементи, органогени, неорганічні сполуки: вода і мінеральні солі, гідрофільні речовини, гідрофобні речовини, органічні сполуки, ліпіди, жири, емульсії, фосфоліпіди, воски, стероїди, ліпопротеїди, гліколіпіди, вуглеводи, макромолекули, біополімери, мономер, білки, амінокислоти, структура білка, нуклеїнові кислоти, нуклеотид, ДНК, РНК.

1. Хімічні елементи, які входять до складу живих організмів

Науку, яка вивчає хімічні речовини, що входять до складу живих організмів, їх структуру, розподіл, перетворення і функції називають **біологічною хімією**, або **біохімією** (від грецьк. *bios* — життя, *хімія*). Ця наука почала формуватися наприкінці XIX ст. До середини XX ст. були відкриті основні класи речовин, що входять до складу живих організмів.

Клітини живих організмів містять майже всі відомі в природі хімічні елементи. За кількісним складом у клітині їх можна розділити на три основні групи: **макроелементи**, **мікроелементи**, **ультрамікроелементи**.

Макроелементи складають основну масу органічних і неорганічних речовин. Чотири хімічні елементи, зокрема кисень (O), водень (H), вуглець (C), азот (N), становлять майже 98% і входять до складу органічних сполук. Тому їх ще називають **органогенними**. Із чим пов'язано кількісне переважання цієї «четвірки»? Організми — складні системи. Це означає, що хімічні сполуки, з яких вони утворені, мають бути дуже різноманітними. Щоб ці сполуки зберігали свої властивості, їм треба мати стійку структуру. Таким чином, зв'язки, за допомогою яких утворюються ці речовини, мають бути міцними. Хімічний зв'язок, який відповідає цим вимогам, **ковалентний**. Ковалентні зв'язки утворюються внаслідок усуспільнювання двох електронів зовнішнього рівня, по одному від кожного атома. Чим менше діаметр атомів, які утворюють ковалентний зв'язок, тим сильніше взаємодія між ядром та

усупільненими електронами, і тим міцніший цей зв'язок. Саме тому в живих організмах переважають O, C, H, N, які легко утворюють ковалентні зв'язки.

До макроелементів також належать фосфор (P), калій (K), кальцій (Ca), магній (Mg), натрій (Na), хлор (Cl), сульфур (S), ферум (Fe). Їхня сумарна частка становить 1,9%.

Мікроелементи є складовими компонентами ферментів, гормонів. Це понад 50 хімічних елементів (бор (B), кобальт (Co), купрум (Cu), молібден (Mo), цинк (Zn), ванадій (V), іод (I), бром (Br), манган (Mn)). Вміст їх у клітині — 10^{-12} — 10^{-3} %.

Вміст **ультрамікроелементів** ще менший у клітині. Це аурум (Au), аргентум (Ag), платина (Pt), плумбум (Pb) тощо.

Усі хімічні елементи, що містяться в клітині живих організмів, входять до складу органічних і неорганічних сполук або перебувають у вигляді йонів. Вони відіграють велику роль у живленні клітин, їхньому рості, побудові тканин та органів, підтримують кислотно-лужну рівновагу, беруть участь в обміні речовин та енергії, у процесах подразнення та збудження клітини.

2. Неорганічні сполуки: вода і мінеральні солі

Елементи, що входять до складу організмів, можуть бути або складовими частинами різноманітних **неорганічних** (вода і мінеральні солі) і **органічних** сполук (білки, вуглеводи, жири, нуклеїнові кислоти, гормони, вітаміни), або знаходитись у формі йонів (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , $H_2PO_4^-$).

Найважливішою з неорганічних речовин, що входять до складу живих організмів, є **вода** — H_2O . Вода є основним середовищем, у якому відбуваються процеси обміну речовин та перетворення енергії. Вміст води в більшості живих організмів становить 60-70%, а в деяких (наприклад, у медуз) — до 98%. Вода утворює основу внутрішнього середовища живих організмів (крові, лімфи, міжклітинної рідини).

Виняткове значення води для живих систем пов'язане з будовою її молекули. Молекула води (H_2O) складається з двох атомів гідрогену, які пов'язані міцним полярним ковалентним зв'язком з атомом оксигену. O — сильніший від H неметал, через що спільні пари електронів зміщені в молекулі води в його бік. Тому, хоча молекула води загалом незаряджена, біля атома O збирається негативний заряд, а біля атомів H — позитивний. Молекула води *поляризована* і є *диполем* (має і позитивний, і негативний заряди). Протилежні полюси сусідніх молекул води притягуються, утворюючи *водневі зв'язки*. Це відносно слабкі зв'язки, в 15-20 разів слабші за ковалентні. Саме вони визначають особливе значення води для життя. Молекули води в рідині зв'язані одна з одною і з молекулами розчинених речовин водневими зв'язками. Енергія цих зв'язків невелика, і тому вони швидко руйнуються та легко відновлюються.

Через те що молекули води є диполями, вони мають унікальну властивість — розчиняти полярні речовини, до яких відносяться іонні сполуки: солі, кислоти, основи (до відома: до неіонних сполук відносяться спирти, цукор). Молекули води ніби «розтягують» молекули полярних речовин. При цьому зростає реакційна здатність розчинених речовин, оскільки їхні молекули або іони набувають можливості вільно рухатись. Речовини, здатні розчинятися у воді, називаються **гідрофільними** (від грецьк. *hydor* — вода, *phileo* — люблю).

Речовини, які не взаємодіють з водою, а тому в ній не розчиняються, називаються **гідрофобними** (від грецьк. *hydor* — вода, *phobos* — страх). До гідрофобних речовин належать майже всі жири, деякі білки.

З водою пов'язана також регуляція теплового режиму організмів. Їй притаманна велика **теплоємність**, тобто здатність поглинати тепло за незначних змін власної температури. Завдяки цьому вода запобігає різким змінам температури в клітинах і в організмі в цілому за значних її коливань у навколишньому середовищі. Під час випаровування води організми витрачають багато тепла. Так вони захищають себе від перегрівання. Завдяки високій **теплопровідності**, вода забезпечує рівномірний розподіл теплоти між тканинами організму, циркулюючи по порожнинах органів і тіла.

Крім води, в організмах є ще неорганічні сполуки — **мінеральні солі**.

Вони знаходяться у дисоційованому (розчиненому) стані у вигляді катіонів (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} та ін.) та аніонів (Cl^- , HCO_3^- , $H_2PO_4^-$, SO_4^{2-} та ін.) або перебувають у вигляді твердих сполук ($CaCO_3$, $Ca_3(PO_4)_2$).

Різна концентрація K^+ і Na^+ поза клітинами та всередині них спричинює виникнення різниці електричних потенціалів на плазматичних мембранах клітини. Це забезпечує транспорт речовин через мембрани.

Сполуки кальцію ($CaCO_3$, $Ca_3(PO_4)_2$) входять до складу міжклітинної речовини кісткової тканини та до черепашок молюсків і найпростіших (форамініфер), панцирів раків. У найпростіших — радіолярій внутрішньоклітинний скелет побудований з SiO_2 (оксид силіцію, або кремнезем) або $SrSO_4$ (сульфат стронцію).

3. Органічні сполуки: ліпіди

До складу органічних сполук, як вже зазначалося, входять чотири хімічні елементи — органогени: кисень, водень, карбон, нітроген. Органічними сполуками у клітині є ліпіди, вуглеводи, білки, нуклеїнові кислоти.

Ліпіди — це сполуки високомолекулярних жирних кислот і трьохатомного спирту — гліцерину. Ліпіди відносно невеликі молекули.

Ліпіди нерозчинні у воді (гідрофобні). У воді вони збираються краплями або утворюють емульсії.

Емульсія — це колоїдна система, що містить дуже дрібні крапельки нерозчинної у ній речовини. Однак ліпіди розчинні в неполярних речовинах: ефірі, бензолі, ацетоні, хлороформі та інших органічних розчинниках.

Деякі з ліпідів мають і полярні, і неполярні ділянки. Такі ліпіди особливо легко утворюють емульсії завдяки взаємодії полярних ділянок з водою.

До ліпідів належать:

а) найпоширеніші серед ліпідів — **жири** — це сполуки, які складаються із залишків гліцеролу (спирту, що має три гідроксильні групи) та трьох жирних кислот; до складу жирів входять карбон, гідроген, оксиген у співвідношенні $1C : 2H : 1O$; неполярні і тому нерозчинні у воді (гідрофобні); маючи меншу від води густину, вони здатні утворювати краплі, що плавають на поверхні води; жирів багато в нервовій тканині, підшкірній клітковині, сальнику, молоці ссавців;

б) **фосфоліпіди**, які відрізняються від жирів тим, що одна з трьох гідроксильних груп гліцеролу зв'язана в них не з жирною кислотою, а з залишком фосфорної кислоти; у свою чергу, цей залишок зв'язаний з якоюсь іншою полярною речовиною, яка може мати карбоксильну ($-COOH$), гідроксильну ($-OH$) групи або аміногрупу ($-NH_2$); є основою клітинних мембран, входять до складу нервових волокон;

в) **воски**, які тварини використовують як водовідштовхувальні та захисні речовини, що запобігають висиханню;

г) **стероїди**, які є важливими компонентами вітаміну D, деяких гормонів;

д) **лінопротеїди** — сполуки, які складаються з білків і ліпідів; входять до складу багатьох клітинних структур і значною мірою зумовлюють їхню міцність та стабільність;

е) **гліколіпіди** — сполуки, які складаються з вуглеводів і ліпідів; входять до складу багатьох клітинних структур і значною мірою зумовлюють їхню міцність та стабільність.

Функції ліпідів:

а) **енергетична** — у разі повного окиснення 1 г жирів виділяється 38,9 кДж енергії, тобто майже удвічі більше, ніж при повному розщепленні такої самої кількості вуглеводів; отже, жири — є додатковим джерелом енергії у клітині; крім того, при окисненні 1 г жирів утворюється 1,1 г води (саме завдяки цьому деякі тварини можуть відносно тривалий час обходитися без води);

б) **будівельна** — є основою клітинних мембран, входять до складу нервових волокон;

в) **захисна** — полягає у захисті внутрішніх органів від механічних пошкоджень;

г) **теплоізоляційна** — жири погано пропускають тепло, тому, накопичуючись у підшкірній клітковині, запобігають переохолодженню організму;

д) **запасання поживних речовин** (депо жиру — підшкірна клітковина, надниркова залоза, сальник);

е) **регуляторна** — ліпіди входять до складу гормонів, які беруть участь у регуляції життєвих функцій організму;

є) **видільна** — у жировому тілі комах накопичуються кінцеві продукти обміну речовин.

У різних клітинах і тканинах ліпіди розподілені нерівномірно. Найбільше їх у підшкірній жировій тканині (до 50%), до 25% — у нервовій тканині і лише 5-8% — у м'язах. У крові та тканинах антарктичних риб виявлено гліколіпіди-антифризи, що запобігають утворенню кристалів льоду при температурі нижче 0°C.

4. Органічні сполуки: вуглеводи

Вуглеводи — це група органічних сполук, загальна формула яких $(\text{CH}_2\text{O})_n$, або $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$, де n — будь-яке ціле число від 3 та більше. За загальною формулою на один атом карбону припадає одна молекула води (звідси назва цієї групи органічних сполук).

Вуглеводи переважно мають велику молекулярну масу, тому їх називають *макромолекулами* (від грецьк. *makros* — великий). Такі високомолекулярні органічні сполуки, молекули яких складаються з великої кількості однакових чи різних за хімічною будовою ланок, що повторюються, називають *біополімерами* (від грецьк. *bios* — життя, *poly* — багато, *meros* — частка). Прості молекули, із залишків яких складаються біополімери, називають **мономерами** (від грецьк. *monos* — один, *meros* — частка). Залежно від кількості мономерів, що входять до складу молекул, вуглеводи поділяють на три основні класи: **моносахариди**, або **прості цукри**; **олігосахариди**, **полісахариди**.

Моносахариди, або **прості цукри**, — це сполуки із загальною формулою $(\text{CH}_2\text{O})_n$, де n — будь-яке ціле число від 3 до 10 (тріози — 3 атоми карбону; тетрози — 4; пентози — 5, гексози — 6 і так далі до декоз — 10). Отже, до складу моносахаридів, так само як і до складу жирів, входять лише карбон, гідроген і кисень у співвідношенні 1C : 2H : 1O. У моносахаридів один з атомів карбону має подвійний зв'язок з атомом кисню. Всі моносахариди мають гідроксильні (-OH) та інші полярні групи і тому легко розчиняються у воді.

Моносахариди солодкі на смак і добре кристалізуються. У природі найпоширеніші пентози (рибоза і дезоксирибоза, які входять до складу нуклеїнових кислот) і гексози — глюкоза (виноградний цукор) і фруктоза (плодовий цукор). Глюкоза — це головне джерело енергії в клітині. За своїм елементним складом глюкоза і фруктоза абсолютно однакові і мають молекулярну формулу $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$. Але їхні структурні формули — різні: у глюкози подвійний зв'язок з атомом кисню міститься на першому атомі карбону, а у фруктози — на другому. Речовини, які мають однакові молекулярні формули, але різняться порядком зв'язків, називаються *ізомерами* (від грецьк. *isos* — однаковий і *meros* — частина).

Олігосахариди — сполуки, в яких кілька залишків молекул моносахаридів з'єднані між собою ковалентними зв'язками. Які ділянки молекул моносахаридів можуть забезпечити їх з'єднання при полімеризації? Гідроксильні групи (-OH) двох моносахаридів здатні взаємодіяти одна з одною. При цьому виділяється молекула води і між залишками моноса-

харидів утворюється ковалентний зв'язок. Таким чином, в олігосахаридів співвідношення між карбоном, гідроґеном і оксигеном таке: $1_n : 2_{n-2} : 1_{n-1}$. Серед олігосахаридів найпоширеніші *дисахариди*, які утворюються внаслідок сполучення залишків двох молекул моносахаридів. Усі дисахариди мають ту саму молекулярну формулу $C_{12}H_{22}O_{11}$, але в них різні фізичні та хімічні властивості. Наприклад, буряковий цукор — сахароза — складається із залишків глюкози і фруктози, а солодовий — мальтоза — лише із залишків двох молекул глюкози. Дисахариди мають солодкий присмак, добре розчинні у воді.

Полісахариди — молекули, молекулярна маса яких може сягати кількох мільйонів, складаються з сотень і тисяч залишків моносахаридів. Залишки молекул моносахаридів з'єднані між собою ковалентними зв'язками. Отже, полісахариди — це біополімери, мономерами яких є моносахариди. Полісахариди різняться між собою складом мономерів, довжиною та розгалуженістю ланцюгів. На відміну від моно- та олігосахаридів, полісахариди майже не розчиняються у воді й не мають солодкого присмаку.

Найпоширенішими полісахаридами у природі є:

а) *глікоген*, який складається з молекул глюкози, але має більш розгалужену будову і краще розчиняється у воді; глікоген відкладається про запас у клітинах тварин — здебільшого в м'язах і клітинах печінки;

г) *хітин*, який входить до складу кутикули членистоногих.

Функції вуглеводів:

а) *енергетична* (за повного розщеплення 1 г вуглеводів вивільняється 17,2 кДж енергії); вуглеводи — це універсальне і важливе джерело енергії в клітині; важлива роль вуглеводів у енергетичному балансі живих істот пов'язана із здатністю розщеплюватись як за участі кисню, так і без нього (наприклад, червів, які паразитують у кишечнику тварин і людини);

б) *будівельна* (входять до складу опорних елементів клітин організмів);

в) *запасання поживних речовин* (резервний полісахарид у тварин — глікоген, який відкладається в печінці та м'язах);

г) *захисна* (у тварин — слиз, який виділяється різними залозами, багатий на вуглеводи та їхні похідні, уберігає стінки органів (стравоходу, шлунку, кишечника) від механічних пошкоджень, проникнення бактерій, вірусів);

д) *регуляторна* (рослинна їжа складається з клітковини, яка викликає механічне подразнення шлунка і кишечника).

5. Органічні сполуки: білки

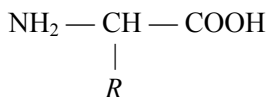
Білки, або протеїни — це високомолекулярні *біополімери*, мономерами яких є залишки *амінокислот*. Назва «білки» пов'язана зі здатністю багатьох білків біліти при нагріванні. Висока температура призводить до зміни їхньої конформації (від лат. *konphormatio* — розміщення) (просторової структури). А назва «протеїни» походить від грецького слова «перші» і

відображає їхню роль у живих організмах. Білки входять до складу всіх живих систем, на них припадає від 50 до 80% сухої маси клітини.

У самій назві **амінокислот** відображено наявність у їхньому складі: **аміногрупи** ($-\text{NH}_2$), якій притаманні лужні властивості, та **карбоксильної групи** ($-\text{COOH}$) з кислотними властивостями. Таким чином, амінокислоти — це **амфотерні** (від грецьк. *amphoteros* — обидва) сполуки, які реагують не лише з лугами, а й з кислотами.

Аміногрупа та карбоксильна група зв'язані з одним і тим самим атомом карбону. Групи атомів, за якими амінокислоти розрізняються між собою, називають **радикалами**, або **R-групами**.

Загальна формула амінокислоти:



Нескінченна різноманітність білкових молекул забезпечується різними комбінаціями залишків 20 амінокислот. Ці 20 амінокислот називають **основними**.

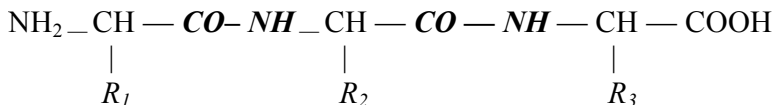
Розрізняють замінні та незамінні амінокислоти. **Замінні амінокислоти** можуть синтезуватись в організмі тварин з продуктів обміну речовин. **Незамінні амінокислоти** в організмі тварин не синтезуються. Вони надходять разом з їжею. Їх синтезують рослини, гриби, бактерії.

Білки, які містять усі незамінні амінокислоти, називають **повноцінними**. Білки, до складу яких не входять ті чи інші незамінні амінокислоти, називають **неповноцінними**.

Реакція полімеризації амінокислот пов'язана із взаємодією між карбоксильною групою ($-\text{COOH}$) однієї амінокислоти і аміногрупою ($-\text{NH}_2$) іншої. У ході реакції виділяється молекула води і утворюється **пептид** (від грецьк. *peptos* — зварений). Тому ковалентний зв'язок між залишками амінокислот називається **пептидним**.

Схема пептидного зв'язку: $-\text{CO} - \text{NH}-$

До вільних карбоксильної та аміногрупи можуть приєднуватися інші амінокислоти, подовжуючи ланцюг, який має назву **поліпептидного**:



Поліпептидні ланцюжки мають певну **конформацію**. При зміні її білок втрачає здатність взаємодіяти з іншими молекулами. Конформація білка залежить від послідовності амінокислотних залишків та від середовища. Поліпептидний ланцюг білків на відміну від полісахаридів не має розгалуженої структури.

Властивості білка визначаються послідовністю амінокислотних залишків, що входять до складу його молекули. **Первинна структура білка** — це сполучені пептидними зв'язками залишки амінокислот, що мають вигляд лінійного ланцюга. Отже, первинна структура білка визначається якісним і кількісним складом амінокислотних залишків, а також їхньою послідовністю. Однак молекула білка у вигляді лінійного ланцюга нездатна виконувати специфічні функції. Для цього вона має набути просторової структури.

Вторинна структура білка характеризує просторову організацію білкової молекули, яка повністю або частково закручується в спіраль. Отже, **вторинна структура білка** — закручений у спіраль поліпептидний ланцюг. Радикали амінокислот при цьому залишаються ззовні спіралі. У підтриманні вторинної структури важлива роль належить *водневим зв'язкам*, які виникають між атомами гідрогену NH-групи (пептидної) одного витка спіралі та кисню СО-групи іншого. Водневі зв'язки значно слабші за ковалентні, але завдяки тому, що спіраль «прошита» численними водневими зв'язками, її структура дуже міцна. Таким чином, вторинна структура білка стабілізується водневими зв'язками між пептидними групами, розташованими на сусідніх витках спіралі.

Третинна структура білка зумовлена здатністю поліпептидної спіралі закручуватись певним чином у грудку, або *глобулу* (від лат. *globulus* — кулька). Скручування відбувається внаслідок взаємодії амінокислотних радикалів на віддалених ділянках ланцюга. Третинна структура білка підтримується кількома типами зв'язків: водневими, гідрофобними, ковалентними дисульфідними ($-S-S-$). Міоглобін — білок, що служить для запасання кисню в м'язах, є прикладом третинної структури білку. Стабільність третинної структури залежить від внутрішньоклітинного середовища, зокрема від рН і температур. Значні коливання температури або зміни хімічного складу клітини порушують третинну структуру білка і негайно впливають на його функціонування. Надмірне нагрівання або вплив сильнодіючих хімічних речовин призводить до *денатурації* (від лат. *de* — рух униз, втрата, *natura* — природні властивості) — незворотного руйнування певної структури білка. При денатурації первинна структура білка лишається незмінною, а порушуються вищі її рівні.

Чимало білків складаються з кількох поліпептидних ланцюгів, які утримуються разом завдяки гідрофобним взаємодіям, а також водневим та іонним зв'язкам. Поєднання кількох поліпептидних ланцюгів називається **четвертинною структурою білка**. Наприклад, еритроцити крові містять білок гемоглобін, який складається з чотирьох поліпептидних ланцюгів.

За складністю будови та функціями білки поділяють на окремі класи:

- прості — *протеїни* (від грецьк. *protos* — перший), що складаються тільки з амінокислот;

- складні — *протеїди* (від грецьк. *protos* — перший, *eidos* — вигляд) — такі білки, що містять, крім амінокислотного ланцюга, ще й небілковий компонент. **Розрізняють:**

а) *нуклеопротеїди* — складаються із залишку нуклеїнової кислоти і амінокислоти (хромосоми);

б) *глікопротеїди* — складаються з вуглеводів і амінокислот (плазма крові);

в) *хромопротеїди* — складаються з пігменту і амінокислоти (гемоглобін, міоглобін);

г) *фосфопротеїди* — складаються з залишків фосфорної кислоти і амінокислоти (казеїн молока, білки яєчного жовтка);

д) *ліпопротеїди* — містять ліпіди і амінокислоти (входять до складу біологічних мембран).

Функції білків:

- *структурна, або будівельна* — білки входять до складу всіх органів і тканин, є структурними компонентами клітинних мембран;

- *регуляторна* — білкові гормони регулюють процеси життєдіяльності організмів (наприклад, гормон інсулін регулює обмін глюкози, зокрема, знижує рівень її в крові);

- *транспортна* — окремі білки беруть участь у перенесенні речовин і енергії в клітинах та організмі (наприклад, гемоглобін крові хребетних та гемоціанін у деяких безхребетних переносять кисень);

- *каталітична, або ферментативна* — особлива група білків — **ферментів**, які виконують функцію біологічних каталізаторів (біокаталізу), тобто здатні регулювати (прискорювати або гальмувати) хімічні реакції; основу ферментів складають білки, до яких може приєднуватися небілкова частина (вітаміни, метали). Ферменти каталізують лише певні реакції. Кожна молекула ферменту здатна здійснювати від декількох тисяч до декількох мільйонів операцій за хвилину. Для ферментів характерна закономірна локалізація, оскільки процес розщеплення або синтезу будь-якої речовини у клітині поділений на ряд хімічних операцій, які закономірно ідуть одна за одною. Кожну з цих операцій каталізує свій фермент. Дія ферментів залежить від температури і рН середовища;

- *скоротлива, або рухова* — особливі скоротливі білки (наприклад, актин і міозин, що входять до складу м'язів) забезпечують рух клітин і внутрішньоклітинних структур та організму в цілому;

- *захисна* — антитіла, або імуноглобуліни (глікопротеїди), які синтезуються в імунних клітинах організму, зв'язуються з чужорідними речовинами (антигенами) в комплекси, що їх потім розщеплюють і знешкоджують спеціальні клітини (тобто беруть участь у механізмі створення імунітету); а також захисні білки крові — фібрин, тромбопластин, тромбін, що забезпечують її зсідання при ушкодженні кровоносних судин;

- *енергетична* — при повному окисненні 1 г білка виділяється 17,2 кДж енергії;

- *сигнальна* — окремі складні білки клітинних мембран, змінюючи свою структуру, передають сигнали із зовнішнього середовища на інші ділянки мембрани або всередину клітини.

6. Органічні сполуки: нуклеїнові кислоти

Нуклеїнові кислоти вперше виявлено в ядрі клітини, звідки й походить назва цих сполук (від лат. *nucleus* — ядро). До складу молекул нуклеїнових кислот, крім органогенних елементів (С, Н, О, N), неодмінно входить фосфор (Р).

Нуклеїнові кислоти — це біополімери, мономерами яких є **нуклеотиди** (від лат. *nucleus* — ядро).

Молекула **нуклеотиду** складається із залишків таких компонентів:

- **азотиста (нітратна) основа** — речовина зі складною циклічною структурою молекули — у великій кількості містить карбон і нітроген; основою називається тому, що має основні властивості; розрізняють п'ять видів азотистих основ: аденін (скорочено позначається **А**); гуанін (**Г**); цитозин (**Ц**); тимін (**Т**); урацил (**У**);

- п'ятикарбоновий (п'ятивуглецевий) моносахарид — **пентоза**; розрізняють: *рибозу* та *дезоксирибозу*; вони відрізняються лише тим, що в дезоксирибозі (тобто позбавленій О рибозі) біля другого атома С розташована не гідроксильна група (-ОН), а Н; аденін, гуанін і цитозин утворюють нуклеотиди як із рибозою, так і з дезоксирибозою; тимін — лише з дезоксирибозою, а урацил — лише з рибозою;

- залишок **фосфornoї кислоти (фосфат)**, наявність якого визначає кислотні властивості нуклеотиду.

Схема молекули нуклеотиду (схема 1):

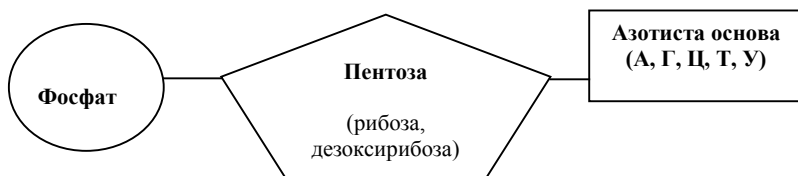


Схема 1. Схема молекули нуклеотиду

Крім нуклеотидів, що входять до складу нуклеїнових кислот, неодмінним компонентом будь-якої клітини є вільні нуклеотиди. До складу вільних нуклеотидів входять, крім азотистої основи і пентози, три залишки фосфornoї кислоти, які послідовно сполучаються. При чому друга і третя групи фосфornoї кислоти приєднуються до нуклеотиду особливими зв'язками, у яких запасасться енергія. Ці зв'язки називають **макроергічними** (від грецьк. *takros* — великий, *ergon* — робота) і позначаються значком ~. При розриві звичайного ковалентного зв'язку вивільняється 12 кДж/моль, а при розриві макроергічного зв'язку — 33 кДж/моль. Саме макроергічні зв'язки в нуклеотидах використовуються для запасання енергії в ході обміну речовин.

Найчастіше роль акумулятора енергії виконує **аденозинтрифосфат (АТФ)**. АТФ складається з азотистої основи — аденіну, пентози — рибо-

зи і трьох залишків фосфорної кислоти (фосфатів), які послідовно сполучаються макроергічними зв'язками. Схема молекули АТФ (схема 2):

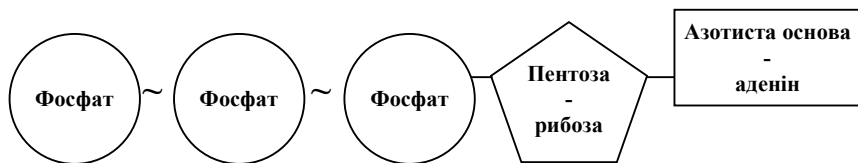


Схема 2. Схема молекули АТФ

Будь-яка хімічна реакція, що потребує затрат енергії, пов'язана з відщепленням одного залишку фосфорної кислоти в молекулі АТФ і перетворення її на аденозиндифосфат (АДФ). Накопичення енергії в клітині, навпаки, відбувається за рахунок перетворення АДФ на АТФ.

Мононуклеотиди (нуклеотиди, які містять лише один залишок фосфорної кислоти), так само, як амінокислоти і моносахариди, здатні реагувати між собою. Перебіг такої реакції супроводиться виділенням молекули води і утворенням міцного ефірного зв'язку. Сполучною речовиною між нуклеотидами слугує залишок фосфорної кислоти, що скріплює пентози сусідніх нуклеотидів, формуючи полімер — полінуклеотид, який звичайно називають нуклеїновою кислотою. Вона може містити від кількох сотень до кількох мільйонів нуклеотидів. Полінуклеотиди мають суворо лінійну структуру ланцюга. Маса нуклеїнових кислот, як правило, значно вища від маси білків.

Залежно від виду пентози, що входить до складу нуклеотиду, розрізняють два типи нуклеїнових кислот: **дезоксирибонуклеїнову (ДНК) та рибонуклеїнову (РНК)**. До складу ДНК входить залишок дезоксирибози, а РНК — рибози. У молекулі ДНК містяться залишки таких азотистих основ: аденіну, гуаніну, цитозину і тиміну. У молекулі РНК містяться залишки таких азотистих основ: аденіну, гуаніну, цитозину і урацилу.

Отже, до складу молекули ДНК і РНК входить по чотири типи нуклеотидів, які відрізняються за типом азотистої основи.

Дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК) зосереджена в ядрі, її практично немає в цитоплазмі клітини. Цей тип нуклеїнових кислот утворює дуже великі молекули (масою до 100 000 000). Вміст ДНК в ядрі клітини постійний, вона виконує єдину функцію — зберігає генетичну інформацію.

Молекули ДНК, так само як і білки, утворюють кілька рівнів просторової організації:

- **первинна структура ДНК** — це певна послідовність розташування нуклеотидів у ланцюзі ДНК;
- **вторинна структура ДНК** — це подвійна спіраль;
- **третинна структура ДНК** — це суперспіраль (багаторазове згортання); саме така структура ДНК в ядрі клітини. Така укладка здійсню-

ється за допомогою спеціальних білків — *гістонів*, що мають лужні властивості, а молекули ДНК намотуються на ці білки наче нитки на катушку. Завдяки цьому молекула ДНК, довжина якої, наприклад в людини, 8 см, укладається в клітинне ядро, що його можна розглянути лише під мікроскопом.

ДНК, як і білки, можуть **денатурувати** (втрачати геометричну форму і розпадатися на одинарні ланцюги) під впливом різних чинників. Цей процес відбувається при температурі $+70^{\circ}\text{C}$, — значно вищій від температури денатурації білків, і тому називається *плавленням*. За певних умов можливе й відновлення природної структури — **ренатурація**.

Рибонуклеїнові кислоти (РНК) містяться як в ядрі клітини, так і в цитоплазмі, і відзначаються незначними розмірами — від 75 до кількох тисяч нуклеотидів. Молекули РНК, на відміну від ДНК, складаються лише з одного ланцюга (схема 3).

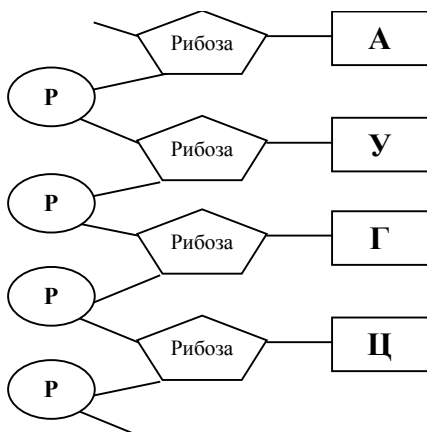


Схема 3. Схема будови РНК (на схемі фосфат позначено літерою Р)

Відомо три основні типи РНК:

1) транспортна (тРНК) — це невеликий полінуклеотид, що складається в середньому з 80 нуклеотидів; вона виконує функцію транспортування амінокислот під час синтезу білків;

2) інформаційна (іРНК), або матрична (мРНК) — містить інформацію про послідовність структури різних білків, тому має різноманітну структуру і розмір у багато разів більший за тРНК;

3) рибосомна (рРНК) — є головний компонент рибосом — органел клітини, у яких відбувається синтез білка.

Усі типи РНК синтезуються на молекулах ДНК у процесі **транскрипції** (від лат. *transcriptio* — переписування). Ферменти розплітають спіраль ДНК на невеликій ділянці, пересуваються уздовж однієї нитки ДНК і послідовно створюють комплементарну нитку РНК.

Відмінність транскрипції від реплікації полягає в тому, що навпроти А в ланцюгу ДНК в РНК розміститься У, а не Т.

Усі типи РНК беруть тільки в певному, але надзвичайно важливому для життя клітини процесі — **біосинтезі білка**. Він забезпечує оновлення білків, ріст і функціонування клітин.

Питання для самоперевірки

1. Які хімічні елементи входять до складу живих організмів?
2. Чому С, О, N, H називаються органогенами?
3. Які особливості будови молекули води визначають її біологічні функції?
4. Чому вода має виняткове значення для живих організмів?
5. У чому відмінність ліпідів від інших органічних речовин?
6. Визначте біологічне значення ліпідів.
7. Які хімічні елементи входять до складу вуглеводів? Яка загальна формула моносахаридів?
8. Визначте біологічне значення вуглеводів.
9. Охарактеризуйте будову і функції білків.
10. опишіть будову нуклеотидів. Яка їхня роль у клітині?
11. Порівняйте будову ДНК і РНК.

З історії науки

➤ Сполеку Купруму (Cu) підвищують імунітет. Підтвердженням цього є історичний факт: коли вся округа була заражена епідемією холери, лише робітники мідеплавильного заводу не хворіли.

Рекомендована література

1. Албертс Б., Брей Д., Льюїс Дж., Рэфф М., Робертс К., Уотсон Дж. Молекулярная биология клетки: В 5-ти томах. — М.: Мир, 1986.
2. Дербенева А.Г., Шаламов Р.В. Общая биология / Под. ред. П.А. Калимана. — Х.: Мир детства, 1997. — 280 с.

ЛЕКЦІЯ 4

КЛІТИННИЙ РІВЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИВОЇ МАТЕРІЇ ТВАРИН

План

1. Цитологія — наука про будову та функції клітин. Історія вивчення клітин.
2. Загальна будова та життєдіяльність клітин тварин.
3. Особливості будови та життєдіяльності тваринної клітини.

Основні поняття: цитологія, клітина, клітинна теорія, оргanelи, немембранні оргanelи, одномембранні оргanelи, двомембранні оргanelи, клітинний цикл, інтерфаза, профаза, анафаза, метафаза, телофаза, мітоз, мейоз, амітоз.

1. Цитологія — наука про будову та функції клітин. Історія вивчення клітин

Цитологія (від грецьк. *kytos* — клітина, *logos* — учення) — наука про будову, функціонування та еволюцію клітин різних організмів.

На **клітинному рівні** організації живих систем у кожній клітині відбуваються процеси обміну речовин і перетворення енергії, забезпечуються процеси розмноження і передачі нащадкам спадкової інформації.

Історія вивчення клітин тісно пов'язана з розвитком мікроскопічної техніки, адже неозброєним оком вивчати їх неможливо. Саме тому клітини були описані лише в XVII ст.

Клітини відкрив у 1665 році англійський фізик **Роберт Гук** (1635-1703), розглядаючи під мікроскопом тонкий зріз корка. Корок — це покривна тканина рослин з непроникними для води та повітря клітинними стінками та відмерлим клітинним вмістом. Комірки (клітинні стінки), які побачив на зрізі корка Гук, нагадали йому голі монастирські келії, і він назвав їх англійським словом *cell* — *камера, клітка, клітина*. Отже, 1665 року Роберт Гук запропонував термін «клітина».

Роберт Гук відкрив клітинну будову рослинних тканин. Однак, у даному випадку він мав справу не з живими клітинами, а лише з їхніми стінками.

Пізніше голландець **Антоній Левенгук** (1632-1723), удосконаливши мікроскоп, уперше побачив *живі* одноклітинні істоти (інфузорії, бактерії), спостерігав клітини коренеплоду моркви та клітини деяких інших рослин.

Поступово з удосконаленням мікроскопа, не тільки поглиблювалися і розширювалися знання про будову клітини, але й формувалися уявлення про будову багатоклітинних організмів. До середини ХІХ ст. нагромадилось багато знань про клітину та клітинну будову рослин і тварин. Так, 1831 року англійський ботанік **Роберт Броун** (1773-1858) описав ядро рослинних клітин.

Німецький ботанік **Матіас Шлейден** (1804-1881), узагальнивши спостереження своїх попередників, довів, що всі рослини складаються з клітин. Учений вважав, що нові клітини утворюються зі «слизу» всередині старих, причому головну роль у цьому процесі відіграє ядро. Так було доведено, що ядро є обов'язковим компонентом клітин рослин і тварин. **Теодор Шванн**, порівнявши клітини рослин і тварин, побачив їхню схожість. Ці знання стали основою для створення *клітинної теорії* (1839 р.) будови живих організмів.

Основні положення *клітинної теорії*, сформульовані **Теодором Шванном**:

- всі організми складаються з клітин;
- клітини рослин і тварин подібні за головними рисами;
- ріст і розвиток організмів пов'язані з утворенням клітин.

Деякі положення клітинної теорії були, із сучасної точки зору, зовсім неправильними. Вважалося, наприклад, що головне в клітині — її оболонка; організм багатоклітинних організмів розглядався як проста сума клітин; до того ж не був з'ясований механізм утворення клітин. Один із цих «недоліків» виправив у 1859 році німецький учений **Рудольф Вірхов** (1821-1902), який довів, що клітини виникають тільки з клітин-попередників внаслідок їхнього поділу.

Створення клітинної теорії відноситься до числа найбільших відкриттів першої половини ХІХ ст. Клітинна теорія дала поштовх до вивчення загальних властивостей живих організмів, показала глибоку єдність всієї живої природи.

На сучасному етапі розвитку цитології *клітинна теорія* включає такі положення:

- клітина — елементарна одиниця будови і розвитку всіх живих організмів;
- клітини всіх одноклітинних і багатоклітинних організмів подібні за походженням, будовою, хімічним складом, основними процесами життєдіяльності;
- кожна нова клітина утворюється тільки в результаті поділу материнської клітини;
- у багатоклітинних організмів, які розвиваються з однієї клітини (спори, зиготи тощо), різні типи клітин формуються завдяки виконанню різних функцій, або їхній спеціалізації протягом індивідуального розвитку особи і утворюють тканини;
- у багатоклітинному організмі функціонування клітин підпорядковано інтересам цілісного організму.

2. Загальна будова та життєдіяльність клітин тварин

До складу клітин тварин входять поверхневий апарат, цитоплазма, ядро, немембранні та мембранні органели.

Поверхневий апарат клітин тварин складається з:

- **надмембранного комплексу** (глікокалікс; у деяких одноклітинних організмів, зокрема у хламідомонади, евглени, інфузорії, а також у деяких типів клітин багатоклітинних, зокрема в епітелії дихальних шляхів ссавців, сперматозоїдів тварин, можуть бути джгутики і війки — це тоненькі вирости цитоплазми; вони вкриті плазматичною мембраною; всередині них розташована складна система з мікротрубочок);

- **плазматичної мембрани** (плазмалеми);
- **підмембранного комплексу** (цитоскелету, що складається з мікротрубочок і мікрониток, і виконує опорну функцію).

Докладно зупинимось на особливостях будови, складу та функціях **плазматичної мембрани**, або **плазмалеми**, адже всі еукаріотичні клітини відокремлені нею від довкілля.

Плазматична мембрана, або **плазмалема** (від грецьк. *plazma* — виліплене, утворене, *lema* — оболонка), обмежує внутрішнє середовище клітини і виконує різноманітні функції: бар'єрну, обмін речовин, сприймає подразнення, забезпечує контакти між клітинами багатоклітинних організмів.

До **складу клітинних мембран** входять ліпіди (фосфоліпіди) (бар'єрні функції), білки (транспортні функції) та вуглеводи (рецепторні функції). Усі біологічні мембрани складаються з подвійного шару молекул фосфоліпідів, в який занурені молекули білків. Вуглеводи мембран зв'язані з білками та ліпідами.

Функції клітинних мембран:

- **бар'єрна** — ізолюють клітину або її частину і підтримують в них сталість внутрішнього середовища (забезпечують ліпіди);

- **транспортна** — пропускають необхідні речовини всередину і назовні (забезпечують білки);

- **рецепторна** — забезпечують прийом інформації, реагують на зміни довкілля (забезпечують вуглеводи).

Плазмалема оточує клітину з усіх боків. Як же через неї переміщуються речовини? Обмін речовин між клітинами та міжклітинною речовиною забезпечується кількома способами транспорту: дифузія, полегшена дифузія (пасивний транспорт), активний транспорт, цитоз (екзоцитоз, ендоцитоз).

Дифузія (від лат. *diffusio* — поширення) — переміщення молекул однієї речовини в іншій за їх безпосереднього контакту або крізь пори мембран, обумовлене тепловим рухом молекул. Цей процес (наприклад, переміщення таких речовин, як O_2 , CO_2) не потребує витрат енергії.

Полегшена дифузія (пасивний транспорт) — це такий спосіб транспорту речовин через плазматичну мембрану клітини, який здійснюється білками-переносниками у напрямку меншої концентрації цих

речовин. За такого способу проходять через мембрану окремі малі органічні молекули — глюкоза, деякі амінокислоти.

Активний транспорт — це такий спосіб транспорту речовин через плазматичну мембрану клітини, пов'язаний із витратами енергії, оскільки не залежить від концентрації речовин, які мають потрапити в клітину або вийти з неї. За такого способу проходять йони та великі молекули, для яких мембрани є непроникними. На цей процес впливає різниця концентрацій іонів калію і натрію у зовнішньому середовищі та всередині клітини. Концентрація йонів калію всередині клітини вища, ніж ззовні, а йонів натрію — навпаки. Завдяки цьому йони натрію пересуваються в клітину, а калію — з неї. Але концентрація цих іонів у живій клітині і поза нею ніколи не вирівнюється, оскільки існує особливий механізм *калій-натрієвого насосу*, який йони натрію «відкачує» з клітини, а йони калію «закачує» в неї.

Цитоз — це спосіб транспорту великих молекул до клітини або з неї у мембранній упаковці. Цей процес властивий лише плазматичній мембрані. Розрізняють *екзоцитоз* (від грецьк. *ekzo* — зовні, *kutos* — клітина) — мембранний транспорт з клітини та *ендоцитоз* (від грецьк. *endon* — внутрішній, *kutos* — клітина) — мембранний транспорт у клітину. Ендоцитоз — це такий спосіб надходження великих молекул або їхніх комплексів (наприклад, бактерії, віруси), коли вони не можуть пройти крізь мембрану, а надходять до клітини в мембранній упаковці. Розрізняють два основні види ендоцитозу: *фагоцитоз* і *піноцитоз*.

Фагоцитоз (від грецьк. *phagos* — пожирати, поглинати, *kutos* — клітина) — це активне захоплення твердих об'єктів — частинок органічних сполук, дрібних клітин та ін. До фагоцитозу здатні лише певні типи клітин тварин, наприклад, деякі одноклітинні (амеби) та спеціалізовані клітини багатоклітинних (травні клітини гідри). Деякі клітини (у багатоклітинних тварин їх називають фагоцитами) здатні поглинати шляхом ендоцитозу відносно великі частки, наприклад, найпростіших. Один із важливих механізмів імунного захисту у людини пов'язаний з фагоцитами, які знаходяться у крові і поглинають бактерії, чужорідні молекули, рештки uszkodжених тканин.

Піноцитоз (від грецьк. *pino* — п'ю, *kutos* — клітина) — це процес поглинання клітиною рідини разом із розчиненими у ній сполуками. Цей процес нагадує фагоцитоз, але відбувається здебільшого за рахунок вгинання мембрани.

Вода надходить до клітини та виходить з неї через плазмалему і вакуолярну мембрану завдяки *осмосу*. **Осмос** — це явище, при якому відбувається вирівнювання концентрацій двох розчинів, які розділені напівпроникною мембраною за рахунок переміщення молекул розчинника з менш концентрованого до більш концентрованого розчину. Якщо концентрація солей у зовнішньому середовищі вища, ніж у клітині, то вода надходить до клітини у довкілля. Об'єм цитоплазми при цьому зменшиться, і цитоплазма почне відставати від клітинних стінок. Поступово вона може повністю відійти від стінок клітини і набути форми кулі. Це

явище називається *плазмолізом*. **Плазмоліз** (від грецьк. *plazma* — оформлене, *lysis* — розчинення) — явище відшарування цитоплазми з включеннями від клітинної стінки. Якщо таку плазмолізовану клітину помістити у дистильовану воду, то вода з навколишнього гіпотонічного середовища буде дифундувати до клітини, відновлюючи її первинний об'єм. Це явище називається **деплазмолізом**.

Цитоплазма (від грецьк. *kytos* — клітина, *plazma* — виліплене, утворене) — неоднорідний колоїдний вміст клітини. Цитоплазма клітин поділена мембранами на окремі функціональні ділянки, що забезпечує одночасний перебіг багатьох несумісних біохімічних процесів. До складу цитоплазми еукаріотичних клітин входять:

- **цитозоль** — місце, де відбуваються основні події в житті клітини. У клітині відбувається **біосинтез** (від грецьк. *bios* — життя, *synthesis* — сполука) — процес утворення органічних речовин. Проте біосинтез білків має виняткове значення. Від того, які білки синтезуються у клітині, залежить, які в ній будуть синтезуватися ліпіди, вуглеводи та інші речовини, оскільки для синтезу певної речовини потрібен відповідний фермент (білкової природи). Забезпечує зв'язок між усіма компонентами клітини;

- **цитоскелет** (від грецьк. *kytos* — клітина та *skeleton (soma)* — висохле (тіло)) — опорно-рухова система клітини, що складається з мікротрубочок і мікрониток (забезпечує упорядковане розташування органел, а також рухливість структур клітини);

- **немембранні та мембранні органели** (від грецьк. *organon* — орган, знаряддя, інструмент) — постійні структурні компоненти клітини, що виконують життєво необхідні функції;

- **включення** — непостійні структури, які можуть з'являтися у процесі життєдіяльності клітини, зникати і знову утворюватися; це запасні сполуки чи кінцеві продукти обміну речовин у вигляді краплин (жири), зерен (глікоген), кристалів (солі), пігментів (барвники).

Розглянемо докладно немембранні та мембранні органели.

Немембранні органели

- **Клітинний центр** — немембранна органела, характерна для більшості еукаріот. Клітинний центр завжди знаходиться в навіколоядерній зоні, є геометричним центром клітини.

Клітинний центр складається з двох гранул — *центріолей* і *мікротрубочок*, що відходять від нього. Центріолі беруть участь у формуванні веретена поділу. При цьому вони розходяться до полюсів клітини і між ними натягуються нитки з мікротрубочок.

Після поділу материнської клітини в кожну з дочірніх потрапляє по одній центріолі. В період між двома поділами клітини ці структури подвоюються.

Функції клітинного центру ще остаточно не з'ясовані. Однак є підстави вважати, що він бере участь у формуванні мікротрубочок цитоплазми (тобто є головним організатором цитоскелета), веретена поділу клітини, джгутиків і війок.

- **Рибосоми** (від *рибоза* і грецьк. *soma* — тіло) — невеликі сферичні тільця, які лежать вільно або на мембранах ендоплазматичної сітки. До складу рибосом входить білок і рибосомальна РНК, магній. Ці органели клітини здійснюють біосинтез білків, властивих певному організмові.

Одномембранні органели

- **Комплекс (апарат) Гольджі** — система плоских цистерн, обмежених гладенькими мембранами. Поруч із цистернами розташовані пухирці. Функції комплексу Гольджі різноманітні:

- а) забезпечення дозрівання, розподілу і транспорту синтезованих у клітині речовин;

- б) бере участь в утворенні лізосом (ферменти, які входять до складу лізосом, синтезуються на мембранах зернистої ЕПС);

- в) формування скоротливих вакуолей одноклітинних тварин;

- г) синтез полісахаридів для клітинної стінки.

- **Ендоплазматична сітка (ЕПС), або ретикулум** (від грецьк. *endon* — внутрішній, *plazma* — оформлене) — система мембран, що утворюють велику кількість каналів, трубочок, цистерн, завдяки чому значно збільшується внутрішня поверхня клітини і поділяється клітина на велику кількість комірок, що відіграє важливу роль у регуляції внутрішньоклітинних ферментних систем, транспорті речовин та перебігу процесів обміну.

У клітинах розрізняють два типи ЕПС:

- 1) **гранулярна (шорстка, зерниста)** — мембрани містять багато рибосом, які беруть участь у синтезі речовин білкової природи; бере участь у синтезі мембранних ліпідів, ферментів лізосом;

- 2) **гладенька (агранулярна, незерниста)** — на мембранах рибосом немає; функції пов'язані з вуглеводним і жировим обміном, а також із знешкодженням отруйних для організму сполук.

Таким чином, ЕПС бере участь у метаболізмі речовин, виконуючи роль внутрішньоклітинної, регуляторної і транспортної системи.

- **Лізосоми** (від грецьк. *lysis* — розчинення, *soma* — тіло) — органели, які містять різноманітні гідролітичні ферменти (гідролази), здатні розщеплювати органічні сполуки (білки, нуклеїнові кислоти, полісахариди, ліпіди), що надходять у клітину. Ферменти лізосом синтезуються в гранулярній ЕПС.

Лізосоми забезпечують процеси внутрішньоклітинного травлення.

У лізосомах перетравлюються мікроорганізми і віруси, окремі компоненти клітин, цілі клітини або їхні групи. Так знищуються дефектні органели, ушкоджені чи мертві клітини, розсмоктується хвіст у пуголовків.

Лізосоми руйнують старі органели самої клітини, отже, беруть участь в самооновленні клітин. При голодуванні лізосоми перетравлюють запасні речовини та зайві органели, підтримуючи існування організму.

- **Вакуолі** (від лат. *vacuus* — порожній) — порожнини у цитоплазмі, заповнені рідиною і оточені мембраною:

- 1) **травні вакуолі** — формуються при злитті первинних лізосом з піноцитозними або фагоцитозними пухирцями;

2) *скоротливі вакуолі* прісноводних одноклітинних тварин формуються з елементів комплексу Гольджі; *функції їх*: регулювання внутрішньоклітинного тиску, виводячи надлишок води з клітини; беруть участь у виведенні деяких розчинних продуктів обміну речовин.

Двомембранні органели

• **Мітохондрії** (від грецьк. *mitos* — нитка, *chondrion* — зернятко) — органели двомембранної будови, основна функція яких полягає у виробленні майже всієї енергії клітини (синтез АТФ). Це відбувається шляхом поступового окиснення органічних сполук, які поступають до клітини. Звільнена при цьому енергія використовується мітохондріями для синтезу молекул АТФ і АДФ, які можуть депонуватися в мітохондріях і використовуватися за потребою. Поверхневий апарат мітохондрій складається з двох мембран. Зовнішня мембрана гладенька, вона відмежовує цю органелу від цитоплазми. Внутрішня мембрана утворює випинання всередину мітохондрій у вигляді трубчастих чи гребінчастих утворів — *крист*. На поверхні внутрішньої мембрани, оберненій всередину мітохондрії, є особливі утвори, які містять комплекс ферментів, потрібних для синтезу АТФ. Внутрішній простір мітохондрій заповнений напіврідкою речовиною — матриксом. У ньому містяться кільцева молекула ДНК, іРНК, тРНК, рибосоми, тобто мітохондрії мають власну спадкову інформацію та білоксинтезуючу систему. За *ендосимбіотичною гіпотезою* мітохондрії — нащадки прокаріотичних клітин, що перейшли до життя всередині інших клітин.

• **Ядро** (від грецьк. *karion* — ядро; від лат. *nucleus* — ядро) — складова частина живої клітини, яка зберігає спадкову інформацію, передає її дочірнім клітинам під час поділу і керує життєвими процесами. До складу ядра входять (рис.1):

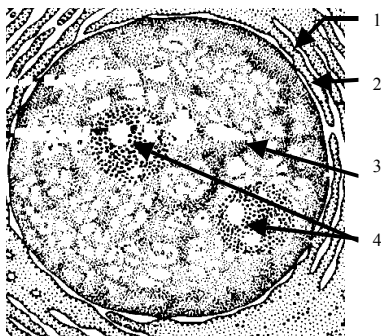


Рис. 1. Схема будови ядра еукаріотичної клітини:

- 1 — ядерна оболонка;
- 2 — пори;
- 3 — каріоплазма;
- 4 — ядерця.

▪ **поверхневий апарат ядра** — ядерна оболонка (складається з двох мембран — зовнішньої та внутрішньої) з порами (місця, де зовнішня і внутрішня мембрани з'єднуються; кожна *пора* закрита *поросою*, яка регулює транспорт речовин крізь пору), білкова ядерна пластинка (стійкий опорний елемент ядра, що прилягає до внутрішньої мембрани зсередини; надає йому форми і служить для прикріплення хромосом);

▪ **каріоплазма** (від грецьк. *karion* — ядро, *plazma* — оформлене), або **ядерний сік** — прозоре напіврідке внутрішнє середовище ядра, оточене ядерною оболонкою, в якому проходять усі реакції; у каріоплазмі розташовані комплекси нуклеїнових кислот з білками (це — *хроматин*: ДНК+білки та *рибонуклеопротеїдні комплекси*: РНК+білки);

▪ **хроматин** (ДНК+білки) — ниткоподібні структури, з яких під час поділу клітини формуються *хромосоми*; сукупність ознак хромосомного набору (кількість хромосом, їхня форма і розміри) — це **каріотип**;

▪ **ядерце**, або **рибонуклеопротеїдні комплекси** (РНК+білки) — утворюється на тих ділянках хромосом, де відбувається синтез рРНК, містить гранули — попередники рибосом;

▪ **ядерний матрикс** — ниткоподібні опорні структури, які забезпечують упорядковане розташування хромосом, а також сполучають між собою ядерця, нитки хроматину, ядерні пори тощо.

Є клітини (наприклад, еритроцити та тромбоцити ссавців), у яких на певному етапі розвитку ядро зникає. Внаслідок цього більшу частину життя такі клітини позбавлені ядра, тому вони не здатні до розмноження і швидко гинуть.

Функції ядра:

- збереження спадкової інформації, закодованої в ДНК;
- забезпечує реалізацію спадкової інформації завдяки *транскрипції* (синтезу іРНК); цей процес відбувається в ядрі на деконденсованих (розтягнених) ділянках хромосом. При фарбуванні клітини лужними барвниками ці ділянки не забарвлюються і тому непомітні під мікроскопом (конденсовані, або скручені, ділянки забарвлюються і набувають вигляду темних гранул). Місця, де вони розташовані, виглядають прозорими (світлими) зонами. Отже, якщо в ядрі багато світлих зон, можна передбачити інтенсивну транскрипцію;

- забезпечує передачу спадкової інформації від материнської клітини дочірнім;

- синтезує тРНК, рРНК;

- забезпечує формування рибосом (за участю ядерця).

- **Клітинний цикл** — період існування клітини від початку останнього поділу до наступного або ж від початку останнього поділу клітини до її загибелі. Клітинний цикл за оптимальних умов триває у клітин еукаріотів — 10-80 годин і більше (для порівняння: у бактерій — 20-30 хвилин).

Клітинний цикл складається з періоду *поділу* клітини і проміжку між двома поділами — *інтерфази*. **Інтерфаза** (від лат. *inter* — між, посеред і грецьк. *phasis* — поява) — частина клітинного циклу між двома послідовними поділами клітини.

В інтерфазі виділяють три періоди, які складають до 90% часу всього клітинного циклу: *передсинтетичний* (G_1), *синтетичний* (S), *постсинтетичний* (G_2).

Передсинтетичний період (G_1) іде безпосередньо за поділом клітини. У цей період нагромаджуються РНК і білок, які необхідні для утворення клітинних структур та росту клітини. Це найтриваліший період (може тривати від 10 годин до кількох діб).

Синтетичний період (S) характеризується інтенсивним синтезом молекул ядерної ДНК, які утворюють хромосоми. Кожна хромосома — це пара однакових за генетичним матеріалом хроматид, з'єднаних між собою центромерою. На ДНК-матрицях синтезуються копії ДНК: кожний з двох полінуклеотидних ланцюгів ДНК слугує матрицею (шаблоном) для синтезу комплементарного йому другого ланцюга. У результаті цього відбувається подвоєння молекул ДНК й утворюються дві однакові молекули. Цей процес називають **реплікацією** (англ. replication — копіювання, від лат. replicatio — відбиття), або **редуплікацією** (від лат. reduplico — подвоюю). У цей період самоподвоюється клітинний центр, внаслідок чого утворюються дві центріолі. Синтез РНК і білка продовжується. Тривалість синтетичного періоду — 6-10 годин.

Постсинтетичний період (G_2): відбувається нагромадження енергії у формі АТФ за рахунок інтенсивного функціонування мітохондрій. Ця енергія необхідна для поділу клітини. В цей період триває синтез РНК і білків, переважно ядерних. Тривалість постсинтетичного періоду 3-4 години.

Процес поділу еукаріотичних клітин супроводжується утворенням особливого веретена поділу, що забезпечує розподіл спадкового матеріалу між дочірніми клітинами.

Еукаріотичним клітинам властивий поділ шляхом мітозу, мейозу, амітозу.

Мітоз (непрямий поділ) (від грецьк. *mitos* — нитка) — поділ ядра, що забезпечує рівний розподіл генетичного матеріалу між дочірніми клітинами і спадкоємність хромосом у ряду клітинних поколінь. Внаслідок мітозу з однієї материнської клітини утворюються дві дочірні.

У процесі мітозу послідовно відбуваються фази: профаза, метафаза, анафаза, телофаза.

Мітоз починається з **профази** (від грецьк. *pro* — до, *phasis* — поява), на початку якої розбирається оболонка ядра на окремі мікропухирці (рис. 2). Хромосоми втрачають зв'язок з ядерною оболонкою і починають конденсуватися (ущільнюватися), завдяки цьому їх можна побачити у світловий мікроскоп.



Рис. 2. Схема профазы

На початку профазі кожна хромосома представлена одиничною структурою, всередині — кожна хромосома вже складається з двох ідентичних хроматид (майбутніх дочірніх хромосом), що утворилися при реплікації ДНК в період інтерфазі. Між хроматидами з'являється щілиноподібний простір, який весь час розширюється. Зникає ядерце, розбираються мікротрубочки цитоскелета, комплекс Гольджі та ЕПС розпадаються на мікроскопічні пухирці. У кінці профазі центріолі клітинного центру парами розходяться до полюсів клітини і стимулюють утворення мікротрубочок веретена поділу.

У **метафазі** (від грецьк. *meta* — після, *phasis* — поява) хромосоми знаходяться в упорядкованому стані у ділянці екватора клітини і прикріплюються до мікротрубочок веретена поділу (рис. 3). Хроматиди відштовхуються одна від одної і залишаються з'єднаними тільки в зоні первинної перетяжки.



Рис. 3. Схема метафазі

В **анафазі** (від грецьк. *ana* — навпроти, *phasis* — поява) хроматиди (дочірні хромосоми) відокремлюються і розходяться до полюсів материнської клітини. Нитки веретена скорочуються і розтягують хромосоми до полюсів клітини (рис. 4).

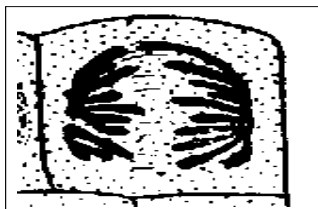


Рис. 4. Схема анафазі

У **телофазі** (від грецьк. *telos* — кінець, *phasis* — поява) (рис. 5) хромосоми перестають рухатися, розміщуються на протилежних полюсах клітини, деконденсуються, або деспіралізуються (набувають розтягнутого стану), втрачають свою індивідуальність, набухають, зливаються у загальний клубок. Навколо них починає утворюватись нова ядерна оболонка.

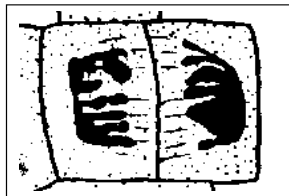


Рис. 5. Схема телофази

У телофазі закінчується процес руйнування апарату ділення. Головним моментом телофази є поділ цитоплазми — цитокінез. При цьому до кожної дочірньої клітини потрапляє приблизно рівна кількість органел.

Мітоз закінчується утворенням двох дочірніх клітин.

Біологічне значення мітозу: забезпечує точну передачу спадкової інформації впродовж низки послідовних клітинних циклів, стабільність каріотипу організмів певного виду.

Крім того, завдяки мітозу відбувається регенерація тканин та органів. *Регенерація* (від лат. *regeneratio* — відновлення) — відновлення організмом утрачених чи пошкоджених органів або тканин.

Дочірні клітини, які утворилися внаслідок мітозу, відрізняються від материнської: вони удвічі менші за материнську. Ріст клітин та виконання ними специфічних функцій відбувається в інтерфазі.

Чи обмежена можлива кількість поділів клітини? На це питання немає однозначної відповіді.

Які механізми можуть обмежувати число клітинних циклів у нащадків якоїсь клітини? Нині найвірогіднішою вважається гіпотеза, згідно з якою термін життя клітини залежить від довжини певних ділянок хромосом. На кінцях кожної хромосоми є ділянки — *теломери*, які з кожним поділом зменшуються. Це своєрідний біологічний годинник життя клітини. Таким чином, клітини, утворені при мітозі, дещо відрізняються від материнських.

Мейоз (від грецьк. *meiosis* — зменшення) — поділ ядра, при якому відбувається зменшення кількості хромосом удвічі, причому з однієї диплоїдної ($2n$) клітини утворюються чотири гаплоїдні (n). Мейоз здійснюється тільки у процесі утворення статевих клітин. Під час мейозу, на відміну від мітозу, відбуваються два послідовні поділи, інтерфаза між якими вкорочена, а у клітин рослин її взагалі немає. Кожний з цих поділів, як і мітоз, має чотири послідовні фази: профазу, метафазу, анафазу, телофазу. В результаті двох послідовних мейотичних поділів з однієї клітини з диплоїдним набором хромосом утворюється чотири клітини з гаплоїдним набором хромосом.

Біологічне значення мейозу. Мейоз являє собою досконалий механізм, який забезпечує сталість каріотипу видів, які розмножуються статевим способом. Завдяки двом поділам статеві клітини мають половин-

ний порівняно з нестатевими набір хромосом. А набір хромосом, характерний для організмів певного виду, відновлюється під час запліднення. В результаті утворюється **зигота** (від грецьк. *zygotos* — з'єднання до купи) — диплоїдна клітина, що утворюється внаслідок злиття чоловічої й жіночої статевих клітин (гамет).

Мейоз також забезпечує і спадкову мінливість організмів. Тому клітини, що утворилися внаслідок мейозу, можуть мати відмінний від материнської набір спадкової інформації.

Амітоз — прямий поділ клітини. На відміну від мітозу при амітозі зберігається інтерфазна структура ядра і хромосоми під оптичним мікроскопом не видимі. Ядро при цьому ділиться шляхом перетяжки на дві відносно рівні частини. Точного розподілу ДНК між ними не буває. Інколи після поділу ядра перешнуровується і цитоплазма і утворюються дві клітини. В інших випадках клітина залишається двоядерною. Клітини, що утворилися внаслідок амітозу, мають порушений набір хромосом і, як правило, швидко гинуть.

Амітоз спостерігається у приречених на загибель диференційованих клітинах (м'язових, епітеліальних), а також в інших клітинах при їх опроміненні і деяких хворобах (наприклад, при злоякісних переродженнях).

3. Особливості будови та життєдіяльності тваринної клітини

Клітини тваринних організмів також мають всі ознаки будови еукаріотичної клітини (рис. 6), хоча є певні особливості.

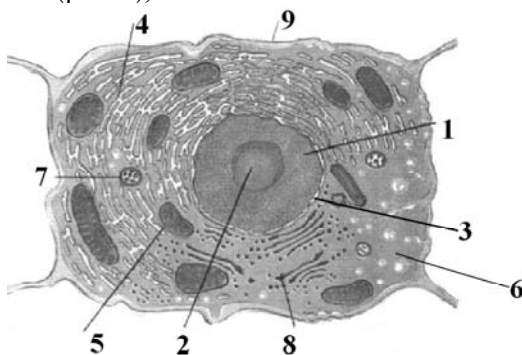


Рис. 6. Схема будови тваринної клітини:

- 1 — ядро; 2 — ядерце; 3 — ядерна оболонка;
- 4 — ендоплазматична сітка; 5 — мітохондрії;
- 6 — цитоплазма; 7 — лізосоми; 8 — комплекс Гольджі;
- 9 — поверхневий апарат клітини (плазматична мембрана, глікокалікс).

Клітини тварин не мають пластид, тому вони є гетеротрофами. В обміні речовин тваринних клітин наявна сечовина. Запасальним полісахаридом у них є глікоген.

Більшість тварин — здатні до руху організми, і їхні тканини мають бути еластичними. Тому клітини тварин позбавлені клітинних стінок. Проте у одноклітинних тварин, представників підцарства Найпростіші, поверхневий апарат часто утворює твердий опорний шар або пружну плівку — пелікулу (від лат. *pellicula* — шкірка, плівка). Через відсутність клітинних стінок підмембранний комплекс не тільки підтримує форму клітин, а й може зумовлювати її зміни. Через складність організації багатоклітинних тварин особливе значення для них має взаємодія між клітинами. Вона забезпечується рецепторними та сигнальними молекулами, що знаходяться на поверхні клітини.

Надмембранний комплекс тваринних клітин — *глікокалікс* (від лат. *glikis* — солодкий, *callum* — товста шкіра). Він складається з білків, зв'язаних із вуглеводами і, частково, зі сполук ліпідів з вуглеводами. Глікокалікс приєднується до плазматичної мембрани і забезпечує безпосередній зв'язок клітин з навколишнім середовищем та зв'язок між клітинами. Через нього клітина сприймає подразники.

Питання для самоперевірки

1. Які вчені зробили найвагоміший внесок у становлення цитології?
2. Назвіть положення сучасної клітинної теорії.
3. Доведіть роль клітинної теорії у розвитку біології.
4. Розкрийте загальну будову та життєдіяльність клітин еукаріотів.
5. Охарактеризуйте найважливіші особливості будови і життєдіяльності клітин тварин.

З історії науки

➤ Розвиток мікробіології як науки тісно пов'язаний з мистецтвом шліфування скла й алмазів та виготовленням перших мікроскопів. Першим дивовижним мисливцем за мікроорганізмами, який зазирнув у цей таємничий невидимий світ живих істот, був голландський торговець полотном Антоній Левенгук (1632-1723). У вільний від роботи час він шліфував лінзи, виготовляв з них лупи, які давали збільшення в 300 разів. Годинами просиджуючи зі своїми лупами та розглядаючи все, що потрапляло під руки, Левенгук на 41 році життя почав робити дивовижні відкриття. Він вперше описав еритроцити, сперматозоїди, будову м'язів, замалював справжніх живих мікробів, їх основні форми. І досить швидко науковий світ з великим подивом дізнався про відкриття голландця. Свої спостереження Левенгук описував у спеціальних листах, які регулярно протягом 50 років відсилав до Лондонського наукового товариства, на чолі якого стояв тоді знаменитий Роберт Гук. Всього було відправлено 120 таких листів. Здивування, яке викликали листи Левенгука, було дійсно величезним. Вони відкривали новий, фантасти-

чний, ніким не бачений і незнаний світ живих істот. Сам Левенгук називав їх «живими звірятами» і писав, що в роті людини їх більше, ніж людей у всьому англійському королівстві. Ці чудові відкриття природознавця послужили тим зародком, з якого пізніше виросла й сформувалася наука мікробіологія.

Еволюційний процес

➤ Питання про походження еукаріот тривалий час було дискусійним. На даний час загальновизнаною теорією є синтетична гіпотеза походження еукаріот. Ця гіпотеза об'єднує уявлення щодо автогенетичного походження клітини (шляхом дарвінівської еволюції) та ендосимбіотичну гіпотезу (виникнення еукаріотичної клітини шляхом серії ендосимбіозів між різними організмами). Так, було доведено автогенетичне походження ядра та одномембранних органел та ендосимбіотичне походження пластид та мітохондрій.

Рекомендована література

1. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: В 3-х томах. — М.: Мир, 1996.
2. Дюв К. Путешествие в мир живой клетки. — М.: Мир, 1987. — 256 с.
3. Маруненко І.М., Неведомська Є.О., Бобрицька В.І. Анатомія і вікова фізіологія з основами шкільної гігієни: Курс лекцій для студ. небіол. спец. вищ. навч. закл. — К.: Професіонал, 2004. — 480 с.

ЛЕКЦІЯ 5

ТКАНИННИЙ РІВЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИВОЇ МАТЕРІЇ. ТКАНИНИ ТВАРИН

План

1. *Особливості тканин тварин.*
 - 1.1. *Епітеліальна тканина.*
 - 1.2. *Тканини внутрішнього середовища.*
 - 1.3. *М'язова тканина.*
 - 1.4. *Нервова тканина.*

Основні поняття: тканини, епітеліальна тканина, тканини внутрішнього середовища, м'язова тканина, нервова тканина.

1. *Особливості тканин тварин*

Кожна тваринна тканина складається з клітин певної форми і розмірів. У тварин розрізняють чотири основні групи тканин:

- епітеліальну;
- тканини внутрішнього середовища;
- м'язову;
- нервову.

1.1. *Епітеліальна тканина*

Епітеліальна тканина, або епітелій (від грецьк. *epi* — над, *tele* — сосочок) — тканина, що складається з клітин, які щільно прилягають одна до одної і вкривають тіло ззовні, вистилають порожнини тіла та внутрішніх органів, а також утворюють більшість залоз. Міжклітинної речовини в епітеліальних тканинах майже немає.

Епітеліальні тканини різноманітні за будовою, що пов'язано з їхніми функціями. Розрізняють такі різновиди епітеліальних тканин:

- **Одношаровий епітелій** (рис. 7): клітини щільно прилягають одна до одної, утворюючи один шар клітин. Функції: регулює обмін речовин, наприклад, газообмін, видалення продуктів обміну, всмоктування поживних речовин у кишечнику. За формою клітин одношаровий епітелій буває плоский (грудна, черевна порожнина, стінки легених альвеол), кубічний (вивідні протоки залоз, ниркові каналці), циліндричний (шлунково-кишковий тракт).

- **Багатошаровий епітелій** (рис. 7): клітини щільно прилягають одна до одної, утворюючи багато шарів клітин. Функції: розмежувальна, захисна — захищає тканини, розташовані глибше. За формою клітин розрізняють плоский, кубічний, циліндричний. Багатошаровий плоский епітелій розташований у слизових оболонках ротової порожнини і

глотки, а також утворює зовнішній шар шкіри — *епідерміс*. Похідними шкіри є волосся (теплоізоляційна функція) і нігті (опорно-захисна функція).

- **Миготливий (війчастий) епітелій:** клітини на своїй вільній поверхні мають війки, що здатні виконувати коливні рухи у певному напрямку, що сприяє видаленню пилу з дихальних шляхів. Функція: захисна — захищає від чужорідних часток, мікроорганізмів. Розташування в організмі — вистилає верхні дихальні шляхи.

- **Залозистий (секреторний) епітелій** складається з клітин, пристосованих до синтезу, накопичення та виведення секретів. Залежно від особливостей будови та функцій у залозистому епітелії виділяють: залози зовнішньої секреції і залози внутрішньої секреції. *Залози зовнішньої секреції* (екзокринні) мають вивідні протоки, за допомогою яких секрети виводяться в органи або на поверхню шкіри (слинні залози, залози шлунково-кишкового тракту, сальні, потові, молочні).

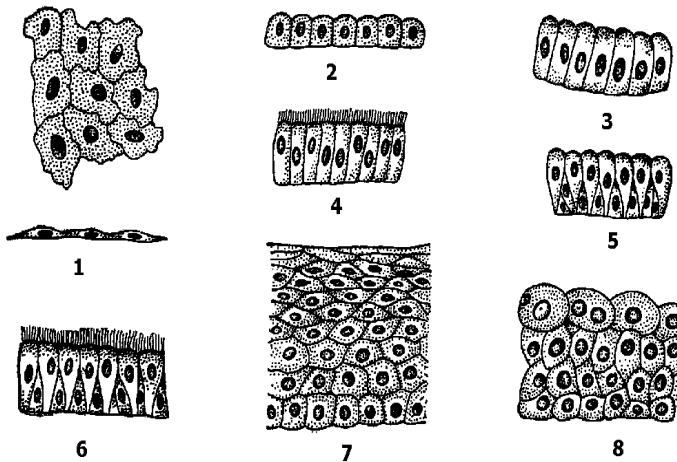


Рис. 7. Різновиди епітелію:

- 1 — одношаровий плоский;
- 2 — одношаровий кубічний;
- 3 — одношаровий циліндричний;
- 4 — одношаровий миготливий;
- 5 — багаторядний циліндричний;
- 6 — багаторядний миготливий;
- 7-8 — багатошаровий епітелій.

Залози внутрішньої секреції (ендокринні) не мають вивідних проток, а виводять свої секрети (гормони) у кров (гіпофіз, епіфіз, щитоподібна залоза).

дібна залоза, вилочкова залоза). Розрізняють ще *залози змішаної секреції*, певні ділянки яких є залозами зовнішньої секреції, а інші — залозами внутрішньої секреції (підшлункова залоза, статеві залози).

В епітеліальних тканинах немає кровоносних судин, живляться вони кризь вузькі міжклітинники. Але епітеліальна тканина, як межова, має багато нервових закінчень.

Незважаючи на відмінності в будові й функціях, епітеліальним тканинам притаманні висока здатність до відновлення — *регенерації* (від лат. *regeneratio* — відродження, відновлення) і надто малий вміст міжклітинної речовини.

1.2. Тканини внутрішнього середовища

Тканини внутрішнього середовища входять до складу різноманітних органів і створюють внутрішнє середовище організму. Спільним для цієї групи тканин є наявність добре розвиненої міжклітинної речовини і висока здатність до постійного оновлення і відновлення після ушкоджень.

До тканин внутрішнього середовища відносять:

- **рідкі тканини** — кров, лімфу;
- **сполучні тканини** — пухка, щільна волокниста, жирова, кісткова, хрящова та ін.

Розглянемо особливості будови і функції різновидів тканин внутрішнього середовища:

- **Кров** складається з клітин (формених елементів) — еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів (40-45%) та рідкої міжклітинної речовини — плазми (55-60%). Еритроцити забезпечують транспорт газів, лейкоцити і тромбоцити — захисні реакції організму, плазма — транспорт поживних речовин (трофічна функція) і продуктів обміну.

- **Лімфа** складається з клітин — лейкоцитів (лімфоцитів) та рідкої міжклітинної речовини — плазми. Лімфа являє собою прозору жовтувату рідину, що утворюється з міжклітинної рідини і концентрується в замкнутих з одного боку лімфатичних капілярах, які беруть початок у дуже вузьких міжклітинних проміжках. Лейкоцити (лімфоцити) відіграють важливу роль у захисті організму від інфекції та виробленні імунітету, плазма — транспорт поживних речовин, як правило, жирів (трофічна функція).

- **Пухка волокниста** складається з рідко розміщених клітин і міжклітинної речовини у вигляді пластинок і волокон. Волокна бувають: тонкі, прямі, розміщені пучками (колагенові), від яких залежить міцність сполучної тканини і товсті (еластичні), які надають тканині пружності; клітини пухкої сполучної тканини, які мають зірчасту форму, називаються фібробластами; ті, які мають властивість амєбоподібного руху — *гістіоцитами*, або макрофагами (здатні до фагоцитозу). Міститься в усіх органах, супроводжує кровоносні та лімфатичні судини, заповнює проміжки між внутрішніми органами.

- **Щільна волокниста** містить велику кількість щільно прилеглих один до одного колагенових волокон. З цієї тканини утворені сухожилля, зв'язки. Виконує опорну функцію.

- **Жирова тканина** розміщена під власне шкірою та навколо деяких органів і захищає їх від механічних пошкоджень. У ній відкладаються запасні поживні речовини (жирові включення), тому жирова тканина є енергетичним депо організму. Підшкірна жирова тканина відіграє роль теплоізолюючого шару. В ній може утворюватись метаболічна вода, що має важливе значення для тварин — мешканців пустель (наприклад, верблюдів).

- **Хрящова тканина** складається з округлих клітин (*хондроцитів*) і щільної міжклітинної речовини, яка містить багато органічних речовин, тому еластична та пружна. Виконує опорну функцію.

Зустрічаються три різновиди хряща:

- 1) *гіаліновий* вкриває суглобові поверхні кісток, з нього утворені хрящі гортані (крім надгортанника), трахеї, бронхів та ребер (рис. 8);

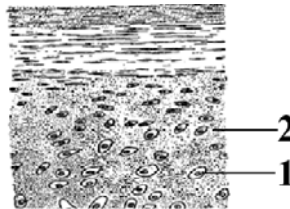


Рис. 8. Гіаліновий хрящ:

- 1 — хондроцити з ядрами;
- 2 — міжклітинна речовина.

- 2) *волокнистий*, який зустрічається в міжхребцевих дисках і суглобових поверхнях;

- 3) *еластичний* розташований у надгортаннику, вушній раковині.

- **Кісткова тканина** складається з клітин і твердої міжклітинної речовини. Клітини зірчастої форми — *остеоцити* сполучаються між собою великою кількістю протоплазматичних відростків.

Міжклітинна речовина містить:

- органічні речовини (переважно білок — осеїн), що забезпечують пружність кісткової тканини;
- мінеральні солі (переважно вуглекислий і фосфорнокислий кальцій), що забезпечують значну міцність кісткової тканини.

З кісткової тканини побудований скелет хребетних тварин.

Отже, тканини внутрішнього середовища виконують різноманітні функції: захисну, трофічну (транспорт поживних речовин), транспортну (транспорт газів, продуктів розпаду), опорну, запасуючу; підтримують

відносну сталість внутрішнього середовища — *гомеостаз* (від грецьк. *gomeos* — однаковий, *stasis* — положення).

Тканини внутрішнього середовища здатні до постійного оновлення і відновлення після ушкоджень, мають найвищу здатність до регенерації. Із віком міжклітинна речовина сполучних тканин містить дедалі менше води і грубішає.

1.3. М'язова тканина

М'язові тканини характеризуються здатністю скорочуватись у відповідь на надходження до них нервового імпульсу, оскільки в цитоплазмі клітин м'язових волокон є особливі скоротливі нитки — *міофібрили* (від грецьк. *mys* — м'яз, новолат. *fibrilla* — волоконце, нитка). Це забезпечує рухи тіла та окремих його частин. М'язовим тканинам властива здатність до регенерації.

Розрізняють такі м'язові тканини: посмуговану (скелетна та серцева) і непосмуговану.

- **Посмугована скелетна м'язова тканина** (рис. 9) складається з волокон циліндричної форми (довгих і коротких). Кожне м'язове волокно вкрите збудливою плазматичною мембраною — *сарколемою*, яка оточує *саркоплазму* з великою кількістю ядер. У саркоплазмі кожного м'язового волокна міститься велика кількість скоротливих ниток — *міофібрил*, діаметр яких від 0,5 до декількох мкм. Основну масу міофібрил складають білкові нитки — *міофіламенти*, або *протофібрили*.



Рис. 9. Посмугована скелетна м'язова тканина (окремі волокна)

Розрізняють два типи міофіламентів:

- *тонкі актинові* (довжиною 1000-1100 нм, діаметром — 5-8 нм);
- *товсті міозинові* (довжиною 1500 нм, діаметром — 10-15 нм).

Це вони надають м'язам смугастого вигляду, що можна побачити у мікроскоп.

Хоча ці білки називаються скоротливими, насправді до скорочення вони не здатні. Механізм укорочення м'язового волокна полягає в скороченні *актино-міозинового* комплексу, що його утворюють ці два білки.

Молекули актину і міозину вступають у реакцію між собою, при цьому нитки міозину заходять за нитки актину, і міофібрила скорочується.

Оскільки робота м'язового волокна дуже напружена і потребує багато енергії та кисню, то в ньому міститься багато мітохондрій. Ця тканина входить до складу скелетної і мимичної мускулатури, м'язів рота, язика, глотки, гортани, верхньої частини стравоходу, діафрагми.

Групи м'язових волокон, оточені сполучнотканинною оболонкою, утворюють *м'язові пучки*. Групи м'язових пучків, оточені сполучнотканинною оболонкою, утворюють *м'яз*.

Посмуговані скелетні м'язи здатні до швидкого скорочення. Вони скорочуються як свідомо, так і незалежно від волі.

- **Посмугована серцева м'язова тканина**, як і скелетна, має посмуговані міофібрили. На відміну від скелетної, клітини серцевого м'яза (*міокардіоцити*) не мають сполучнотканинних оболонок, а утворюють між собою особливі зв'язки — *нексуси* (стик зовнішніх мембран), зв'язуючи серцевий м'яз в єдине ціле. Скорочується серцевий м'яз на відміну від скелетного, незалежно від волі (мимовільно). Його робота здійснюється автоматично і регулюється збудженнями, що виникають у самому серці, а також надходять від центральної нервової системи по особливих нервах.

М'язові клітини серця не діляться, тому в місці ушкодження утворюється рубець зі сполучної тканини. Такий рубець може блокувати проходження скорочувальних імпульсів і порушити роботу серця.

- **Непосмугована (гладенька) м'язова тканина** (рис. 10) складається з одноядерних веретеноподібних клітин, що не мають посмугованості. У цитоплазмі цих клітин розташовані актинові та міозинові скоротливі білки, але вони не утворюють впорядкованого актиноміозинового комплексу. Тому скорочення таких м'язів відбуваються значно повільніше, ніж посмугованих, але вони можуть тривати довго і не зазнавати істотних втрат енергії.



Рис. 10. Непосмугована (гладенька) м'язова тканина.

Непосмугована (гладенька) м'язова тканина входить до складу стінок більшості внутрішніх органів — шлунка, кишечника, кровеносних судин, селезінки, сечового міхура. Скорочення цієї тканини відбувається без участі свідомості (мимовільно). Вона здатна тривалий час залишатися в частково скороченому стані, що дуже важливо для підтримання просвіту трубчастих структур (судин, кишок).

1.4. Нервова тканина

Нервова тканина складає основу органів нервової системи. Її функції — отримання, збереження і переробка інформації, регуляція та координація діяльності різних систем організму.

Нервова тканина складається з: нервових клітин — **нейронів і нейроглії**.

• **Нейрон** (від грецьк. *neiron* — жила, нитка, нерв) — це структурно-функціональна одиниця нервової тканини. Кожний нейрон — це одноподібна клітина, в якій розрізняють тіло і відростки двох типів: дендрити і аксони (рис. 11).

Дендрит (від грецьк. *dendron* — дерево) — короткий, дуже розгалужений відросток нейрона, по якому збудження проводиться до тіла нервової клітини від рецепторів або інших нервових клітин. Сукупність тіл нейронів і дендритів утворює *сіру речовину* мозку (спинного, головного).

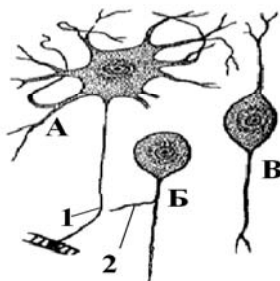


Рис. 11. Нейрон:

- А — мультиполярний;
- Б — уніполярний;
- В — біполярний;
- 1 — аксон;
- 2 — дендрит.

Аксон (від грецьк. *akson* — вісь) — видовжений відросток нейрона, по якому імпульси надходять від його тіла до інших нейронів або органів. Сукупність аксонів утворює *білу речовину* мозку (спинного, головного).

Форми і розміри тіл нейронів істотно різняться, так само, як і тип, кількість і довжина їхніх відростків:

- *уніполярний нейрон* має єдиний відросток, який поділяється на дві гілки одного аксона;
- *біполярний нейрон* має два відростки;
- *мультиполярний* — має багато відростків і локалізується у корі головного мозку.

Від однієї клітини може відходити від одного до 1000 дендритів. Довжина аксона може бути від кількох сантиметрів до 1-1,5 метри. Аксон може вступати у контакти з багатьма сотнями клітин. Довгі відростки клітин утворюють *нервові волокна*, які складаються з осьового циліндра, утвореного цитоплазмою з її нейрофібрилами і двох оболонок. Внутрішня, товща оболонка, яка складається з жироподібної речовини, називається *мієліновою*. Мієлінова оболонка через проміжки рівної довжини переривається, залишаючи відкритими ділянки осьового циліндра. Це вузли нервового волокна — *перехвати Ранв'є*. Зовнішня оболонка, що складається з плоских клітин, називається *шванівською*. Більшість нервів, які іннервують тіло (м'язи, зв'язки, сухожилки, окістя кісток), є мієліновими. Немієлінові волокна тонкі, ізольовані один від одного тільки тоненькою безструктурною ендотеліальною оболонкою, зустрічаються переважно в нервах автономної нервової системи.

Найважливішими властивостями нервових клітин є збудливість і провідність. Збудливість проявляється у здатності відповідати на вплив подразника певним видом діяльності. У нейроні внаслідок подразнення виникає підвищення процесів життєдіяльності, яке називається *збудженням*. Збудження, яке виникло в одному місці, поширюється по всьому нейрону, а потім передається на сусідні нейрони. Ця здатність збудження поширюватись називається *провідністю*.

Нейрони нездатні до поділу та розмноження.

• **Нейроглія** складається із клітин (*гліоцитів*), що оточують нейрони, і становить більшу частину клітин нервової системи. Клітини нейроглії у 3-4 рази менші за нейрони і мають небагато відростків. Самі вони не проводять імпульси, але нейрони без них гинуть. Нейроглія виконує різні функції: *опорну, трофічну, захисну, секреторну*.

Нейроглія, на відміну від нейронів, не втрачає здатності до поділу. Так, якщо ушкодити або перерізати нервово волокно, то його відрізана частина відмирає. При цьому клітини нейроглії розмножуються, шикуючись у тяжі. Відростки нейронів ростуть уздовж цих тяжів. Таким чином відновлюються ушкоджені волокна.

Питання для самоперевірки

1. *Охарактеризуйте особливості тканин тварин.*
2. *У чому полягає взаємозв'язок будови і функцій епітеліальної (м'язової, тканин внутрішнього середовища, нервової) тканини?*

Цікаво знати, що

➤ У водяних ссавців шар підшкірної жирової тканини сягає значної товщини, наприклад, у деяких китів — до 50 см.

➤ У комах жирова тканина входить до складу жирового тіла, яке є депо поживних речовин, джерелом метаболічної води, а також місцем накопичення та ізоляції продуктів обміну речовин.

Життєві поради

➤ Ще на початку XIX ст. англійські вчені Свон та Керлінг спостерігали ознаки раптового виразкового захворювання у людей, що зазнали опіку шкіри. У 1887 р. німецький хірург Біллрот повідомив про аналогічні зміни в організмі після хірургічної операції, яка ускладнювалася інфекційними захворюваннями. І знадобилося три чверті століття, перш ніж вчені на чолі з молодим канадським дослідником Гансом Сельє висунули припущення, що в усіх випадках виникнення виразки шлунку було результатом нервових навантажень (стресу), які виявилися надмірними для нервової системи тих людей. Тож уникайте стресів!

Рекомендована література

1. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология: В 3-х томах. — М.: Мир, 1996.
2. Маруненко І.М., Неведомська Є.О., Бобрицька В.І. Анатомія і вікова фізіологія з основами шкільної гігієни: Курс лекцій для студ. небіол. спец. вищ. пед. навч. закл. — К.: Професіонал, 2006. — 480 с.
3. Першин Е.Г., Славинський М.Б. Ключі до заповітного. — К.: Веселка, 1987. — 135 с.
4. Хэм А., Кормак Д. Гистология. Т. 1. — М.: Мир, 1982. — 272 с.

ЛЕКЦІЯ 6

ПІДЦАРСТВО НАЙПРОСТІШІ, або ОДНОКЛІТИННІ (Protozoa)

План

1. Загальна характеристика Найпростіших, або Одноклітинних.
2. Характеристика основних типів Найпростіших.

Основні поняття: автотрофне живлення, гетеротрофне живлення, піноцитоз, фагоцитоз, шизогонія, кон'югація, копуляція, хроматофори, стигма, пелікула, скоротлива вакуоля, псевдоніжки, травна вакуоля, парамілі.

1. Загальна характеристика Найпростіших, або Одноклітинних

Підцарство Найпростіші, або Одноклітинні (Protozoa), налічує близько 30 тис. видів тварин (3,5 тис. паразити тварин і людини), тіло яких складається з однієї клітини.

Клітина найпростіших тварин є складним організмом із властивими йому фізіологічними процесами: травленням, виділенням, обміном речовин, диханням, розмноженням і подразненням.

Розміри найпростіших переважно мікроскопічні (від 2-3 до 50-200 мкм). Найменший за розмірами вид Найпростіших — паразит рогатої худоби *Babesia bovi* (2-2,5 мкм). Проте деякі сидячі інфузорії мають розміри 1,5-3 мм, а викопні форамініфери — до 10 см.

Форма клітини у них різноманітна й може бути постійною (джгутикові, інфузорії) і непостійною (амеба, форамініфери). Органелами руху є псевдоніжки, джгутики та війки.

Живлення в найпростіших буває **автотрофне** (завдяки фотосинтезу) і **гетеротрофне**, а саме:

- **фагоцитоз** (від грецьк. *phagos* — пожирати, поглинати, *kutos* — клітина) — це активне захоплення твердих об'єктів — частинок органічних сполук, дрібних клітин та ін.;

- **піноцитоз** (від грецьк. *pino* — п'ю, *kutos* — клітина) — це процес поглинання клітиною рідини разом із розчиненими у ній сполуками).

Неперетравлені рештки викидаються назовні.

Виділення непотрібних речовин з організму здійснює зовнішня мембрана і **скоротлива вакуоля** — це пухирець, який убирає до себе з тіла надлишок води і продукти обміну. Раз на декілька хвилин вакуоля підходить до поверхні тіла і викидає свій вміст назовні.

Дихання одноклітинних відбувається крізь зовнішню мембрану.

Розмноження в одноклітинних може бути:

- **нестатеве:**

- *поділ ядра* — мітоз, а потім повздовжній або поперечний цитокінез (амеби);

- *шизогонія* (від грецьк. *schizo* — розділяю, *goneia* — породження) — множинний поділ (малярійний плазмодій);

- **статеве:**

- *кон'югація* (від лат. *conjugatio* — сполучення, з'єднання) — процес, під час якого дві клітини обмінюються спадковою інформацією (у вигляді фрагментів молекули ДНК) через цитоплазматичний місток, що на певний час утворився між ними (інфузорії);

- *копуляція* (від лат. *copulatio* — поєднання) — злиття двох клітин (гамет), у результаті чого утворюється зигота (джугитикові).

Найпростіші здатні сприймати зовнішнє середовище та реагувати певним чином на його зміни, тобто їм притаманна **подразливість**. Реакції у відповідь на подразники, що проявляються у найпростіших у формі руху за напрямком до (позитивний) або від (негативний) джерела подразнення, називаються **таксисами**. Якщо поруч з амебою покласти кристалик солі, вона буде рухатися від нього, а якщо покласти кристалик цукру, вона буде наближатися до нього.

Найпростіші дуже поширені у біосфері. Вони трапляються навіть у Заполяр'ї, на льодовиках гірських вершин та в піщаній товщі пустель. Неприятливі умови переживають у стані цисти (щільна оболонка). Проте більшість найпростіших — жителі гідросфери. Вони є складовими частинами бентосу та планктону. Деякі найпростіші — едафобіонти — заселяють також вологий ґрунт. Серед одноклітинних є і *колоніальні форми*, які утворюються внаслідок незавершеного поділу, коли дочірні клітини сполучені між собою.

У природі найпростіші беруть участь у ґрунтоутворенні, утворюють поклади крейди, у людини й тварини спричинюють низку захворювань (малярію, лейшманіоз тощо).

У сучасній систематиці найпростіших виділяють сім самостійних типів, із яких розглянемо три: тип Саркомастигофори, тип Інфузорії, або Війконосні, та тип Апікомплексні.

2. Характеристика основних типів найпростіших

Тип Саркомастигофори, або Саркодджугитикові (Sarcomastigophora), об'єднує вільноживучих та паразитичних найпростіших, органами руху яких є псевдоніжки або джугитики. Тип має три підтипи: Саркодови, Джугитикові та Опалінові, що об'єднують понад 25 тис. видів. Розглянемо перші 2 підтипи.

Підтип Саркодови (Sarcodina) включає понад 10 тис. видів, 80% яких населяють моря і прісні водойми. Типовим представником саркодових є житель прісних водойм *амеба протей* (рис. 12), яка належить до класу Корненіжок (Rhizopoda).

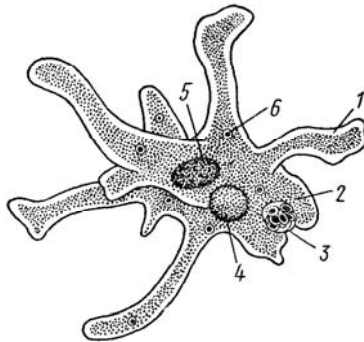


Рис. 12. Амеба протей (за Догелем, 1981):

- 1 — ектоплазма;
- 2 — ендоплазма;
- 3 — захоплені харчові частки;
- 4 — скоротлива вакуоля;
- 5 — ядро;
- 6 — травна вакуоля.

Довжина тіла амеби — до 0,5 мм. Зовнішній шар її цитоплазми (*ектоплазма*) пружніший за внутрішній (*ендоплазма*) та покритий клітинною мембраною. Клітинна мембрана не має ущільненої клітинної стінки, тому форма тіла амеби *непостійна*. Якщо рух цитоплазми спрямований назовні, утворюється несправжня ніжка — *псевдоніжка*, якщо рух цитоплазми спрямований всередину клітини, то псевдоніжка втягується. Псевдоніжки забезпечують пересування амеби. Псевдоніжки служать також і для захоплення їжі — бактерій, одноклітинних водоростей, деяких найпростіших. Здобич потрапляє в цитоплазму, де навколо неї утворюється *травна вакуоля*. У ній відбувається перетравлення їжі. Неперетравлені рештки викидаються назовні з будь-якої частини клітини амеби.

Основні характеристики саркодових:

Тварина дихає всією поверхнею тіла: розчинений у воді кисень шляхом дифузії потрапляє в організм, вуглекислий газ, що утворюється в клітині під час дихання, виділяється назовні.

Концентрація розчинених речовин у тілі амеби більша, ніж у воді, тому вода неперервно нагромаджується, її надлишок виводиться за допомогою *скоротливої вакуолі*. Ця вакуоля бере участь у видаленні з організму продуктів обміну речовин.

Тварина характеризується подразливістю. Розмножуються амеби поділом. Спочатку мітотично ділиться ядро, а потім відбувається поділ цитоплазми.

За несприятливих умов відбувається інцистування. Цисти можуть переноситися вітром на значні відстані.

Паразитичний вид — *дизентерійна амеба* викликає кишкові захворювання людини й тварин.

На дні прісних водойм, стеблах та листках прибережних рослин трапляються амеби, тіло яких вкрите черепашками — *черепашкові амеби*, або *черепашкові корененіжки* (від 50 до 150 мкм):

- *арцели*, або *блюдечка* — більша частина її цитоплазми міститься у черепашці з органічної речовини, яка нагадує шапку гриба; несправжні ніжки висовуються з отвору в увігнутому боці черепашки;

- *дифлюгії* (рис. 13) — створюють черепашку зі зліплених між собою піщинок.

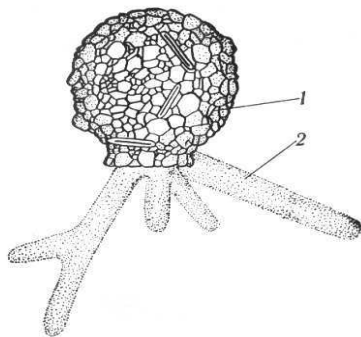


Рис. 13. Дифлюгія (за Догелем, 1981):

- 1 — стінка черепашки;
- 2 — псевдоподія.

При поділі черепашкових амеб одна з половинок залишається у старій черепашці, а друга збудовує собі нову. Черепашкові корененіжки утворюють поклади корисних копалин.

Мешканцями солоних водойм є *форамініфери* (від лат. *foramen* (*foraminis*) — дірка, отвір і *fero* — несу). Здебільшого вони входять до складу бентосу, зустрічаючись на глибині близько тисячі метрів, і лише зрідка — планктону. Живуть переважно в теплих частинах океанів, води яких насичені Карбонатом кальцію. Форамініфери є одними з найкрупніших найпростіших, поперечник найбільших сягає 2-3 см. Характерною ознакою форамініфер є наявність одно- або багатокамерної вапнякової черепашки (рис. 14), стінки якої пронизані отворами.

Усередині черепашки міститься тіло форамініфери, яке нагадує тіло амеби, а з отворів черепашки висовуються довгі ниткоподібні псевдоніжки. Величезна кількість псевдоніжок утворює ловильну сітку, яка слугує для захоплення їжі — різноманітних одноклітинних організмів.

Життєвий цикл форамініфер полягає у зміні безстатевого та статевих поколінь. Безстатеве розмноження відбувається у формі шизогонії, статеве — копуляції.

Відмираючи, форамініфери осідають на дні морів та океанів. Черепашки поступово деформуються, і протягом мільйонів років із них утворюються щільні осадові породи (вапняки, крейда).

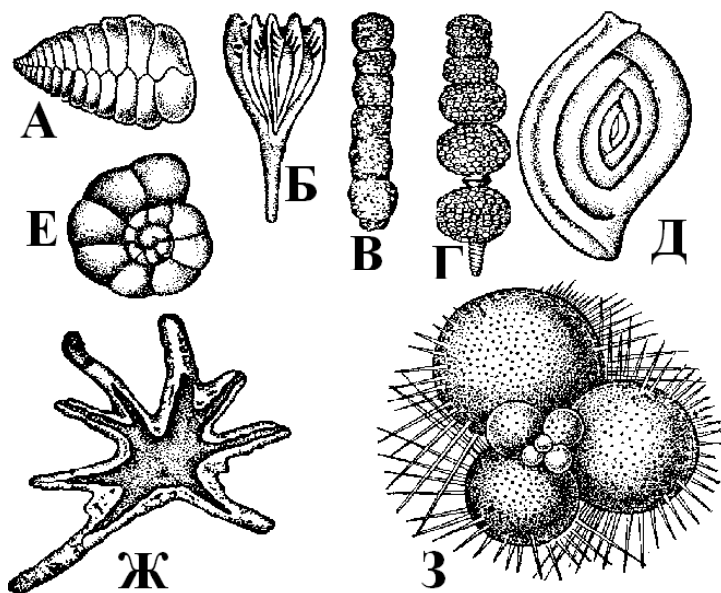


Рис. 14. Черепашки форамініфер (за Догелем, 1981):

- а — текстулярія;
- б — лягена;
- в — реофакс;
- г — нодосарія;
- д — спіролокуліна;
- е — дискорбіс;
- ж — астроріза;
- з — глобігерина.

У солоних водоймах серед планктонних форм численними є *радіолярії*, або *променяки* (рис. 15), які проникають на глибину понад 8 км. Розміри від 40 мкм до 1 мм. Для їх існування необхідною умовою є висока концентрація солей, тому в опріснених Азовському та Каспійському морях радіолярії не зустрічаються.

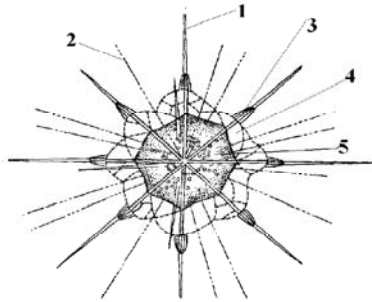


Рис. 15. Радіолярія акантометра (за Догелем, 1981):

- 1 — голки скелета;
- 2 — псевдоподії;
- 3 — мускульні волоконця;
- 4 — позакапсулярна цитоплазма;
- 5 — внутрішньокапсулярна цитоплазма.

Радіолярії мають: 1) внутрішньоклітинну центральну капсулу, яка містить ядро (або кілька ядер) та відмежовує ендоплазму; 2) легкий та витончений скелет із кремнезему. Скелет має вигляд променеподібно розташованих голок, сполучених у центрі клітини. Скелет виконує в організмі опорну функцію і водночас має захисне значення. Із скелетів радіолярій утворилися давні осадові породи (трепел, сланці). Псевдоподії радіолярій на відміну від псевдоподій інших одноклітинних мають мускульні волоконця (білкові мікротрубочки), які забезпечують їхній швидкий рух.

Підтип Джгутикові, або Бичоносці (Mastigophora, або Flagellata) нараховує понад 8 тис. видів, поширених у морях, прісних водоймах. Характерною ознакою цих тварин є переміщення за допомогою *джгутиків*, яких буває від одного до кількох десятків і навіть сотень. Тіло, яке становить собою клітину, вкрите щільною *пелікулою*, тому джгутикові мають відносно *сталу форму*. Розмножуються переважно повздовжнім поділом, зрідка трапляється копуляція. У стоячих водоймах зустрічається типовий представник джгутикових — *евглена зелена* (рис. 16), яка належить до класу Рослинні Джгутикові (Phytomastigophorea).

Форма тіла евглени зеленої веретеноподібна, розміри — близько 0,05-0,2 мм. Від переднього кінця тіла відходить довгий тонкий джгутик. Джгутик щохвилини робить 2000-2400 обертів. Обертаючи ним, евглена пересувається, ніби вкручуючись у воду. Поблизу основи джгутика розташоване «*вічко*», або *стигма* (від грецьк. *stigma* — пляма), яке чутливе до світла. В передній частині клітини є скоротлива вакуоль, яка видаляє надлишки води та продукти обміну речовин.

У цитоплазмі евглени зеленої розташовані *хлоропласти* з хлорофіловими зернами, у яких на світлі за наявності в навколишньому середовищі мінеральних солей відбувається процес фотосинтезу (автотрофний тип живлення) з утворенням вуглеводу *параміду*.

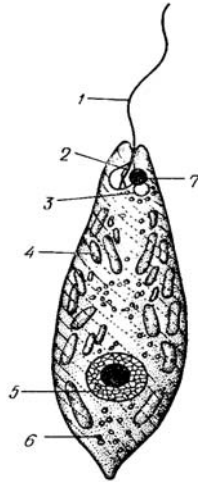


Рис. 16. Евглена зелена (за Догелем, 1981):

- 1 — джгутик;
- 2 -резервуар скоротливої вакуолі;
- 3 — скоротлива вакуоль;
- 4 — хлоропласти;
- 5 — ядро;
- 6 — парамілові зерна (полісахарид);
- 7 — стигма (вічко).

Парамід відкладається у цитоплазмі у вигляді включень.

У темряві евглена зелена переходить до гетеротрофного типу живлення, всмоктуючи готові органічні речовини всією поверхнею тіла. Дихає евглена всією поверхнею тіла. Для евглени характерне нестатеве розмноження (повздовжній поділ).

Евгленові є кормом для мальків коропових риб. Вони беруть участь у процесах біологічного очищення водойм. У лабораторіях їх культивують для біологічних і цитологічних досліджень.

Серед джгутикових є деякі **паразити людини**:

- **лейшманії** (рис. 17, 1) паразитують у клітинах людини, уражаючи шкіру або внутрішні органи (печінку, селезінку); це дуже дрібні внутрішньоклітинні паразити (3-4 мкм) кулястої форми, у яких джгутики протягом більшої частини життя редуковані; ці паразити є збудниками хвороб:

- *кала-азар*, поширеної у Південній Азії і Південній Європі; збудником цієї хвороби є *Leishmania donovani*; паразити скупчуються в кістковому мозку, печінці, селезінці; хвороба супроводжується лихоманкою, призводить до виснаження і часто закінчується смертю; природний резервуар паразита — собаки, переносники — москїти (двокрилі кровосисні комахи);

- *східної виразки*, або *пендинки*, поширеної у Північній Африці, Південній Азії та Південній Європі; збудником цієї хвороби є *L. tropica*; захворювання проявляється в місцевому враженні шкіри; при ньому організм набуває стійкого імунітету, що дає змогу використовувати кров людини, що вже перехворіла, як сироватку проти цієї хвороби; природним резервуаром пендинки є гризуни; збудники передаються при укусах москїтів;

• **лямблій** (рис. 17, 2) — паразитують у тонкому кишечнику людини; можуть проникати з дванадцятипалої кишки у жовчний міхур, спричинюючи захворювання печінки; цисти лямблій виділяються у навколишнє середовище разом із випорожненнями і потрапляють на землю, у воду; на харчові продукти їх заносять мухи; коли цисти потрапляють в організм людини, відбувається зараження; тому для профілактики захворювання важливе значення має дотримання санітарно-гігієнічних норм, утримання харчових продуктів у чистоті, знешкодження мух;

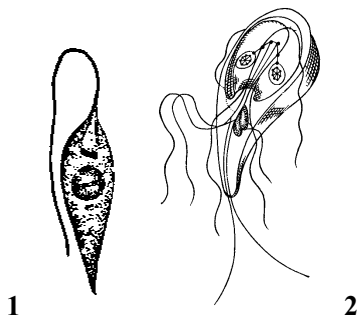


Рис. 17. Джгутикові — паразити людини (за Догелем, 1981):

1 — лейшманія;

2 — лямблія.

• **трипаносоми** — паразитують у крові, лімфі та спинномозковій рідині хребетних тварин та людини; у людини вони можуть спричиняти захворювання нервової системи — сонну хворобу, поширену в тропічній Африці; людина заражується через укуси кровосисної мухи Цеце; захворювання супроводжується пропасницею, запаленням лімфатичних вузлів, слабкістю, сонливим станом; без лікування людина помирає.

Тип Інфузорії, або Війконосні (Ciliophora) — високоорганізовані найпростіші, що мають відносно постійну форму тіла та пересуваються за допомогою війок. Відомо понад 7,5 тис. видів інфузорій, поширених

у найрізноманітніших середовищах, головним чином у морських та прісних водоймищах. Серед інфузорій розрізняють наступні форми:

- вільноплаваючі — *інфузорія-туфелька* (має характерну форму клітини, що нагадує туфельку; вкрита великою кількістю війок), *інфузорія стило-ніхія* (має великі видозмінені війки лише на черевному боці і за допомогою них ковзає по субстрату), *інфузорія дидиній* (має хоботок, який встромлює у своїх жертв — інфузорій-туфельок, після чого проковтує їх);

- прикріплені до субстрату — *сувійка* (клітина має дзвоноподібну форму на стеблинці), *трубач* (має воронкоподібну форму), *сисна інфузорія* (від клітини в усі боки розставлені тонкі стеблинки з присосками, до яких прилипають найпростіші, що пропливають повз них; стеблинка розчиняє покриви жертви і висмоктує її вміст).

Типовим представником є *інфузорія-туфелька* (рис. 18), довжина якої досягає 0,18-0,31 мм. Інфузорія-туфелька належить до класу Війконосні інфузорії (Ciliata), які характеризуються такими ознаками: тіло вкрите тоненькою *пелікулою*. Відносно сталої форми клітині надає ущільнений зовнішній шар цитоплазми (*ектоплазма*). В ектоплазмі під пелікулою розташовані *базальні тільця*, від яких відходять війки, а трохи глибше — *трихоцисти* (від грецьк. *trichos* — волосина).

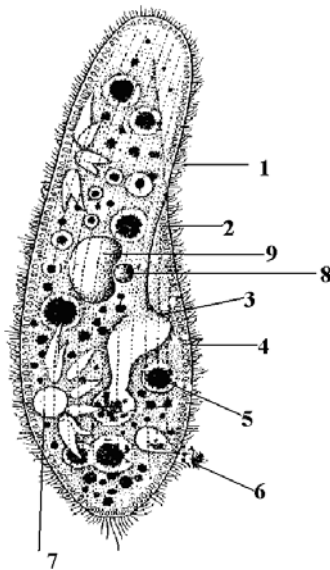


Рис. 18. Будова інфузорії-туфельки (за Догелем, 1981):

- 1 — війки; 2 — трихоцисти; 3 — передротова западина; 4 — пелікула;
- 5 — травна вакуоля; 6 — неперетравлені рештки, виділені порошицею;
- 7 — скоротлива вакуоля з привідними каналами;
- 8 — мікронуклеус; 9 — макронуклеус.

При подразненні трихоцисти викидаються назовні у вигляді тонких гнучких ниток і уражують нападника або жертву. Інфузоріям властивий хемотаксис — реакція на наявність хімічних речовин у воді.

Інфузорія має два ядра: велике (*макронуклеус*), яке регулює всі життєві процеси, і маленьке (*мікронуклеус*), що відіграє основну роль у розмноженні.

Живляться інфузорії бактеріями, водоростями та деякими найпростішими. За допомогою коливань війок їжа потрапляє в *передротову западину* — *перистом*, потім у *глотку*, на дні якої утворюються *травні вакуолі*, де відбувається перетравлення їжі та всмоктування поживних речовин. Неперетравлені рештки виводяться через особливий отвір — *порошицю*.

Функції виділення здійснюють дві *скоротливі вакуолі*, які в інфузорії-туфельки мають складнішу будову, ніж у амеби або евглени зеленої. Вони складаються із центрального резервуара (власне скоротлива вакуоля) та 5-7 привідних каналців, роташованих навколо нього. Привідними каналцями до скоротливої вакуолі надходить вода з цитоплазми. Ці вакуолі скорочуються по чергово з інтервалом 10-15 секунд.

Розмножується інфузорія-туфелька, як і амеба, *нестатевим способом* (поперечний поділ цитоплазми, мале ядро ділиться мітотично, велике — амітотично). Характерний і статевий процес — *кон'югація* (тимчасове з'єднання двох особин, між якими утворюються цитоплазматичний місток, через який вони обмінюються поділіними малими ядрами). Статевий процес оновлює генетичну інформацію.

За несприятливих умов інфузорія-туфелька переходить у стан цисти, у якому може зберігати життєздатність до 7 років.

Інфузорії є ланкою в ланцюгах живлення, є кормом для мальків риб. Види, які живуть у шлунках жуйних, сприяють їхньому травленню.

Тип Апікомплексні (Apicomplexa) об'єднує понад 4,8 тис. видів внутрішньоклітинних, рідше порожнинних паразитичних одноклітинних. Форма їх тіла різноманітна, часто амебоподібна, тому здатні до амебоподібного переміщення за допомогою псевдоподій. Специфічних органел руху немає, і лише у статевих клітин (гамет) іноді є джгутики. Ці тварини не мають травних і скоротливих вакуолей, живляться осмотично.

У представників цього типу складний життєвий цикл. Розглянемо його на прикладі малярійного плазмодія (клас Споровики — Sporozoea).

Життєвий цикл *малярійного плазмодія* відбувається у двох стадіях (безстатевій і статевій) із зміною хазяїнів. В організмі проміжного хазяїна (людини, тварин) відбувається безстатеве розмноження, а в самки комара роду *Анофелес* (основний хазяїн) — статевий процес. Під час укусу комара, зараженого паразитом, разом із слиною у кров проміжного хазяїна потрапляють рухливі клітини плазмодія — *спорозоїти*. Спочатку збудник захворювання малярії потрапляє в клітини печінки, де відбувається безстатеве розмноження — *шизогонія* (множинний поділ),

внаслідок чого утворюються *тканеві мерозоїти*. Вони вражають клітини крові — еритроцити, де живляться, ростуть, розмножуються способом шизогонії, внаслідок чого утворюються *еритроцитарні мерозоїти*. Уражені еритроцити руйнуються, і мерозоїти виходять у плазму крові. Із плазми мерозоїти знову проникають в еритроцити і процес шизогонії повторюється. Після декількох безстатевих поколінь в еритроцитах формуються *незрілі статеві клітини — гаметоцити*.

У хворої на малярію людини через певні проміжки часу (24, 48 або 72 год.) спостерігаються напади пропасниці, причиною якої є меланін та отруйні продукти обміну речовин паразита, що потрапляють у плазму крові. Подальший розвиток плазмодія відбувається за участю комара. У кишках комара, що насмоктався крові хворого, формуються *дозрілі статеві клітини — макро- і мікрогамети (гаметоцити)*. Вони копулюють і дають початок рухливій зиготі (*овокінеті*), що перетворюється на зовнішній поверхні кишечника комара в *овоцисту*. У ній у результаті множинного поділу розвивається кілька тисяч спорозоїтів, що проникають у слинні залози комара і передаються під час укусу.

Малярія супроводжується недокрив'ям, ураженням печінки і селезінки. Зараз це важке захворювання вдалося повністю ліквідувати на території Європи та Північної Америки. Цьому, окрім цілеспрямованого виявлення та лікування хворих на малярію, сприяла також боротьба із переносником — малярійним комаром. При цьому вживалися заходи, спрямовані на знищення як дорослих комах, так і їх личинок, які розвиваються у прісних водоймах.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть загальні ознаки представників підцарства Найпростіші, а також особливості, що зумовлюють поділ їх на підтипи.
2. На основі яких ознак частину найпростіших відносять до підтипу Саркодові?
3. Як здійснюються у саркодових процеси живлення, дихання, пересування, розмноження? Як саркодові пристосувалися до несприятливих умов? Яку будову має амеба протей?
4. Як протікає життєвий цикл у амеби дизентерійної? У чому полягає шкода, яку вона спричиняє здоров'ю людини? Що повинна знати й уміти людина для того, щоб запобігти захворюванню на амєбіоз?
5. Дайте характеристику представникам підтипу Джгутикові. Поясніть, чому клас, до якого належить евглена зелена, називають Рослинні джгутикові?
6. Дайте загальну характеристику Типу Апікомплексні.
7. Які зміни у будові та життєвому циклі відбулися у споривиків у зв'язку з паразитичним способом життя?
8. Як протікає життєвий цикл малярійного плазмодія?
9. Чим небезпечне захворювання на малярію для людини? Які є заходи запобігання зараженню збудником малярії?

10. Як протікають процеси життєдіяльності у представника типу Інфузорії, або Війконосні — інфузорії туфельки.

11. У чому полягає роль найпростіших у природі та яке їх значення у житті людини?

Цікаво знати, що

➤ Каміння єгипетських пірамід складається з решток форамініфер.

Важливо знати, що

➤ Цисти дизентерійної амеби у великій кількості виносяться назовні разом із випорожненнями хворої людини і розсіюються у навколишньому середовищі. Зараження цистами відбувається через брудні руки, некип'ячену воду, немиті овочі та фрукти. Тому для профілактики захворювання на амебіоз велике значення має дотримання правил особистої гігієни.

З історії науки

➤ Важливий внесок у *протистологію* (науку про найпростіших) зробили вітчизняні вчені М.М.Тереховський (1740-1796), Л.С.Ценковський (1822-1887), В.Т.Шев'яков (1859-1930), В.О.Догель (1882-1955) та інші.

➤ Сонна хвороба належить до захворювань із природною осередкованістю, основи вчення про які розробили український учений академік Д.К. Заболотний та російський учений академік Є.Н. Павловський. Вони встановили, що у природі існують осередки захворювань, на які можуть хворіти люди і свійські тварини. Ці осередки можуть існувати у природі за рахунок диких тварин, які також чутливі до цих захворювань. За участю переносників (різноманітних кровосисних комах та кліщів) збудники захворювань можуть передаватися від диких тварин до свійських або до людини.

➤ Уперше дизентерійну амебу виявив у 1875 р. російський учений Ф.О.Леш. Вона живиться бактеріями, не спричиняючи захворювань. Однак інколи вона може проникати у слизову оболонку кишки, де починає активно розмножуватися. Живлячись еритроцитами, вона спричиняє утворення виразок, що кровоточать. Це захворювання отримало назву «амебна дизентерія» або «амебіоз». Амеба може проникати у кровоносні судини, а звідти — у різні органи, особливо у печінку, викликаючи там утворення небезпечних виразок.

З історії відкриття

➤ Колись малярія косила людей, доки проти неї не знайшли ліків. Українською цю хворобу називають ще **пропасницею** — від **пропасти**. Страшна і невиліковна була ця хвороба.

➤ У 1638 році в Перу захворіла на малярію дружина віце-короля графіня Кінхон. Лікувала її стара індіанка. Вона давала графині пити відвар з кори якогось місцевого дерева. Графіня одужала. Та ось захворів сам віце-король, граф Кінхон. Король Іспанії, якому належало Перу,

відклав графа, і він хворий повернувся до Іспанії, взявши з собою запас таємничої лікувальної кори. Проте іспанські лікарі не зуміли розкрити секрет приготування ліків з цієї кори, і граф Кінхон помер. Малярія, яку переносять комарі від хворої людини на здорову, продовжувала косити людей. Хворіли королі й жебраки, полководці й прості воїни, а рятунку не було.

Та ось розноситься вістка, що лікар Тальбор вилікував від малярії англійського короля Карла II, потім французького короля Людовика XIV. Він лікував їх порошком, який дали йому в одному монастирі. А ченці цього монастиря нещодавно повернулися з далеких мандрів, з Америки, звідки й привезли порошок. Однак таємниця ліків від малярії була розкрита лише через століття. А було це так.

Один французький дослідник, перебуваючи у Південній Америці, натрапив на незнайоме в Європі дерево. Місцеві жителі розповідали йому дивовижні історії про цілющі властивості цього дерева. Французький дослідник надіслав відомому ботаніку Карлу Ліннею зразки кори, листя, стебел і такий опис дерева: «Воно вічнозелене, середнього розміру, любить високі місця, узвишшя, навесні цвіте пахучими квітами». На честь графа Кінхона, який першим привіз в Європу кору цього дерева, ботаніки назвали рослину **цінхона** (у різних мовах прізвище графа читається по-різному — залежно від того, як вимовляється у цій мові початкова латинська буква **С**; тому це прізвище вимовляють і як Кінхон, і Сінхон, Цінхон, і Чінхон, і Хінхон). А ліки, виготовлені з кори дерева **цінхон**, назвали **хіна**. Це слово з мови індіанської народності кечуа, яка живе в Перу, Болівії та в інших країнах Південної Америки. У мові кечуа є слово **кінакіна** — «кора». Це слово, скорочене і спрощене іншими мовами, стало назвою ліків.

➤ До кінця XIX ст. причини малярії були невідомими. Виникнення захворювання пояснювали впливом несвіжого повітря («малярія» у перекладі з італійської — «погане повітря»). 1861 року військовий лікар Г.Ф. Логінов побачив у крові хворих на малярію темні тільця, що дало йому привід назвати це захворювання «чорнокрів'ям». Збудників малярії виявив і описав у 1878 р. російський лікар В.І. Афанасьєв (1849-1904).

У 1881 р. французький учений А. Лаверан (1845-1922) дав детальний опис паразита і розвиток його в крові людини. Його дослідження отримало широке визнання, і навіть збудник малярії отримав назву, пов'язану з ім'ям цього вченого — «кров'яна амеба Лаверана» (*Haematobia Laveranii*).

Згодом відомий вітчизняний учений І.І. Мечніков (1845-1916) установив тваринну природу малярійного плазмодія. На початку XX ст. італійський учений Д. Грассі (1854-1925) з'ясував роль комарів із роду Анофелес як переносників паразита.

Зі світу науки

➤ Англійський учений Сміт проводив досліді з «навчання» інфузорій: він тренував парамецію на поворотах при переміщенні по капіляр-

ній трубці, де туфелька повинна була повернутися назад, коли вона дійде до кінця. Спочатку це їй вдавалося з великими труднощами і супроводжувалося незграбними рухами і зміною форми тіла при згинанні у вузькому просторі. Але потім, після багаторазових вправ протягом 20 год., туфелька навчилася повертатися більш вправно, витрачаючи на цю процедуру замість початкових 4-5 хв. усього 1-2 сек. У цих дослідах було продемонстровано, що туфельки можуть пристосуватися навіть до руху по колу у циліндричній посудині. Ці рухи, набуті під час тренувань, туфелька зберігала й у випадку перебування її у більш просторих посудинах іншої форми.

Еволюційний процес

Паразитичні найпростіші виникли на Землі історично пізніше, після появи на планеті багатоклітинних тварин. До паразитизму еволюційно пристосувались представники практично всіх типів одноклітинних, а чотири типи — виключно паразити.

Рекомендована література

1. Герасимов В.П. Беспозвоночные животные, изучение их в школе. Простейшие, Кишечнополостные. Черви. Моллюски. — М.: Просвещение, 1978. — С. 27-35.
2. Довгаль И.В. Эти непростые простейшие. — Харьков: Изд. Група «Основа», 2009. — 92 с.
3. Догель В. А. Зоология беспозвоночных: Учебник для ун-тов / Под ред. Ю. И. Полянского — 7-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. школа, 1981. — 606 с.
4. Маруненко І.М., Бобрицька В.І., Неведомська Є.О. Основи зоології безхребетних: Навчальний посібник. — Полтава: ТОВ «Поліграфічний центр»Скайтек», 2006. — 176 с.
5. Одум Ю. Экология / Пер. с англ. Т.1. — М.: Мир, 1986. — 328 с.
6. Шарова И. Х. Зоология беспозвоночных: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. — 592 с.
7. Щербак Г.И. та ін. Зоологія безхребетних. Підручник: У 3-х книгах. / Г.И.Щербак, Д.Б.Царичкова, Ю.Г.Вервес. — К.: Либідь, 1995.

ЛЕКЦІЯ 7

ПІДЦАРСТВО БАГАТОКЛІТИННІ (Metazoa) ТИП КИШКОВОПОРОЖНИННІ (Cnidaria, або Coelenterata)

План

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

Основні поняття: багатоклітинність, двошарові тварини, тришарові тварини, внутрішнє середовище організму, нестатеве розмноження, статеве розмноження, онтогенез, ембріогенез, постембріональний розвиток, гаметогенез, типи дробіння, ектодерма, мезодерма, мезоглея, ентодерма, типи розвитку, метаморфоз, медуза, поліп, кишкова (гастральна) порожнина, внутрішньоклітинне травлення, внутрішньопорожнинне травлення, гастроваскулярна система, гонади, гермафродит, планула, регенерація, ганглії, реактивний рух, кораловий риф.

1. Загальна характеристика підцарства Багатоклітинні

Подальша прогресивна еволюція ядерних клітин привела до виникнення багатоклітинності та спеціалізації клітин для виконання різноманітних функцій — захисної, травної, рухової та інших. Поділ функцій між окремими групами клітин викликав посилення їхньої взаємної залежності.

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 багат шарове 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 фізіко-хімічних параметрів.

Багатоклітинним організмам властиве *нестатеве, вегетативне і статеве* розмноження. **Нестатеве** і **вегетативне** розмноження багатоклітинних — це форми розмноження без участі статевих клітин. Роз-

множення може відбуватися двома способами: *поділом* (поперечним, подовжнім 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 (*гастроуляція*), які спочатку призводять до утворення двох або трьох зародкових листків (*ектодерми*, *ентодерми* та *мезодерми*) (див. табл. 5), 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).

Таблиця 5

ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ДВОШАРОВИХ І ТРИШАРОВИХ ТВАРИН

Групи	Особливості будови	Представники
Радіально-симетричні, або двошарові	Мають екто- і ентодерму	Губки і Кишководопорожнинні
Двобічно-симетричні, або тришарові тварини	Мають третій зародковий листок — мезодерму	Плоскі, Круглі та Кільчасті черви, Членистоногі, Голкошкірі і Хордові; всі ці типи, за винятком Хордових, об'єднують в групу безхребетних тварин

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.

Таким чином, багатоклітинні організми різняться між собою за рівнем організації, наявністю та кількістю зародкових листків, ступенем клітинної та органологічної диференціації, розвитком певних систем органів.

2. Загальна характеристика типу Кишководопорожнинні (Cnidaria, або Coelenterata)

Представники типу Кишководопорожнинні (медузи, актинії, гідри) — найнижче організовані серед багатоклітинних тварин.

До типу Кишководопорожнинних 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 кишководопорожнинним властиве яскраве забарвлення. Це у поєднанні із своєрідною формою надає їм особливої краси.

У кишководопорожнинних 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 —

мезоглея (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, прикріпленням і плаваючим способом життя;

4) диференціювання клітин на низку спеціалізованих клітинних типів (епітеліально-м'язові, жалкі, нервові, травні, залозисті, проміжні);

5) виникнення нервової системи, що утворена з окремих клітин, які з'єднані між собою відростками; таку нервову систему називають дифузною;

6) поява внутрішньопорожнинного травлення;

7) більшості представників типу властиві життєві форми: *медуза* і *поліп* (рис. 19);

- *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;

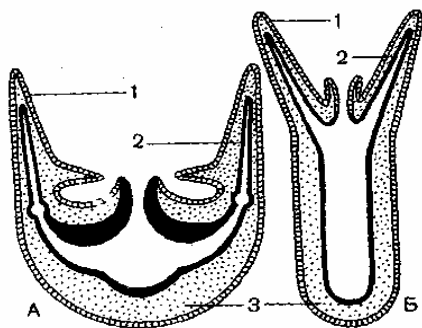


Рис. 19. Схема будови медузи (А) і поліпа (Б) (за Догелем, 1981):

- 1 — ектодерма;
- 2 — ентодерма;
- 3 — мезоглея.

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 кишководопорожнинних

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. Ця двошарова водяна тварина має променеву симетрію. Тіло її мішкоподібне, витягнуте, завдовжки до 1,5 см (рис. 20).

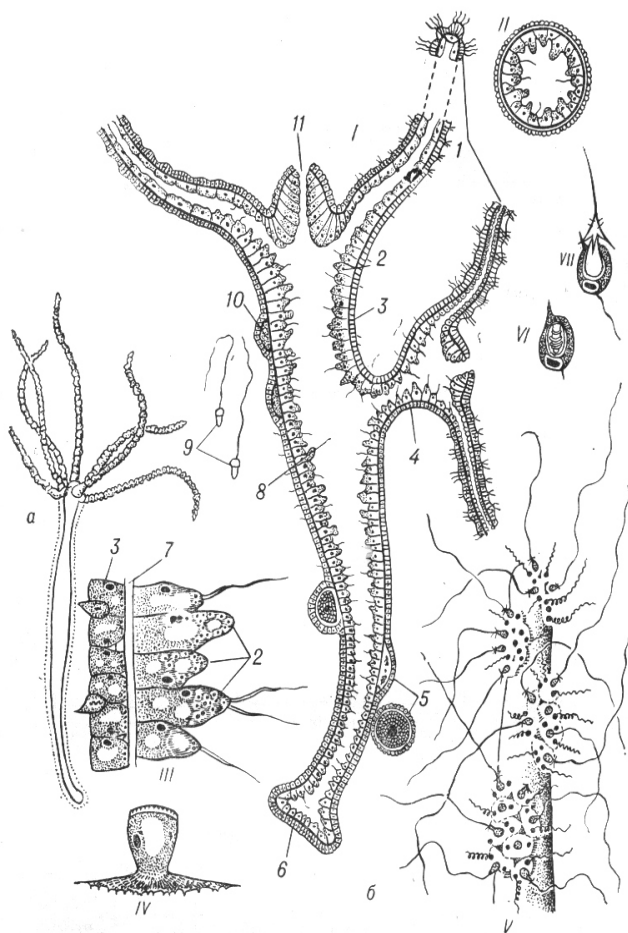


Рис. 20. Гідра прісноводна (за Догелем, 1981).

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 — підощва з аборальною порою;
- 7 — мезодерма;
- 8 — гастральна порожнина;
- 9 — сперматозоїди;
- 10 — чоловічі гонади — сім'яники;
- 11 — ротовий отвір.

Нижній кінець тіла — *підощва*, що має в ектодермі залозисті клітини, які виділяють клейку речовину. Крім того у підощві є *аборальна поря*. 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 розташовані *рот*, оточений щупальцями (від 5 до 12) із жалкими клітинами. Рот веде у *кишково*, 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 ранивть 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 **мезоглея**.

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 кишкової 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 (рис. 21). Тіло їх прозоре, має форму дзвона (діаметр — від декількох сантиметрів до 2 м) зі щупальцями по краях.

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-

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.

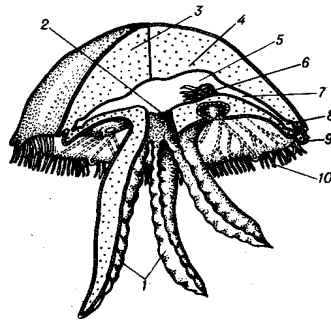


Рис. 21. Будова сцифоїдної медузи (за Догелем, 1981):

- 1 — ротові лопаті; 2 — ротевий отвір; 3, 4 — мезогля; 5 — шлунок; 6 — гонада; 7 — радіальний канал; 8 — кільцевий канал; 9 — ропалій; 10 — щупальця.

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 загнаними 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: нестатевий (поліп) і статевий (медуза) (рис. 22). Статеве покоління представ-

лене 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 *сцифістомою* (від грецьк. *skyphos* — чаша, *stoma* — рот). Розмножуючись поперечним поділом (стробіляцією), сцифістома дає початок дископодібним личинкам — *ефірам*, з яких розвиваються медузи.

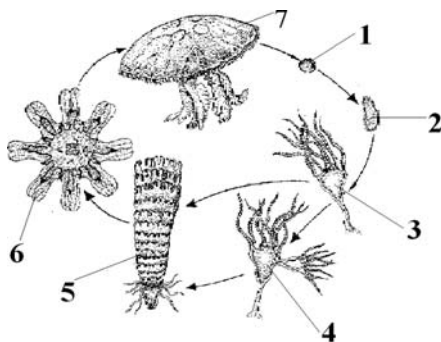


Рис. 22. Розвиток сцифомедуз (за Догелем, 1981):

- 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 усажені 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 підошви — 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. *planula* — плаский), 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 — *мадренорові*. 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*. Однак за сотні тисяч чи мільйони років дно океану разом з островами може опускатися, а рівень води — підніматися. 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. Риси ускладнення кишковопорожнинних порівняно з найпростішими

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 (див. табл. 6):

Таблиця 6

ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ КЛІТИН КИШКОВОПОРОЖНИННИХ

Клітини ектодерми		Клітини ентодерми	
типи клітин	Функції	типи клітин	функції
епітеліально-м'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

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

5. Значення кишковопорожнинних у природі та житті людини

Кишковопорожнинні є складовою частиною екосистеми. Між щупальцями кишковопорожнинних мешкають деякі риби та інші тварини, використовуючи їх як надійні сховища. Зі скелетів мадрепорових коралів протягом тисячоліть утворилися значні відклади вапняків.

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 — безпека під час плавання.

Питання для самоперевірки

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

Важливо знати, що

➤ Медуза хрестовичок, яка мешкає в заростях рослин Японського моря, дуже небезпечна для людини. Якщо необережно торкнутися цієї медузи, можна дістати опік. Невдовзі з'являється непереборна слабкість. Після першого опіку потерпілий кілька днів нездужає, і в нього залишається підвищена чутливість до отрути цієї медузи. Другий опік часто буває смертельним.

➤ Медуза-гідроїд *Turritopsis nutricula* є унікальною істотою. Це єдиний на планеті організм, що має безкінечний життєвий цикл. Звичайні медузи гинуть після розмноження, проте *Turritopsis* вміє повертатися з «дорослої» стадії медузи до ювенільної стадії поліпа. Теоретично, цей цикл здатний повторюватися до безкінечності, це і робить її потенційно безсмертною. *Turritopsis nutricula* водяться в теплих тропічних водах. У діаметрі ці медузи близько 4-5 мм. Мають куполоподібну форму з тонкими стінками. Молоді особи мають лише 8 щупалець, тоді як дорослі — близько 80-90 щупалець.

Цікаво знати, що

➤ Португальський кораблик, або фізалія, поширений у тропічних морях. Назва тварини пішла від яскраво розмальованих давніх військових вітрильників Португалії. Над поверхнею води височіє наповнений газом яскравий міхур фізалії завдовжки до 20-30 см. Над міхуром здійснюється парус (складка). Повертаючи його під різними кутами до вітру, фізалія здатна змінювати напрям свого руху. Від міхура відходять щупальця, що сягають 30 м завдовжки! Вони вкриті жалкими клітинами із сильною отрутою, небезпечною для людини. Хоча фізалія і має вигляд єдиного організму, насамперед вона є колонією, члени якої втратили свою індивідуальність і виконують лише певні функції.

➤ Жалкі клітини кишковопорожнинних зберігають свою життєздатність і можуть функціонувати навіть у тілі мертвої тварини. Ось чому опік легко можна отримати від контакту із медузою, викинутою на берег хвилею. Автономність жалких клітин підтверджується також тим, що вони не втрачають здатності до дії навіть тоді, коли потрапили у чужий організм. Так, наприклад, іноді кишковопорожнинних поїдають війчасті черви і молюски. У цьому випадку частина жалких клітин переходить у тіло хижака, потрапляє в його зовнішні покриви і продовжує там функціонувати як і раніше.

➤ Актинія здатна спіймати здобич великих розмірів. Якщо жертва не проходить до її рота, вона вивертає назовні передню частину своєї кишкової порожнини і натягує її на здобич.

➤ Цікавим є *явище симбіозу* актиній із раком-самітником, від якого користь мають обидві тварини — рак переміщує актинію, а вона захищає його від ворогів.

➤ Серед пекучих щупалець актиній живуть деякі риби (наприклад, риби-клоуни). Ці риби використовують щупальця як надійні сховища. При цьому вони уникають отруйних опіків жалких клітин. Річ у тім, що жалкі клітини реагують не на будь-який дотик, інакше щупальця обпікали б одне одного. При зіткненні щупалець цього не відбувається, бо вони вкриті слизом, у якому міститься речовина, що стримує «постріл» жалких клітин. Риби-співмешканці вкриті таким самим слизом, «запозиченим» у своїх небезпечних захисників.

➤ Вперше причину утворення кільцеподібних коралових рифів пояснив Ч.Дарвін (1842), припустивши, що вони виникли з берегових рифів унаслідок поступового опускання дна океану.

➤ Коралові рифи не утворюються на великій глибині, де надто темно. Чому? А тому, що в тканинах рифоутворюючих коралів живуть ендосимбіотичні водорості, для життєдіяльності яких необхідне світло. Ці водорості забезпечують поліпи киснем і поживними речовинами, а поліпи забезпечують водорості притулком та вуглекислим газом.

➤ На жаль, в Україні коралових рифів немає. Чому? Географічне поширення рифів обмежує температура води. Коралові рифи знаходяться лише там, де температура води ніколи не буває нижче +20°C.

Оскільки температура Азовського моря опускається до -3°C , а Чорного — до -8°C , то в Україні коралових рифів немає.

➤ Найбільшим у світі серед коралових рифів вважається Великий Бар'єрний риф, що тягнеться на 1400 км уздовж східного узбережжя Австралії.

З історії відкриття

➤ У 1742 році, у працях Лондонського Королівського товариства з'явилася кореспонденція з Голландії, яка відразу ж звернула на себе увагу всього світу. У ній повідомлялося, що один натураліст зробив вражаюче відкриття: він побачив у ставках таку тварину (у статті вона була названа «водяною комахою»), яка, коли розрізати її на декілька шматочків, перетворюється на стількох же тварин. Через два роки цей талановитий французький натураліст на ім'я Абрам Трамбле випустив у світ детальний опис своїх спостережень — «Мемуари з історії одного роду прісноводних поліпів з руками у формі рогів». Трамбле назвав досліджувану тварину «гідрою», враховуючи виявлені ним особливості цієї істоти і міфологію стародавніх греків. Відома лернейська Гідра згадується у переліку подвигів Геракла. Вона описувалася як чудовисько з дев'ятьма головами, які відразу ж відростали, коли їх відрубати.

З історії науки

➤ Вчення про зародкові листки, які утворюються в процесі ембріогенезу багатоклітинних тварин, було розроблене в XIX ст. ученими — Х.Пандером, К.Бером, О.О.Ковалевським, І.І.Мечниковим, Е. Геккелем.

Зі світу науки

➤ Вивчення роботи статоцистів різних медуз показало, що ці органи здатні вловлювати вібрацію хвиль з частотою 8-13 Гц, тобто в ультразвуковому діапазоні. Академік А.А.Шулейкін з'ясував, що під час шторму відбувається тертя повітряних потоків та гребенів хвиль і при цьому виникають звукові коливання різних частот, які поширюються на далекі відстані. Ці звуки, які не чує людина, сприймаються статоцистами медуз задовго до настання шторму і примушують їх відпливати подалі від берега.

Еволюційний процес

➤ Усі класи Кишковопорожнинних відомі з Докембрію (більш 600 млн. років). Двошаровість, низький рівень тканинної диференціації, різноманітність способів дробіння зиготи і гастрюляції дозволяє вважати їх правдавньою групою, близькою до предків усіх багатоклітинних тварин.

Існує дві основні теорії походження багатоклітинних тварин. Згідно з теорією гастрії (Ернст Геккель), вихідним способом формування двошарового зародка є інвагінація — впинання стінки одношарового зародка. Згідно з теорією фагоцители (Ілля Ілліч Мечніков), вихідним

способом формування двошарового зародка є іміграція — частина клітин одношарового зародка переміщується в його порожнину. Можливо, ці дві теорії взаємно доповнюють одна одну.

Вихідною формою, імовірно, слід вважати гідроїдних поліпів. Надалі еволюція пішла по шляху втрати поліпоїдної стадії (у сцифомедуз) або медузоїдної стадії (у коралів). Втрату медузоїдної стадії у прісноводних гідр (разом з личинкою планулою) і перехід поліпів до статевого розмноження можна вважати ідіоадаптацією (присосуванням) до життя в прісній воді.

Рекомендована література

1. Акимущкин И.И. Мир животных. Беспозвоночные. Ископаемые животные. — Т. 4, 2-е издание, М.: Мысль, 1991. — 336 с.
2. Герасимов В.П. Беспозвоночные животные, изучение их в школе. Простейшие. Кишечнополостные. Черви. Моллюски. — М.: Просвещение, 1978. — С. 27-35.
3. Догель В. А. Зоология беспозвоночных: Учебник для ун-тов / Под ред. Ю. И. Полянского — 7-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. школа, 1981. — 606 с.
4. Шарова И. Х. Зоология беспозвоночных: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. — 592 с.
5. Щербак Г.Й. та ін. Зоологія безхребетних. Підручник: У 3-х книгах. / Г.Й.Щербак, Д.Б.Царичкова, Ю.Г.Вервес. — К.: Либідь, 1995.

ЛЕКЦІЯ 8

ТИП ПЛОСКІ ЧЕРВИ (Plathelminthes)

План

1. Загальна характеристика типу Плоскі черви.
2. Характеристика класів типу Плоскі черви.
3. Пристосованість червів до паразитизму.
4. Система заходів запобігання зараженню гельмінтами.

Основні поняття: мезодерма, м'язова система, шкірно-м'язовий мішок, кутикула, білатеральна (двостороння) симетрія тіла, черевний (вентральний) бік тіла, спинний (дорсальний) бік тіла, центральна нервова система, головний (мозковий) ганглій, сенсили, статоцисти, протонефридії, внутрішньоклітинне травлення, гельмінтологія, присоски, основний хазяїн, проміжний хазяїн.

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. Розвиток типу відбувався за двома напрямками. Одна частина представників типу еволюціонувала, виробляючи пристосування до різноманітних умов існування в навколишньому середовищі. Цю групу об'єднують у клас Війчастих червів. Інша частина пішла шляхом загальної дегенерації у зв'язку з переходом до паразитичного способу життя (класи: Сисуни, Стюжкові черви).

Прогресивні риси типу Плоскі черви:

- 1) виникнення 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) поява 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) виникнення *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, ганглій*);

7) поява переднього кінця тіла з комплексом органів чуття: зору (*очі*), нюху (*хеморецептори*), дотику (*шкірні сенсори*), рівноваги (*статоцисти*); паразитичні плоскі черви не мають органів зору та рівноваги; керує діяльністю органів чуття головний, або мозковий, ганглій;

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

9) поява 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 — статеві системи;

11) порожнина тіла відсутня, внутрішні органи оточені пухкою сполучною тканиною мезодермального походження — паренхімою, що виконує різноманітні функції: запасає 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 одній особині). 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 Турбеларії (Turbellaria) нараховує близько 3 500 видів вільноживучих видів, які поширені в морях, прісних водоймах та іноді у вологому ґрунті. Тіло турбеларій 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 турбеларій, 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 турбеларій більших розмірів (від 1 до 35 см) є розгалужені сліпозамкнені *кишки*, по яких поживні речовини надходять до всіх частин тіла.

Розвиток війчастих червів здебільшого прямий і тільки в окремих видів відбувається з метаморфозом. Із заплідненого яйця виходить *мюлерівська личинка*, яка веде планктонний спосіб життя (рис. 23). Через деякий час вона опускається на дно і перетворюється у молодого черва. Типовим представником класу є планарія молочно-біла.

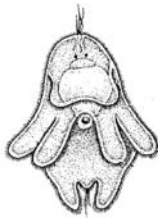


Рис. 23. Мюлерівська личинка (за Догелем, 1981)

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, 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 червеною (звідки пішла назва класу). Ними черв'як прикріплюється до тіла хазяїна. 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 хазяїна, а війчастого епітелію немає.

У зв'язку з тим, що сисуні живуть у відносно постійних умовах (паразитують у тілі хазяїна), для них характерні спеціалізація й спрощення в будові деяких органів. Спеціалізація виявляється у високому рівні

розвитку статеві системи, у виникненні складних життєвих циклів, а спрощення — у відсутності органів чуттів, зокрема, органів зору.

Життєвий цикл сисунів відбувається зі зміною хазяїв (схема 4): **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).



Схема 4. Життєвий цикл печінкового сисуна

Клас Стьошкові 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 цін'як (бичачий солітер)**, **свинячий цін'як (свинячий солітер)**. У перекладі з французької мови *solitaire* — одинак, самотник. Цю назву він отримав тому, що в кишечнику хазяїна солітер живе переважно поодиноці, зрідка по-двоє, у

виключних випадках їх кількість сягає п'яти. **Бичачий ціп'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 — *проглотиди*, 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 хазяїна 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 хазяїна 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*. 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 хазяїном*, 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 кишок, проникає у кровоносні або лімфатичні судини і розноситься до різних органів проміжного хазяїна. Тут вона локалізується і розвивається у наступну личинкову стадію — *фіну*. 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) хазяїн заражається цестодами, поїдаючи фіни

(рис. 24). У його кишках головки вивертаються, прикріплюються до стінки кишки і розпочинається ріст стробіли.

Проміжним хазяїном 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.

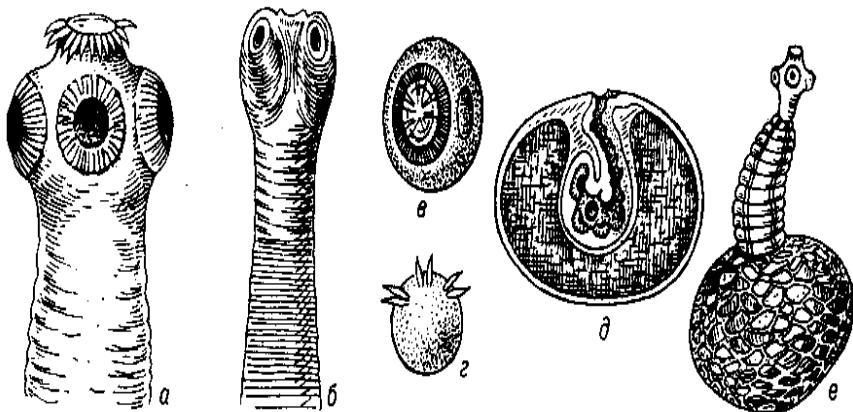


Рис. 24. Розвиток солітерів (за Догелем, 1981):

- 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.

В Україні поширений **свинячий ціп'як**, або **свинячий солітер**, **ціп'як озброєний**, який має довжину 2-3 м (рис. 25). Органами фіксації у нього є присоски і хоботок із гачечками. Із випорожненнями основного хазяїна дозрілі членики паразита виділяються назовні ланцюжками по 3-5 штук.

Яйця ехінокока виходять з кишечника основного хазяїна (собаки, вовки, шакали, кішки) з екскрементами (каловими масами). У кишечнику проміжного хазяїна (вівці, кози, корови, верблюди, північні олені, свині,

Проміжним хазяїном є свиня, яка заражується солітером, поїдаючи членики з травою або риючись 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.

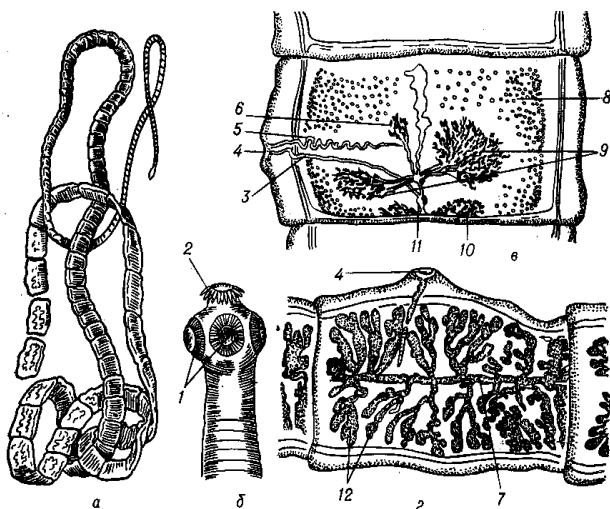


Рис. 25. Свинячий цїп'як (за Догелем, 1981):

- 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 Меліса; 12 — бічні гілки матки.

Ще одним представником стьожкових червів, які ведуть паразитичний спосіб життя і становлять небезпеку для здоров'я людини, є **ехінокок** (рис. 26). 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 хазяїна (собаки, вовки, шакали, кішки) з екскрементами (каловими масами). У кишечнику проміжного хазяїна (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 червів. 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.

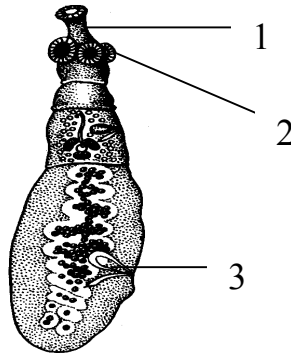


Рис. 26. Стъожкова форма ехінокока (за Догелем, 1981):

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 кишечнику остаточного хазяїна виростає окремий черв'як. Людина заражується яйцями ехінокока, якщо не миє рук після контактів з хворими тваринами, вживає немиті овочі та фрукти.

3. Пристосованість червів до паразитизму

Головними рисами пристосованості червів 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 хазяїна;
- наявність антипротеолітичного ферменту у зовнішніх покривах (для уникнення перетравлення травними соками хазяїна);
 - травна система примітивна чи взагалі відсутня, поживні речовини надходять через покриви (у стъожкових);
 - властиве анаеробне дихання (відсутні органи дихання);
 - органи чуття розвинені слабо і представлені поодинокими сенсилами;
- добре розвинена статевая система, гермафродитизм, надзвичайна плодючість;
- складні життєві цикли, зміна хазяїна.

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;
 - * обережати 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.

Питання для самоперевірки

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?

Цікаво знати, що

➤ За несприятливих умов планарія розпадається на частинки, які не гинуть. Коли умови нормалізуються, кожна така частинка регенерує в цілий організм.

➤ Планарія має дивовижну здатність переживати голод, понад рік обходячись без їжі. При цьому тіло її зменшується (у 300 разів!) — вона немовби поїдає сама себе. Клітини одна за одною самі пересуваються до кишечника і перетравлюються. Коли планарія знаходить поживу, вона швидко відновлює свій звичайний розмір.

➤ У війчастих червів високо виражена здатність до регенерації: навіть із 1/280 тіла планарії можна відновити цілий організм.

➤ Яйця ехінокока дуже стійкі до температурних і метеорологічних коливань: вони переносять 12-денне висушування або перебування у воді. При температурі від -1°C до $+2^{\circ}\text{C}$ яйця залишаються життєздатними протягом 116 днів.

Важливо знати, що

➤ При ураженні бичачим ціп'яком у людини розвивається загальна слабкість, нервовість, виникають головні болі, порушується робота органів травлення. Усе це виснажує людину, негативно позначається на її працездатності і, звичайно, призводить до погіршення здоров'я.

➤ Свинячий ціп'як може жити у кишках людини кілька років, викликаючи зниження апетиту, нудоту, болі під грудьми, розлади процесу травлення, схуднення.

➤ У боротьбі з ціп'яками важливе значення має своєчасне виявлення і вибраковування заражених цистицерками туш тварин або знешкодження ураженого м'яса високою (60-70°C) температурою, концентрованим розчином солі, заморожуванням при температурі — 10-15°C.

➤ Тварин, що загинули від ехінококозу, слід спалювати або закопувати на визначену санітарними службами глибину, щоб вони не стали джерелом зараження собак, вовків лисиць.

Еволюційний процес

➤ Сучасним нащадком реліктової фауни перших багатоклітинних є тріхоплакс (*Trichoplax adhaerens*), тіло якого складається з двох шарів клітин. За теорією А. В. Іванова про походження турбеларій, саме тріхоплакс за будовою тіла був попередником (пращуром) безкишкових турбеларій.

➤ Від стародавніх ацеломічних (відсутній целом) турбеларій виникли прямокишкові турбеларії, від яких в свою чергу взяли початок паразитичні форми плоских червів. Так доказом цього є наявність війчастого епітелію та прямого кишечника у личинок трематод і моногеней — класів паразитичних червів.

Рекомендована література

1. Герасимов В.П. Беспозвоночные животные, изучение их в школе. Простейшие. Кишечнополостные. Черви. Моллюски. — М.: Просвещение, 1978. — С. 27-35.

2. Догель В. А. Зоология беспозвоночных: Учебник для ун-тов / Под ред. Ю. И. Полянского — 7-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. школа, 1981. — 606 с.

3. Маруненко І.М., Бобрицька В.І., Неведомська Є.О. Основи зоології безхребетних: Навчальний посібник. — Полтава: ТОВ «Поліграфічний центр»Скайтек», 2006. — 176 с.

4. Шарова И. Х. Зоология беспозвоночных: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. — 592 с.

5. Щербак Г.И. та ін. Зоологія безхребетних. Підручник: У 3-х книгах. / Г.И.Щербак, Д.Б.Царичкова, Ю.Г.Вервес. — К.: Либідь, 1995.

ЛЕКЦІЯ 9

ТИП КРУГЛІ ЧЕРВИ, або ПЕРВИННОПОРОЖНИННІ (Nemathelminthes)

План

1. Загальна характеристика типу Круглі черви.
2. Прогресивні риси типу Круглі черви.
3. Клас Нематоди, або Круглі черви (*Nematoda*).
4. Значення круглих червів у природі та житті людини.

Основні поняття: гіподерма, первинна порожнина тіла (схізоцель), головна капсула, органи дотику (тангорецептори, нюхові ямки (амфіди), кутикула, анаероб, статевий диморфізм, аскаридоз, ентеробіоз, трихоцефаліоз, гельмінтологія.

1. 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 тварин 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 хазяїв при розвитку спостерігається рідко. Розвиток личинок супроводжується линанням, під час якого стара кутикула скидається і гіподерма виділяє нову.

2. Прогресивні риси типу Круглі черви

Прогресивними рисами типу Круглі черви є:

- 1) поява 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) поява 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.

3. 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 — плацентоде-рми — 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 (тангорцептори) 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 кишечнику тварин та людини. Кутикула є також елементом опорно-рухової 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'їв належать аскарида людська, аскарида свиняча, аскарида коняча, гострик дитячий, волосоголовець людський, трихінела, нематода цибульна й нематода полунична.

Аскарида **людська** має витягнуте, червоподібне, нечленисте, кругле в поперечному перерізі (рис. 27), тришарове тіло.

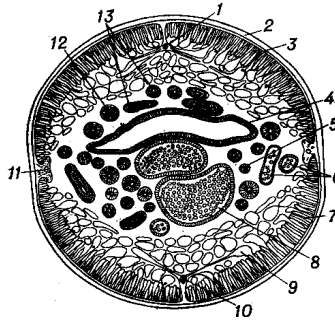


Рис. 27. Поперечний зріз через тіло аскариди (самки) (за Догелем, 1981):

- 1 — спинний нервовий стовбур; 2 — кутикула;
- 3 — гіподерма; 4 — кишка; 5 — яєчник;
- 6 — яйцепровід; 7 — м'язи; 8 — матка;
- 9 — повздовжні мускули; 10 — червний 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 кишках. Не маючи органів прикріплення, аскарида змушена повзти назустріч руху харчових мас або обпиратися об стінки кишечника своїм пружним тілом. Якщо вміст кишечника потягне її за собою, аскариду буде винесено назовні разом із рештками їжі. Кутикула аскариди виділяє речовину — кератин, який нейтралізує дію основних травних ферментів хазяїна — 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 хазяїна.

Аскариди — різностатеві тварини (рис. 28), 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, яйцепровід та дві матки, статевий отвір; у самців один ниткоподібний сім'яник, сім'япровід, сім'явипорскувальний канал. Запліднення внутрішнє. Розмножуються аскариди яйцями.

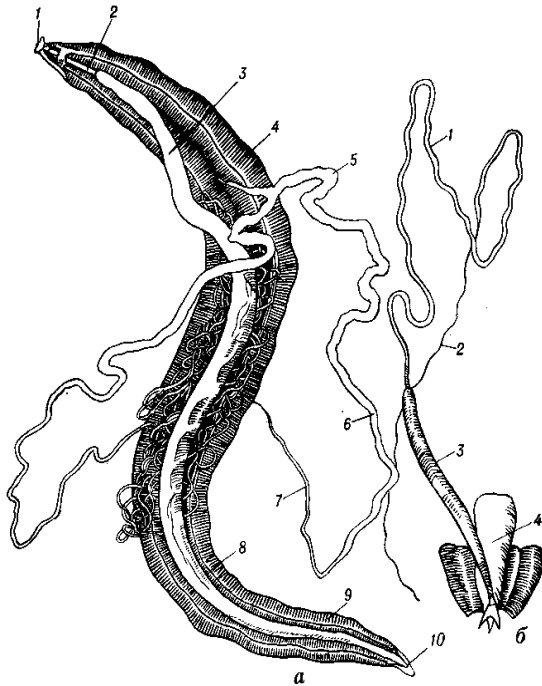


Рис. 28. Аскарида людська (за Догелем, 1981):

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 незрілими. Для розвитку з них личинки потрібні кисень, певний рівень вологості і тепло (схема 5).

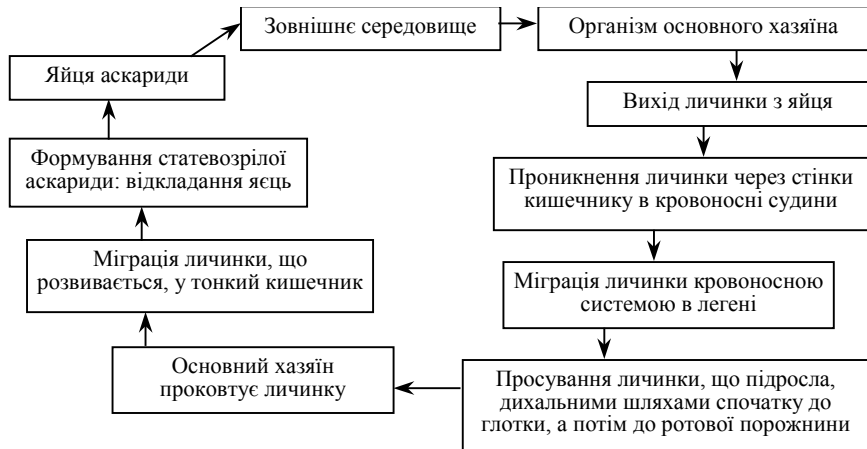


Схема 5. Розвиток аскариди людської.

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. У кишках людини личинка аскариди звільняється від оболонок і проникає крізь стінки кишків 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 (див. схему 5). Заходи попередження захворювання на аскаридоз і боротьба з ним подано в таблиці 7.

Таблиця 7

АСКАРИДИ ЛЮДСЬКІ — КРУГЛІ ПАРАЗИТИЧНІ ЧЕРВИ І БОРЬОБА З НИМИ

Заходи попередження захворювання	Заходи боротьби
Ретельне миття перед застосуванням овочів, фруктів, а також рук перед їжею	<ul style="list-style-type: none"> • Лікування хворих людей; • знезаражування фекалій; • санітарно-просвітницька робота

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 спірально 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.

4. Значення круглих червів у природі та житті людини

Аскариди людська, свиняча і коняча живляться напівперетравленою їжею хазяїна, 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.

Питання для самоперевірки

1. Дайте загальну характеристику типу *Круглі черви*.
2. У чому полягають прогресивні риси типу *Круглі черви*?
3. Охарактеризуйте клас *Нематоди*, або *Круглі черви (Nematoda)*.
4. Встановіть значення круглих червів у природі та житті людини.

Важливо знати, що

➤ Людина заражається аскаридами різними шляхами, зокрема, через немиті овочі та фрукти, брудні руки. Крім того, яйця аскарид переносять мухи й таргани, вони можуть потрапляти на харчові продукти разом із пилом. Діти можуть заражатися, граючись із піском або землею, у які потрапили яйця паразита. Причиною захворювання може бути застосування незнешкоджених фекалій для удобрення ґрунту, скидання у водойми нечистот, низький рівень санітарно-гігієнічної культури людей.

➤ Найбільший ризик для зараження аскаридами в умовах помірного клімату є сезон весни і початку літа.

➤ Скупчення аскарид в багатьох випадках спричинює явище непрохідності кишечника. Тоді для спасіння життя хворого необхідна операція — хірургічне проникнення у черевну порожнину і кишку для вилучення клубка аскарид.

➤ Для людини джерелом зараження трихінелами є погано проварене чи просмажене м'ясо свині, яке має капсули личинок цього паразита.

Зараження трихінелами викликає у людини дуже тяжке захворювання, що характеризується підвищенням температури, набряками обличчя і ніг. Це захворювання нерідко призводить до смерті людини, адже сотні тисяч трихінел, які проникли у м'язи рук, ніг, серця, шлунка тощо, не можуть бути видаленими ніякими ліками.

Цікаво знати, що

➤ Народи, які не вживають у їжу свинину, не заражаються трихінелами.

З історії науки

➤ Лише з 60-х років XIX століття було покінчено зі старими міфами про «самозародження» паразитів, і боротьба з гельмінтозами отримала справжнє наукове обґрунтування. Цей період став початком виникнення провісників нової науки — *гельмінтології*.

Протягом тривалого періоду боротьба з глистяними захворюваннями була спрямована на їх профілактику і включала такі основні заходи, як налагодження водопостачання і каналізації у містах і селах, організація медико-санітарного нагляду за продуктами харчування, усунення забруднень навколишнього середовища людськими випорожненнями, знищення гризунів і мух як рознощиків інфекції, санітарна просвіта широких мас населення, поліпшення їх побутових умов. Проте біологія багатьох паразитів, на основі якої тільки й можлива раціональна боротьба з ними, не завжди була відомою. Це стало стимулом до подальших досліджень учених-гельмінтологів. Так, у 20- роках XX століття був виявлений шлях розвитку такого загальновідомого паразита, як аскарида людська. Але існувало ще дуже багато «білих плям» у гельмінтології. Зокрема, навіть серед спеціалістів була поширена думка, нібито гострики здатні розмножуватися і розвиватися, не покидаючи кишечника людини.

У наш час гельмінтологам відома величезна за своїм видовим складом армія паразитичних червів, серед яких виявлені декілька сотень тих, що раніше науці не були відомі, встановлений їх зв'язок із захворюваннями людини і тварин. При цьому були виявлені осередки глистяних захворювань і у багатьох випадках з'ясовані дуже складні залежності, які полягали в тому, що різні організми виявилися пов'язаними між собою як хазяї та носії одного й того ж паразита. Нарешті, на основі ретельного вивчення біології гельмінтів розроблені та впроваджуються санітарні заходи, які ставлять за мету попередити виникнення і поширення гельмінтозів.

У наш час зростає значення зусиль самої людини у збереженні свого здоров'я, профілактики численних захворювань, що їх спричиняють безхребетні тварини та збудники, яких вони можуть переносити. Дотримання норм особистої гігієни як невід'ємної складової здорового стилю життєдіяльності сучасної людини є найбільш дієвим заходом у боротьбі з ними.

Зі світу науки

➤ Визначний внесок у наукові дослідження в галузі гельмінтології належить вітчизняному вченому К.І.Скрябіну (1878-1972) (рис. 29). Він висунув і детально розробив принцип девастації (лат. *devastatio* — спустошую, розорюю), що полягає у знищенні паразитичних червів на всіх стадіях їх життєвого циклу всіма доступними засобами механічного, хімічного та біологічного впливів.



Рис. 29. К.І.Скрябін — засновник школи гельмінтологів

Еволюційний процес

➤ Тип Первиннопорожнинних бере свій початок від турбеларієподібних предків. В різних класах Круглих червів проявляються риси, спільні з Плоскими червами: у Черевовійчастих або Гастротрихів і Коловерток (зовні нагадують планарій) збереглися ділянки вільчастого епітелію та протонефридії.

➤ Парадоксальним явищем серед Круглих червів стала червоподібна форма тіла у всіх представників типу. Вона просто виявилась універсальною для існування в різних екологічних нішах (вода, ґрунт, тканини тварин і рослин). А ніша має одну спільну ознаку — збагачена органікою.

Рекомендована література

1. Ветеринарная паразитология и инвазионные болезни домашних животных. / под ред. К. И. Скрябина. — М.: Сельхозгиз, 1937. — Ч. 1 : Скрябин К., Шульц С. Гельминтология. — 418 с.
2. Герасимов В.П. Беспозвоночные животные, изучение их в школе. Простейшие. Кишечнополостные. Черви. Моллюски. — М.: Просвещение, 1978. — С. 27-35.
3. Догель В. А. Зоология беспозвоночных: Учебник для ун-тов / Под ред. Ю. И. Полянского — 7-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. школа, 1981. — 606 с.
4. Маруненко І.М., Бобрицька В.І., Неведомська Є.О. Основи зоології безхребетних: Навчальний посібник. — Полтава: ТОВ «Поліграфічний центр»Скайтек», 2006. — 176 с.
5. Щербак Г.Й. та ін. Зоологія безхребетних. Підручник: У 3-х книгах. / Г.Й.Щербак, Д.Б.Царичкова, Ю.Г.Вервес. — К.: Либідь, 1995.

ЛЕКЦІЯ 10

ТИП КІЛЬЧАСТІ ЧЕРВИ, або АНЕЛІДИ (Annelida)

План

1. Загальна характеристика типу Кільчасті черви.
2. Прогресивні 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.

Основні поняття: гомономна сегментація, шкірно-м'язовий мішок, вторинна порожнина тіла (целом), метанефридії, метаморфоз, параподії, трохофора, гірудин.

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. 30). 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.

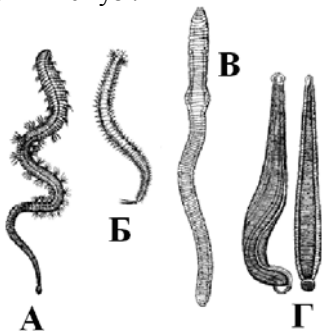


Рис. 30. Різні види анелід (за Догелем, 1981):

- 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 позовдовжніми 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. 31). Це порожнина між стінками тіла і внутрішніми органами, обмежена целомічним епітелієм. Вона розвивається із мезодерми. У кільчаків целом розділений перегородками на сегменти.

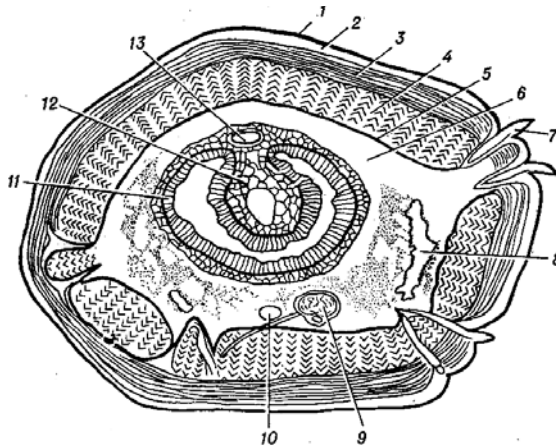


Рис. 31. Поперечний розріз дощового черв'яка (за Догелем, 1981):

- 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 волю, 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 — по сегментно 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 нервово кільце, і черевним ланцюжком із по сегментно 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 (багатошестинкові черви) є статостисти. 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. Прогресивні риси типу Кільчасті черви

Прогресивними рисами типу Кільчасті черви є:

- 1) поява 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) поява 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) поява 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 — метанефридії, 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 щупалець 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 Малошетинкові черви, або Олігохети (Oligochaeta)

До класу Малошетинкові 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 Малошетинкові черви є в основному ґрунто-ві (дощовий черв'як, австралійський земляний черв'як) та прісноводні мешканці (трубковик).

Серед малошетинкових 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 малошетинкових 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 пояска;

9) *розвиток* прямий;

10) добре виражена *регенерація*.

Типовим представником класу є *дощовий черв'як*. Довжина тіла становить від 15 до 20 см. Передній кінець тіла дощового черв'яка 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 черв'яка 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 черв'яка 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 черв'яка 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 черв'яку вперед.

Тіло дощового черв'яка вологе, вкрите слизом, який виділяють залози шкіри. Слиз перешкоджає висиханню шкіри і полегшує просуван-

ня в ґрунті. Пересувається дощовий черв'як внаслідок почергових скорочень кільцевих та поздовжніх м'язів шкірно-м'язового мішка.

Кровоносна, травна, видільна та нервові системи дощового черв'яка типові для всіх кільчаків.

Органом дихання дощового черв'яка 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 хижаки (велика псевдокінська п'явка, суходольна п'явка), які живляться дрібними тваринами (наприклад, черв'яками, молюсками), та кровососи (медична п'явка), які живляться кров'ю хребетних тварин.

Характерними ознаками п'явок є:

- 1) сплюснене 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 черево; 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 прорізують 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. Ускладнення 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.

Питання для самоперевірки

1. Дайте загальну характеристику типу Кільчасті черви.
2. Визначте прогресивні 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?

Цікаво знати, що

➤ Дошові черв'яки — істоти двостатеві, тобто *гермафродити*. Проте у цих тварин не відбувається самозапліднення: окремо відділений черв'як не здатний розмножуватися. Коли зустрічаються дві статевозрілі особини, вони тісно притискаються одна до одної черевними боками передньої третини своїх тіл, включаючи й пояски.

Набряклі пояски обох червів виділяють при цьому густий клейкий слиз. У такому положенні йде обмін спермою: з чоловічих статевих отворів, які розташовані на 15-ому сегменті, витікає сім'яна рідина, яка під дією м'язових скорочень проходить по двох паралельних рівначках через декілька сегментів черевного боку і потрапляє в особливі кишечники, які виступають на тілі іншого черв'яка — у його сім'яприймачі (їх можна побачити на дев'ятому і десятому сегментах у вигляді округлих горбиків). Після цього черви розходяться, і у них починається процес дозрівання яєць. У цей час поясок починає виділяти густий слиз, який утворює навколо тіла муфту. Зусиллями м'язів черв'як зсуває це кільце до головного відділу. Коли воно проходить повз жіночі статеві отвори (14-й сегмент), у нього потрапляють яйця, а коли це кільце зсувається далі, у нього видавлюється з сім'яприймальників накопичена там сім'яна рідина. Так відбувається запліднення яєць. Коли кільце доходить до переднього кінця тіла, черв'як від нього звільняється. Краї кільця стягуються, і утворюється невеличкий, розміром з сірникову голівку, кокон. Через деякий час із кокона виходять черв'ячки і починають самостійне існування.

➤ За типом живлення дошові черви — *сапротрофи*. Вони знаходять сире опале листя, напівзгнилі травинки, заковтують і землю, яку завжди

можна побачити у їхніх кишках. Органічні речовини ґрунту та перегній ними використовуються як їжа, піщинки сприяють подрібненню і перетиранню рослинних часточок. Перероблений ґрунт черви викидають на поверхню у вигляді характерних купок — копролітів (від грецьк. *kopros* — екскременти, *lithos* — камінь). Таким чином, дощові черви відіграють позитивну роль у процесах ґрунтоутворення, на що вперше вказав Ч.Дарвін (1881).

Еволюційний процес

➤ В різних класах Кільчастих червів відстежуються ознаки спорідненості їх з примітивними ацеломічними чрвами. Так, у Первинних кільчаків та поліхет вторинна порожнина тіла (целом) може бути недорозвинutoю, нерідко може бути відсутня кровоносна система, але існує первинна порожнина тіла, протонефридії, що характерне для первинно-порожнинних червів.

➤ Клас П'явок відокремився від олігохет в зв'язку з переходом до активного хижацтва та кровосання.

Рекомендована література

1. Герасимов В.П. Беспозвоночные животные, изучение их в школе. Простейшие. Кишечнополостные. Черви. Моллюски. — М.: Просвещение, 1978. — С. 27-35.

2. Догель В. А. Зоология беспозвоночных: Учебник для ун-тов / Под ред. Ю. И. Полянского — 7-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. школа, 1981. — 606 с.

3. Маруненко І.М., Бобрицька В.І., Неведомська Є.О. Основи зоології безхребетних: Навчальний посібник. — Полтава: ТОВ «Поліграфічний центр»Скайтек», 2006. — 176 с.

ЛЕКЦІЯ 11

ТИП МОЛЮСКИ, або М'ЯКУНИ (Mollusca)

План

1. Загальна характеристика типу Молюски, або М'якуни (Mollusca).
2. Прогресивні ознаки молюсків.
3. Клас Двостулкові (Bivalvia).
4. Клас Черевоногі (Gastropoda).
5. Клас Головоногі (Cephalopoda).

Основні поняття: малакологія, голова, тулуб, нога, мантия, мантийна порожнина, вторинна порожнина тіла, навколосерцева сумка (перикардій), черепашка, лігамент, бісус, ввідний (зябровий) сифон, вивідний (клоакальний) сифон, гідрореактивний рух, лійка, рогові щелепи («дзьоб»), тертка (радула), гемоціанін, гонади, хроматофори, сепія, амбра.

1. Загальна характеристика типу Молюски, або М'якуни (Mollusca)

Молюски, або М'якуни (м'якотілі) — несеgmentовані вториннопорожнинні безхребетні тварини з м'яким несеgmentованим тілом, що поділяється на відділи. Одні з них живуть у морях, інші — в прісних водоймах, багато які — на суходолі, деякі ведуть паразитичний спосіб життя.

Відомо близько 113 000 видів молюсків (в Україні — понад 600). До цього типу належать сім класів: Моноплакофори, Панцирні, Безпанцирні, Лопатоні, Двостулкові, Черевоногі, Головоногі. Типовими представниками є слимаки, жабуриці (беззубки), мідії, устриці, восьминоги, кальмари. Розміри молюсків варіюють від кількох міліметрів до декількох метрів.

Малакологія (від грецьк. *малакіон* — молюск, *логос* — учення) — розділ зоології, який вивчає молюсків.

Тіло молюсків зазвичай поділяється на три відділи: *голову, тулуб і ногу* та вкрите *шкірястою мантиєю*, яка властива лише цим тваринам. **Мантия** (від грецьк. *mantion* — покривало, плащ) — зовнішня складка шкіри, що вкриває все тіло або його частину. Між мантиєю і тілом знаходиться *мантийна порожнина*.

Мантия виділяє *черепашку*, що має захисне значення. Черепашка складається з трьох шарів: зовнішнього (рогового, або конхіолінового), середнього (порцелянового, або призматичного) і внутрішнього (перламутрового). Зовнішній шар черепашки складається з рогоподібної речовини, а порцеляновий і перламутровий шари — з карбонату кальцію. У деяких видів черепашка частково або повністю редукується.

Порожнина тіла вторинна, утворена неметамерним залишковим целомом, представленим у більшості форм навколосерцевою сумкою (перикардієм) і порожниною статевих залоз (гонад). У більшості молюсків розвинені гладенькі м'язи, тому рухи їх повільні. Лише у головоногих, які активно й швидко рухаються, м'язи посмуговані.

Органи травлення молюсків починаються ротовим отвором, а закінчуються анальним. Кишечник має три відділи: 1) *передній*, який складається з ротової порожнини, глотки, у яку відкриваються протоки слинних залоз (крім двостулкових), секрет яких містить травні ферменти, та стравоходу; 2) *середній* має розширення — шлунок, у який відкривається протока травної залози — печінка; 3) *задній*, який закінчується анальним отвором (відкривається у мантийну порожнину). Ферменти слини і печінки сприяють перетравленню основних органічних компонентів їжі. Молоски живляться як рослинною, так і тваринною їжею.

Органи виділення — нирки. Вони представляють собою видозмінені метанефридії. Одним кінцем нирка відкривається у навколосерцеву порожнину (целом), іншим — у мантийну порожнину.

Органами дихання є або зябра, які розташовані у мантийній порожнині, або *легені*. Функції легень виконують стінки мантийної порожнини, які пронизані кровоносними судинами.

Кровоносна система не замкнена (кров виливається з кровоносних судин у порожнину тіла). Є центральний орган кровоносної системи — *серце*, що складається із шлуночка і одного або декількох передсердь. Поява серця забезпечує досконалішу циркуляцію крові в організмі тварин.

Нервова система складається з 3-5 пар добре розвинених гангліїв, розташованих у різних частинах тіла і з'єднаних між собою нервовими тяжами. Від них відходять нерви до різних частин тіла. Така нервова система у молюсків називається *розкидано-вузлового типу* (рис. 32).

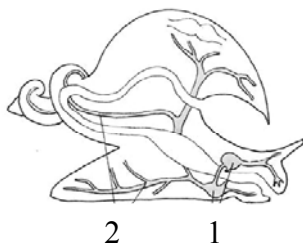


Рис. 32. Нервова система молюсків:

- 1 — нервові ганглії;
- 2 — нервові стовбури.

Розвиток *органів чуття* залежить від умов існування молюсків. У них є очі, органи дотику, хімічного чуття (осфрадії), рівноваги (статоцисти), які розвинені у представників різних класів не однаковою мірою.

Розмножуються молюски лише статевим способом. Вони є різностатеві або гермафродити. Здебільшого запліднення внутрішнє, у деяких — зовнішнє.

Розвиток молюсків або прямий, або з метаморфозом. Є серед них і живородні форми.

2. Прогресивні ознаки молюсків

Прогресивними ознаками молюсків є:

- злиття сегментів тіла й концентрація органів, що підвищило інтенсивність функцій, які вони виконують;
- розвиток нервової системи, утворення нервових вузлів у відділах тіла;
- поява центрального пульсуючого органу — серця, що збільшило швидкість кровообігу й дало змогу суттєво підвищити інтенсивність обмінних процесів;
- наявність травних залоз (слинних та печінки), що забезпечили найповнішу утилізацію їжі;
- добре розвинена дихальна система (зябра або легені).

3. Клас Двостулкові (*Bivalvia*)

У світовій фауні відомо близько 20 тис. видів двостулкових. У прісних водоймах України їх нараховують близько 150 видів, у Чорному та Азовському морях — понад 100 видів. Найкрупніший двостулковий морський молюск — *тридакна* — важить до 300 кілограмів. Мешкає серед коралів в Індійському і Тихому океанах. Стулки тридакни довжиною 1,4 м. М'язам, які замикають стулки, властива велика сила. Відкрити стулки живого молюска можна за допомогою лома. Тридакни небезпечні для водолазів і особливо для шукачів перлів. Людина, яка випадково просунула руку, або ногу між стулками, може загинути. Двостулкові населяють гідросферу від літоралі до океанічних западин (10,8 км). Особливо велика маса цих тварин у прибережних мілководних зонах. На суходолі не зустрічаються. Розміри варіюються від 2-3 мм до 1,5 м.

У проточних водоймах на піскуватих відмілинах зустрічається *перлівниця звичайна* (довжина від 9 до 14,5 см, висота до 4 см). Вона має товстостінні стулки з добре розвиненим перламутровим шаром, які закриваються за допомогою замка.

У стоячих водоймах поширена *жабурниця звичайна*, або *беззубка* (довжина до 20 см). Черепашка в неї ширша і кругліша, ніж у перлівниці, товстостінна, без замка. Рухаються ці тварини дуже повільно: 1-1,5 м за годину. Восени зариваються у ґрунт дна, де й зимують. Тривалість життя цих молюсків становить у середньому 15 років.

Серед прісноводних двостулкових молюсків особливе місце посідає *дрейсена* (рис. 33). Це невеликий молюск (3,5-4 см довжиною) з досить

характерною формою черепашки. У дорослої дрейсени слабо розвинена нога, проте добре розвинені бісусні залози. Бісусними нитками молюск прикріплюється до різних підводних предметів, подібно до морських двостулкових (у беззубок і перлівниць нитки бісусу виділяються лише на личинковій стадії і слугують для прикріплення личинки глохидію до тіла риби). Дрейсени, вистилаючи собою підводні частини гідротехнічних споруд, наносять шкоду спорудам гідроелектростанцій та водопроводів.



Рис. 33. Дрейсена (за Догелем, 1981).

По-іншому у дрейсени відбувається й розвиток нащадків: з яєць виходять мікроскопічних розмірів вільноплаваючі личинки (рис. 34), які дуже схожі на трохофор — личинок морських кільчаків (такий же вигляд мають і личинки морських двостулкових).

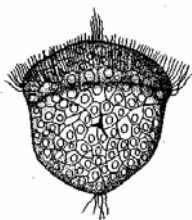


Рис. 34. Трохофора дрейсени (за Догелем, 1981)
(дуже збільшена).

В Азовському та Чорному морях поширені мідії та устриці, яких вживають у їжу. *Мідії* — довгожителі серед двостулкових молюсків, адже окремі види живуть до 100 років. Черепашка мідії (довжиною до 20 см) клиноподібно-овальна, гладенька, темно-фіолетового, коричневого або жовтувато-зеленого забарвлення. Внутрішня поверхня черепашки перламутрова. Ці тварини ведуть сидячий спосіб життя, прикріплюючись бісусними нитками до субстрату. Зустрічаються на глибині від 9 до 78 м. *Мідія* звичайна витримує значні коливання солоності води й опріснення до 0,3 ‰.

Двостулкові молюски мають білатеральну симетрію. Їх черепашка складається із двох стулок, з'єднаних еластичною зв'язкою (*лігаментом*), а у деяких видів і за допомогою *замка* (зубців і заглибин на стулках). Стулки черепашки закриваються при скороченні м'язів-замикачів, а розкриваються при скороченні м'язів-розмикачів. Передній край черепашки тупий, задній — загострений. На нижньому боці між розкри-

тими стулками висувається *м'язова нога*, яка є органом переміщення молюска (рис. 35). Чимало молюсків, користуючись ногою, зариваються у мул або пісок. У багатьох морських представників класу в нозі є *бісусна залоза*, що виділяє речовину — *бісус* (від грецьк. *byssos* — тонке прядиво), за допомогою якого молюск прикріплюється до підводних предметів. У дрейсени слабо розвинена нога, і для прикріплення до субстрату вона використовує бісусні нитки. Так само кріпляться і морські двостулкові, зокрема, мідія.

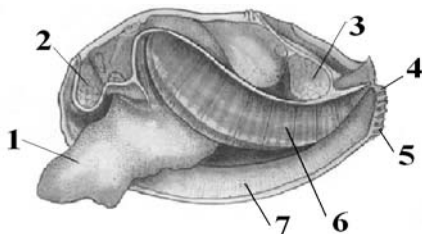


Рис. 35. Будова беззубки (жабурниці) (за Догелем, 1981):

- 1 — м'язова нога;
- 2 — передній м'яз — замикач;
- 3 — задній м'яз — замикач;
- 4 — вивідний сифон;
- 5 — ввідний сифон;
- 6 — зябра;
- 7 — складка мантиї.

Мантійна порожнина з'єднується із навколишнім середовищем двома *сифонами* (від грецьк. *siphon* — трубка):

- 1) *ввідним*, або *зябровим*, крізь який надходить вода;
- 2) *вивідним*, або *клоакальним*, крізь який вода виходить назовні.

Надходження води забезпечується рухом війок епітелію, що вкриває мантию, зябра і сифони.

Тіло складається з двох відділів: тулуба й ноги. *Голова* редукована. У зв'язку з малорухливим способом життя *органи чуття* розвинені слабо. Біля основи зябер є осфрадії, а в нозі — статоцисти. У деяких по краю мантиї розташовані очі.

Рот знаходиться на передньому кінці тіла, над основою ноги. По боках від нього є *ротові лопаті*, війки яких підганяють часточки їжі до ротового отвору. Слинні залози не розвинені. Живляться двостулкові пасивно, переважно планктонними організмами, бактеріями, які потрапляють у мантийну порожнину разом із водою, детритом. *Детрит* (від лат. *detritus* — перетертий) — дрібні органічні частки (залишки решток тварин, рослин і грибів разом із бактеріями), що осіли на дно водойми або знаходяться в товщі води.

Дихають за допомогою *зябер*, що розташовані у мантийній порожнині по обидва боки від ноги. Для дихання (як і живлення) двостулкові молюски пропускають крізь своє тіло велику кількість води, яка крізь вивідний сифон всмоктується у мантийну порожнину і фільтрується крізь зябра. Кисень, розчинений у воді, надходить у кровоносні судини зябер, а завислі у воді часточки осідають на їх слизовій оболонці. Війки, розташовані на зябрах, гонять слиз із осілими часточками уперед, до ротового отвору. Мікроскопічні рослини і тварини, органічні рештки, що є їжею молюсків, надходять до органів травлення, а неорганічні речовини окутуються слизом і виводяться назовні через вивідний сифон.

Серце у двостулкових трикамерне (1 шлуночок і 2 передсердя).

Більшість двостулкових є *роздільностатевими тваринами*, проте відомі й гермафродити (устриці). Протоки сім'яників і яєчників відкриваються у мантийну порожнину. Запліднення яєць внутрішнє. У самців мікроскопічні статеві клітини (сперматозоїди) виносяться через вивідний сифон назовні. Деяка частина їх потрапляє з течією води у мантийну порожнину самки, у якої між шарами зябер уже відкладені яйця. Яйця запліднюються, і починається розвиток личинок, які потім через вивідний сифон виносяться назовні.

Розвиток у більшості видів двостулкових відбувається із метаморфозом. Личинка морських форм — *парусник (велігер)* — подібна до трохофори кільчастих червів. Парусник плаває за допомогою війок (миготливого паруса).

Личинки прісноводних молюсків мають дещо іншу будову. Личинки, коли вони виходять з мантийної порожнини самки, покриті двостулковою черепашкою, яка має зубчасті краї. Личинки з такими ознаками будови називаються *глохідіями* (від грецьк. *glochis* — шип, наконечник стріли) (рис. 36).

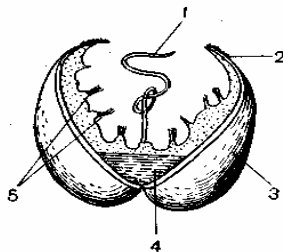


Рис. 36. Глохідій беззубки (за Догелем, 1981):

- 1 — нитка бісусу;
- 2 — гачок;
- 3 — стулка черепашки;
- 4 — м'яз-замікач;
- 5 — чутливі волоски.

Глохідії мають двостулкову черепашку з гачком на черевному краї кожної стулки, сильний м'яз-замікач, чутливі волоски і довгу бісусну нитку. Плескаючи стулками, личинки плавають, поки не прикріпляться клейкою ниткою до зябер або шкіри риби. За допомогою зубчиків черепашки вони проникають під покриви риб і протягом декількох тижнів паразитують там, а потім виходять назовні та осідають на дно, перетворюючись на дорослу особину. Такий тимчасовий паразитизм личинок — це пристосування до розповсюдження на великі відстані за допомогою хазяїв.

Двостулкові молюски є важливою складовою частиною угруповань організмів. Вони є базою живлення для водяних тварин (головоногих молюсків, морських зірок, морських їжаків, риб, морських ссавців). Як біофільтратори очищають водойми.

Значення двостулкових молюсків у житті людини:

Позитивне значення:

1. Таких двостулкових молюсків, як устриці, мідії, морські гребінці людина вживає в їжу.
2. Черепашки викопних видів молюсків утворюють особливий вид вапняку — *черепашник*, який використовують у будівництві.
3. Черепашки двостулкових молюсків є сувенірами, з них виготовляють перламутрові вироби.
4. Загальновідоме значення перлів як ювелірних прикрас.

Негативне значення:

1. Деякі молюски (дрейсена), утворюючи колонії на шлюзах, трубопроводах, можуть їх закупорювати, а після своєї загибелі псувати воду для пиття.
2. Оселяючись на днищах кораблів, певні види молюсків (дрейсена, корабельний черв'як) знижують їхні гідродинамічні якості.
3. Є серед двостулкових молюсків (перлова скойка) і проміжні хазяї паразитичних плоских червів.

4. Клас Черевоногі (*Gastropoda*)

Клас Черевоногі нараховує близько 90 тис. видів, із них в Україні живуть понад 500. Найбільші черевоногі в Україні — це *рапана* (черепашка до 12 см заввишки), виноградний слимак (черепашка до 8 см заввишки), деякі голі слизні, довжина тіла яких сягає 10 см.

Серед морських черевоногих переважають літоральні форми, проте є й такі, що опускаються на значну глибину. У морях, зокрема в Чорному, поширена *патела*, або *морське блюдо* (діаметр черепашки до 25 см). Вона міцно прикріплюється до прибережних скель своєю ногою.

У ставках, невеликих озерах, старорічищах водиться *ставковик звичайний (озерний)*, який досягає розмірів 68-70 мм. За допомогою мускулястої ноги він переміщується не лише по твердому субстрату, але й по пливці поверхневого натягу води. Дихає за допомогою легені

атмосферним повітрям. При зниженні температури води до 6-7°C ставковик починає дихати киснем, розчиненим у воді, тоді його легеня функціонує як зябра. За способом живлення ставковик звичайний є всеїдною твариною, бо поїдає рослинну, тваринну їжу, а також трупи.

У невеликих прісних водоймах поширені *котушки*, *калюжниці*, *бітунії*. Наприклад, катушки живляться мікроскопічними водоростями, тому вони є бажаними мешканцями акваріумів як біологічні санітари. Усі ці молюски можуть витримувати пересихання водойм, виділяючи при цьому щільну плівку, яка закриває вхід у черепашку. Наземні молюски витримують значні температурні коливання. У південних широтах влітку, а у північних взимку вони впадають у стан анабіозу. Анабіоз (від грецьк. *anabiosis* — повернення до життя) — стан організму, за якого життєві процеси загальмовані; пристосування організму до несприятливих умов існування.

Черевонігі — єдиний клас молюсків, які освоїли не тільки водойми, а й суходіл. Наземний спосіб життя ведуть голі слизні, типовими представниками яких є *лісовий*, *польовий* та *садовий слизні*. Характерною ознакою цих молюсків є відсутність черепашки. Вона у них рудиментарна, зберігається у вигляді невеликої вапнякової пластинки овальної форми, яка ззовні обростає мантиєю. Дихають голі слизні атмосферним повітрям за допомогою легені, що становить собою дихальну порожнину під мантиєю. У шкірі є численні слизові залози, секрет яких має захисне значення. При зниженні вологості і високій температурі ці тварини гинуть, тому вони ведуть присмерковий і нічний спосіб життя і населяють ті біотопи, де є достатня кількість вологи. За сприятливих умов голі слизні інтенсивно розмножуються протягом літа, відкладаючи у ґрунт та різні укриття 500 яєць, із яких через 2-3 тижні виходить молодь, що вже через півтора місяця стає статевозрілою. Зимувоводять у стані заціпеніння, зариваючись у ґрунт на глибину до 0,5 м.

В Україні поширені такі наземні молюски як *лісовий слизень* і *виноградний слимак*. Живляться листям дерев, тому за типом живлення належать до фітофагів. Яйця відкладають в ямку, яку викопують за допомогою ноги. За літо буває 2-3 кладки по 20-25 яєць. Восени із зниженням температури до 8-10°C впадають у сплячку.

Тіло черевонігих молюсків асиметричне, з добре вираженими трьома відділами тіла: *головою*, *тулубом* і *ногою* з широкою подошвою (рис. 37). Пересуваються черевонігі за допомогою мускулястої ноги. Сприяє руху слиз, який виділяється на подошві. На голові розташовані 1-2 пари щупалець. У виноградного слимака, наприклад, більш короткі щупальці першої пари (передні щупальця) є органом нюху, а на кінцях довгих щупалець (задні щупальця) знаходяться очі. У більшості видів добре розвинуті *органи чуття*: очі, статочисти та осфрадії.

Тулуб у більшості черевонігих оточений черепашкою (1,5-250 мм), яка спірально закручена. Отвір черепашки, у який за безпеки втягуються нога та голова, називають *устям*. У деяких видів (рапана) уста закривається особливою міцною кришечкою з рогоподібної речовини

для захисту від ворогів. У деяких червононогих черепашка недорозвинена або зовсім редукована (наприклад, у голих слизнів).

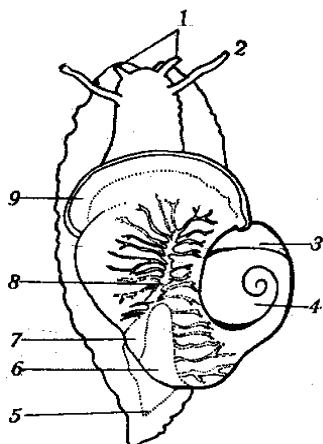


Рис. 37. Виноградний слимак (після зняття черепашки і мантиї):

- 1 — передні щупальця;
- 2 — задні щупальця;
- 3 — статеві залози;
- 4 — «печінка»;
- 5 — нога;
- 6 — нирка;
- 7 — серце;
- 8 — легенева вена;
- 9 — край мантиї.

У ротовій порожнині червононогих знаходяться рогові щелепи та мускулястий язик, вкритий рядами міцних хітинових зубчиків, які утворюють *тертку* (*радулу*) (рис. 38).



Рис. 38. Тертка (радула) молюсків.

У червононогих розвинені слинні залози. Кишки утворюють петлеподібний вигин. Анальний отвір міститься над головою або збоку від неї на правому боці тіла.

Органами дихання для більшості є зябра (пірчасті вирости з тоненькими стінками, які містять багато кровоносних судин), у деяких — *легеня* (особлива кишеня мантиї, у стінках якої знаходиться велика кількість кровоносних судин).

Серце у більшості червоногих *двокамерне*, тобто складається з передсердя та шлуночка.

Розмноження статеве. Морські форми переважно роздільностатеві, а прісноводні та наземні (легеневі) є гермафродитами. Запліднення внутрішнє. Легеневі розмножуватися можуть, як і дощові черв'яки, за умови перехресного запліднення. *Розвиток прямий* (у наземних і прісноводних видів) або з *метаморфозом* (у морських видів). При цьому з яйця вилуплюється личинка — *парусник (велігер)*, яка веде планктонний спосіб життя. Таким чином, личинки сприяють розселенню виду.

Червоногі молюски є важливою складовою частиною угруповань організмів. Вони є базою живлення для водяних і наземних тварин.

Значення червоногих молюсків у житті людини:

Позитивне значення:

1. Деякі види червоногих молюсків (виноградний слимак, трубач) людина споживає в їжу.

2. Черепашки використовують як сувеніри, а з перламутрового шару черепашок виготовляють гудзики.

Негативне значення:

1. У роки масового розмноження голі слизні завдають відчутної шкоди посівам зернових культур, а також рослинам саду чи городу.

2. Багато видів червоногих молюсків (прісноводний слимак, малий ставковик) є проміжними хазяями паразитичних червів.

3. Отрута слинних залоз (наприклад, тропічного молюска з роду Кокус) спричиняє смертельно небезпечні отруєння.

5. Клас Головоногі (Cephalopoda)

Усього описано близько 650 видів головоногих молюсків. Фауна викопних головоногих значно багатша за сучасну — вона нараховує близько 10 тис видів.

Сучасні головоногі молюски можуть жити лише у водах із високою солоністю, тому їх немає в Чорному та Азовському морях. Це виключно хижі, надзвичайно рухливі тварини. Розміри їх коливаються від 15 см до 18 м. Кальмар — архітевіс має довжину 18 м і масу — кілька тонн.

Типовими представниками головоногих молюсків є *кальмари*, *каракатиці*, *восьминоги*.

Більшість *кальмарів* входить до складу нектону (від грецьк. *nektos* — плаваючий). Тіло їх обтічної форми, циліндричне, середніх або великих розмірів (рис. 39). Черепашка в кальмара перетворилася на тонку шкірясту пластинку («перо»), що лежить усередині тіла, під мантиєю. Шкіра виділяє слиз, що зменшує тертя під час реактивного руху у воді.

Маневруючи за допомогою плавця на задньому кінці тулуба й щупалець, кальмари можуть розвивати швидкість в середньому до 30-55 км/год (максимальна — 70 км/год).

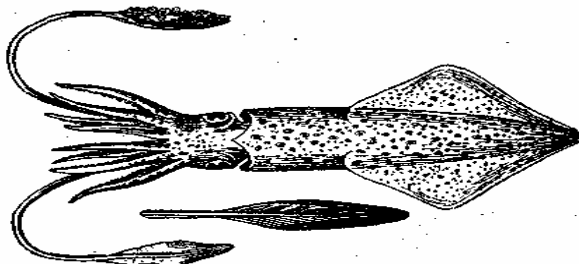


Рис. 39. Кальмар і його «перо» (за Догелем, 1981)
(залишок внутрішньої черепашки).

У деяких глибоководних кальмарів є телескопічні очі, а в інших органи світіння — *фотофори* (від грецьк. *photos* — світло, *phoros* — несу). *Каракатиці* належать до бентосних форм. На відміну від кальмарів, тіло у них сплюснене зверху вниз. Довжина тулуба від 1 до 50 см, масою до 12 кг. На спинному боці під мантиєю знаходиться рудимент черепашки у вигляді пористої пластинки. Вона дуже міцна, що дає тварині змогу витримувати значний тиск водної маси.

Серед *восьминогів* є глибоководні бентосні форми, а також пелагічні (від грецьк. *pelagos* — море), які живуть у товщі води. У глибоководних щупальця з'єднані перетинками, утворюючи дзвін.

Тіло головоногих молюсків білатерально-симетричне, розділене на голову і тулуб. Передня частина ноги видозмінена у щупальця, які оточують рот. Кількість щупальців неоднакова:

- у *восьминогів*, або *спрутів*, їх 8;
- у *кальмарів*, *каракатиць* — 10;
- у *наутилуса* — близько 40.

Задня частина ноги утворює *лійку*, що з'єднує порожнину мантиї із навколишнім середовищем. Молюск через лійку сильним струменем виштовхує воду із мантийної порожнини, що спричинює рух тіла у протилежний бік (*гідрореактивний рух*). Механізм руху кальмара (головоногих) такий: знизу, на межі голови і тулуба, є щілина, яка сполучена з невеликою мантийною порожниною, розташованою на черевному боці тулуба. У цю щілину відкривається особлива трубка — *лійка*, що слугує для реактивного руху.

При всіх зовнішніх відмінностях між двостулковими, червононогими і головоногими молюсками у цих тварин можна знайти спільні риси організації, які характерні для цього типу. Проте головоногі молюски мають деякі особливості внутрішньої і зовнішньої будови, що дали підставу дослід-

никам досить довгий час відносити представників цього класу до високо-організованих істот. Вивчаючи багатоманітність і досконалість їх пристосувальних ознак, а, крім того, ще й складність поведінки, учені німецький зоолог Альфред-Едмунд Брем (1829-1884), радянський зоолог Ігор Акімущкін (1929-1993) та інші розглядали цю групу безхребетних тварин як свого роду «приматів морського царства», тобто істот, які за рівнем свого розвитку не поступалися мавпам серед наземних хребетних.

У більшості головоногих є *внутрішній хрящовий скелет*, який захищає центральну нервову систему.

За способом *живлення* головоногі молюски є хижаками. Свою здобич вони схоплюють і утримують щупальцями, на яких у 2-3 ряди розташовані присоски, а у деяких і гачки. Присосок діаметром 3 см може утримувати масу до 3,5 кг. Проте головоногі можуть проковтнути лише подрібнену їжу, бо стравохід їх оточений нервовими гангліями. У подрібненні їжі беруть участь рогові щелепи («дзьоб») та тертка (радула). Слина, яку виробляють слинні залози, крім травних соків, містить ще й отруйні речовини, здатні вбивати здобич. Головоногі молюски мають розвинену печінку та підшлункову залозу.

Органи дихання — *зябра*. *Кровоносна система* у головоногих, на відміну від інших молюсків, майже замкнена: у багатьох місцях артерії крізь капіляри переходять безпосередньо у вени. Крім основного серця, яке має *трьохкамерну будову* (два передсердя і шлуночок) і переганяє кров по всьому тілу, є ще два зябрових серця, що проштовхують її крізь зябра. Кров блакитна, бо містить пігмент *гемоціанін*.

Нервова система головоногих складніша, ніж у інших безхребетних. Великих розмірів ганглії утворюють спільну навкологлоткову нервову масу — головний мозок, захищений хрящовою оболонкою — «черепом». У восьминогів є зачатки кори із сірої речовини (сукупності тіл нейронів із дендритами).

У головоногих добре розвинені *органи чуття*: нюхові ямки, статочисти та очі, які за своєю будовою нагадують органи зору ссавців.

Характерною є здатність головоногих змінювати забарвлення свого тіла залежно від навколишнього середовища, а також при збудженні, що зумовлюється наявністю у шкірі тварин пігментних клітин — *хроматофорів*. Важливе захисне значення має здатність цих молюсків виробляти в *чорній залозі*, протока якої відкривається у задню кишку, чорну рідину, що за небезпеки викидається назовні через лійку у воду. У воді утворюється чорна пляма, під прикриттям якої молюск утікає від ворогів.

Головоногі молюски є *роздільностатевими* тваринами. У межах класу спостерігається як зовнішнє, так і внутрішнє запліднення з відкладанням яєць, а також живородіння. Для багатьох видів характерна турбота про потомство, яка проявляється з боку самок. Для головоногих характерний прями́й розвиток.

Головоногі молюски є важливою складовою частиною угруповань організмів. Вони є базою живлення для морських тварин, зокрема ластоногих та зубатих китів.

Значення головоногих молюсків у житті людини:

1. Деякі види головоногих молюсків (кальмари, каракатиці, восьминоги) людина споживає в їжу. М'ясо цих молюсків — справжня скарбниця білку. За вмістом вітаміну В6 і РР молюски перевищують рибу і м'ясо домашніх тварин. До того ж, м'ясо головоногих містить фосфор, залізо, мідь та йод.

2. Із вмісту чорнильного мішка каракатиць та кальмарів виробляють коричневу фарбу — *сенію*, а також натуральну китайську туш.

3. Особлива речовина *амбра*, яка утворюється у кишечнику кашалотів із неперетравлених решток головоногих, застосовується у парфюмерній промисловості для надання стійкості запаху.

Питання для самоперевірки

1. Дайте загальну характеристику типу Молюски, або М'якуни (*Mollusca*).

2. Встановіть прогресивні ознаки молюсків.

3. Охарактеризуйте класи: Двостулкові (*Bivalvia*), Черевоні (*Gastropoda*), Головоні (*Cephalopoda*).

4. Порівняйте черевоні, двостулкові та головоні молюски. Визначте спільні та відмінні ознаки.

Цікаво знати, що

➤ Серед молюсків є вид, який належить до найбільш довговічних із усіх відомих безхребетних. Це — європейська перлівниця, тривалість життя якої при утримуванні в акваріумі досягає 100 років. Інші молюски живуть набагато менше: їх вік коливається у межах від декількох місяців до 20 років.

➤ Черепашка у 90% видів черевоних закручена праворуч, і лише у 10% — ліворуч. Причина цього явища невідома. Ріст черепашки відбувається нерівномірно й залежить від пори року й умов навколишнього середовища. Внаслідок цього утворюються смуги приросту, за якими можна визначити вік молюска.

➤ Конхіолін — це органічна речовина (білок), яка характерна лише для молюсків. Середній шар черепашки утворений вапняковими призмочками, які розташовані перпендикулярно до поверхні тіла. Внутрішній шар черепашки складається з окремих пластинок перламутру (кристалів вапняку), розташованих паралельно до поверхні та склеєних між собою конхіоліном. Саме конхіолін надає різноманітних відтінків перламутровому шару, який може бути сніжно-білим, жовтуватим, зеленуватим, сіруватим. Виблик і гра кольорів перламутру зумовлені явищем інтерференції світла.

➤ З давнини з черепашки тридакни робили посудини для води, сокири, гачки для ловлі риби.

➤ Пурпурні молюски (мурекси) містять пурпурову залозу в мантії. З давнини з них добували барвник пурпур. Для одержання 1,5 г пурпура необхідно було отпрепарувати 12 тис. мурексів. Тому не дивно, чому зафарбована пурпуром тканина коштувала дуже дорого.

➤ Більшість представників класу Двостулкові може утворювати перлини. Якщо будь-яке стороннє тіло (наприклад, піщинка, дрібний організм) випадково потрапляє між мантиєю і черепашкою, воно оточується шарами перламутру і рогової речовини, які чергуються. Так виникає перлина, яка звичайно має сірий колір. Лише у небагатьох видів перлини мають правильну форму та привабливе забарвлення (біле, жовте, червоне, чорне).

➤ У Китаї, Японії та деяких інших країнах штучно розводять молюсків, яким уводять під черепашку різні невеликі предмети для розвитку перлини.

➤ Тридакна утворює перли масою до 7 кг, однак ювелірної цінності вони не мають.

➤ У давнину бісус був предметом промислу: з нього виготовляли дорогі тканини, які потім були витіснені шовком, який стали завозити в Європу зі Сходу.

➤ При переслідуванні хижими рибами невеликі кальмари (довжиною 20-25 см), які знаходяться в поверхневих шарах води, можуть вистрибувати у повітря. Викидаючи з величезною силою цівку води з лійки, вони покидають рідну стихію і злітають на висоту 5-10 м над поверхнею моря, падаючи іноді на палубу океанських кораблів. Дальність польоту в окремих випадках сягає 50-60 м, а при попутному вітрові навіть більше.

➤ У гігантського спрута діаметр ока до 40 см.

➤ *Восьминіг* — здатний до цілеспрямованого використання знарядь: інколи він, держачи одним із щупалець, камінь, спостерігає за двостулковим молюском пінною до тих пір, поки вона не відкриє черепашку, після чого восьминіг вставляє між стулками камінь, щоб не дати їм закритися, після чого з'їдає свого побратима.

Зі світу науки

➤ Дослідження показали, що мідія довжиною 5-6 см за годину може відфільтрувати близько 3,5 л води.

➤ У приливно-відливній зоні поселення мідій двічі на добу обсихають під час відливу. У цей час вони міцно змикають свої стулки, що дозволяє їм обходитися без води протягом 5-6 год.

Еволюційний процес

➤ Панцирні молюски, або хітони, мають риси подібності до багатощетинкових червів: личинка — трохофора, тип нервової системи (ортогон), відсутність очей, щупалець, метамерні органи (які повторюються): пластинки панциря, зябра.

➤ Примітивні двостулкові мали одну цільну черепашку. Але перехід до життя на м'яких субстратах змусив захищати тіло з боків. В процесі еволюції черепашка перегнулася навпіл і розділилась на дві стулки, в зв'язку з чим редукувалась голова і розвинулись ротові лопаті.

➤ У примітивних родів черевоногих молюсків зберігається білатеральна симетрія тіла, наприклад у блюдечка.

Рекомендована література

1. Анистратенко В.В., Стадниченко А.П. Литторинообразные, риссоидообразные. — Киев: Наук, думка, 1994. — 174 с. — (Фауна Украины; Т. 29, вып. 1, кн. 2).
2. Анистратенко В. В., Анистратенко О. Ю. Класс Панцирные или Хитоны, Класс Брюхоногие-Cyclobranchia, Scutibranchia и Pectinibranchia (часть). — Киев: Велес, 2001. — 240 с. — (Фауна Украины; Т. 29, вып. 1, кн. 1).
3. Герасимов В.П. Беспозвоночные животные, изучение их в школе. Простейшие. Кишечнополостные. Черви. Моллюски. — М.: Просвещение, 1978. — С. 27-35.
4. Догель В. А. Зоология беспозвоночных: Учебник для ун-тов / Под ред. Ю. И. Полянского — 7-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. школа, 1981. — 606 с.
5. Маруненко І.М., Бобрицька В.І., Неведомська Є.О. Основи зоології безхребетних: Навчальний посібник. — Полтава: ТОВ «Поліграфічний центр»Скайтек», 2006. — 176 с.
6. Щербак Г.Й. та ін. Зоологія безхребетних. Підручник: У 3-х книгах. / Г.Й.Щербак, Д.Б.Царичкова, Ю.Г.Вервес. — К.: Либідь, 1995.

ЛЕКЦІЯ 12

ТИП ЧЛЕНИСТОНОГІ (Arthropoda)

План

1. Загальна характеристика типу Членистоногі (Arthropoda).
2. Клас Ракоподібні (Branchiata, або Crustacea).
3. Клас Павукоподібні (Arachnida).
4. Клас Комахи (Insecta).

Основні поняття: гетерономність, сегменти, тагми, голова, груди, головогруди, черевце, кутикула, хітин, зовнішній скелет, линька, посмугована мускулатура, змішана порожнина тіла (міксоцель), гемолімфа, остії, метанефридії (мальпігієві судини), фасеточні очі, омаїтидії, мозаїчне зображення, прості очі, гермафродити, статевий диморфізм, партеногенез, прямий розвиток, метаморфоз, карцинологія, карапакс, антени, антенули, арахнологія, хеліцери, педипальпи, ентомологія, феромони, атрактанти, сенсили, фототаксиси, термотаксиси, гідротаксиси, геотаксиси, безумовні рефлексії, умовні рефлексії, інстинкти.

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. Рештки вимерлих примітивних членистоногих — *трилобітів* — збереглися у відкладеннях початку палеозойської ери.

Класифікацію типу подано в таблиці 8.

Таблиця 8

КЛАСИФІКАЦІЯ ТИПУ ЧЛЕНИСТОНОГІ

Тип Членистоногі			
підтип Трилобіти	підтип Зябродихаючі	підтип Хеліцерові	підтип Трахейні
клас Трилобіти	клас Ракоподібні	класи	надклас
			Багатоніжки
		†Ракоскорпіони	надклас
		Мечехвости	Шестиногі
		Павукоподібні	клас закритощелепні
		Морські павуки	клас відкрито щелепні (комахи)

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

Характерними ознаками членистоногих є:

- поява 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; шкірно-м'язового мішка у членистоногих немає;

- у зв'язку з наявністю кутикули ріст членистоногих супроводжується *линьками*;

- виникнення 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 кровоносною системи немає або вона представлена лише серцем;

- *дихальна система*: у водних 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 червеного 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 омаїдів, 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, статистичні* 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 яйцеклітини без запліднення);

- *розвиток* може бути як прямий, 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 (саме з цим пов'язане прислів'я «червоний як рак»).

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 головогруди, які зверху та з боків вкриті суцільним панциром, що має назву *карапакс*. На панцирі є поперечний шов, що розмежовує голову та груди.

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 члену коротеньких вусиків розміщений орган рівноваги, або статоцисти (рис. 40, 41), 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».

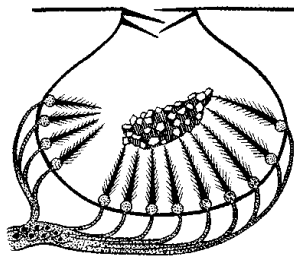


Рис. 40. Схема статоциста рака (за Догелем, 1981).

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

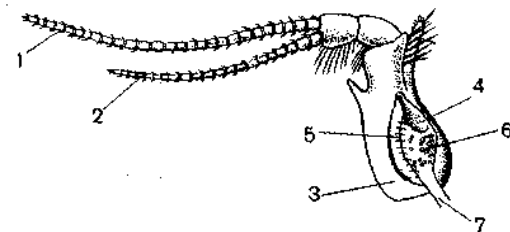


Рис. 41. Антенула рака зі статистом (за Догелем, 1981):

- 1 і 2 — роздвоєний вусик;
- 3 — головний членик;
- 4 — отвір статиста; 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 (рис. 42):

- **жуйний**, у якому їжа перетир
- **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.

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** (рис. 42), що виробляє травний сік, у якому є ферменти, що розкладають харчові продукти до простих сполук, останні всмоктуються через стінки кишечника в кров.

Видільна система річкового рака представлена парою *зелених залоз* (назва через своє забарвлення), які відкриваються назовні поблизу основи довгих вусиків (рис. 42).

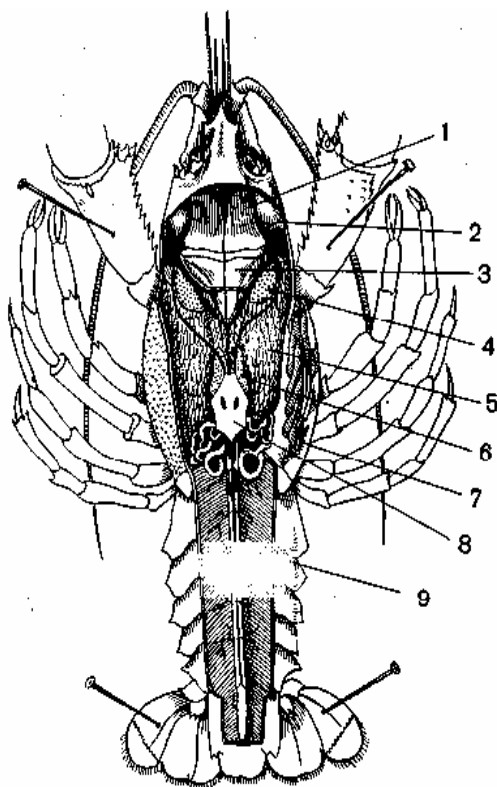


Рис. 42. Внутрішня будова річкового рака:

- 1 — м'язи шлунку; 2 — зелені залози;
 3 — шлунок; 4 — м'язи жувальців;
 5 — печінка; 6 — сім'яники; 7 — зябра;
 8 — серце; 9 — кишки.

Дихає річковий рак розчиненим у воді киснем за допомогою **зябер** (рис. 42) — тонкостінних виростів основ грудних ніг. Вони прикриті ззовні складкою панцира, яка захищає зяброву порожнину.

Кровоносна система незамкнена. Серце річкового рака (рис. 42) 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 червонуватою, 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, наскологлоткового 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.

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 омари, 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 діатомуси можуть бути проміжними хазяями гельмінтів.

2. Морські жолуді, що ведуть прикріплений спосіб життя, спричинюють збитки у суднопластві, 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 антропічний пресинг дуже інтенсивний. Зокрема це стосується річкових раків. Потребує охорони також камчатський краб.

3. Клас Павукоподібні (Arachnida)

Павукоподібних описано близько 63 тис видів, які є переважно наземними тваринами (дихають атмосферним повітрям). Лише деякі (близько 5%) живуть у воді. Вони поширені на всіх материках, крім Антарктиди. Типовими представниками є павуки, кліщі, скорпіони.

Арахнологія (від грецьк. *арахна* — павук, *логос* — слово, вчення) — розділ зоології, який вивчає павукоподібних.

Тіло павукоподібних поділене на два відділи (тагми): невеликі головогруді і велике яйцеподібне черевце (крім більшості кліщів, у яких тіло суцільне). На голові вусиків немає. Павукоподібні мають від 1 до 6 пар простих очей. Відсутність вусиків і слабкий зір компенсуються численними чутливими волосками різного призначення, які розташовані по всьому тілу.

Волоски виконують роль дотику, нюху, смаку, сприймають незначні коливання повітря й ґрунту. У деяких груп є гігорецептори — органи, що реагують на вологість.

На головогрудях є 6 пар кінцівок, перша пара з яких перетворилася на хеліцери (від грец. *chele* — клешня, кіготь і *segas* — ріг) — органи для захоплення, розривання здобичі та захисту. Хеліцери складаються з 2-3 члеників і закінчуються короткою клешнею (сольпуги, несправжні скорпіони, косарики, деякі кліщі), а в павуків мають вигляд рухомих загострених кігтиків, на кінці яких відкриваються протоки отруйних залоз, розташованих у передній частині головогрудей. У паразитичних кліщів хеліцери перетворені на колючі утвори, за допомогою яких вони прикріплюються до тіла хазяїна. Друга пара головогрудей перетворилася на педипальпи (від лат. *pes* (*pedus*) — нога та *palpus* — щупальце), або ногощупальця, які також складаються з декількох члеників. Основний членик педипальпи має жувальний виріст, який подрібнює їжу, тоді як інші членики утворюють масивні клешні (скорпіони, несправжні скорпіони), рухливий кіготь (фріни), подібні до ходильних ніг, але виконують дотикову функцію (сольпуги), щупальцеподібні або з кігтиком на кінці і шипами на члениках (косарики, деякі кліщі). У самиць павуків педипальпи схожі на ходильні ноги, але коротші від них, а в самців павуків вони розширені на верхівці й здатні переносити статеві клітини під час запліднення.

Решта 4 пари — ходильні ноги, які складаються з 6-7 члеників, останні з яких закінчуються кігтиками. На черевці кінцівок немає.

Покриви павукоподібних складаються з міцної кутикули, епітелію (гіподерми) і базальної мембрани. Кутикула вкрита ліпопротеїновим шаром, який надійно захищає організм від втрати вологи під час випаровування. Саме це дозволило павукоподібним заселити суходіл і стати справжньою суходільною групою тварин. Похідними шкірного епітелію є залозисті утвори — отруйні та павутинні залози. Отруйні залози характерні для павуків, скорпіонів, а павутинні залози для павуків і деяких кліщів.

Павукоподібні не здатні їсти тверду їжу, тому їхня травна система пристосована лише для вживання рідкої (кров, соки рослин) і напіврідкої (перетравлений внутрішній вміст комах) їжі.

Травна система павукоподібних складається з трьох відділів:

1) передньої кишки (*рот*, мускулиста *глотка*, яка слугує насосом для втягування рідкої чи напіврідкої їжі, *стравохід*, *сисний шлунок*), у початковий відділ якої відкривається пара невеличких слинних залоз; секрет цих залоз здатний енергійно розщеплювати білки;

2) середньої кишки, у черевний відділ якої відкриваються протоки печінки, що виділяє травні соки і слугує для всмоктування поживних речовин; у клітинах печінки відбувається внутрішньоклітинне травлення;

3) задньої кишки, що закінчується *анальним отвором*.

Травлення починається поза організмом, оскільки отрута (з отруйних залоз, розміщених на головогрудях) не тільки паралізує жертву, але і є травним соком: перетравлення вбитої жертви відбувається поза організмом. Тварина всмоктує рідку (напіврідку) їжу й засвоює її. Таким чином, є травлення всіх трьох форм: поза організмом, позаклітинне й внутрішньоклітинне.

Органи виділення двох типів: мальпігієві судини та видозмінені метанефридії (коксальні залози), що відкриваються біля основи ніг. Коксальні залози добре розвинені у зародків і в молодому віці, проте в дорослих тварин вони майже атрофувалися і не виконують функцію виділення.

Органи дихання з'єднані з навколишнім середовищем отворами — дихальцями і представлені легеневими мішками, або легенями (скорпіони, деякі павуки), або трахеями (сольпуги, косарики, несправжні скорпіони, деякі кліщі, деякі павуки), або тими й іншими (більшість павуків). У деяких дрібних кліщів органи дихання відсутні, і дихання здійснюється крізь тонкі покриви тіла.

Незамкнена кровоносна система складається з пульсуючого мускулистого серця, що розміщене на спинному боці черевця, та судин, що від нього відходять. В одних павукоподібних серце має вигляд трубки з 3-4 парами отворами — остіями (павуки), у других воно мішкоподібне з 1-2 парами остій (косарики). У деяких кліщів серце у вигляді короткого мішечка з однією парою остій, проте у більшості кліщів у зв'язку з їхніми малими розмірами серця звзгвлі немає.

Від переднього і заднього кінців серця (скорпіони) або тільки від переднього (павуки) відходить по судині — передня і задня аорта. Крім того, від серця відходять бічні артерії. Кінцеві гілочки артерій виливають безбарвну гемолімфу в систему лакун, тобто проміжки між внутрішніми органами. Гемолімфа через остії повертається в серце.

Нервова система вузлового типу. Представлена парним надглотковим ганглієм (складається з п'яти пар нервових вузлів, утворюючи «головний мозок»), навкологлотковим нервовим кільцем і черевним нервовим ланцюжком, що відходить від парного надглоткового ганглія.

Павукоподібні — роздільностатеві тварини. Статеві залози (чоловічі — сім'яники, жіночі — яєчники) лежать в черевці. Від статевих залоз відходять парні статеві протоки (чоловічі — сім'япроводи, жіночі — яйцепроводи), які на передньому кінці черевця зливаються разом і відкриваються назовні статевим отвором. У самців можуть бути різноманітні додаткові залози, а у самиць інколи розвиваються сім'яприймачі. Запліднення внутрішнє або сперматофорне: самці відкладають спермії у мішечок — сперматофор (від грец. sperma (spermatos) — насіння та phoros — носій). Самець у несправжніх скорпіонів і в багатьох кліщів

залишає сперматофор на ґрунті, а самиця захоплює його зовнішніми статевими органами. Самці багатьох павуків переносять сперматофор у статевий отвір самиці за допомогою хеліцер. У деяких павуків є копулятивні органи, а сперматофори відсутні. Для копуляції слугують частини тіла павука — видозмінені кінцеві членики педипальп. У більшості павукоподібних розвиток — прямий, а в кліщів — з перетворенням (метаморфозом).

Розглянемо основні три ряди павукоподібних: Скорпіони, Павуки, Кліщі.

До ряду Скорпіони належить близько 600 видів. В Україні поширені в Криму (кримський скорпіон). Живляться скорпіони павуками, комахами, багатоніжками. Відомі випадки поїдання дрібних ящірок та мишенят. Ведуть нічний спосіб життя, вдень ховаючись в укриття.

Ряд Павуки об'єднує близько 27 тис видів, із них в Україні знайдено понад 400. Це — типові наземні тварини, які зустрічаються повсюдно від Крайньої Півночі до безводних пустель. Залежно від способу життя павуків поділяють на:

бродячих, які не будують ловильних сіток, а наздоганяють здобич на землі або на рослинах (тарантули);

тенетників — які будують ловильні сітки (павук-хрестовик, каракурти).

За способом живлення павуки є хижаками. Живляться ці тварини переважно комахами. У павуків процес перетравлення їжі відбувається під дією травного соку, що вводиться у тіло жертви. Паралізувавши здобич, вони окутують її павутиною і залишають на певний час. Потім за допомогою ссального шлунка висмоктують уже частково перетравлений рідкий вміст здобичі.

У павуків спостерігається складна інстинктивна поведінка, пов'язана із побудовою ловильних сіток, розмноженням і турботою про потомство.

Самець попереджає самицю про своє наближення особливим танком, іноді приносить їй «шлюбний подарунок» — убиту комаху в павутинному коконі. Коли самиця підпускає самця до себе, він за допомогою педипальп переносить свої статеві продукти до її статевого отвору. Після запліднення в багатьох видів самиця з'їдає самця. Через декілька днів запліднені яйця самиці відкладають у кокони, зроблені з павутини, і потім турботливо охороняють їх. У багатьох бродячих павуків самиці носять кокон із собою. Розвиток відбувається без метаморфозу. Молоді павучки розселяються за допомогою павутини на значні відстані. Це явище спостерігається здебільшого восени у погожі дні «бабиного літа».

До **ряду Кліщі** належить близько 25 тис. видів. Це здебільшого дрібні, іноді мікроскопічних розмірів тварини без вираженої сегментації тіла. Серед них багато паразитів рослин, тварин і людини. У багатьох паразитичних видів хеліцери і педипальпи перетворилися на колючо-смоктальний ротовий апарат. За способом життя кліщів класифікують на:

✓ **вільноживучих** (панцирні, павутинні, фітосеїди);

✓ **паразитичних:**

- *на рослинах* — галові, тетраніхові кліщі;
- *на тваринах* — постійні ектопаразити: свербун-нашкірники, свербун-шкіроїди; тимчасові ектопаразити: іксодові (собачий, бичачий);
- *на людині* — постійні ектопаразити: коростяний свербун, залозниця вугрева; тимчасові ектопаразити: іксодові (тайговий).

Розвиток кліщів відбувається із метаморфозом (див. схему 6). Із яєць розвиваються шестиногі личинки, з них — восьминогі німфи з недорозвиненими статевими органами. Німфи після линяння перетворюються на статевозрілих кліщів — імаго (від лат. *імаго* — образ, зображення).



Схема 6. Розвиток кліщів

Роль кліщів як переносників захворювань людини вивчав видатний вітчизняний учений академік Є.Н. Павловський (1884-1965). У 1938-1939 рр. він очолив експедицію, метою якої було встановити природу тяжкого захворювання, відомого під назвою «тайговий енцефаліт». Вчені виявили, що переносниками цього захворювання є кліщі. Є.Н. Павловський організував ще понад 100 дослідницьких експедицій на Далекий Схід, у Середню Азію, Закавказзя, Крим та інші райони.

Способи захисту людини від кліщів ґрунтуються на детальному вивченні:

- ✓ життєвих циклів збудників і переносників хвороб;
- ✓ шляхів циркуляції інфекції у зоні їх розповсюдження;
- ✓ умов зараження людини;

поділяються на:

- ✓ профілактичні;
- ✓ лікувальні;

Значення павукоподібних у природі:

1. Павукоподібні як консументи в основному другого порядку відіграють помітну роль у біоценозах, проте цю роль вивчено ще недостатньо.

2. Ґрунтові кліщі беруть участь у процесах ґрунтоутворення.

3. Значної шкоди культурним рослинам завдають павутинні кліщі, які зустрічаються і на кімнатних рослинах. Вони виділяють павутинні нитки, якими вкривають нижню поверхню листків. Кліщі ссуть сік із листків рослин, спричиняючи появу на них білих плям, опадання квіток, плодів.

4. Іксодові кліщі є ектопаразитами диких тварин. Вони міцно присмоктуються до шкіри, заглиблюючись у неї своїм озброєним шипами

хоботком. Коли самка насмокчеться крові, розміри її збільшуються у 2,5 рази.

Значення павукоподібних у житті людини:

Позитивне:

Корисними для людини є більшість павуків, які знищують комах-шкідників.

Негативне:

Амбарні (комірні) кліщі живляться зерном та борошном і цим завдають збитків господарству.

Свербуни паразитують на людині, свійських та диких ссавцях. Коростяний свербун (рис. 43) викликає у людини захворювання коросту.

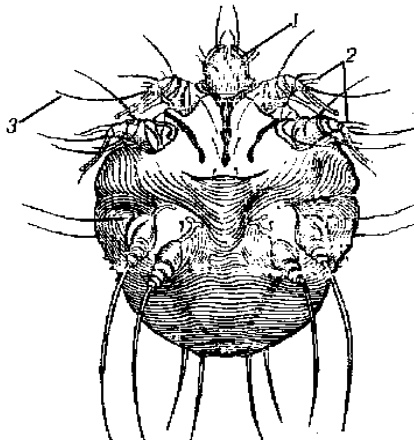


Рис. 43. Коростяний свербун (самка, вигляд з черевного боку)
(за Догелем, 1981):

- 1 — хоботок;
- 2 — присоски першої і другої пар ніг;
- 3 — ноги.

Самка має розміри до 0,4 мм, самець удвоє менший. Сегменти хеліцер і педипальп об'єднані у більш-менш рухливий хоботок. На першій і другій парі ходильних ніжок знаходяться присоски. Самка живиться клітинами шкіри, прогризаючи в ній звивисті ходи до 15 мм завдовжки. Ззовні ці ходи мають вигляд сіруватих ліній. У ходах вона відкладає яйця, над якими робить вентиляційні отвори. Личинки і німфи живуть у прокладених самкою ходах, де й живляться рештками прогризеної нею шкіри та тканинною рідиною. Самі вони ходів не роблять. Зараження відбувається при контакті з хворими або через його речі.

Іксодові кліщі є ектопаразитами свійських тварин, а також людини. Ці кліщі є переносниками небезпечних захворювань людини, зокрема тайгового енцефаліту, кліщового тифу, туляремії та ін..

4. Клас Комахи (Insecta)

Ентомологія (від грецьк. entoma — комахи, logos — слово, вчення) — розділ зоології, який вивчає комах. Класифікацію комах подано в таблиці 9.

Таблиця 9

КЛАСИФІКАЦІЯ КОМАХ

Клас відкритощелепні (або комахи)	
Ряди з повним перетворенням	Ряди з неповним перетворенням
Блохи, Перетинчастокрилі, Двокрилі, Метелики або Лусоккрилі, 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. 44). На голові комахи 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.

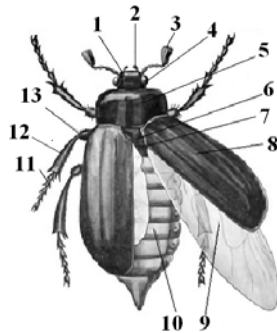


Рис. 44. Зовнішня будова комахи:

- 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* (рис. 45), пристосований до живлення твердою їжею — органічними рештками, частинами живих рослин. До складу ротового апарату гризучого типу входять такі структури:

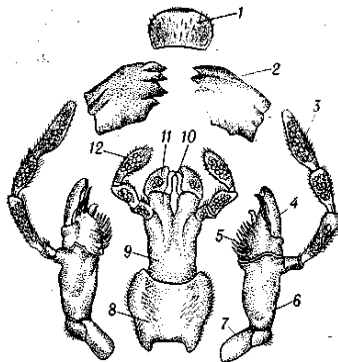


Рис. 45. Ротовий апарат чорного таргана (гризучого типу) (за Догелем, 1981):

- 1 — верхня губа; 2 — верхні щелепи (мандибули);
 3 — нижньощелепний щупик;
 4, 5 — зовнішня і внутрішня жувальні лопаті;
 6-7 — нижні щелепи — максилы (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 максилі (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 (максилі) 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. 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 максилами, — для всмоктування нектару.

Колючо-смоктальний ротовий апарат (рис. 46) служить для проколювання тканин і висмоктування крові або соку (наявний у комарів, клопів, цикад, попелиць). Особливостями цього ротового апарату є:

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 (рис. 47) має вигляд хоботка, який у спокійному стані скручений спірально. Його мають метелики, що живляться нектаром квітів.

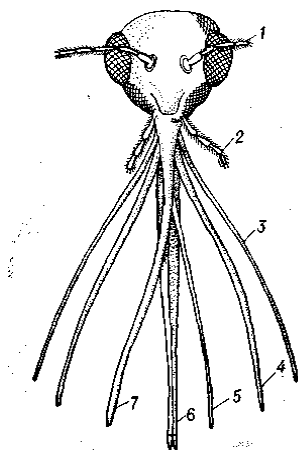


Рис. 46. Ротовий апарат самки комара (колючо-смоктального типу) (за Догелем, 1981):

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

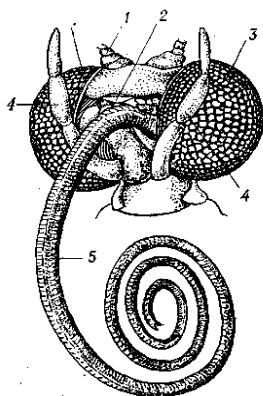


Рис. 47. Ротовий апарат метелика (смоктального типу) (за Догелем, 1981):

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 (богомоли, водяний скорпіон), риючі (медведки, деякі жуки), присмоктувальні (мухи, самці жуків-плавунців), плавальні (водяні жуки і клопи), збиральні (джмелі, бджоли) (рис. 48). Нога складається з таких частин: тазик, вертлуг, стегно, гомілка і лапка, яка закінчується 1-2 кігтиками.

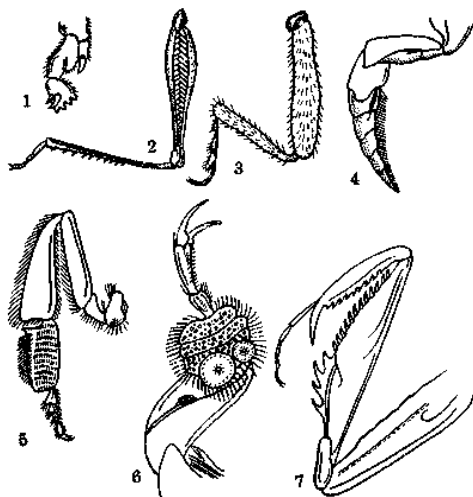


Рис. 48. Типи ніг комах (за Догелем, 1981):

- 1 — риючі; 2 — стрибальні;
- 3 — бігальні або ходильні; 4 — плавальні;
- 5 — збиральні 6 — присмоктувальні;
- 7 — хапальні або хижі.

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.

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 воло. 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 всмоктування 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 мальпігіїв 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 трахей 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. Гемоглобін 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 жука-плавунця 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 (рис. 49) є у більшості дорослих форм комах з неповним перетворенням.

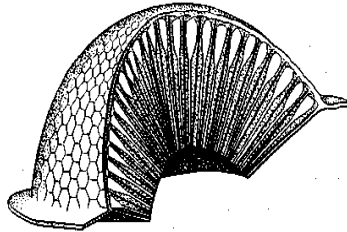


Рис. 49. Схема будови фасеткового ока комах (у розрізі) (за Догелем, 1981):

Видно: хітинову оболонку, яка утворює кришталіки окремих фасеток, прозорі кришталеві конуси, світлочутливі палички (рабдоми), клітини сітківки, пігментні прошарки між окремими вічками (оматидіями).

Кількість омаїдів 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 грецк. τυμπανον — барабан) органи є слуховими органами, які знаходяться на різних ча-

стинах 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 сенсили 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 комахам 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, наприклад, знаходженню особин протилежної статі. Експериментально доведено, що самці деяких метеликів уловлюють запах атрактантів самки на відстані до 10 км. За рахунок якого фізичного явища деякі метелики вловлюють запах речовин на відстані 11 км від його джерела, коли вміст речовини складає всього 1 молекулу на 2-3 дм³ повітря? За рахунок дифузії («розтікання, поширення» — взаємне проникнення речовин однієї в одну при безпосередньому стиканні, зумовлене безладним рухом частинок речовини). Дифузії сприяють потоки повітря (вітер).

Розмноження в комах звичайно двостатеве, проте зустрічається й партеногенез (одностатеве розмноження). Для багатьох комах характерний статевий диморфізм — самці відрізняються від самок за розмірами (рис. 50), забарвленням, наявністю придатків.

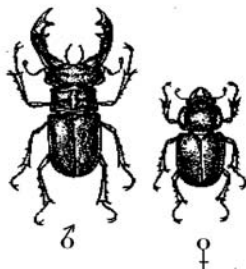


Рис. 50. Статевий диморфізм жука-олень.

Запліднення 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.

У комах з неповним метаморфозом (схема 7, рис. 51) 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.

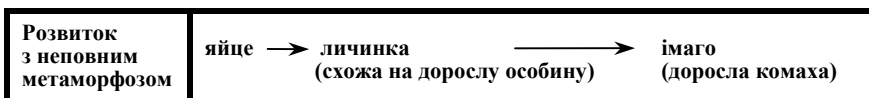


Схема 7. Розвиток з неповним метаморфозом.

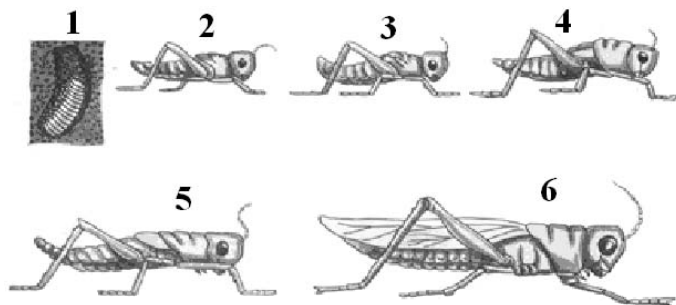


Рис. 51. Розвиток комах із неповним метаморфозом (за Догелем, 1981):

- 1 — яйце;
- 2-5 — личинки (німфи) різних стадій;
- 6 — доросла комаха (імаго).

Під час повного метаморфозу (схема 8) 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.

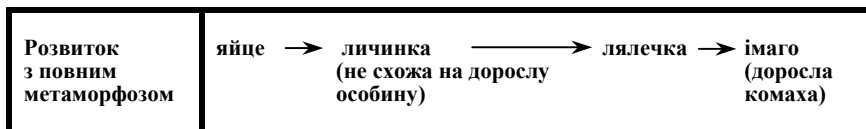


Схема 8. Розвиток з повним метаморфозом.

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 (фототаксис), тепло (термотаксис), вологу (гідротаксис), земне тяжіння (геотаксис). 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.

Значення комах у природі:

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

2. У природних біоценозах вони відіграють певну роль у підтриманні біологічної рівноваги (фітофаги та ентомофаги). Рослиноїдні або травоядні, *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 — комах, phagos — пожирач) — тварини, які харчуються комахами, впливаючи на їх чисельність, виступають найважливішими агентами біологічного методу та інтегрованого захисту рослин. Серед ентомофагів найбільш відомі перетинчастокрилі — їзці (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 (бжолки, 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.

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, пухойди), 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 отрутохімікатів, 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.

Питання для самоперевірки

1. Дайте загальну характеристику типу Членистоногі (*Arthropoda*).
2. Охарактеризуйте клас Ракоподібні (*Branchiata*, або *Crustacea*).
3. Охарактеризуйте клас Павукоподібні (*Arachnida*).
4. Охарактеризуйте клас Комахи (*Insecta*).
5. Зробіть порівняння основних класів Членистоногих.

Цікаво знати, що

➤ У пошуках їжі рак прямує вперед на чотирьох парах грудних ходильних ніг. Але коли його щось злякало, він пливе задом уперед завдяки потужним змахам хвостового плавця, який загрибає воду під черевце.

➤ Річкові раки здатні відновлювати втрачені кінцівки. Проте це відбувається не відразу, а поступово: після кожної линьки, коли у них активізуються процеси росту. Дорослим самцям для відновлення втраченої кінцівки потрібно 1,5-2 роки, а самкам, які линяють рідше — 3-4 роки.

➤ Павутинні нитки великих павуків нефілів використовувалися жителями Полінезії для плетіння риболовецьких сіток, а також для пошиття одягу. В 1903 році на Всесвітній виставці у Парижі був продемонстрований зразок тканини з павутини, привезений з Мадагаскару.

➤ Бджола-розвідниця, що знайшла корм, сповіщає інших бджіл про його місцезнаходження танком. Вона бігає по сотах «вісілкою». Окремі елементи її танку повідомляють про відстань до поживи та напрямок польоту до неї відносно положення сонця на небі. Інші бджоли розуміють це повідомлення, за запахом розвідниці встановлюють запах місця, з якого вона повернулась, і вирушають за кормом.

➤ Старовинні книги і документи донесли до нас відомості про суди над комахами. Судовий процес над личинками травневих жуків відбувся 1479 року у Швейцарії. Жукам винесли вирок: піддати анафемі. Проте захисник жуків на цьому процесі заявив, що негідно піддавати ана-

фемі комах, що супроводжували Ноя на його ковчегіві. Тоді єпископ оголосив, що жуки послані Богом в покарання за гріхи городян. Тим справа й закінчилася.

3 історії науки

➤ Відомий вітчизняний ентомолог Г.Я. Бей-Бієнко (1903-1971) писав, що якби наша планета раптом залишилася без комах, людство спіткала б катастрофа: зникла б дуже велика кількість видів тварин і рослин, люди втратили б багато джерел харчування та іншої необхідної продукції, знизилася б родючість ґрунту.

3 історії відкриття

➤ Спочатку вивчення світу комах ще не пов'язувалося із вимогами практики, хоча й було викликане розквітом природознавства, який почався з XVII століття. У той час швейцарський натураліст Шарль Бонне (1720-1793) зробив цікаве відкриття: виявилось, що у попелиці, яка копошилася на листках подорожника, вже декілька поколінь складалося лише з одних тільки самок, які розмножуються без участі самців. Це відкриття спонукало до серйозних досліджень цілої групи тварин, яку раніше дослідники обходили своєю увагою.

➤ Визначний французький учений Рене Реомюр (ім'я якого згодом почали пов'язувати із запропонованою ним конструкцією термометра) випустив шеститомну працю під назвою «Мемуари про життя комах». Ці согодні за обсягом томи виходили у світ упродовж 8 років (1734-1742).

➤ У Німеччині, у старовинному Нюрнберзі, Резель фон Розенхоф (1705-17059) випустив для невеликого кола зацікавлених осіб свої «Щомісячно видані втіхи, що їх надають комахи», які мали вигляд невеликих окремих зошитів з ошатним художнім оформленням.

Зі світу науки

➤ Вивчення розвитку комах від яйця до дорослої форми зірвало покрив таємниці з явищ «зародження» і несподіваного зникнення черв'їв, які нападали на сади і городи. Так, виявилось, що ці шкідники мали пряме відношення до життєвого циклу комах, а спеціалісти сільського господарства дізналися про природу ворогів культурних рослин і почали застосовувати заходи боротьби з ними.

➤ Терміти завдають великої шкоди, знищуючи зведені людськими руками дерев'яні будівлі, особливо у південних районах. Учені США ретельно вивчають спосіб життя цих комах. Під час експедиції науковці з Луїзіани, спостерігаючи за життям термітів, помітили у термітниках невеличкі білі кульки. Аналіз виявив, що це — нафталін, класичний засіб від молі. Здивуванню не було меж, бо міль навряд чи змогла б вижити поряд з гострозубими комахами. А непомітні для ока нематоди та мікроорганізми, вірогідно, сильно дошкуляли чепурунам-термітам, тому вони використали для дезінфекції своїх помешкань отрутохімікат. Але де «купують» нафталін дбайливі господарі, залишається таємницею. Вчені припускають, що терміти видобувають препарат з матеріа-

лу, який використовують на виробництво свого житла, або з продуктів життєдіяльності корисних співмешканців-мікроорганізмів.

➤ У двокрилих звуки виникають під час польоту за рахунок вібрації і є засобом спілкування. Так, наприклад, самці вловлюють звук самки за коливаннями її крил зі швидкістю у одних видів 350 помахів на секунду, а у інших — 500-550. На основі цих досліджень був розроблений один із способів боротьби з комарами: їх заманюють в певне місце за допомогою комариного писку, який записаний на магнітофонну стрічку.

➤ За 10 хвилин самка клопа встигає нассати крові за вагою вдвічі більшу, ніж її власна вага. Ссання крові клопами можна розглядати як пристосування до використання дуже великої для них здобичі. Хоботок постільного клопа робить у шкірі людини ранку, яка в 500 разів менша, ніж найтонша голка шприца.

Еволюційний процес

➤ За планом будови Членистоногі дуже подібні до Кільчастих червів. І не випадково в XIX столітті зоолог Ж. Кюв'є об'єднав кільчаків і членистоногих в один тип "Articulata", що означає "членисті", що свідчить про рідство цих груп.

➤ Порівняльно- морфологічний аналіз ракоподібних показав, що кожен сучасний підклас має декілька унікальних вихідних ознак. Наприклад, у зяброногих раків голова не злита, з залишками сегментації; у Вищих раків є черевні ноги (примітивна риса) та в деяких видів нараховують дві пари нірок.

➤ Найбільш стародавню групу складають водні хеліцерові з зябровим диханням: мечехвости та ракоскорпіони. Саме ракоскорпіони першими вийшли на суходіл, доказом цього є перехідні форми викопних ракоскорпіонів до скорпіонів, які вже належать до сухопутних хеліцерових.

Рекомендована література

1. Бей-Биенко Г.Я. Общая энтомология. — М.: Высш. школа, — 1980. — 416 с.
2. Герасимов В.П. Беспозвоночные животные, изучение их в школе. Простейшие. Кишечнополостные. Черви. Моллюски. — М.: Просвещение, 1978. — С. 27-35.
3. Догель В. А. Зоология беспозвоночных: Учебник для ун-тов / Под ред. Ю. И. Полянского — 7-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. школа, 1981. — 606 с.
4. Маруненко І.М., Бобрицька В.І., Неведомська Є.О. Основи зоології безхребетних: Навчальний посібник. — Полтава: ТОВ «Поліграфічний центр»Скайтек», 2006. — 176 с.
5. Росс Г., Росс Ч., Росс Д. Энтомология. — М.: Мир, 1985. — 572 с.
6. Щербак Г.И. та ін. Зоологія безхребетних. Підручник: У 3-х книгах. / Г.И.Щербак, Д.Б.Царичкова, Ю.Г.Вервес. — К.: Либідь, 1995.
7. Яхонтов В.В. Экология насекомых. — М.: Высш. школа, 1969. — 488 с.

ЛЕКЦІЯ 13

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПУ ХОРДОВІ (Chordata)

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*).

Основні поняття: хорда, зяброві щілини, целом, фільтратори, туніка, хребет, хребці, череп, зигота, бластула, гастрולה, міомери, міосепти, ундулюючі рухи, вісцеральна мускулатура, передротова лійка, зяброві міхури.

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 несегментована скелетна вісь у хордових тварин.

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), що перейшли до життя на суходолі або ж знову повернулися до існування у водному середовищі (вторинноводні тварини), 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.

Класифікація типу Хордові подана на схемі 9.

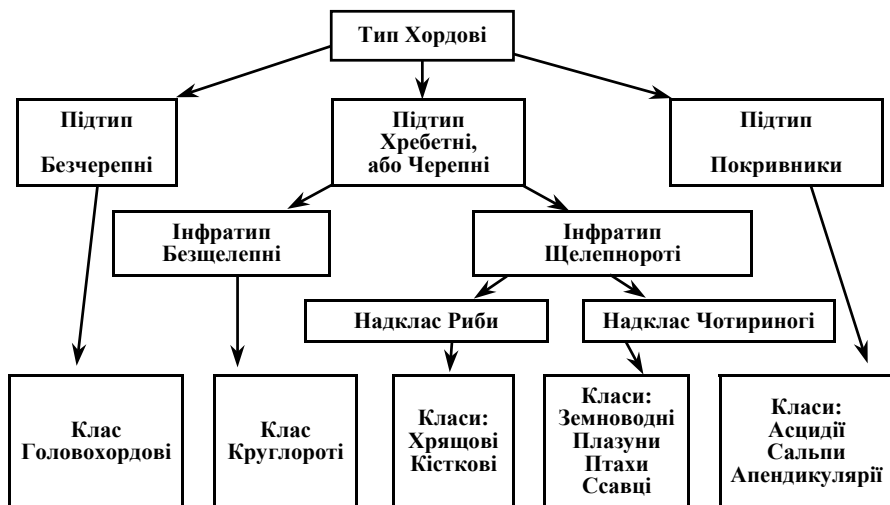


Схема 9. Класифікація типу Хордові.

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. Назва ланцетника пов'язана з тим, що формою він нагадує ланцет — хірургічний інструмент. Ланцетник було описано 1774 року видатним вченим Петром Симоном Палласом, який за класифікацією відніс його до моллюсків. Згодом, визначний зоолог Олександр Онуфрійович Ковалевський довів, що ланцетник є представником типу Хордові.

Ланцетники — морські тварини завдовжки 4-8 см (рис. 52). Живуть у помірних і теплих морях, на піщаних обмілинах, зариваються в пісок, висовуючи назовні тільки передній кінець тіла. Їхнє ланцетоподібне рожеве тіло стиснене з боків і загострене з обох кінців. На спин-

ному боці є складка шкіри, яка утворює *спинний плавець*, що переходить у *хвостовий*. Уздовж нижнього краю хвоста міститься *підхвостовий плавець*.

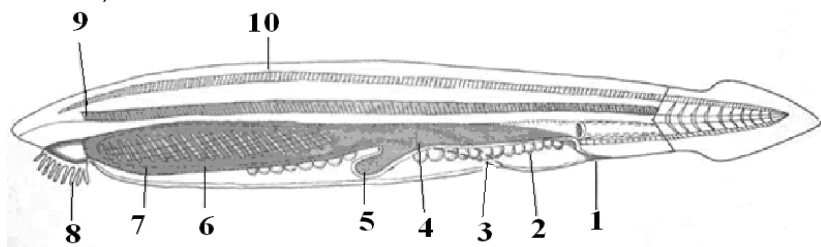


Рис. 52. Будова ланцетника (за Наумовим, Карташовим, 1979):

- 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.

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.

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 — *нефрідіями*, 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 навколозяброву 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. У розвитку тваринного світу головохордові — проміжний ступінь від нижчих тварин до вищих.
3. 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 (рис. 53) 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, апендикулярії). Розміри представників підтипу Покривники — від 0,3 см (апендикулярії) до 30 м (колонії вогнетілок). Тіло вкрите мішкоподібною оболонкою, або *тунікою* (так називався давньоримський одяг). Саме з нею пов'язана назва підтипу.

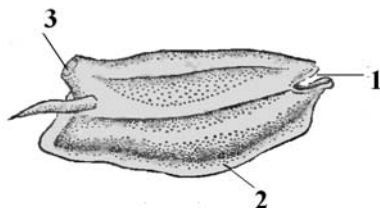


Рис. 53. Сальпа (за Наумовим, Карташовим, 1979):

- 1 — рот;
- 2 — черевна сторона;
- 3 — клоачний отвір.

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.

Тіло тварин (асцидії, сальпи) має підшву, якою вони прикріплюються до субстрату, *ротовий і клоакальний отвори — сифони* (рис. 53), які здатні закриватися і відкриватися за рахунок кільцевих м'язів. 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 ганглії).

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 — лагуни. 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 істатоцист. 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 вільно плаваючої 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 кровоносна 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 лишаються з материнським організмом (колоніальні асцидій), або відриваються від нього, падають на ґрунт, прикріплюються до нього і продовжують самостійне життя.

Серед покривників є як одиночні, так і колоніальні. Колонії утворюються шляхом брунькування, 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. Центральна нервова система складається з головного та спинного мозку.

10. Удосконалення 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.

Ознаками подібності хребетних і безхребетних тварин є:

1. Схожість різних етапів ембріонального розвитку — зигота, бластула, гастрולה.

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.

Порівняльну характеристику безхребетних і хребетних тварин подано в таблиці 10.

Таблиця 10

**ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА
БЕЗХРЕБЕТНИХ І ХРЕБЕТНИХ ТВАРИН**

Ознаки	Безхребетні	Хребетні
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 багатокаммерне, 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

5. Загальна характеристика інфратипу Безщелепні (*Agnatha*)

1. Включає викопних (клас Щиткові) і сучасних хребетних (один клас Круглороті, що містить два підкласи: Міноги (*Petromyzones*) (рис. 54) і Міксини (Мухіні)), у яких хорда протягом усього життя виконує роль основного опорного стрижня тіла; лише у частини форм розвиваються зачатки хребців.

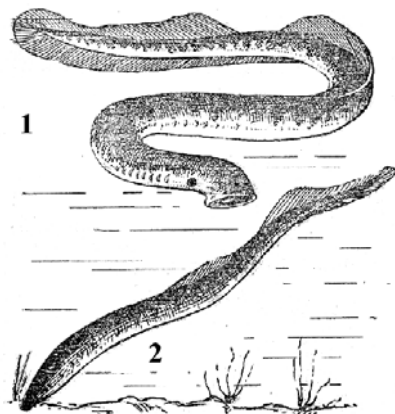


Рис. 54. Міноги (за Наумовим, Карташовим, 1979):

- 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.

Питання для самоперевірки

1. Дайте загальну характеристику типу Хордові.
2. Прокласифікуйте тип 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. Прокласифікуйте підтип Хребетні, або Черепні.
8. Охарактеризуйте інфратип Безщелепні (*Agathata*).

Цікаво знати, що

➤ У Чорному морі живуть плаваючі колоніальні покривники **вогнетілки** (клас Асцидії). Ця колонія нагадує тонкий прозорий мішок завдовжки 10-20 см. Удень їх помітити нелегко, зате вночі вони яскраво світяться. Це свічіння створюється симбіотичними бактеріями, які живуть у спеціальних клітинах передньої частини глотки.

➤ У берегів Австралії зустрічається колонія вогнетілок довжиною 14,7 м.

➤ Найбільша плодючість морської міноги, яка відкладає до 240 тис. ікринок.

Еволюційний процес

➤ Ланцетники були вперше описані П.С. Палласом (1774), що приймав їх за моллюсків (*Limax lanceolatus*, тобто «слизень ланцетоподібний»). Положення ланцетників завжди було спірним, тому що в них спостерігаються ознаки як хребетних, так і безхребетних тварин. Докладно вивчаючи розвиток і будову ланцетника, академік Олександр Онуфрійович Ковалевський встановив, що за багатьма ознаками (наявність хорди, будова й розташування нервової системи) ланцетник — справжня хордова тварина. В той же час ланцетник за багатьма ознаками подібний з кільчастими червами: у нього майже така ж будова органів виділення, немає серця й головного мозку. Вивчення його будови допомагає вченим з'ясувати походження всіх хордових.

Рекомендована література

1. Бацылев Е.Г., Благосклонов К.Н. Зоология. — М.: «Высш. школа», 1977. — 232 с.
2. Ковальчук Г.В. Зоология з основами екології. — К.: Вища школа, 1988. — 239 с.
3. Ковтун М.Ф., Микитюк О.М., Харченко Л.П. Порівняльна анатомія хребетних: Навчальний посібник. — Харків: «ОВС», 2003. — Ч.1 — 2.
4. Наумов Н.П., Карташов Н.Н. Зоология позвоночных. — М.: «Высш. школа», 1979. — Ч.1-2.
5. Неведомська Є.О., Маруненко І.М., Бобрицька В.І. Зоологія: Навчально-методичний посібник. — Полтава: ТОВ «Поліграфічний центр «Скайтек», 2006. — 112 с.

ЛЕКЦІЯ 14

ІНФРАТИП ЩЕЛЕПНОРОТІ (Gnathostomata). НАДКЛАС РИБИ (Pisces)

План

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

Основні поняття: іхтіологія, бічна лінія, череп, осьовий скелет, хребці, амфіцельні хребці, гемальний канал, щелепи, рострум, зяброві щілини, зяброві дуги, плавці, птеригоподії, міомери, міосепти, коріум, плакоїдна луска, головний мозок, мозочок, плавальний міхур, зябра, зяброві пелюстки, зяброві тичинки, цідильний апарат, двокамерне серце, передсердя, шлуночок), венозна кров, аорта, артерії, гемоглобін, селезінка, еритроцити, лейкоцити, тромбоцити, пойкилотермність, печінка, підшлункова залоза, нирки, нефрон, яйцевідкладення, яйцеживонародження, живонародження, плацента, феромони, криптичне забарвлення, циклоїдна луска, ктеноїдна луска, річні кільця луски, кісткові промені (радіалії), протоцеркальний хвостовий плавець, гетероцеркальний хвостовий плавець, гомоцеркальний хвостовий плавець, дифицеркальний хвостовий плавець, симбіотичне травлення, нерест, мальок, прохідні риби, моноциклічні види, поліциклічні види.

1. Загальна характеристика інфратипу Щелепнороті

Загальна характеристика:

1. Поява у вісцеральному відділі черепа щелеп, які захоплюють і часто роздрібнюють їжу. Щелепи, які розвиваються із зябрової дуги, різними способами з'єднуються з мозковим черепом.
2. Мозковий череп (хрящовий або кістковий) оточує головний мозок з усіх боків.
3. У більшості щелепноротих хорда виконує роль основного опорного скелета лише у зародків і личинок; потім вона частково або повністю редукується і її функція переходить до хребетного стовпа.
4. Передротова лійка не утворюється; ротовий отвір має вигляд щілини.
5. Нюхові мішки парні; кожний з них відкривається назовні самостійним носовим ходом (ніздрі парні).
6. У капсулі внутрішнього вуха завжди три напівколових канали, які лежать у взаємно перпендикулярних площинах.

2. 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.

Біологічно риби стоять на значно вищому ступені еволюційного розвитку, ніж круглороті. Риби виникли у силурі, а у девоні були панівною групою тваринних організмів.

Іхтіологія (від грецьк. *ixtis* — риба, *logos* — 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. Поява щелеп — апарату для захоплювання здобичі.
4. Виникнення 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 розвинених відділів; мозочок розвинений досить добре, що дозволяє координувати рухи риби у воді.

3. Клас Хрящові риби (Chondrichthyes)

Представники: акули, скати. Більшість видів — морські хижакі 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 *черепах* 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 елемен-

та, 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 нерівнолопатекий (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 ґрунта, 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. Усередині 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-хвостокола 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.

Тіло поділяють на три відділи: голову, тулуб і хвіст. На голові розташовані *очі*, є *парні ніздрі*, що ведуть до нюхових капсул, *ротівий 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 (рис. 55) 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).

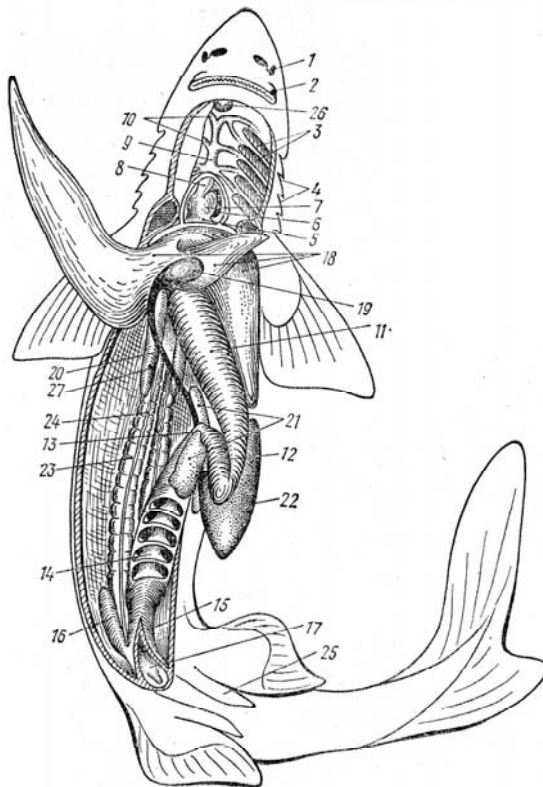


Рис. 55. Внутрішня будова акули (за Наумовим, Карташовим, 1979):

- 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'япровід;
- 25 — копулятивний відросток черевного плавця;
- 26 — щитоподібна залоза; 27 — сім'яник.

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 — *спіральний 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 акул:

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 мальпігіївих тілець (капілярних клубочків, обмежених капсулами Шумлянського-Боумена) 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, рото-глоткову порожнину та зябровий апарат.

Кровоносна система (рис. 56) 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.

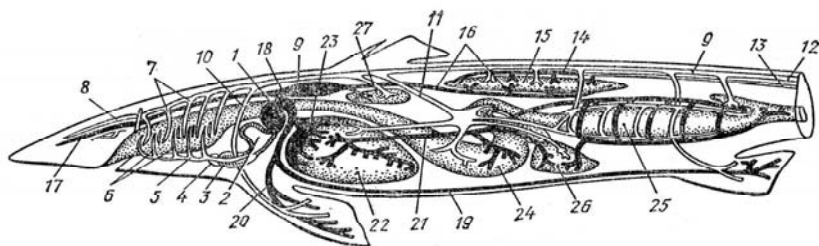


Рис. 56. Схема кровоносної системи акули (білим зображено артерії, чорним — вени) (за Наумовим, Карташовим, 1979):

- 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.

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 *пойкілотермними* (від грецьк. *poikilos* — змінний і *thermē* — тепло, жар) тваринами, тобто тваринами з непостійною внутрішньою температурою тіла, яка змінюється залежно від температури навколишнього середовища.

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: довгастих, 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. Массивний *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 рефлекс, зв'язані з рецепторами органів бічної лінії. В акул на поверхні мозочка утворюється складна система звивин. *Довгастий мозок* — центр рефлекторної регуляції спинного мозку і вегетативної нервової системи, 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 рецепції* — *нюх* — представлений парними нюховими капсулами, які відкриваються назовні ніздрями; експерименти довели високу чутливість органів нюху. Акули відчують запах здобичі (кров, слиз) за 2-3 км;

- *шкірні сейсмочисленні 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;

— *лоренцінівські ампули*, що знаходяться у шкірі голови; функції: виконують роль термодатчиків, які сприймають зміни температури довкілля до 0,05°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 плоских 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 відтінки, 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 напівкружні канали*, розташовані в трьох взаємоперпендикулярних площинах (відіграють роль органів рівноваги);

- *органи смаку* — *смакові бруньки* — виявлені в слизовій оболонці ротової порожнини і глотки;

- *електричні органи* у електричних скатів являють собою видозмінені посмуговані 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 нир-

ки. 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 самостійними отворами по боках сечостатевого сосочка. Безпосереднього зв'язку між яєчником і яйцепроводом 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 (рис. 57). 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.

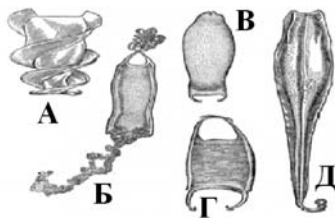


Рис. 57. Яйця хрящових риб (за Наумовим, Карташовим, 1979)

А — рівнозуба акула; Б — котяча акула;
В — пилконіс; Г — скат; Д — химера.

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. У деяких країнах воно вважається цілющим.

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.

4. 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 бактрій. 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 черепацеподібно. 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 *теноїдна луска* (від грецьк. *ktenos* — гребінь, *eidos* — вигляд, форма). У багатьох риб у нижніх шарах луски лежить прошарок кришталиків вапна і сріблястого пігменту — гуаніну, які підсилюють блискуче забарвлення риби. Луски ростуть протягом всього життя риби. За концентричними кільцями луски (*річними кільцями*: широкі відповідають періоду 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) (рис. 58).

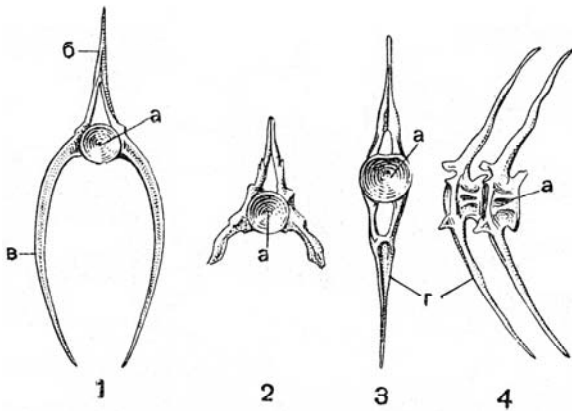


Рис. 58. Хребці риби:

- 1 — тулубовий хребець з ребрами;
- 2 — тулубовий хребець з передхвостової ділянки;
- 3 — 4 — хвостові хребці:
- a — тіла хребців;
- б — верхня дуга;
- в — ребра;
- г — нижні дуги хвостових хребців.

Тіло хребця двовігнуте, 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 змикаються, 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 риби 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 риби 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? Притискаючи плавці до тіла, риба набуває обтічної форми, що значно зменшує опір води — силу тертя та забезпечує збільшення швидкості переміщення.

Хвостовий плавець у личинок кісткових риби має симетричну будову (хорда проходить посередині плавця) і називається *протоцеркальним*. У осетроподібних (як у хрящових риби) кінець хвоста вигинається вгору, а черевна лопать розростається; утворюється нерівнолопатевий, або *гетероцеркальний*, плавець. У більшості кісткових риби черевна лопать розростається ще дужче, плавець стає зовні симетричним, але кінчик хребта заходить у верхню лопать; плавець такого типу називається *гомоцеркальним*. У дводишних, кистеперих риби під час росту осьовий скелет випрямляється, а верхня і нижня лопаті хвостового плавця вирівнюються у розмірах; такий вторинно симетричний хвостовий плавець називається *дифіцеркальним*.

Посмугована соматична мускулатура кісткових риби має сегментарну будову. Проте вже з'явилися групи м'язів: очні, надзяброві, підзяброві, парних плавців.

Вісцеральна мускулатура, що оточує травну трубку, представлена шарами гладеньких м'язів, але у деяких кісткових риби серед гладеньких м'язів зустрічаються пучки посмугованих волокон (у стінках шлунка в'юна, у кишкової стінці лина). У ділянці щелепних і зябрових дуг гладенькі м'язові волокна заміщуються посмугованими волокнами. Вміст сечовини у м'язах кісткових риби дуже малий (0,0005-0,02%).

Травна система кісткових риби 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 риби (зубатки) зустрічаються зуби, різні за розміром і формою, у інших (дводишні) зуби зливаються у ве-

ликі 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 порожнин 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 pH), 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 *кишечнику* 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 анальным отвором* (клоака є у двоцих).

На спинній стороні початкового відділу кишечника утворюється тонкостінний виріст — *плавальний міхур* (іноді вторинно редукується: у скумбрії, пелагиди, в'юнів, деяких бичків, камбали). Виникнення 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, коропи), 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 міхура 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, макрусу) він бере участь у виробленні та підсиленні звуків.

У придонних риб плавучість від'ємна: 0,03 у морського чорта, 0,05-0,07 у камбали і бичків (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 см² 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 вуглекислий 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 (рис. 59);
- *спеціалізовані ділянки кишки* (рис. 59), 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 щукоподібних);
- *одна чи дві легені* — видозмінений плавальний міхур (у дводишних, кистеперих).

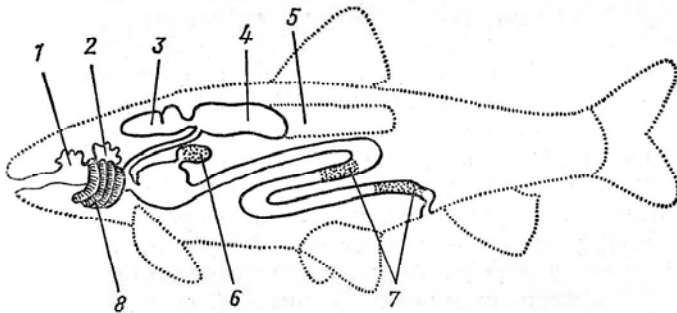


Рис. 59. Схема органів дихання кісткових риб:

- 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 мм² 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 — перетворенням 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 дозрі-

ванню сприяють надмірна кількість їжі та підвищені температури води. Самці зазвичай дозрівають раніше за самок. У більшості видів (панцир-нікоподібні) 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 закопують 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 ямки і охороняють відкладену ікру самці триголкової колюшки, деякі соми, дводишні, бички. У самки протягом нересту виростає довгий яйцевклад, 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 незначної кількості видів кісткових риб розвивається **ййцеживо-народження**: 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 розсмокчється 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 вугрі, 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, кілька, 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 водними личинками кровосисних комарів.

Риб, які живляться тільки водними рослинами (товстолобик, білий амур, чорний 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).

Питання для самоперевірки

1. Дайте загальну характеристику інфратипу Щелепнороти.
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?

Цікаво знати, що

➤ Вислів «німий, як риба» не відповідає дійсності. Риби видають різноманітні звуки, які сприймають особини того ж виду та інших видів, як сигнали певного значення:

1. нерестові сигнали — приваблювання особин іншої статі, розпізнавання та стимуляція — виділення статевих продуктів;
2. сигнали попередження та загрози під час захисту відкладеної ікри або охорони своєї території.

Звуки створюються за рахунок: тертя променів плавців, кісток щелеп і зябрової кришки, поясу грудних плавців, або ж плавального міхура та спеціальних м'язів навколо нього.

➤ Акула без нутрощів не лише нормально плаває, а й кидається на здобич і ковтає її.

➤ Предком **золотої рибки**, яку розводять в акваріумах, був **сріблястий карась**. Золоту рибку було виведено в результаті тривалої селекції у Китаї. Перші згадки про неї датовані першим століттям до н.е.

➤ У Великобританії працюють фабрики з виробництва одягу зі шкіри риб. Зі шкіри лосося, акул та скатів виробляють паски, сумки, гаманці, портмоне, навіть жакети і спідниці. Одяг і галантерея користуються неабияким попитом. Виробники стверджують: риб'яча шкіра нагадує замшу, дуже міцна і зовсім не пахне рибою.

➤ **Дрібні морські риби плавають табуном (зграєю), який нагадує краплю води. Чим це можна пояснити?** Цим досягається найменший опір середовища існування. Крім того, зграйний спосіб життя дрібних

риб дає ще такі переваги: хижаку набагато важче підійти непоміченим до зграї, ніж до окремої риби; навіть вихопити рибу з граї важче — із безлічі цілей важко вирізнити якусь одну.

➤ **Так звані летючі риби не мають крил. Яким же чином вони літають?** Летючі риби, що живуть біля поверхні води у всіх тропічних морях, здатні ненадовго злітати. Вони піднімаються у повітря з допомогою могутнього хвостового плавця. Спочатку риба несеться по поверхні води (швидкість руху 65 км/год), потім сильний удар хвостового плавця піднімає її у повітря. Розпластані величезні грудні плавці підтримують тіло риби як крила літака. Політ риби відбувається тільки завдяки інерції. *Інерцією («нерухомість, бездіяльність»)* називається явище збереження швидкості тіла, коли на нього не діють інші тіла. Звичайна для них дальність польоту — кілька десятків метрів, але іноді вони пролітають до 400 м.

➤ **Чому витягнена з води риба задихається, хоча кисню у повітрі значно більше, ніж у воді?** У кров дифундує тільки кисень, розчинений у воді, а на повітрі зяброві пелюстки риби злипаються, що різко зменшує дихальну поверхню.

➤ **У разі загрози з боку хижака місяць-риба перетворюється на колючу кулю. Як це їй вдається?** Місяць-риба у разі загрози набирає повітря і пропускає його в кишечник. За рахунок цього вона роздувається, перетворюється на колючу кулю, її густина зменшується. *Густина* — фізична величина, що дорівнює відношенню маси тіла до його об'єму. Риба тримається на поверхні води черевцем угору, частина її тіла виступає над водою. У такому стані вона захищена від небезпеки як зверху, так і знизу.

З історії науки

➤ «Плаценту» акул вперше описав ще Аристотель (IV ст. до н.е.).

Еволюційний процес

➤ Учені вважають, що прабатьками риб була примітивна бесчерепа тварина — Асґанія, яка не дуже нагадувала рибу. У неї не було ні парних плавців, ні справжньої голови й мозку, ні розвинених органів чуття, ні зубів, ні щелеп, ні багато чого іншого, властивого сучасним риbam. Це й не дивно, оскільки в різних варіантах гіпотез предками риб учені називають або кільчастих черв'їв, або членистоногих, або голкошкірих. Відмінність цих гіпотез також не повинна особливо дивувати, оскільки дотепер немає ясності, у якій воді спочатку виникли риби — у морський солоній або в прісній.

➤ Вважається, що справжні рибоподібні з'явилися близько 440 мільйонів років тому. Їхні перші окам'янілі залишки виявлені у відкладаннях кінця ордовика — початку силуру. Вони ще не мали важливої для риб ознаки — щелеп, але вже мали хрящуватий і щільний, у вигляді панцира або дрібних пластинок зовнішній кістяк на передній частині

тіла, лускату хвостову частину, а деякі — і подібність плавців. За сукупністю відомих нам ознак вони одержали назву безщелепних панцирних рибоподібних — *Agnatha*.

Цікаве про походження назв риб

➤ Риба **окунь** — це риба — «окастик», найпомітніше в її зовнішності — великі очі. Назва її утворена від слова **око** суфіксом **-унь**, якого вже давно немає серед діючих «живих» суфіксів.

➤ **Акула**. Вчені вважають, що ця назва «гієни морської» прийшла дуже давно з древньоскандинавських мов: у норманів ця риба йменувалась «*hakka*l». У нашій мові це слово одержало закінчення «-а», тому що більшість назв риб мають його: «сьомг-а», «горбуш-а», «щук-а», «тріск-а», «вобл-а», «плітк-а». Можливо, вплив мало й саме слово — «риб-а».

Їжте на здоров'я!

➤ В усі часи без виключення ікра на столі була не лише ознакою достатку господарів, але й одним з найсмачніших та найвишуканіших морських дарів. Відомо, що цей делікатес є надзвичайно корисним для організму людини. Ікринки призначені для розвитку нового організму, а тому містять унікальний набір живильних елементів і біологічно активних речовин. Перш за все це білок, в ікрі його 32 г зі 100, причому засвоюється він дуже швидко, протягом години. А крім того, цей білок складається з повного спектру замінних і незамінних амінокислот. Тому після вживання ікри людина відчуває прилив сил. Тож відновлюйте свої сили за допомогою ікри!

Рекомендована література

1. Бацылев Е.Г., Благосклонов К.Н. Зоология. — М.: «Высш. школа», 1977. — 232 с.
2. Ковальчук Г.В. Зоология з основами екології. — К.: Вища школа, 1988. — 239 с.
3. Ковтун М.Ф., Микитюк О.М., Харченко Л.П. Порівняльна анатомія хребетних: Навчальний посібник. — Харків: «ОВС», 2003. — Ч. 1—2.
4. Наумов Н.П., Карташов Н.Н. Зоология позвоночных. — М.: «Высш. школа», 1979. — Ч. 1-2.
5. Неведомська Є.О., Маруненко І.М., Бобрицька В.І. Зоологія: Навчально-методичний посібник. — Полтава: ТОВ «Поліграфічний центр «Скайтек», 2006. — 112 с.
6. Сабанеев Л.П. Жизнь и ловля пресноводных рыб. — К.: Государственное издательство сельскохозяйственной литературы, 1959. — 667 с.

ЛЕКЦІЯ 15

НАДКЛАС ЧОТИРИНОГІ, або НАЗЕМНІ ХРЕБЕТНІ (Tetrapoda). КЛАС ЗЕМНОВОДНІ, або АМФІБІЇ (Amphibia)

План

1. Особливості наземних хребетних тварин.
2. Клас Земноводні, або Амфібії (Amphibia).

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

1. Особливості наземних хребетних тварин

Особливостями наземних тварин є:

1. Подолання сили тяжіння у повітряному середовищі досягається морфологічними перетвореннями і супроводжується загальним підвищенням рівня метаболізму.

2. Переміщення по суходолу за допомогою парних — передніх і задніх — членистих кінцівок з шарнірним з'єднанням і забезпечується міцною мускулатурою.

3. Інтенсивне дихання; газообмін між організмом і довкіллям відбувається в легенях.

4. Морфо-фізіологічні пристосування до зменшення випаровування води поверхню тіла.

5. Органи чуття пристосовані до роботи у повітряному середовищі: відокремлюються респіраторний та нюховий відділи носової порожнини, поява середнього вуха, повік, зміна форми кришталика ока; органи бічної лінії зникають (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

няються підвищеним метаболізмом і специфічним типом водно-сольового 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. Появу перших земноводних окреслюють кінцем девону, а розквіт — кам'яновугільним періодом.

Живуть земноводні в районах з високою вологістю й позитивною середньорічною температурою довкілля. 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.

Прогресивні ознаки земноводних:

1. Утворення 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 амфібій — шкірно-легеневе (у личинок — шкірно-зяберне).

5. Виникнення 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 як перших наземних хребетних:

- 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 напівкружними каналами).

Особливості процесів життєдіяльності земноводних як перших наземних хребетних:

- Легеневе та шкіряне 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, дереволоazi, квакші, рінодерми, свистуни, ропухи, вузькороті жаби, скляні жаби.

2. Хвостаті (Caudata, Urodela) — тритони, саламандри.

3. Безногі (Apoda) — цейлонський рибозмій, справжній черв'яг.

Гігантами серед безхвостих земноводних є:

- жаба-голіаф (довжина 25-40 см, маса 3,5 кг, живе в Камеруні, Анголі, Гвінеї);

- жаба-бик (довжина 20 см, маса 600 г, живе в Північній Америці);

- ропуха-ага (довжина 26 см, маса 1 кг, живе в Америці).

Карлики серед земноводних:

- жаба-кокоа (довжина 1,5 см, живе в Колумбії).

Гіганти серед хвостатих земноводних:

- саламандра велетенська (довжина до 1,6 м, живе у річках Японії та Китаю).

Гіганти серед безногих земноводних:

- черв'яги (довжина до 1,2 м).

Особливості організації земноводних

Тіло амфібій поділяється на голову (рис. 60) та тулуб.

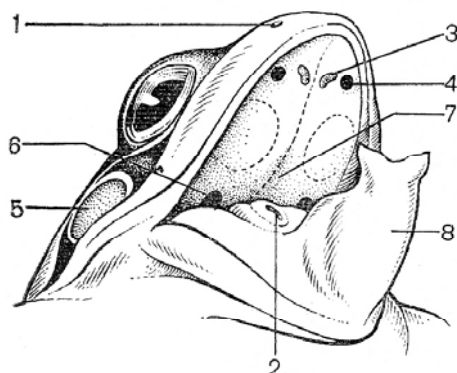


Рис. 60. Голова жаби (за Наумовим, Карташовим, 1979):

- 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 сплюснений у спинно-черевній площині з редукованим хвостом; задні кінцівки у 2-3 рази довші за передні; така будова забезпечує переміщення стрибками; у Південно-Східній Азії мешкають літаючі жаби, що здатні до ширяючого польоту;

2) у **хвостатих** — валькувате, видовжене, іноді сплюснене 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 (рис. 61) гола, складається з багат шарового епідермісу та тонкого коріуму, в якому багато кровоносних капілярів і слизових залоз. 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.

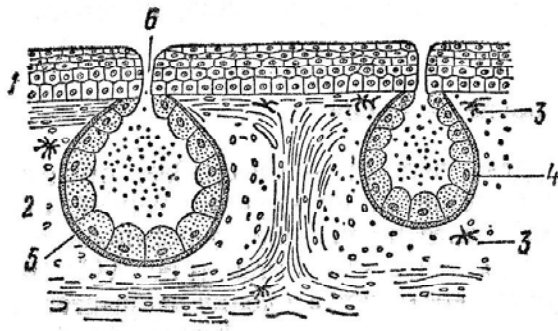


Рис. 61. Шкіра земноводних (за Наумовим, Карташовим, 1979):

- 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); статеві 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

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.

Освовий 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 риби. 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 *ротовий 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 (рис. 62).



Рис. 62. Послідовні стадії руху язика зеленої жаби під час захоплення здобичі (за Наумовим, Карташовим, 1979).

Під час вловлювання здобичі язик викидається з роту 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 риби. 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 різних видів земноводних через шкіру потрапляє 15-55%, через легені — 35-75% і через слизову ротоглоткову порожнину — 10-15% кисню. Через легені та ротоглоткову порожнину виділяється 35-55% вуглекислого газу, а через шкіру — 45-65%.

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. Яким чином воно відбувається? Для того щоб дихати шкірою, вона повинна бути зволоженою (суха шкіра не здатна пропускати гази). 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 слаборозвиненого 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. Порівняно з рибами ускладнюються провідні нервові тракти. Спинномозкових нервів у безхвостих земноводних 10 пар, у хвостатих і безногих — залежно від кількості хребців — декілька десятків пар.

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 війчастого 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 зору дорівнює 360°; на основі вивчення механізмів зору жаби створено фототехнічні прилади, які розпізнають дрібні об'єкти;

- *органи слуху* складаються зі слухового отвору, затягнутого 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 — *євстахієва 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* (сейсмосенсорна 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 яйцепроводах, 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 вольфові 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 притискає 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 водний спосіб життя. У більшості безхвостих земноводних кожна ікринка покривається слизовою оболонкою, що набухає 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.

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* (рис. 63).

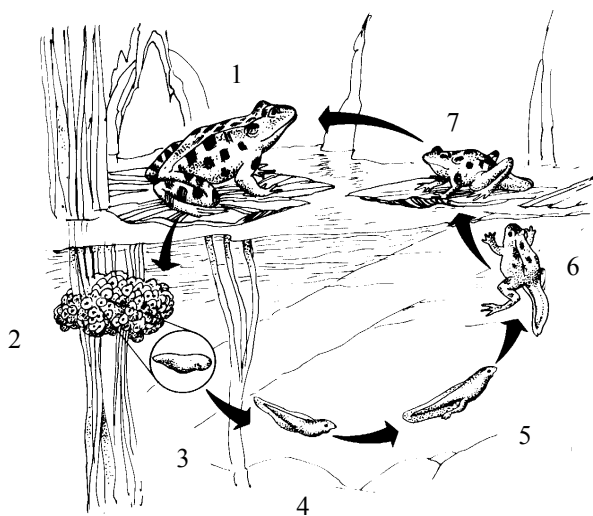


Рис. 63. Метаморфоз земноводних (на прикладі безхвостих жаб):

- 1 — доросла безхвоста жаба;
- 2 — кладка яєць (ікра);
- 3 — личинка у момент викльову;
- 4 — личинка на стадії розсмоктування зовнішніх зябер та плавцевої згортки;
- 5 — личинка на стадії розвитку зябрової кришки і появи кінцівок;
- 6 — личинка на стадії завершення формування кінцівок та розсмоктування хвоста;
- 7 — вихід жабеняти на суходіл.

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, слабко 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.

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 зябра. 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.

Порівняльну характеристику дорослих безхвостих амфібій та їхніх личинок подано в таблиці 11.

Таблиця 11

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДОРΟΣЛИХ БЕЗХВОСТИХ АМФІБІЙ ТА ЇХНІХ ЛИЧИНОК

Ознаки	Личинка (пуголовок)	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, молюски, черви, мальки риб
Спосіб життя	Водний	Наземний, напівводний

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. А чимало тропічних видів *піклуються про своїх нащадків*. *Американська квакша-коваль* будує на мілководді округлу загородку з глини діаметром до 30 см, куди й відкладає ікру. Загородка захищає ікру від хижаків. Інший вид квакш вимазує дупла дерев смолою. Дупла зберігають дощову воду. У неї квакші й відкладають ікру. У *південно-американських сумчастих квакш* пуголовки розвиваються в сумці — шкірній складці, яка відкривається на спині. Самка сумчастої квакші відкладає всього 4-20 яєць. Самець *повитухи* (мешкає в Західній Європі) півтора-два місяці носить на собі шнур ікри, вкритої щільними оболонками. Коли ікра дозріває, він випускає пуголовків у водойму. Самець *суринамської піпи* (мешкає у Південній Америці) під час нересту розміщує великі ікринки на спині самки. Ікринки врастають в шкіру спини, де й відбувається розвиток та метаморфоз личинок. Самки піпи відкладають 40-100 яєць. У *ринодерми Дарвіна* пуголовки розвиваються і проходять метаморфоз у горловому резонаторі самця, куди ікра потрапляє крізь отвір під язиком. Під час розвитку вони прирастають до стінки горлового мішка самця, отримуючи поживні речовини з його крові. Самка ринодерми Дарвіна відкладає лише 20-30 яєць. В *австралійської турботливої жаби* самець проковтує запліднену ікру, і пуголовки розвиваються у шлунку, живлячись виділеннями його стінок. Слиз пуголовків пригнічує виділення шлункового соку, і тому вони не перетравлюються. «Народжуються» жабенята через рот батька. Учені дослідили, що в деяких видів хвостатих земноводних зустрічається **неотенія** — здатність личинок до статевого розмноження. Це явище достатньо добре досліджено у наземної амфібії *тигрової амбістоми* (нагадує саламандру), що мешкає в Північній Америці. В мілких, добре прогрітих водоймах, з низьким вмістом кисню в воді личинки відносно швидко завершують метаморфоз і, досягнувши довжини 8-9 см, залишають водойми. У холодних глибоких водоймах з високим вмістом кисню личинки добре ростуть, досягають завдовжки 20-25 см, але метаморфоз у них не відбувається. У них добре розвивається статева система (раніше від інших систем тіла) і вони здатні розмножуватися, залишаючись личинками. Ці личинки розводять в лабораторних умовах під назвою *аксолотлі*. В експериментах метаморфоз аксолотлей можна викликати, якщо їм давати препарати щитоподібної залози. Отже, доведено, що гормон щитоподібної залози — тироксин — регулює нормальний перебіг метаморфозу.

У деяких земноводних спостерігається **яйцезивородіння**. У саламандр запліднені ікринки затримуються в яйцепроводах, і там відбува-

ється 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.

Земноводні є об'єктом лабораторних досліджень вчених, студентів-біологів і медиків. Усі види земноводних потребують охорони.

Питання для самоперевірки

- 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.*

Цікаво знати, що

➤ Важливість наукових відкриттів за допомогою жаб настільки значна, що в світі споруджено два пам'ятники жабам: у Токіо та Парижі.

➤ В амфібій дихальна поверхня легень менше поверхні тіла (співвідношення 2:3), тоді як у ссавців вона більша в 50-60 разів!

➤ У головному мозку амфібій є кілька дихальних центрів порівняно з одним центром у амніот — справжніх наземних хребетних.

Еволюційний процес

➤ В еволюційному відношенні земноводні походять від прадавніх кістеперих риб. Самим примітивним рядом земноводних вважаються

хвостаті земноводні. Хвостаті земноводні найбільш схожі з найдавнішими представниками свого класу. Більш спеціалізованими групами є безхвості та безногі земноводні.

Перші амфібії, що з'явилися в прісних водоймах наприкінці девону, — іхтіостегіди (Ichthyostegidae). Вони були справжніми перехідними формами між кістеперими рибами та земноводними. Так, у них були рудименти зябрової кришки, справжній риб'ячий хвіст. Шкіра була покрита дрібною риб'ячою лускою. Однак поряд із цим вони мали парні п'ятипалі кінцівки наземних хребетних та жили не тільки у воді, але й на суші. Можна припустити, що вони не тільки розмножувалися, але й годувалися у воді, систематично виповзаючи на сушу.

Рекомендована література

1. Бацылев Е.Г., Благосклонов К.Н. Зоология. — М.: «Высш. школа», 1977. — 232 с.
2. Ковальчук Г.В. Зоология з основами екології. — К.: Вища школа, 1988. — 239 с.
3. Ковтун М.Ф., Микитюк О.М., Харченко Л.П. Порівняльна анатомія хребетних: Навчальний посібник. — Харків: «ОВС», 2003. — Ч. 1 — 2.
4. Наумов Н.П., Карташов Н.Н. Зоология позвоночных. — М.: «Высш. школа», 1979. — Ч.1-2.
5. Неведомська Є.О., Маруненко І.М., Бобрицька В.І. Зоологія: Навчально-методичний посібник. — Полтава: ТОВ «Поліграфічний центр «Скайтек», 2006. — 112 с.
6. Писанец Е.М. Амфибии Украины: справочник-определитель земноводных Украины и сопредельных территорий. — Киев: Зоол. музей ННПМ НАН Украины, 2007. — 311 с.

ЛЕКЦІЯ 16

КЛАС ПЛАЗУНИ, або РЕПТИЛІЇ (*Reptilia*)

План

1. Загальна характеристика класу Плазуни, або Рептилії (*Reptilia*).
2. Класифікація класу Плазуни, або Рептилії (*Reptilia*).
3. 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.

1. Загальна характеристика класу Плазуни, або Рептилії (*Reptilia*)

Сучасні плазуни поширені переважно в теплій і помірній зонах; частина видів вторинно перейшла до водного способу життя. 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**).

Прогресивні ознаки плазунів:

1. Прогресивний розвиток нервової системи — поява зачатка кори великих півкуль. Це зумовило виникнення адаптивної поведінки завдяки виробленню умовних рефлексів.

2. Утворення вторинної нирки, що забезпечує зворотне всмоктування води у нирковій канальці й велику концентрацію в сечі продуктів обміну речовин.

3. Поява 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 шиї, 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. Виникнення зародкових оболонок, які забезпечують розвиток ембріона в наземних умовах. Великі, багаті на білок і жовток яйця. Личинкової стадії немає. Запліднення лише внутрішнє.

8. Шкіра стала 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 поява 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 (рис. 64): верхні шари багатошарового епітелію *роговіють*: клітини заповнюються зернами білкової 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.

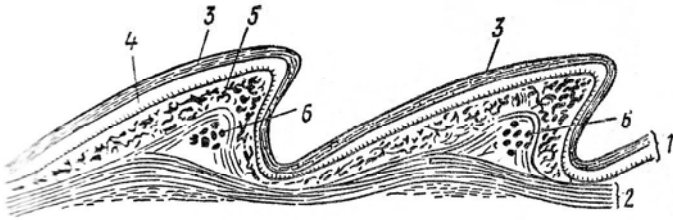


Рис. 64. Шкіра плазунів (за Наумовим, Карташовим, 1979):

- 1 — епідерміс; 2 — коріум; 3 — роговий шар;
4 — мальпігієв шар; 5 — пігментні клітини; 6 — кісткові пластинки.

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 зросте, 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 зу-

боподібному 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 єдиного сучасного (але архаїчного) виду — гатерії (ряд Дзьобоголові) хребці *амфіцельного типу*; між тілами хребців зберігаються залишки хорди.

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 (рис. 65) у плазунів має майже таку саму будову, як і в земноводних.

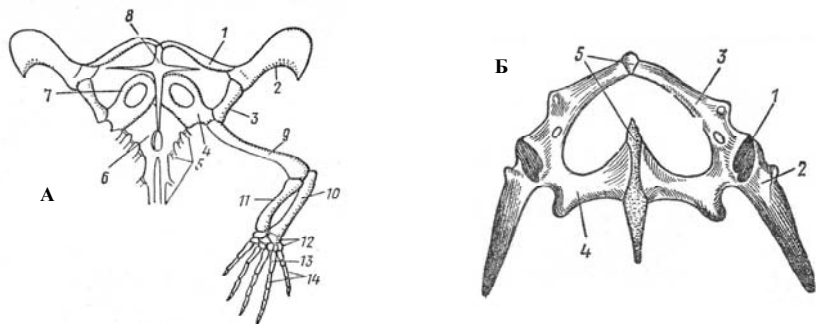


Рис. 65. Плечовий пояс і передня кінцівка (А) та тазовий пояс ящірки (за Наумовим, Карташовим, 1979):

- А:** 1 — ключиця; 2 — надлопатковий хрящ; 3 — лопатка;
4 — коракоїд; 5 — ребра; 6 — грудина;
7 — прокоракоїдний хрящ; 8 — передгрудинник; 9 — плече;
10 — ліктьова кістка; 11 — променева кістка; 12 — зап'ясток;
13 — п'ясток; 14 — фаланги пальців.
- Б:** 1 — западина для стегнової кістки; 2 — клубова кістка;
3 — лобкова кістка; 4 — хрящове з'єднання.

У ящірок (прудка, живородна) та гатерії хвостові хребці мають посередині тонкі хрящові прошарки, завдяки цьому вони здатні до *ауто-томії* (самокаліцтва). Якщо схопити цих тварин за хвіст, то, внаслідок сильного скорочення м'язів, хвостовий хребець переламується посере-

дині й кінець хвоста відпадає. Цей рефлекс має захисне значення, оскільки дає змогу тварині втекти від хижака, 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. 66). 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.

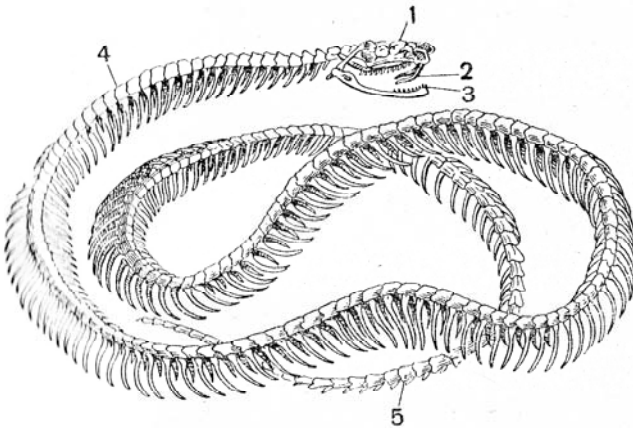


Рис. 66. Скелет змії (за Наумовим, Карташовим, 1979):

- 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*. Поява 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 приростають до щелеп (*плевродонтні зуби*) і кісткового піднебіння (*акродонтні зуби*); лише у крокодилів зуби розміщені в спеціальних щелепних комітках — альвеолах (*текодонтні зуби*). Зуби у більшості сучасних плазунів однакові та слугують лише для захоплення здобичі та її утримання. Лише у деяких змій 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 змій 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 (рис. 67).

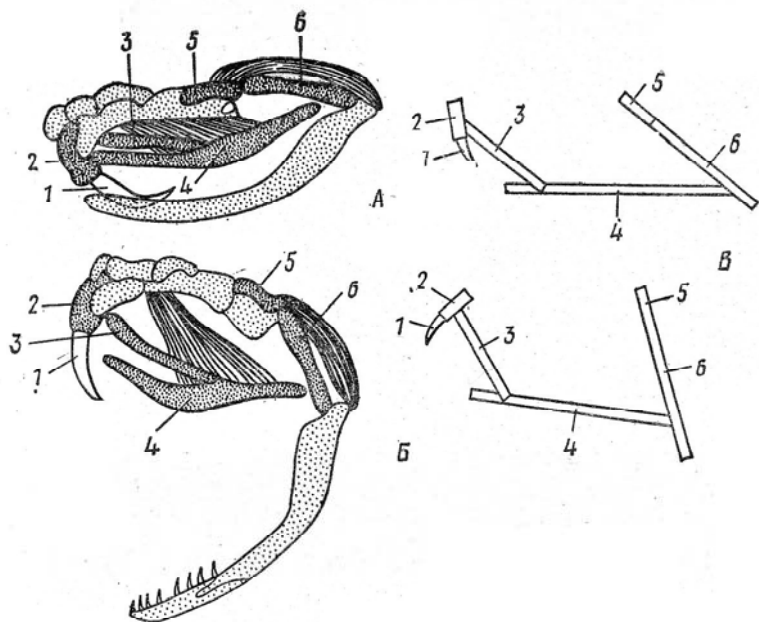


Рис. 67. Щелепний апарат змії: закрыта (А) і відкрита (Б) паща; В — схема положення основних важелів (за Наумовим, Карташовим, 1979):

- 1 — отруйний зуб;
- 2 — верхньощелепна кістка;
- 3 — поперечна кістка;
- 4 — крилоподібна кістка;
- 5 — луската кістка;
- 6 — квадратна кістка.

Більшість видів ковтають їжу цілком. Крокодили і черепахи здатні відривати від великої здобичі окремі шматки. Черепахи не мають зубів, їхню функцію виконують рогові чохли щелеп, що мають гострі краї.

У ротовій порожнині плазунів розміщені слинні залози, які виробляють слину з *травних ферментів*. На дні ротової порожнини знаходиться м'якуватий 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 кристаликів («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 слюзами», звільняючись від надлишку солей. У морських ігуан, які живляться морськими 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 (рис. 68). У хамелеонів, деяких ящірок і змій 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.

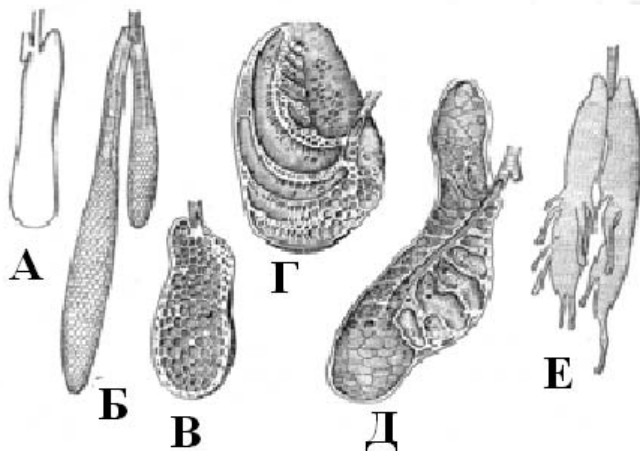


Рис. 68. Легені плазунів (за Наумовим, Карташовим, 1979):

- А — амфісбени;
- Б — анаконди;
- В — гатерії;
- Г — варана;
- Д — алігатора;
- Е — хамелеона.

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 черепах 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 доквілля. 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 змії і деяких ящірок (геконів, сцинків) повіки зростаються, утворюючи прозору оболонку; у нічних видів очі збільшені та мають вертикальну зіницю; слюзні залози попереджають очі від висихання у повітряному середовищі; акомодация ока досягається переміщенням кришталика та зміною його кривизни за допомогою війчастого м'язу; сітківка нічних тварин містить лише палички, а сітківка денних видів має і палички, і колбочки (кольоровий зір); чутливість кольорового зору зсунута 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 змії 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 яacobcонів 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 вйчастими 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 канальці, 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 тейди, агами, геко́н) 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.

У змії острівний ботропс, що мешкає лише на о. Кеїмада-Гранде площею усього 3 км (60 км від м. Сантус у Південній Бразилії) доведено дивовижний випадок **гермафродитизму**. Ймовірно, у маленької острівної популяції такий гермафродитизм дозволяє підвищити темпи розмноження, не збільшуючи кількість особин.

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 обігріваючи: 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 вповільнюються). 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 Малайзійського архіпелагу).

Гіганти серед змій:

- 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 нашої планети);
- 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 Південно-Східній 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

Значення плазунів у природі

В екосистемах рептилії виконують функцію регуляторів чисельності безхребетних і дрібних хребетних тварин.

Значення плазунів у житті людини

М'ясо великих ящірок, змій 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 змій — звичайна та степова гадюки.

Зміїну отруту використовують у медицині для виготовлення різноманітних ліків.

Питання для самоперевірки

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.

Важливо знати, що

➤ Гадюки ніколи не нападають першими і, як правило, намагаються сховатись.

➤ **Що робити при укусі гадюки?** Головне — не панікувати. Якщо на слизовій оболонці рота немає ушкоджень, бажано упродовж кількох хвилин після укусу відсмоктати отруту з ранки, час від часу полощучи рот водою. Потерпілому треба випити якомога більше рідини (гарячого чаю, кави, але не алкоголю!) та добре пропотіти. Корисні протиалергенні ліки (антигістамінні препарати: супрастин, тавегіл та ін.), солі кальцію. При сильному болі можна прийняти 1-2 таблетки аналгіну або баралгіну. Укушену людину необхідно негайно доставити до лікарні.

➤ Найбільш ефективний засіб проти зміїної отрути — полівалентна протизміїна сироватка, введена не пізніше ніж через 30 хвилин після укусу. Але вводити її може і повинен тільки медичний працівник. Самостійність небезпечна через можливий розвиток алергічних реакцій на введення сироватки. І якщо людині не надати термінової допомоги, вона може загинути.

➤ Розрізи у місці укусу гадюки, надовго накладений джгут, припікання гарячими предметами значно ускладнюють одужання потерпілого.

Цікаво знати, що

➤ Зі зміїної отрути роблять мазь, якою лікують ревматизм. Як ви думаєте, скільки коштує грам отрути? Він дорожчий за один грам золота у 12 разів. З одного грама отрути можна приготувати цілу тонну мазі. Уявляєте яка сильна отрута? У дуже малих кількостях вона лікує, у великих — убиває. Ще Парацельс казав: «Все залежить від дози: мала доза — ліки, велика доза — смерть!» Так, наприклад, смертельним є укуси кобри. Сучасна наука знає засоби врятування людини, яку вкусила кобра, але їх треба застосовувати негайно, дотримуючись певних правил. А це, на жаль, не завжди можливо. Існує історія, як рятував себе один селянин у Кенії, коли його вкусила кобра. Відчувши укусу грізної змії, селянин миттю вбив її і тут же з'їв її голову. Полежавши кілька днів з невисокою температурою, він відчув себе зовсім здоровим і пішов у поле працювати. Коли ж його запитали, як він до такого додумався і як відважився на таке нечуване діло, він відповів: «Кожен селянин здавна знає, що клин клином вибивають...» Видно, це була відчайдушна й рішуча людина.

➤ На кінчику хвоста американських гримучих змій знаходиться брязкальце. Це ланцюжок порожнистих міхурців, що з тріском труться один об одного при тремтінні хвоста, відлякуючи можливих ворогів.

➤ У хамелеонів кожне око може рухатись самостійно, що дуже важливо під час чатування на здобич, коли тіло нерухоме. Хамелеони живуть на деревній рослинності, мають цупкі пальці та довгий цупкий хвіст, якими вони охоплюють гілки. Добре відома здатність цих тварин змінювати своє забарвлення залежно від змін довкілля за рахунок перерозподілу пігментів шкіри.

➤ **Чи можна відрізнити безногих ящірок від змій?** Безногі ящірки відрізняються від змій наявністю мигальних повік на очах. В Україні поширені два види безногих ящірок — веретільниця і жовтопуз.

➤ **Що таке «крокодилові сльози»?** У крокодилів, як і в морських черепах, є спеціальний орган сольова залоза. Надлишок солей у них виводиться крізь отвори біля очей. Коли тварина у воді, то крапельки рідини, що виділяються, не помітні. Коли ж вона виходить на берег, ці крапельки скидаються на сльози. Звідси й з'явилася легенда, ніби крокодили плачуть, коли відкладають яйця. Бо, мовляв, ніколи не побачать своїх діточок — адже вони не висиджують яєць.

➤ **Чому гігантські динозаври (бронтозаври, брахіозаври) могли існувати тільки у воді?** Маса гігантських динозаврів досягала 50 тонн, тому на суходолі така тварина була б розчавлена власною вагою, адже архімедова сила у повітрі майже не діє.

Цікаве про походження назв плазунів

➤ Ми, нічого не підозрюючи, звемо змію змією, але ж це слово з'явилося завдяки табу. Зустрічатися із змією було страшно. Тому у давнину наші предки почали називати її не власним іменем, а описовим, обережним, необразливим. На справжнє ім'я змії було накладене табу. Це перше, справжнє ім'я почало забуватися, доки й не забулося зовсім. «Змій, змія» означало «повзуча по землі»; таким висловом було заміною невідоме нам найдавніше ім'я плазуна, вірогідно, спорідненого грецькому «ехис» — «ехидна», «змія».

Еволюційний процес

➤ Філогенетично рептилії — це перші справжні наземні хребетні (*Amniota*). Мезозойська ера — час найбільшого розквіту плазунів, передусім **динозаврів**, до яких належали найкрупніші наземні тварини за всю історію планети. Наприкінці крейдяного періоду відбулося вимирання крупних рептилій.

➤ Рептилії виникли від палеозойських земноводних — стегоцефалів. Вони ще були зв'язані з водоймами, але мали рухливість, значний розвиток головного мозку й, імовірно, мали зародковий роговий покрив на шкірі. Інтерес представляють форми, що жили в кам'яновугільний період та займали проміжне положення між земноводними й плазунами; їх хребет став міцним за рахунок окостеніння хрящів, намітилося перетворення 2-х перших шийних хребців (стали рухливими), з'явилися довгі ребра, більш сильні кінцівки, ніж у стегоцефалів, — вони могли піднімати тулуб над землею.

➤ Рептилії-нащадки прадавніх амфібій, які вдало розв'язали проблему розмноження на суходолі та стали першими повністю наземними хребетними. «Винахід» амніотичного яйця нового типу й пов'язані із цим процеси розвитку — головна відмінність рептилій від земноводних. Рептилії відкладають яйця на суші й, отже, необхідність у будь-якій адаптації до водного способу життя у молоді або в дорослих особин відпадає.

Шкарлупа створює захист, великий жовток служить джерелом живильних речовин, так що молода рептилія до моменту свого вилуплення досягає досить великих розмірів і являє собою мініатюрну копію дорослої особини.

Рекомендована література

1. Банников А.Г., Даревский И.С., Ищенко В.Г., Рустамов А.К., Щербак Н.Н. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. — Москва: Просвещение, 1977. — 415 с.
2. Бацылев Е.Г., Благосклонов К.Н. Зоология. — М.: «Высш. школа», 1977. — 232 с.
3. Ковальчук Г.В. Зоологія з основами екології. — К.: Вища школа, 1988. — 239 с.
4. Ковтун М.Ф., Микитюк О.М., Харченко Л.П. Порівняльна анатомія хребетних: Навчальний посібник. — Харків: «ОВС», 2003. — Ч. 1 — 2.
5. Наумов Н.П., Карташов Н.Н. Зоология позвоночных. — М.: «Высш. школа», 1979. — Ч.1-2.
6. Неведомська Є.О., Маруненко І.М., Бобрицька В.І. Зоологія: Навчально-методичний посібник. — Полтава: ТОВ «Поліграфічний центр «Скайтек», 2006. — 112 с.
7. Щербак Н.Н., Щербань М.И. Земноводные и пресмыкающиеся Украинских Карпат. — Киев: Наукова думка, 1980. — 268 с.

ЛЕКЦІЯ 17

КЛАС ПТАХИ (Aves)

План

1. Загальна характеристика класу Птахи (Aves).
2. Класифікація птахів.
3. Значення птахів у природі та житті людини.

Основні поняття: орнітологія, пір'я, крило, куприкова залоза, дзьоб, рамфотека, рогові луски, цівка, кігті, шпора, контурні пера, пухові пера, пух, стовбур, стрижень, опахало, колодочка, борідки, гачечки, птерилії, аптерії, меланіни, ліпохромі, линька, гетероцельні хребці, пневматичні кістки, складний криж, міоглобін, гомойотермія, повітряні мішки, подвійне дихання, голосовий апарат, гастроліти, погадка, клоака, фабріцієва сумка, подвійна акомодация, гніздова територія, шлюбна пісня, моногами, полігами, шкаралупа, яйцевий зуб, виводкові (матуронатні, зрілі) пташенята, нагніздні (іматуронатні, незрілі) пташенята, річний цикл життя, осілі птахи, кочові птахи, перелітні птахи.

1. Загальна характеристика класу Птахи (Aves)

Птахи — це спеціалізована гілка вищих хребетних, які пристосувалися до польоту. Клас птахів об'єднує близько 9000 видів.

Гіганти серед літаючих птахів:

- лебідь, гриф, дрофа (маса 14-16 кг, розмах крил сягає 2,5 м).

Гіганти серед нелітаючих птахів:

- страус африканський, казуар (заввишки до 2,7 м, маса 80-100 кг).

Гіганти серед плаваючих птахів:

- пінгвін імператорський (заввишки 1,2 м, маса 40 кг).

Карлики серед птахів:

- колібри (маса 1,6-1,8 г, живиться нектаром квітки, має здатність зависати у повітрі над квіткою, підніматися вертикально вгору, літати хвостом уперед; частота рухів крил — 100 змахів за секунду; частота серцевих скорочень — 1 000 ударів за хвилину!)

Теплокровність (гомойотермія), висока рухливість, складна і різноманітна поведінка дозволили птахам широко розповсюдитися по земній кулі.

Орнітологія (від грецьк. *ornithos* — птах, *logos* — учення) — розділ зоології, який вивчає птахів.

Прогресивні ознаки птахів:

1. Прогресивний розвиток нервової системи (розвиток підкіркових асоціативних центрів великих півкуль, мозочка, поява центру терморегуляції у проміжному мозку, особливого розвитку набувають зорові і слухові доли мозку). Складна і різноманітна пристосувальна поведінка.

2. Поява 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. Виникнення 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 (ендотермії).

6. Зміна в будові скелета (передні кінцівки видозмінені на крила, змінені пояси й передніх, і задніх 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 будови птахів, що пов'язані з польотом:

- Передні кінцівки перетворилися на крила.
- Тулуб обтічної форми.
- Пір'євий покрив забезпечує:
 - ✓ обтічність тіла;
 - ✓ утворення несучих площин (крила, хвіст).
- Форма крил.
- Скелет:
 - ✓ міцний і легкий, кістки пневматичні (заповнені повітрям);
 - ✓ для черепа характерні повне зростання усіх кісток у монолітний утвір та надзвичайна легкість і великі очно-ямкові западини;
 - ✓ легкий дзьоб, позбавлений зубів;
 - ✓ ключиці зростаються, утворюючи вилочку, яка надає пружності поясу передніх кінцівок;
 - ✓ передні кінцівки — крила: плече, передпліччя (ліктьова і променеві кістки), кисть: частина кісток зростається, а з пальців зберігаються тільки три — другий, третій та четвертий, — при цьому кількість їхніх фаланг зменшується;
 - ✓ грудина з кілем, до якого прикріплюються великі та малі грудні м'язи, що приводять в рух крила;
 - ✓ ребра рухомо з'єднані з грудиною (можливість змінювати об'єм грудної клітки важлива для подвійного дихання);
 - ✓ усі хребці, крім шийних, з'єднані нерухомо (це забезпечує компактність тіла, яка необхідна в польоті).
- Мускулатура добре розвинена, що зумовлює складні рухи під час польоту.
- Досконала дихальна система (дихальні шляхи: гортанна щілина, трахея, два бронхи; губчасті легені; повітряні мішки).
- Повітряні мішки:

- ✓ запобігають перегріванню тіла птаха протягом польоту;
- ✓ полегшують тіло птаха під час польоту;
- ✓ зменшують тертя між внутрішніми органами.
- Кровоносна система: лише права дуга аорти, ліва редукована.
- Видільна система: сечовий міхур відсутній.
- Головний мозок: розвинені півкулі переднього мозку; розвинений мозочок (що пов'язано зі складним характером рухів, які потребують досконалої координації).

- У самців — парні сім'яники невеликі за розмірами.
- У самок — непарний лівий яєчник (правий яєчник редукований).

Особливості процесів життєдіяльності птахів, що пов'язані з польотом:

- Швидке перетравлення їжі, що забезпечує птаха великою кількістю енергії.
- Інтенсивний обмін речовин (за рахунок цілковитого розділення венозної та артеріальної крові, інтенсивного газообміну в легенях).
- Складний механізм подвійного дихання.
- Екскременти у кишечнику та продукти виділення не накопичуються в організмі, що зменшує масу птаха.
- Інтенсифікація зору та слуху розширюють можливості орієнтування в просторі.

Особливості організації птахів

Пристосування до польоту зумовило відносну одноманітність *форми тіла* птахів. Тіло складається з невеличкої голови, компактного округлого тулуба та кінцівок. На голові (рис. 69) містяться очі з рухливими повіками (верхньою, нижньою та мигальною перетинками), ніздрі, слухові отвори, дзьоб.

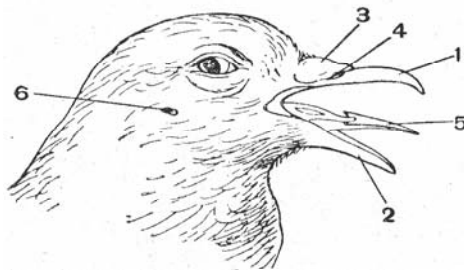


Рис. 69. Голова голуба:

- 1 — наддзьобок;
- 2 — піддзьобок;
- 3 — восковиця;
- 4 — ніздрия; 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 (всі?), 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 перетворюється на вітамін D (вітамін росту), який птахи проковтують під час очищування 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).

Поверхневі 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. 70).

Основний тип пір'я — *контурне перо*: має міцний та пружний роговий *стовбур*; частина стовбура, до якого прикріплені дві пластини — *опახала*, 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 — *птерилиях*, розділених *антеріями* — ділянками шкіри, на яких пера не ростуть. Лише у пінгвінів пера рівномірно розподілені по всій поверхні шкіри.

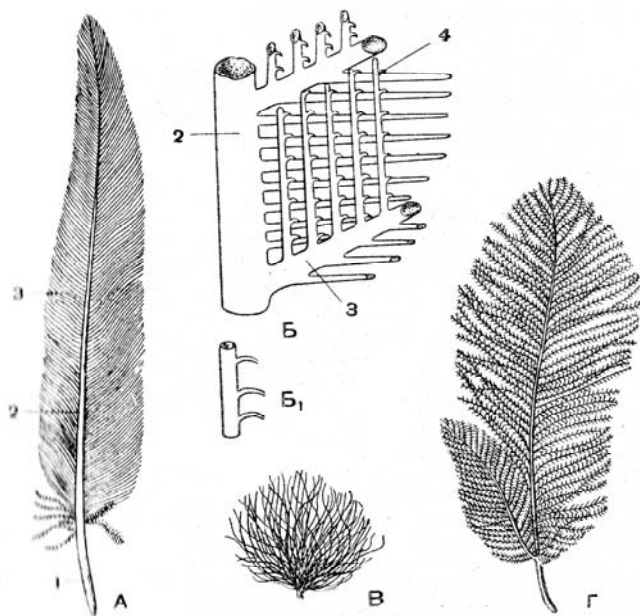


Рис. 70. Будова та різновиди пір'я (за Наумовим, Карташовим, 1979):

А — контурне перо:

- 1 — колодочка;
- 2 — стрижень;
- 3 — опахало.

Б — будова опахала контурного пера:

- 2 — стрижень;
- 3 — борідка першого порядку;
- 4 — борідка другого порядку (борідочка).

Б₁ — борідочка з гагечками.

В — пух.

Г — пухове перо.

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 сидлоподібну поверхню; зчленування таких хребців забезпечує їх-

ню 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 вiallyом 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. Найбільшу швидкість польоту розвиває серпокрилець колючохвостий — до 170 км/год. Швидкість польоту різних видів птахів:

- горобці — 25-40 км/год;
- голуби — 30-60 км/год;
- соколи — 60-70 км/год;
- качки та кулики — 65-80 км/год;
- серпокрильці — 100-120 км/год.

Швидкість руху пінгвінів у товщі води становить 36 км/год.

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* (зрослених 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 страуса 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 (іх понад 30). Проте у цівці й пальцях птахів немає м'язів — лише сухожилля. Саме тому птахи можуть ходити по снігу, не відморожуючи ніг.

Теплокровність та висока рухливість птахів забезпечуються споживанням значної кількості їжі. Спектр кормів птахів значно різноманітніший порівняно з плазунами. Більшість птахів тваринної дієти. Багато видів живляться одночасно і різноманітними безхребетними, і рослинним кормом, особливо ягодами і насінням. Рослинної дієти небагато (гуси, деякі куроподібні), проте і вони вживають тваринний корм.

Травна система птахів починається беззубим *дзьобом*. Різноманітність форм дзьоба птахів (рис. 71) 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).

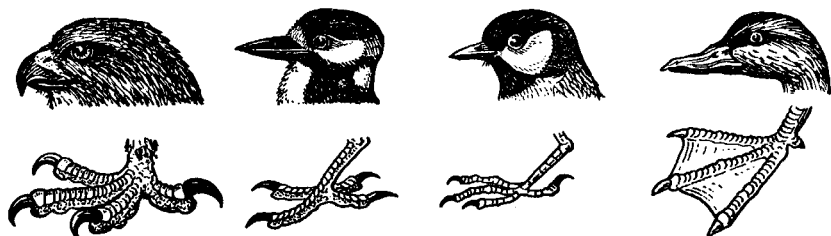


Рис. 71. Будова дзьоба та кінцівок птахів залежно від способу харчування і пересування.

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* (рис. 72). У деяких птахів (куроподібні, голуби, хижі, папуги) у нижній частині стравоходу є розширення — *воло*, 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 вола, 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.

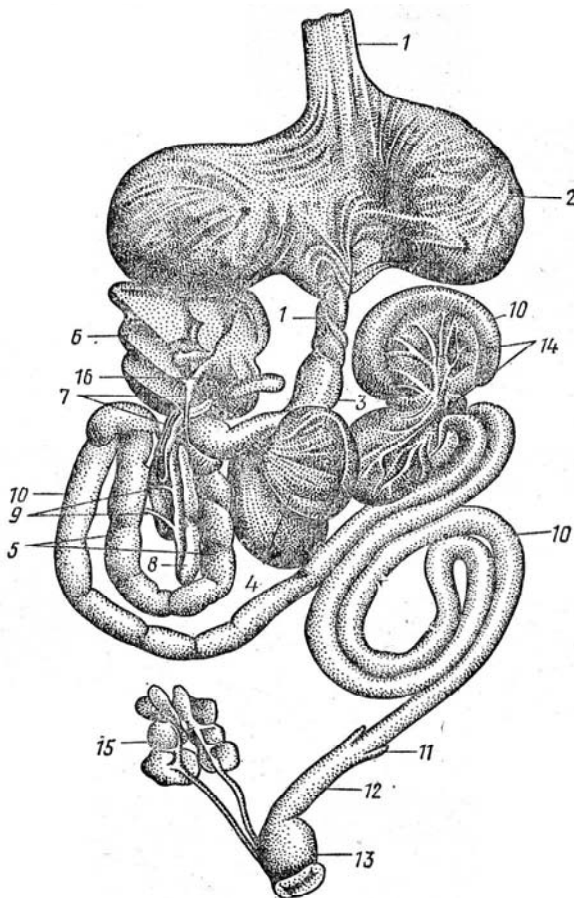


Рис.72. Травна система голуба (за Наумовим, Карташовим, 1979):

- 1 — стравохід; 2 — волю; 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.

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.

Їжа, просочена травними ферментами, із залозистого шлунку потрапляє у м'язовий. Там вона перетирається завдяки ритмічним скороченням його стінок (до 30 в 1 с). Перетирання 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 роздірені 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.

Інтенсивність перетравлювання їжі у птахів дуже висока: сухе зерно — за 3-4 години, жуки — біля 1 години, гусені — 15-20 хвилин, соковиті ягоди — півгодини. Для забезпечення інтенсивного обміну речовин, який необхідний для підтримання сталої високої температури тіла (до 42°C) та для польоту, птахи часто їдять і більшу частину свого часу проводять у пошуках їжі. Дрібні види птахів із-за більших тепловтрат порівняно з крупнішими видами потребують більшої кількості їжі. Маса їжі, яку поїдають дрібні горобцеподібні за добу, складає 50-80% їхньої маси тіла, у більших за розміром видів — 15-40%. Добова норма корму залежить й від калорійності їжі, температури довкілля: похолодання підвищує потреби у їжі. Дрібні птахи гинуть без їжі вже через 15-30 годин, голуби — через 7-9 днів, крупні орли і сови можуть прожити до 1 місяця.

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. 73) 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*.

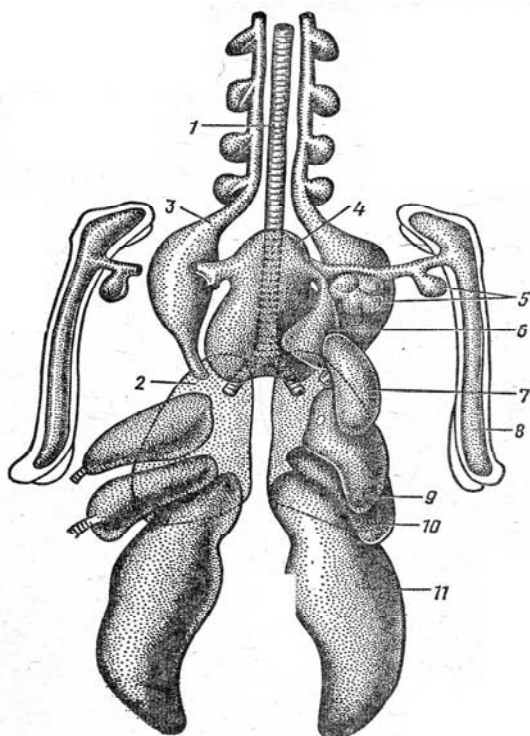


Рис. 73. Схема повітряних мішків птахів з черевного боку
(за Наумовим, Карташовим, 1979):

- 1 — трахея; 2 — легеня; 3 — шийний мішок;
4 — міжключичний мішок; 5 — 8 — вирости міжключичного мішка;
9 — передньогрудний мішок; 10 — задньогрудний мішок;
11 — черевний мішок.

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 кровоносними 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 (міжключичний, шийні, передньогрудні), а повітря з довілля 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.

Таким чином, насичене киснем повітря практично безперервно, і під час вдиху, і під час видиху, проходить через легені, збагачуючи кров киснем (*подвійне дихання*).

Інтенсивність дихання у птахів змінюється від потреб у кисні (див. табл. 12):

Таблиця 12.

ІНТЕНСИВНІСТЬ ДИХАННЯ ПТАХІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ

Назви птахів	Частота дихальних рухів за 1 хвилину	
	у стані спокою	під час польоту
Качка-крижень	10 — 16	90 — 120
Голуб	26	400
Горобець	60 — 100	600 — 1000

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 *чотирикамерного 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.

Усі особливості кровоносної системи птахів відповідають високому рівню їхнього метаболізму. Забезпечується безперервне та інтенсивне насичення усіх органів і тканин киснем і поживними речовинами та видалення з них продуктів метаболізму.

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 рефлекси.

Органи чуття птахів добре розвинені:

- *органи зору* — великі *очі* (рис. 74), 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;

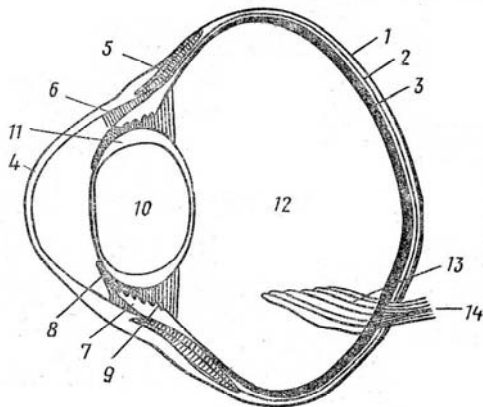


Рис. 74. Схема ока птаха (за Наумовим, Карташовим, 1979):

- 1 — склера; 2 — судинна оболонка; 3 — сітківка;
- 4 — рогівка; 5 — кісткове склеральне кільце; 6 — зв'язка;
- 7 — війчасте тіло; 8 — райдужна оболонка; 9 — зв'язка;
- 10 — кришталік; 11 — оболонка кришталіка; 12 — склисте тіло;
- 13 — гребінь; 14 — зоровий нерв.

кришталік утримується в певному місці за рахунок війчастого тіла і зв'язок; захищені трьома повіками; очі забезпечують широке поле зору (поле зору кожного ока складає 150-170°, але у качок, куликів загальне поле зору може бути 360°), високу гостроту та *подвійну акомодацию* (наведення ока на різкість) — змінюється не тільки відстань між кришталіком та сітківкою, але й форма кришталіка; на 1 мм² сітківки знаходиться від 50 тис. до 300 тис. фоторецепторів — паличок і колбочок, а в ділянці гострого зору — до 500 тис. — 1 млн.; 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 ультразвук до 35-50 кГц;

- *орган рівноваги* представлений напівкружними 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, вібрає 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, колібрі) — *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 своєсередніх 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 мо-

жуть 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. Козодой, деякі 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. 75) виходить у клоаку.

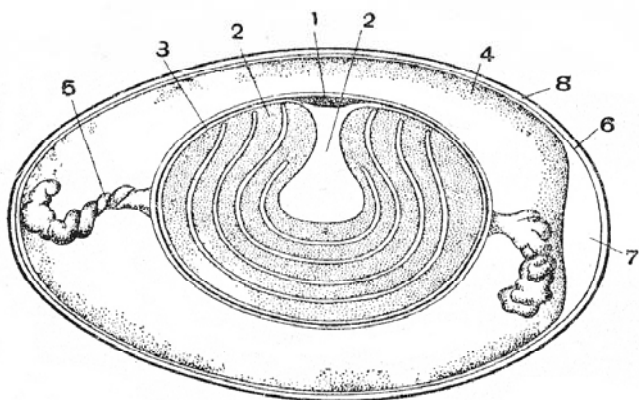


Рис. 75. Будова яйця птаха (за Наумовим, Карташовим, 1979):

- 1 — зародковий диск; 2 — різні шари жовтка;
- 3 — жовткова оболонка; 4 — білок; 5 — халаза;
- 6 — зовнішня білкова оболонка;
- 7 — повітряна камера;
- 8 — шкаралупа.

Процес триває 12-48 годин. У найдрібніших птахів — колібрі (масою 1,6-1,8 г) маса яйця біля 0,2 г, що складає майже 10% від маси тіла; у куликів і дрібних горобцеподібних маса яйця складає 15-20% від маси тіла; у африканського страуса та великих пінгвінів маса яйця складає біля 1,5% від маси тіла.

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 легенями, висушує дзьоб у повітряну камеру. Пищання пташеняти — початок легеневого дихання. Горбком на кінчику дзьоба (*ййцевим зубом*) пташеня поступово пробиває шкаралупу яйця й виходить з неї. Від проклёвування шкаралупи до виходу із яйця у дрібних птахів проходить декілька годин, у більш крупних — 1-3 доби. При вилуплюванні дорослий птах сидить на гнізді, обігрівачи кладку. За рівнем фізіологічної зрілості пташенят у момент вилуплювання всіх птахів можна поділити на дві групи (рис. 76):

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 (рис. 76, Б); характерне для страусів, дроф, гусей, качок, курей, лебедів, більшості куликів, журавлів;

2) *нагнізді* (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 (рис. 76, А);

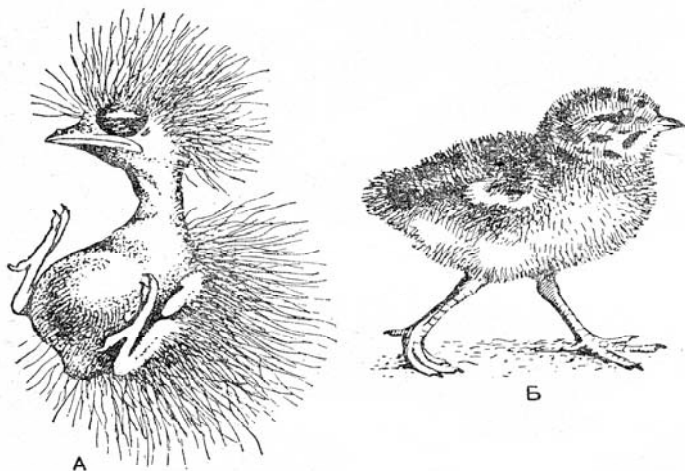


Рис. 76. Пташенята (за Наумовим, Карташовим, 1979):

А — нагніздне пташеня;

Б — виводкове пташеня.

ці пташенята ще довго залишаються у гнізді (10-12 днів), а обоє батьків піклуються про них — обігрівають, 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 різним форм *турботи про потомство*. Практично усі птахи насиджують кладку яєць, тобто обігрівають їх, віддаючи теп-

ло свого тіла. У моногамів у насиджуванні беруть участь обидва партнери, у полігамів — лише самка. Тривалість інкубаційного періоду залежить від розмірів яйця та птаха, від типу гнізда та інтенсивності насиджування. Дрібні горобцеподібні насиджують 11-14 діб, ворона — 17, ворон — 19-21, кряква — 26, лебеді — 35-40 діб. Найтриваліше насиджування — біля двох місяців — у великих пінгвінів, альбатросів, грифів. Після вилуплювання пташенят дорослі птахи їх вигодовують, чистять гніздо від шкаралупи, посліду. Часто за небезпеки дорослий птах подає сигнали тривоги і пташенята завмирають та причаюються до тих пір, поки не буде іншого сигналу, який повідомить, що загроза вже минула. У деяких видів за небезпеки самка намагається показати, що вона поранена чи не може літати, тобто б'є крилами по землі, повзе, і таким чином відводить ворога від того місця, де знаходяться пташенята, відвівши ворога на небезпечну відстань, птах раптом злітає, а згодом повертається до своїх пташенят і скликає їх.

Не насиджують кладки лише сміттєві кури, зозулі (50 видів), африканські ткачики (10 видів), південноамериканські качки (1 вид). Необхідне для розвитку зародків сміттєвих кур тепло утворюється під час гниття рослинного сміття гнізда (діаметром до 3 м). Дорослі птахи лише контролюють температуру всередині гнізда, занурюючи туди свій дзьоб. Якщо у гнізді непомірно висока температура, птахи відкидають зверху частину ґрунту, а якщо температура недостатня, навпаки, на гніздо нагрібають додаткову суміш ґрунту із залишками рослин. А зозулі та інші, перераховані вище, підкидають свої яйця до чужих гнізд (*гніздовий паразитизм*), але щоб хазяїн гнізда не впізнав підкидька, яйця мають схожість забарвлення та розміру з «хазяйськими». Зозулєня, як правило, вилуплюється першим і виштовхує з гнізда своєю спиною яйця птахів-хазяїв. Цим зозулєня забезпечує собі повноцінне харчування (дуже ненажерливе) до виліту з гнізда (протягом 20 днів). Зазвичай, зозулєня переважає за розмірами своїх «батьків».

Річний цикл життя птахів за умов сезонного клімату поділяється на такі періоди:

- *підготовка до розмноження*: початок розвитку статевих залоз під впливом збільшення тривалості дня; переміщення до місць розмноження з місця зимівлі (весняний переліт), завершення передшлюбного линіння;
- *період розмноження*: займання гніздових територій, формування пар, дозрівання статевих клітин, спарювання, влаштування гнізд, відкладка яєць, їхнє насиджування, вигодовування пташенят до їхнього самотійного життя;
- *післягніздове линіння*;
- *період підготовки до зими*: інтенсивне харчування, посилене накопичення жиру; в деяких видів — осінній переліт;
- *зимівля*: птахи кожного виду знаходять місця, які забезпечують їх їжею та захисними умовами; птахам не властиве зниження активності та впадання в анабіоз (проте американські козодой впадають у справж-

ню сплячку протягом 2-2,5 місяців: температура тіла знижується до 18-19°C, знижується пульс, частота дихальних рухів; нічне оціпеніння характерне для колібрі).

Усіх птахів залежно від їхнього реагування на зміни пір року поділяють на три основні групи:

1) *осілі* — птахи, які весь рік перебувають в одній і тій самій місцевості (горобці, куріпки, тетеруки, сороки);

2) *кочові* — птахи, які після сезону розмноження здійснюють мандрівки на сотні кілометрів у пошуках корму, але не відлітають далеко від місць свого гніздування (дятли, сойки, синиці);

3) *перелітні* — птахи, які після сезону розмноження відлітають зі своїх гнізд на зимівлю і повертаються до них для гніздування наступною весною (білий лелека, сірий журавель, сільська ластівка, зозуля, деркачі, солов'ї, стрижі, кулики, шпаки).

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.

Куруподібні — 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

Значення птахів у природі

Птахи є обов'язковим компонентом будь-якого біогеоценозу. Птахи — регулятори чисельності багатьох безхребетних (черв'їв, комах, павукоподібних) та дрібних хребетних.

Яйця птахів входять до ланцюгів живлення багатьох звірів, деяких плазунів.

Деякі з птахів — запилювачі рослин, поширюють плоди та насіння.

Значення птахів у житті людини

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).

Питання для самоперевірки

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.

Цікаво знати, що

➤ За однією з версій, малий герб України — тризуб є стилізованим зображенням сокола сапсана під час нападу на здобич. Київські князі намагалися відобразити в цьому гербі силу, швидкість, сміливість.

➤ Дрібні горобцеподібні за добу перелітають на 50-100 км, качки — на 100-500 км. Американські славки, мігруючи над океаном, здатні пролетіти без зупинки 3-4 тис. км за 60-70 годин безперервного польоту.

➤ Предками свійських курей були дикі банківські кури. Вони були одомашнені в Індії близько 4 500 років тому. Внаслідок тривалої селекційної роботи людина вивела багато порід курей.

➤ Свійська качка походить від дикої качки-крижня, предком порід свійських гусей була сіра гуска, а свійського голуба — сизий голуб.

➤ **Багато жертв морських катастроф гинули від спраги — адже людина не може пити солону морську воду. Однак буревісникиподібні п'ють її без шкоди для себе. Як їм це вдається?** Надлишок солей у них виводиться спеціальними залозами крізь носові отвори, від яких відходять тоненькі трубочки.

➤ **Деякі птахи під час перельоту летять клином.** Найсильніший птах летить попереду, його тіло розсікає повітря. Інші птахи летять так, щоб зберегти гострий кут клина. Це відбувається інстинктивно, тому що таке розташування відповідає мінімальній силі опору.

Зі світу науки

➤ Раніше вважалося, що арктичні птахи пірнають за здобиччю на глибину до 10 м. Та ось румунські вчені зі свого батискафа побачили гагару, яка пірнула за рибиною. А батискаф тоді був, думаєте, на якій глибині? 80 м! Це було під час холодів, коли риба спускається глибше — туди, де тепліше. А за нею й гагари пірнають. Проте всі рекорди побити королівські пінгвіни. Вони поринають за їжею часом на глибину до 200 м.

➤ Експериментальні дослідження свідчать, що перелітні птахи здатні до астронавігації: до вибору правильного напрямку перельоту за положенням сонця, місяця та зірок. При похмурій погоді або при зміні картини зіркового неба під час дослідів у планетарії здатність птахів до орієнтування значно погіршувалась.

➤ Експерименти довели, що відчуття часу в птахів має точність 10-15 хвилин.

Еволюційний процес

➤ Еволюція птахів почалася, згідно із традиційними поглядами, у Юрському періоді. За цією версією, самими прадавніми з відомих видів птахів вважається археоптерикс (*Archaeopteryx lithographica*). Птахи в цьому випадку розглядаються як спеціалізовані представники теропод, близько до інших оперених динозаврів із групи манірапторів.

Разом з тим, ряд авторів дотримуються альтернативної версії, згідно з якою першою достовірною знахідкою птахів є досить спірний викопний протоавіс із пізнього тріасу. Згідно із цією версією, і птахи, і тероподи виникли від однієї більш ранньої групи архозаврів.

У наш час висунуто кілька різних гіпотез походження та еволюції птахів, але загальноприйнятої філогенії немає.

Для допитливих

➤ **Деякі мрійники минулого робили собі крила на зразок пташиних, але не могли піднятися на них у повітря. Як можна пояснити з точки зору фізики пристосування птахів до польоту?** Тулуб птахів обтічної форми, що зменшує тертя. Повітряні мішки, заповнюючи проміжки між внутрішніми органами, також зменшують тертя між ними під час польоту та полегають тіло птаха. Для рухів крил необхідна

жорстка опора, тому більшість кісток тулуба зрослись між собою. Зменшенню маси тіла сприяють: відсутність зубів на щелепах, легкість кісток скелету, більшість з яких мають порожнини, заповнені повітрям (пневматичні кістки), швидке перетравлення їжі та виведення з організму екскрементів, відсутність сечового міхура.

Із фізики відомо, що на всі предмети тисне повітря, яке їх оточує. Якщо тиск на верхню поверхню тіла менший, ніж на нижню, виникає піднімальна сила. Крила птахів (і літаків) утворюють таку різницю тисків. Пташине крило складається з двох частин, дещо різних за своїми функціями. Ближча до тулуба частина створює піднімальну силу, яка утримує птаха у повітрі. Віддалена від тулуба частина забезпечує просування птаха вперед. Важливу роль при цьому відіграють розташовані на кінцях крил першорядні махові пера. Вони закріплені у крилі не жорстко, а скріплені гнучкою перетинкою і рухаються досить вільно. Повернена вперед частина кожного з цих пер вужче задньої. При опусканні крила опір повітря скручує першорядні махові пера. Внаслідок цього вони на якусь мить повертаються під гострим кутом до решти крила та до прямої польоту. Нахилене перо відштовхує повітря назад і вниз, завдяки чому птах летить вперед.

Піднімальна сила крил літака змінюється закрилками. У птахів у місці з'єднання двох частин крила знаходиться крильце. Як і закрилки літака, крильця птахів змінюють піднімальну силу крил при зльоті та приземленні.

Хвостові пера птахів утворюють додаткову площину, що спирається на повітря в польоті та допомагає гальмувати під час приземлення.

Цікаве про походження назв птахів

➤ **Дрофа.** Вчені вважають, що в слов'янській мові існувало слово «дропі», яке означало «драпати» («тікати»). Адже дрофа належить до птахів, які гарно бігають, але не так гарно літають, бо дрофа — найкрупніший серед літаючих птахів (маса — 16 кг).

➤ **Дятел.** Назва цього птаха пішла від тієї самої основи, що й «довбати»: давня назва птаха — «делбтел» — «видовбувач дупел».

➤ **Журавель.** Назва цього птаха пішла від давньоіндійського «járate» — «співає», «кричить», тобто назва птаха спочатку означала «крикун», «курлика».

➤ **Індик.** Ця порода куроподібних була вивезена з Америки, але ж відомо, що Америку спочатку приймали за Індію. Коли славетний мореплавець Христофор Колумб у пошуках Індії приплив до островів між Північною і Південною Америкою, він вирішив, що досяг-таки берегів Індії. Тому жителів Америки називали «індійці». Привезеного звідти птаха було названо індіком (від латинського *індікус* — «індійський»). Отже, ці птахи — «індійські кури», чи «індички». Самець цих птахів — «індик», хоч за назвою він «індієць», за походженням — американець.

➤ **Кіра (кур і курка).** З цих трьох слів найдавніше — «кур» («півень»); це слово на багатьох слов'янських мовах означало «крикун»,

«співак». Потім з'явилася назва «кура». Відносно нова назва самки цієї породи птахів — «курка».

➤ **Куріпка.** Помітна спорідненість цього слова з «курою». Так воно і є: ця назва пішла від «кур» — «півень» і давно зниклого слов'янського слова «пта» — «птах» (звідси всім відоме «пашка»). Ці два слова, об'єднавшись, означають «куроподібний птах».

➤ **Ластівка.** Литовською мовою «lakstiti» означає «літати». Слов'янське «ласта» означало «літаюча».

➤ **Лебідь.** Горде ім'я цього прекрасного птаха близьке до індоєвропейського «альб», «ельб», що означає «білий». Його можна порівняти з латинським «альбус» — «білий» або з назвою річки Ельби (річка в Німеччині), яка теж означає «Біла». Виходить, що назву свого часу одержували птахи лише білого кольору, інших тодішні люди не знали. Тому, коли ми зараз кажемо «чорний лебідь», то це те саме, якби ми сказали «чорний білий». Наші предки були знайомі лише з білими птахами, які й нині живуть у Європі, а також в Азії та Америці. Чорні лебеді походять з Австралії і в нас трапляються дуже рідко.

➤ **Павич.** Тут треба згадати невеличку етимологічну казочку. Жило-було латинське слово «papilio» («папіліо»), жило і означало воно «намет», чи «шатро». У нього з'явилося двоє нащадків — французів: «pavillon» («павійон») — «бесідка», «кіоск», «шатро» і «papillon» («папійон») — «метелик». Як виникло перше слово, цілком зрозуміло: між «наметом» і «кіоском» різниця невелика. А друге слово, вірогідно, вигадала людина з багатою уявою, яка знайшла щось спільне між барвистим метеликом і кольоровим наметом-квіткою. З другим словом нічого дивовижного не сталося, а ось із першим трапилася цікава пригода. Воно потрапило в німецьку мову як назва гарного строкатого птаха, який розпускав свій хвіст, як розкішне шатро — «павійон». Німцям це слово «павійон» почулося як «павенхен» чи «павенхун» — «павича курка». Коли це слово дійшло до нас, ми сприйняли його як «павич» (і як «пав» для птаха-самки), зовсім не підозрюючи про його зв'язок з наметом, кіоском, шатром і метеликом.

➤ **Страус.** Уявіть собі поряд горобця і страуса. Ви скажете, що уявити важко, адже страус справжній велетень (майже три метри заввишки, а вага — до 90 кг) порівняно з горобцем. А проте горобець може гордо заявити, що він — теж страус! Грецьке слово **струтос**, від якого походить слово **страус**, означало «птах», а інколи просто «горобець». Греки страуса називали **струтос мегас** — «великий горобець». Була у греків ще одна назва для страуса — **струто-камелос**, тобто «птах-верблюд» або «горобець-верблюд». І справді: страус схожий на птаха, але не літає, а бігає. Він великий і неповороткий, у нього негарна голова Чим не верблюд? Але у нього на хвості є кілька чудових пір'їн — довгих, білих, пухнастих. Про них, мабуть, усі знають. А от що решта пір'я у нього сіра, непоказна, — про це ніхто не згадує. Це пір'я непомітне серед вигорілої трави — і часто рятує страуса, дає йому можливість сховатися.

Рекомендована література

1. Бацылев Е.Г., Благосклонов К.Н. Зоология. — М.: «Высш. школа», 1977. — 232 с.
2. Ковальчук Г.В. Зоологія з основами екології. — К.: Вища школа, 1988. — 239 с.
3. Ковтун М.Ф., Микитюк О.М., Харченко Л.П. Порівняльна анатомія хребетних: Навчальний посібник. — Харків: «ОВС», 2003. — Ч. 1 — 2.
4. Наумов Н.П., Карташов Н.Н. Зоология позвоночных. — М.: «Высш. школа», 1979. — Ч.1-2.
5. Неведомська Є.О., Маруненко І.М., Бобрицька В.І. Зоологія: Навчально-методичний посібник. — Полтава: ТОВ «Поліграфічний центр «Скайтек», 2006. — 112 с.
6. Полуда А. М. Особенности пролета половозрелых групп некоторых видов птиц, мигрирующих через север Украины. — Киев, 1990. — 38 с.

Лекція 18

КЛАС ССАВЦІ, або ЗВІРІ (Mammalia)

План

1. Загальна характеристика Класу Ссавці, або Звірі (Mammalia).
2. Класифікація класу Ссавці.
3. Значення ссавців у природі та житті людини.

Основні поняття: теріологія (мамаліологія, мамалогія), епідерміс, мозолі, ростковий (мальпігіїв) шар, коріум, сальні залози, потові залози, молочні залози, волосяний покрив, ость, підшерстя, вібриси, голки, кігті, копита, роги, линяння, живонародження, гомойотермність, платицельні хребці, кісткове піднебіння, діафрагма, міоглобін, губи, м'язовий язик, передротова порожнина, альвеолярні зуби, різці, ікла, малі кутні зуби, великі кутні зуби, гетеродонтність, корінь, шийка, коронка, емаль, молочні зуби, постійні зуби.

1. Загальна характеристика Клас 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.

Гіганти серед ссавців:

- *наземних* — жираф (заввишки до 4,5 м); африканський слон (заввишки 3,5 м, маса 4-5 т);
- *водяних* — синій кит (довжина до 33 м, маса понад 150 т).

Карлики серед ссавців: білозубка карликова (довжина — 3,8-4,5 см, маса 1,2-1,7 г).

Прогресивні ознаки ссавців:

1. Теплокровні (гомойотермні) тварини з добре розвинуеною здатністю до теплорегуляції.
2. Поява покриву тіла: шерсті чи волосся, що дозволяє зберігати тепло. Наявність у шкірі сальних і потових залоз.
3. Виникнення 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. Виникнення 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 багатикамерний), подовження сліпої кишки.

11. Поява в органі слуху зовнішнього вуха (вушної раковини), а в середньому вусі є три слухові кісточки (молоточок, коваделко, стремінце).

Особливості організації ссавців (табл. 13):

Форма тіла ссавців різноманітна за розмірами і зовнішнім виглядом.

Таблиця 13

ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЇ ССАВЦІВ ЯК ВИСОКООРГАНІЗОВАНИХ ХРЕБЕТНИХ

Особливості біології ссавців	Значення
1. Високий рівень організації нервової системи: ✓ збільшення об'єму головного мозку; ✓ значний розвиток сірої речовини півкуль	<ul style="list-style-type: none"> • складні форми нервової діяльності; • здатність швидко, точно орієнтуватися в просторі; • здатність відповідно реагувати на зовнішні подразники; • сприяє кращому пристосуванню до умов довкілля, що змінюються
2. Чотирикамерне серце та два кола кровообігу	<ul style="list-style-type: none"> • стала, висока температура тіла (тепловитність), що забезпечує незалежність від температури довкілля
3. Досконалі дихальні шляхи та альвеолярні легені	
4. Досконалість будови органів дихання та кровоносної системи	<ul style="list-style-type: none"> • високий рівень обміну речовин
5. Волосяний покрив, потові залози, кровоносні судини шкіри, у водяних — міцний жировий шар	<ul style="list-style-type: none"> • терморегулюючі пристосування до довкілля; • дають змогу активного існування в різноманітних кліматичних умовах
6. Живонародження та вигодовування малят материнським молоком	<ul style="list-style-type: none"> • можливість розмноження у найрізноманітніших умовах; високий рівень виживання малят

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 не виражена), а кінцівки перетворені на ласті. 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:

а) *епідерміс* (рис. 77) — багатшаровий; 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.

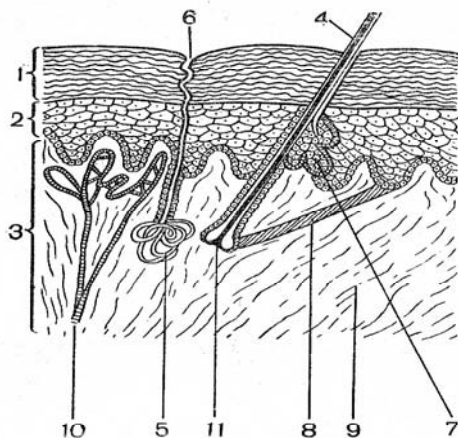


Рис. 77. Будова шкіри ссавців (за Наумовим, Карташовим, 1979):

- 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* (підосви лап, сідничні мозолі мавп, мозолі на колінах верблюдів). В основі епідермісу розташований *ростковий*, 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 ластиногих; 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 підосвах) 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* (ехидни, 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). У білки, наприклад, на 1 см² шкіри влітку

знаходиться біля 4 200 волосся (ость довжиною 17,4 мм, а підшерстя довжиною 9,4 мм), а взимку — 8 100 (ость довжиною 25,9 мм, а підшерстя довжиною 16,8 мм). Тому теплоізоляційна якість зимового волоссяного покриву порівняно з літнім різко підвищується. Лише в деяких ссавців (китоподібні, слони, носороги, бегемоти) волоссяного 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* (рис. 78) — похідними епідермісу.

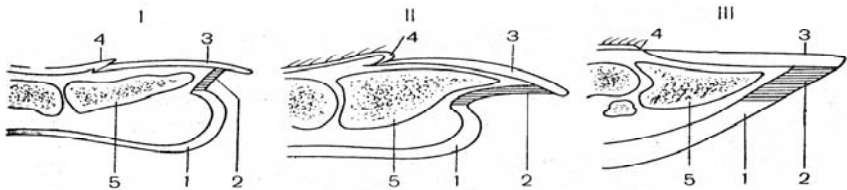


Рис. 78. Кінцеві фаланги пальців ссавців (за Наумовим, Карташовим, 1979):

I — ніготь; II — кіготь; III — копито:

1 — подушечка пальця; 2 — підшовна пластинка;

3 — кігтьова пластинка; 4 — нігтьовий валик; 5 — кінцева фаланга.

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* (рис. 78), які прикривають кінці пальців лише зверху; знизу розвинена м'яка подушечка, що підвищує дотикові відчуття пальців.

Ускладнення кігтів призвело до утворення *копит* (рис. 78) — 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; лише у ламантина та лінівця (*Choloepus hoffmani*) їх 6, а в лінівця (*Bradypus*) — 8-10; перший хребець — атлас (атлант), другий — епістрофей мають таку саму будову та функції, як і в рептилій; найдовші шийні хребці в жирафа, найкоротші у китоподібних;

2) *грудного* — 12-15 хребців; до грудних хребців приєднуються *ребра*, частина яких з'єднана з плоскою *грудиною*, утворюючи *грудну клітину*; останні 2-5 грудних хребців несуть «несправжні ребра», які не доходять до грудини; у кажанів і риучих видів з міцними передніми кінцівками (у крота) на грудині є невеликий виріст — *кіль*, до якого прикріплюються великі та малі грудні м'язи, що приводять до руху крила кажанів або передні кінцівки крота;

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* (стегнова 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 більш-менш 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. Виникнення 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. У м'язах кашалота міоглобіну в 8-9 разів більше, ніж у наземних ссавців. *Як регулює глибину свого занурення кашалот?* У голові кашалота, яка сягає третини загальної довжини тіла, розташована порожнина, заповнена воскоподібною речовиною — спермацетом. Завдяки спермацету кашалот здатен регулювати свою плавучість. Збираючись пірнати, він посилює кровообіг навколо цієї порожнини, спермацет плавиться, його густина збільшується. Кашалот стає важчим за воду і легко пірнає на глибину до 1-2 км. Коли кашалот хоче зринути на поверхню, він набирає в носові проходи воду, охолоджує спермацет, зменшуючи його густину, стає легшим за воду і спливає.

Переміщення кінцівок під тіло забезпечило збільшення кроку та ефективність роботи м'язів ссавців. Швидкість переміщення у різних видів ссавців:

- землерийки — 4-7 км/год;
- морські котики — до 27 км/год;
- кажани — 25-30 км/год;
- слони, кролі — до 40 км/год;
- антилопи, леви — до 80 км/год;
- гепарди — до 105-115 км/год.

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 плескасту 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*.

Різці *гризунів* та *зайцеподібних* ростуть впродовж усього життя і постійно заточуються, залишаючись незмінними за розмірами та завжди гострими. У зайців усього 28 зубів. У *слонів* зберігається лише пара різців на верхній щелепі (бивні) та по парі великих кутніх зубів на кожній щелепі; загальна кількість зубів — 6. У *сумчастого опосума* усього 50 зубів, у *кабана* — 44, *вовка* — 42, *кішки* — 30, *миші* — 16. *Вусаті кити* зовсім позбавлені зубів. Живляться вони планктоном, відловлюючи свою здобич за допомогою язика та особливих *вусів* — рогових пластин (від 160 до 500), основи яких знаходяться в тканинах ясен верхньої щелепи, а краї з «бахромою» — у ротовій порожнині.

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 сичугі, в його кислому середовищі. Складний шлунок китоподібних, зуби яких не можуть подрібнювати їжу, забезпечує його механічну обробку під час перистальтичних рухів стінок. Шлунковий сік китоподібних відзначається надзвичайною активністю та розкладає (гідролізує) навіть такі стійкі речовини, як хітин, який іншими тваринами не перетравлюється.

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: у кажанів кишечник довший за тіло в 1,5-4 рази, у комаходних (їжак, білозубка, землерийка, кріт) — у 2,5-4,5 рази, у вовка — у 6,5 разів, у гризунів (білка, бобер) — у 5-12 разів, у коня — в 12 разів, у вівці — у 29 разів.

Чим дрібніші тварини, тим більше і частіше вони потребують їжі. Наприклад, білозубка карликова (маса 1,2-1,7 г) з'їдає за добу їжі в 2-4 рази більше своєї маси тіла. Без їжі вона не може прожити більше 5-8 годин.

До *видільної системи* ссавців входять тазові *нирки* бобоподібної форми, *сечопроводи*, *сечовий міхур* і *сечовипускальний канал*. Найменшою структурною і функціональною одиницею нирки є *нефрон*. Він складається з ниркового клубочка та капсули Шумлянського-Боумена. Від неї відходить нирковий каналець, який поділяється на чотири відділи: проксимальний звивистий, петлю Генле, дистальний звивистий і збірну трубочку. Отвори збірних трубочок відкриваються в ниркові миски, від яких починаються сечопроводи. 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.

Пустельні ссавці здатні поїдати майже сухий корм і практично не пити протягом усього життя, задовольняючи свої потреби лише за рахунок *метаболічної води*, яка утворюється внаслідок біохімічних реакцій в організмі.

Верблюди у сприятливий період накопичують в горбах жир, який витрачається в засушливий період — при цьому утворюється певна кількість метаболічної води. Крім того, під час відпочинку та сну вони знижують свою температуру тіла, що також суттєво скорочує витрати води.

Дихальна система ссавців складається з:

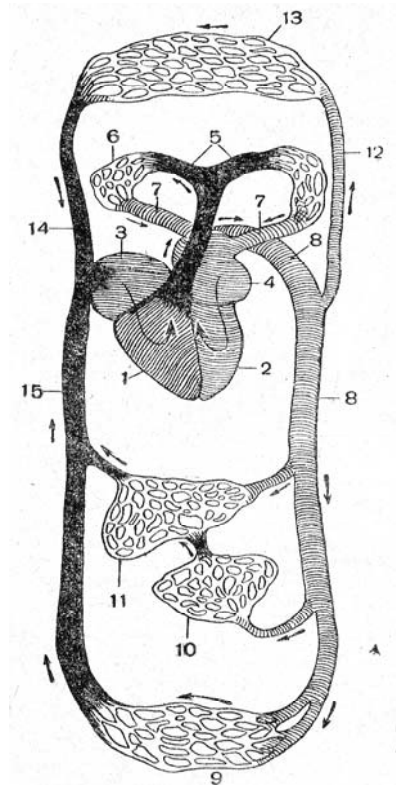
- *дихальних шляхів*: парних ніздрів; носової порожнини (функція — вловлювання часток пилу під час вдиху повітря — слизовий епітелій виділяє слиз, який знешкоджує повітря; повітря за рахунок кровоносних капілярів зігрівається або охолоджується (в пустелі)); гортані (її передні та бічні стінки утворюють щитоподібний хрящ; до переднього краю щитоподібного хряща примикає тонкий надгортанник, який закриває вхід у гортань під час проходження їжі через глотку; є голосові зв'язки); трахеї (стінки складаються з хрящових кілець або напівкілець, які підтримують постійний просвіт для проходження повітря); двох бронхів (стінки складаються з хрящових кілець; розгалужуються на дрібні трубочки, утворюючи бронхіальне дерево; найдрібніші трубочки — бронхіоли — закінчуються дрібними міхурцями — альвеолами);

- **альвеолярних легень** (пухирці-альвеоли розміром 25-400 мкм, у стінках яких галузяться багаточисельні капіляри; така структура збільшує дихальну поверхню в 50-100 разів порівняно з поверхнею тіла; відносний розмір дихальної поверхні більший у тих ссавців, що ведуть більш активний спосіб життя: у хижих — 28 см^2 на 1 г маси тіла, у лінивця — $6,2 \text{ см}^2$ на 1 г маси тіла. 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. 79).



- 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.

Рис. 79. Схема кровообігу ссавців (за Наумовим, Карташовим, 1979):

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 крупних 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 водяних 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 рефлексії). Відносні розміри головного мозку збільшуються при зменшенні розмірів тіла та збільшенні активності тварини. Наприклад, у крупних (відносно) комахоїдних (їжак) маса головного мозку складає біля 0,6% маси тіла, а в дрібних (білозубка, землерийка) — до 1,2%, у крупних китоподібних (вусаті кити: синій кит, гренландський кит) — біля 0,3%, а в дрібних (зубаті кити: дельфіни, касатки) — до 1,7%. Маса мозку приматів складає 0,6-1,9% від маси тіла, в людини — біля 3%. У всіх ссавців маса переднього мозку переважає масу інших відділів головного мозку: в різних групах вона складає 52-72% загальної маси головного мозку; у приматів цей показник зростає до 76-80%, у людини — до 86%. Співвідношення мас головного та спинного мозку максимальне в людини (45 : 1), високе у приматів і китоподібних (10-15 : 1), нижче у хижих, комахоїдних (3-5 : 1) і копитних (2,5 : 1).

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 оболон-

кою (*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 кришталіками, 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 кришталіка). *Кришталік* 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 *палички* (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, бурузубка), гризунів (білка, бобер, миші, пацюки), хижих (вовчі) і копитних тварин; їх називають *макросматиками*. Більшість приматів (мавпи) та ряд інших ссавців мають менш тонкий нюх, тому їх називають *мікросматиками*.

Орган слуху (рис. 81) ссавців складається з трьох відділів: *зовнішнього* (вухна раковина та зовнішній слуховий прохід, який закінчується барабанною перетинкою), *середнього* (з трьома слуховими кісточками: молоточок, коваделко, стремінце; за допомогою євстахієвої труби з'єднується з задньою частиною ротової порожнини, що забезпечує вирівнювання тиску повітря з обох боків барабанної перетинки) і *внутрішнього вуха* (завитки, яка містить кортієв орган; функція кортієвого органа полягає у первинному аналізі та кодуванні звукових сигналів, які передаються в слуховий центр головного мозку).

Звуковий діапазон ссавців ширший порівняно з птахами, вони використовують як *ультразвукові* (понад 20 кГц), так і низькі частоти. Наприклад, собаки та кажани відчують ультразвук. Цю властивість використовують під час дресирування собак, а кажанам вона дає змогу орієнтуватися в просторі. Кажани для ехолокації, крім ультразвуку (40–80 кГц), використовують й низькочастотні звуки до 12 Гц (*інфразвуки*). Широкий звуковий діапазон у зубатих китів (дельфіни, кашалоти, касатки): від декількох герц до 200 кГц. Вусагі кити (синій кит, гренландський кит, горбатий кит) видають звуки частотою 1–2 кГц великої сили і тривалості.

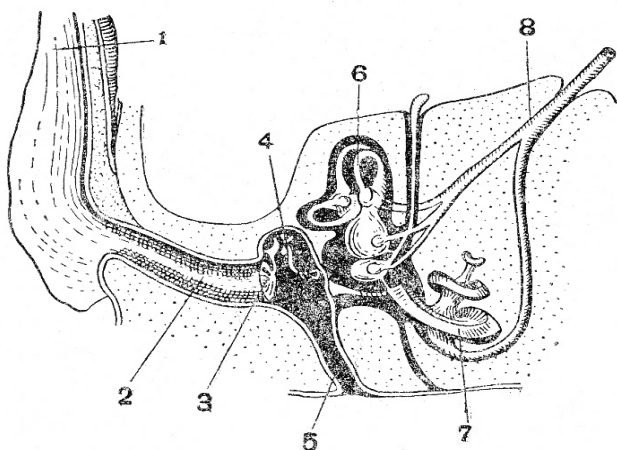


Рис. 81. Схема будови вуха ссавців (за Наумовим, Карташовим, 1979):

- 1 — вушна раковина;
- 2 — зовнішній слуховий прохід;
- 3 — барабанна перетинка;
- 4 — слухові кісточки у порожнині середнього вуха;
- 5 — евстахієва труба;
- 6 — вестибулярний апарат;
- 7 — завитка; 8 — слуховий нерв.

Орган рівноваги (вестибулярний апарат) включає три напівкругні канали і овальний мішечок, поєднані з внутрішнім вухом (рис. 81, 6).

Органи смаку ссавців знаходяться в ротовій порожнині на язичі. Значно розвинені вони у травоядних 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. *Запліднення* — *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 (ехідна); 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. 80);

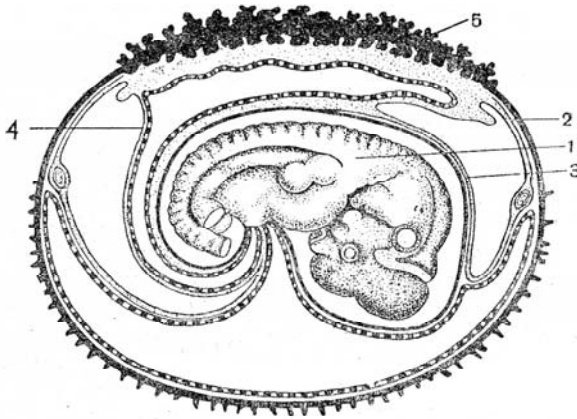


Рис. 80. Зародок кроля з оболонками (на дванадцятий день)
(за Наумовим, Карташовим, 1979):

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 ведмеда 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 речовини: білки, жири, вуглеводи, вітаміни і солі (швидкість розвитку тим вища, чим більше в молоці білків і жирів).

Статеве дозрівання настає раніше у дрібних ссавців: полівки — у віці 1,5-2 місяці, миші — 2-3 місяці, ондатри — 5 місяців, зайця біля року. Крупніші ссавці починають розмножуватися пізніше: вовки, куниці, лисиці, соболі — на другому році життя, тигри, ведмеді, тюлені, китоподібні — на 3-4-му році, олені — на 2-4-му році, носороги, слони — у 10-15 років, мавпи — 10-12 років.

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 маляти 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 волоссяним 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 (їжаки, кажани) сплячка безперервна.

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 інфраклasi 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 — напівводняні (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 (підконоси, 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 ве-

ликий палець передньої кінцівки, пальох, 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). У середньому, кажан щодня потребує їжі в кількості, що становить половину його власної ваги. 4000 комарів складають необхідних 9 грамів їжі для нічниць водяної — виду середніх розмірів.

5. Волосяний покрив переважно темного кольору, м'який, короткий, викриває 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 відбитих 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, поодинокі 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. Щоб досягти економної витрати енергії протягом зимового періоду, кажани володіють надзвичайною особливістю: вони здатні знижувати температуру свого тіла до 10 і навіть до 0 градусів (залежно від температури сховища, в якому зимують). В охолодженому стані інтенсивність усіх життєвих функцій організму знижена до мінімуму. Якщо серце активного кажана робить понад 400 ударів на хвилину, то під час сплячки частота серцевих ско-

рочень ледь перевищує 10 за цей же проміжок часу. При цьому організм кажана використовує настільки малу кількість кисню, що кількість вихідів зменшується до 5-6 на хвилину.

11. 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.

12. 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.

13. Живуть до 20 років.

Значення представників ряду Рукокрилі:

- винищують шкідливих нічних комах (недоступних для птахів);
- завдають шкоди садівництву (крилани, оскільки живляться плодами) і тваринництву (вампіри, 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, дикобраз, бобр, сося, сліпак, миші (хатня, лісова), пацюки (сірий, чорний), хом'як, полівка, лемінг, ондатра, нутрія. Більшість ведуть напівпідземний спосіб життя, живляться на поверхні; є деревні і напівводні форми.

Загальна характеристика ряду Гризуни:

1. Волос'яний покрив від густого і м'якого до рідкого, щетинистого або голкоподібного (дикобраз); 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 Гризунів:

- ріюча 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 (до Австралії хижі були завезені в період її колонізації). Основні 7 родин:

1. *Котячі* — тигр, лев, пантера, леопард; в Україні — кіт лісовий, кіт свійський, рись;
2. *Вовчі* — вовк, собака, песець, шакал, лисиця, снотовидний собака; в Україні — 4 види;
3. *Ведмедеві* — білий, бурий, чорний (гімалайський) ведмеді; в Україні — 1 вид (бурій ведмідь);
4. *Куницеві* — 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 (рис. 82):

✓ 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).

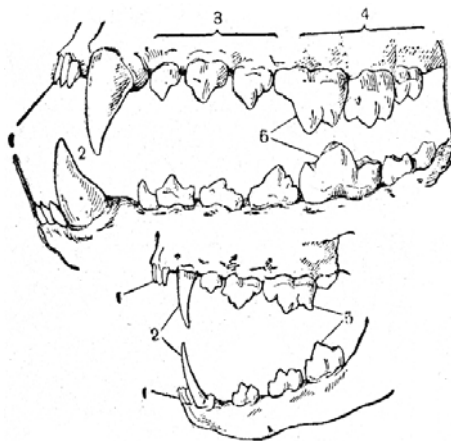


Рис. 82. Зуби собаки (зверху) і кішки (знизу) (за Наумовим, Карташовим, 1979):

1 — різці; 2 — ікла; 3 — малі кутні; 4 — кутні; 5 — хижі зуби.

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 перетворені на ласти, задні редуковані. Немає волосяного покриву, 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 протистоїть 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 долі (керують м'язовою діяльністю і голосовим апаратом).

7. Особливо розвинений зір (стереоскопічний, кольоровий), очі спрямовані уперед (а не в боки, як у інших хребетних; біноккулярний 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.

Значення представників ряду Примати:

- Використовують як лабораторних тварин у біологічних та медичних експериментах;

- шимпанзе — модель для вивчення особливостей свідомості в антропоїдних предків людини (має схожість з викопними дріопітеками).

3. Значення ссавців у природі та житті людини

Значення ссавців у природі

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.

Значення ссавців у житті людини

Велике значення ссавців мають як джерело їжі, сировина для різних галузей, транспортний засіб.

Промислові значення мають одержані від звірів м'ясо, шкіра, роги, кістки. Проте серед ссавців є й шкідники сільського господарства — ховрахи, миші, в Австралії, наприклад, кролі. Пацюки та мишовидні гризуни часто переносять збудників небезпечних хвороб.

Питання для самоперевірки

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?

Цікаво знати, що

➤ **Можна з точки зору фізики пояснити наявність у ссавців кісток, копит, шерсті, щетини.** Важливою умовою переміщення є надійне зчеплення між рухливим тілом і опорою. Воно досягається загостреннями на кінцівках — кігті, гострі краї копита тощо. Значне тертя потрібне й для хапальних органів — передні кінцівки, хвіст, хобот деяких тварин. Шерсть, щетина розміщені під кутом до поверхні тіла. Завдяки цьому тертя незначне під час руху в одному напрямку і велике під час руху — в протилежному.

➤ **У крока короткі міцні лапи, а в оленя — довгі ноги.** У скелеті ссавців усі кістки, які можуть вільно рухатись, є важелями. Важільні механізми скелета розраховані на виграш у швидкості. Співвідношення довжини плеч важільного елемента скелета залежить від функції органа. Наприклад, довгі ноги оленя визначають їх здатність до швидкого бігу. Короткі лапи крока розраховані на розвиток великої сили за малої швидкості.

➤ В Індії корови вважаються священними тваринами, а слоноголовий бог Ганеша та мавпоподібний Хануман — у великій пошані. Місто Маттара на березі священної річки Джумни овіяне легендами. Вважається, що саме тут народився Крішна — аватар (перевтілення) верховного бога індійського пантеону Вішну. Мешканці Маттари дуже пишаються цим фактом. Вішнуїсти вважають священними всіх звірів, які мешкають у Маттарі, навіть мишей і пацюків. Європейці називають цей мегаполіс зоомістом чи просто звіринцем. Усі вулиці й площі заповнені «священними» биками, коровами, слонами. На дахах панують мавпи, а в повітрі шугають папуги й павичі. Вся ця живність, ніби в джунглях, користуючись привілейованим становищем, розпоряджається в місті по-хазяйськи як людськими скарбами, так і самими людьми. Мешканці, з огляду на безкарність тварин, змушені переносити їжу в закритих кошиках і споживати її винятково у закритих приміщеннях. Якщо в помешканнях відкриті вікна і двері, мавпи спокійно заходять «у гості» до жителів Маттари. У пошуках чогось смачненького вони можуть просто на очах хазяїна перевернути весь дім. Згідно з правилами, власник оселі має терпляче чекати, поки хвостатим набридне бавитися і вони самі залишать будинок. Найгірше доводиться вуличним торговцям. Вони змушені з великою обережністю демонструвати свій товар, пильно стежачи, щоб якийсь волохатий «поціновувач» його не вихопив. Атаки мавп на лотки з їжею — звичне явище. Примати просто відкрито вимагають данину з кожного візка, що їде містом. Ці тварини настільки звикли до людей, що навіть іноземці не викликають у них остраху. Вони чекають від них звичної подачки. Якщо горе-турист чинить спротив, мавпи можуть розкидати весь його багаж, та ще й волосся насмикати. Цікаво, що жоден мешканець Маттари не допоможе іноземцю й не спробує відігнати мавп. Слони ж поводяться з надзвичайною гідністю. Вони самі нічого не беруть, а терпляче стоять біля лотка з їжею, чекаючи, коли їх погодують.

➤ **Домашня кішка** — особа таємнича. Вона схожа на хижих звірів, а водночас маленька і ручна, вона незвично поводить себе — не спить, гуляє вночі, в неї світяться очі в темряві, вона «співає» місячними ночами, начебто розмовляючи з місяцем... Усе це було дивним, незвичним, загадковим. Мабуть, тому й богиню місячного саява Бібасту єгиптяни зображували як жінку з котячою головою. А все тому, що і місяць, і його саяво, поява і зникнення на нічному небі — все було дивним, моторошним. Єгиптяни тримали кішок у своїх храмах, годували їх, уважно спостерігали за їхньою поведінкою, а потім намагались якось пояснити цю поведінку як своєрідне пророкування людської долі. Мертвого kota бальзамували так само, як і мертвого фараона, і ховали в усипальниці фараонів.

➤ Алергію на кішок викликає білок, що міститься в котячій шкірі та слині і залишається на шерсті, коли тварина вилизується. Якщо його вдихне астматик, білок може викликати алергічну реакцію за декілька хвилин. Учені з компанії Allerga, що знаходиться в Сан-Дієго, проаналізували гени британських і американських короткошерстих кішок, щоб з'ясувати, які з них відповідають протеїнам, що не викликають реакцію у людей. Проводячи селекцію кішок впродовж декількох поколінь, вони отримали понад 20 кошенят, які не викликають алергію. Вперше люди з алергією зможуть завести kota і не страждати від цього. Але коштує таке кошеня 14 тисяч доларів.

Зі світу науки

➤ Учені в Америці вивчали, що впливає на корів добре, а що погано. Словом, від чого вони краще ростуть і дають більше молока. Спробували включати їм музику — різну. Подіяла музика: зменшувалися надії і помітно від рок-музики, а збільшувалися майже на 10% — від класичної музики композитора Баха. Але чому? У корови, коли музика повільна, плавна, м'язи розслаблюються, молока корова віддає більше. А коли музика швидка, ритм прискорений, м'язи скорочуються, молоко доїться гірше.

Еволюційний процес

➤ Предками ссавців, безсумнівно, були прадавні палеозойські рептилії?, що ще не втратили деяких рис будови амфібій: шкірні залози, розташування з'єднань у кінцівках (між гомілкою та передплесною і між передпліччям і зап'ястям). Такою предковою групою вважають підклас звіроподібних (Theromorpha). Особливо близький до ссавців один із рядів цього підкласу — ряд звірозубих (Theriodontia), у представників якого зуби були диференційовані на ті ж категорії, що й у ссавців, тобто на різці, ікла та корінні, і знаходились в альвеолах.

Цікаве про походження назв ссавців

➤ **Кенгуру.** Коли англійці вперше припливли до Австралії, то побачили незнайомих і дуже дивних тварин. Вони були великі, незграбні, з короткими передніми ногами і надто довгими задніми. Проте найдив-

нішою була в них сумка на животі, з якої виглядали цікаві оченята маляка. Новонароджені кенгурята дуже слабенькі, кволі, вони навіть не мають сили ссати. Тому мати доношує їх протягом півроку в сумці, поки вони не наберуться сили. Вкрай здивовані англійці запитали місцевих жителів, як звуться ці дивні тварини. Аборигени відповіли: «Кенгуру», тобто «Не розумію». Англійці вирішили, що так вони називають саме цю тварину. Назва закріпилася.

➤ **Іжак** від давньослав'янського слова «**єже**» — «колючка». Яку ви знаєте істоту, назва якої починається з «**єже**»? Ежевика (російською), ожина — українською. Росте ожина в ярах, побіля лісових доріг і стежок, плететься або стелеться по землі. Стебла у неї довгі, гнучкі, вкриті густими колючками, листя зі споду теж колюче. Тепер зрозуміла назва рослини.

➤ Чому **корова** зветься коровою? Складно відповісти? Тоді спробуйте назвати цю тварину, уявивши, що вона ще не має назви? (Рогата... Рогова...) Правильно! Греки так її й назвали, — «рогата». По-їхньому це було **караос**, у словнику так сказано. А потім уже слов'яни почали називати хто крава, хто крова, хто крува, а ми — корова.

➤ Як правильно — собака чи пес? Обидва слова правильні, тільки вони неоднакові: походження у них різне, і вживаються вони теж не завжди однаково. Почнемо з походження. Наші предки часів Київської Русі не знали ще слова **собака**. Вони казали **пес**. Де взялося слово **пес**? Воно могло походити від «пестрый», «пістрявий», тобто «рябий», «плямистий». Може найдавніші собаки мали пістряву, плямисту шерсть, і тому їх так назвали? Слово **пес** могло бути утворене й від давньоіндійського слова **пáсу** — «худоба» або від латинського **пéкус** — «худоба». І це ймовірно: адже з найдавніших часів собаки були сторожами отар, помічниками пастухів. А слово **собака**? Це слово з'явилося пізніше. Воно прийшло до нас зі сходу, де у персів є слово **собах**. Укоренилося це слово лише в російській, українській та білоруській мовах. У мовах інших слов'ян, далі на захід від нас, це слово вживається рідко і то з переносним осудливим значенням — «погана, зла, розбещена людина». Про те, що запозичене слово **собака** міцно увійшло в нашу мову, свідчать прислів'я і приказки. Їх є дуже багато, бо люди здавна спостерігали за собаками і добре їх вивчили. Зворушливих прикладів дружби людини з собакою назбиралося багато. Про це свідчать і пам'ятники, поставлені собакам у різних країнах і в різні часи. В одній Японії їх є декілька. Найвідоміший серед них — пам'ятник собаці на ім'я Хічіко. Після смерті свого господаря вона ще дев'ять років ходила зустрічати його на вокзал. На вокзалі вона і загинула. Повідомлення в газетах про вірність і відданість Хічіко своєму господареві зворушили японців. Вони зібрали гроші й поставили на околиці Токіо пам'ятник Хічіко. Дружбу, вірність люди завжди високо цінували.

➤ Назва кішки походить від латинського слова **каттус**, тобто «**дика кішка**». До речі, в усіх народів Європи назва кішки походить від цього слова.

➤ **Орангутанг.** Виявляється назва його — суцільне непорозуміння. А було так. Перші європейці, які припливли на острів Борнео, побачили там великих, майже таких, як люди, мавп, покритих довгим жорстким рудим хутром. Від місцевих жителів вони почули слово **орангутан** і вирішили, що так звучить саме цих мавп. Насправді жителі узбережжя острова так називали людей, які жили у глибині острова, в його лісах. На острові розмовляли малайською мовою, якої перші європейці не розуміли. Тому вони зробили ще одну помилку. У малайській мові є слово **орангутан** — «людина, що живе в дикому лісі» і **орангутанг** (в ньому ще є літера «г» у кінці). Воно означає «боржник», людина, яка позичила щось і має віддати. Саме цим словом — з літерою «г» на кінці — і називали мавп з острова Борнео. Шкода, що мавпи не з'їли і цієї таблички — з їх назвою. Ви запитаете: Якої таблички? Чому з'їли? Виявляється у Лондонському зоопарку до клітки орангутанга приладнали табличку: «Прохання до відвідувачів — не годувати». Це щоб діти не давали мавпам цукерки. А орангутанг зняв табличку і з'їв її!

Життєві поради

➤ Якщо поруч оселився кажан, він не принесе шкоди вашій оселі. Послід кажана складається виключно із решток комах і є ідеальним добривом для саду або квітника. Чорні шматочки посліду не є джерелом захворювань.

➤ Часом влітку кажани у гонитві за комахами залітають у відкриті вікна квартир. Не лякайтеся, кажан не може заподіяти вам шкоди. Не слід виганяти кажана — цим можна зашкодити тварині. Лише розчиніть вікно навстіж, щоб вона могла вільно вилетіти назовні.

Рекомендована література

1. Бацылев Е.Г., Благосклонов К.Н. Зоология. — М.: «Высш. школа», 1977. — 232 с.
2. Ковальчук Г.В. Зоология з основами екології. — К.: Вища школа, 1988. — 239 с.
3. Ковтун М.Ф., Микитюк О.М., Харченко Л.П. Порівняльна анатомія хребетних: Навчальний посібник. — Харків: «ОВС», 2003. — Ч. 1 — 2.
4. Крыжановский В. И., Емельянов И. Г. Класс млекопитающие // Топачевский В. А. (ред.). Природа Украинской ССР. Животный мир. — Киев : Наук. думка, 1985. — С. 197-234.
5. Наумов Н.П., Карташов Н.Н. Зоология позвоночных. — М.: «Высш. школа», 1979. — Ч.1-2.
6. Неведомська Є.О., Маруненко І.М., Бобрицька В.І. Зоологія: Навчально-методичний посібник. — Полтава: ТОВ «Поліграфічний центр «Скайтек», 2006. — 112 с.
7. Сокур І. Т. Ссавці фауни України та їх господарське значення. — Київ: Держучпедвид., 1960. — 211 с.

СЛОВНИК ЗООЛОГІЧНИХ ТЕРМІНІВ

А

Аероби (від грецьк. *aer* — повітря) — організми, для життєдіяльності яких потрібен вільний кисень повітря.

Аксон (від грецьк. *akson* — вісь) — видовжений відросток нейрона, по якому імпульси надходять від його тіла до інших нейронів або органів.

Акросома (від грецьк. *akron* — верхівка, *soma* — тіло) — органела сперматозоїда, розміщена на верхівці його головки.

Активний транспорт — це такий спосіб транспорту речовин через плазматичну мембрану клітини, який пов'язаний із витратами енергії, оскільки не залежить від концентрації речовин, що мають потрапити в клітину або вийти з неї.

Амітоз — прямий поділ клітини.

Анабіоз (від грецьк. *anabiosis* — повернення до життя) — стан організму, за якого життєві процеси загальмовані; пристосування організму до несприятливих умов існування.

Анаероби (від грецьк. *an* — заперечення, *aer* — повітря) — організми, життєдіяльність яких відбувається без доступу вільного кисню.

Антикодон — триплет нуклеотидів, розташований на верхівці молекули тРНК; визначає амінокислоту, яку транспортує дана молекула тРНК, і впізнає комплементарну йому ділянку з трьох нуклеотидів (кодон) молекули іРНК.

Ареал (від лат. *area* — простір, площа) — зона поширення, в межах якої природно зустрічається конкретний вид тварини.

Артеріальна кров (від грецьк. *arteria* — судина) — кров, збагачена киснем.

Артерії (від грецьк. *arteria* — судина) — кровоносні судини, що несуть кров від серця до органів та тканин організму.

Б

Багатоклітинні організми — організми, тіло яких складається з багатьох клітин, що відрізняються за будовою та функціями й здатні утворювати тканини і органи.

Базальне тільце (*corpusculum basale*) — внутрішньоклітинна структура, що знаходиться в основі війок і джгутиків та слугує для них опорою.

Батрахологія (від грецьк. *batrahos* — жаба, *logos* — слово, вчення) — розділ зоології, який вивчає земноводних.

Бентос (від грецьк. *benthos* — глибина) — сукупність організмів, які ведуть придонний спосіб життя.

Біла речовина мозку (спинного, головного) — це сукупність аксонів.

Білки, або протеїни — це високомолекулярні біополімери, мономерами яких є залишки амінокислот.

Бінарний поділ (від лат. *bi* — подвійний, два) — поділ клітини, результатом якого є утворення з однієї материнської клітини двох дочірніх. Бінарному поділу передують реплікація ДНК.

Біогеохімічний колообіг речовин — це обмін хімічними елементами і сполуками між різними компонентами біосфери внаслідок життєдіяльності різноманітних організмів, що має циклічний характер.

Біогідроценоз (від грецьк. *bios* — життя, *hydor* — вода, *koinos* — спільний, загальний) — історично складена сукупність рослин, тварин, грибів і мікроорганізмів, що населяють певну ділянку водойми з відносно однорідними умовами існування.

Біологічна система (від грецьк. *bios* — життя, *systema* — поєднання, сукупність) — біологічні об'єкти різної складності (клітини і тканини, органи, системи органів і організми, екосистеми, біосфера), які мають зазвичай декілька рівнів структурно-функціональної організації.

Біополімери (від грецьк. *bios* — життя, *poly* — багато, *meros* — частка) — це такі високомолекулярні органічні сполуки, молекули яких складаються з великої кількості однакових чи різних за хімічною будовою ланок, що повторюються.

Біосферний рівень організації живої матерії характеризується біологічним власним колообігом речовин і єдиним потоком енергії, які забезпечують функціонування біосфери як цілісної системи.

Біологічна хімія, або біохімія (від грецьк. *bios* — життя, *хімія*) — це наука, що вивчає хімічний склад живих організмів, будову, властивості та роль виявлених у них сполук, шляхи їхнього виникнення та перетворення.

Біомаса (від грецьк. *bios* — життя, від лат. *massa* — шматок) — це маса особин у перерахунку на одиницю площі або об'єму.

Біотоп (від грецьк. *bios* — життя, *topos* — місце) — відносно однорідна в екологічному відношенні ділянка суходолу чи водойми зайнята певним біоценозом (напр., тропічний ліс, прісноводна водойма тощо).

Біоценоз (від грецьк. *bios* — життя, *koinos* — спільний, загальний) — історично складена сукупність рослин, тварин, грибів і мікроорганізмів, що населяють певну ділянку суходолу або водойми з відносно однорідними умовами існування.

Біофільтратори (від грецьк. *bios* — життя, лат. *filtrum* — войлок) — водяні тварини, які живляться дрібними організмами планктону або органічними частками, відціджуючи їх із води.

Бісус (від грецьк. *byssos* — тонке прядиво) — органічна речовина у вигляді надзвичайно міцних ниток, за допомогою яких деякі тварини прикріплюються до субстрату.

Бронхи (від грец. *bronchos* — дихальне горло) — повітряпровідні шляхи наземних хребетних тварин, які відходять від трахеї.

В

Вени — кровоносні судини, що несуть кров від органів та тканин до серця.

Венозна кров — кров без кисню, збагачена вуглекислим газом.

Вид (Species) — одна з основних таксономічних категорій, що об'єднує особини, які характеризуються низкою спільних морфофізіологічних ознак, здатних схрещуватися між собою, давати плодючих нащадків і які сукупно займають суцільний або частково розірваний ареал.

Видільні тканини — це такі тканини, які спеціалізуються на виконанні екскреторної функції.

Вітаміни (від лат. *vita* — життя) — біологічно активні органічні сполуки, які є необхідними для підтримання життєвих функцій організму.

Внутрішнє вухо (*auris interna*), або перетинчастий лабіринт, — основна частина органу слуху і орган рівноваги у хребетних тварин; система з'єднаних одна з одною тонкостінних порожнин (мішечків) і протоків, заповнених ендолімфою і занурених у скелетний (хрящовий або кістковий) лабіринт.

Вторинна структура білка — закручений у спіраль поліпептидний ланцюг.

Вуглеводи — це група органічних сполук, загальна формула яких $(\text{CH}_2\text{O})_n$, або $\text{C}_n(\text{H}_2\text{O})_n$, де n — будь-яке ціле число від 3 та більше.

Г

Галуження — утворення на материнській осі осей підлеглих порядків.

Гаметогенез (від грецьк. *gametes* — стать, *genesis* — походження) — розвиток статевих клітин (гамет).

Гаплоїдний набір хромосом (від грецьк. *haploos* — одинарний, *eidos* — вигляд) — одинарний набір хромосом (n), який виникає внаслідок мейозу з диплоїдних ($2n$) клітин.

Гастроваскулярна система (від грецьк. *gastros* — шлунок, від лат. *Vasculum* — невелика судина) — травна система медуз, яка складається зі шлунка і радіальних каналів, що виконують функції перетравлення їжі та розподілу поживних речовин; канали зовнішніми кінцями впадають у кільцевий канал, який проходить по краю дзвона медузи.

Гельмінтологія (від грецьк. *helminthos* — черв'як, *logos* — учення) — розділ паразитології, який вивчає паразитичних червів та захворювання, що ними викликаються.

Гемоглобіни — складні білки, що складаються з залізовмісної групи (гему) та білка глобіну. Це червоні пігменти крові та гемолімфи, які забезпечують транспорт кисню та вуглекислого газу.

Гемолімфа (від грецьк. *haima* — кров, *lymph* — чиста вода, волога) — безколірна або зелена рідина, що циркулює в судинах і міжклітинних порожнинах багатьох безхребетних (членистоногі, молюски), які мають незамкнену систему кровообігу.

Ген (від грецьк. *genos* — походження) — це ділянка молекули нуклеїнової кислоти, яка визначає спадкові ознаки організмів.

Геном (від грецьк. *genos* — походження) — сукупність генів гаплоїдного набору хромосом організмів певного виду.

Гепатотоксини (від грецьк. *hépar* (*hépatos*) — печінка та *toxikon* — отрута) — чинники швидкої смерті, що спричиняють прогресуючий цироз печінки.

Гермафродити (від імені міфологічної істоти давніх греків, сина бога Гермеса та богині Афродити — *Гермафродита* — напівчоловіка, напівжінки) — організми, в яких водночас функціонують жіночі та чоловічі статеві органи.

Герпетологія (від грецьк. *gerpeton* — плазуни, *logos* — слово, вчення) — розділ зоології, який вивчає плазунів.

Гетерогамія (від грецьк. *heteros* — інший, *gamos* — шлюб) — форма статевого процесу, при якому зливаються дві рухомі, але різні за розмірами гамети.

Гетерономія (від грецьк. *Heteros* — інший і *nomos* — закон) — форма сегментації тіла тварин, за якої різні сегменти неоднакові за своїми структурними і функціональними особливостями.

Гетеротрофи (від грецьк. *heteros* — інший, *trophe* — живлення) — організми, які не здатні самостійно виробляти органічні речовини з неорганічних, а для живлення використовують готові органічні сполуки.

Гістологія (від грецьк. *histos* — тканина, *logos* — слово, вчення) — наука, яка вивчає будову, функції, розвиток і класифікацію тканин людини та інших багатоклітинних тварин.

Глікокалікс (від грецьк. *glykys* — солодкий, лат. *callum* — товста шкіра) — надмембранний комплекс тваринних клітин.

Гомеостаз (від грецьк. *homeos* — однаковий, *stasis* — положення) — стан відносної сталості внутрішнього середовища організму (біологічної системи) за певних умов довкілля та змін в організмі.

Гонади (від грецьк. *gonao* — народжую) — статеві залози, які утворюють статеві клітини (яйцеклітини і сперматозоїди) і статеві гормони у тварин і людини.

Гоноцити (від грецьк. *gonao* — народжую, *kytos* — клітина) — первинні статеві клітини.

Гортань (*lagynx*) — початковий відділ дихальних шляхів хребетних тварин (крім риб), утворений рухливо з'єднаними хрящами і прикріпленими до них м'язами і зв'язками; забезпечує проходження повітря у наступні відділи дихальної системи.

Д

Двобічна (білатеральна) симетрія — тип симетрії, коли через тіло можна провести тільки одну уявну площину, що поділяє його на дві дзеркально подібні частини — праву та ліву.

Денатурація (від лат. *de* — рух униз, втрата, *natura* — природні властивості) — незворотне руйнування певної структури білка.

Дендрит (від грецьк. *dendron* — дерево) — короткий, дуже розгалужений відросток нейрона, по якому збудження проводиться до тіла нервової клітини від рецепторів або інших нервових клітин.

Диплоїдний набір хромосом (від грецьк. *diploos* — подвійний, *eidos* — вигляд) — парний набір хромосом ($2n$) у соматичних клітинах.

Дисиміліація (від лат. *dissimilis* — несхожість), або **катаболізм** (від грецьк. *katabole* — руйнування), — розпад органічних речовин на простіші сполуки.

Диференціація (від лат. *differentia* — відмінність) — виникнення відмінностей у будові та функціях клітин, тканин під час індивідуального розвитку.

Дихання — сукупність фізіологічних процесів, що забезпечують надходження в організм кисню і виділення вуглекислого газу й води.

Домінанти (від лат. *dominans* — переважаючий) — види тварин, які кількісно значно переважають в угрупованні над іншими.

Е

Едафобіонти (від грецьк. *edaphos* — ґрунт, земля, *bios* — життя) — організми, які мешкають у ґрунті.

Екзопаразити (від грецьк. *exo* — зовні, *parasitos* — нахлібник, дармоїд) — зовнішні паразити, які постійно живуть на поверхні хазяїна.

Екосистемний рівень організації живої матерії проявляється в тому, що в певній ділянці з подібними фізико-кліматичними умовами існує постійний обмін речовинами і енергії між її живою (популяції різних видів) та неживою частинами.

Екскременти (від лат. *excrementum* — відхід, виділення) — неперетравлені рештки, що виробляються в процесі життєдіяльності тварин і виводяться з організму.

Ектодерма (від грецьк. *ektos* — зовні, *derma* — шкіра) — зовнішній зародковий листок багатоклітинних тваринних організмів на ранніх стадіях його розвитку.

Ектоплазма (від грецьк. *ektos* — зовні, *plazma* — оформлене) — зовнішній шар цитоплазми.

Ембріональний розвиток (від грецьк. *embryon* — зародок), або **ембріогенез** (від грецьк. *embryon* — зародок, *genesis* — походження), — ранні періоди розвитку тваринного організму, що відбувається в яйцевих оболонках або в тілі матері.

Ембріон (від грецьк. *embryon* — зародок) — тваринний організм у ранній період розвитку.

Ендолімфа (від грецьк. *endon* — внутрішній, *lympa* — чиста вода, волога) — рідина, яка заповнює порожнини органів слуху і рівноваги; бере участь у проведенні звуку.

Ендоплазма (від грецьк. *endon* — внутрішній, *plazma* — оформлене) — внутрішній шар цитоплазми.

Ендоплазматична сітка (ЕПС), або ретикулум (від грецьк. *Endon* — внутрішній, *plazma* — оформлене) — система мембран, що утворюють велику кількість каналів, трубочок, цистерн, завдяки чому значно збільшується внутрішня поверхня клітини і поділяється клітина на велику кількість комірок, що відіграє важливу роль у регуляції внутріш-

нюклітинних ферментних систем, транспорті речовин та перебігу процесів обміну.

Ендотелій (від грецьк. *endon* — внутрішній, *tele* — сосочок) — одношаровий утвір плоских спеціалізованих клітин мезенхімного походження.

Енергетичний обмін — сукупність реакцій розщеплення складних сполук у клітині (організмі), що супроводжуються виділенням енергії.

Ентодерма (від грецьк. *entos* — усередині, *derma* — шкіра) — внутрішній зародковий листок.

Ентомологія (від грецьк. *éntoma* — комахи, *logos* — слово, вчення) — розділ зоології, який вивчає комах.

Епітеліальна тканина, або епітелій (від грецьк. *epi* — над, *tele* — сосочок) — тканина, що складається з клітин, які щільно прилягають одна до одної і вкривають тіло зовні, вистилають порожнини тіла та внутрішніх органів, а також утворюють більшість залоз.

Еритроцити (від грецьк. *erythros* — червоний, *kytos* — клітина) — клітини крові, які здійснюють транспорт газів.

Еукаріоти (від грецьк. *eu* — повністю, *karion* — ядро) — організми, клітини яких мають ядро, принаймні на певних етапах їх клітинного циклу.

Ефіра (від лат. *Ephyra* — ім'я міфологічної німфи) — дископодібні личинки сцифоїдних медуз.

Ж

Живлення — процес поглинання і засвоєння організмом з навколишнього середовища речовин, необхідних для підтримання його життєдіяльності.

Живородіння, або живонародження, — спосіб відтворення потомства у тварин, за якого розвиток зародка відбувається всередині материнського організму; дитинча народжується більш-менш сформованим і позбавленим яйцевих оболонок.

Жири — це сполуки, які складаються із залишків гліцеролу (спирту, що має три гідроксильні групи) та трьох жирних кислот.

Життєвий цикл, або цикл розвитку, — це сукупність усіх фаз розвитку організмів певного виду.

Жовток — резервні поживні речовини, які накопичуються в яйцях тварин у вигляді гранул і слугують для живлення зародка.

З

Запліднення — процес злиття двох статевих клітин (гамет) з утворенням заплідненої яйцеклітини (зиготи).

Запліднення внутрішнє — процес злиття двох статевих клітин (гамет) у жіночих статевих органах.

Запліднення зовнішнє — процес злиття двох статевих клітин (гамет) поза протоками жіночої статевої системи.

Запліднення перехресне — процес злиття чоловічої та жіночої статевих клітин (гамет), утворених різними гермафродитними особинами.

Зародкові листки — шари тіла зародка багатоклітинних тварин, з яких розвиваються різні органи і тканини.

Зіниця (puprilla) — отвір в райдужній оболонці ока хребетних тварин, крізь який світлові промені потрапляють на сітківку. Зіниця буває таких форм: округла, прямокутна, горизонтальна, вертикальна.

Зигота (від грецьк. *zygotos* — з'єднання докупі) — диплоїдна клітина, що утворюється внаслідок злиття чоловічої й жіночої статевих клітин (гамет).

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.

Зоологія безхребетних — розділ зоології, який вивчає усі типи тваринного царства, крім типу Хордові.

Зоологія хребетних — розділ зоології, який вивчає тварин, що належать до типу Хордові.

Зяброві міхури (*sacci branchiales*) — парні мішкоподібні органи дихання круглоротих.

I

Ізогамія (від грецьк. *isos* — однаковий, *gamos* — шлюб) — примітивний тип статевого процесу, коли обидві гамети однакові за формою і рухливістю.

Інвазії (від лат. *invasio* — вторгнення, напад) — зараження організму тваринними паразитами (гельмінтами, комахами).

Інтерфаза — період між двома послідовними поділами клітини.

Іхтіофауна (від грецьк. *Ichthys* — риба, *Fauna* — богиня лісів, полів, звірів) — сукупність риб, що склалася історично й населяє певну територію.

K

Каріоплазма (від грецьк. *karion* — ядро, *plazma* — оформлене), або **ядерний сік** — прозоре напіврідке внутрішнє середовище ядра, оточене ядерною оболонкою, в якому проходять усі реакції

Каріотип — це сукупність ознак хромосомного набору (кількість хромосом, їхня форма і розміри).

Карапакс (сагарах) — хітинізована складка у багатьох ракоподібних, яка вкриває задню частину голови, а також частково або повністю груди, і задній щиток деяких кліщів; опуклий верхній щит панцира черепах.

Катаболізм (від грецьк. *katabole* — руйнування), або **дисиміляція** (від лат. *dissimilis* — несхожість), — розпад органічних речовин на простіші сполуки.

Клас (Classis) — одна з основних таксономічних категорій, що об'єднує близькоспоріднені ряди у систематиці тварин.

Клітина — основна структурна і функціональна одиниця всіх живих організмів, елементарна біологічна система.

Клітинний рівень організації живої матерії визначає будову і властивості більшості живих організмів (крім вірусів), оскільки клітина є головною морфофункціональною одиницею організації.

Клітинний центр, або цитоцентр — немембранна органела, характерна для більшості еукаріот, що складається з двох центріолей; бере участь у формуванні веретена поділу.

Клітинний цикл — період існування клітини від початку останнього поділу до наступного або ж від початку останнього поділу клітини до її загибелі.

Клоака (від лат. *cloaca* від *cluo* — промиваю) — розширена кінцева частина задньої кишки багатьох хребетних (міксини, личинки міног, хрящові риби, земноводні, плазуни, птахи).

Кодон — триплет нуклеотидів, одиниця генетичного коду в молекулі нуклеїнової кислоти, яка кодує певну амінокислоту. Послідовність кодонів у гені визначає послідовність введення амінокислотних залишків у синтезовану молекулу білка.

Колонія — це співіснування організмів одного виду, які утворилися внаслідок безстатевого розмноження (наприклад, поділу чи брунькування) і зберігають зв'язок між собою.

Комплекс (апарат) Гольджі — система плоских цистерн в клітині, обмежених гладенькими мембранами; поруч із цистернами розташовані пухирці та каналіці.

Консументи (від лат. *consumo* — споживаю) — організми, що живляться рослинною або тваринною їжею.

Кон'югація (від лат. *conjugatio* — сполучення, з'єднання) — статевий процес, під час якого дві клітини (наприклад, інфузорії) обмінюються спадковою інформацією (у вигляді фрагментів молекули ДНК) через цитоплазматичний місток, що на певний час утворився між ними.

Копуляція (від лат. *copulatio* — поєднання) — злиття (статевий акт) двох клітин (гамет), у результаті чого утворюється зигота.

Кораловий риф — це і рифоутворюючі корали, і їхні рештки, і живі організми, що їх населяють, і середовище їхнього проживання (вода, дно, повітря).

Кров — рідка сполучна тканина, що переносить різні речовини всередині тіла.

Кровообіг — рух крові по системі кровоносних судин чи порожнин; забезпечує надходження до клітин тіла кисню, поживних речовин, води і виділення з них вуглекислого газу та продуктів розпаду речовин.

Кросинговер (від англ. *crossing-over* — перехрест) — взаємний обмін гомологічними ділянками між гомологічними хромосомами під час їхньої кон'югації в профазі першого поділу мейозу; забезпечує мінливість організмів.

Круглі черви — двобічно-симетричні тварини з веретеноподібним тілом, яке має первинну порожнину тіла.

Л

Легені (*pulmones*) — органи повітряного дихання наземних тварин.

Лізосоми (від грецьк. *lysis* — розчинення, *soma* — тіло) — органели, які містять різноманітні гідролітичні ферменти (гідролази), здатні розщеплювати органічні сполуки (білки, нуклеїнові кислоти, полісахариди, ліпіди), що надходять у клітину.

Ліпіди — це сполуки високомолекулярних жирних кислот і трьохатомного спирту — гліцерину.

Линька — періодична заміна зовнішніх покривів (кутикули, луски, шерсті, пір'я) у тварин.

М

Макромолекули (від грецьк. *makros* — великий) — молекули, які мають велику молекулярну масу.

Мамаліологія, теріологія (від грецьк. *terion* — звір, *logos* — учення) — розділ зоології, який вивчає ссавців.

Мантия (від грецьк. *mantion* — покривало, плащ) — зовнішня складка шкіри, що вкриває все тіло або його частину.

Мезодерма (від грецьк. *mesos* — середній, *derma* — шкіра) — середній зародковий листок.

Мейоз (від грецьк. *Meiosis* — зменшення) — поділ ядра, при якому відбувається зменшення кількості хромосом удвічі, причому з однієї диплоїдної клітини утворюються чотири гаплоїдні.

Метаболізм (від грецьк. *metabole* — переміна), або **обмін речовин**, — це сукупність процесів, пов'язаних із надходженням з довкілля поживних речовин, їхнього перетворення та виведенням продуктів життєдіяльності.

Міксоцель (від грецьк. *mixis* — змішаний, *koiloma* — заглиблення, порожнина) — змішана порожнина тіла.

Міоглобін — гемопротеїд м'язів, що зв'язує кисень, який переноситься від легень гемоглобіном та передає його окислювальним системам клітини.

Міофібрили (від грецьк. *myos* — м'яз, новолат. *fibrilla* — волоконце, нитка) — скоротливі нитки у саркоплазмі посмугованих скелетних волокон, серцевого м'яза, що здійснюють м'язове скорочення.

Міофіламенти (від грецьк. *myos* — м'яз, пізньолат. *filamentum* — нитка), або **протофібрили** — це білкові нитки, що складають основну масу міофібрили.

Мітоз (непрямий поділ) (від грец. *mitos* — нитка) — поділ ядра, що забезпечує тотожний розподіл генетичного матеріалу між дочірніми клітинами і спадкоємність хромосом у ряду клітинних поколінь.

Мітохондрії (від грецьк. *mitos* — нитка, *chondrion* — зернятко) — органели двомембранної будови, основна функція яких полягає у виробленні майже всієї енергії клітини (синтез АТФ).

Молекулярний рівень організації живої матерії — це специфічні для живих організмів види органічних сполук (білки, вуглеводи, ліпіди,

нуклеїнові кислоти тощо), їх взаємодія між собою і з неорганічними компонентами та біологічна роль в обміні речовин та енергії в організмі, а також у збереженні та реалізації спадкової інформації, закодованої у молекулах нуклеїнових кислот.

Мономер (від грецьк. *monos* — один, *meros* — частка) — це прості молекули, із залишків яких складаються біополімери.

Мутації (від лат. *mutatio* — зміна) — це зміни генотипу, що можуть унаслідуватись нащадками, які виникають раптово і призводять до зміни тих чи інших спадкових ознак організму.

Мутуалізм (від лат. *mutus* — взаємний) — один із видів симбіозу, при якому два різних види організмів покладають один на одного регуляцію своїх взаємовідносин із зовнішнім середовищем, отримуючи при цьому взаємну вигоду.

М'яз — це групи м'язових пучків, оточені сполучнотканинною оболонкою. **М'язові пучки** — групи м'язових волокон, оточені сполучнотканинною оболонкою.

Н

Напівколові канали (canales semicirculares) — частина внутрішнього вуха, яка бере участь в регуляції рівноваги під час руху та під час зміни положення голови і тіла в просторі; розміщені у взаємно перпендикулярних площинах; заповнені ендолімфою і розташовані в хрящових або кісткових футлярах.

Наупліус (від грецьк. *nauplios* — тварина з панцирем, що плаває) — планктонна личинка багатьох ракоподібних.

Національні природні парки — природоохоронні установи, призначені зберігати цінні природні, історико-культурні комплекси та об'єкти.

Нейрон (від грецьк. *neiron* — жила, нитка, нерв) — це структурно-функціональна одиниця нервової тканини.

Нектон (від грецьк. *nektos* — плаваючий) — це сукупність організмів, здатних активно плавати на значні відстані.

Ніздря (ніздрі) (nares) — носовий отвір у хребетних тварин, яким носова порожнина відкривається назовні.

Нуклеїнові кислоти — це біополімери, мономерами яких є нуклеотиди.

Нуклеотид (від лат. *nucleus* — ядро) — мономер нуклеїнових кислот, що складається із залишків нітратної основи, моносахариду (пентози) та фосфорної кислоти).

Нюховий мішок — це орган нюху на передній частині голови, який містить хеморецептори.

Нюхова цибулина (*bulbus olfactorius*), або **нюхова частка**, — парний утвір у передньому мозку хребетних.

О

Обмін речовин, або **метаболізм** (від грецьк. *metabole* — переміна), — це сукупність процесів, пов'язаних із надходженням в організм по-

живних речовин, їхнього перетворення та виведенням продуктів життєдіяльності.

Овогенез (від грецьк. *oon* — яйце та *genesis* — походження) — сукупність послідовних процесів розвитку жіночої статеві клітини від диплоїдної первинної статеві клітини до зрілого яйця.

Овуляція (від лат. *ovulum* — яєчко, від *ovum* — яйце) — вихід дозрілих яйцеклітин у ссавців із яєчника в порожнину тіла.

Оматидій (від грецьк. *omma* — око) — структурна одиниця фасеткового ока членистоногих тварин.

Онтогенез (від грецьк. *ontos* — існуючий, *genesis* — розвиток, походження) — індивідуальний розвиток живого організму з моменту зачаття до природної смерті. Термін запропонував німецький вчений Е. Геккель (1866 р.).

О(в)огамія (від грецьк. *oon* — яйце, *gamos* — шлюб) — тип статевого процесу, що полягає у злитті великої нерухомої жіночої статеві клітини (яйцеклітини) з невеликою рухливою чоловічою статеві клітиною (сперматозоїдом або спермієм).

Овогонії (від грецьк. *oon* — яйце та *gonos* — народження, плід, нащадок) — диплоїдні жіночі статеві клітини, які утворюються із первинних статевих клітин.

Орган (від грецьк. *organon* — орган, знаряддя, інструмент) — частина організму, що складається з комплексу тканин, має певну форму, будову, місце розташування та виконує одну або кілька функцій.

Органели (від грецьк. *organon* — орган, знаряддя, інструмент + зменшувальний суфікс *ella*) — постійні структурні компоненти клітини, що виконують життєво необхідні функції.

Організм (від лат. *organizo* — влаштовую) — це особина, яка постійно взаємодіє із середовищем свого існування.

Орнітологія (від грецьк. *ornithos* — птах, *logos* — учення) — розділ зоології, який вивчає птахів.

Основний хазяїн — це організм, у якому живе й розмножується статевим шляхом дорослий паразит.

Осфрадії (від грецьк. *osphrainomai* — нюхаю) — рецепторний орган моллюсків, розміщений у мантийній порожнині біля зябер на шляху струму води до них.

П

Паразити (від грецьк. *para* — біля, *sitos* — хліб, *parasitos* — нахлібник, дармоїд) — організми, які живуть на поверхні або всередині іншого організму (хазяїна), живляться за рахунок його поживних речовин, завдаючи йому певної шкоди.

Параподії (від грецьк. *para* — біля, *podion* — нога) — вирости тіла у багатощетинкових червів, розміщені попарно на кожному сегменті тулуба; виконують роль органів руху.

Партеногенез (від грецьк. *parthenos* — дівчина, *genesis* — походження) — одна з форм статевого розмноження, за якого розвиток но-

вого організму відбувається з незаплідненої яйцеклітини (у всіх безхребетних і хребетних, крім ссавців).

Пелагічність (від грецьк. *pelagos* — море) — здатність організмів жити у товщі води.

Пелікула (від лат. *pellicula* — шкірка, плівка) — тонкий еластичний або твердий опорний шар протоплазми на поверхні тіла багатьох найпростіших тварин.

Первинна структура білка — це сполучені пептидними зв'язками залишки амінокислот, що мають вигляд лінійного ланцюга.

Передсердя (*atrium*) — відділ серця (один чи два, у наутилуса — 4) молюсків і хребетних тварин, який збирає і перекачує кров у шлуночок.

Плазмалема (мембрана плазматична) (від грецьк. *plasma* — виліплене, утворене, *lema* — оболонка) — оболонка, яка обмежує внутрішнє середовище клітини і виконує різноманітні функції: бар'єрну, обмін речовин, сприймає подразнення, бере участь у формуванні захисних реакцій (імунітету), забезпечує взаємодію між клітинами багатоклітинних організмів.

Планктон (від грецьк. *plankton* — блукаючий) — це сукупність організмів, які населяють товщу води і пасивно переносяться течією.

Планула (від лат. *planus* — плаский) — двошарова пелагічна личинка.

Пластичний обмін — сукупність реакцій синтезу, які забезпечують розвиток клітин та організмів, поновлення їхнього хімічного складу з використанням певної кількості енергії.

Плоскі черви — це тварини з двобічною симетрією, для яких характерні такі риси: тіло сплюснене у спинно-черевному напрямку; під час ембріонального розвитку закладаються три зародкові листки; притаманні тканини, з яких утворені системи органів (опорно-рухова, травна, видільна, нервова, статеві тощо); проміжки між органами заповнені сполучною тканиною.

Поверхневий апарат — структурне утворення на поверхні клітини, що відокремлює її від довкілля і забезпечує рух клітини, обмін речовинами, енергією та інформацією з середовищем.

Подразливість — це здатність реагувати на зовнішні або внутрішні впливи.

Полісахариди — молекули, молекулярна маса яких може сягати кількох мільйонів, складаються з сотень і тисяч залишків моносахаридів.

Променева (радіальна) симетрія (від лат. *radius* — промінь) — тип симетрії, коли через поздовжню вісь тіла можна провести кілька уявних площин, які поділяють його на кілька однакових частин.

Проміжний хазяїн — це організм, у якому живуть, а іноді й розмножуються нестатевим шляхом личинкові стадії паразита.

Протонефридії (від грецьк. *protos* — перший, *nephros* — нирка) — це розгалужені каналці, що закінчуються у паренхімі зірчастою клітиною з пучком війок.

Псевдоніжки, або псевдоподії (від грецьк. *pseudos* — вигадка, помилка та укр. ніжки, *podos* — нога) — тимчасові цитоплазматичні ви-

рости в одноклітинних організмів (амеби, споровики) та в деяких клітин (лейкоцити, макрофаги) багатоклітинних організмів; відіграють роль для пересування та захоплення їжі та інших часток.

Р

Радула (від лат. *radula* — тертка) — гнучка хітиноподібна пластинка з зубами, розміщена на поверхні мускулистого язика в молюсків (крім двостулкових).

Рамфотека (від грецьк. *rhamphos* — дзьоб, *theke* — вмістище) — роговий чохол, який вкриває дзьоб птахів.

Регенерація (від лат. *regeneratio* — відновлення) — процеси відновлення організмом утрачених чи пошкоджених органів або тканин, а також відтворення цілісного організму з певної його частини.

Рекомбінація — явище перерозподілу генетичного матеріалу батьків у генотипі нащадків.

Реплікація (редуплікація) (від лат. *replicatio* — подвоєння) — процес подвоєння молекули ДНК.

Рефлекс (від лат. *reflexus* — відбиття) — реакція організму на подразнення, здійснена за участю нервової системи.

Рибосоми (від *рибоза* і грецьк. *soma* — тіло) — невеликі сферичні тільця, які лежать вільно або на мембранах ендоплазматичної сітки і здійснюють біосинтез білків, властивих певному організмові.

Рід (Genus) — одна з основних таксономічних категорій, що об'єднує споріднені види.

Різностатеві, або роздільностатеві види — види, у яких існують окремо жіночі та чоловічі особини.

Ріст — збільшення маси і розмірів організму або окремих його частин і органів унаслідок збільшення кількості клітин шляхом поділу, їх лінійного розтягування та внутрішньої диференціації.

Родина (Familia) — одна з основних таксономічних категорій, що об'єднує споріднені родини.

Розвиток — сукупність якісних морфологічних та фізіологічних змін тварин на окремих етапах їх життєвого циклу.

Розмноження — притаманна всім живим істотам властивість відтворення собі подібних, завдяки чому забезпечуються безперервність і спадковість життя.

Розмноження нестатеве (безстатеве) — процес відтворення нових особин за допомогою окремих нестатевих клітин або за рахунок утворення спор.

Розмноження статеве — процес, при якому нові особини розвиваються із зиготи, що утворюється в результаті злиття (запліднення) статевих клітин (гамет).

Ропалії (від грецьк. *rhopalon* — дубина) — крайові тільця, вкорочені та видозмінені щупальця, розміщені симетрично по краю дзвона в сцифоїдних медуз.

Ряд (Ordo) — одна з основних таксономічних категорій, що об'єднує споріднені родини.

С

Самовідтворення, або **здатність до розмноження** (див. розмноження).

Самозапліднення — процес, який відбувається всередині гермафродитної особини внаслідок злиття вироблених нею яйцеклітини та сперматозоїда.

Саморегуляція — це здатність організмів регулювати власні життєві функції та підтримувати сталість свого внутрішнього середовища (гомеостаз).

Сапротрофи (від грецьк. *sapros* — гнилий, *trophe* — живлення) — організми, які живляться мертвими організмами та їхніми залишками.

Сапрофаги (від грецьк. *sapros* — гнилий, *phagos* — пожирати, поглинати) — тварини, які живляться органічними речовинами, що розкладаються (черви, молюски, трупіоди). Знищуючи рештки, що гниють, виконують роль санітарів.

Сегментація (від лат. *segmentum* — відрізок, смуга), або **метамерія** — розчленування тіла деяких тварин на послідовно розташовані між собою ділянки: гомономні (подібні між собою) або гетерономні (відмінні між собою).

Секрет (від лат. *secretio* — виділення) — речовина, що утворена та виділена спеціалізованими клітинами у зовнішнє середовище.

Секреція (від лат. *secretio* — виділення) — утворення та виділення речовин із спеціалізованих клітин у зовнішнє середовище.

Сенсили (від лат. *sensus* — відчуття, сприйняття) — чутливі утворення, до складу яких входять нервові чутливі клітини з однією або кількома війками; сенсили сприймають механічні подразнення.

Симбіонти (від грецьк. *symbiosis* — спільне життя) — живуть в інших організмах і беруть участь у нормальному обміні їхніх речовин.

Симетрія тіла — розташування органів чи частин щодо певної осі чи площини тіла.

Систематика (від грецьк. *systematikos* — впорядкований) (синонім — таксономія) — наука, що вивчає різноманітність живих організмів, встановлює філогенетичні зв'язки між ними та іншими таксономічними категоріями органічного світу і розробляє природну класифікацію.

Сифони (від грецьк. *siphon* — трубка) — трубкоподібні утвори, крізь які до мантийної порожнини двостулкового молюска накачується й викачується вода.

Сіра речовина мозку (спинного, головного) — це сукупність тіл нейронів і дендритів.

Сперматогенез (від грецьк. *sperma* — сім'я, насіння та *genesis* — походження) — процес перетворення диплоїдних первинних статевих клітин у тварин у гаплоїдні, диференційовані чоловічі статеві клітини — сперматозоїди або спермії.

Сперматозоїд (від грецьк. *sperma* (*spermato*) — насіння та *zoon* — жива істота), або **сперматозоон** — чоловіча статеві клітина (гамета).

Статоцист (від грецьк. *statos* — стоячий і *kystis* — пузир) — орган рівноваги безхребетних тварин.

Сцифістома (від грецьк. *skyphos* — чаша, *stoma* — рот) — особина безстатевого покоління більшості сцифоїдних медуз.

Т

Таксон (від грецьк. *taxis* — розміщення, порядок) — це група дискретних (відособлених) організмів, споріднених між собою спільністю ознак і властивостей, завдяки чому їм можна присвоїти таксономічну категорію.

Тканина (від лат. *textus*, грецьк. *histos*) — це система клітин та міжклітинної речовини, об'єднаних спільною функцією, будовою та походженням.

Третинна структура білка — поліпептидна спіраль, закручена певним чином у грудку, або *глобулу* (від лат. *globulus* — кулька).

Трихоцисти (від грецьк. *trix* (*trichos*) — волосина та *kystis* — пухир) — цитоплазматичні органели найпростіших, здатні до «вистрілювання» під час механічного або хімічного подразнення; виконують захисну функцію.

У

Уростиль (від грецьк. *ura* — хвіст, *stylos* — паличка) — паличкоподібна кістка, утворена злиттям тіл усіх (безхвості земноводні) або лише останніх (кісткові риби) хвостових хребців.

Ф

Фагоцитоз (від грецьк. *phagos* — пожирати, поглинати, *kutos* — клітина) — це активне захоплення і поглинання мікроскопічних сторонніх об'єктів (бактерії, фрагменти клітин) і твердих частинок одноклітинними організмами або деякими клітинами багатоклітинних тварин. Явище фагоцитозу виявив І.І. Мечніков в 1882 році.

Фауна (від грецьк. *Fauna* — богиня лісів, полів, звірів) — сукупність тварин, що склалася історично й населяє певну територію.

Феромони (від грецьк. *phero* — несу, *hormao* — збуджую) — біологічно активні речовини, які виділяють тварини у довкілля; справляють певний вплив на поведінку або фізіологічний стан інших особин того ж виду.

Фібрили (від новолат. *fibrilla* — волоконце, ниточка) — ниткоподібні структури цитоплазми, які виконують в клітині рухову або скелетну функції.

Фізіологічні системи органів — це органи, які в організмі виконують спільні функції.

Філогенез (від грецьк. *phylon* — рід, плем'я, *genesis* — розвиток) — історичний розвиток світу живих організмів як в цілому, так і окремих таксономічних груп: царств, типів, класів, рядів, родин, родів, видів.

Фотофори (від грецьк. *photos* — світло, *phoros* — несу) — органи світіння деяких тварин.

Функціональна система органів — це взаємоузгоджене об'єднання органів різних фізіологічних систем, спрямоване на досягнення корисного для організму пристосувального результату.

Х

Хазяїн — організм, якого паразит використовує як середовище існування та джерело живлення.

Хеморецептори (від грецьк. *chemeia* — хімія та лат. *receptor* — той, що сприймає) — чутливі клітини або їх структури, за допомогою яких організм сприймає істотні для життєдіяльності хімічні речовини (хімічні подразники).

Хижаки — організми, які ловлять, вбивають і споживають особин іншого виду (здобич, або жертва).

Хітин — хімічна сполука (азотовмісний полісахарид); входить до складу покривів членистоногих; виконує опорну та захисну функції.

Холоднокровні тварини — тварини (безхребетні, риби, земноводні, плазуни), які мають обмежену здатність до терморегуляції; тому температура їхнього тіла залежить від температури довкілля.

Хроматида (від грецьк. *chroma* — колір) — одна з двох поздовжніх структурних одиниць хромосоми.

Хромосоми (від грецьк. *chroma* — колір, *soma* — тіло) — найважливіші структури ядра клітини, що забезпечують передачу спадкової інформації від клітини до клітини та від покоління до покоління, а також реалізацію цієї інформації в процесі індивідуального розвитку в організмі.

Ц

Царство (Regnum) — вища таксономічна категорія в системі організмів.

Целом (від грецьк. *koiloma* — заглиблення, порожнина), або вторинна порожнина тіла, — це простір між стінкою тіла та внутрішніми органами у багатоклітинних організмів (молюсків, кільчастих червів, хордових).

Центріолі (від лат. *centrum* — середина) — складові клітинного центра, які мають вигляд порожнього циліндра, що складається з мікротрубочок.

Цитологія (від грецьк. *kytos* — клітина, *logos* — учення) — наука про будову, функціонування та еволюцію клітин різних організмів.

Цитоплазма (від грецьк. *kytos* — клітина, *plazma* — виліплене, утворене) — неоднорідний колоїдний вміст клітини.

Ч

Черепашка (testa, concha) — захисний скелетний утвір, що вкриває тіло багатьох найпростіших, більшості молюсків і деяких ракоподібних.

Четвертинна структура білка — це поєднання кількох поліпептидних ланцюгів.

Ш

Шизогонія (від грецьк. *schizo* — розділяю, *goneia* — породження) — це множинний поділ.

Шкірно-м'язовий мішок — покриви плоских, круглих та кільчастих червів; становить собою сукупність покривного епітелію та розташованих під ним кількох шарів м'язів; виконує захисну та рухову функції.

Шлуночок серця (*ventriculi cordis*) — відділ серця (один чи два) моллюсків і хребетних тварин, скороченнями якого здійснюється циркуляція крові.

Я

Ядерний матрикс — ниткоподібні опорні структури, які забезпечують упорядковане розташування хромосом, а також сполучають між собою ядра, нитки хроматину, ядерні пори тощо.

Ядро (від грецьк. *karion* — ядро; від лат. *nucleus* — ядро) — складова частина живої клітини, яка зберігає спадкову інформацію, передає її дочірнім клітинам під час поділу і керує життєвими процесами.

Язик (*lingva, glossa*) — виріст дна ротової порожнини у хребетних тварин, який виконує функції транспортування та смакового аналізу їжі.

Яйце (*ovum*) — яйцеклітина, що крім зародка, містить значний запас поживних речовин та вкрита яйцевими оболонками.

Яйцеживонародження — спосіб відтворення потомства у багатьох тварин за якого розвиток зародка відбувається всередині материнського організму завдяки поживним речовинам яйця; зародок звільняється від яйцевих оболонок ще до народження, в організмі матері.

Яйцеклітина — жіноча гамета організму, з якої внаслідок запліднення розвивається зародок.

Яйценонародження — спосіб розмноження тварин відкладанням ікри чи яєць; зародок розвивається у зовнішньому середовищі під захистом яйцевих оболонок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бацылев Е.Г., Благосклонов К.Н. Зоология. — М.: Высш школа, 1977. — 231 с.
2. Биологический энциклопедический словарь / Гл. ред. М.С. Гиляров; Редкол.: А.А. Баев, Г.Г. Винберг, Г.А. Заварзин и др. — М.: Сов. энциклопедия, 1989. — 864 с.
3. Біологія. Підручник для учнів 7 класу середньої загальноосвітньої школи / Ю.Г. Вервес, П.Г. Балан, В.В. Серебряков. — К.: Генеза, 2000. — 320 с.
4. Блинные В.И. Зоология с основами экологии: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по спец. «Педагогика и методика нач. обучения». — М.: Просвещение, 1990. — 224 с.
5. Довгаль И.В. Эти непростые простейшие. — Харьков: Изд. Группа «Основа», 2009. — 92 с.
6. Догель В.А. Зоология беспозвоночных: Учеб. для ун-тов / Под ред. Полянского Ю.И. — 7-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1981. — 606 с.
7. Ковальчук Г.В. Зоологія з основами екології. — К.: Вища школа, 1988. — 295 с.
8. Мамонтов С.Г., Захаров В.Б. Общая биология: Учеб. пособие для сред. спец. учеб. заведений. — М.: Высшая школа, 1986. — 320 с.
9. Маруненко І.М., Неведомська Є.О., Бобрицька В.І. Анатомія і вікова фізіологія з основами шкільної гігієни: Курс лекцій для студ. небіол. спец. вищ. пед. навч. закл. — К.: Професіонал, 2006. — 480 с.
10. Наумов Н.П., Карташев Н.П. Зоология позвоночных. — Ч.1-2. — М.: Высш. школа, 1979.
11. Неведомська Є.О., Маруненко І.М., Бобрицька В.І. Зоологія: Навчально-методичний посібник. — Полтава: ТОВ «Поліграфічний центр «Скайтек», 2006. — 112 с.
12. Хэм А., Кормак Д. Гистология. Т. 1. — М.: Мир, 1982. — 272 с.
13. Шарова И. Х. Зоология беспозвоночных: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. — 592 с.
14. Щербак Г.Й. та ін. Зоологія безхребетних: Підручник: У 3-х книгах. /Г.Й.Щербак, Д.Б.Царичкова, Ю.Г.Вервес. — К.: Либідь, 1995-1997.
15. Яхонтов А.А. Зоология для учителя: Введение в изучение науки о животных. Беспозвоночные / Под ред. И.Х. Шаровой. — М.: Просвещение, 1982. — 352 с.