

Д. А. Шабанов, М. О. Кравченко

БІОЛОГІЯ

Підручник для 7 класу
загальноосвітніх навчальних закладів

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Київ
«Грамота»
2015

УДК 57(075.3)
ББК 28я721
Ш12

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(Наказ МОНУ від 20.07.2015 р. № 777)

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Умовні позначення:

- | | | | |
|---|------------------------------------|---|--|
|  | — запам'ятайте найголовніше; |  | — дайте відповіді на запитання, поясніть свою думку; |
|  | — вільно володійте цими поняттями; |  | — дізнайтеся більше; |

* — завдання підвищеної складності.

Шабанов Д. А.

Ш12 Біологія : підруч. для 7 кл. загальноосв. навч. закл. /
Д. А. Шабанов, М. О. Кравченко. — К. : Грамота, 2015. — 272 с. : іл.
ISBN 978-966-349-548-4

Підручник відповідає чинній програмі з біології для 7 класу (2015 р.) і структурований за розділами, кожний з яких складається з окремих параграфів. Рубрики («Запам'ятайте найголовніше», «Вільно володійте цими поняттями», «Дізнайтеся більше» та ін.), лабораторні дослідження й практичні роботи, міні-проекти, словник біологічних термінів спрямовані на якісне засвоєння навчального матеріалу й ураховують вікові особливості семикласників, допоможуть учням глибше осягнути зміст предмета. Система запитань і завдань сприятиме розвитку екологічного мислення, уміння працювати з різноманітною інформацією, активно спілкуватися за темами, що вивчаються.

Для учнів, учителів, методистів, батьків.

УДК 57(075.3)
ББК 28я721

ISBN 978-966-349-548-4

© Шабанов Д. А., Кравченко М. О., 2015
© Видавництво «Грамота», 2015

ДОРОГІ СЕМИКЛАСНИКИ!

Цього року ви продовжуватимете вивчати предмет «Біологія». Ви ознайомитеся з тваринним світом нашої планети. Він дуже різноманітний, тож попереду на вас чекає багато нового та цікавого.

Кожен параграф підручника складається з кількох частин — пунктів. Ці частини позначені символом ■. Зверніть увагу на те, що в підручнику рисунки й таблиці пронумеровані цифрами з крапкою між ними. Цифри ліворуч від крапки вказують на номер параграфа, а праворуч — на порядковий номер рисунка чи таблиці. Так само позначаються й посилання на пункти параграфів.

Наприкінці кожного параграфа є рубрика «*Запам'ятайте найголовніше*», у якій виокремлено найважливіші дані. Ключові слова — терміни, з якими ви ознайомилися на уроці, перераховані в рубриці «*Вільно володійте цими поняттями*».

Щоб оцінити якість засвоєння матеріалу, скористайтеся запитаннями й завданнями рубрики «*Дайте відповіді на запитання, поясніть свою думку*». Нехай вас не турбує складність завдань, позначених зірочкою. Буде добре, якщо ви впораєтесь із ними.

Що робити із запитаннями в тексті, які виділені так само, як цей рядок? Часто відповідь на це запитання ви знайдете в поданому нижче тесті підручника. Однак не поспішайте! Отримайте задоволення від самостійного пошуку відповіді на цікаве запитання. Якщо в тексті немає відповіді, шукайте її в додаткових матеріалах, у рубриці «*Дізнайтеся більше*».

Лабораторні дослідження та практичні роботи вміщено наприкінці підручника в *додатках 1 і 2*. Щоб задовольнити вашу потребу в поглибленні знань, пропонуємо вам на вибір кілька тем для самостійної підготовки виступів і повідомлень у *додатку 3 «Міні-проекти»*.

Не забувайте заглядати в «Біологічний тлумачний словник», що поданий у *додатку 4*.

Читайте книжки про тварин, переглядайте документальні фільми, шукайте те, що вас зацікавило, в Інтернеті (можете, зокрема, звернутися до інтернет-сторінки за адресою: batrachos.com/school). Там ви знайдете багато цікавої й корисної додаткової інформації з предмета.

Успіхів вам у навчанні!

Автори



ВСТУП

§ 1. Хто такі тварини?

■ **1. Почнемо зі звичайного ставка...** Опанування *зоології* — науки, що всебічно вивчає тварин, ми пропонуємо розпочати з розглядання малюнка на *форзаці 1*.

Чи є такі ставки у вашій місцевості? Назвіть тварин, що зображені на малюнку. Чи вдалося назвати їх усіх?

Запам'ятайте цю мить, свої думки й емоції! Ви ще згадаєте про них наприкінці навчального року. Ми впевнені: ваші знання про мешканців цього уявного ставка й інших тварин значно розширяться, і ви поглянете на малюнок по-іншому.

А зараз пригадайте минулорічні уроки біології. *До якої групи живих організмів належать істоти, зображені на форзаці 1?*

Ви пам'ятаєте, що живі організми нашої планети належать до царств *бактерій, рослин, грибів і тварин*. Будь-який ставок населяють представники всіх цих груп. Намальовані вони й на *форзаці 1*.

Що поєднує таких різних істот, як шуліка, павук, окунь та інших тварин, що зображені на форзаці 1? Усі ці істоти мають спільні ознаки, властиві для різних представників царства Тварини. До речі, ці ознаки характерні й для людини, яка також як вид належить до числа тварин.

■ **2. Спільні ознаки всіх тварин.** Сучасна наука про живі істоти — *біологія* — виокремлює більше основних груп, ніж ті чотири, що ми назвали. Але зараз для вас достатньо навчитися розрізняти багатоклітинних тварин, багатоклітинні рослини, багатоклітинні гриби, а також бактерії.

Усім живим істотам необхідні поживні (органічні) речовини. Залежно від способу живлення живих істот поділяють на дві групи.



Автотрофи створюють ці речовини самі. Автотрофами є рослини й деякі бактерії. Рослинам потрібні мінеральні речовини, які вони зазвичай отримують у розчиненому вигляді з ґрунту або води, та світло.

Більшість бактерій, гриби й тварини — **гетеротрофи**. Вони отримують поживні речовини із середовища. Бактерії та гриби всмоктують розчинені речовини через поверхню тіла, а тварини поглинають їжу окремими шматочками.

Щоб відрізнити представників названих чотирьох груп, потрібна ще одна ознака. Ви знаєте, що рослини, гриби і тварини складаються з **клітин**, які містять клітинні ядра. **Ядро** — це відокремлена центральна частина клітини, яка керує її життєдіяльністю. Клітини рослин, грибів і тварин є досить великими й мають ядра. Клітини бактерій — дрібніші й у них відсутнє ядро.

Розгляньте *таблицю 1.1* і *рисунок 1.1* і порівняйте ознаки живих організмів. **Чи достатньо вказаних ознак, щоб відрізнити тварин від представників інших царств?**

Таблиця 1.1

Ознаки живих організмів

| Живі організми | Ознаки |
|----------------|--|
| Тварини | клітини мають ядра; гетеротрофи; живляться шматочками їжі |
| Гриби | клітини мають ядра; гетеротрофи; живляться розчиненими речовинами |
| Рослини | клітини мають ядра; автотрофи; живляться розчиненими речовинами |
| Бактерії | клітини не мають ядер; автотрофи або гетеротрофи; живляться розчиненими речовинами |



Рис. 1.1. Для рослин (а) і грибів (б) властиві розгалужені тіла. Тварини (в) постійно рухаються, тому їхні тіла здебільшого компактні.





Рис. 1.2. Чисельність відомих науці видів представників різних груп живих організмів

Унаслідок того, що тварини живляться шматочками їжі, більшість із них є рухливими. Адже їжу, яку можна вживати таким способом, треба спочатку знайти, а часто ще й уполовувати! Тому тварини здебільшого мають пристосоване до руху, не дуже розгалужене тіло (рис. 1.1), форма якого відповідає характерному способу їхнього руху.

■ **3. Усі тварини — родичі.** Ви знаєте, що серед людей бувають «кровні» родичі (ті, хто походить від спільних предків). Досить часто вони є схожими одне на одного, мають певні спільні родинні риси. Як це не дивно, але тварини — також «кровні» родичі. Усі сучасні багатоклітинні тварини походять від спільних предків, які колись опанували тваринний спосіб живлення. Ця спорідненість і є основною причиною їхньої подібності.

Тварини — найчисленніша група живих істот. Кількість їхніх видів перевищує мільйон (рис. 1.2)!

■ **4. Для чого вивчати тварин?** Наведемо перелік деяких проблем, для вирішення яких потрібні зоологічні знання.

- Як зробити Землю надійною домівкою для нашого виду й для інших видів живих істот?
- Як захистити людину від хвороб, які спричиняють або поширюють тварини?
- Як задовольнити потребу людини в смачній і корисній їжі?
- Як забезпечити запилення квіток і високі врожаї овочів і фруктів?
- Як захистити посіви від інших видів живих організмів (так званих шкідників), які можуть залишити людей без урожаю?
- Як запобігти зіткненню літаків із птахами?

Таких запитань можна поставити безліч. Однак не тільки практичні потреби підштовхують розвиток зоології. Тварини — наші дивні родичі, адже людина як біологічний вид також належить до царства Тварини.

Спілкування з домашніми й дикими тваринами надає сучасній людині сили, робить її життя змістовнішим, більш емоційним. Давайте



спробуємо зрозуміти цих давніх родичів, з якими ми поділяємо нашу планету — Землю!

■ Зоологія — наука, що всебічно вивчає тварин. Тварини — це гетеротрофні організми, які поглинають їжу окремими шматочками. Клітини тварин, крім інших органел, мають клітинні ядра. Нині відомо понад мільйон видів тварин. Вивчення тварин є корисним для людей, робить їхнє життя цікавішим.

■ Зоологія; тварини; автотрофи; гетеротрофи; клітина; клітинне ядро.

-
1. Чим тварини відрізняються від представників інших груп живих організмів?
 2. Як пов'язані спосіб живлення тварин і їхня рухливість?
 3. Чому тіла рослин і грибів зазвичай розгалужені, а тварин — ні?
 4. Як вивчення зоології може вплинути на ваше життя?
 - 5*. Чому саме тварини — найчисленніші за кількістю видів?

■ 5. 3 історії зоології. Зоологічні знання належать до найдавніших знань людини. Виживання наших предків залежало від їхньої здатності розрізняти тварин, уникати небезпек і здобувати собі їжу. Тому в людей та їхніх дітей існує вроджена зацікавленість тваринами. Мисливці вивчали поведінку своєї здобичі, рибалки помічали особливості поведінки риб, скотарі запроваджували засоби утримання, розмноження й використання свійських тварин.

З часом накопичені знання зумовили появу науки. Спочатку це було просто збирання цікавих і корисних відомостей про тварин. Пізніше зоологія почала вивчати закономірності, що проявляються в різноманітності тварин, а також причини особливостей різних груп. Перед цією наукою постали нові, більш складні питання. Як споріднені сучасні групи тварин? Чому вони є саме такими, якими ми їх бачимо? Які зв'язки підтримують їхнє існування в природі? Як захистити вразливі види тварин у сучасному світі, що стрімко змінюється?

Сучасні зоологи використовують у своїй роботі методи багатьох наук, серед яких хімія, фізика, математика, географія тощо. Часом зоологічні дослідження потребують досить складних технічних пристроїв. Зоологи всього світу працюють у тісній взаємодії. Результати їхніх досліджень оприлюднюються в наукових журналах, фахівці різних країн спілкуються на наукових конференціях.

Учені-зоологи працюють і в Україні. У Києві діє Інститут зоології Національної академії наук України, що носить ім'я відомого зоолога та фахівця з вивчення еволюції *Івана Івановича Шмальгаузена* (1884–1963). Центрами розвитку зоології є класичні університети Києва, Харкова, Львова, Дніпропетровська, Одеси та ін. Фахівці-зоологи працюють у науково-дослідних інститутах і заповідниках. Урешті-решт, зоологію вивчають у школі — саме це і ви й робите, коли працюєте з цим підручником.



§ 2. «Конструюємо» організм тварини

■ **1. Організми, органи, системи органів.** Усі тварини, яких ми розглядали на *форзаці 1*, — живі **організми**, тобто окремі живі істоти. У самому слові **організм** є підказка, що допоможе зрозуміти його значення, — це щось організоване, налагоджене. Усі організми виконують такі життєві **функції**: живляться, ростуть, розвиваються, реагують на зміни навколишнього середовища, залишають нащадків, уникають небезпек.

Як організми виконують життєві функції? Завдяки своїм окремим частинам — органам. **Орган** — це частина тіла, що пристосована для виконання певних функцій. Прикладом може бути ваш язик (*рис. 2.1*). Свої функції язик виконує у взаємодії з іншими органами — зубами, губами тощо. Пов'язані за своїми функціями органи утворюють **систему органів**. Так, язик входить до складу травної системи, а в людини, крім того, під час мовлення працює разом із органами дихання.



Рис. 2.1. Людина використовує язик під час харчування та мовлення (а); вуж досліджує язиком навколишні предмети (б); жаба хапає язиком здобич (в)

■ **2. «Конструювання» організму тварини.** Умови всередині організму завжди відрізняються від зовнішніх. Тіло людини оточене сухим прохолодним повітрям, а її внутрішні клітини розташовані у вологому й теплому середовищі. Тому тіло будь-якого організму відокремлене від довкілля **покривами** (*рис. 2.2*), наприклад, шкірою. Саме покриви допомагають підтримувати сталість **внутрішнього середовища**.

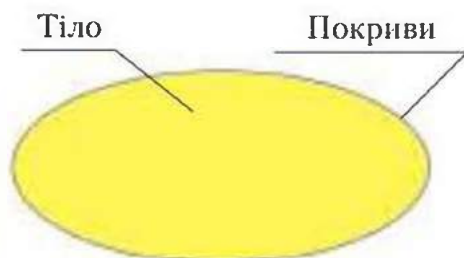


Рис. 2.2. Тіло умовної тварини та його покриви

Кожному організму потрібно жити. Як ви знаєте, тварини поглинають їжу шматочками. Для захоплення їжі вони зазвичай мають рот, а для її перетравлювання та засвоєння — шлунок, кишківник тощо. Неперетравлені рештки їжі потрібно виводити з організму.



У деяких тварин вони виводяться через рот, але в більшості — через анальний отвір. Ці органи є частинами **травної системи** (рис. 2.3).

Щоб знаходити їжу, тварини зазвичай пересуваються за допомогою кінцівок, плавців та інших **органів руху** (рис. 2.4). Малорухомі тварини мають рухливі органи, наприклад, щоб утворювати потік води, який принесе їм їжу. Будь-які рухи органів і всього тіла тварин відбуваються внаслідок скорочення **м'язів**. М'язам потрібна опора: скелет, черепашка, пружні покриви, внутрішні органи. М'язи та їх опора в тілі тварин утворюють **опорно-рухову систему** (рис. 2.4).

Для перероблення поживних речовин потрібен кисень. Дрібні тварини поглинають його всією поверхнею тіла, великі — мають органи **дихальної системи (системи газообміну)**: зябра, легені тощо (рис. 2.5).

При переробленні їжі утворюються відходи (зайві продукти обміну речовин). Вуглекислий газ і деякі інші сполуки можуть виділятися через органи дихання. Однак більшість відходів виводиться спеціальними органами (наприклад, нирками), які входять до складу **видільної системи** (рис. 2.5).

Що пов'язує між собою різні системи органів? За переміщення речовин між різними органами відповідає **транспортна система** (рис. 2.6). Це система порожнин, якими тече транспортна рідина; її може рухати особливий орган — серце.

Як організм тварин «спілкується» з навколишнім середовищем? Щоб знаходити їжу або відчувати загрозу,



Рис. 2.3. Травна система умовної тварини

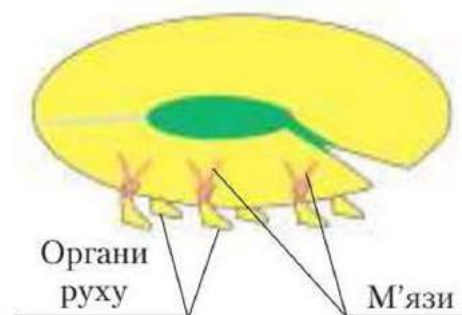


Рис. 2.4. Опорно-рухова система умовної тварини



Рис. 2.5. Дихальна та видільна системи умовної тварини

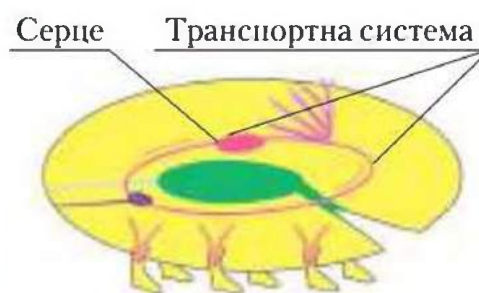


Рис. 2.6. Транспортна система умовної тварини



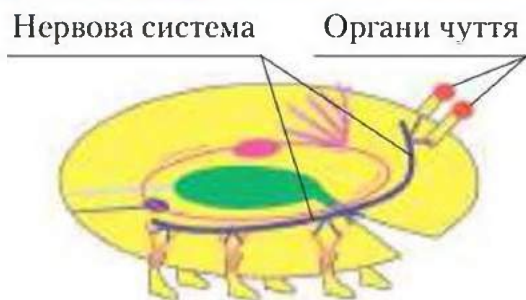


Рис. 2.7. Органи чуття та нервова система умовної тварини

Залози внутрішньої секреції та органи імунної системи

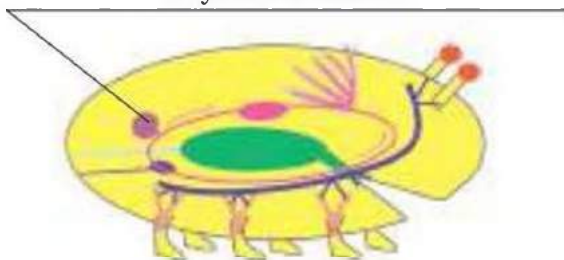


Рис. 2.8. Ендокринна й імунна системи умовної тварини

Статева залоза

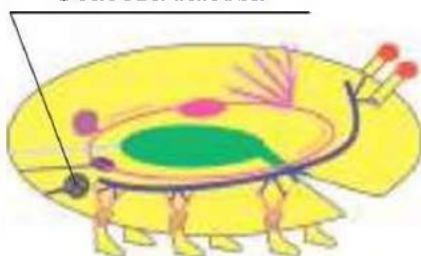


Рис. 2.9. Репродуктивна система умовної тварини

потрібні **органи чуття**. Це органи дотику, зору, нюху тощо (рис. 2.7). Аби діяти відповідно до обставин, необхідно розшифровувати їх сигнали й узгоджувати з ними роботу інших органів. Це функція **нервової системи** (рис. 2.7). Усвідомлення вами цього тексту також є прикладом роботи цієї системи.

Разом із нервовою працює **ендокринна система** (рис. 2.8), яка керує більш тривалими реакціями організму. До її складу входять **залози внутрішньої секреції**, які виділяють у внутрішнє середовище організму речовини, що впливають на роботу різних органів. А захист організму від чужорідних впливів (наприклад, інфекційних хвороб) забезпечує **імунна (захисна) система** (рис. 2.8).

Якою б досконалою не була особина, колись її життя закінчиться. Тому найважливішою особливістю всіх живих істот є їхня здатність до розмноження, яку забезпечує **репродуктивна система** (репродукція — це відтворення) (рис. 2.9). Тварини мають **статеві залози**, які завдяки протокам поєднані із зовнішнім середовищем.

Чи однаково побудовані й поєднані системи органів у різних тварин? Ні. Різні тварини відрізняються за **планом будови**, тобто характером розташування та зв'язку їхніх органів. Тим цікавіше знаходити подібні ознаки в будові несхожих тварин!

■ Кожен організм виконує основні життєві функції — живлення, ріст, розвиток, розмноження, захист від небезпек, відповідає на зміни середовища. Багатоклітинні організми складаються з органів, які виконують певні функції. Пов'язані за своїми функціями органи утворюють системи органів.

■ Організм; функції організму й органів; орган; система органів.



1. Язик людини — короткий і м'язистий; язик змії — довгастиий і роздвоєний; язик жаби прикріплений у ротовій порожнині переднім кінцем. Які причини таких відмінностей?
2. Назвіть основні системи органів тваринного організму. Які органи людини, що належать до названих систем, вам відомі?
3. Чому рухливі організми зазвичай мають краще розвинені органи чуття та нервову систему, ніж ті, що прикріплені на одному місці?
- 4*. Чому деякі тварини не мають усіх названих у параграфі систем органів?

■ **3. Поняття про систему.** Слово *система* в перекладі з грецької означає «об'єднання», тобто щось, утворене з частин. Наприклад, до складу опорно-рухової системи людини входять скелет і м'язи. Її призначення — підтримувати форму та положення тіла й забезпечувати його рухи. Чи можуть ці функції виконувати окремі кістки або м'язи? Безумовно, ні. Адже для того щоб вони могли злагоджено працювати, кістки й м'язи мають бути певним чином пов'язані в єдине ціле.

Отже, **система** — це впорядковане ціле, що складається з частин, які пов'язані між собою.

Будь-які тіла довкола нас, і навіть Усесвіт, також є системами. Системою є і наші уявлення про природу. До речі, наукову класифікацію видів часто називають *системою організмів*. Описуючи якусь природну систему, ми можемо скласти систему математичних рівнянь — її математичну модель.

Давньогрецький учений *Арістотель* (рис. 2. 10) зазначав: *ціле більше від суми своїх частин*. Що він мав на увазі? Можна виокремити дві групи ознак системи. Одні з них є сумою ознак усіх частин системи. Інші виникають лише в цілісній системі внаслідок взаємного зв'язку її частин. Саме наявність таких властивостей дає підстави розглядати систему як єдине ціле. Наприклад, нервова система є сумою нервових клітин. Кількість поживних речовин, які потрібні для неї, є сумою потреб усіх клітин у її складі. Проте можливість керувати організмом, формувати психіку, а стосовно людини — і свідомість, існує лише в нервовій системі як єдиному цілому й відсутня на рівні окремих клітин.

Біологія загалом, і зоологія як її частина, вивчають складні природні системи. Щоб зрозуміти закономірності їх існування, учені розглядають не лише будову цих систем, а й історію їх виникнення та зв'язки із середовищем.

До речі, Арістотеля можна вважати «батьком» зоології — він першим зробив спробу системно викласти знання про тварин. У своїй роботі «Про частини тварин» учений описав деякі особливості їхньої будови, пристосованості до середовища існування та життєдіяльності. У цій же праці розроблена перша в історії класифікація тварин.



Рис. 2. 10. Арістотель (384–322 рр. до н. е.)



§ 3. Тканини і клітини

■ **1. Рівні будови організму.** Багато складних систем є багаторівневими. Розглянемо дещо далекий від зоології приклад.

Де ви живете? Ваша відповідь на це запитання залежатиме від її рівня. Можливо, ви назвете державу, а можливо, — район. Річ у тім, що держава поділена на області, ті — на райони, що складаються із земель окремих громад. Тож бачимо кілька **рівнів організації**. Ці рівні визначили люди, але багаторівневості можна було б навчитися й спостерігаючи за живими організмами.

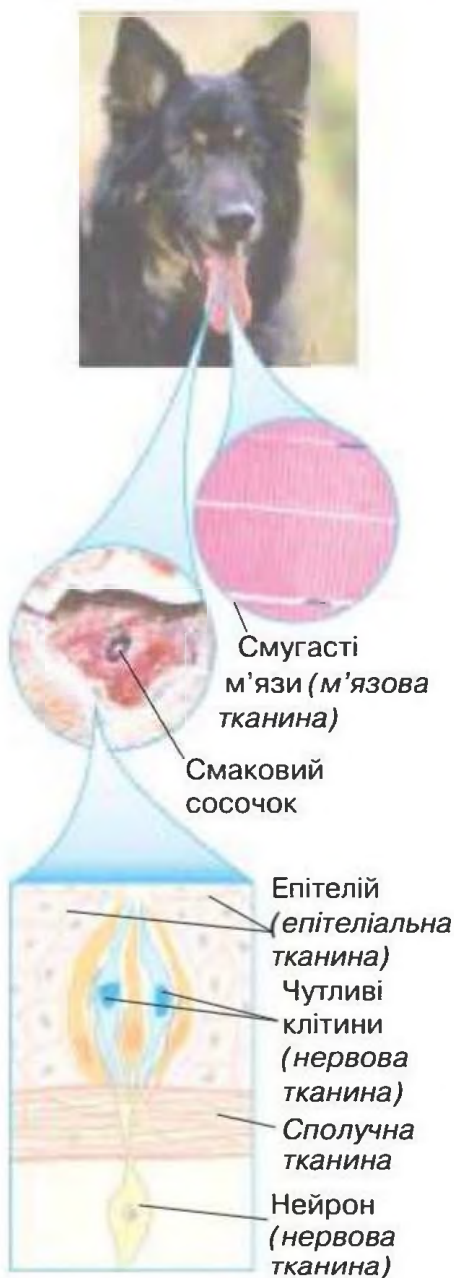


Рис. 3.1. Язик собаки як приклад багаторівневої організації

Повернемось до зоології. Язик собаки (рис. 3.1) має складну структуру, тобто є організованою системою. До його складу входять м'язи й смакові сосочки, що побудовані різними типами **тканин**. Тканини тварин, у свою чергу, складаються з **клітин і міжклітинної речовини** (середовища, яке утворюють самі клітини). Нові клітини утворюються завдяки розмноженню (поділу) існуючих клітин.

Рівні будови тваринного організму відповідають рівням у будові рослин, тобто: **організм — системи органів — окремі органи — тканини — клітини**.

Чи можна продовжити «вгору» або «вниз» цей перелік рівнів будови? Звичайно. Згадайте: організми є частинами популяцій, а до складу клітин входять органели.

2. Тканини тварин. Клітини тварин різноманітніші, ніж клітини інших груп організмів. Проте їх можна згрупувати в чотири групи (рис. 3.1, 3.2). Клітини **епітеліальних тканин** щільно прилягають одна до одної, утворюючи шари. Ці шари утворюють покриви тварин і вистилають їхні внутрішні порожнини, забезпечують захист організму й обмін речовин.



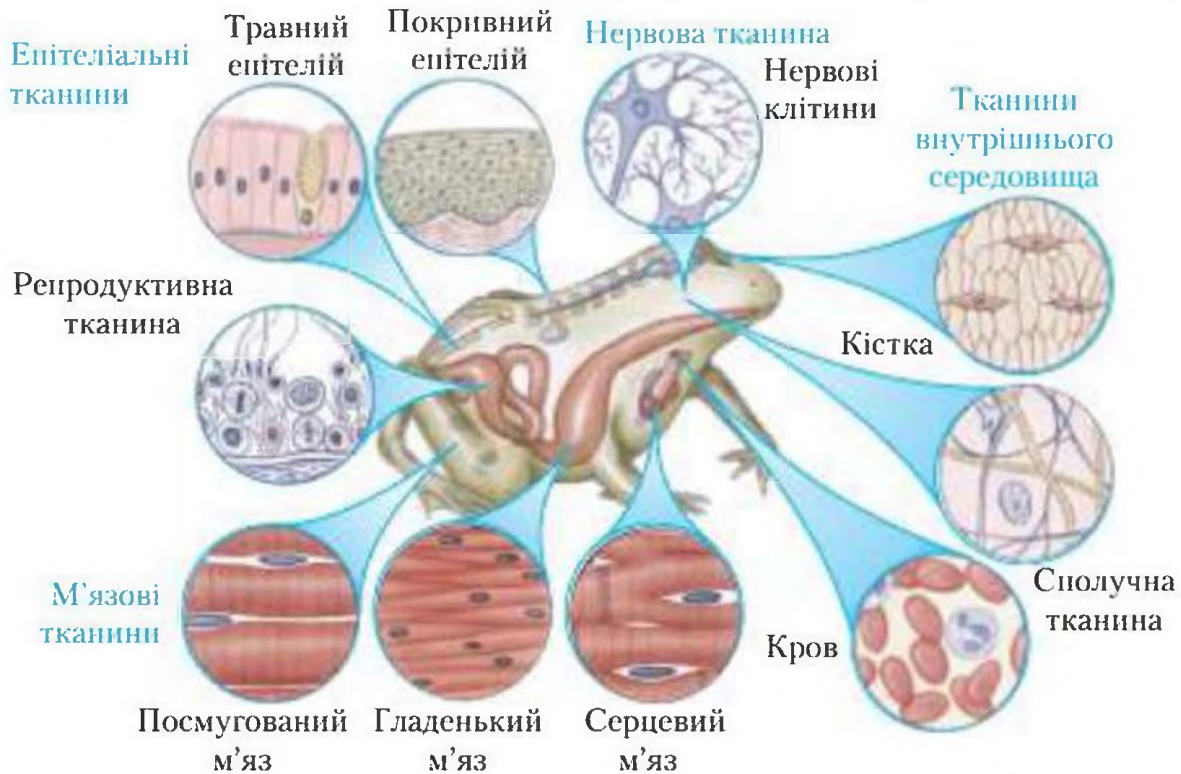


Рис. 3.2. Чотири основні групи тканин тварин (на прикладі жаби).
До кожної групи може належати багато різних тканин.

Клітини **тканин внутрішнього середовища** зазвичай розташовані в добре розвиненій міжклітинній речовині. До цих тканин належать кістка, хрящ, сполучна тканина й навіть кров. Вони забезпечують опору й захист тіла, транспортування речовин, живлення інших тканин тощо.

М'язові тканини забезпечують рухи. Вони складаються з витягнутих клітин, що здатні зменшувати довжину — скорочуватися. Скороченням м'язів керують клітини **нервової тканини**, яка є основою нервової системи та входить до складу органів чуття. Завдяки витягнутим відросткам нервові клітини поєднуються одна з одною і в мережі.

Які групи тканин входять до складу язика? Усі чотири. Основою язика є м'язи. Зовні язик укритий епітеліальною тканиною. Керують його рухами та беруть участь у розрізненні смаків клітини нервової тканини. Поживні речовини для тканин язика постачає кров, а сполучна тканина поєднує всі ці тканини в єдиний орган.

■ **3. Клітини тварин.** Клітина також є складною системою, що побудована з різних за своїми функціями частин. Пригадайте функції багатоклітинного організму (див. § 2): окремі складові тваринних клітин виконують подібні функції. Вони обмежують клітину, забезпечують рух, обмін речовин тощо. Клітинам тварин потрібний досконалий апарат керування їхнім життям. Цю функцію, як і в рослин і грибів (див. § 1), виконує **ядро клітини**.



Рис. 3.3. Схема будови тваринної клітини

Чим тваринна клітина відрізняється від рослинної? Як вам відомо, тварини — гетеротрофи. Вони не можуть використати світло для вироблення потрібних їм поживних речовин. Це пов'язано з тим, що, на відміну від рослин, у клітинах тварин немає хлоропластів (рис. 3.3), а також твердих клітинних оболонок, які мають рослини й гриби. Завдяки цьому клітини тварин можуть змінювати свою форму.

Ворухніть язиком. Які клітини змінювали при цьому свою форму? Форма клітин тварин здебільшого округла. Витягнута форма м'язових клітин є наслідком їх особливої функції — скорочення, що забезпечує рухи. Виключенням із цього правила є нервові клітини, що мають вірости, завдяки яким ці клітини утворюють мережі.

Ви можете уявити, що кожен із вас, усі інші відомі вам багатоклітинні тварини є найскладнішими поєднаннями багатьох тканин, котрі утворені безліччю окремих живих систем — клітин?

- Жива природа є багаторівневою за своєю будовою. Нижче за організменій рівень знаходяться рівні систем органів, окремих органів, тканин, клітин тощо. Тканини тварин утворені розташованими поруч подібними клітинами й речовинами, які ці клітини виділяють навколо себе.
- Рівні будови живих систем; тканини; клітини; епітеліальні, м'язові, нервові тканини; тканини внутрішнього середовища; ядро клітини.



- 1 Наведіть приклади відомих вам багаторівневих систем. Як ви вважаєте, чому вони побудовані саме так?
2. Клітини епітелію щільно притиснуті одна до одної; м'язові клітини витягнуті в тяжі; нервові клітини мають витягнуті вирости; клітини тканин внутрішнього середовища розкидані в міжклітинній речовині. Як ці особливості клітин пов'язані з функціями тканин, до складу яких вони входять?
- 3*. У тварин відомо чотири основні типи тканин і кілька десятків або сотень їх різновидів. Ці типи утворюють декілька сотень різновидів клітин. Завдяки чому з цієї кількості різновидів клітин і тканин може утворитися понад мільйон видів тварин?

■ **4. Походження еукаріотичних клітин.** Ви знаєте, що клітини можуть бути без'ядерними (**прокаріотичними**) та ядерними (**еукаріотичними**). Прокаріотичні клітини більш давні. А як виникли еукаріотичні клітини? Завдяки **ендосимбіозу**: взаємовигідному мешканню одних організмів усередині інших.

Ще на початку історії життя в ендосимбіоз вступали різні прокаріотичні (бактеріальні) клітини. Одні бактерії оселялись у клітинах інших бактерій, ставали їхніми ендосимбіонтами, а згодом перетворилися на органели, що вже не могли існувати окремо. Так виникли еукаріотичні клітини — клітини тварин, рослин і грибів. Предки рослин отримали ендосимбіонтів — ціанобактерій, нащадки яких перетворилися на хлоропласти. Ті організми, від яких походять тварини та гриби, відокремилися раніше й хлоропластів не отримали (рис. 3.4).

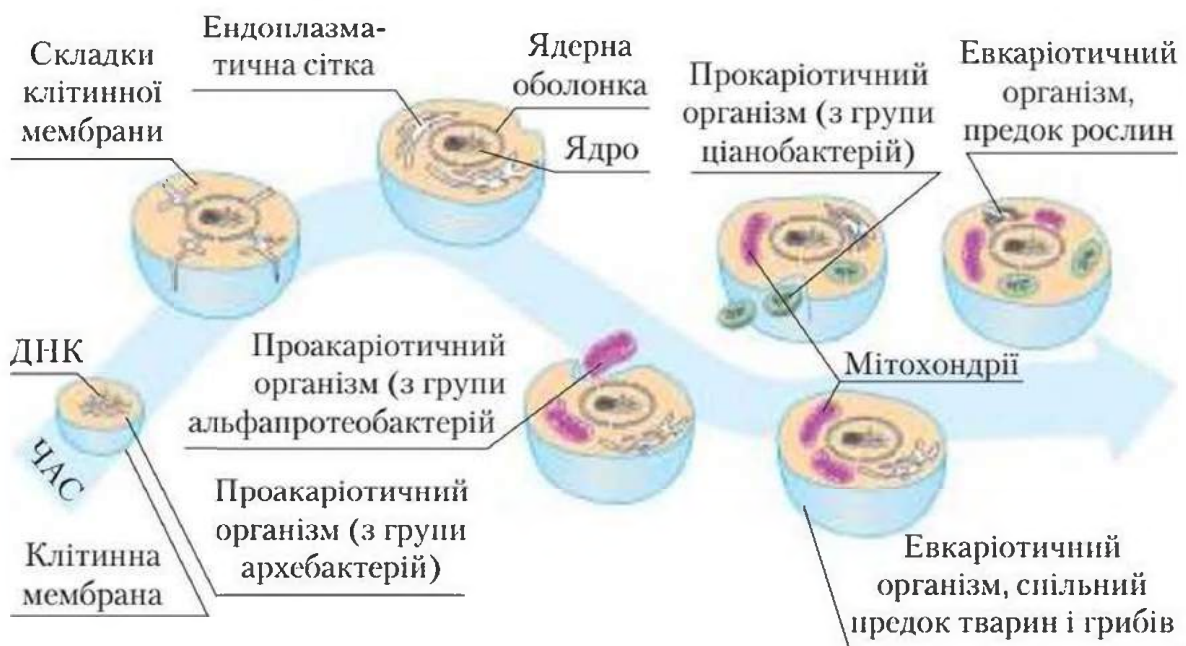


Рис. 3.4. Схема походження еукаріотичних (ядерних) клітин

§ 4. Еволюція тварин

■ **1. Пристосованість тварин до середовища.** Повернімося до нашого уявного ставка (див. форзац 1). Шуліка летить над водою, окунь очікує на здобич у воді, дощовий черв'як робить хід у ґрунті...

Чому ці тварини такі різні?

Ще давньогрецький учений Арістотель (с. 11, рис. 2.10) зрозумів, що тварини відповідають своєму середовищу. Крила шуліки відповідають властивостям повітря, плавці окуня — особливостям води, а витягнуте тіло черв'яка — щільності ґрунту. Ця відповідність дістала назву **пристосованість**.

Які середовища існування тварин зображені на малюнку ставка?

Існує чотири основні **середовища існування**. Ви легко назвете **наземно-повітряне**, **водне** та **ґрунтове** середовища. А четвертим є **інші організми**.

Чому відносно нечисленні основні середовища життя населені безліччю різних видів тварин? В одному середовищі можуть жити дуже різні тварини. Наприклад, у воді ставка живуть і окунь, і рачок дафнія, і жук-плавунець. Кожному виду тварин характерний свій **спосіб життя**, тобто свій характер взаємовідносин із середовищем свого існування.

■ **2. Пристосованість і різноманіття тварин — наслідок еволюції.**

Чому існує так багато видів тварин? Чому вони такі різні? Згадайте: усі тварини є родичами й мають спільних предків. Усі види живих організмів і їхні групи — наслідок **еволюції**, історичного розвитку живого світу. Ознайомимося з кількома особливостями еволюції.

1. Хід еволюції нагадує гілкування дерева (рис. 4.1): еволюційні лінії, що поєднують предків і їхніх нащадків, розгалужуються, відходячи від спільного стовбура.

2. Еволюційний процес є дуже тривалим. Так, останній спільний предок людини й шимпанзе (наших найближчих сучасних родичів) жив майже 6 млн років тому! З часом еволюційні лінії його нащадків розділилися на дві гілки, представники яких пристосувалися до різних способів життя.

3. Еволюція робить види більш пристосованими до середовища їхнього існування й дозволяє кожному з них опанувати нове місце-перебування. Так, перші ссавці були невеликими лісовими тваринами, які живилися комахами (рис. 4.1). Серед їхніх нащадків — і кити, що перейшли до життя в океані, і білі ведмеді, які пристосувалися до життя в Арктиці, і люди, які заселили Землю та змогли вийти навіть у космос.



4. Еволюція часто зумовлює виникнення складніших, більш досконалих тварин. Але навіть дуже «прости» організми, які добре пристосувалися до певного способу життя, продовжують існувати поруч із більш досконалими. Якщо вони нагадують своїх дуже давніх предків, їх можна назвати **архаїчними**, тобто такими, що мають ознаки давнини. Представників «молодих» груп, яким властиві ознаки, що виникли відносно недавно, можна називати **еволюційно просунутими**. Наприклад, однопрохідні (до яких належить качконіс) є архаїчною групою звірів, а примати (до яких належать людина й різноманітні мавпи) — еволюційно просунутою (рис. 4.1).

■ **3. Як вивчають еволюцію?** Установити походження певної групи тварин зазвичай дуже складно, але це необхідно для розуміння особливостей еволюції. **Як дізнаються, що одна група тварин походить**

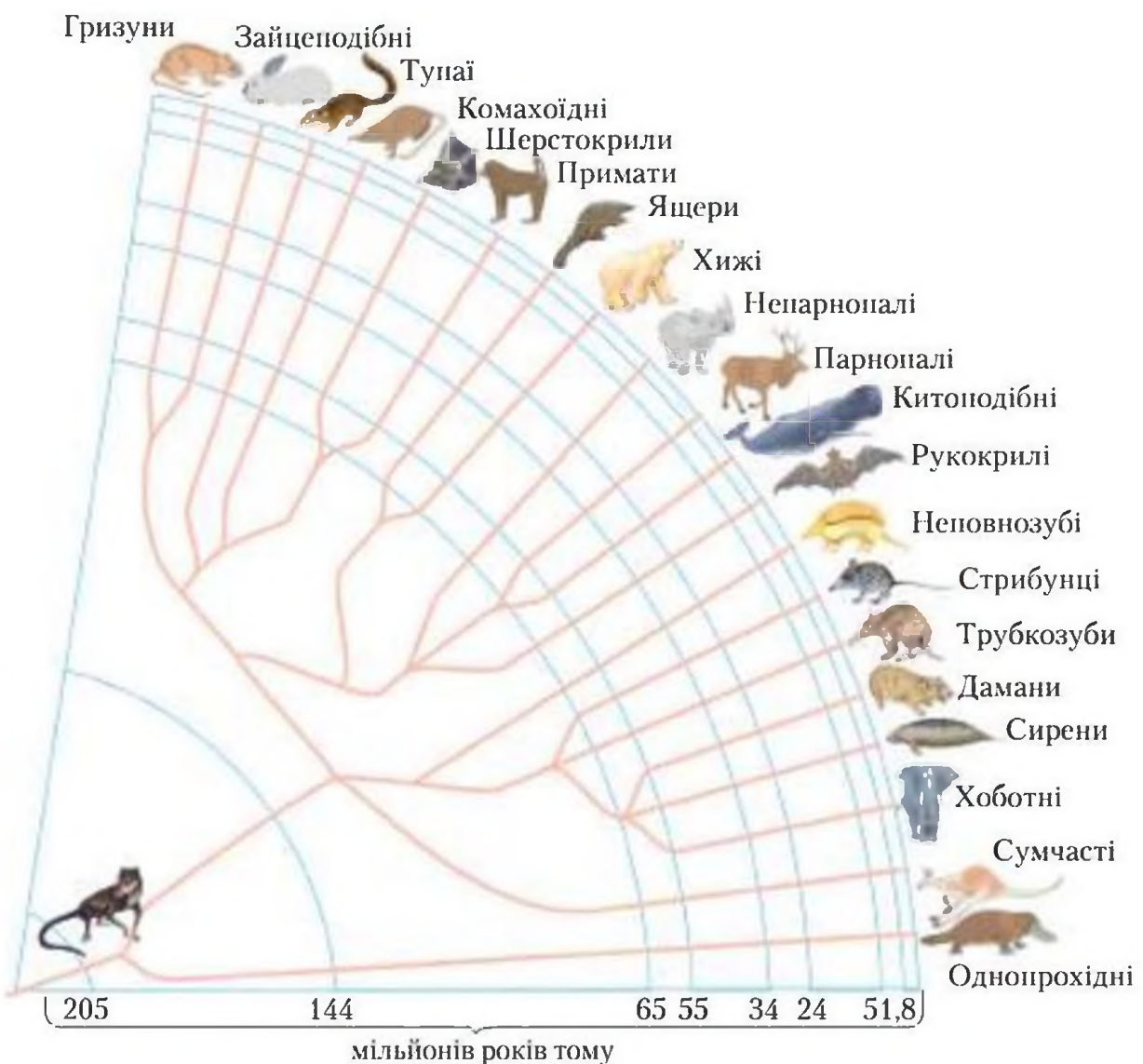


Рис. 4.1. Такими шляхами, за сучасними уявленнями, відбувалась еволюція ссавців.



від якоїсь іншої? Еволюцію неможливо спостерігати особисто, бо триває вона впродовж великих проміжків часу. Про шляхи еволюції дізнаються, вивчаючи її сліди й наслідки.

Сліди еволюції зберігає Земля. Протягом існування нашої планети на дні водойм накопичувалися мул, мінерали, рештки організмів, з яких утворювались осадові гірські породи. За розташуванням осадових порід можна встановити послідовність їх утворення: більш давні породи зазвичай залягають нижче від молодших. Вивчаючи послідовність і склад осадових порід, учені поділили історію Землі на окремі періоди, установили їх тривалість і послідовність. В осадових породах різного віку знаходять викопні рештки різних живих істот. Їх вивчення дає змогу встановити історію змін останніх.

Наслідком еволюції є те, що споріднені групи тварин, як правило, більш подібні, ніж ті, що не є родичами. Вивчаючи будову тварин й особливості їхнього розвитку, можна визначити споріднені види й установити зміни, що з ними відбулися в процесі еволюції. Важливим джерелом знань про еволюцію є також відомості про поширення тварин поверхнею Землі.

■ **4. Як молекули свідчать про еволюцію?** Ви, мабуть, знаєте, що найважливішими речовинами в складі живих організмів є **білки**. Саме вони відповідають за перетворення речовин, які відбуваються в організмі тварини. Білки — велетні серед інших молекул. За будовою вони нагадують ланцюг з окремих складових. Будь-яка клітина будує свої білки за програмою, що міститься в молекулах **ДНК** (*дезоксирибонуклеїнової кислоти*). Молекули ДНК ще більші, ніж білки. Це ніби ланцюжки зі складових, які можна порівняти з літерами. Послідовністю цих «літер» у молекулі ДНК і закодовано склад білків будь-якого організму (рис. 4.2).

Одним із наслідків еволюції є те, що послідовності ДНК (а отже, і білків) змінюються. У родичів ці послідовності більш подібні, ніж у далеких один від одного організмів. Завдяки сучасним методам молекулярної біології можна прочитати ці послідовності й дізнатися про те, як відбувалася еволюція.



Рис. 4.2. Причинно-наслідковий ланцюжок, що зумовлює особливості організмів.



Цікаво, що вивчення шляхів еволюції завдяки дослідженню молекул у більшості випадків підтвердило висновки вчених, які вивчали будову, розвиток і поширення тварин. Утім, деякі результати виявилися несподіваними, й без вивчення молекул їх неможливо було б отримати (рис. 4.3).

Завдяки сучасним методам досліджень наші знання про еволюцію стали набагато детальнішими та надійнішими. Надалі ми не раз розповідатимемо, від яких предків походили ті чи інші тварини. Ці знання було отримано за допомогою всіх описаних у цьому параграфі способів.

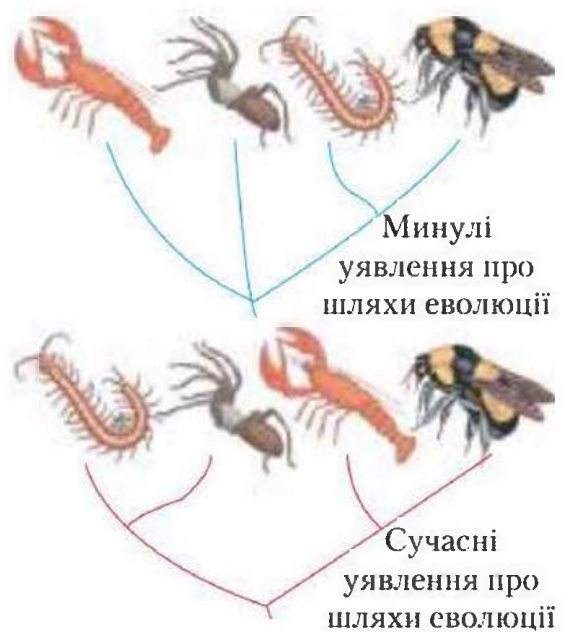


Рис. 4.3. Так змінилися уявлення вчених про шляхи еволюції та спорідненість цих груп тварин

■ Тварини пристосовані до свого способу життя в певному середовищі. Існує чотири основні середовища існування: наземно-повітряне, водне, ґрунтове та інші організми. Пристосованість і різноманітність тварин є наслідком еволюції — історичного розвитку живого світу. Хід еволюції вивчають, використовуючи дані різних наук, наприклад, порівнюючи послідовності складових у молекулах ДНК різних видів тварин.

■ *Пристосованість; середовище; спосіб життя; еволюція; осадові гірські породи; архаїчні й еволюційно просунуті групи тварин; білки; ДНК.*

1. Які вам відомі джерела знань про еволюцію? Опишіть їх значення.
2. Розгляньте малюнок 4.1 і зробіть припущення, коли приблизно жили останні спільні предки китоподібних і парнопалих. А коли — предки китоподібних і непарнопалих? Китоподібних і гризунів?
3. Який шар осадових порід у непорушеній геологічній послідовності розташований вище: той, у якому залишилися рештки останнього предка усіх звірів, чи той, у якому можна знайти рештки останнього спільного предка людини та шимпанзе?
4. Черви виникли раніше, ніж звірі. Порівнюючи ці групи, яку з них можна назвати архаїчною, а яку — еволюційно просунутою?
- 5*. Чому еволюційні зміни організмів відображаються в складі їхньої ДНК? Як вивчення молекул допомагає встановлювати хід еволюції?
- 6*. Як ви думаєте, навіщо людині вивчати еволюцію тварин? Підтвердьте свою відповідь прикладами.



■ **5. Суперечки про еволюцію.** Ми сказали, що види тварин виникли внаслідок еволюції. Чи є це твердження спробою спростувати віру в Бога? Ні. Наука й віра ніби лежать у різних «площинах». На відміну від віри, яка не потребує доказів, наукові узагальнення можна довести або спростувати. Незалежно від того, є ви атеїстами чи віруючими, ви можете довіряти науці у вивченні еволюції.

Колись віруючим здавалося, що відкриття фізичних законів руху було спробою «скасувати» Бога. «Якщо не Бог, то хто забезпечує рух кинутого каменя?» — запитували вони. Тепер кожен школяр може відповісти на це запитання та пояснити явище інерції. З пізнанням світу в минуле відійдуть і суперечки про те, чи відбувалася еволюція.

На запитання, чи відбувається еволюція, наука має чітку відповідь. Еволюція — беззаперечно доведений факт. Чимало відомо про її механізми. Так, зрозуміло, що головним «двигуном» еволюції є **природний добір** — виживання та розмноження більш пристосованих особин. Однак залишилося ще багато загадок, і з розвитком науки наші уявлення про механізм еволюції можуть дещо змінюватися.

Тривають суперечки щодо питання про походження людини, хоча й про це науковцям відомо вже дуже багато. До цього часу деяким людям важко повірити в те, що еволюційні шляхи людини та сучасних мавп розійшлися зовсім нещодавно (за еволюційними вимірами). Але підстав для такої недовіри вже не залишилося. Це не означає, що вчені можуть знайти якусь кістку напівмавпи-напівлюдини й визначити, чи є вона нашою «бабусею». Проте ми знаємо чимало видів вимерлих мавп і людей, що утворюють послідовні ряди, один з яких веде до сучасної людини. Ми знаємо, як змінювалися в часі наші предки й можемо припускати, якими причинами це зумовлено. Ця проблема — одна з найцікавіших у всій науці.

Декому й досі здається, що спорідненість з іншими тваринами (зокрема з мавпами) є чимось принизливим. Такі люди відмовляються вірити науковим даним про походження людини. Насправді і наш вид, і будь-який інший вид тварин — справжні шедеври еволюції. Нам не треба соромитися власної природи й не слід нехтувати іншими тваринами. Усі вони — наші чудові родичі (рис. 4.4)!



Рис. 4.4. Усі тварини як наші більшою або меншою мірою близькі родичі заслуговують на нашу увагу й співчуття



Тема 1

РІЗНОМАНІТНІСТЬ ТВАРИН

§ 5. Класифікація тварин

■ **1. Види тварин.** *Вам уже відоме поняття «вид». Поясніть його значення.* Вид — це основна одиниця біологічної **класифікації** та певний етап еволюції. Це одне з найскладніших понять у біології. Фахівці й дотепер сперечаються, які групи тварин є видами, а які — ні. Узагальненого визначення виду, що відповідало б усім відомим у біології істотам, зокрема й тваринам, не існує. Назвемо кілька особливостей, що характерні для багатьох видів.

Морські птахи, які мандрують просторами океану, збираються на пташині базари. Особини одного виду впізнають одна одну за характерними ознаками. Птахи одного виду створюють пари, будують гнізда, висиджують і виховують пташенят. Таким чином, особини одного виду відтворюються сумісно.

Більшість видів не заселяє всю нашу планету, а живе лише в певних регіонах — у своєму **ареалі**. Так, у різних регіонах України мешкають три



Рис. 5.1. Ареали (регіони поширення) трьох зовнішньо подібних видів тритонів в Україні

подібні види тритонів. Розрізнити їх може лише фахівець. Однак знаючи, де вони трапилися, визначити вид кожного зовсім не складно (рис. 5.1).

Ми використовуватимемо таке визначення: **вид** — це сукупність подібних істот, яка відрізняється від інших таких сукупностей, населяє певну частину земної поверхні та підтримує своє існування шляхом розмноження існуючих особин.

■ **2. Як класифікують тварин?** Різноманіття тварин не хаотичне: подібні один до одного види утворюють певні **групи**. Щоб упорядкувати це різноманіття, у зоології використовують багаторівневу класифікацію, подібну до тієї, яка використовується в ботаніці.

Чи бачили ви зелених жаб, які сидять на березі водойм і в разі небезпеки стрибають у воду? Серед них є два досить подібні **види** — озерні й ставкові жаби. Вони належать до одного **роду** (рис. 5.2). Бурі жаби, що приходять до водойм лише навесні, а влітку живуть у вологих місцях, належать до іншого роду тієї самої **родини**.

Ропухи — наземні тварини з бугристою шкірою. Вони належать до іншої родини. Але і жаби, і ропухи, і інші подібні до них тварини об'єднуються в одному **ряді** Безхвості амфібії. Продовжимо? Жаб і тритонів поєднує **клас** Амфібії. Жаб, гав і людей — **тип** Хордові. І на-самкінець, жаби, люди, бабки та черви належать до **царства** Тварини. Чим вищим є рівень групи, тим більше можуть відрізнятися види, які належать до її складу.

Крім основних систематичних груп (рис. 5.3), використовують також додаткові: підвиди, надродини, надряди, підцарства тощо. До речі, деякі систематичні групи в зоології називають інакше, ніж у ботаніці.

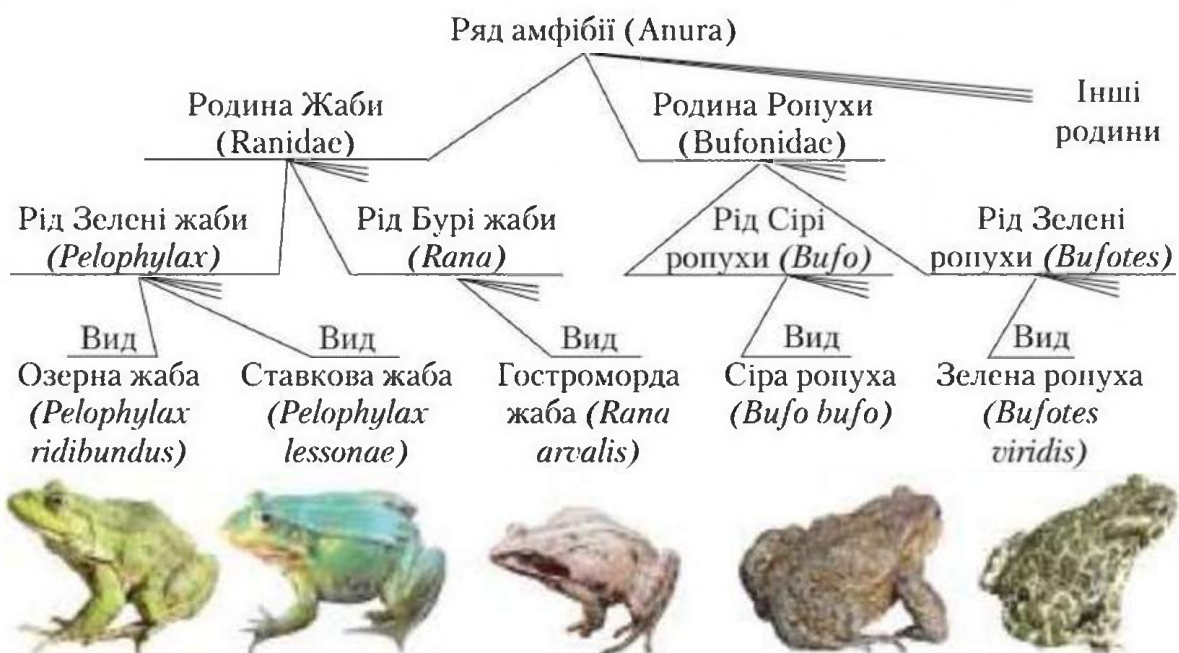


Рис. 5.2. Класифікація кількох видів безхвостих амфібій, поширених в Україні



Так, ряду в зоології відповідає порядок у ботаніці, а типу — відділ.

■ **3. Наукові назви тварин.** Будь-який вид має наукову назву латинською мовою, що відповідає чітким правилам, які встановлені Міжнародною комісією із зоологічних назв. *Чому потрібно дотримуватися правил, за якими називають види й інші систематичні групи тварин?*

Назва виду латиною складається з двох слів (рис. 5.1, 5.2). Перше — це родове ім'я (його завжди пишуть з великої букви). Воно однакове для всіх видів, що належать до одного виду. Друге слово — видовий епітет (його завжди пишуть з малої букви).

Назви іншими мовами, зокрема українською, можуть утворюватися інакше, ніж латиною. На них міжнародні правила не поширюються.

■ **4. Застосування назв зоологічних груп.** Назва будь-якої групи в зоологічній класифікації може використовуватися двома способами.

По-перше, вона може застосовуватися як власна назва: ім'я окремого об'єкта саме цієї групи (наприклад, тип Хордові належить до підцарства Багатоклітинні). Тобто назву групи слід уживати в називному відмінку, писати з великої букви та вказувати перед нею рівень цієї групи. Наприклад: «Родина Жаби належить до ряду Безхвості амфібії» (рис. 5.2).

По-друге, ці слова можуть застосовуватись як загальні назви, уживатися для позначення всіх тварин, що входять до певної групи. У такому разі назву групи тварин пишуть з малої букви й відмінюють за загальними правилами. Порівняйте: «Жаби, як і ропухи, належать до безхвостих». У першому прикладі ми мали на увазі одиничні, неповторні групи, у другому — усіх тварин, які до них належать.

■ Вид — це сукупність подібних істот, яка відрізняється від інших таких сукупностей, населяє певну частину земної поверхні та підтримує своє існування шляхом розмноження існуючих особин. У зоології застосовують такі систематичні групи: вид, рід, родина, ряд, клас, тип. Наукові назви тварин складаються з двох слів: назви роду й назви виду. Назви груп тварин можуть уживатися як власні та як загальні назви.

■ *Ареал; класифікація; група; вид; рід; родина; ряд; клас; тип.*

1. Наведіть приклади відомих вам видів тварин. Доведіть, що ці сукупності тварин є видами.
2. Порівняйте правила, за якими побудовані системи тварин і рослин. Чи подібні ці правила? Укажіть на відомі вам відмінності.

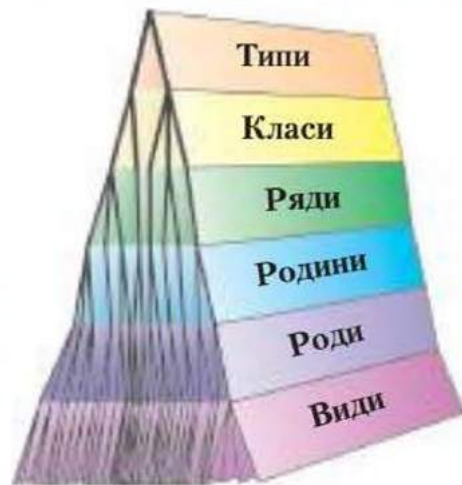


Рис. 5.3. Основні систематичні групи, прийняті в зоології



Рис. 5.4.

3. У тексті параграфу визначено систематичне положення озерної жаби. Користуючись цим прикладом, доведіть, що чим вищим є рівень систематичної групи, тим більше можуть відрізнятися види, які входять до її складу.
4. Розгляньте *рисунок 5.4* й укажіть, які з двох риб належать до одного ряду (і навіть до однієї родини), а яка — до іншого. Поясніть, завдяки чому ви можете виконати це завдання, навіть не знаючи, що це за риби.
- 5*. Як ви думаєте, чому визначення виду, що вичерпно характеризує одні групи тварин, може бути неприйнятним для інших видів живих істот?

■ **5. Повні назви зоологічних видів.** Часто стверджують, що бінарну номенклатуру (правило називати кожний вид родовим і видовим ім'ям) запропонував видатний шведський учений XVIII ст. *Карл Лінней* (рис. 5.5). Це не зовсім так: її застосовували й до К. Ліннея, але саме він зробив уживання цієї номенклатури загальним правилом, запропонувавши назви всім описаним ним видам. До повної латинської назви виду входить також прізвище вченого, який його описав, і рік оприлюднення цього опису. Завдяки цьому прізвища вчених, які описують нові види, навечно зберігаються в їх назвах. Так, міжнародна назва сірої ропухи — *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758). За правилами зоологічної номенклатури, узяті в дужки прізвище автора опису свідчить про те, що в цьому випадку він описав цей вид у складі іншого роду (роду *Rana*). До речі, як ви бачите, назву виду подають *нахиленим шрифтом (курсивом)*, а прізвище автора опису виду й рік опису — *прямим*.



Рис. 5.5. Карл Лінней (1707—1778)

У зоологічних працях при повторному згадуванні певного виду можна скорочувати родові ім'я до однієї літери. Крім того, часто скорочують прізвища відомих зоологів. До однієї літери скорочується лише прізвище К. Ліннея — L. Отже, згадуючи сіру ропуху вдруге та скорочуючи ім'я автора опису, ми можемо назвати її так: *B. bufo* (L., 1758).

Описуючи новий вид, зоолог має вказати типовий екземпляр, що є носієм назви виду. Історики біології встановили, що типовим екземпляром виду *Homo sapiens* Linnaeus, 1758, тобто виду Людина розумна, Карл Лінней уважав самого себе!



§ 6. Гідра — представник двошарових тварин

■ **1. Походження багатоклітинних тварин.** Ви вже знаєте про найпростіших — амеб, інфузорій і подібних до них істот, тіло яких складається з однієї клітини. Багатоклітинні тварини пішли від найпростіших. Це відбулося дуже давно: в осадових геологічних породах, що утворилися 600 млн років тому, виявлені рештки багатоклітинних тварин.

Як утворилися багатоклітинні організми, зокрема тварини? Порівняємо два припущення. Згідно з першим, багатоклітинні організми утворилися зі скупчення одноклітинних, які зібралися в одному місці. Згідно з другим, їхніми предками були колонії одноклітинних: групи клітин, що утворилися внаслідок поділу однієї клітини, але не відокремилися одна від одної.

Правильним є друге припущення. Різні за походженням клітини в сукупності будуть змагатися одна з одною за можливість лишити нащадків. Клітини-сестри можуть передати функцію розмноження лише деяким із них. До речі, і тепер організми багатоклітинних тварин, і людини в тому числі, розвиваються з однієї клітини.

Із сучасних тварин найбільш архаїчними (див. § 4), такими, що нагадують перших багатоклітинних, є **двошарові тварини**, чие тіло складається із зовнішнього та внутрішнього шарів клітин. Найчисленнішою групою двошарових тварин є **тип Кишководопорожнинні**. Більшість із відомих 10 тис. видів кишководорожнинних мешкає у солоних водах морів і лише 20 — у прісній воді. Одного представника цього типу бачимо й у нашому умовному ставку (*форзац 1*). Це — звичайна гідра.

■ **2. Багатощупальцеві «страховиська».** *Гідри* — напівпрозорі прісноводні тварини довжиною від кількох міліметрів до двох сантиметрів. Запозичену з давньогрецької міфології назву (*рис. 6.1*) вони отримали за дивовижну здатність до відновлення втрачених частин тіла — **регенерації**. Якщо гідру розрізати, кожен шматочок може розвинути-ся в цілісний організм (*рис. 6.2*)!



Рис. 6.1. Геракл і Лернейська гідра. У цієї міфічної істоти замість відрубаної голови виростала нова. Сучасною мовою це явище можна назвати *регенерацією*.



Рис. 6.2. Гідра, з відокремленої частини якої регенерувалася нова особина.





Рис. 6.3. П'ять етапів руху гідри (зліва направо), що суміщені на одному кадрі



Рис. 6.4. Гідра полює на дафній (дрібних ракоподібних): одна з них — паралізована жалкіми клітинами щупальця, ще дві помітні вже в травній порожнині.

Гідра — хижак, тіло якого за формою нагадує витягнутий мішок із щупальцями. Ногою гідра прикріплена до якоїсь поверхні, а її щупальця, якщо вона чатує на здобич, розставлені врізнобіч. Іноді гідра своєрідно «крокує» (рис. 6.3). Якщо до щупальця доторкнеться дрібна тварина (рис. 6.4), щупальце знерухомлює її уколами **жалких клітин** (рис. 6.5, 6.6). Ці клітини із силою викидають отруйні нитки. Щупальця зтягують жертву до травної порожнини через рот. Після перетравлення рештки здобичі будуть видалені також через рот.

Як усі кишковопорожнинні, гідра побудована з двох шарів клітин (рис. 6.5). У зовнішньому шарі переважають шкірно-мускульні клітини. Між ними, особливо щільно на щупальцях, розташовані жалкі клітини. Внутрішній шар складається із залозистих клітин, які виділяють у травну порожнину травний сік, і травно-мускульних клітин, що захоплюють й остаточно перетравлюють їжу. Травно-мускульні й шкірно-мускульні клітини мають мускульні відростки,

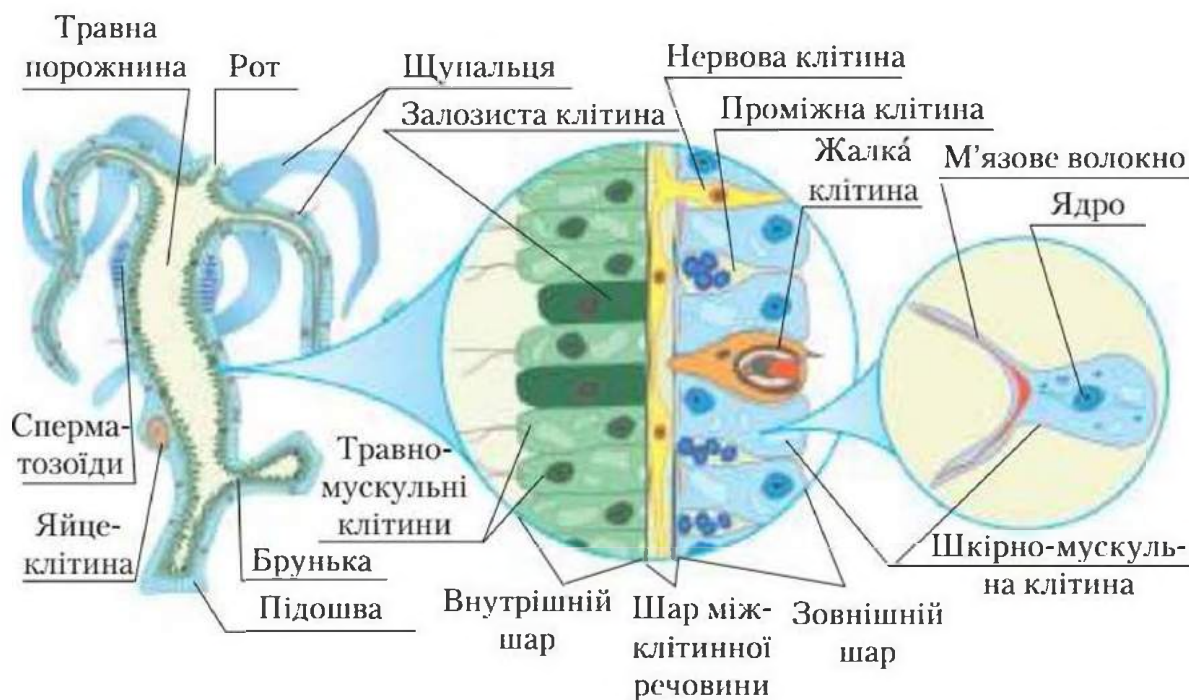


Рис. 6.5. Клітинна будова гідри



що забезпечують рухи гідри. Між ними розташовані дрібні проміжні клітини. Саме вони розвиваються в інші клітини при регенерації.

У стінці тіла гідри розташовані також нервові клітини, які поєднані відростками й утворюють нервову систему (рис. 6.7). Завдяки їй, відчувши коливання води або дотик великої тварини, гідра на певний час зіщулюється в маленьку грудочку.

Між зовнішнім і внутрішнім шарами тіла гідри міститься шар міжклітинної речовини з поодинокими клітинами.

Як пов'язана форма клітин гідри з функціями, які вони виконують? Відмінності типів клітин гідри є наслідком відмінностей між їх функціями. Розподіл функцій між клітинами посилює їх залежність одна від одної. Такі клітини не можуть вижити поодиноці.

■ **3. Розмноження гідри.** Улітку гідри здебільшого розмножуються брунькуванням. На тілі гідри з'являється відросток — *брунька*. На ній формуються всі необхідні органи (рис. 6.8), після чого брунька відокремлюється від тіла гідри й розпочинає самостійне життя.

Статеве розмноження гідри відбувається восени. У тілі гідри формуються статеві залози: жіночі — *яєчники*, у яких утворюються *яйцеклітини*, і чоловічі — *сім'яники*, де розвиваються *сперматозоїди*. Сперматозоїди виходять у воду крізь розрив стінки тіла, знаходять яйцеклітини й запліднюють їх. Унаслідок злиття двох статевих клітин утворюється *запліднене*



Рис. 6.6. Жалкі клітини: готова до «пострілу» (а), і така, що викинула нитку з отрутою (б)



Рис. 6.7. Нервова система гідри



Рис. 6.8. Розмноження гідри: особина з брунькою та яєчником



яйце — клітина, що утворить новий організм. Гідра восени гине, а оточене міцною оболонкою яйце зимує й навесні починає ділитися — з нього розвиватиметься нова гідра.

■ Багатоклітинні тварини виникли під час еволюції з колоній найпростіших. Найбільш архаїчними за своїми особливостями є двошарові тварини, до яких належить тип Кишквопорожнинні. Їх представником є гідра — невеликий хижак, що мешкає в прісних водоймах. Тіло гідри нагадує мішок із двох шарів клітин, які відрізняються за будовою та функціями. Розмножуються гідри двома способами: улітку здебільшого брунькуванням, а восени — статевим способом.

■ *Двошарові тварини; зовнішній і внутрішній шари тіла; регенерація; яєчники; яйцеклітини; сім'яники; сперматозоїди.*

-
1. Як виникли багатоклітинні тварини під час еволюції? Як вони розвиваються під час індивідуального розвитку?
 2. Чому клітини внутрішнього шару клітин відрізняються від клітин зовнішнього шару?
 3. Навіщо нервові клітини гідри з'єднані одна з одною та зі шкірно-мускульними й травно-мускульними клітинами?
 - 4*. До яких систем тваринного організму (див. § 2) належать відомі вам типи клітин гідри?

■ **4. Тип Губки.** Крім кишквопорожнинних, до двошарових тварин належать ще кілька типів. Найбільш архаїчними за своєю будовою є представники **типу Губки**. Це нерухомі келихоподібні тварини. Опорою тіла губки є голки, що розташовані в середині стінки тіла. Їх виробляють особливі клітини. У середині «келиха» є численні клітини з джгутиками, які забезпечують проходження струменя води крізь губку. Ці ж клітини поглинають поживні частки, що надходять з водою. Перетравлюючи їжу, клітини губки передають одна одній поживні речовини.

Голки туалетних губок, що мешкають у Середземному морі, складаються з еластичної речовини. Саме тому їх м'які скелети здавна використовували для підтримання особистої гігієни (рис. 6.9 б).

Більшість губок живе в морях (рис. 6.10), але бодяга (рис. 6.11) є мешканцем прісних вод (і нашого умовного ставка).

Губки відіграють важливу роль в очищенні води. На 1 г сухої ваги губок припадає 5 л профільтрованої за день води! За сприятливих умов для існування (вода потрібного складу з поживними частками, опора для прикріплення тощо) губки можуть укрити своїми тілами майже все дно водойми. На жаль, очищуючи воду для інших істот, губки гинуть від промислових забруднень.

Губки не стали предками інших багатоклітинних тварин. Спосіб життя губок не потребує вдосконалення їхньої будови.





Рис. 6.9. Збирання туалетних губок (а); використання туалетної губки (б)



Рис. 6.10. Морські губки різної форми



Рис. 6.11. Прісноводна губка бодяга

§ 7. Тип Кишквопорожнинні

■ **1. Поліпи й медузи.** Якщо ви були на Чорному чи Азовському морях, то, мабуть, бачили аурелію (рис. 7.1). Ця тварина, як і гідра, належить до типу Кишквопорожнинні. Тіло аурелії нагадує напівпрозорий купол діаметром 10–20 (до 40) см. Більша частина її тіла — шар міжклітинної речовини між зовнішнім і внутрішнім шарами клітин. На 97 % аурелія складається з води. Знизу в неї розташовані чотири ротові лопаті й чотири підковоподібні статеві залози. По краях її купола містяться дрібні щупальці. Вона — хижак, і на її щупальцях розташовані жалкі клітини (рис. 6.6). Аурелія плаває, ритмічно скорочуючи купол і виштовхуючи з-під нього воду.



Рис. 7.1. Медуза аурелія (вухата медуза)

Що спільного в будові гідри й аурелії?

Вони мають мішкоподібне тіло й рот між щупальцями (рис. 7.2). Аурелія — **медуза**, а гідра — **поліп**. Але подібність між поліпами й медузами на цьому не закінчується. Згадайте **чергування поколінь** у багатьох рослин: послідовну зміну статевого й нестатевого поколінь у їх життєвому циклі. Це явище спостерігається



Рис. 7.2. Схема будови поліпа (наприклад, гідри) та медузи (наприклад, аурелії)





Рис. 7.3. У життєвому циклі аурелій чергуються статеве розмноження медуз і нестатеве — поліпів

й у кишковопорожнинних (рис. 7.3). Від статевого розмноження медуз аурелій виникають непримітні поліпи. А ці поліпи завдяки нестатевому розмноженню відтворюють медуз! При цьому тіло поліпа перетворюється на стос маленьких пласких медуз, що з часом відокремлюються одна від одної!

Чи є стадія медузи в гідри? Гідра (і чимало інших поліпів) втратила стадію медузи, а деякі медузи втратили стадію поліпів.

■ **2. Колонії багатоклітинних організмів.** Вам уже відомо, що багатоклітинні тварини виникли під час еволюції з колоній одноклітинних організмів. На цьому еволюція не зупинилася: багатоклітинні тварини також можуть утворювати колонії.

Коралові поліпи — велика група морських поліпів, які не мають стадії медуз. Серед них є поодинокі й колоніальні. Так, колонії **м'яких коралів** схожі на розлогі гіллясті дерева (рис. 7.4), на «гілках» яких розташовані поліпи. Поживою, яку спіймав один поліп, живляться всі члени колонії. **Чи доцільно, що окремих поліпів віддає частину своєї здобичі іншим членам колонії?**

Чимало коралових поліпів утворюють навколо себе спільний скелет — захисну й опорну оболонку з твердої речовини. Наприклад, **благородні корали** (рис. 7.4), поширені в Середземному морі на глибині близько 100 м, мають дуже красивий скелет із червонястої речовини. У давнину траплялося, що мореплавці, піднімаючи якір, знаходили на ньому дивні корали. Їх зазвичай використовували як прикраси. Вироби з благородного корала цінуються й нині. На жаль, через забруднення води й надмірне видобування ці тварини майже зникли.



Рис. 7.4. Колоніальні корали: м'який (а); благородний (б); рифоутворювальний (в)





Рис. 7.5. Утворення коралового острова (атола)

■ **3. Коралові рифи.** Корали з вапняковим скелетом, що живуть великими колоніями, називаються *рифоутворювальними* (рис. 7.4). Кожен поліп оточує себе вапняною чашечкою, що з'єднується з чашечками інших членів колонії.

Рифоутворювальні корали ростуть тільки на невеликій глибині, тому типовим місцем розвитку рифів є мілководдя поблизу островів, де утворюється *береговий риф* (рис. 7.5). За мільйони років дно океану разом з островами може опускатися. У такому разі корали добудовують свої колонії до поверхні й береговий риф перетворюється на *бар'єрний*. Якщо острів зникає під водою, утворюється кільцеподібний *атол*.

У тканинах поліпів рифоутворювальних коралів живуть одноклітинні водорості. Поліп забезпечує водорість притулком і захистом, а вона сприяє живленню поліпа. Саме через потребу водоростей у світлі рифи не утворюються на великій глибині, де надто темно. Різноманітні водорості ростуть і на поверхні коралів, але тут їх з'їдають численні рослиноїдні тварини — риби, ракоподібні та ін. Без цих тварин водорості закрили б корали від світла!

■ Кишквопорожнинні мають форми медуз (які плавають у товщі води) та поліпів (прикріплених до опори). У багатьох кишквопорожнинних відбувається чергування поколінь: стадія поліпа (з нестатевим розмноженням) змінюється стадією медузи (зі статевим розмноженням). Коралові поліпи ведуть поодинокий спосіб життя або утворюють колонії. Деякі з них здатні утворювати коралові рифи.

■ *Медуза; поліп; чергування поколінь; колонії організмів; кораловий риф; атол.*

- 1. Як будова поліпа пов'язана з його прикріпленням способом життя, а будова медузи — з її здатністю до плавання?
2. Чим відрізняється життєвий цикл гідри від аурелії?
3. Як спосіб життя рифоутворювальних коралів впливає на географію?
4. Порівняйте колонії одноклітинних і багатоклітинних тварин.
- 5*. Порівняйте ендосимбіоз водоростей із рифоутворювальними коралами з появою ядерних клітин (див. пункт 4 і рис. 3.4 на с. 15).





Рис. 7.6. Фізалія (португальський кораблик)

■ **4. Португальський кораблик.** Над поверхню води підіймається наповнений газом яскравий міхур завдовжки 20–30 см. Над міхуром здіймається парус (складка). Це **фізалія**, представник ряду Сифонофори. Інакше її ще називають *португальським корабликом* (рис 7.6), на згадку про яскраво розмальовані військові вітрильники середньовічної Португалії.

Повертаючи міхур під різними кутами до вітру, фізалія змінює напрям свого руху. Від міхура відходять щупальці, що сягають 30 м завдовжки! Вони вкриті жалкими клітинами із

сильною отрутою, небезпечною навіть для людини. Проте існують риби, нечутливі до її отрути, які постійно живуть серед щупалець фізалії. Хоча фізалія й здається єдиним організмом, вона є колонією з багатьох поліпів, члени якої втратили свою індивідуальність і виконують лише певні функції, неоднакові для різних членів колонії.

■ **5. Класифікація кишковопорожнинних.** Тип Кишковопорожнинні, що налічує майже 10 000 видів, поділяють на три класи: **Гідроїдні** (майже 3000 видів), **Сцифоїдні медузи** (200 видів) і **Коралові поліпи**



Рис. 7.7. Актинія — поодинокий кораловий поліп

(понад 6000 видів). До гідроїдних, крім гідри, належить багато морських поліпів, у тому числі сифонофори (фізалія). У більшості представників цього класу чергуються стадії медузи та поліпа. Гідроїдні медузи здебільшого дрібні. У сцифоїдних переважає стадія медузи. Вони зазвичай значно крупніші за гідроїдні. У коралових поліпів стадія медузи відсутня. Більшість із них — колоніальні, часто мають міцний скелет. Існують і поодинокі безскелетні форми — *актинії* (рис. 7.7).

§ 8. Черви як представники тришарових тварин

■ **1. Тришарові тварини.** Ви вже знаєте, що тіло кишковопорожнинних складається з двох шарів клітин. Еволюційно більш просунутими є тришарові тварини, у яких між зовнішнім і внутрішнім шаром клітин з'являється проміжний шар. Із нього розвивається більшість внутрішніх органів *тришарових тварин*. Таким чином, ці тварини мають набагато складнішу будову, ніж двошарові.



Як ви розумієте твердження про те, що людина належить до тришарових тварин? Це означає, що під час зародкового розвитку органи людини розвиваються з трьох шарів клітин.

Першими тришаровими тваринами були представники численної групи червів, що поділяється на кілька типів і багато класів. Ми розглянемо представників трьох типів червів: Плоскі черви, Круглі черви та Кільчасті черви.

■ **2. Молочно-біла планарія.** Щоб знайти планарію, треба відігнути листя очерету або іншої рослини прісних водойм. **Планарія** — невелика водна тварина, що належить до типу **Плоскі черви** (рис. 8.1). Тварина має сплющене тіло, поверхня якого вкрита численними війками. Завдяки війкам планарія повзає, ковзаючи шаром слизу, який вона виділяє. Спереду в неї — голова, на якій, якщо придивитися, можна побачити дві темні плями — очі. Планарія плаває, вигинаючи тіло. Для цього вона використовує м'язи, шари яких тягнуться в різних напрямках під покривами. М'язи спираються на пухку тканину, що заповнює тіло планарії. Пухка тканина та м'язи утворюються із проміжного шару клітин.



Рис. 8.1. Молочно-біла планарія — хижак, завдовжки не більше 2,5 см



Рис. 8.2. Ценорабдітіс — один із кращих об'єктів для дослідження спадковості

Ковзаючи водними рослинами, планарія розшукує свою здобич — дрібних тварин. Рот планарії міститься на нижній, черевній поверхні її тіла. Якщо вона знайде здобич, то з'їсть її за допомогою мускулястої глотки, що вивертається з рота назовні. Розгалужений кишковик розподілить поживні речовини по тілу хижака. Неперетравлені рештки їжі будуть викинуті назовні через рот. Планарії розмножуються статевим способом; кожна особина виробляє і сперматозоїди, і яйцеклітини.

■ **3. Ценорабдітіс.** Якщо ретельно дослідити вміст компостної купи або ями для гнилих фруктів, можна побачити невеликого, близько 1 мм, черва (рис. 8.2). Це — **ценорабдітіс**, він є представником типу **Круглі черви**. Ценорабдітіс живиться бактеріями, які розкладають рослинні залишки.

Тіло цієї тварини вкрите міцною та гнучкою оболонкою. Усередині її — заповнена рідиною порожнина з внутрішніми органами. Їжа по-



трапляє в травну систему ценорабдітиса через рот, що розташований у передній частині його тіла. Неперетравлені залишки виводяться через анальний отвір, що міститься в задній частині тіла. Ценорабдітиса дуже легко утримувати в штучних умовах, тому він є однією з поширених лабораторних тварин. Це — перший вид тварин, у яких повністю розшифрували всю сукупність спадкової інформації.

■ **4. Нереїс.** На мулистих мілководдях Чорного й Азовського морів можна побачити *нереїса* (рис. 8.3). Тіло цього черв'яка складається із **сегментів** — подібних одна до одної повторюваних ділянок. Це характерна ознака представників типу *Кільчасті черви*.

Майже все життя нереїс риється в мулі, розгрибаючи його боковими виростами зі щетинками, що є на кожному сегменті. У певний час самці й самки спливають на поверхню для розмноження, а потім гинуть. Нереїси — цінний корм для риб. У середині минулого століття нереїсів з Азовського моря штучно вселили до Каспійського, щоб збільшити кількість корму для осетрів. Нереїси на Каспії прижилися, однак осетрів, через вилов бракон'єрами, не побільшало.

■ **5. Дощовий черв'як.** Найчастіше ми спостерігаємо цих черв'яків після дощу, коли вода заливає їхні підземні ходи. За таких умов у воді, яка просочує ґрунт, відчувається нестача кисню, і черви виходять на поверхню, щоб не задихнутися. Це також представники типу *Кільчасті черви* (рис. 8.4).



Рис. 8.3. Нереїс — морський кільчастий черв, що живиться водоростями



Рис. 8.4. Дощовий черв'як, їжею якого є залишки рослин

Іноді вночі черви виходять на поверхню, щоб затягнути під землю опале листя. Там, де створюються умови для збереження червів, земля стає більш родючою. На жаль, на полях черви потерпають від безлічі небезпек: це й отрутохімікати, й потрапляння на поверхню ґрунту внаслідок оранки. Ви бачили, як численні птахи супроводжують трактор, що оре поле? Їх приваблюють беззахисні дощові черви.

■ **6. Медична п'явка.** Медична п'явка (рис. 8.5) чатує на земноводних, ссавців та інших тварин у стоячих прісних водоймах. Міцними щелепами вона прокушує покриви, уводить у ранку слину, що запобігає зсіданню крові та знеболює укус, і ссе кров. Слина цієї п'явки є корисною при лікуванні багатьох захворювань людини. Медичних





Рис. 8.5. Медична п'явка ссе кров у більших за розмірами тварин.



Рис. 8.6. Сеанс гірудотерапії (лікування п'явками)

п'явок розводять на спеціальних фермах і використовують із лікувальною метою в медичних закладах (рис. 8.6). Зі слини цих червів виготовляють ліки й косметичні засоби.

П'явки також належать до типу Кільчасті черви.

- У тришарових тварин між зовнішнім і внутрішнім шарами клітин розвивається проміжний шар. До червів належать кілька типів, до складу яких відносять різноманітних за будовою та способом життя тварин. Тіло представників типу Кільчасті черви складається із сегментів — подібних одна до одної повторюваних ділянок.

■ Сегмент.

- 1. Чому червів називають *тришаровими*?
- 2. Як переміщуються відомі вам черви?
- 3. Чи можуть черви бути корисними для людини? Які? Чим?
- 4*. Як будова червів, з особливостями яких ви ознайомилися, пов'язана з їхнім способом життя?

■ **7. Чи можуть черви бути гарними?** Не дивуйтеся такому запитанню. Прикладом може бути морський черв, якого називають «різдвяною ялинкою» (рис. 8.7). Більша частина його тіла схована в колонії рифоутворювальних коралів, а у воді міститься передня частина зі щупальцями, що фільтрують воду. Безумовно, ці черви мають привабливий вигляд. Але насправді багатьом із вас черви не здаються симпатичними. Чому? Таке ставлення до червів є вродженим, і, насправді, корисним. Деякі червоподібні тварини можуть становити загрозу нашому здоров'ю. Але, сподіваємось, коли ви більше дізнаєтесь про червів, ви перестанете ставитися до них неприязно.



Рис. 8.7. Родичі нереїса — морські кільчасті черви з родини Серпуліді



§ 9. Паразитичні черви

■ **1. Особливості внутрішніх паразитів.** Ви ознайомилися з кількома представниками вільноіснуючих червів. Але багато груп червів перейшли до внутрішнього *паразитизму*. Їхні представники мешкають в інших тваринах (своїх хазяях) і завдають їм шкоди. Такий спосіб життя суттєво змінив будову цих червів.

Які характерні особливості внутрішніх паразитів? Внутрішні паразити живляться напівперетравленою їжею хазяїна або його тканинами. Оскільки паразитам поживу не доводиться шукати, у них часто зникають органи чуття й спрощуються органи руху. У цих червів можуть виникати органи прикріплення (гачки, присоски), які утримують їх у тілі хазяїна (рис. 9.1).

Для паразита організм хазяїна подібний до острова, що відокремлений від інших островів, тобто можливих хазяїв. Покриви паразитів стійкі до травних соків і захисних речовин хазяїна. Газообмін усередині хазяїна ускладнений, отже, паразити стійкі до нестачі кисню. Знайти партнера для розмноження в тілі хазяїна може бути складно. Тому внутрішні паразити часто продукують і яйця, і сперматозоїди та розмножуються через самозапліднення. Паразити є надзвичайно плодючими. Так, один зі стьожкових червів, який живе в людині, за своє життя може відкласти понад 10 млрд яєць — більше, ніж людей на Землі.

Паразити заселяють організми нових хазяїв завдяки *складним життєвим циклам* (рис. 9.2), під час яких відбувається зміна хазяїв і середовищ існування. *Остаточний хазяїн* — це той, у якому живе й розмножується статевим способом дорослий паразит. У *проміжних хазяях* живуть, а іноді й розмножуються безстатевим способом, його незрілі (личинкові) стадії.

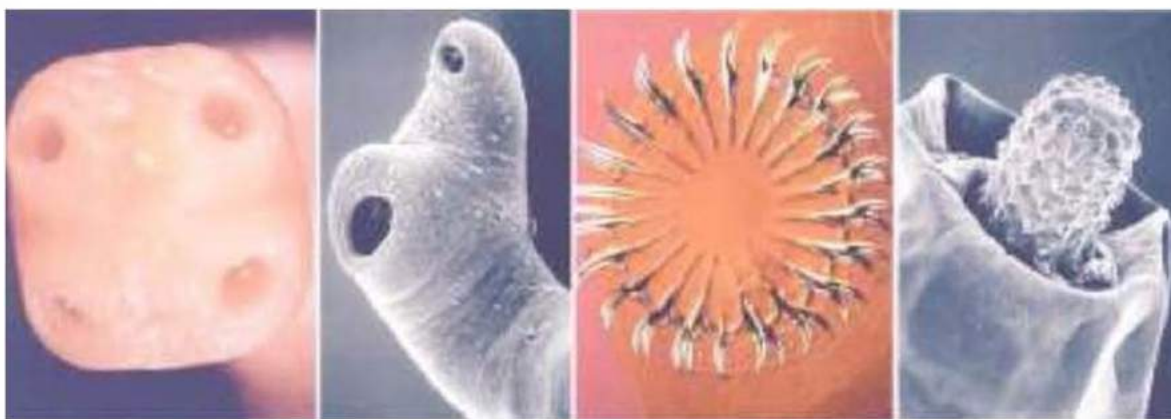


Рис. 9.1. Органи прикріплення різних паразитів



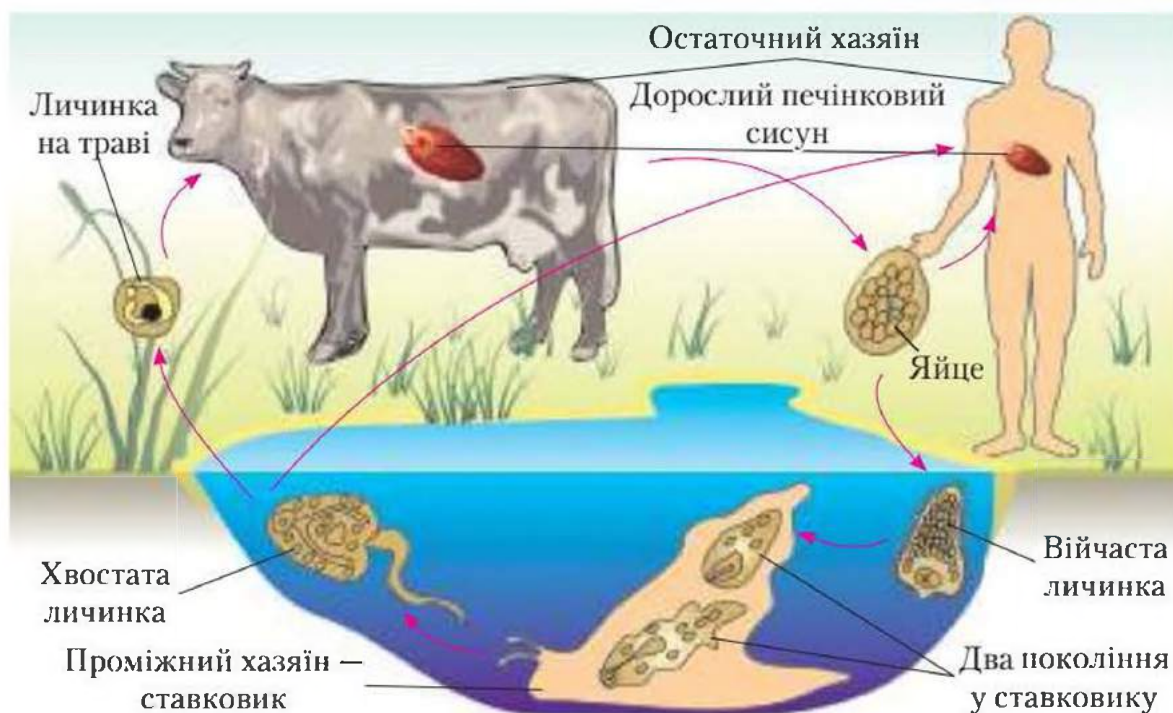


Рис. 9.2. Життєвий цикл печінкового сисуна

■ **2. Печінковий сисун.** Прикладом внутрішнього паразита, що живиться тканинами хазяїна, може бути *печінковий сисун* — паразит рогатої худоби, який іноді вражає й людину (рис. 9.3). Це далекий родич планарії, який живе в жовчних протоках печінки й спричиняє жар, біль, жовтяницю. У тілі хазяїна він утримується завдяки ротовій і черевній присоскам, а тканини хазяїна поїдає за допомогою м'язистої глотки.

Кожен сисун виробляє і яйцеклітини, і сперматозоїди. Він продукує безліч яєць, що виводяться назовні з калом. У воді з яйця виходить війчаста личинка, яка проникає в проміжного хазяїна: слимака малого ставковика (рис. 9.2). У ставковику змінюються й розмножуються нестатевим способом два личинкових покоління паразита. Третє покоління — хвостаті личинки. Вони виходять у воду, прикріплюються до рослин і вкриваються оболонкою. Худоба ковтає личинку сисуна з травою. Личинка проникає в печінку й розвивається в дорослого паразита. Людина заражається печінковим сисуном, якщо вживає сиру воду з природних водойм або бере до рота рослини із заплавл.



Рис. 9.3. Печінковий сисун належить до типу Плоскі черви



Рис. 9.4. Будова свинячого ціп'яка

■ **3. Бичачий ціп'як.** Ціп'яки — це представники типу Плоскі черви, що докорінно змінені пристосуванням до паразитування в кишківнику. Їхнє середовище існування — вузький довгий простір. Тому тіло ціп'яка видовжене й подібне до стрічки, або стьожки (рис. 9.4), через що таких паразитів називають *стьожковими*. У *бичачого ціп'яка* воно сягає 10 м! Ціп'як може розірватися, але виживе, якщо його голівка завдяки органам прикріплення утримається в стінці кишківника. У шийці утворюються нові членики, кожен з яких має чоловічі й жіночі статеві залози. Дозрілі членики, що заповнені заплідненими яйцями, відриваються від тіла паразита й виносяться назовні.

Оскільки ціп'як живе в напівперетравленій їжі, йому не потрібна власна травна система. Він усмоктує поживні речовини всією поверхнею тіла. Ось так довершено ця зловісна тварина пристосувалася до життя.

Проміжний хазяїн бичачого ціп'яка — велика рогата худоба, а остаточні — людина й інші м'ясоїдні тварини (рис. 9.5). Людина заражається ціп'яком, уживаючи недостатньо проварене чи просмажене м'ясо, яке може містити паразитів на стадії *фіни* — невеликого міхурця. Ціп'як, потрапивши в організм людини, порушує травлення, викликає нудоту й блювання, дратівливість, безсоння, нервові напади.

Як фіни потрапляють до яловичини? Ціп'як, який живе в організмі людини (термін його життя сягає 10 років!), виділяє до 30 заповнених яйцями члеників кожного дня. Більшість члеників виходить із калом, але деякі самі виповзають із кишківника людини. Яйця паразита можуть потрапити в ґрунт, на траву, а з нею — у травну систему корів. Личинки ціп'яка виходять з яєць, просвердлюють кишечник, із кров'ю проникають до печінки чи м'язів і перетворюються на фіни, які тривалий час зберігаються в організмі корови, поки не потраплять до організму нового хазяїна.

■ **4. Аскариди й гострики.** Життєвий цикл деяких паразитів не потребує зміни хазяїв. Такими є людські *аскариди* — черви 40 см за-



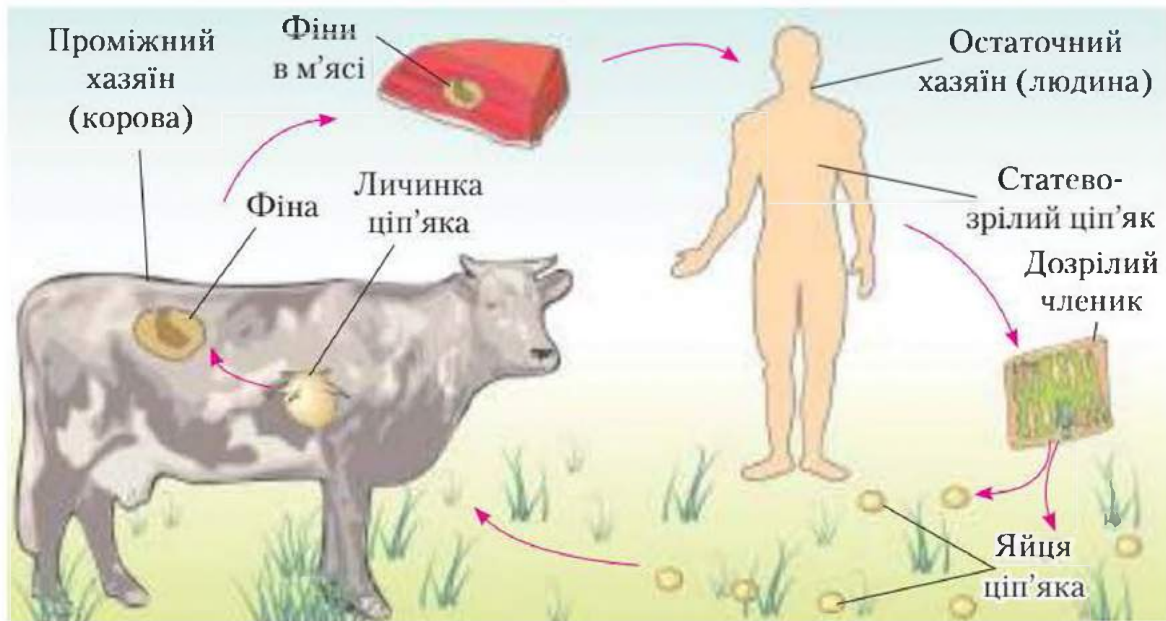


Рис. 9.5. Цикл розвитку бичачого ціп'яка

вдовжки, що живляться напівперетравленою їжею в кишківнику людини. Щоб не бути винесеними назовні, вони повзуть проти руху вмісту кишківника або спираються на його стінки своїми пружними тілами.

Яйця аскарид переносяться із забрудненого ними ґрунту на їжу брудними руками людини чи мухами й тарганями. Через певний час перебування в зовнішньому середовищі яйця аскарид набувають здатності вражати людей, у травний тракт яких вони потрапили. Аскариди спричиняють біль у животі, погіршення апетиту, отруєння речовинами, які вони виділяють. Завдяки здатності активно переміщуватися в організмі аскариди можуть вражати різні органи і навіть виходити назовні (рис. 9.6).



Рис. 9.6. Аскарида, що вийшла з організму цього хлопчика під час блювання

Гострики — дрібні паразити (5–10 мм завдовжки), які частіше трапляються в дітей, ніж у дорослих (рис. 9.7). Вони живуть у кишківнику й живляться бактеріями. Самки гостриків спускаються до анального отвору й відкладають поблизу нього яйця, що призводить до свербіжжю. Чухаючи ділянку поблизу анального отвору, людина переносить яйця паразитів на руки,



Рис. 9.7. Гострики



а з них — на їжу чи до рота. Найефективнішим засобом боротьби з гостриками є дотримання правил гігієни.

Аскариди й гострики належать до типу **Круглі черви**.

Чи достатньо того, що ви дізналися про паразитичних червів, аби дотримувати правил особистої гігієни?

- Типові особливості внутрішніх паразитів: наявність захисних покривів, високий рівень розвитку статевої системи, велика плодючість, складні життєві цикли, здатність переносити нестачу кисню. Остаточним хазяїном називається той, у якому відбувається статеве розмноження паразита; у проміжному хазяїні перебувають (та іноді розмножуються у нестатевий спосіб) незрілі стадії паразита. Для печінкового сисуну й бичачого ціп'яка людина є можливим остаточним хазяїном. Цикл аскариди й гострика відбувається без зміни хазяїв.
- **Вільноіснуючі та паразитичні тварини; остаточний і проміжний хазяї; фіна.**
- 1. Порівняйте спосіб життя внутрішніх паразитів і вільноіснуючих червів.
2. Порівняйте будову й спосіб життя ціп'яків і сисунів.
3. Складіть правила профілактики зараження людини паразитичними плоскими червами.
4*. Яке значення мають складні життєві цикли в паразитичних червів? Як скористатися їхніми особливостями для обмеження чисельності паразитів?



Рис. 9.8. Дорослий ехінокок є паразитом собак і лисиць



Рис. 9.9. Фіна ехінокока (показана стрілкою) на рентгенівському знімку людини

■ **5. Ехінокок.** Людина може бути проміжним хазяїном небезпечного ціп'яка **ехінокока**. Собаки й лисиці є його остаточними хазяями, а типовими проміжними — різні копитні. Дорослий ехінокок за розміром невеликий (до 5 мм) і не дуже шкодить своїм хазяям (рис. 9.8). Його яйця можуть опинитися на шерсті зараженого собаки й звідти потрапити до травної системи людини. Личинки паразита виходять у кров і через неї — у різні органи (зазвичай у легені або печінку) хазяїна, де утворюють фіни (рис. 9.9). Саме вони становлять особливу небезпеку, оскільки розмножуються брунькуванням, ушкоджуючи орган, у якому мешкають. За 20–30 років фіни ехінокока можуть утворити скупчення розміром із футбольний м'яч.

■ **6. Деякі правила безпеки.** Джерелом зараження паразитичними червами може бути ґрунт, брудна вода, недостатньо



оброблене м'ясо та риба, немиті овочі та фрукти. Яйця паразитичних червів потрапляють до водойм із каналізаційними відходами та стоками з тваринницьких ферм. Скидати гній у водойми України заборонено. Там, де відходи все ж таки потрапляють до водойм, купатися й пити воду не можна. Ссавці, що потерпають від паразитичних червів, худнуть, мало й неохоче рухаються. Живіт у такої тварини провисає, шерсть втрачає здоровий блискучий відлив, стає тьмяною. Якщо такі ознаки з'являються у тварини, що живе поруч із вами (домашньої собаки або кішки, худоби тощо), не гайте часу — зверніться до ветеринара. На вулиці таких тварин краще не торкатися.

■ **7. Беззахисний проміжний хазяїн.** У стоячих водоймах трапляється так звана «солітерна» риба, що плаває поверхнею води (рис. 9.10). Вона уражена **ціп'яком ремінцем звичайним** і є його проміжним хазяїном. Остаточними хазяями є рибоїдні птахи. Личинки ремінця порушують роботу плавального міхура риб, і ті втрачають здатність занурюватися на глибину. Це сприяє потраплянню паразита в остаточного хазяїна. «Солітерну» рибу можна вживати у їжу, оскільки ремінець безпечний для людини. Деякі гурмани їдять смажених личинок ремінця. Ці черви мають ніжне жирне м'ясо й досить смачні.



Рис. 9.10. Уражена ремінцем риба

§ 10. Тип Членистоногі

■ **1. Особливості членистоногих.** Ви починаєте вивчення особливого типу: науці відомо понад мільйон його видів (рис. 10.1), а їхня загальна кількість, вірогідно, становить 3–5 млн.

Завдяки чому членистоногі стали безсумнівними переможцями за кількістю видів? Усі членистоногі мають кілька характерних загальних ознак (рис. 10.2). Розглянемо їх.



Рис. 10.1. Представники типу Членистоногі (зліва направо): краб (клас Ракоподібні); бразник (клас Комахи); птахоїд (клас Павукоподібні); мухоловка (представник багатоніжок)



Рис. 10.2. Основні ознаки типу Членистоногі (на прикладі зовнішньої будови креветки)



Рис. 10.3. Линяння цвіркуна

Як і в круглих червів (рис. 8.2, с. 33), тіло членистоногих укрите пружною оболонкою. У представників типу Членистоногі цю оболонку називають **зовнішнім скелетом**. З відомих вам тварин найближчими родичами членистоногих є саме круглі черви.

Основою зовнішнього скелета членистоногих є речовина **хітин**, яка за хімічним складом подібна до клітковини. Членистоногі ростуть ступінчасто, під час линяння. У певний час скелет тріскається, і тварина, вкрита новими, ще м'якими покривами, вибирається з решток старого скелета (рис. 10.3). Доки новий скелет не затвердіє, тварина росте.

Як і в кільчастих червів, тіло членистоногих складається із **сегментів**. На відміну від кільчастих червів, ці сегменти істотно відрізняються один від одного, утворюючи **відділи тіла**. У типовому випадку (рис. 10.2) — це **голова, груди та черевце**. На голові розташовані органи чуття, рот і перетворені з кінцівок **ротові органи**. На грудях — **кінцівки** для пересування. Кінцівки ж черевця, у якому міститься значна частина внутрішніх органів, можуть зникати або перетворюватися на інші органи (наприклад, павутинні бородавки павуків).

■ **2. Різноманіття членистоногих.** Будова членистоногих виявилася надзвичайно «вдалою». Їхні кінцівки й ротові органи — це універсальний «набір інструментів». Кінцівки можуть виконувати функцію ніг, весел, фільтрів, клешень, гачків тощо. Здебільшого членистоногі — дрібні організми, тому можуть бути численними в будь-якому середовищі. Так, у 1 м³ ґрунту їхня кількість часто сягає мільйона особин!

Членистоногі зазвичай мають добре розвинені органи чуття (рис. 10.4). На поверхні їхнього тіла розташовані чутливі до дотику волоски. На



голові більшості представників типу є вусяки — органи хімічного чуття й дотику. Цікава будова очей членистоногих. Багато з них мають **складні (фасеткові) очі**. Кожне таке око складається з численних маленьких простих вічок, або фасеток.

■ **3. Значення членистоногих.** Членистоногі — найважливіша група тварин на Землі. Майже в будь-якому місцеперебуванні вони є найчисленнішими організмами. Звичайно, у воді — це ракоподібні, а на суходолі — комахи. Членистоногі живляться будь-якими організмами та їхніми рештками, що руйнуються. У свою чергу, вони самі — їжа для безлічі інших тварин.

На суходолі саме членистоногі є основними споживачами рослин (уключаючи деревину). Урожаї на створених людиною полях залежать від членистоногих. Якщо на полі без міри розмножаться рослиноїдні комахи («шкідники»), вони залишать нас без урожаю. З іншого боку, комахи — основні запилювачі квіткових рослин. Їхня життєдіяльність — одна з причин утворення ґрунтів.

Серед членистоногих є чимало паразитів. Багато з них вражають людину і свійських тварин.

Кілька видів членистоногих одомашнені людиною, як-от медоносна бджола та шовковичний шовкопряд. Деякі види ракоподібних люди вирощують у штучних умовах.

■ Тип Членистоногі — найпоширеніші та найрізноманітніші тварини на планеті. Описано понад мільйон видів, що належать до цього типу. Еволюційний успіх членистоногих пов'язаний з їхніми характерними особливостями: поділом тіла на відділи, наявністю зовнішнього скелета, членистих кінцівок, різноманітних ротових органів і органів чуття. Членистоногі — найважливіша група тварин за своїм впливом на перебіг процесів на поверхні Землі.

■ *Зовнішній скелет; хітин; відділи тіла; ротові органи; кінцівки; складні (фасеткові) очі.*

- 1. Поясніть основні ознаки типу Членистоногі на прикладі будь-якого відомого вам представника цього типу.
2. Чому кінцівки членистоногих поділені на членики?
3. Навіщо членистоногі линяють?
4. Чим подібні й чим відрізняються членистоногі та черви? Яке значення для членистоногих мають зазначені вами відмінності?

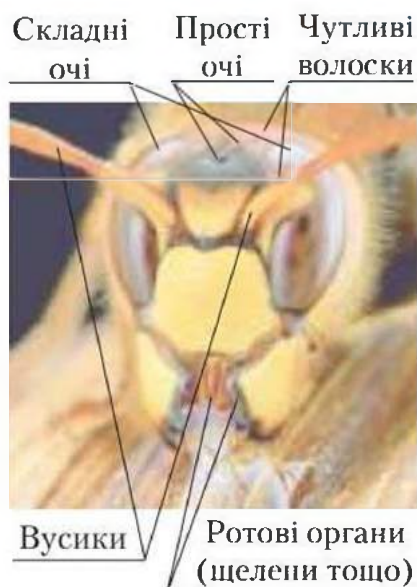


Рис. 10.4. Органи чуття й ротові органи оси



- 5*. Одна з причин поширеності й численності членистоногих — те, що до цього типу належать здебільшого дрібні тварини. Чому дрібні тварини є численнішими, ніж великі?



Рис. 10.5. Аномалокаріс — хижак кембрійського періоду, що сягав 1,5–2 м в довжину!



Рис. 10.6. Трилобіти

■ **4. Трилобіти.** Більшість типів тварин з'явилася в історії Землі водночас: це сталося на початку палеозою приблизно 560 млн років тому. Не є виключенням і тип Членистоногі. У той час існували й інші споріднені з ними групи тварин, наприклад, *аномалокариди*, представником яких був крупний хижак *аномалокаріс* (рис. 10.5).

Аномалокаріс полював на дрібніших тварин, серед яких були й членистоногі — представники класів Ракоподібні й Трилобіти. Трилобіти існували протягом усієї палеозойської ери. Вони мали поділене на три частини тіло завдовжки 1–80 см (рис. 10.6). Описано понад 10 тис. їхніх видів. Більшість трилобітів пересувалася дном водоймищ, але деякі з них заривалися в мул чи плавали в товщі води.

§ 11. Клас Ракоподібні

■ **1. Хто такі ракоподібні?** 70 тис. видів класу Ракоподібні населяють усі водойми нашої планети й навіть вийшли на суходіл. Довжина більшості з них вимірюється міліметрами. Утім, у найбільших морських крабів відстань між кінцями їхніх довжелезних ніг досягає 3 м (рис. 11.1). Характерні ознаки ракоподібних — *дихання зябрами* та *наявність двох пар вусиків*. *Довгі вусики* переважно є органом дотику, а *короткі* — нюху.

■ **2. Річковий рак.** *Річкові раки* — представники ряду Десятиногі, що живуть на дні прісних водойм із чистою водою. Удень



Рис. 11.1. Родичі річкового рака, представники ряду Десятиногі (зліва направо): японський краб-павук; омар; креветка; рак-самітник (у черепашці моллюска)



вони ховаються в схованках, а вночі шукають поживу: водорості, дрібних тварин, відмерлі рештки. В Україні поширені *довгопалий* (рис. 11.2) і *широкопалий* (рис. 11.3) раки, які змагаються за їжу та місце перебування. Більш плодючий і витривалий довгопалий рак витісняє широкопалого, унаслідок чого його занесено до Червоної книги України.

Чи правда, що рак зазвичай задкує? У пошуках їжі рак прямує вперед на чотирьох парах грудних ходильних ніг. Перша пара грудних ніг спрямована вперед. **Клешнями** на них рак хапає здобич і направляє її до рота. Рот оточений ротовими органами, що втримують і подрібнюють їжу. Це перетворені кінцівки сегментів тіла, з яких утворено головний відділ. Коли ж рака щось злякає, він загрибає хвостовим плавцем і швидко пливе задом уперед.

На голові рака, окрім рота й ротових органів, розташовані органи чуття — дві пари вусиків та очі на стеблинках. На грудях — ходильні ноги, а на черевці — черевні ніжки та хвостовий плавець. Зверху і з боків голова й груди рака вкриті складкою панцира — **карапаксом**.

■ **3. Різноманіття ракоподібних.** Уявлення про різноманіття ракоподібних вам дасть *таблиця 11.1* (с. 46). Чимало ракоподібних є в складі **планктону** (організмів, що живуть у товщі води). Деякі десятиногі (раки, краби, креветки) є об'єктом промислу. Є серед них паразитичні й сидячі тварини. Ракоподібні — важливий корм для риб та інших тварин. Невелика кількість ракоподібних вийшла на суходіл, зокрема мокриці. Мокриці живляться перегнилими рештками рослин, лишайниками, цвіллю й унаслідок цього беруть участь в утворенні ґрунту.



Рис. 11.2. Довгопалий рак



Рис. 11.3. Зовнішня будова широкопалого рака



Представники деяких рядів класу Ракоподібні

| Ряд | Представник | Опис представника |
|-------------------------------------|---|---|
| Ряд Гіллястовусі (400 видів) | Дафнія звичайна (водяна блоха) |  Планктонний рачок, до 4 мм завдовжки, що населяє стоячі прісні водойми. Фільтрує дрібну поживу з товщі води. Важливий корм для риб. |
| Ряд Веслоногі (8500 видів) | Циклоп |  Планктонні хижі рачки прісних водойм. Мають довжину 0,5–4 мм, деякі нападають на мальків. Інші види ряду поширені також у морях. Важливий корм для риб. |
| Ряд Коропоїди (125 видів) | Коропоїд листопо- дібний |  Паразит, 0,4–0,6 мм завдовжки, що присмоктується до шкіри риб і ссе їхню кров. Здатен вільно плавати й шукати нову здобич. |
| Ряд Щитні (20 видів) | Літній щитень |  Тварина 5–6 см завдовжки, живе в калюжах. Яйця зберігають життєздатність при висиханні протягом багатьох років, можуть розноситися вітром. |
| Ряд Різноногі (7000 видів) | Бокоплав- блоха |  Сплющена з боків тварина, розміром не більше 2 см, що живе на мілководді та під камінням. Живиться рослинами й різними залишками. Корм для риб. |
| Ряд Рівноногі (10 000 видів) | Мокриця- віслючок |  Суходільна тварина, до 2 см, сплющена у спинно-черевному напрямку. Дихає зябрами, тому населяє вологі місця. Інші види ряду – і суходільні, і водні. |
| Ряд Вусоногі (1300 видів) | Морський жолудь |  Сидячі морські фільтратори, тіло яких захищене черенашкою; важлива частина біологічних обростань (живуть навіть на шкірі китів!). |
| Ряд Десятиногі (до 30 000 видів) | Кам'яний краб |  Найбільший чорноморський краб, ширина панцира – до 10 см. Занесений до Червоної книги України. Інші представники ряду – раки, краби, креветки, раки-самітники. |



Клас Ракоподібні налічує майже 70 тис. видів, більшість з яких веде водний спосіб життя. На їхній голові розташовані дві пари вусиків — довгі й короткі. Дихають ракоподібні за допомогою зябер. Деякі ракоподібні є об'єктами промислу, інші — важливим кормом для риб.

Короткі й довгі вусики; клешні; карапакс; планктон.

1. Чому клас Ракоподібні належить до типу Членистоногі?
2. Що та якими кінцівками здатен робити рак?
3. Які функції виконують відділи тіла річкового рака?
4. Поясніть походження назви «мокриця». Як ця назва пов'язана з ознаками ракоподібних?
- 5*. Опишіть розмаїття способів життя ракоподібних. Яке значення вони мають для життя у водоймах?
- 6*. Знайдіть відомості про те, як представники ракоподібних впливають на життя інших тварин (прикладом може бути рис. 11.4).



Рис. 11.4. Цей кит (фінвал) вистрибує з води, щоб позбавити зі шкіри морських жолудів — сидячих ракоподібних.

■ **4. Мечохвости й ракоскорпіони.** Мечохвости з'явилися в морях понад 400 млн років тому, і за цей час майже не змінилися. Період існування людства — незначна частка часу, якщо порівнювати з віком цих тварин.

Дотепер збереглися п'ять видів мечохвостів. Це придонні членистоногі до 90 см завдовжки, які живуть біля берегів Америки та Південно-Східної Азії. Їхнє тіло вкрите міцним щитом, під яким сховані ноги. Закінчується воно довгим вістряем. Мечохвости виходять на берег відкладати яйця (рис. 11.5). Ці тварини цікаві тим, що нагадують предків павукоподібних. Найближчими родичами мечохвостів були вимерлі **ракоскорпіони**, з якими їх поєднують у клас Меростомові. Це були найкрупніші членистоногі всіх часів. Деякі з них сягали 2,5 м у довжину (рис. 11.6).



Рис. 11.5. Мечохвіст — сучасна тварина



Рис. 11.6. Такий вигляд мав один з найбільших видів ракоскорпіонів.

§ 12. Клас Павукоподібні

■ **1. Особливості павукоподібних.** Майже всі 110 тис. видів класу Павукоподібні мешкають на суходолі. Їхніми характерними зовнішніми ознаками є відсутність вусиків і складних очей. Це наслідок того, що предки павукоподібних були тваринами, які рилися в землі, і втратили ці органи як непотрібні. Голова й груди в павукоподібних злилися в *головогруди*. Перша пара кінцівок цих тварин перетворилася



Рис. 12.1. «Портрет» павука-хрестовика



Рис. 12.2. Самка (ліворуч), самець (праворуч) хрестовика



Рис. 12.3. Сітка хрестовика

на *хеліцери*, які допомагають утримувати здобич (рис. 12.1). Друга пара (*педипальпи*) частково виконує функції зниклих вусиків і використовується як пристосування до пошуку здобичі.

■ **2. Павук-хрестовик.** Ви, мабуть, бачили павуків-хрестовиків, які дістали свою назву через зображення хреста на черевці (рис. 12.2). Хрестовик плете сітку (рис. 12.3), витягуючи павутину з павутинних бородавок — особливих залоз, що розташовані на кінці черевця. Павутина натягується там, де часто літають комахи. Про потрапляння здобичі до сітки павук дізнається за її коливаннями. Він накидає на жертву павутину, убиває її отруйним укусом хеліцерів, загортає в павутинний кокон і вводить туди травний сік. Коли внутрішні органи комахи перетравляються до напіврідкого стану, павук висмоктує її.

Самки павуків крупніші за самців (рис. 12.2). Дрібні самці дуже ризикують, наближаючись до них. Про своє наближення самець попереджає, виконуючи особливий танок, а іноді приносить «шлюбний подарунок» — упольовану комаху (рис. 12.4). Коли самка підпускає самця до себе, він педипальпами переносить свої статеві продукти до її статевого отвору. Після запліднення в багатьох видів самка з'їдає самця.

Запліднені яйця відкладаються в кокон із павутини. Самка охороняє й доглядає



його. Молоді хрестовики недовго залишаються там, де з'явилися на світ: їхня мати може бути для них загрозою. Маленький павучок вилазить на видне місце й випускає по вітру павутинну нитку. Коли вона стає досить довгою, вітер підхоплює павутинку з павученням і несе її деінде. Павутинки, що літають під час «бабиного літа», — це літальні засоби маленьких павучків.

■ 3. Обережніше з павукоподібними!

Скласти уяву про різноманіття павукоподібних ви можете, скориставшись *таблицею 12.1*.



Рис. 12.4. Самець бродячого павука (ліворуч) наближається до самки, пропонуючи їй «шлюбний подарунок» — комаху в павутинні.

Таблиця 12.1

Представники деяких рядів класу Павукоподібні

| Ряд | Представник | Опис представника |
|---|---|--|
| Ряд Павуки (43 000 видів) | Каракурт  | Найнебезпечніший павук України! Самка — до 2 см завдовжки, з червоними плямами. Поширений у степовій частині України. Схованки зроблені з павутини. |
| Ряд Скорпіони (2100 видів) | Кримський скорпіон  | Нічний хижак, до 4 см завдовжки. На кінці черевця — отруйна голка. Для людини укус болісний, але не смертельний. Транлюється в Криму. |
| Ряд Сольпуги (1100 видів) | Звичайна сольпуга  | Нічний хижак, до 6 см завдовжки. Швидко бігає, стрибає. Укус сильних щелеп небезпечний через можливість зараження бактеріями. |
| Ряд Косарики (6500 видів) | Косарик звичайний  | Поширені на всій території України. Полюють на дрібних тварин, повільно переступаючи своїми надзвичайно довгими ногами. Довжина тіла (без ніг) — майже 5 мм. |
| Кліщі (група рядів) (40 000 видів) | Собачий кліщ  | Піднімається на рослини, де чекає на теплокровних тварин, у яких ссе кров. Є переносником небезпечних хвороб. |



Деякі павуки, скорпіони та кліщі є небезпечними для людини. Найбільшу небезпеку з представників фауни України становить *каракурт* — малорухливий павук, що мешкає в обплетених павутинням схованках на Півдні України. У разі його укусу потрібно негайно ввести протикаракуртову сироватку. Отрута каракурта нестійка до тепла, тому в перші одну-дві хвилини після укусу треба притиснути до ураженого місця голівку сірника (або трьох сірників) й підпалити її іншим сірником.



Рис. 12.5. Самка тарантула. На черевці вона несе виводок павучат!



Рис. 12.6. Птахоїд, якого людина тримає удома



Рис. 12.7. Зображення коростяного свербуну, відкладених ним яєць і ходу в шкірі людини

Прокусити шкіру людини може й *тарантул* (рис. 12.5), але його укусу подібний до укусу оси. Найбільшими у світі павуками є тропічні *павуки-птахоїди* (рис. 12.6). Укус деяких із них також небезпечний для людини.

Небезпечними можуть бути й *кліщі*. У лісі можна стати жертвою нападу кровосисних іксодових кліщів (табл. 12.1). Кліща, який уп'явся в шкіру, акуратно вигвинчують, але краще це робити в медичному закладі. Повернувшись із лісу, ретельно оглядайте одяг і шкіру: на них можуть бути кліщі.

Кліщ *коростяний свербун* (рис. 12.7) є збудником корости. Ці дрібні кліщі живляться шкірою людини та інших ссавців, утворюючи в ній ходи. Самки відкладають яйця, з яких вилуплюються личинки. Переповзаючи поверхнею тіла на нові місця, личинки знову проникають у шкіру. Найчастіше короста вражає шкіру між пальцями й на згинах рук. Зараження коростою відбувається в разі доторкання до хворого або його одягу.

■ Клас Павукоподібні налічує майже 110 тис. видів наземних членистоногих, тіло яких складається з головогрудей і черевця. На головогрудах павуків розташовані чотири пари ходильних ніг, а також хеліцери та педипальпи. Павуки виробляють павутину розташованими в черевці залозами. Деякі павукоподібні, наприклад, каракурт і скорпіони, небезпечні для людини. Серед кліщів є збудники (коростяний свербун) і переносники (іксодові кліщі) хвороб людини.



■ Головогруді; хеліцери; педипальпи.

1. Чому клас Павукоподібні належить до типу Членистоногі?
2. Яке значення для існування павуків має павутина?
3. Що треба робити при укусі каракурта?
- 4*. Як захиститися від хвороб, які переносять іксодові кліщі? У відповіді використайте додаткові джерела інформації.
- 5*. Чим відрізняються та в чому не різняться павукоподібні й ракоподібні? Чому павукоподібні освоїли суходіл, а ракоподібні — водойми?

■ **4. Клас Морські павуки.** До типу Членистоногі, крім «великих» класів, які ви вивчаєте, належать і кілька «малих». Один із них — **клас Морські павуки (Пантоподи)**. Ці тварини дивно поєднують ознаки ракоподібних і павукоподібних (рис. 12.8). Довжина тулуба морських павуків становить 1–18 мм, а ходильні ноги (чотири–шість пар) є набагато довгими — до 25 см. Це хижаки й зовнішні паразити, що живляться м'якими тканинами кишковопорожнинних, молюсків, голкошкірих тощо. Їжу морські павуки всмоктують своїм мускулистим хоботком. Їхній кишківник не вміщується у маленькому тулубі, тому його вирости заходять у ноги. Самець виношує яйця та молодняк на своєму тілі.



Рис. 12.8. Морський павук

У Чорному морі трапляються чотири види морських павуків із близько тисячі існуючих.

§ 13. Клас Комахи

■ **1. Походження комах.** Найчисленнішою групою земних організмів є **клас Комахи** (рис. 1.2). Ще недавно вчені вважали, що предками комах були багатоніжки (рис. 4.3), які мають з ними багато спільних ознак. Проте сучасні молекулярні дослідження довели, що комахи походять від давніх ракоподібних!

Еволюція комах і наземних рослин тісно пов'язана. Коли рослини поширилися на суходолі, членистоногі отримали нове місце існування. У предків комах, що лазили по рослинах, тіло вгору піднімали три пари передніх ніг. З часом це спричинило відособлення грудного відділу тіла, який складався з трьох сегментів. Наступні сегменти перестали брати участь у пересуванні й утворили черевце.

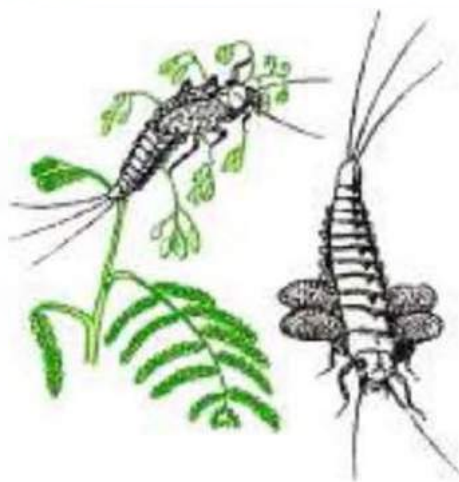


Рис. 13.1. Перші комахи, які жили на Землі на початку кам'яновугільного періоду, мали приблизно такий вигляд

З високої рослини можна звалитися, а можна й зістрибнути (рис. 13.1). Невеликі бічні складки покривів на грудях допомагали першим комахам ширяти в повітрі та швидше розігріватися на сонці. У потомків цих тварин такі складки перетворилися на крила.

■ **2. Зовнішня будова комах.** Тіло комах складається з голови, грудей і черевця (рис. 13.2). На голові міститься єдина пара вусиків, що є органами нюху та дотику. По боках голови більшості комах розташовані складні очі (рис. 10.4). Крім них, на голові можуть бути й прості вічка, які визначають рівень освітленості.

Перші комахи живилися наземною рослинністю. Для її подрібнення знадобився гризучий ротовий апарат (рис. 13.3), який розвинувся з видозмінених кінцівок головних сегментів і складок зовнішнього скелета. Живлення сучасних комах дуже різноманітне, йому відповідають різні типи ротових апаратів, які розвинулися з гризучого. Завдяки їм комахи можуть лизати їжу, ссати рідину тощо (рис. 13.4).

Грудний відділ комах утворюють три сегменти. Кожен із них несе по парі ніг. Більшість дорослих комах має дві пари крил, розташованих на другому й третьому сегментах грудей. Крила — складкоподібні вирости



Рис. 13.2. Основні ознаки представників класу Комахи (на прикладі зовнішньої будови тіла й органів осі)



Рис. 13.3. Будова гризучого ротового апарату сарани





Рис. 13.4. Зліва направо: метелик бразник п'є нектар; муха лиже згущене молоко; комар ссе кров. Будова ротових апаратів цих комах відповідає їхньому способу живлення.

стілки тіла. Міцність крилам надають жилки. Передні й задні крила комах можуть бути однаковими або різними за будовою. У деяких комах одна або обидві пари крил зникають.

Майже всі внутрішні органи комах містяться в черевці; зазвичай воно складається з 10–11 сегментів. Іноді на черевці зберігаються видозмінені залишки кінцівок.

■ **3. Роль комах у природі.** Завдяки своїй численності комахи відіграють виняткову роль у житті на суходолі. Вони й досі тісно пов'язані з наземною рослинністю. Комахи є запилювачами квіткових рослин, поїдають значну частину їх зеленої маси й беруть участь у перетворенні відмерлого листя та деревини. Серед комах є і зовнішні паразити тварин, і справжні хижаки. Також комахи є джерелом живлення багатьох інших тварин.

Чи відоме вам слово «шкідник»? Що воно означає? Рослиноїдні комахи можуть істотно впливати на штучні екосистеми, які створює людина, — поля, сади, городи, лісопосадки. Ми часто називаємо їх «шкідниками», бо вони псують і знищують урожаї, і ведемо проти них справжню війну. На жаль, отрутохімікати вражають не тільки ці види, а й інші, і нас самих. Насправді «шкідник» — небажаний для нас вид, який надмірно розмножився в умовах сільського господарства. Таким є, наприклад, колорадський жук (рис. 13.5). Щоб комахи-«шкідники» не завдавали нам збитків, треба обмежувати їхню чисельність за допомогою охоронних заходів, які не порушують середовища існування інших видів. Одним із таких заходів є **біологічний контроль**: використання одних видів для обмеження чисельності інших (рис. 13.6).



Рис. 13.5. Колорадський жук



Рис. 13.6. Сонечко (хижий жук) їсть попелицю (представника «шкідників»)



■ Походження комах — наслідок освоєння членистоногими наземної рослинності. Тіло комах складається з голови, грудей і черевця. Три пари ніг і дві пари крил розташовані на грудях. Ротовий апарат комах має різну будову залежно від способу живлення. Комахи відіграють важливу роль у всіх наземних місцеперебуваннях.

■ Ротовий апарат; крила; біологічний контроль.

- 1. Чим відрізняються передня й задня пари крил у жуків (рис. 13.5)?
2. Які з тварин, що зображені на малюнку 13.7, є комахами, а які — вигаданими істотами? Чому?

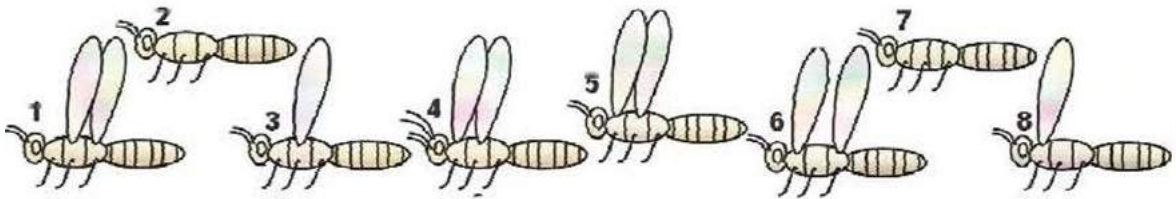


Рис. 13.7.

3. Як пов'язані освоєння суходолу рослинами та поява комах?
4*. Як комахи впливають на життя людей?
5*. На кожному з трьох відділів тіла комах можуть міститися певні органи. Кожен із цих органів має обмежену кількість основних варіантів будови. Чи достатньо цього різноманіття для найчисленнішого з класів тварин?

■ **4. Багатоніжки.** Іншою еволюційною гілкою членистоногих, що освоювала суходіл, є відносно невелика група **багатоніжок** (12 тис. видів). Це наземні тварини, тіло яких поділене на голову й тулуб, що складається з численних члеників (рис. 13.8). Майже всі членики мають кінцівки. Багатоніжок поділяють на декілька класів. До речі, зверніть увагу на мухоловку (рис. 10.1). Вона мешкає на Південному березі Криму й занесена до Червоної книги України. Упродовж останніх десятиріч вона поширюється всією країною, проникаючи в житлові будинки. Якщо знайдете її, не лякайтеся: мухоловка безпечна й просто полює на комах поруч із вами!

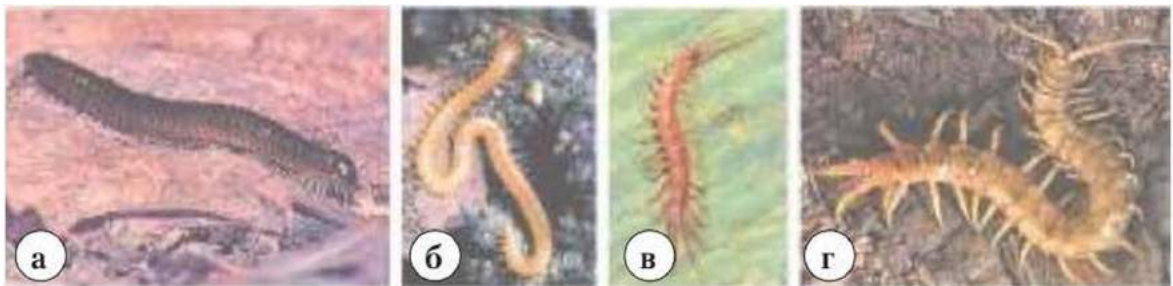


Рис. 13.8. Поширені в Україні багатоніжки: ківсяк (а); геофіл (б); кістянка (в); сколопендра, що мешкає на Півдні України (г)



§ 14. Різноманіття комах

■ **1. Розвиток комах.** Майже всі комахи — роздільностатеві, для деяких є притаманними яскраві відмінності між статями (рис. 14.1). За характером розвитку всіх комах можна поділити на дві великі групи.

У комах із неповним перетворенням (табл. 14.1) з яйця виходить личинка, яка має більшість ознак дорослої особини, але менша за розміром, має недорозвинені крила й статеву систему (рис. 14.2). Дорослою комаха стає після певної кількості линянь (рис. 10.3). Для розвитку яйця таких комах потрібно більше поживних речовин, тому вони зазвичай менш плодючі, ніж представники іншої групи комах.



Рис. 14.1. Самці жуків-оленів, які використовують свої величезні роги під час боїв за самок

Таблиця 14.1

Представники деяких рядів комах із неповним перетворенням

| Ряд | Представник | Опис представника |
|----------------------------------|---|---|
| Ряд Таргани (7500 видів) |  | Мешкає в житлі людини, є переносником яєць глистів та інфекцій. До 13 мм завдовжки. Чисельність знижується завдяки біологічним засобам боротьби. |
| Ряд Бабки (6000 видів) |  | Навколводна комаха, до 5 см завдовжки. Личинка розвивається у воді. Занесена до Червоної книги України. |
| Ряд Прямокрилі (24 000 видів) |  | Рослиноїдна комаха, до 6,5 см завдовжки. Іноді збирається у величезні зграї, які здатні перелетіти море й з'їсти всю рослинність там, куди перемістилися. |
| Ряд Клопи (100 000 видів) |  | Зовнішній паразит людини, до 8 мм завдовжки. Нападає вночі, удень ховається в різні щілини. Укуси порушують сон, спричиняють висипи на шкірі. |
| Воші (500 видів) |  | Зовнішній паразит людини, до 6 мм завдовжки. Переносник висипного тифу. Тіло сплюснене. Одна форма живе у волоссі голови, інша — в одязі. |



Рис. 14.2. Дорослі особини червоноклопів («клопів-солда-тиків») та їхні личинки, що відрізняються лише розміром і відсутністю крил



Рис. 14.3. У метелика махаона личинка (гусениця) дуже відрізняється від зрілої особини. Стадії розвитку (зліва направо): яйця; гусениця; лялечка; зріла особина

Личинки *комах із повним перетворенням* (табл. 14.2) зовсім не схожі на зрілих особин. Їхній життєвий цикл складається з *яйць, личинки, лялечки та зрілої комахи* (рис. 14.3). На стадії лялечки, яка є нерухомою чи малорухомою, відбувається повна перебудова організму. Ця група є еволюційно просунутою, порівняно з першою. Її поява пов'язана з поширенням квіткових рослин, тому що до живлення на їх квітках пристосувалися комахи з повним перетворенням. У деяких з них утворилися ротові апарати, придатні для добування нектару.

В обох групах комах поширене хижацтво.

Таблиця 14.2

Представники деяких рядів комах із повним перетворенням

| Ряд | Представник | Опис представника |
|--------------------------------------|--|--|
| Ряд Жуки (400 000 ви- дів) | Хрущ травневий  | Комаха до 3 см завдовжки. Личинки живуть у ґрунті, живляться коренями, дорослі особини їдять листя дерев. Раніше були небезпечними шкідниками, нині чисельність скоротилася внаслідок застосування отрутохімкатів. |
| Ряд Метелики (160 000 ви- дів) | Сонцевик будяковий  | Денний метелик, розмах крил — до 6,5 см. Гусениця живиться будяком, кропивою й іншими бур'яновими рослинами. Зимує в Північній Африці. |
| Ряд Двокрилі (160 000 ви- дів) | Дрозофіла чорночерева  | Плодова муха, 2,5 мм завдовжки. Живиться гнилими фруктами тощо. Найпоширеніший лабораторний об'єкт для вивчення спадковості. |



| Ряд | Представник | Опис представника |
|--|--|---|
| Ряд Перетинчастокрилі (150 000 видів) | Руда лісова мурашка  | Довжина від 7 до 14 мм, будує великі мурашники. Хижак, що живиться дрібними тваринами, захищає ліс від розмноження рослинних комах. |
| Ряд Блохи (2000 видів) | Блоха людська  | Зовнішній паразит людини. Маючі довжину тіла до 3 мм, стрибає на 30 см у висоту та 50 см — у довжину. Переносник чуми. Личинка живе в хатньому бруді. |

■ **2. Різноманітні крила.** Багато рядів комах вирізняються за особливостями будови їхніх крил. У клопів передня пара крил напівжорстка, а задня — слугує для польоту. У жуків перша пара крил перетворюється на жорсткі надкрила. Крила метеликів покриті дрібною лускою, яка утворює яскравий візерунок. У перетинчастокрилих передні крила крупніші й мають нечисленні жилки. У двокрилих задні крила зникають і перетворюються на невеликі придатки (дзижчальця), що допомагають зберігати рівновагу.

■ **3. Комахи та людина.** Деякі комахи живуть поруч із людьми. Так, у нашому помешканні можуть жити чорний тарган і прусак. Паразитами людини й багатьох ссавців є воші та блохи. Постільний клоп мешкає в житлі людини й живиться її кров'ю. Кров людини п'ють також комарі (ряд Двокрилі). Їжу й харчові продукти потрібно захищати від хатніх мух (той самий ряд), різноманітних зерноїдів (ряд Жуки) і фараонових мурашок (ряд Перетинчастокрилі). Одяг треба оберегти від молі (ряд Метелики).

Шовковичний шовкопряд (рис. 14.4) і медоносна бджола одомашнені людиною. А мухи дрозофіли завдяки непримхливості й короткому періоду розвитку відіграли важливу роль у розвитку генетики (науки про спадковість).



Рис. 14.4. Шовковичний шовкопряд. Із коконів, у яких міститься лялечка, виробляють шовк.



Рис. 14.5. Іздець трихограма, що відкладає яйця у кладку яєць метелика



«Охоронцями» врожаїв є їдці, представники перетинчастокрилих. Вони відкладають яйця в кладки інших комах, у тому числі й тих, яких ми вважаємо «шкідниками» (рис. 14.5). Личинка їдця поступово з'їдає комаху-хазяїна. Цих комах використовують для біологічного захисту посівів. На жаль, унаслідок обприскування отрутохімікатами полів гинуть не тільки їдці, а й інші корисні людині комахи.

Багато видів комах є рідкісними, тому потребують охорони. Один зі способів їх захисту — створення спеціальних охоронних територій. Ними можуть стати навіть невеликі ділянки шкільних садів.

■ Існує два основні типи розвитку комах: з неповним (яйце — личинка — доросла особина) і повним (яйце — личинка — лялечка — доросла особина) перетворенням. Багато комах потребують охорони (рідкісні види, запилювачі, а також хижаки й паразити, які обмежують чисельність рослиноїдних видів).

■ Неповне й повне перетворення; личинка; лялечка.

1. Яке значення комахи мають для людини?
2. Чому скорочується чисельність деяких видів комах?
3. Чим для людини важливі перетинчастокрилі?
4. Чим блохи відрізняються від вошей?
- 5*. Запропонуйте заходи щодо охорони комах.

■ **4. Штучні місця гніздування для перетинчастокрилих** (рис. 14.6). Гнізда для перетинчастокрилих роблять із стеблин очерету, який заготовляють зеленим, аби очеретинки не розтріскувалися. Стеблини діаметром 2–12 мм нарізають так, щоб один кінець був закритий міжвузлям, а інший — відкритим. Жмутки з 20–100 очеретин прив'язують до кілків на 50 см вище від верхів'я трав. Можна набити очеретинами ящик або банку. Такі гнізда орієнтують на південь і нахиляють униз, щоб у них не потрапляла вода.



Рис. 14.6. Стенд із штучними гніздівлями для їдців і ос



Рис. 14.7. Лусківниця звичайна

метром 2–12 мм нарізають так, щоб один кінець був закритий міжвузлям, а інший — відкритим. Жмутки з 20–100 очеретин прив'язують до кілків на 50 см вище від верхів'я трав. Можна набити очеретинами ящик або банку. Такі гнізда орієнтують на південь і нахиляють униз, щоб у них не потрапляла вода.

■ **5. Первиннобезкрилі комахи.** Більшість комах має крила. Деякі з них, наприклад, воші та блохи, втратили їх у зв'язку зі способом життя. Але є й такі комахи, предки яких ніколи не мали крил, — первиннобезкрилі. До них належить ряд Лусківниці. **Лусківницю звичайну** (рис. 14.7) ви могли побачити у себе вдома. Ці комахи живляться крохмальним клейстером і клеєм і можуть псувати палітурки книжок, шпалери тощо. Спіймати лусківницю непросто: вона добре ховається, швидко бігає та має обтічне тіло, яке важко схопити.



§ 15. Тип Молюски

■ **1. Походження молюсків.** Тип *Молюски* налічує майже 100 тис. видів і декілька класів. Молюски — процвітаюча група, представники якої мають своєрідний вигляд і не схожі на тварин інших груп (рис. 15.1).

Як виникли ці дивні істоти? З відомих вам груп найближчими родичами молюсків є кільчасті черви, що зовнішньо не подібні до них. Предки молюсків пристосувалися до життя на поверхні твердого ґрунту або іншої опори. Частина їхнього тіла, що була спрямована назовні, відкладала на своїй поверхні твердий шар вапняку, який захищав цих тварин від хижаків. Щоб формувати такий захисний панцир — *черепашку* — у молюсків розвинулася особлива складка поверхні — *мантія* (рис. 15.2). Мантія прилягає до черепашки; між нею й тілом молюска утворюється *мантійна порожнина*. Черепашка складається з шарів вапняку, які можуть утворювати *перламутр* — гладеньку блискучу речовину.

Як змінилася будова молюсків унаслідок появи в них черепашки? Для пересування у молюсків з'явився виріст, що висовується з-під черепашки, — *нога*. Перші молюски, як і сучасні червононогі, рухалися завдяки її хвилеподібним м'язовим скороченням. Вони могли живитися лише їжею, яку знаходили на поверхні. Для цього молюски використовували *тертку* — спеціальний орган, зішкрябуючи ним водорості з каміння (рис. 15.3). Рот із терткою й органи чуття розташовані на голові, що рухомо пов'язана з ногою. Оскільки мантійна порожнина захищена черепашкою, органи дихання розмістилися саме в ній.



Рис. 15.1. Представники типу Молюски: рог ова котушка (а); устриця (б); каракатиця (в)



Рис. 15.2. Схема будови тіла архаїчних молюсків. Приблизно так побудовані червононогі молюски

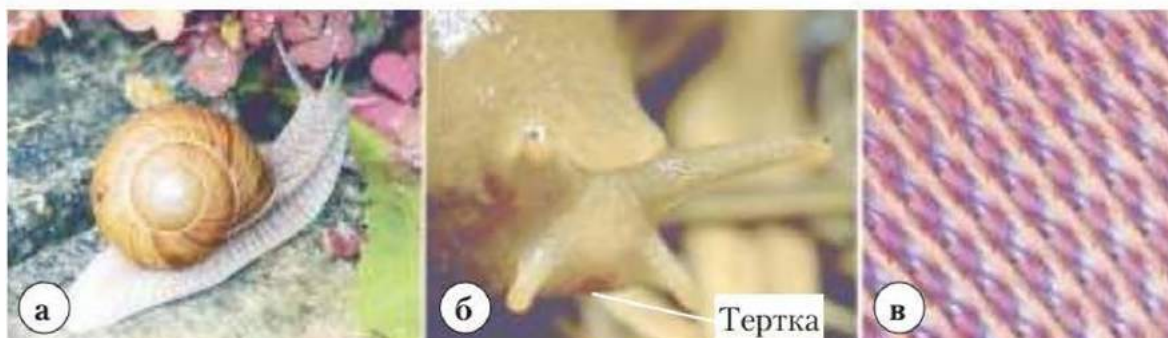


Рис. 15.3. Виноградний слимак (а); його голова крупним планом (б); збільшена ділянка тертки (в)



Рис. 15.4. Деякі морські черевоногі мають черепашки надзвичайної форми та забарвлення.



Рис. 15.5. Слизун — суходільний молюск, позбавлений черепашки



Рис. 15.6. Плавуча личинка морського черевоногого

■ **2. Клас Черевоногі молюски.** Конструкція тіла, яку ми описали, дала можливість представникам класу Черевоногі молюски поширитися не тільки в морі, а й на суходолі (рис. 15.4). Цей клас налічує близько 80 тис. видів. За допомогою тертки наземні черевоногі живляться наземною рослинністю, а зі складки мантійної порожнини утворився орган для дихання повітрям — легені.

Прикладом суходільних черевоногих є виноградний слимак, поширений по всій Україні. Цей вид може шкодити виноградникам. Але самого слимака використовують у їжу й штучно вирощують ще з часів Стародавнього Риму.

Деякі суходільні черевоногі втратили черепашку (рис. 15.5), а інші — призвичаїлися до життя в прісних водах. Саме до таких молюсків належить рогова катушка (рис. 15.1, а).

У морських видів черевоногих із яєць виходять личинки, які деякий час ширяють у товщі води (рис. 15.6). Течії переносять таких личинок на великі відстані. У прісноводних і наземних черевоногих із яйця відразу виходить молодий слимак. Існують і живородні види.

■ **3. Клас Двостулкові молюски.** На відміну від черевоногих, представники **класу Двостулкові** (до якого належить приблизно 9 тис. видів) майже не нагадують



первинних молюсків. Їхнє тіло стиснуте з боків і вкрите двома стулками черепашки (рис. 15.7). Вірогідно, це пристосування виникло внаслідок проживання на м'якому ґрунті, де хижаки могли атакувати молюсків і знизу.

Двостулкові молюски зазвичай малорухливі або нерухомо прикріплені до опори. Голова в них зникла, нога зменшилась і сплющилася з боків. Стулки черепашки щільно змикаються завдяки м'язам-замикачам. Більшість малорухомих і нерухомих тварин живляться, фільтруючи завислі у воді поживні частки. Не є винятком і двостулкові. Вони прокачують воду через мантийну порожнину, затримуючи поживні частки зябрами.

У прісних водоймах України поширені *беззубки* й *перлівниці* (рис. 15.7). Для пересування вони висовують ногу вперед, закріплюються на дні та підтягують усе тіло. Яйця молюсків розвиваються в мантийній порожнині; там із них виходять личинки, черепашки яких мають зубці. Коли над молюском з'являється тінь риби, він викидає потомство назовні. Личинки прикріплюються до зябер і плавців риби та деякий час ведуть паразитичний спосіб існування.

Фільтруючи воду, беззубки й перлівниці відіграють важливу роль у її очищенні. У їхніх черепашках добре розвинений внутрішній перламутровий шар, тому раніше їх використовували для виготовлення гудзиків. Європейська річкова *перлова скойка* (рис. 15.8) населяє тільки чисті річки зі швидкою течією і є джерелом річкових перлів. Через браконьєрський вилов чисельність її постійно скорочується.

Перлина утворюється тоді, коли між стулкою черепашки й мантиєю молюска потрапляє чужорідне тіло, наприклад, піщинка або паразит (рис. 15.9). Мантия охоплює це тіло, утворюючи навколо нього мішечок, і починає виділяти перламутр. Щоб отримати штучні перли, під мантию перлових скойок вводять кульки з перламутру.

Основні постачальники перлів — морські перлові скойки, що населяють переважно мілководдя тропічних морів. Їх



Рис. 15.7. Перлівниця — прісноводний двостулковий молюск



Рис. 15.8. Добування перлин із перлової скойки



Рис. 15.9. Схема утворення перлини





Рис. 15.10. Робітник на підводній фермі перлових скойок. Їх вирощують у сітках, що висять у товщі води.

виловлюють і штучно розводять заради перлів (рис. 15.10). На спеціальних фермах люди вирощують також устриць (рис. 15.1) і мідій, яких уживають у їжу.

■ Тип Молюски налічує понад 100 тис. видів. Перші молюски — це тварини, які повзали по опорі й були захищені зверху черепашкою. Їхнє тіло складалося з голови, ноги й тулуба. Черепашка молюсків виробляється особливою складкою покривів — мантиєю. Двостулкові молюски — фільтратори, що беруть участь у біологічному очищенні води.

■ Черепашка; мантия; мантийна порожнина; перламутр; тертка.

1. Порівняйте будову й спосіб живлення червононогих і двостулкових молюсків.
2. Чому двостулкові молюски утворюють перлини?
3. Чому розвиток із плавучою личинкою відбувається лише в тих червононогих молюсків, які живуть у морях?
- 4*. Чому, на вашу думку, багато молюсків здаються нам надзвичайно гарними?
- 5*. Чому червононогі молюски змогли при звичаїтися до життя на суходолі, а двостулкові — ні? Як, на ваш погляд, відбувався перехід червононогих до наземного способу життя?

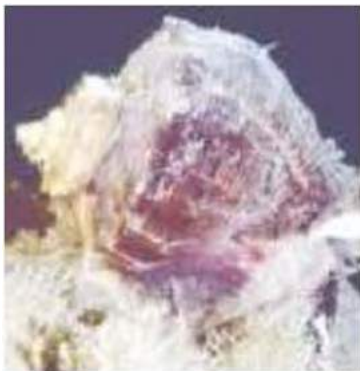


Рис. 15.11. Рапана

■ **4. Чорноморський загарбник.** Усім, хто бував на Чорному морі, відома **рапана** (рис. 15.11). Цей хижак у великій кількості поїдає двостулкових молюсків, паралізуючи їх отруйною слиною. Плодючість рапан величезна: один молюск може відкласти за раз майже 100 тис. яєць, прикріплюючи їх до різноманітних предметів. Кораблі, що проходили до Чорного моря з Японського за часів Другої світової війни, занесли яйця рапан із Далекого Сходу, їхньої батьківщини. Наслідком цього стало значне скорочення чисельності чорноморських устриць.

■ **5. Голозяброві молюски.** **Голозяброві молюски** належать до червононогих (рис. 15.12). Черепашка в них повністю зникла, а вирости тіла утворюють додаткові зябра. Багато голозябрових молюсків живляться кишковопорожнинними. Вони мають дивовижну особливість: жалкі клітини їхніх жертв переносяться живими з кишківника молюсків у спеціальні





Рис. 15.12. Голозяброві молюски

мішечки на їхніх зябрах! Молюск використовує ці клітини для захисту й нападу. **Поміркуйте, чому голозяброві молюски відзначаються дуже яскравим забарвленням.**

■ **6. Корабельний черв.** Багато двостулкових молюсків пристосувалися до життя в ходах, які самі роблять у скелях, вапняках, деревині. Іноді в них навіть важко впізнати молюсків. Це стосується й **корабельного черва**, що живе в деревині (рис. 15.13). На передньому кінці його червоподібного тіла розташована невелика черепашка, якою молюск, немов щелепами, гризе деревину. Стінку ходу молюск вистилає тонким шаром вапна. Ходи молюсків, що живуть в одному шматку деревини, ніколи не сполучаються. Живиться корабельний черв деревиною та планктонними тваринами. Діяльність корабельних червів спричинила чимало аварій дерев'яних кораблів. У Чорному морі мешкають три види цих молюсків. При масовому розмноженні упродовж одного-двох років вони здатні повністю зруйнувати дерев'яні сваї.

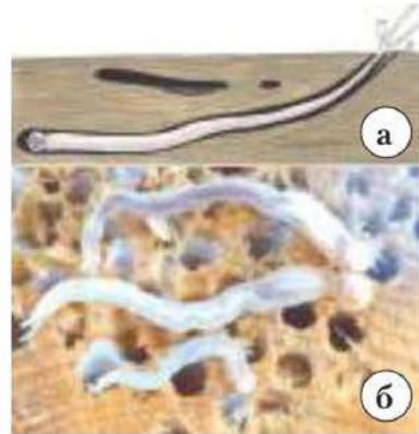


Рис. 15.13. Корабельний черв (а) та зруйнована ним деревина (б)

§ 16. Клас Головоногі молюски

■ **1. Головоногі молюски.** До класу *Головоногі молюски* належить майже 800 виключно морських видів. На жаль, у морях України вони не трапляються. Більшість сучасних головоногих молюсків позбавлена зовнішньої черепашки (рис. 16.1), а їхній тулуб покритий мантиєю. На голові розташовані *щупальця*, або руки, які оточують рот. За їх допомогою молюски повільно пересуваються і захоплюють здобич. На руках зазвичай є присоски. Унизу голови розташована *лійка* — мускулиста трубка, через яку викидається вода з мантийної порожнини. На лійку й руки перетворилася нога предків головоногих молюсків (рис. 16.2).



Рис. 16.1. Головоногі (зліва направо): наутилус; каракатиця; кальмар; восьминіг

Що спільного між кальмаром і космічною ракетою? Головоногі освоїли **реактивний рух**. Вода закачується до мантийної порожнини крізь мантийну щілину, а потім унаслідок скорочення мускулатури мантиї із силою виштовхується через лійку. Молюск при цьому пливе в

напрямку, протилежному рухові води, яку він виштовхує (рис. 16.3). Створені людиною ракети також рухаються реактивно, викидаючи струмені газу.

Усі головоногі — хижаки. Вони щупальцями ловлять здобич і розривають її міцним дзьобом, що оточує їхній рот. Головоногі можуть чудово маскуватися, майже миттєво змінюючи колір. Це відбувається через розширення або звуження клітин шкіри, які містять барвну речовину.

■ **2. Втрата черепашки.** Відомо вже понад 11 тис. викопних видів головоногих. Більшість із них мала добре розвинені черепашки й плавала в товщі води.

Як плавали тварини з важкою черепашкою? Зрозуміти це допомагає один існуючий нині рід головоногих — *перлисті кораблики*, або *наутилуси* (рис. 16.1). Наутилуси живуть в Індійському океані на глибині до 350 м. Спірально закручена черепашка наутилуса зсередини вкрита перламутром і поділена на камери. Тіло молюска вміщується в найближчій до устя камері, а в інші заходить лише його тонкий виріст. За його допомогою наутилус може заповнювати черепашку газом або рідиною, змінюючи її плавучість (рис. 16.4). Приблизно за таким принципом змінюють



Рис. 16.2. Будова кальмара



Рис. 16.3. Реактивний рух восьминога



плавучість підводні човни. Наутилуси плавають у воді завдяки реактивному рушію, хапаючи здобич — хворих риб і різноманітних безхребетних.

З удосконаленням реактивного руху черепашка поступово втрачала своє значення. Серед сучасних головоногих каракатиці мають лише невелику черепашку, яка схована під мантиєю. У кальмарів від черепашки залишився тільки невеликий пружний стрижень, що тягнеться вздовж їхнього тіла під мантиєю. Восьминоги втратили черепашку повністю.

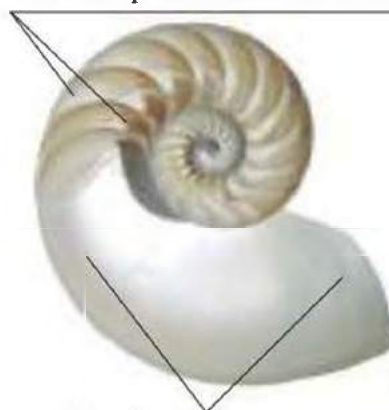
■ **3. Стрімкі кальмари й кмітливі восьминоги.** *Кальмари* пристосовані до швидкого плавання (рис. 16.1). Деякі з них так розганяються, що вистрибують із води і пролітають певну відстань повітрям (рис. 16.5). Під час плавання голова кальмара спрямована назад. На ній розташовані десять щупалець, два з яких довші від інших. Кальмар, що полює на рибу, здатен перегнати її, повернути лійку проти напрямку руху, зупинитись і розкинути щупальця прямо перед здобиччю!

Найбільші безхребетні — гігантські кальмари, що мешкають на глибині 200–1500 м. Найбільший їхній представник, обміряний ученими, досягав 18 м у довжину й важив 300 кг. Вони — звичайна здобич кашалотів, найбільших хижих китів. Людина також уживає в їжу кальмарів, які є важливим об'єктом промислу.

Восьминоги живуть на мілководдях, ховаючись у розколинах між камінням або в печерах. Вони мають мішкоподібний тулуб і вісім щупалець, перебираючи якими можуть повільно «ходити» дном. Більшість восьминогів невеликі, але деякі з них досягають 3–5 м у довжину.

Восьминоги — найкмітливіші з безхребетних, здатні до складних дій. Вони можуть,

Ці камери заповнені газом



У цій камері — тіло наутилуса

Рис. 16.4. Будова черепашки наутилуса



Рис. 16.5. Кальмар летить над поверхнею води



Рис. 16.6. Угорі: зображення битви між гігантським кальмаром (найбільшим безхребетним) і кашалотом (одним із найбільших хребетних). Унизу: робітник монтує музейну експозицію





Рис. 16.7. Самка восьминога з кладкою яєць у схованці під плескати́м каменем

наприклад, трохи піднімати великий плескати́й камінь, підставляти під його краї підпірки й у такий спосіб створювати собі домівку. Самка восьминога будує схованку для яєць і охороняє кладку, але гине незадовго до вилуплення молоді (рис. 16.7).

■ **4. Найдосконаліші безхребетні.** Багатоклітинних тварин історично поділяють на дві групи: *безхребетні* й *хребетні*. До *підтипу Хребетні* (що належить до типу Хордові)

належать найбільші тварини зі складною поведінкою, вони відіграють важливу роль у живій природі.

Які групи є найдосконалішими серед безхребетних? За кількістю видів і чисельністю особин «перемагають» представники типу Членистоногі, особливо комахи (на суходолі) та ракоподібні (у воді).

За складністю й досконалістю будови за першість серед безхребетних «змагаються» тип Членистоногі та клас Головоногі молюски. За розміром тіла — у виграві головоногі.

Які безхребетні мають найскладнішу поведінку? Це соціальні перетинчастокрилі (мурахи, бджоли та ін.) і головоногі молюски. Утім, головоногі не вийшли з моря й мають доволі невелику тривалість життя кожної окремої особини. Так чи інакше, але ця група — одна з вершин еволюції тварин.

■ До відносно нечисленного класу Головоногі молюски належать одні з найдосконаліших безхребетних. Головоногі здатні до реактивного руху. При цьому вони із силою викидають воду з мантийної порожнини.

■ *Реактивний рух; безхребетні та хребетні тварини.*

1. З якими технічними засобами, створеними людиною, порівнюються головоногі молюски в тексті параграфа? На якій підставі?
2. Чому більшість сучасних головоногих утратила черепашку?
3. Опишіть зовнішню будову кальмарів і восьминогів. Порівняйте відмінності в способі життя цих тварин із відмінностями в їхній зовнішній будові.
- 4*. Чому головоногі представлені невеликою кількістю сучасних видів?

■ **5. Гігантські спрути.** Колись моряки побоювалися нападу гігантських головоногих — кальмарів чи восьминогів (рис. 16.8). Одним із «доказів» існування цих монстрів були рубці від присосок кальмарів, виявлені



на шкірі кашалотів, діаметр яких досягав 15 см. Порівняйте: у кальмара, що має довжину тіла 18 м, діаметр присоски — лише 5 см, а найкрупніші восьминоги мають набагато дрібніші присоски. Вирогідно, кашалоти дістали такі рубці під час бійок із кальмарами ще в молодому віці (рис. 16.6, с. 65). До велетенських розмірів рубці «розтяглися» під час зростання кита.

Карл Лінней свого часу повірив розповідям моряків і включив до першого видання своєї «Системи природи» (1736 р.) цих гігантських тварин до числа головоногих молюсків під назвою *Microcosmus*. Але з часом зрозумів, що така тварина є вигадкою, і виправив наступні видання своєї праці.



Рис. 16.8. Напад міфічного велетенського спрута на корабель в уявленні зоолога Дені де Монфора (1801 р.).

§ 17. Тип Хордові

■ **1. Як виникли Хордові?** До типу Хордові разом з іншими 50 тис. видів належить і людина!

Хордові утворилися від донних тварин, які мали личинку, що плаває. У нашій еволюційній гілці личинки не спускалися на дно, а залишалися активно плавати в товщі води, фільтруючи її струмись. Цідильним пристроєм, що затримував поживу, була глотка, де містилися **зяброві щілини** (рис. 17.1). Оскільки глоткові щілини добре омивалися водою, газообмін відбувався в них; саме тому в хордових дихальна й травна системи тісно пов'язані.

Давні хордові плавали завдяки хвилеподібним вигинам тіла. Для цього в них розвинулися сегментовані м'язи, які згинали тіло в потрібній

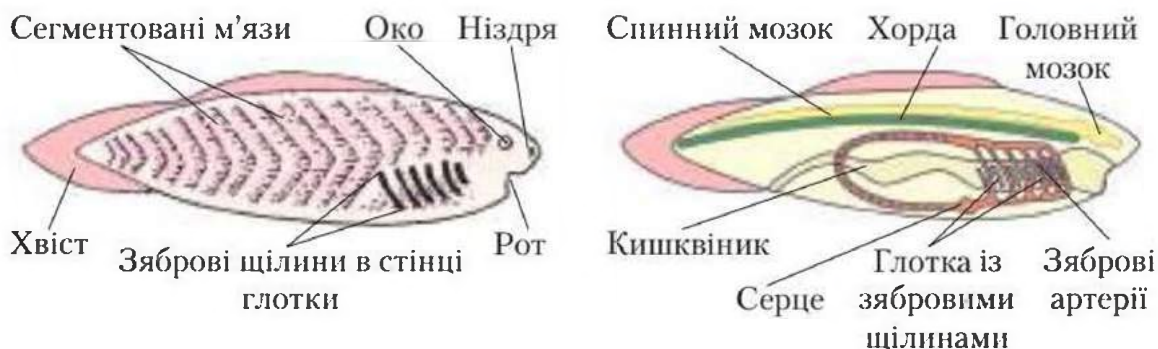


Рис. 17.1. Схема будови перших хордових тварин.

У будові людського тіла зберігаються «сліди» будови цих тварин!

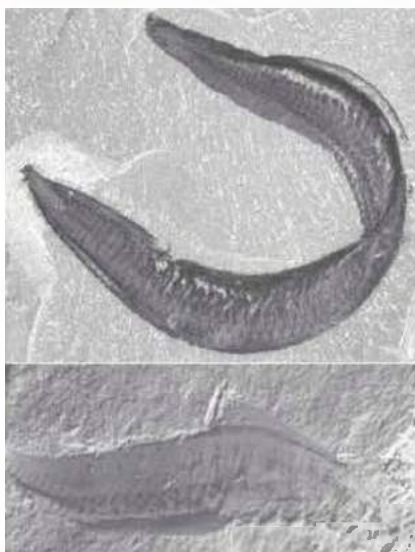


Рис. 17.2. Зразки викопних решток найдавніших хордових

ділянці, а не по всій довжині. У них виник пружний осьовий стрижень — **хорда**. При згинанні тіла хорда накопичувала енергію, яку вивільняла при його випрямленні. В осадових породах кембрійського періоду (більше 500 млн років тому) були знайдені рештки подібних тварин (рис. 17.2) — майже таких, якими їх уявляли вчені!

■ **2. Основні ознаки хордових.** Хордові — тришарові тварини із сегментованою опорно-руховою системою.

Їхні унікальні особливості такі:

- наявність (хоча б на деяких етапах життя) пружного осьового скелета — хорди;
- центральна нервова система має вигляд трубки, що розташована на спинному боці тіла, над хордою;

• органи дихання (зябра чи легені) розвиваються з передньої частини травної системи.

■ **3. Підтипи хордових.** На піщаних мілководдях Чорного моря живе тварина завдовжки до 7 см — **ланцетник**. Його назва пов'язана з тим, що за формою він нагадує хірургічний інструмент ланцет (рис. 17.3). Ланцетнику властиві всі ознаки типу Хордові: хорда, нервова трубка на спинному боці, зяброві щілини в глотці. Він належить до **підтипу Безчерепні**, що налічує майже 30 видів.

За багатьма ознаками ланцетник нагадує найдавніших хордових. Це також фільтратор, але не вільноплавний, а донний. Занурений у

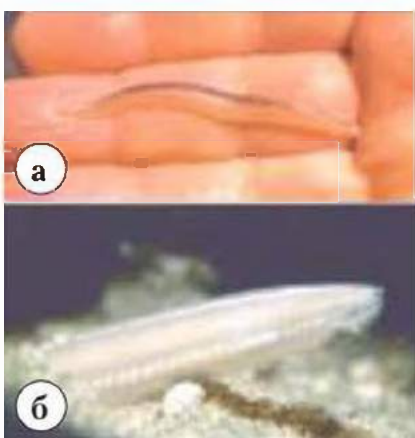


Рис. 17.3. Ланцетник на долоні людини (а) та в природному середовищі (б)

грунт, ланцетник виставляє назовні передротову лійку, оточену щупальцями. Війки в зябрових щілинах забезпечують рух струменя води, з якого відфільтровуються поживні частки. Складка шкіри, що вкриває передню частину тіла, захищає зябра від засмічення. Зариваючись у грунт, ланцетник «усвердлюється» в дно передньою загостреною частиною тіла, опорою для якої слугує хорда. Передня ділянка центральної нервової системи, що відповідає головному мозку, у ланцетника зникла, бо інакше вона постійно ушкоджувалася б твердими частинками ґрунту. Таким чином, малорухливий



спосіб життя цієї тварини призвів до того, що вона могла обходитися без головного мозку.

До типу Хордові належить також **підтип Покривники**, що об'єднує майже 1400 видів. Його представниками є **асцидії** (рис. 17.4), у яких складно впізнати родичів нашого виду. Доросла асцидія — сидяча тварина, вкрита мішкоподібною оболонкою. Вода, що заходить у рот асцидії, фільтрується крізь пронизану зябровими щілинами глотку (вона займає більшу частину тіла) і виходить назовні через особливий отвір.

Хорди в дорослих асцидії немає. Чому ж їх зараховують до типу Хордові? Тому що їхні личинки мають усі ознаки цього типу й дещо нагадують ланцетника (рис. 17.4). Личинка асцидії певний час плаває у воді, а потім осідає на дно й згодом перетворюється на дорослу особину.

Головний напрям еволюції хордових був пов'язаний із тваринами, що плавали в товщі води і з часом змінювали спосіб харчування — переходили від фільтрації до хижацтва. Це сприяло розвитку внутрішнього скелета й м'язів, удосконаленню нервової системи й органів чуття. Нащадки таких тварин утворюють **підтип Хребетні**,

до якого належимо й ми з вами. Для опори м'язів і захисту нервової системи в хребетних виникли **хребці** — розташовані вздовж тіла скелетні елементи, що розвиваються поруч із хордою. У високорозвинених хребетних хорда зберігається лише на ранніх стадіях розвитку, а згодом замість неї розвивається **хребет**: осьовий скелет, що складається з хребців. Також у них виник **череп** — частина внутрішнього скелета, яка захищає головний мозок та підтримує рот і зябра (рис. 17.5).



Рис. 17.4. Одна з чорноморських асцидій (угорі) та її личинка (унизу). Роздивіться ґратчасту глотку в тілі асцидії та хорду — у хвості личинки.

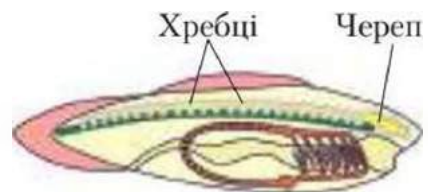


Рис. 17.5. Дві характерні особливості представників підтипу Хребетні

■ Тип Хордові об'єднує понад 50 тис. видів. Його представники мають хорду (принаймні на ранніх стадіях розвитку), центральну нервову систему на спинному боці тіла й органи дихання, зв'язані з органами травлення. Для представників підтипу Хребетні характерна наявність хребців (скелетних елементів, що розвиваються поруч із хордою або замість неї та черепа).

■ Зяброві щілини глотки; хорда; хребці; хребет; череп.



1. Опишіть спосіб життя перших хордових. Поясніть будову цих тварин, урахувавши їхній спосіб життя.
2. Поясніть, як ви розумієте підпис до *рисунка 17.1* (с. 61).
3. Поясніть, чому вільноплавним тваринам-фільтраторам потрібні більш розвинені органи чуття, ніж сидячим.
- 4*. Тільки в хордових тіло продовжується далі від анального отвору, утворюючи хвіст. До речі, людина теж має хвіст, але тільки під час зародкового розвитку. Як пов'язані спосіб руху перших представників нашого типу та наявність у них хвоста?

■ **4. Тип Голкошкірі. Хто з безхребетних тварин є найближчими родичами типу Хордові?** Дивовижний тип Голкошкірі! Попри зовнішню неподібність, ці обидва типи об'єднують особливості їхнього зародкового розвитку.

Відомо понад 6 тис. видів **типу Голкошкірі**. Зазвичай вони мають круглясте тіло, від якого відходять промені (вирости); у центрі тіла розташований рот. Вапняні пластинки в їхній шкірі утворюють своєрідний скелет. На поверхні скелетних пластинок містяться голки, що стирчать назовні. Більш архаїчна група сучасних голкошкірих — **морські лілії** (*рис. 17.6*). Своїми розгалуженими променями вони збирають поживні частки, які опускаються зверху. **Голотурії** повзають «на боці» і за формою тіла нагадують черв'як. Існують їстівні голотурії — трепанги.

Куполоподібне тіло **морських їжаків** укрите міцною шкаралупою. Свої рухливі голки вони використовують не тільки для захисту, а й для пересування: ними можна «ходити», мов дибами.

Офіури — найрухливіші голкошкірі, які «ходять» дном видовженими променями, збираючи дрібні поживні частки.

Морські зірки — хижачки. Рот у них міститься на нижньому боці тіла. Вони можуть вивертати назовні свій шлунок, обгортати ним велику здобич і перетравлювати її поза власним тілом!

Голкошкірі — виключно морські тварини, які не живуть в опрісненій воді. Саме тому їх небагато в Чорному морі (сім видів голотурій, один вид морських зірок і чотири види офіур). А в Азовському морі їх немає зовсім.



Рис. 17.6. Схема еволюції (її шляхи відбивають сліди на дні!) голкошкірих (зліва направо): морська лілія; голотурія; морський їжак; офіура; морська зірка



§ 18. Походження й особливості риб

■ **1. Виникнення щелеп.** *Підтип Хребетні* виник завдяки пристосуванню давніх хордових до вільного плавання. Перевагу при такому способі життя мали тварини з більш досконалішими органами чуття. Коли вони почали розрізняти окремі поживні частки (планктонні організми), фільтрування замінилося хижацтвом. Деякі з «поживних часток» намагалися втекти від хижака або вирватися з його рота. Хижаки, відповідно, ставали рухливішими й пристосовувалися до утримування здобичі.

Як утримували здобич перші хребетні? У цих тварин їжа фільтрувалася крізь зяброві щілини між зябровими дугами (рис. 17.5, 18.1). Для утримування рухливої здобичі одна із зябрових дуг перетворилася на **щелепу**. Це надало давнім рибами можливість утримувати й убивати здобич. Перші риби мали кісткові пластини в шкірі. Якщо ці пластини містилися на щелепах, ті ставали ефективнішими. Саме з таких пластин виникли зуби.

■ **2. Парні й непарні плавці.** Із часом органи чуття й опорно-рухова система давніх риб удосконалювалися. Риbam потрібно не тільки швидко плавати, а й легко робити повороти: різкий ривок убік рятував від хижака або допомагав схопити здобич. Для поворотів ці риби використовували *бічні шкірні складки* (рис. 18.2). Оскільки основне навантаження припадало на передні й задні ділянки таких складок, із цих ділянок розвинулися **парні плавці** — **грудні й черевні**. Разом із парними плавцями вдосконалювалися **непарні**. Найпотужнішим із них став **хвостовий плавець**.

■ **3. Еволюційна історія риб.** Завдяки досконалості своєї будови риби, невдовзі

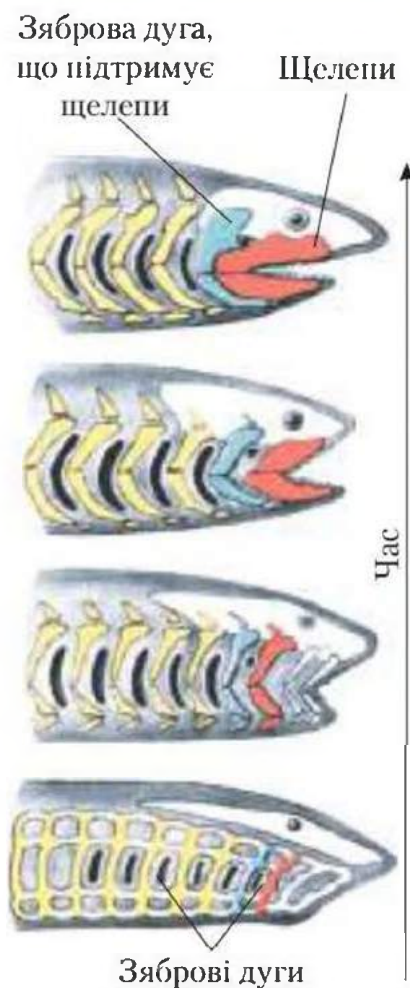


Рис. 18.1. Схема еволюційного походження щелеп у риб



Рис. 18.2. Схема еволюційного походження парних плавців у риб



Рис. 18.3. Біла акула вистрибує з води

після своєї появи, стали однією з найважливіших груп водних тварин. Серед них з'явилися найуспішніші водні хижаки (рис. 18.3). З плином часу риби частково поступилися лише своїм еволюційним нащадкам, таким, як кити, — чотириногим, які із суходолу знову повернулися до моря.

З кількох груп, що входили до надкласу Риби, збереглися три класи: Хрящові риби, Променепері риби та Лопатепері риби (рис. 18.4).

Променеперих і лопатеперих зазвичай об'єднують назвою «кісткові риби». У назвах хрящових і кісткових риб відображені їхні найхарактерніші ознаки. Скелет хрящових риб побудований із хряща. У скелеті кісткових риб також трапляється хрящ, але завжди наявна й справжня кістка.

■ **4. Особливості будови риб.** Тіло риб зазвичай укрите лускою. Їхні рухи забезпечує сегментована мускулатура, розміщена з боків тіла. Опору м'язам дає внутрішній скелет, побудований із хряща або кістки.

Більшість риб має добре розвинені органи чуття (рис. 18.5). Характерним органом чуття риб є **бічна лінія**. За її допомогою риби сприймають найменші коливання води, спричинені будь-яким тілом, що рухається в ній. Бічна лінія складається із заповнених слизом каналів, що лежать у шкірі. Вони відкриваються назовні отворами. Коливання води передаються слизу в каналах і сприймаються особливими чутливими клітинами.

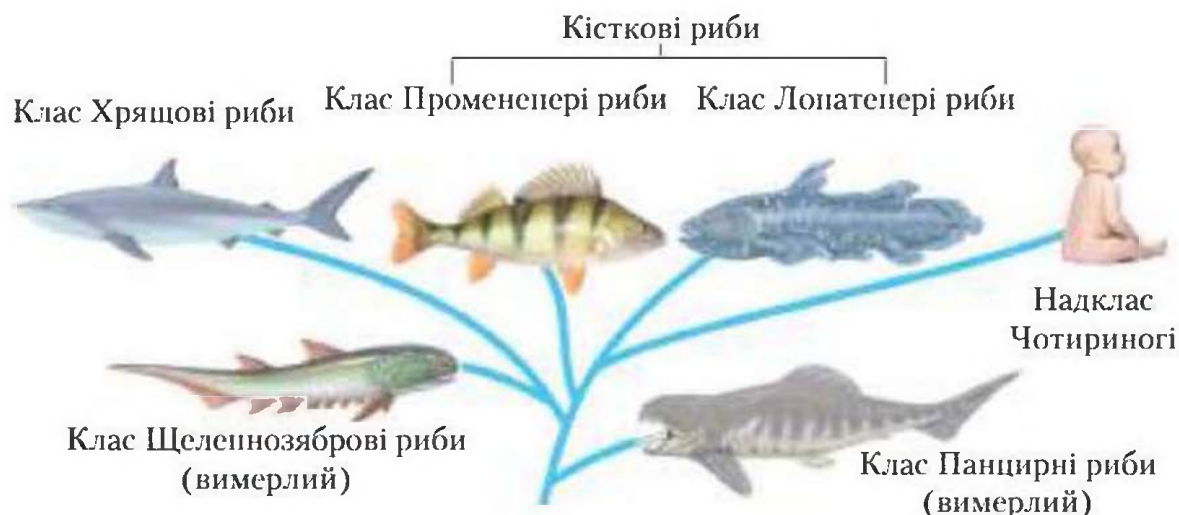


Рис. 18.4. Еволюційні взаємозв'язки між класами в складі надкласу Риби (надклас Чотириногі походить від давніх риб, що належали до класу Лопатепері)



Форма тіла риб тісно пов'язана з характерним для кожного виду способом плавання (рис. 18.5).

■ Найбільшим еволюційним надбанням представників надкласу Риби є поява щелеп і парних плавців. Риби плавають за допомогою парних (грудних і черевних) і непарних (наприклад, хвостового) плавців. Форма тіла різних риб відображає властивий їм спосіб плавання.

■ Щелепи; парні й непарні плавці; бічна лінія.

1. Як будова щелеп у риб пов'язана з їхніми функціями?
2. Порівняйте функції парних і непарних плавців у риб.
3. Висловіть припущення про те, який спосіб руху є типовим для риб, зображених на *рисунку 18.6*.
- 4*. Які ознаки від риб успадкувала людина? Яких змін вони зазнали під час еволюції? Чому це сталося?

■ **5. Безщелепні хребетні.** Первісні хребетні належали до **класу Щиткові**. Вони мали зовнішній панцир із окремих щитків, найкраще розвинений на передній частині тіла (рис. 18.7). Здебільшого це були придонні тварини. З появою досконаліших хребетних щиткові вимерли, проте й дотепер збереглися їхні родичі — представники **класу Круглороті**. До цього класу належать майже 40 видів **міног**, що мешкають у морській і прісній воді. Зазвичай до цього класу відносять також майже 50 видів морських міксин.



Рис. 18.5. Органи чуття, що характерні для риб



Рис. 18.6. Форма тіла різних риб відображає притаманний їм спосіб руху





Рис. 18.7. Безщелепні хребетні (зверху вниз): представник вимерлої групи щиткових; міксина, що зав'язалася вузлом; голова міноги; ротова лійка міноги

Мінога живиться, присмоктуючись ротовою лійкою до риб — найчастіше хворих або ослаблених. Зубцями, розташованими навколо рота й на язичці, вона просвердлює шкіру жертви, вводить у її тіло травні соки й висмоктує напівперетравлені тканини.

Уздовж осі тіла міног проходить добре розвинена хорда, яка надає тілу пружності. Над хордою містяться невеликі хрящові хребцеві дуги. Головний мозок та органи чуття міноги захищені хрящовим черепом.

Міног уживають в їжу, вони дуже смачні. Чисельність *міноги української*, яка живе у водоймах нашої країни, невелика, тож ця тварина потребує охорони й занесена до Червоної книги України.

Назва *мінога* походить від польського слова *minog*, яке, у свою чергу, походить від німецького *Neunauge* (*neun* — дев'ять, *Auge* — око), тобто дев'ятиочка. Спробуйте пояснити таку назву (рис. 18.7). Урахуйте, що ніздря у міноги — непарна, розташована посередині верхньої частини голови.

За деякими ознаками круглороті нагадують риб, тому їх подеколи зараховують до надкласу Риби. Проте в круглоротих є дуже важлива відмінність — відсутність щелеп. І міноги, і міксини — далекі родичі справжніх риб.

§ 19. Хрящові риби

■ **1. Групи хрящових риб.** До класу *Хрящові риби* належить майже 1000 видів морських риб, завдовжки від 15 см до 20 м. Сучасних хрящових риб об'єднують у три групи: *акули*, *скати* й *химери* (табл. 19.1).

Типові акули — хижакі, які плавають у товщі води в пошуках здобичі. Більшість скатів — придонні тварини, що живляться ґрунтовими безхребетними. Химери також є придонними тваринами, які пристосувалися до розгризання ракоподібних і молюсків.

■ **2. Акули.** Ці риби мають торпедоподібне тіло, основним рушієм якого є хвіст. Верхня частина хвостового плавця акули довшя за нижню. Основними стернами слугують парні грудні плавці. Спинний плавець допомагає підтримувати напрямок руху. Рот акули спрямований донизу, під час укусу щелепи здатні висуватися (рис. 19.1). На щелепах у кілька рядів розташовані гострі зуби. З боків голови, ближче до грудних плавців, містяться 5–7 пар зябрових щілин.



Представники різних груп хрящових риб

| Група | Представник | Опис представника |
|-----------------------------------|---|--|
| Акули (9 рядів) (400 видів) | Катран (колюча акула)  | Завдовжки до 1 м, іноді — 1,5 м. Живиться рибою. Перед спинним плавцем — колючий шип. Використовують у їжу, для людини — безпечний. |
| Скати (4 ряди) (550 видів) | Морський кіт (звичайний хвістокол)  | Завдовжки зазвичай 1 м, іноді досягає 2,5 м. Живе на піщаному дні, живиться ракоподібними та молюсками. На хвості — отруйна голка. Її укол небезпечний для людини. |
| Химери (32 види) | Європейська химера  | Малорухлива хрящова риба, до 1,5 м завдовжки; живиться безхребетними, що мають тверді черешки й скелети. |

Шкіра акули вкрита лускою, яка за будовою нагадує зуби і на дотик подібна до наждака.

Акула дихає, вбираючи воду ротом і випускаючи її крізь зяброві щілини. Дихання полегшується плаванням, під час якого вода тече крізь зябра завдяки руху риби. Більшої плавучості тілу акули надає велика печінка, де накопичується жир. Жир легший від води й тому зменшує питому вагу тіла.

Серед акул є і найнебезпечніші морські хижаки, і тварини, які живляться донними безхребетними. Найкрупніша сучасна риба — це китова акула, довжина якої майже 20 м (рис. 19.2, с. 76). Це — фільтратор, що за годину пропускає крізь себе до 2000 т води! Більшість великих акул живиться крупними тваринами: рибами, кальмарами, морськими ссавцями. Найнебезпечніші серед них — біла акула (до 6–8 м завдовжки, рис. 19.1), тигрова акула (до 5–9 м) та акула-молот (до 6 м, рис. 19.3, с. 76).



Рис. 19.1. Під час атаки в білої акули щелепи висуваються вперед





Рис. 19.2. Китова акула в океанаріумі (угорі) й у природі (унизу)



Рис. 19.3. Деякі акули, зокрема акула-молот, становлять небезпеку для людини



Рис. 19.4. Дівчина-нирець поруч зі скатом мантою



Рис. 19.5. Електричний скат

■ **3. Скати.** Більшість скатів веде придонний спосіб життя й живиться невеликими безхребетними. Однак найкрупніший скат *манта* (рис. 19.4), який досягає 6,6 м у розмаху грудних плавців і до 2 т маси, — фільтратор. Манта плаває в товщі води й фільтрує воду крізь зяброві щілини, загначаючи планктонних тварин у широкий рот за допомогою двох лопатей, розташованих з обох боків голови. У скатів на шкірі розкидані окремі великі луски.

У Чорному морі звичайними є три види хрящових риб. Це *катран*, *морський кіт* (див. табл. 19.1, с. 75) і відносно безпечний скат *морська лисиця*.

■ До класу Хрящові риби належить майже 1000 видів — акули, скати й химери. Більшість акул — хижаки, які мають тіло торпедоподібної форми. Деякі з них небезпечні для людини. Найбільші з акул і скатів — фільтратори. Скати — переважно придонні риби, які живляться безхребетними.

- 1. Як ви думаєте, чому найбільші хрящові риби (до речі, як і найбільші кити) є фільтраторами?
2. Чи становлять небезпеку для людини хрящові риби, поширені в Чорному морі? Якщо так, то як захиститися від цієї небезпеки?
3. На кількох рисунках у цьому параграфі поруч із хрящовими рибами зображені люди. Як ви думаєте, що вони можуть відчувати?
- 4*. Небезпечні для життя людини акули можуть викликати жах. Був час, коли розроблялися способи їх знищення. Тепер з'ясувалося, що багато таких видів потребують охорони. Запропонуйте засоби захисту людини від акул, які б не загрожували їхньому існуванню.

■ **4. Електричні скати.** Довжина електричних скатів може коливатися від 15 см до 2 м (рис. 19.5). Деякі з їхніх м'язів перетворилися на органи, здатні виробляти електричний струм. Розряд електричного ската досягає



напруги 300 вольт (у побутовій розетці — 220) при струмі до 5 ампер. За допомогою розряду скат може оглушити здобич (риб) і захиститися від хижаків.

Коли скат спокійно лежить, він створює навколо себе постійне електричне поле. Поява в цьому полі будь-якого тіла сприймається особливими органами чуття тварини. Удар струмом, одержаний від електричного ската, небезпечний для людини.

§ 20. Клас Променепері риби

■ 1. Найчисленніший клас хребетних.

До *променеперих риб* належить приблизно 27 тис. видів, які населяють майже всі водойми нашої планети. Дані про деяких їхніх представників, що живуть у водах України, наведені в *таблиці 20.1*. До речі, на *рисунку 18.6* (с. 73) зображені саме променепері.

Вам відомо, що існують *морські й прісноводні променепері риби*. Кількість їхніх видів є порівняно однаковою, але морських видів нараховують дещо більше. Водночас багато видів риб може переходити з морської води до прісної на нерест для розмноження (*рис. 20.1*), як-от багато представників рядів Осетроподібні й Лосоноподібні. Такі риби дістали назву *прохідні*. Навпаки, річкові вугрі виходять на *нерест* із річок у море (*див. табл. 20.1*).



Рис. 20.1. Лососі, що стрибають через річковий поріг під час руху на місця нересту

Таблиця 20.1

Представники променеперих риб, які населяють води України

| Група | Представник | Опис представника |
|---------------------------------|---|--|
| Ряд Осетроподібні (27 видів) |  | Завдовжки до 6 м. Живе в морі, на нерест заходить до прісних вод. Хижак, живиться рибою, молюсками, тюленьями. Майже винищена; занесена до Червоної книги України. |
| Ряд Вугроподібні (800 видів) |  | Транляється в басейні р. Дніпра. Нічний хижак. Нереститься в Атлантичному океані. Був цінною промисловою рибою, зараз на межі зникнення. |



| Група | Представник | Опис представника |
|---|---|--|
| Ряд Оселедце- подібні (370 видів) | Чорноморський оселедець  | Зграйна морська риба, що живить- ся планктоном. Сягає до 35 см. Нереститься в річкових устях. Важливий об'єкт рибного про- мислу. |
| Ряд Коропопо- дібні (3300 видів) | Корон звичайний  | Поширена ставкова риба, що по- ходить з Азії. Сягає 1 м у довжину. Живлення різноманітне, переваж- но — донними тваринами. |
| Ряд Сомоподібні (2900 видів) | Сом звичайний  | Придонний хижак-засідник, що в довжину може сягати 5 м. У рід- кісних випадках може нападати на людину. Об'єкт рибальства. |
| Ряд Лососе- подібні (70 видів) | Чорноморський лосось  | Сягає 1 м завдовжки. Морська риба, що заходить на нерест до рі- чок. Молодняк через кілька років повертається в море. Майже ви- нищений, занесений до Червоної книги України. |
| Ряд Щукоподіб- ні (10 видів) | Звичайна щука  | Хижак-засідник, що здатний швидко кидатися на здобич. Ся- гає 1,8 м у довжину. Промислова риба, об'єкт спортивного рибаль- ства. |
| Ряд Вудильни- коподібні (320 видів) | Морський чорт  | Довжина — до 1,5 м. Морський донний хижак-засідник, що під- манює здобич «вудкою» — зміне- ним променем плавця. Занесений до Червоної книги України. |
| Ряд Окунеподіб- ні (10 000 видів) | Судак звичайний  | Прісноводний хижак, довжиною до 1 м, заходить до опріснених ді- лянок моря. Охороняє свою ікру. Об'єкт рибного промислу. |
| Ряд Камбало- подібні (700 видів) | Чорноморський калкан  | Крупна (до 85 см) камбала. Як усі представники цього ряду, лежить на дні на одному боці. Живиться дрібною рибою та безхребетними. Важлива промислова риба. |



■ **2. Особливості променеперих риб.** Тіло типових променеперих укрите дрібною кістковою лускою — тонкими пластинками, що накладаються одна на одну (рис. 20.2). Розмір луски залежить від величини риби. Луска й шкіра вкриті слизом, який виділяють шкірні залози риб. Він захищає шкіру від бактерій, робить її слизькою та зменшує тертя об воду при плаванні.

Із чим пов'язана наявність кілець на лусці риби? Річні кільця виникають на лусці тому, що в різні сезони року риба росте з різною швидкістю. Улітку, коли корму вдосталь, риба росте швидко, і на лусці залишається широка світла смужка. Узимку їжі мало, риба майже не росте — смуга, відповідно, вузька й темна. За річними кільцями можна визначити вік риби й швидкість її зростання.

Більшість кісткових риб має торпедоподібну, сплющену з боків форму тіла. Риби, що живуть у товщі води, зазвичай зверху темні, а знизу — світлі. Це пояснюється тим, що, коли поглянути зверху, глибина води здається темною, а поверхня знизу — світлою. В обох випадках риба є непомітною для можливих хижаків і жертв.

Із боків голови риби розташовані зябра, прикриті спільною **зябровою кришкою**. Вона не тільки захищає зябра, а й допомагає прокачувати крізь них воду (рис. 20.3).

У більшості представників кісткових риб над органами травлення міститься **плавальний міхур**, заповнений газом. Цей орган розвивається як випин стінки стравоходу. Якби не плавальний міхур, тіло риб було б важчим від води, і їм доводилося б докладати багато зусиль, щоб не опуститися на дно. Завдяки плавальному міхуру риби в товщі води перебувають у невагомості.

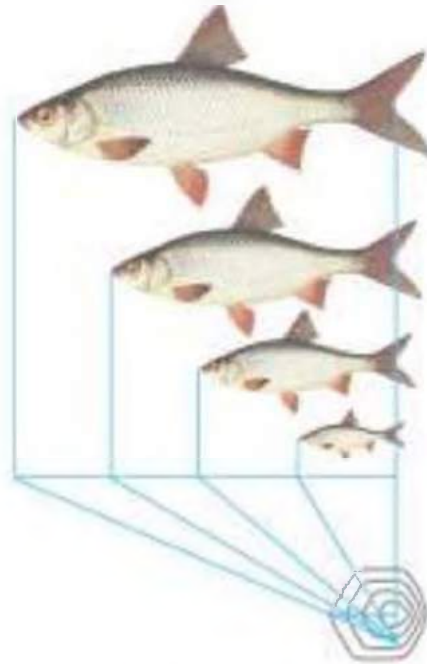


Рис. 20.2. За смугами на лусці можна встановити вік риби та швидкість її зростання

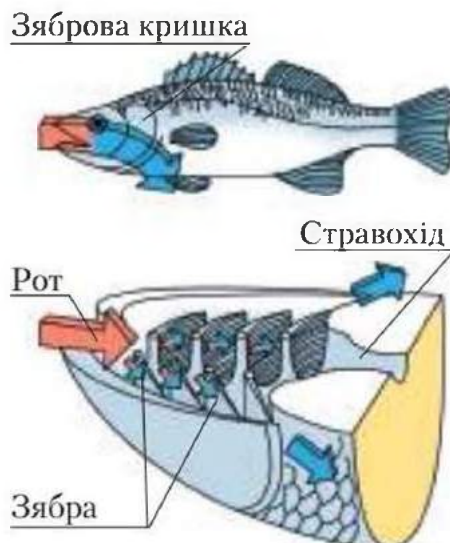


Рис. 20.3. Схема руху води крізь зябра кісткових риб





Рис. 20.4. Траулер (риболовецьке судно) підіймає сітку з рибою

■ **3. Рибальство.** Сучасна людина перейшла від пошуку їжі в природі до її вирощування (наприклад, від полювання — до тваринництва). Однак і дотепер рибальство — це вилов диких тварин. Навіть рибні господарства зазвичай лише створюють умови для розмноження диких риб. Наприклад, одержавши молодняк осетрових, рибозаводи випускають мальків у природні водойми. Змінилися способи риболовлі: із появою гігантських траулерів (рис. 20.4) людина може швидко винищити будь-який промисловий вид риб.

Запам'ятайте: риболовля під час *нересту* заборонена й карається законом, бо під час неї знищуються і риби, і їхнє потомство. Електровудка (браконьєрське знаряддя лову) призводить до загибелі всіх водних тварин від електрошоку. Не беріть участь у нищенні риб!

■ Променепері риби вкриті тонкою кістковою лускою. Їхні зябра прикриті зябровою кришкою. Більшість із них має плавальний міхур. За річними кільцями на лусці можна визначити вік риби. Прохідні риби переходять на нерест із моря до річок або навпаки.

■ *Прохідні риби; нерест; зяброва кришка; плавальний міхур.*

1. Для чого тіло риб укрите слизом?
 2. Про що можна дізнатись, вивчаючи луску риб різного віку з однієї водойми?
 3. Висловте припущення, як поводитимуться променепері риби, втрапивши плавальний міхур. Поясніть ваші міркування.
 4. Порівняйте зображених на *рисунку 20.5* (с. 81) риб (*зверху вниз*): форель (ряд Лососеподібні), піскаря (ряд Коропоподібні) та річкового окуня (ряд Окунеподібні). Чим відрізняється склад і розташування їхніх плавців? Які ще відмінності в зовнішній будові цих риб ви вважаєте важливими?
- 5*. Наведіть приклади характерних для вашої місцевості риб.
6*. Підготуйте повідомлення для однокласників, у якому покажіть маршрути мандрівок річкових вугрів на географічній мапі.

■ **4. Акваріум у домі.** Утримання вдома риб — одне з найпоширеніших людських захоплень. На відміну від собак і котів, які живуть у тому самому середовищі, що і їхні хазяї, риби живуть в особливій штучній екосистемі — *акваріумі*. Заводячи акваріум з рибами, ви берете на себе велику відповідальність. Чи впевнені ви, що будете регулярно доглядати за своїми годівцями, а не покинете їх напризволяще, удосталь наті-



шившись ними? Не забувайте: краса акваріума залежить передусім не від рідкісних риб, рослин і дорогої допоміжної техніки, а від того, наскільки дбайливо за ним доглядають. Перш ніж придбати акваріум, ознайомтеся зі спеціальною літературою, порадьтеся з досвідченими акваріумістами.

■ **5. Найнебезпечніша риба України.** Деякі з придонних риб небезпечні для людини, і це не тільки **морський кіт** (табл. 19.1, с. 75). Найнебезпечнішою рибою України є **морський дракончик** (рис. 20.6), що належить до ряду Окунеподібні. Він трапляється на піщаному та мулистому мілководді Чорного моря. Дракончик сягає 40 см у довжину, його характерна ознака — чорний колір першого спинного плавця. Якщо наступити на цю рибу, що заховалася в мулі, можна отримати укол її отруйних шипів. Такий укол спричиняє дуже сильний біль і навіть може бути смертельним.

■ **6. З води — у повітря. Летючі риби,** що живуть біля поверхні води в усіх тропічних морях, здатні ненадовго злітати (рис. 20.7). У разі нападу хижака вони розганяються за допомогою могутнього хвостового плавця (швидкість руху на поверхні досягає 65 км/год) і підіймаються в повітря, використовуючи свої величезні грудні плавці як крила! Звичайна для них дальність польоту — кілька десятків метрів, але іноді вони пролітають до 400 м.

■ **7. Ті, що розмножуються в океані.** Деякі прохідні риби, наприклад, **річкові вугри**, що належать до ряду Вугроподібні (табл. 20.1, с. 77), виходять для нересту з річок у моря. Європейський річковий вугор мешкає в річках Атлантичного басейну, хоча може заходити й у Чорне море, а звідти — у річки України. Європейські вугри прямують на нерест через усю Атлантику до Саргасового моря!



Рис. 20.5.



Рис. 20.6. Морський дракончик



Рис. 20.7. Летюча риба над поверхнею води



Це район із найсолонішою й найглибше прогрітою водою в Атлантичному океані, зарослий гігантськими водоростями — саргасами. Туди ж припливають і американські вугри. Після нересту дорослі риби гинуть. Личинки європейських вугрів вирушають із теплою течією Гольфстрім у кількарічну подорож. Розселяючись, вугри можуть запливати до найменших струмків і навіть переповзати суходолом!

§ 21. Лопатепері риби та походження чотириногих

■ **1. Клас Лопатепері риби.** Як уже зазначалося, до кісткових риб належать класи Променепері й Лопатепері. Порівняно з променеперими, лопатепері — архаїчна група. Наприклад, у них добре розвинена хорда й погано — хребет. Плавальному міхуру променеперих риб від-

повідують легені (мішкоподібні органи, що слугують для дихання повітрям) лопатеперих. Назви цих класів пов'язані з будовою парних плавців у їхніх типових представників (рис. 21.1).

До лопатеперих належать лише 8 сучасних видів: 6 видів дводишних риб і 2 види целакантів (рис. 21.2). Розквіт цієї групи риб лишився в далекому минулому. Дводишні риби живляться придонними безхребетними з твердими покривами — ракоподібними й молюсками. Завдяки наявності легень вони можуть переносити посухи. **Рогозуб** виживає у воді, яка перетворилася на рідку багнюку. **Протоптер** у разі пересихання водойми риє нору і виживає в сухому ґрунті завдяки легневому диханню.

Целаканти — морські хижаки (до 1,8 м завдовжки), що неквапливо «переступають» своїми лапоподібними плавцями по кам'яному покриву на глибині майже 100 м. Тіло цих риб покрите міцною лускою, їхні легені вже не використовуються для дихання.

■ **2. Вихід на суходіл.** Хребетні опанували і воду, і суходіл. У воді переважають представники надкласу Риби, а на суходолі — надкласу Чотириногі, що походять від риб.

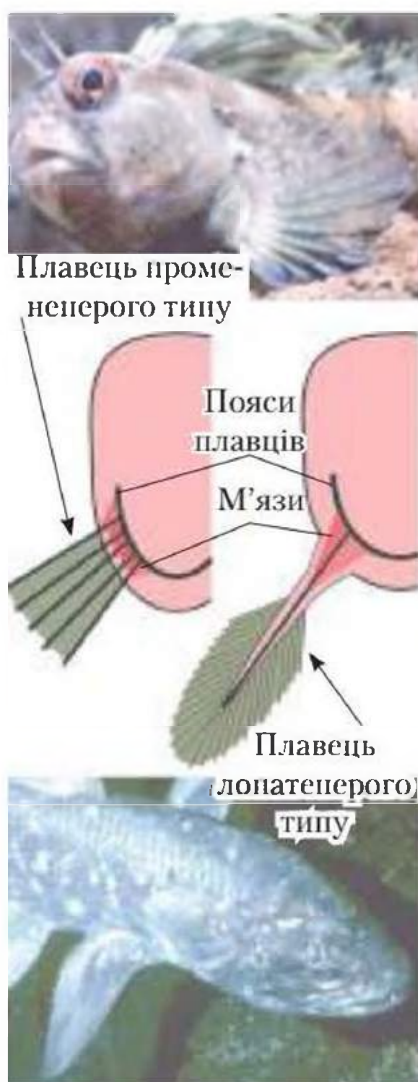


Рис. 21.1. Два типи будови парних плавців





Рис. 21.2. Лопатепері риби (зліва направо): рогозуби (Австралія) та протоптер (Африка), що належать до дводишних; целакант

За нечисленними винятками, сучасні риби на суходолі швидко гинуть. Без підтримки води вага їхнього тіла зростає в безліч разів. Плавці більшості риб непридатні для пересування суходолом. Зябра та шкіра висихають, а органи чуття, пристосовані до умов водного середовища, перестають сприймати зовнішні подразники.

Як же давні хребетні змогли вийти на суходіл? Це відбулося майже 370 млн років тому (наприкінці девонського періоду). Суходіл у той час був оточений широкими мілководдями, де мешкали різноманітні лопатепері риби. Це був період швидкої еволюції наземної рослинності. У воді було багато рослинних залишків, вона була бідною на кисень. Завдяки легеням риби отримували кисень не з води, а з повітря. Деякі з них пристосувалися пересуватися на мілководді, відштовхуючись від мулистого дна своїми лапоподібними плавцями (рис. 21.3). Від мулистого дна незручно відштовхуватись ані плавцем із багатьма гнучкими променями, ані твердим цільним плавцем (він зануриться в ґрунт). Саме тому перевагу отримали ті тварини, у яких виникли кінцівки з кількома **пальцями** (рис. 21.4). Це й були **перші чотириногі!**

Нині відомі вже кілька груп таких тварин. Вони поєднували ознаки риб (зябра, укрите лускою тіло, плавальна



Рис. 21.3. Етапи походження чотириногих (знизу вгору за перебігом часу): еустеноптерон, типова лопатепера риба; пандерихтіс і тіктаалік, лопатепері риби, які пристосувалися виходити на суходіл; акантостега, найдавніший відомий представник чотириногих





Рис. 21.4. Кінцівки чотириногих — це перетворені парні плавці лопатеперих риб

лопатець на хвості) й чотириногих (кінцівки з п'ятьма–вісьмома пальцями). Це були водні тварини, які іноді виповзали на суходіл. Тут було вдосталь поживи (безхребетні вже встигли його заселити) і ще не з'явилися великі хижаки. При пересиханні однієї водойми перші чотириногі переповзали до сусідньої. Наслідком освоєння суходолу стало виникнення сучасних груп чотириногих. Перших із них відносять до класу Амфібії (або Земноводні).

■ **3. Будова кінцівок.** Ви могли б запитати: *«Яке значення для сучасної людини мають події, що відбувалися 370 млн років тому? Хіба нам не байдуже, як і чому опанували наземне середовище риби, що давним-давно вимерли?»*

Сліди тих подій збереглися в будові людського тіла. Наші руки й ноги — це перетворені парні плавці лопатеперих (див. рис. 18.4, с. 72; 21.1, с. 82; 21.4). Будову наших кінцівок (і всього нашого тіла) можна зрозуміти, тільки знаючи нашу еволюційну історію.

Кінцівка складається з кількох **відділів**, з'єднаних **суглобами**. Відділи та суглоби передніх і задніх кінцівок подібні за будовою, але називаються по-різному (рис. 21.5). Опору кінцівкам (як і плавцям) дають **пояси**: **плечовий пояс** — переднім кінцівкам, а **тазовий** — заднім. Вони змінювалися відповідно до способу життя тих чи інших видів. У деяких чотириногих кінцівки навіть можуть зовсім зникати або перетворюватися на плавці чи крила (**наведіть приклади!**). Особливості способів руху чотириногих (ходіння, біг, стрибки, політ, плавання, копання, повзання тощо) пов'язані з їхнім планом будови, що є видозміненим планом будови риб.

■ Надклас Чотириногі походить від давніх лопатеперих риб. Кінцівки чотириногих — це видозмінені плавці риб. У всіх чотириногих вони побудовані за одним принципом. Відмінності в будові кінцівок пов'язані з різноманітністю способів життя різних видів.

■ Пальці; відділи та суглоби кінцівок; пояси кінцівок.



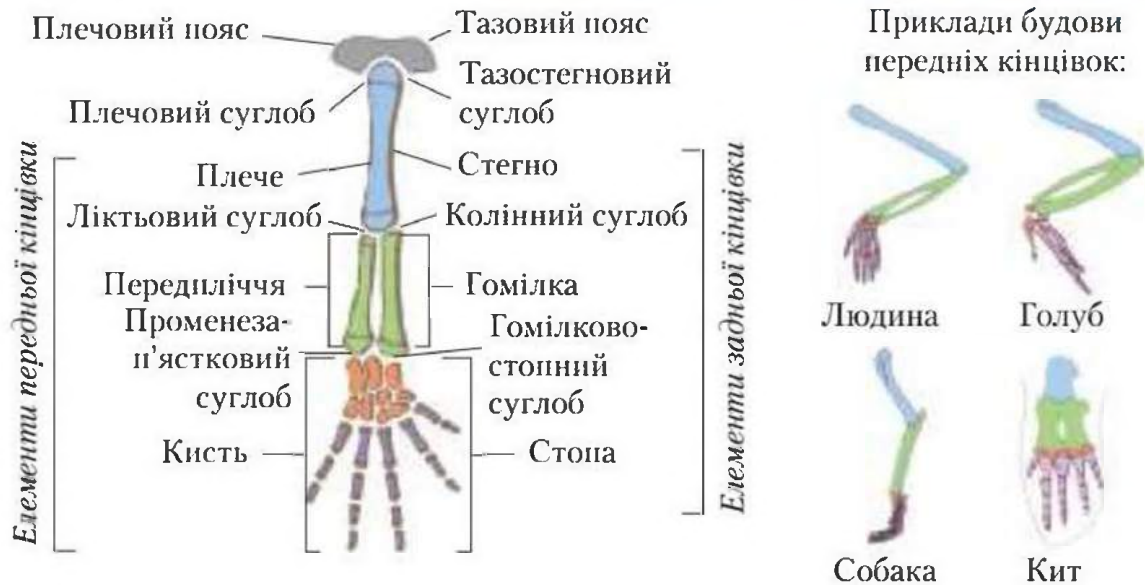


Рис. 21.5. Порівняння елементів передньої та задньої кінцівок (ліворуч) і скелет передніх кінцівок деяких чотириногих (праворуч)

1. Порівняйте чисельність і різноманітність променеперих і лопатеперих риб.
2. Чи відрізняються променеперий і лопатеперий типи плавців? Чому на кінцівку зміг перетворитися саме лопатеперий плавець?
3. Чому кінцівки чотириногих мають невелику кількість пальців?
4. Чому і змії, і китів, і людину відносять до надкласу Чотириногі?
- 5*. Порівняйте опанування суходолу рослинами, безхребетними та чотириногими. Чим подібні ці події та чим відрізняються?

■ **4. Давні амфібії.** Найдавніші **амфібії** належали до стегоцефалів (рис. 21.6) — панцироголових земноводних, що успадкували від риб добре розвинені покривні кістки черепа. Серед них були як дрібні тварини, так і великі, кілька метрів завдовжки хижакі. З часом стегоцефалів почали витісняти плазуни. В епоху панування рептилій залишилися майже виключно водні стегоцефали. Крім них, на суходолі збереглися невеликі навколводні амфібії, які мешкали у високогір'ях або в холодних районах, адже амфібії краще від рептилій переносять холод. Так,



Рис. 21.6. Стегоцефали

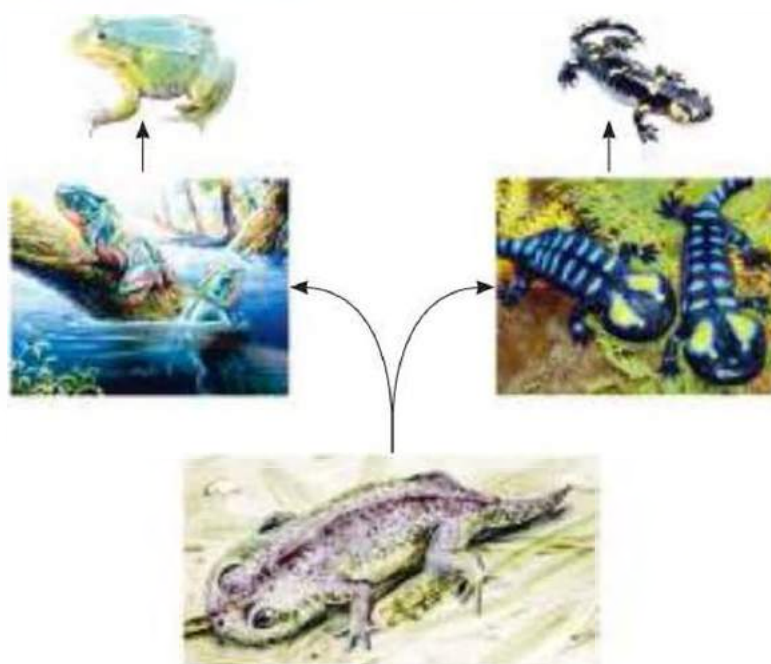


Рис. 21.7. Сучасні амфібії походять від невеликих стегоцефалів

безхвості амфібії (жаби, ропухи та ін.) походять від невеликих стегоцефалів, що жили навколо високогірних річок і в разі небезпеки стрибали у воду. Тіло їхнє поступово вкорочувалося (рис. 21.7). Личинки безхвостих — пуголовки — набули обтічної форми тіла, аби протистояти силі бурхливих гірських потоків. Оскільки в цих потоках бракує придатних для споживання безхребетних (їх зносить течія), пуголовки пристосувалися до живлення рослинністю.

§ 22. Клас Амфібії

■ **1. Життя сірої ропухи.** Більшість *амфібій* — невеликі тварини, що мешкають у вологих місцях або біля води. Здатність пристосовуватися до життя в наземному й водному середовищах відтворена навіть у назві всього класу (*амфібії* — ті, які живуть подвійним життям; земноводні).

Життєвий цикл амфібій розглянемо на прикладі сірої ропухи (рис. 22.1). Навесні ропухи виходять із нір і схованок під коренями дерев, у яких зимували, і йдуть до водойм, де вивелись самі. Самці намагаються обхопити самок лапами. Самка, яка опинилася в таких «обіймах» і готова до парування, відповідає особливим криком. Утримання самки самцем спричиняє дозрівання ікри, і незабаром починається нерест (розмноження). Пара ропух то спливає на поверхню, то занурюється у воду, розтягуючи слизовий шнур ікри. Самка викидає ікру



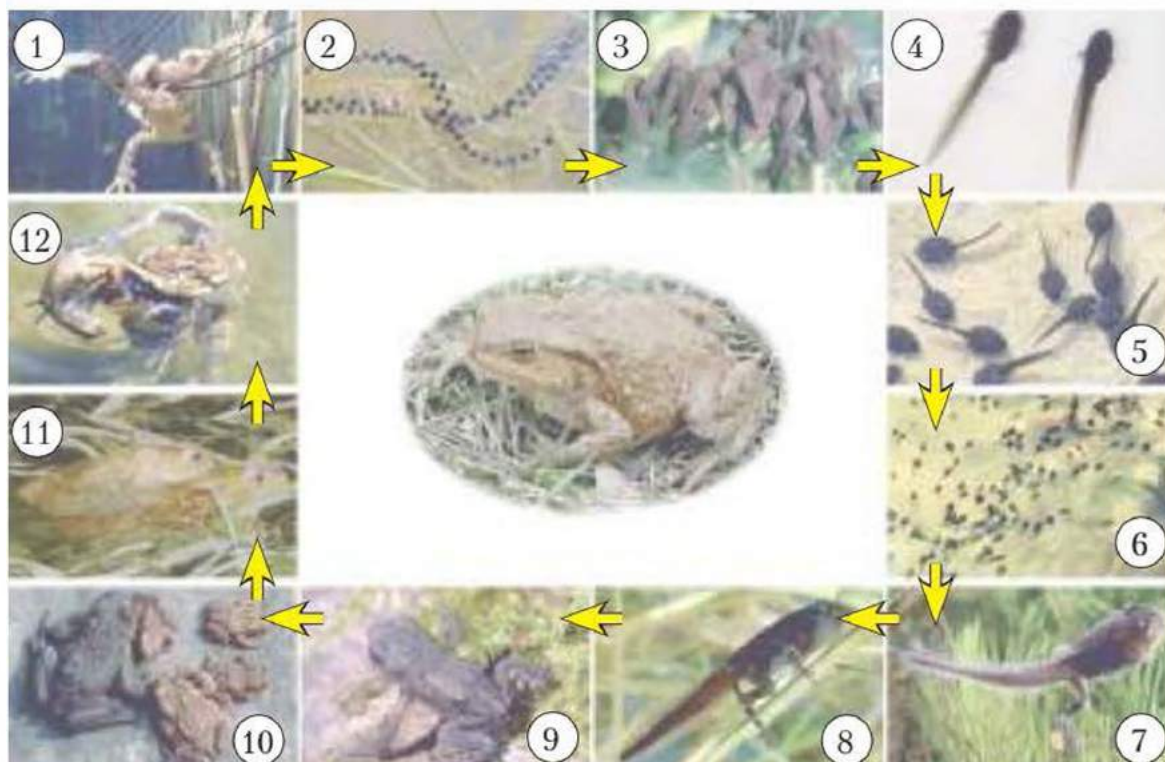


Рис. 22.1. Деякі етапи життєвого циклу сірої ропухи:

- 1 – відкладання ікри; 2 – ікра; 3 – личинки, які не живляться й не плавають;
 4 – личинки, які попливли; 5 – пуголовки; 6 – зграйне життя пуголовків; 7 – поява задніх кінцівок; 8 – вивільнення передніх кінцівок; 9 – перетворення, поява цьоголітка;
 10 – зростання (кілька років); 11 – утворення пар; 12 – боротьба самців за самку

порціями, і кожну порцію самець поливає молочком (сперматозоїдами, які він викидає у воду). Після нересту ропухи залишають водойми й вирушають до місць постійного мешкання – у сади, городи, поля. Інші види, як, наприклад, зелені жаби (рис. 5.2, с. 22), залишаються влітку біля води.

Із відкладеної ікри з часом розвиваються **пуголовки**. Рот пуголовка оточений роговими пластинками, якими він зішкрібає з різних предметів водорості (рис. 22.2). Поступово в нього розвиваються кінцівки й легені. Зрештою відбувається його перетворення: хвіст розсмоктується, травна система перебудовується. Молода ропуха виходить на суходіл. 3–5 років вона росте, потім стає статевозрілою й уперше приходить на нерест. Живуть ропухи 8–15 років.



Рис. 22.2. Пуголовки їдять водорості; у кружечку – збільшений роговий дзьоб пуголовка



Рис. 22.3. Сіра ропуха хапає комаху, викидаючи свій язик





Легені Ротова порожнина «Горловий насос» Ніздря

Рис. 22.4. Жаба закачує повітря до легень завдяки рухам «горлового насосу» та ніздрів, що можуть відкриватися й закриватися

■ **2. Життєдіяльність амфібій.** Усі дорослі земноводні є хижаками. Вони хапають поживу за допомогою язика (рис. 22.3, с. 87). Язик липкий, тому здатен утримувати жертву. Знищуючи багато рослиноїдних комах і слизунів у садах і на городах, ропухи приносять величезну користь людям.

Більшість амфібій поєднує дихання шкірою та легенями (деякі види позбавлені легень). *Що необхідно, аби дихати легенями?* Закачати до них свіже повітря, а після цього звільнити їх від відпрацьованого. *Як це роблять амфібії?* Придивіться до живої жаби або до відеозапису її рухів. Вона то опускає, то підіймає дно ротової порожнини (рис. 22.4). Відкриваючи й закриваючи ніздрі, вона закачує та випускає повітря з легень.

А як відбувається газообмін через шкіру? Кисень повітря розчиняється в тонкій плівці слизу на поверхні шкіри й переходить у кров. Цю плівку виділяють спеціальні шкірні залози.

Шкірні залози також захищають амфібій від інфекцій і хижаків. Іноді кажуть, що від доторкання до ропух утворюються бородавки, але це вигадки. Однак, якщо хижак укусить ропуху, з її отруйних залоз видавиться отруйна рідина (рис. 22.5).

Безхвості рятуються від хижаків стрибками. *Як урятуватися від хижака, що підкрадається?* Завчасно його помітити! Для цього потрібні досконалі органи чуття. Очі в безхвостих дуже великі порівняно з тілом. Досконаліше, ніж у риб, збудований і орган слуху.



Рис. 22.5. Людина натиснула на отруйну залозу ропухи (це один з американських видів). Можна побачити краплі отрути, що виділяються із залози

Досконаліше, ніж у риб, збудований і орган слуху.

■ **3. Різноманітність амфібій.** Особливості представників ряду Безхвості є наслідком пристосування до стрибання за допомогою довгих і сильних задніх кінцівок. Існують ще два ряди амфібій (табл. 22.1). З деякими представниками ряду Хвостати ви вже ознайомилися (рис. 5.1, с. 21).



Представники трьох рядів класу Амфібії

| Група | Представник | Опис представника |
|--------------------------------------|---|---|
| Ряд Безхвості (6400 видів) | Озерна жаба  | Навколоводна жаба завдовжки до 10 см. Поширена всією територією України. Зимує на дні водойм, у теплі сезони найчастіше перебуває поблизу берегів прісних водойм. |
| Ряд Хвостаті (700 видів) | Вогняна саламандра  | Некваплива тварина європейських лісів. В Україні живе в Карпатах. Завдовжки 25 см із хвостом. Народжує сформовані личинки. Занесена до Червоної книги України. |
| Ряд Безногі (200 видів) | Кільчаста черв'яга  | Мешкає в Південній Америці. Риться у вологому ґрунті, живиться безхребетними. Сягає 40 см у довжину. Дитинчата живляться виділеннями шкірних залоз матері. |

Ряд Безхвості — один із найбільш численних рядів хребетних. До нього належить більше видів, ніж до класу Ссавці! Особливо багато безхвостих живе у вологих тропіках (рис. 22.7). В Україні, крім *ропух* і *жаб*, мешкають ще *райки* (*квакші*), *часничниці* та *кумки* (*джерелянки*). На жаль, чисельність амфібій скорочується внаслідок людської діяльності швидше за всі інші групи. Усі, без винятку, види земноводних України потребують охорони. Багато які з них чутливі до забруднення або порушення місць існування.

Ропуха й жаба — чим вони різняться (рис. 22.6)? Ропуха живе в досить сухих місцях. Її шкіра вкрита крупними горбиками шкірних залоз, голова — закруглена, щелепи — беззубі. Вона частіше ходить, ніж стрибає.



Рис. 22.6. Деякі тропічні представники ряду Безхвості амфібії



Рис. 22.7. Озерна жаба (а) та зелена ропуха (б)

Жаба мешкає у вологих місцях або біля води. Шкіра в неї — гладенька, голова — загострена, на верхній щелепі є зуби. Жаби зазвичай стрибають, а не ходять.

■ Найчисленніший у класі Амфібії — ряд Безхвості. Для їхніх представників характерним є розвиток зі стадією личинки — пуголовка. Земноводні поєднують шкірне та легеневе дихання. Шкіра в них волога, багата на залози.

■ Перетворення; шкірні залози.

1. Опишіть життєвий цикл сірої ропухи.
2. Яке значення для жаби може мати сплеск від сусідки, що стрибнула у воду?
3. Чому земноводні «вирлоокі», тобто їхні очі розташовані на горбиках?
4. Які амфібії живуть у вашій місцевості?
- 5*. Як ви думаєте, який спосіб руху характерний для безхвостих, що зображені на *рисунку 22.6* (с. 89)?

■ **4. Голос безхвостих. Безхвості амфібії** досить часто спілкуються між собою, видаючи звуки. У їхніх дихальних шляхах є невеликі м'язи — голосові зв'язки. Звук виникає завдяки тому, що під час видиху голосові зв'язки тремтять, як язичок губної гармонії. А щоб ці звуки були гучнішими, самці багатьох видів безхвостих мають резонатори — міхури з розтяжливою шкіри, у які вони видувають повітря з легень під час співу.

Безхвості співають не тільки на нересті. Так, зелені жаби влітку голосно співають хором, повідомляючи, що вони зайняли ту чи іншу ділянку водойми. Особливості криків безхвостих використовуються для їх вивчення та класифікації. Крики споріднених різновидів амфібій подібні, але розрізняються, як говірки однієї мови.

■ **5. Нерест тритонів. Звичайні тритони** зимують на суходолі, а навесні йдуть у воду. Шлюбних пісень у них немає, зате самець, у якого



Рис. 22.8. Звичайні тритони

виростає красивий гребінь, виконує перед самкою шлюбний танок. Потім він відкладає на водорості пакет із сперматозоїдами — сперматофор, а самка переносить його собі в клоаку (порожнину, куди відкриваються вивідні отвори травної, статевої та видільної систем), де й відбувається запліднення. Запліднення у тритонів, як у більшості представників ряду Хвостаті, внутрішнє. Ікринки відкладаються по одній (*рис. 22.8*). Личинка, яка розвивається з ікри, нагадує дорослого тритона, але має зовнішні зябра з боків голови та плавальну складку на хвості. На відміну від пуголовка, перетворення личинки тритона відбувається поступово, без істотних внутрішніх перебудов.



§ 23. Клас Рептилії

■ **1. Опанування суходолу.** Амфібії, які першими з чотириногих заселили суходіл, не позбулися залежності від водного середовища або вологих місць. Дещо пізніше від появи амфібій посушливі й віддалені від води ділянки суші почала освоювати інша група хребетних — *рептилії*, або *плазуни*. Пристосовуючись до життя на суходолі, вони зазнали більш істотних змін, ніж амфібії. Їх важлива особливість — наземний розвиток яєць.

Як же яйця рептилій розвиваються на суходолі? Яйце рептилій істотно відрізняється від ікринок риб і земноводних. Для розвитку зародка потрібне рідке середовище. Рептилії нібито взяли із собою в яйце частину водного середовища.

Щільні *яйцеві оболонки* (шкаралупа тощо) захищають яйце від висихання й uszkodжень. Тіло зародка оточене рідиною, що міститься всередині *зародкових оболонок* (рис. 23.1), які утворює не материнський організм, а сам зародок!

Захистити від висихання треба не тільки зародок, а й дорослу тварину. Рептилії витрачають воду найекономніше з усіх хребетних. Їхні сухі та міцні покриви позбавлені шкірних залоз і вкриті роговою лускою, або щитками. Ані спекотливе повітря, ані колючі рослини не шкодять шкірі рептилій. Щоб поновити зношений поверхневий шар шкіри, вони линяють. Найцікавіше линяють змії: вони виповзають із старої шкіри, знімаючи її «панчохою», починаючи з голови (рис. 23.2).

■ **2. Життя прудкої ящірки.** *Прудка ящірка* — рептилія, яка мешкає майже по всій території України. Це рухлива істота, що живиться комахами. *Знайдіть на рисунку 23.3 рогові щитки, кігті, ніздрю, око та барабанну перетинку (на задньому краї голови) ящірки!*



Рис. 23.1. Схема (вгорі) і фотографія (унизу) яйця рептилій



Рис. 23.2. Линяння змії починається...



Рис. 23.3. Фрагмент зображення прудкої ящірки (голова та кисть)





Рис. 23.4. Таке в них залицяння... Самець прудкої ящірки утримує самку щелепами.



Рис. 23.5. Парування прудких ящірок



Рис. 23.6. Вилуплення ящірки



Рис. 23.7. Рептилії зазнали небувалого розквіту під час мезозойської ери (див. форзац 2)

У другій половині весни після періоду залицяння (рис. 23.4) самець і самка паруються (рис. 23.5). Самець за допомогою парувального органу вводить у статеві шляхи самки сперматозоїди. Там і відбувається злиття статевих клітин — запліднення. Під час розвитку яйця в тілі матері до нього надходять поживні речовини, необхідні для розвитку зародка. Наприкінці весни або на початку літа самка відкладає яйця та зариває їх у ґрунт у сухому теплому місці. З яйця вилуплюється повністю сформоване маля (рис. 23.6). Не всі рептилії відкладають яйця: є серед них і живородні.

■ **3. Історія рептилій.** Рептилії — група зі «славною» еволюційною історією (рис. 23.7). Під час освоєння суходолу вирізнилися дві групи чотириногих. Предки сучасних амфібій вийшли на суходіл раніше. Через недосконалий механізм оновлення повітря в легенях вони мали зберігати шкірне дихання й залишилися пов'язаними з водою.

Інша група оновлювала повітря в легенях завдяки рухам *грудної клітини* (рис. 23.8), яку утворюють пов'язані з хребтом ребра. М'язи рухають ребрами, розширюючи або стискаючи грудну клітину, і розташовані всередині неї легені то набирають повітря (вдих), то випускають його (видих). Людина також дихає завдяки рухам грудної клітини: це «спадщина» наших предків — рептилій.

Завдяки більш досконалому механізму оновлення повітря в легенях рептилії змогли відмовитися від шкірного дихання й освоїти посушливі території. У мезозойську еру рептилії панували на суходолі, у повітрі й навіть в океані (рис. 23.8). Тривалий час на зміну вимерлим видам з'являлися нові. Наприкінці мезозойської ери рептилії досконало пристосувалися до певних умов



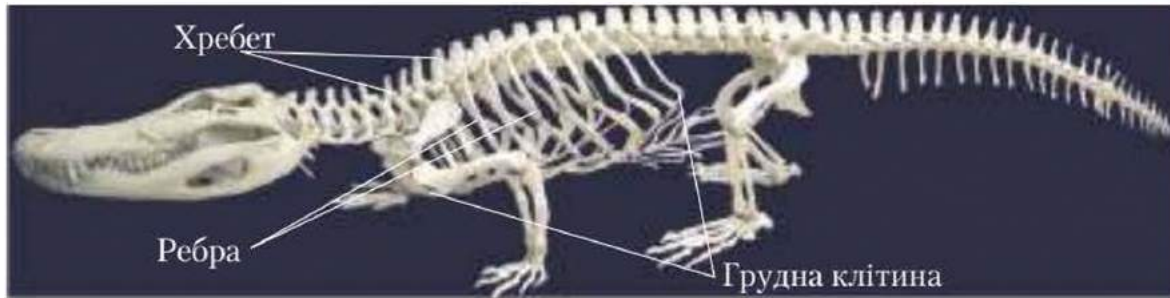


Рис. 23.8. На скелеті крокодила добре видно грудну клітину

життя й утратили змогу змінюватися під час еволюції з тією швидкістю, якої вимагали зміни довкілля. Падіння на Землю великого метеорита прискорило вимирання великих рептилій, яке почалося раніше. Із багатьох груп лишилося чотири ряди: Черепахи, Дзьобоголові, Лускаті та Крокодили.

■ Основні особливості рептилій — наявність на певних стадіях розвитку (звичайно, під час перебування в яйці) зародкових оболонок і суха шкіра, укрита лусками або щитками. Виникнення рептилій пов'язане з механізмом легеневого дихання завдяки рухам грудної клітини. У минулому рептилії були чисельними й відрізнялися різноманіттям видів.

■ Яйцеві оболонки; зародкові оболонки; грудна клітина.

1. Яка основна відмінність між розвитком амфібій і рептилій?
2. Як відбувається розмноження рептилій? Розкажіть на прикладі прудкої ящірки.
3. Чи відповідає будова кінцівок крокодила схемі будови кінцівок, зображеній на рисунку 21.5 (с. 85)?
- 4*. Учені, які вивчають еволюцію, вважають, що суха шкіра та наявність зародкових оболонок рептилій є наслідком дихання за допомогою грудної клітини. Поясніть причинний зв'язок цих ознак.
- 5*. Що вам відомо про життя в мезозойську еру? Які групи тогочасних рептилій ви знаєте?

■ **4. Вплив розмірів на температуру тіла.** Під час життєвих процесів тепло утворюється по всьому об'єму тіла, а втрачається лише через його поверхню. Зі збільшенням розмірів тіла відношення площі його поверхні до об'єму зменшується. Розгляньте *рисунку 23.9*: у меншого куба відношення площі поверхні до об'єму дорівнює 6, а в більшого — тільки 3! Саме

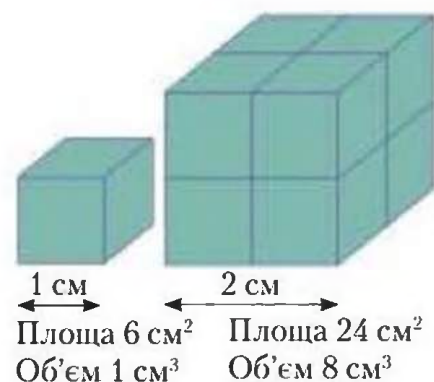


Рис. 23.9. Більші тіла мають меншу відносну поверхню!





Рис. 23.10. Шкіряста черепаха

тому, чим більша тварина, тим легше їй підтримувати високу температуру тіла. Малим тваринам складніше розігріти тіло, а великим — охолодити. Найбільші рептилії минулого мали високу температуру тіла внаслідок своїх гігантських розмірів!

Нині на Землі існує один вид рептилій, що постійно підтримує високу температуру тіла. Це **шкіряста черепаха** (рис. 23.10), найбільша з черепах. Її довжина — майже 2,6 м, вага — до 1 т. Вона трапляється в усіх теплих морях нашої планети, але стала рідкісною через забруднення людиною океану. Звичайний поліетиленовий пакет, кинутий у воду, може вбити таку тварину, якщо вона сприйме його за медузу й проковтне. Місця, де шкірясті черепахи відкладають яйця, перебувають під міжнародною охороною. Кладки яєць збирають і вирощують в інкубаторах, а новонароджених черепашенят випускають у море.

§ 24. Різноманітність рептилій



Рис. 24.1. Галапагоські черепахи (а); зелена черепаха (б)



Рис. 24.2. Самка міссісіпського алігатора охороняє гніздо з яйцями

■ **1. Ряд Черепахи.** Тіло *черепах* укрите панциром, з якого висовуються голова, кінцівки та хвіст. Грудна клітина черепах стала нерухомою, і вони дихають за допомогою горлового насоса та рухів кінцівок. Водні черепахи навіть застосовують шкірне дихання (наприклад, через шкіру ротової порожнини). Серед черепах є рослиноїдні й хижі; наземні, прісноводні та морські (рис. 24.1). Неквапливість — ознака наземних рослиноїдних черепах. Багато інших, як-от поширена в Україні болотяна (табл. 24.1), — доволі спритні тварини.

■ **2. Ряд Крокодили.** *Крокодили* — напівводні хижаки-засідники. Наприкінці мезозойської ери вони чатували на динозаврів; нині — полюють на рибу, ссавців і птахів. Більше половини видів крокодилів — на межі вимирання. Ці тварини зі складною поведінкою (рис. 24.2) можуть зникнути через попит на гаманці, взуття й інші вироби з крокодилової шкіри.



Таблиця 24.1

Представники класу Рептилії

| Група | Представник | Опис представника |
|--|---|---|
| Ряд Черепахи (340 видів) | Болотяна черепаха  | Майже 25 см завдовжки й масою 1,5 кг. Живиться водними безхребетними й ослабленою рибою. Відкладає яйця на піщаних берегах, зимує під водою. |
| Ряд Дзьобоголові (1 вид) | Гатерія  | Подібна до видів, які жили на початку мезозойської ери. Мешкає лише в Новій Зеландії, сягає майже 75 см у довжину й важить 1,3 кг. Суворо охороняється. |
| Ряд Крокодили (25 видів) | Гребенястий крокодил  | Найкрупніший крокодил, до 7 м завдовжки й вагою 2 т. Мешкає в річках і морях в Австралії й Океанії. Може нападати на людей. |
| Ряд Лускаті Підряд Ящірки (6000 видів) | Комодський варан  | Найкрупніша ящірка, живе на Комодських островах в Індійському океані. До 3,5 м завдовжки та вагою 100 кг. Нападає на різних тварин, навіть на буйволів, а також на людей. |
| Ряд Лускаті Підряд Змії (3500 видів) | Сітчастий пітон  | Найбільша змія, сягає 12 м у довжину, має вагу до 100 кг. Мешкає в Південно-Східній Азії. Живиться хребетними тваринами, яких удушує в кільцях; зрідка нападає на людей. |

■ **3. Ряд Лускаті.** Кількість видів цього ряду наближається до 10 тис. Серед них є й справжні гіганти (*табл. 24.1*), але здебільшого це невеликі тварини. Певним чином чисельність комахоїдних ящірок є наслідком чисельності комах. Багато тропічних видів дивують яскравими кольорами та незвичним виглядом (*рис. 24.3*).

В Україні мешкають кілька видів ящірок, які за формою тіла нагадують прудку, та два безногі види, зокрема *веретільниця ламка*. Як і інших безногих ящірок, веретільницю

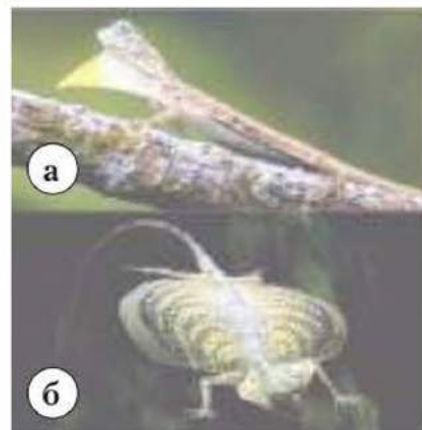


Рис. 24.3. Летючий дракон на гілці (а) й у польоті (б)

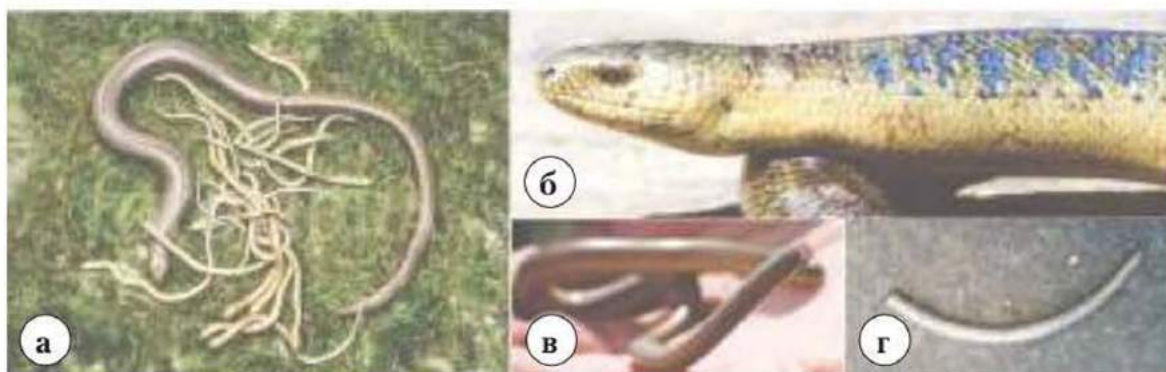


Рис. 24.5. Веретільниця ламка: самка, яка щойно народила дитинчат (а); самець, укритий блакитними плямами (б); особина, яка відкинула хвіст (в); утрачений хвіст, що вигинається, відвертає увагу ворога (г)

легко відрізнити від змій за повіками, що здатні кліпати. Подібно до більшості ящірок веретільниця, яку вхопили за хвіст, легко втрачає його; з часом хвіст регенерує (рис. 24.5).

Змії походять від ящірок, що пристосувалися до риючого життя. Кінцівки лише заважали предкам змій протискуватися в ґрунті. Їхнє тіло видовжилось (рис. 24.6), грудна клітина стала рухливою та гнучкою. У змій очі вкриті нерухомими прозорими повіками (рис. 24.7). Окремі види змій мають отруйні зуби, які за будовою нагадують голки шприца (рис. 24.7). Крізь них під час укусу впорскується отрута, що вбиває жертву й полегшує її перетравлення. Крім того, отрута захищає багатьох змій від ворогів.

Узагалі будь-яка змія при наближенні небезпеки намагається втекти, а якщо це їй не вдається, — попереджає ворога про свою присутність. Американські гримучники для цього трясуть брязкальцем. Це ланцюжок порожнистих міхурців, що з тріском труться один об одного. Якщо ворог не відступає, змія може вкусити.

У деяких змій на голові є ямки, що сприймають тепло, — термолокатори. Навіть у повній темряві такі змії відчувають тепло від своїх жертв — ссавців і птахів.

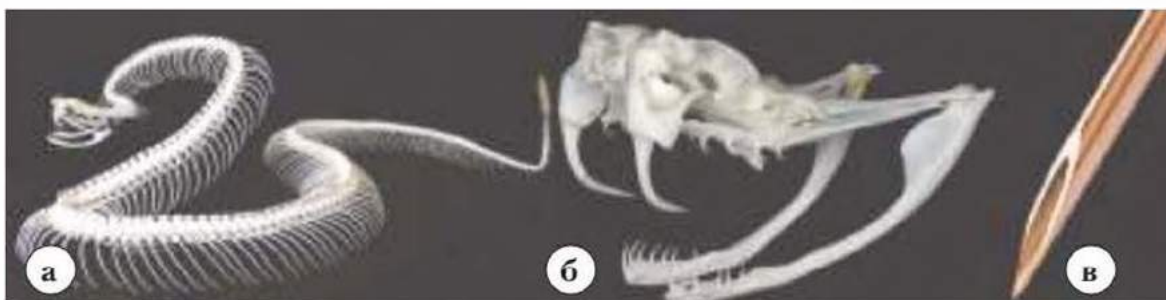


Рис. 24.6. Скелет гримучника (а) і його череп з отруйними зубами (б). Порівняйте отруйний зуб з голкою шприца (в)!



■ **4. Отруйні змії України.** З отруйних змій в Україні поширені *гадюки* (рис. 24.8). У Степу мешкає степова гадюка, на Поліссі — звичайна, а в Лісостепу — гадюка Нікольського. Два види — степова й гадюка Нікольського — занесені до Червоної книги України. Найбільша довжина гадюк — майже 1 м, але зазвичай вони значно менші. Гадюки є важливою частиною природних екосистем, бо обмежують чисельність мишоподібних гризунів.

Укус гадюки спричиняє болісну пухлину, нездужання. Натрапивши на цю тварину, треба просто відійти вбік. Гадюки ніколи не нападають першими. Убивати гадюк нерозумно й жорстоко: страх і ненависть не прикрашають розумну істоту. Якщо на території поруч із вами не буде схованок і їжі для мишей, там не буде й гадюк.



Брязкальце Ніздрия Око



Язык Термолокатор

Рис. 24.7. Загрозлива поза гримучника жакливого (угори); голова гримучника (унизу)

■ Найчисленніший ряд рептилій — Лускаті, до яких належать ящірки та змії. У разі зустрічі із зміями треба поводитися вкрай обережно.

- 1. Порівняйте особливості відомих вам груп рептилій.
- 2. Чому, на вашу думку, деякі змії мають термолокатори, а ящірки, черепахи та крокодили — ні?
- 3. Які причини можуть привести до зменшення чисельності сучасних плазунів?
- 4. Які отруйні змії мешкають у вашому регіоні? Що треба зробити, щоб захиститися від пов'язаних із ними небезпек?
- 5*. Зробіть припущення: як могли виникнути отруйні змії?



Рис. 24.8. Гадюки (зліва направо): степова; звичайна; силове змагання двох самців гадюки Нікольського





Рис. 24.9. Хамелеони та їх полювання

■ **5. Хамелеони.** В Африці й на півдні нашого континенту мешкає дивовижна група ящірок — **хамелеони** (рис. 24.9). Усі риси їхньої будови свідчать про пристосування до життя на деревній рослинності. Пальці ніг хамелеонів зрослися в особливі клешні, якими вони обхоплюють гілки дерев. Довгий хвіст скручується спіраллю, обвиваючи гілки. Шкіра цих ящірок здатна змінювати забарвлення залежно від змін довкілля, температури й емоційного стану тварини. Очі закриті шкірою так, що видно тільки зіницю, зате добре помітно, що вони рухаються незалежно одне від одного. Хамелеони мають здатність стрімко викидати з рота довгий язик, аби схопити здобич — якусь комаху. Зовнішній вигляд хамелеонів дуже химерний, їх важко помітити серед листя. Рухи цих тварин повільні, а терпіння, з яким вони чатують на здобич, гідне справжнього захоплення.

■ **6. Що робити в разі укусу гадюки?** Головне — не панікувати. Якщо на слизовій оболонці рота немає ушкоджень, бажано впродовж кількох хвилин після укусу відсмоктати отруту з ранки, подеколи споліскуючи рот водою. Можна витягувати отруту пластиковим шприцом з відрізаним кінчиком, шприц прикладають до місця укусу. Розрізи в місці укусу, надовго накладений джгут, припікання гарячими предметами значно ускладнюють одужання. Річ у тому, що в місці укусу отрута руйнує тканини, і згодом це може призвести до тяжких наслідків — відмирання тканин, нагноєння тощо. Потерпілому треба пити багато рідини (води, гарячого чаю, кави, але в жодному разі не алкоголю!). Укушена кінцівка має бути нерухомою. Корисними будуть протиалергійні ліки (антигістамінні препарати), гормональні протизапальні засоби. Людину, яку вкусила гадюка, необхідно негайно доправити до лікарні. Якщо укусу загрожує життя, необхідно ввести протизміїну сироватку.

§ 25. Клас Птахи

■ **1. Походження птахів.** *Клас Птахи* налічує приблизно 10 500 сучасних видів, що поширені майже в будь-якому регіоні нашої планети. Горобець і страус, пінгвін і сова, колібрі й пелікан — спершу здається, що всі вони дуже різні. Однак навіть у нездатних до польоту птахів залишилися від предків деякі ознаки пристосування до нього.



Які тварини були предками птахів? Давні рептилії. У мезозойську еру кілька їхніх груп почали освоювати повітря. Для польоту їм знадобилися **крила**. Одні рептилії використовували для цього шкірясті перетинки на крилах, інші — видозмінені подовжені луски (пір'я). Саме від другої групи й беруть початок птахи. Питання про те, від яких саме видів давніх рептилій походять птахи, і дотепер залишається спірним. Річ у тому, що характерних для птахів ознак (пір'я, крила тощо) набула не одна група мезозойських рептилій, а кілька (рис. 25.1).

Вірогідно, пір'я у предків птахів виникло як прикраса, що була важливою для взаємин між родичами (рис. 25.2). З часом до цієї функції додалися нові: зберігання тепла й опора на повітря. Найімовірніше, птахи походять від наземних тварин, здатних до швидкого бігу. Помахи опереними передніми кінцівками допомагали їм підстрибувати за своєю здобиччю (комахами), стернувати, а згодом спурхувати на гілки дерев, у такий спосіб рятуючись від хижаків.

Багато птахів мезозойської ери мали ознаки, успадковані від рептилій: зубасті щелепи, подовжений хвіст. Вони відрізнялися цим від сучасних птахів, що мають беззубий дзьоб і вкорочений хвіст, до якого віялом прикріплені хвостові пера. Деякі птахи під час еволюції втратили здатність до польоту, але вдосконалили пристосування для плавання чи бігу (рис. 25.3). Найбільшого різноманіття птахи досягли в кайнозойську еру.

■ **2. Політ птахів.** Найхарактерніша особливість більшості сучасних птахів — здатність до польоту.

Вам відомо, що на всі предмети тисне повітря, яке їх оточує. Якщо



Рис. 25.1. Вірогідні кандидати на роль першого птаха: протоавіс (унизу) та археоптерикс (угорі)



Рис. 25.2. Деякі давні рептилії, як цей хижий динозавр, були прикрашені пір'ям



Рис. 25.3. Були часи, коли гігантські птахи полювали на тогочасних дрібних коней





Рис. 25.4. Крила й пір'я птахів забезпечують піднімальну силу, що утримує їх у повітрі

тиск на верхню поверхню тіла менший, ніж на нижню, виникає піднімальна сила. Крила птахів (і літаків!) утворюють таку відмінність тиску (рис. 25.4).

Політ птахів стає можливим завдяки **маховим перам** (рис. 25.5), що розташовані на їхніх крилах — видозмінених передніх кінцівках.

Пташине крило складається з двох частин, дещо різних за своїми функціями. Ближча до тулуба частина крила створює піднімальну силу, яка утримує птаха в повітрі. Віддалена від тулуба частина забезпечує просування птаха вперед. Важливу роль при цьому відіграють розташовані на кінцях крил пера. Вони закріплені в крилі не жорстко, а з'єднані гнучкою перетинкою й рухаються досить вільно. Повернена вперед частина кожного з цих пер вужча від задньої. При опусканні крила опір повітря скручує першорядні махові пера. Унаслідок цього вони на якусь мить повертаються під гострим кутом до решти крила й до напрямку польоту (рис. 25.6). Нахилене перо відштовхує повітря назад і вниз, завдяки чому птах летить уперед. Піднімальна сила крил літака змінюється закрилками. У птахів у місці з'єднання двох частин крила розташоване **крильце** (рис. 25.7). Як і закрилки літака, крильця птахів змінюють піднімальну силу крил при зльоті та приземленні.

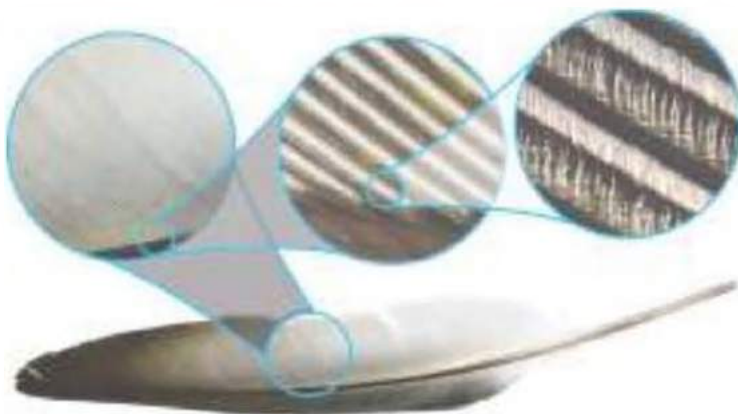


Рис. 25.5. Махове перо має легку, пружну й стійку до ушкоджень структуру



Рис. 25.6. Крило птаха опускається; махові пера повертаються й штовхають його уперед



Порівняйте закрилки літака й крильця птаха.

Хвостові пера птахів допомагають маневрувати в польоті й гальмувати під час приземлення.

■ **3. Махальний і ширяючий політ. Чи всі птахи в польоті безперервно махають крилами?** Існує два основних типи польоту. Досі ми розглядали найпоширеніший **махальний політ**. Проте серед птахів є й «планери». Мабуть, кожен із вас бачив птаха, що летить, не махаючи крилами (рис. 25.8). Угору такі птахи піднімаються, використовуючи висхідні повітряні потоки. Піднявшись на висоту, птах повільно «ковзає» повітрям, доки знайде новий висхідний потік. Такий **ширяючий політ** допомагає зберегти сили, але повільніший і не такий маневрений, як махальний. Багато птахів здатні переходити від одного типу польоту до іншого.

■ Птахи походять від давніх рептилій. Їхні характерні особливості є наслідком пристосування до польоту. Опору на повітря й піднімальну силу забезпечують насамперед крила й розташовані на них махові пера. Існують два основні типи польоту: махальний і ширяючий.

■ Крила; махове перо; крильця; махальний і ширяючий політ.

1. Для чого давні рептилії могли використовувати пір'я?
2. Порівняйте особливості махального та ширяючого польоту.
3. Чим різняться політ птаха й літака?
- 4*. Один із доказів того, що археоптерикс (рис. 25. 1, с. 99) був здатним до польоту, те, що дві частини його махових пер не були симетричними, так само як і в сучасних птахів. Поясніть значення цієї ознаки.

■ **4. Птах із кігтями на крилах.** Пташенята одного із сучасних птахів, **гоацина**, який живе в тропічних лісах Південної Америки, мають кігті на крилах, які нагадують ті, що були в археоптерикса (рис. 25. 1, с. 99). Кігті допомагають цим пташеням лазити гілками дерев, які ростуть над водою (рис. 25.9, с. 102). У разі небезпеки пташенята кидаються у воду, плавають і навіть пірнають,



Закрилки Крильця Крила



Рис. 25.7. Літак і птах у польоті



Рис. 25.8. Ширяючий політ білої чаплі





Рис. 25.9. Пташеня гоацина чіпляється за гілку кігтями на крилах



Рис. 25.10. Колібрі завис у повітрі біля квітки

а згодом знову піднімаються на дерева. Дорослий гоацин здатен лише перелітати з гілки на гілку.

■ **5. Політ колібрі.** Найменші серед птахів — **колібрі**, найкрихітніші з яких важать 1,6 г. Багато з них живляться квітковим нектаром, зависаючи в повітрі над квіткою (рис. 25.10). При цьому вони рухають крилами вперед–униз та назад–угору так, ніби описують вісімку. Крило цих птахів майже не згинається й вільно обертається в плечовому суглобі. Завдяки цьому колібрі можуть не тільки зависати в повітрі, а й підніматися вертикально вгору й навіть літати задом наперед. Частота рухів крила колібрі може сягати 100 змахів за секунду!

§ 26. Життя міської ластівки

■ **1. Міська ластівка.** Птахи — найпомітніші з хребетних. Ми розглянемо птаха, якого, вірогідно, бачив кожен із вас: міську ластівку.

Міська ластівка — дрібний птах. Розмах її крил — 20–33 см, вага — до 20 г. Статура ластівки — витончена, але тіло мускулясте (рис. 26.1). Її короткий і широкий дзьоб пристосований до полювання на літаючих

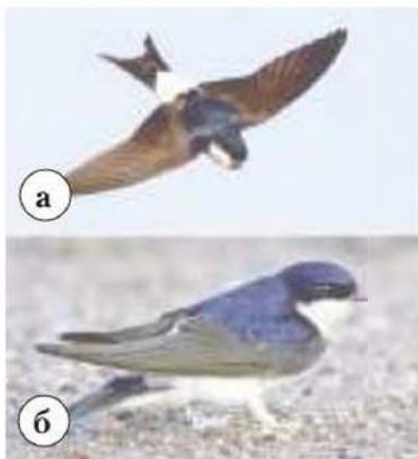


Рис. 26.1. Міська ластівка в польоті (а) й на землі (б)

комах, широкі груди й довгі серпоподібні крила якнайкраще пристосовані до тривалого й енергійного польоту. Ноги в ластівки короткі, майже непридатні для того, щоб крокувати землею. Проте триматися за гілля, дроти, карнизи такими ногами доволі зручно (рис. 26.2).

До появи міст із кам'яними будівлями міські ластівки мешкали в кам'янистих долинах річок. Людина створила для цих птахів місцеперебування, яке добре їм підходить. Вони поширилися майже по всій Європі, а також значною частиною території Азії.



■ **2. Пір'я ластівок.** Дивлячись на ластівку, ми в першу чергу бачимо її оперення. Воно необхідне для польоту, зігріває та захищає тіло, робить його обтічним. Пір'я ластівки дуже різне за будовою (рис. 26.3). Виокремлюють три типи пір'я птахів: контурні й пухові пера та пух (рис. 26.4). **Контурні пера** складаються з очина, стрижня та опахала (рис. 26.4). *Очин* — це нижня, занурена у шкіру частина стрижня. На стрижні кріпиться *опахало*, що складається з безлічі тонких і вузьких *пластинок (борідок)*, розташованих по обидва його боки. З обох боків кожної з борідок є дрібніші борідочки з гачечками. Цими гачечками борідки поєднуються одна з одною. Завдяки такій будові перо є легким, міцним і майже непроникним для потоків повітря. **Роз'єднайте борідки контурного пера, а потім пригладьте його рукою. Що при цьому відбувається?**

За розташуванням і функціями контурні пера поділяють на різновиди. На крилах розташовані махові пера, що утворюють основну площину крила. До короткого хвоста птахів кріпляться стернові пера, дуже важливі для зльоту, посадки й гальмування. Більшу частину тіла птаха вкривають покривні пера. Вони зменшують опір повітря під час польоту й захищають тіло від ушкоджень.

Пухові пера й пух (пух є не в усіх птахів) містяться під покривними перами. Борідки в пухових перах відсутні, тому в них немає й цілісного опахала. У пуху стрижень укорочений, борідки відходять від нього пучком. Пуховий шар птаха утримує тепло. Зношене пір'я випадає та замінюється новим під час линяння.

■ **3. Розмноження птахів.** На зиму ластівки відлітають у теплі краї. Міські ластівки з України зимують в Африці, на північ від пустелі Сахара. Узимку в Україні немає



Рис. 26.2. Майже мелодія...



Рис. 26.3. Пір'я міської ластівки

Контурне перо:



Рис. 26.4. Три типи пір'я і будова контурного пера



комах, а в Африці є чим прогодуватися. Однак навесні ластівки повертаються в ті місця, де з'явилися на світ. Ластівки — гарні літунки, але й для них переліт з Африки є тяжким випробуванням.

Молоді птахи утворюють пару й зберігають її все життя. Щоб побудувати гніздо, ластівки набирають у якій-небудь калюжі суміш із глини й стебел трави в дзьоб, а потім приліплюють грудки цього матеріалу одна до одної в якомусь зручному місці: під дахом, карнизом тощо (рис. 26.5). Самка відкладає у гніздо 4–6 яєць, які вона насиджує із самцем по черзі.

Для чого й завдяки чому відбувається висиджування? З підвищенням температури зростає й швидкість хімічних реакцій. Тварини всіх груп, з якими ви ознайомилися в цьому підручнику, мали непостійну температуру тіла, яка залежить від температури середовища (їх називають **холоднокровними**). На відміну від них, птахи та ссавці постійно підтримують високу температуру тіла — вони є **теплокровними**.

Політ ластівки потребує багато сил. Щоб літати, вона має споживати дуже багато їжі та швидко її перетравлювати. Для цього їй потрібна висока температура тіла — приблизно 42 °С. Якщо ви візьмете в долоні живого птаха, то відчуєте, який він гарячий!

Птахи висиджують яйця, притискаючись до них своїм тілом у тому місці, де в цей час випадає пір'я. Так яйця отримують тепло, необхідне для їх розвитку.



Рис. 26.5. Ластівка будує гніздо



Рис. 26.6. Годувати ненажерливих пташенят — важка робота

Коли з яєць вилуплюються пташенята, батьки починають їх годувати. Від світання до смеркання вони ловлять комах і приносять їх у гніздо, в якому голодна малеча з широко роззявленими ротами чекає на поживу (рис. 26.6). Зазвичай пара ластівок вирощує за літо два виводки пташенят.

За особливостями розвитку потомства птахів поділяють на дві групи. Яйця **нагніздних** птахів дрібні, а строк висиджування — короткий. Пташенята вилуплюються великими й незрячими, повністю залежними від батьків. Гнізда в нагніздних птахів улаштовані набагато краще, ніж у виводкових. Як правило, у нагніздних птахів про потомство піклуються і самець, і самка. Нагніздними птахами є, наприклад, представники ряду Горобцеподібні, до якого належать і ластівки.

У **виводкових** птахів яйця значно більші, ніж у нагніздних птахів, термін їх



висиджування більш тривалий. Але з них з'являються опушені пташенята, що вже незабаром можуть супроводжувати батьків. Вони самі шукають собі корм і ховаються в разі небезпеки. До цієї групи належать страуси, кури, качки тощо.

Цікавим прикладом виводкового птаха може бути *гоголь*. Це велика качка, яка живиться водними молюсками. На території нашої країни цей птах став рідкісним і занесений до Червоної книги України. Гнізда гоголя будує в дуплах, на висоті до 15 м. Уже за добу після того, як пташенята гоголя вилупилися з яєць, вони на заклик матері вистрибують із дупла (рис. 26.7). Одразу ж після цього вони здатні плавати й шукати їжу (рис. 26.8).

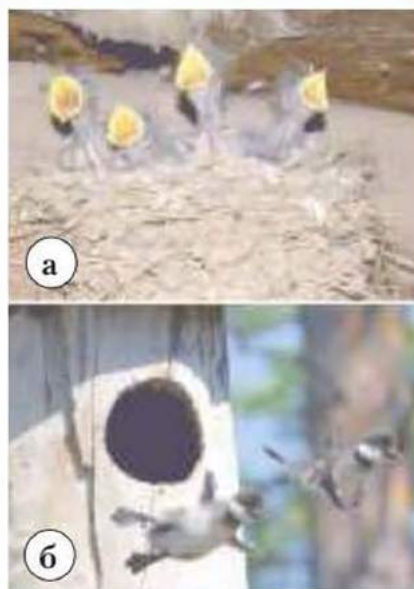


Рис. 26.7. Порівняйте зрілість новонароджених пташенят ластівки (а) й гоголя (б)!

■ Пера птахів мають складну будову й поділяються на групи за функціями. Птахи — теплокровні тварини, що висиджують яйця й турбуються про пташенят. Вирізняють нагніздних і виводкових птахів.

■ *Контурні та пухові пера; пух; очин, стрижень, опахало, борідки пера; холоднокровні й теплокровні тварини; насиджування; нагніздні й виводкові птахи.*



Рис. 26.8. Качка гоголь із каченятами, які нещодавно вилупилися з яєць

1. Поясніть, як будова пір'я пов'язана з його функціями.
2. Чому крокодили не висиджують яйця (рис. 24.2, с. 94), а птахи, як правило, насиджують?
3. Порівняйте міську ластівку й гоголя за відомими вам ознаками.
- 4*. У параграфі перелічені особливості нагніздних і виводкових пташенят. Як особливості кожної групи пов'язані одна з одною?

■ **4. Пташині інкубатори. Сміттєві кури**, поширені в Австралії та Новій Гвінеї, належать до нечисленних птахів, які не висиджують яйця. Самець готує інкубатор — купу з листя, що гниє, піску, рослинних решток до 15 м у діаметрі й 4,5–6 м заввишки (рис. 26.9). Самка відкладає яйця в інкубатор. На цьому її турбота про потомство закінчується.



Рис. 26.9. Сміттєва курка на поверхні свого інкубатора





Рис. 26. 10. Колонія олушей (морських рибоїдних птахів). Ми бачимо безліч птахів, що насиджують яйця

Устромлюючи в купу дзьоб, самець визначає температуру й розгрібає або, навпаки, збільшує інкубатор. Готові до самостійного життя пташенята проривають хід назовні.

■ **5. Колонії птахів.** Деякі види птахів можуть селитися колоніями й спільно користуватися гніздовою територією. Найбільші колонії — пташині базари — улаштовують морські птахи (рис. 26. 10). На одному квадратному метрі тут можна побачити чотири гнізда! Десятки мільйонів бакланів та інших птахів гніздяться на Західному узбережжі Перу в Південній Америці. Багатий на Фосфор і Нітроген пташиний послід накопичувався в цих місцях роками. Так виникло відоме добриво — гуано. Надзвичайна цінність таких

«фабрик добрива» була відома ще тисячу років тому, і в Перу індіанці-інки взяли птахів під особливу охорону. Європейці-колонізатори так по-хижацьки збирали гуано, що значно зменшили його запаси. Нині діють закони, за якими добування гуано за рік не повинне перевищувати його річний «приріст».

§ 27. Різноманітність птахів

■ **1. Систематичні й екологічні групи птахів.** Нині виокремлюють майже 40 рядів птахів, дані про деякі з них наведено в таблиці 27.1. Те, що ми бачимо, дивлячись на птаха, насамперед відображає особливості його способу життя, а не зовнішні ознаки, що є характерними для певної систематичної групи. Серед різних рядів є дуже схожі види, а окремі ряди об'єднують зовнішньо неподібних птахів. Це є наслідком того, що подібні за способом життя види, навіть коли вони не є родичами, мало чим різняться. Наведемо приклад (рис. 27.1). Стерв'ятник належить до ряду Яструбоподібні. Урубубу належить до окремого ряду, що споріднений з рядом Лелекоподібні! **Що ж зробило птахів, які належать до різних груп, такими подібними?** Однаковий спосіб життя! Ці птахи кружляють над рівнинами й горами, вишукуючи загиблих тварин. Знайшовши таку тварину, вони розривають її шкіру сильними кігтями та дзьобом. Гола шкіра на голові допомагає їм не бруднитися об поживу. Зовнішній вигляд цих птахів визначається тим, що це — падальники.

Зазвичай виокремлюють ширші групи птахів, що ведуть подібний спосіб життя, — **екологічні групи**. Розглянемо їх.



Лебідь належить до **водних птахів**. Його пір'я майже не намокає у воді, перетинки між пальцями перетворюють його ноги на весла. Лелека має ознаки **навколоводних птахів**. На його довгих ногах зручно ходити вологим ґрунтом, а довгим дзьобом — хапати здобич у воді та серед рослинності. Дрохва — представник **степових птахів**. Вона важко літає, але чудово бігає. Малий строкатий дятел належить до численної групи **лісових птахів**, які пристосовані до життя на деревах, здатні спритно маневрувати в польоті. Міська ластівка є **птахом відкритих просторів**, який пристосований до живлення в польоті. Зрештою, орлан і пугач є представниками **денних і нічних хижаків**.

■ **2. Нелітаючі птахи.** Хоча птахів сформував політ, серед них є й нелітаючі групи.

Прикладами таких тварин є страус і пінгвін. За будовою цих птахів можна зрозуміти, що їхні предки вмели літати, але з часом вони втратили цю здатність.



Рис. 27.1. Згори вниз:
стерв'ятник (Африка, Азія);
уруб (Америка)

Таблиця 27.1

Представники класу Птахи

| Група | Представник | Опис представника |
|-----------------------------------|---|--|
| Ряд Страусоподібні (1 вид) | Африканський страус  | Нелітаючий рослиноїдний птах, до 2,5 м заввишки й вагою до 150 кг. Мешканець саван і напівпустель Африки. |
| Ряд Пінгвіноподібні (18 видів) | Імператорський пінгвін  | Нелітаючий птах, до 1,3 м заввишки й вагою майже 40 кг. Мешкає в Антарктиді. Чудово плаває та пірнає, живиться рибою й кальмарами. |
| Ряд Гусепоподібні (180 видів) | Лебідь-шинун  | Розмах крил — 240 см, вага — до 10 кг. Розводиться й утримується штучно. Живиться водними рослинами й безхребетними. |



| Група | Представник | Опис представника |
|------------------------------------|--|--|
| Ряд Яструбоподібні (265 видів) | Орлан-білохвіст  | Великий (до 2,5 м у розмаху крил) рідкісний рибоїдний птах. Мешкає по всій Україні, крім Криму й Карпат. Занесений до Червоної книги України. |
| Ряд Совоподібні (240 видів) | Пугач звичайний  | Нічний хижак із розмахом крил до 1,8 м. В Україні мешкає на сході, півночі, заході та в Криму. Живиться гризунами, зайцями, птахами. |
| Ряд Дрохвоподібні (26 видів) | Дрохва  | Степовий птах, до 2,5 м у розмаху крил. Живиться травою, комахами, ящірками, мишами. Зникає внаслідок розорювання степу, тому занесений до Червоної книги України. |
| Ряд Лелекоподібні (19 видів) | Лелека білий  | Розмах крил — до 2,2 м. Живиться дрібними тваринами на полях і біля водойм. Гнізда часто робить у населених пунктах. Зимує в Африці. |
| Ряд Дятлоподібні (440 видів) | Малий строкатий дятел  | Розмах крил — до 30 см. Комахоїдний птах Полісся та Лісостепу. Часто трапляється в містах. Видовбує дупла в трухлявій деревині. |
| Ряд Горобцеподібні (6265 видів) | Крук  | Найкрупніший серед представників ряду (до 1,5 м у розмаху крил). Мешкає по всій Україні. Усеїдний, хижак, може жити ся мертвечиною. Має складну поведінку. |

Чим предкам страусів і пінгвінів заважала здатність літати? Тим, що перешкоджала їм удосконалюватися в біганні та плаванні. *Страус* такий великий, що не зміг би літати. Але він швидко бігає й може відігнати більшість хижаків сильними ударами ніг.

Обтічне тіло *пінгвіна* якнайкраще пристосоване до плавання. Свої крила він використовує для «польоту» у воді (рис. 27.2). Здатність літати пінгвіни втратили, проте ніхто не вміє ловити рибу й кальмарів у холодній воді краще, ніж вони!



■ **3. Різноманітність дзьобів.** Пристосування до певного способу життя можна побачити й на окремих органах птахів. Чи не найвиразнішою частиною їхнього тіла є дзьоб.

Унаслідок пристосування до зменшення ваги у птахів зникли зуби на щелепах, а замість них розвинувся легкий і міцний роговий чохол — **дзьоб**. Більшість чотириногих при живленні допомагає собі передніми кінцівками, а в птахів крила мають інше призначення. Тому пташиний дзьоб відіграє дуже важливу роль під час живлення (рис. 27.3), а в особливостях його будови яскраво виявляються пристосування до добування їжі, що є характерною для кожного виду.

Розгляньте *рисунок 27.4*. Навіть якщо ви не знаєте назв птахів, то за формою дзьоба зможете припустити, чим вони живляться.

Чапля (1) стрімким кидком хапає свою здобич у воді. Бекас (2) дістає дощових черв'яків і личинок комах із пухкого ґрунту. Ара (3) розгризає плоди з твердими оболонками. Дятел (4) видовбує комах із гнилої деревини. Колібрі (5) ссе нектар із видовжених квіток. Фламінго (6) фільтрує мул, вибираючи з нього ракоподібних. Дубоніс (7) розчавлює тверді насінини. Серпокрилець (8) хапає комах у повітрі. Косар (9) вишукує дрібних тварин із мулу. Пелікан (10) ловить рибу з поверхні, зачерпуючи її просто з водою. Їхні дзьоби — найкращі інструменти для виконання цих функцій!



Рис. 27.2. Плавання пінгвінів нагадує «політ» у воді



Рис. 27.3. Живлення фламінго



Рис. 27.4. Дзьоби різних птахів



- Різноманітність птахів можна описувати систематично (за їх належністю до певних груп) та екологічно (за особливостями способу життя). Зовнішній вигляд і будова окремих частин тіла птахів тісно пов'язані з характерним для них способом життя.
- Екологічні групи; водні, навколоводні, степові, лісові птахи; птахи відкритих просторів; денні й нічні хижаки; дзьоб.
- 1. До яких функцій пристосовані ноги птахів, що зображені на *рисунку 27.5*?
 2. На *рисунку 27.4* (с. 109) не показано форму дзьоба денних хижаків, таких як сокіл (*рис. 27.6*). Поясніть, чому його дзьоб має саме таку форму.
 3. Порівняйте свійських птахів курку й качку. Чим вони різняться й чому?
 - 4*. Які птахи найбільше потерпають від вирубування старих дерев?

■ **4. Птах — герб України.** За однією з версій, малий герб нашої країни — тризуб — є стилізованим зображенням **сокола сапсана** (*рис. 27.6*) під час нападу на здобич. Тризуб був гербом київського князя Володимира. У зображеннях гербів їх автори намагалися передати силу, швидкість, сміливість того, кому цей герб належав. Узагалі наші предки полюбляли хижих птахів, приручали їх для соколиного полювання. Полювання з прирученим птахом (соколом, орлом або яструбом, який здобував дичину для хазяїна) здавна було найулюбленішою розвагою знаті. Нині сокіл сапсан, як вид, що зникає, занесений до Червоної книги України. У минулому його нищили як «шкідливого» птаха, тепер його відловлюють заради соколиних полювань.

Новою формою вивчення й охорони хижих птахів стало застосування веб-камер, які цілодобово передають в Інтернет зображення пташиного гнізда, де можна побачити кладку яєць, пташенят і їхніх батьків. Завдяки цьому можна вивчати птахів і спостерігати за тим, щоб вони перебували у безпеці.

Знайдіть адреси таких камер у Всесвітній мережі та дізнайтеся, що відбувається у пташиних гніздах!

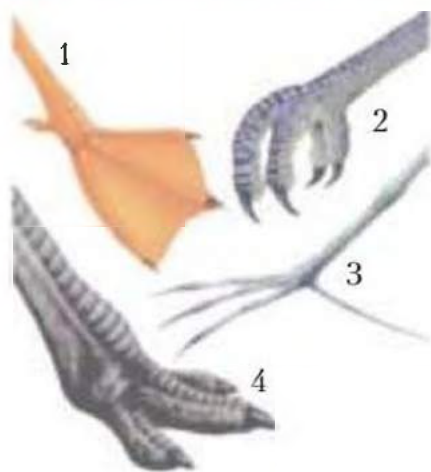


Рис. 27.5.



Рис. 27.6. Сокіл сапсан, який полює на здобич



§ 28. Клас Ссавці

■ **1. Походження ссавців.** Одну групу рептилій, що поширилася наприкінці палеозойської ери, називають **звіроподібними** (рис. 28.1). Особливістю цих тварин було те, що їхня нижня щелепа могла рухатися не тільки вгору–вниз, а й уперед–назад.

А в яких напрямках ви можете рухати щелепою? Ви можете закривати й відкривати рота. Це призначення щелеп, яке людина успадкувала від риб. Можливість рухати нижньою щелепою вперед–назад — спадщина звіроподібних рептилій, а здатність рухати щелепою праворуч–ліворуч одержана від ссавців.

Яке значення мають рухи щелепою вперед–назад? Більшість рептилій не може відкушувати шматки від поживи. Їхні зуби конічної форми пристосовані до того, щоб лише утримувати й убивати здобич. Аби відкусити шматок поживи, треба, щоб зуби на верхній і нижній щелепах не лише стискалися, а й зсувалися відносно один одного. Завдяки будові своїх щелеп звіроподібні рептилії набули здатності відкушувати шматки їжі.

Одну групу звіроподібних рептилій називали **звірозубими**. Їхні зуби були поділені на три групи (рис. 28.2). Для відкушування шматків їжі слугували передні зуби з різучими краями — **різці**. Для жування використовувалися зуби в кутах рота — **корінні**, або **кутні**. Між різцями й корінними містилися крупні зуби для утримування й розривання жертви на шматки — **ікла**. Завдяки різній будові зубів звірозубі пережовували шматки їжі, змочуючи їх слиною. Це покращувало засвоєння їжі.

Чому ми детально розглядали будову зубів групи рептилій, яка зникла? Тому що наші зуби розділені на ті ж групи, що й у цих зниклих наших предків (рис. 28.3)!



Рис. 28.1. Серед звіроподібних рептилій були великі тварини — найжахливіші хижаки свого часу

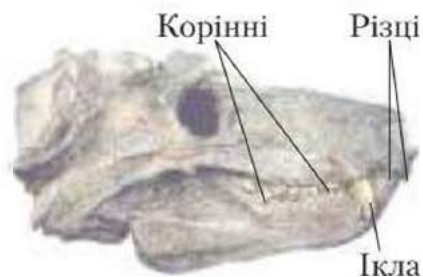


Рис. 28.2. Череп представника звірозубих, який жив на початку мезозойської ери



Рис. 28.3. Пропорції відрізняються, але групи зубів — ті самі



На початку мезозойської ери звіроподібні рептилії поступилися іншим групам, передусім — динозаврам. Більшість звірозубих стала невеликими нічними тваринами. Зменшення розміру цих тварин сприяло розвитку в них теплокровності. Для збереження тепла виник **волосяний покрив**. Малята обігрівалися теплом матері.

Теплокровним тваринам доводиться захищатися не лише від переохолодження, а й від перегрівання. Тіло звірозубих рептилій охолоджувалося завдяки випаровуванню поту, який виділяли *потові залози*. Утамовуючи спрагу, малята злизували піт матері. Вони росли швидше, якщо виділення залоз містили поживні речовини. Унаслідок змін, що відбувалися протягом тривалого часу, годувальна функція стала основною для частини черевних потових залоз. Відтоді їх можна вважати *молочними залозами*, а тварин, що їх мали, — **савцями** (рис. 28.4). Перші представники **класу Ссавці**, або **Звірі**, з'явилися на початку мезозойської ери. Протягом більшого періоду їхньої еволюційної історії панівною групою на Землі були рептилії. Утім, у кайнозойську еру найважливішою групою хребетних стали саме ссавці.



Рис. 28.4. Перші ссавці мали, ймовірно, такий вигляд



Рис. 28.5. Качконіс (угорі) та єхидна (унизу)



Рис. 28.6. Яйце єхидни в сумці на її череві (ліворуч); качконіс із малятами (праворуч)

■ **2. Підкласи ссавців.** Від перших звірів (див. рис. 4.1, с. 17) походять дві сучасні групи — підкласи Яйцекладні та Живородні.

До **підкласу Яйцекладні** належать три сучасні види з Австралії та найближчих до неї островів: качконіс і два види єхидн. **Качконіс**, або **качкодзьоб**, — напівводяна тварина (рис. 28.5). Укриті голками **єхидни** (80 см завдовжки) ловлять комах довгим липким язиком. Ці тварини відкладають яйця, але вигодовують своїх малят молоком. Сосків вони не мають, і малята злизують молоко зі шкіри на череві матері (рис. 28.6).

Підклас Живородні поділяють на дві групи: **Сумчасті** й **Плацентарні**. До Сумчастих належить майже 300 видів, до Плацентарних — приблизно 4700.

Сумчасті (наприклад, **кенгуру**) мають короткі терміни вагітності й народжують маленьких кволих малят (рис. 28.7). Лише



після тривалого перебування в *материнській сумці* (особливий шкіряній складці на животі) малята стають більш-менш незалежними від матері.

У плацентарних термін вагітності триваліший, а новонароджені малята більшого розміру й краще розвинуті, ніж у сумчастих. Зародок одержує поживні речовини через спеціальний орган — *плаценту* (рис. 28.8). Плацента вростає в стінку матки (орган самки, у якому розвивається зародок). Кровоносні системи матері й зародка тісно контактують у плаценті. Через плаценту відбувається обмін речовин між ними. Під час пологів плацента відокремлюється від стінки матки.

■ У звірозубих рептилій — предків ссавців — відбувся розподіл зубів на три різні за функціями групи: різці, ікла й корінні. Особливості ссавців — теплокровність, волосяний покрив, вигодовування дитинчат молоком тощо. Клас Ссавці, або Звірі, охоплює майже 4700 сучасних видів. До нього належать підкласи Яйцекладні та Живородні. До підкласу Живородні належать групи сумчастих і плацентарних. У плацентарних ссавців зародок отримує поживні речовини з крові матері через спеціальний орган — плаценту.

■ *Різці, ікла, кутні зуби; волосяний покрив; потові й молочні залози; сумка; плацента.*

1. Порівняйте розмноження представників підкласів Яйцекладні та Живородні.
2. Поясніть походження слова *ссавці*.
3. Опишіть, як виникли молочні залози.
- 4*. Яку, на вашу думку, роль у розвитку еволюційної гілки звіроподібних ссавців відіграло те, що на початку мезозойської ери ця група перетворилася на дрібних нічних тварин? Поясніть свої міркування.

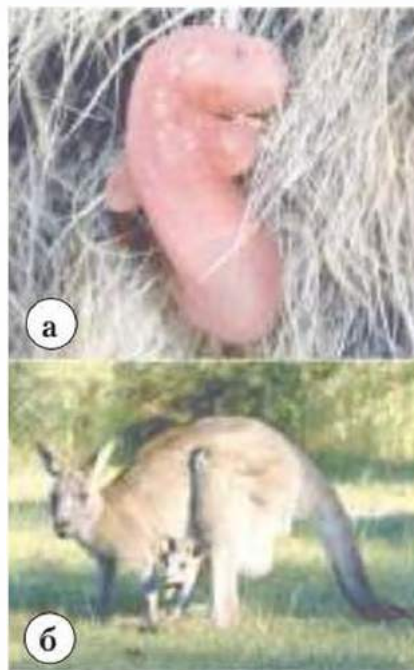


Рис. 28.7. Таким дитинча кенгуру народжується (а); таким воно стає з часом (б)



Рис. 28.8. Зв'язок зародка плацентарних ссавців із маткою (на прикладі людини)



■ **3. Походження теплокровності.** Ви вже знаєте, що зменшення розмірів тіла звірозубих сприяло розвитку в них теплокровності. А який існує зв'язок між розмірами й температурою тіла? Згадайте, що великі холоднокровні тварини мають меншу відносну поверхню тіла й менше втрачають тепло (рис. 23.9, с. 93). Якщо температура їхнього тіла завжди є підвищеною, до неї пристосовуються всі їхні фізіологічні системи. Ферменти (молекули білків, завдяки яким відбуваються важливі для життя хімічні реакції) можуть працювати лише при певній, підвищеній температурі. Щоб не перегрітися, у таких тварин виробилися фізіологічні механізми, котрі сприяють охолодженню, а для керування їх роботою — відділ у мозку, що сприймає температуру тіла.

А що відбувається, коли такі тварини стають дрібнішими? Вони мають або істотно знизити швидкість та ефективність процесів у тілі, або почати підтримувати підвищену температуру через додаткове витрачання енергії. Другий варіант веде до теплокровності. А завдяки чому колись великі тварини можуть зменшувати свої розміри? Або внаслідок зміни способу життя (як це було з предками ссавців), або внаслідок пристосування до польоту. Цей спосіб руху потребує великих затрат енергії та сприяє зменшенню розмірів тіла.

■ **4. Такі уразливі сумчасті.** У мезозойську еру сумчасті ссавці були поширені майже по всій планеті. Але з часом на більшості континентів їх

витіснили плацентарні. Однією з важливих переваг останніх є те, що в їхніх дитинчат головний мозок довше розвивається під час перебування в тілі матері. Завдяки цьому мозок плацентарних є більшим, ніж у сумчастих, а поведінка — набагато складнішою.

Більшість сучасних видів сумчастих збереглася в Австралії — на континенті, до якого не потрапили представники більшості груп плацентарних. Але опосуми не лише вижили в Південній Америці, а й з успіхом розселилися до Північної. **Віргінський опосум** — це сумчаста тварина розміром з кішку, що живе на деревах у Північній Америці (рис. 28.9). Він має чіпкий хвіст, що допомагає йому лазити по деревах. Під час небезпеки опосум прикидається мертвим. Дитинчат виношує в сумці.

Зникнення сумчастих продовжилось і в історичний час. **Сумчастий вовк** (рис. 28.10) — найбільший хижак із цієї групи, зник в Австралії внаслідок конкуренції з диким собакою динго, якого туди завезли аборигени. Європейці змогли побачити сумчастого вовка лише на острові Тасманія. Там його знищили мисливці. Останній сумчастий вовк помер у зоопарку в 1936 р.



Рис. 28.9. Опосум і його дитинчата

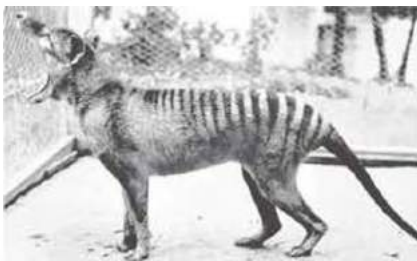


Рис. 28.10. Сумчастий вовк у зоопарку



§ 29. Життя звичайної лисиці

■ **1. Дивовижна здатність до пристосувань.** Щоб розглянути особливості життя ссавців, оберемо звичайну лисицю, яка поширена по всій Україні. *Лисиця* належить до родини Собачі ряду Хижі та є близькою родичкою свійського собаки. Довжина тіла лисиці становить 60–90 см, довжина хвоста — 40–60 см, важить тварина 6–10 кг.

Цей вид має дивовижну здатність пристосовуватися до різних природних умов. Лисиці живуть у тундрі й у лісах, у степу й у пустелі, у горах і навіть у містах. У різних умовах лисиця знаходить найкращі способи полювання та захисту від ворогів. Вона живиться найрізноманітнішими тваринами (від комах до зайців) і навіть плодами та ягодами. Але основна її їжа — мишоподібні гризуни.

Вас не здивувало, що кількість видів ссавців, панівної групи в сучасному тваринному світі, є доволі невеликою — 4700 видів? Це менше, ніж у рядах Безхвості амфібії або Лускаті. Річ у тому, що більшість видів ссавців має широкі ареали та значно впливає на життя представників усіх інших груп організмів. Саме тому відносно нечисленний клас тварин став найважливішим для сучасної живої природи.

■ **2. Зовнішня будова лисиці.** Представники виду, який ми розглядаємо, мають гнучке й мускулисте тіло, укрите шерстю (волосяним покривом). Узимку густа й пухнаста шерсть захищає лисицю навіть від сильного морозу (рис. 29.1), улітку ця тварина здається обскубаною (рис. 29.2).

Розрізняють два типи волосся — остьове й підшерстя (рис. 29.3). **Остьове волосся** захищає шкіру від ушкоджень, а м'яке густе **підшерстя** зберігає тепло. У хижих



Рис. 29.1. Лисиця: зовнішній вигляд



Рис. 29.2. Мати принесла лисеняті їжу

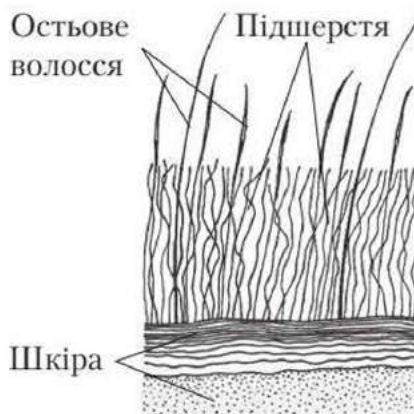


Рис. 29.3. Типи волосся лисиці



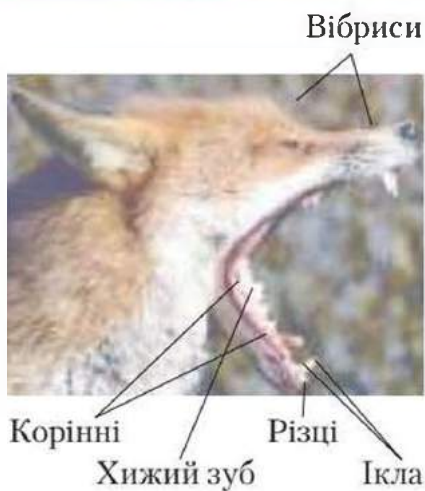


Рис. 29.4. Роздивіться голову лисиці детальніше



Рис. 29.5. Чорнобура лисиця на звірофермі. Цю тварину вирощують для виробництва хутряних виробів; щоб отримати хутро, її вб'ють.

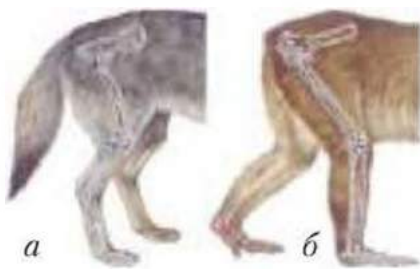


Рис. 29.6. Вовк (як і лисиця) при ходьбі спирається на пальці (а), а мавпа (як і людина) — на всю стопу (б)

і деяких інших звірів є волосини, розташовані здебільшого невеликими пучками на голові та кінцівках, — **вібриси** (рис. 29.4). Це — органи дотику. Шерсть зігріває тіло звірів, а розміщені у шкірі потові залози його охолоджують. Оскільки запах поту може попередити жертву про наближення хижака, у хижих потових залоз мало. Тому в спеку лисиця охолоджується, висунувши язик і дихаючи широко відкритим ротом.

Заради хутра на лисиць полюють, а також розводять їх спеціальні різновиди на звірофермах (рис. 29.5).

У більшості ссавців міцна гнучка шия забезпечує рухливість великої голови з добре розвиненими органами чуття. Рухаючи вушними раковинами, лисиця спрямовує їх на джерело звуку. Рот звірів обмежений **губами** — мускулистими складками шкіри. Малятам губи потрібні для ссання молока, а дорослим тваринам вони допомагають захоплювати корм.

У лисиці, як і в інших представників ряду Хижі, добре розвинені всі три групи зубів, але найбільшими є ікла. Особливістю тварин цього ряду є те, що один з верхніх і один із нижніх корінних зубів із обох боків щелепи перетворюються на **хижі зуби**, що мають гострий ріжучий край. Ними хижаки розгризають кістки.

Кінцівки лисиці розташовані не з боків тулуба, як у сучасних рептилій, а під ним. Це полегшує утримування тіла над землею: рептилії цього досягають силою м'язів, а ссавці — завдяки міцності кісток. Порівняно з людьми лисиця ходить ніби навшпильках. Річ у тім, що одні ссавці (ведмеді, люди тощо) спираються на всю стопу, а інші — лише на пальці (рис. 29.6).

■ **3. Розмноження лисиці.** Кожна пара лисиць має свою ділянку, де є місце для



нори й території, на яких лисиці живляться. Завдяки кігтям на пальцях лисиця добре копає, тож пара лисиць може вирити собі нору сама. Утім, коли є можливість зайняти нору борсуків або бабаків, лисиці залюбки це роблять.

Парування лисиць відбувається взимку. Приблизно через 2 місяці, навесні, самка народжує від 4 до 12 цуценят. Перші півтора місяці життя вони живляться молоком матері, а з часом починають уживати їжу, яку їм приносять батьки у своєму шлунку. Доросла лисиця відригує напівперетравлену їжу, і цуценята їдять її прямо з рота дорослої тварини. На *рисунку 29.2* (с. 115) зафіксовано саме цей процес.

Восени молоді лисиці стають самостійними та йдуть шукати собі пару й місце для нори...

Проте, якими б симпатичними вам не здавалися лисиці, варто пам'ятати: вони є розносниками небезпечних хвороб, зокрема сказу (*рис. 29.7*). Якщо ви побачите лисицю, яка не боїться вас і сміливо йде вам назустріч, — тікайте від неї, залізьте на дерево або відженіть палицею. Здорова лисиця боїться людини, а вірус сказу «вимикає» цю реакцію. Укус такої лисиці є смертельно небезпечним. Зі сказом у лисиць борються шляхом щеплень. Принаду, оброблену вакциною проти сказу, розкидають у тих місцях, де її з'їдять лисиці. Це, звісно, не вирішує проблему повністю, але зменшує небезпеку.



Рис. 29.7. Лисеня — сама чарівність... Але не забувайте: ссавці — наші близькі родичі, і від них легко можна заразитися спільними для тварин і людей хворобами!

■ Ссавці вкриті волоссяним покривом, що складається з остьового волосся та підшерстя; вібриси — довгі волоски, що є органами дотику. Для ссавців характерною є турбота про потомство та гнучка, залежно від обставин, поведінка.

■ Остьове волосся, підшерстя та вібриси; губи; хижі зуби.

- 1. Чому на *рисунку 29.1* (с. 115) лисиця виглядає гладкішою, ніж на *рисунку 29.2* (с. 115)?
2. Чому в новонароджених звірів найчастіше немає зубів?
3. Укажіть у тварин, зображених на *рисунку 29.6*, тазостегновий, колінний і гомілковостопний суглоби (де їх шукати, дивіться на *рисунку 21.5*, с. 85).
- 4*. Собаки й коти — добре відомі нам тварини. Поясніть, чому вони відрізняються.





Рис. 29.8. Голі землекопи

■ **4. Соціальні звірі. Голі землекопи** (рис. 29.8) — це підземні гризуни, які живуть у Кенії, Ефіопії та Сомалі, ведуть соціальне життя, подібно до бджіл і мурах. Вони живуть колоніями, що складаються з 80 та більше особин. Від підземних камер, де мешкають «королева» й два-три самці, у різні боки відгалужуються тунелі загальною довжиною до 5 км! «Королева» народжує й вигодовує виводок за виводком малят, за якими доглядають робочі особини. Вони ж прогризають тунелі, шукають корм (підземні бульби) та захищають колонію від змій. Голі землекопи майже нездатні регулювати температуру свого тіла. Кожен із них не в змозі повністю перетравити корм, багатий на клітковину, і вони поїдають послід одне одного. «Королева» виділяє речовини, що стримують розмноження робочих. Якщо вона гине, робочі самки починають битися між собою, поки одній із них не вдасться посісти місце, що звільнилося.

§ 30. Різноманітність ссавців

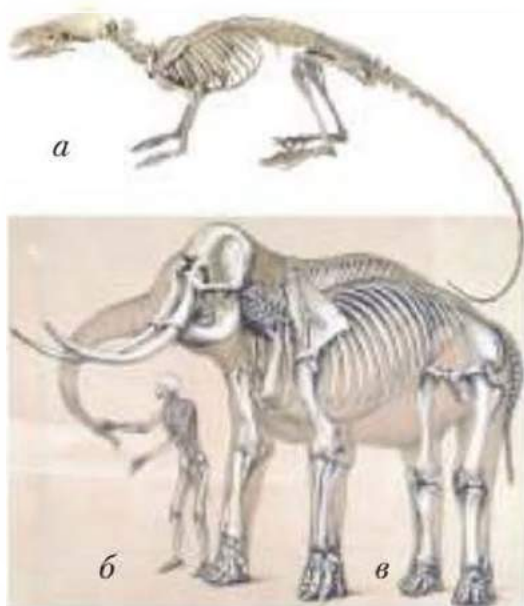


Рис. 30.1. Скелети дрібного ссавця — землерийки (а), досить великого — людини (б) та величезного — слона (в)

■ **1. Від крихітних — до величезних.** Можна вважати, що великі й дрібні тварини живуть нібито в різних світах (рис. 30.1). Карликова землерийка за добу з'їдає вдвічі більше їжі, ніж важить сама; кити можуть обходитися без їжі кілька місяців. *Порівняйте пропорції різних за розмірами скелетів.*

Дрібні тварини майже не відчувають свою вагу, великі — з натугою переносять своє тіло (рис. 30.2). Саме тому скелет дрібних ссавців складається з тонких кісток і невеликих м'язів, а великі тварини мають товстезні кістки й величезну мускулатуру.





Рис. 30.2. Для білки вага її тіла набагато легша, ніж для слона — його власна вага



Рис. 30.3. Вухань полює на комах у повітрі

■ 2. У воді, під землею й у повітрі.

Ссавці дивовижно різноманітні також за способом життя. Ви вже знаєте, що кашалот пірнає за гігантськими кальмарами (рис. 16.6, с. 65) на глибину. Він може спускатися в безодню на 2 км, а можливо, і глибше!

Кілька груп ссавців піднялися в повітря. Здатні до планерування тварини є навіть серед сумчастих і гризунів, а представники ряду Рукокрилі досконало освоїли махальний політ (рис. 30.3) Ще кілька груп пристосувалися до підземного життя (рис. 29.8, 30.4).

■ 3. Від рослиноїдності — до хижацтва. Різні види їжі значно відрізняються за своєю поживністю. Найвищу цінність мають квітковий нектар, м'ясо, риба. Відносно нижчу — комах, плоди, насіння. Найбіднішою є зелена маса рослин — трава й листя. Груп, що пристосувалися до живлення травою та листям, серед чотириногих украй мало. Таких амфібій немає, серед рептилій — майже лише одні наземні черепахи (рис. 24.1, с. 94), серед птахів — страуси, що колись відмовилися від польоту. А ось серед ссавців тих, хто живиться травою й листям, чимало. З рядів, що наведені в таблиці 30.1 (с. 120), до них належать хоботні, парнопалі та непарнопалі.

До ссавців належать і найстрашніші хижаки планети! Найбільший із них — кашалот. Однак і на суходолі майже немає місць, де серед хижаків найважливішу роль не відігравали б представники ряду Хижі. Це і собачі, зокрема відома вам лисиця, і різноманітні котячі, ведмежі (рис. 30.5), куницеві тощо.



Рис. 30.4. Кріт — підземний хижак із ряду Комахоїдні



Рис. 30.5. Білий ведмідь — найбільший представник ряду Хижі — полює на тюленів (які також належать до ряду Хижі)



Представники плацентарних ссавців

| Група | Представник | Опис представника |
|--------------------------------------|---|--|
| Ряд Комахоїдні (400 видів) | Карликова землерийка  | Найменший у світі ссавець. Довжина без хвоста — 5 см, вага — 1,3–2 г. Живе в Південній Європі та на Близькому Сході. Живиться безхребетними. |
| Ряд Хоботні (2 види) | Африканський слон  | Найбільша наземна тварина. Висота — до 3,5 м, довжина — до 7,5 м, вага — 6 (до 11!) тонн. Різці утворюють бивні, ніс і верхня губа — хобот. Живе групами. |
| Ряд Примати (256 видів) | Орангутан  | Самці — до 1,5 м заввишки й вагою до 100 кг. Населяють дощові ліси островів Борнео та Суматра (Південно-Східна Азія). Перебуває під загрозою зникнення. |
| Ряд Гризуни (2000 видів) | Річковий бобер  | Напівводяна тварина, до 1,3 м завдовжки й вагою до 30 кг. Живиться гілками й корою живих дерев. Будує хатки й нори (сховища) та греблі, підтоплюючи ліс. |
| Ряд Парнопалі (189 видів) | Дикий кабан  | Довжина тварини — до 2 м, висота — 1,1 м, вага — до 450 кг. Зброя самців — великі ікла. Нічна рослиноїдна та всеїдна тварина. Мисливський вид. Предок свійської свині. |
| Ряд Китоподібні (88 видів) | Синій кит  | Найбільша тварина, до 33 м завдовжки та вагою 150 т. Фільтратор, живиться планктоном. Поширений у Світовому океані. На межі знищення людиною. |
| Ряд Рукокрилі (977 видів) | Вечірниця дозорна (руда)  | Один з найбільших видів кажанів Європи, довжина тіла — 8 см, у розмаху крил — 35 см. Комахоїдна тварина, користується ехолокацією. Занесена до Червоної книги України. |



| Група | Представник | Опис представника |
|----------------------------|--|--|
| Ряд Непарнопали (16 видів) | Білий носоріг  | Висота — до 2 м, довжина — 4,2 м, вага — 4,5 т. Довжина рогу може перевищувати 1,5 м. Мешкає в Африці. Живиться травою. Майже винищений людиною. |
| Ряд Хижі (267 видів) | Вовк  | Висота — до 95 см, довжина тіла без хвоста — до 1,6 м, вага — до 60 кг. Обережний, переважно нічний вид. |

■ **4. Найцікавіший для людей вид.** Ряд, до якого Карл Лінней уключив людину, він назвав «примати», що означає «перші». Унаслідок пристосування до життя на деревах примати розвинули гострий зір і досконалу нервову систему. До родини Гомініди (буквальний переклад — *люди*, або *подібні до людей*) цього ряду належать чотири роди: рід Орангутан, рід Горила, рід Шимпанзе та рід Людина (рис. 30.6).

До роду Людина в минулому належало декілька видів, але нині залишився тільки один — Людина розумна. Він посідає скромне місце в зоологічній систематиці, проте є дуже незвичним за способом свого пристосування до середовища. У ході еволюції ссавців їхня поведінка крок за кроком ускладнювалася. Настав час, коли з'явився вид, що пристосовується до середовища насамперед за допомогою навчання, передавання культури від покоління до покоління. Це — наш вид.

■ Ссавці — найрізноманітніший сучасний клас хребетних як за розмірами, так і за способами життя. Для ряду Примати є характерним високий розвиток нервової системи. Усі сучасні люди належать до виду Людина розумна, який належить до ряду Примати.

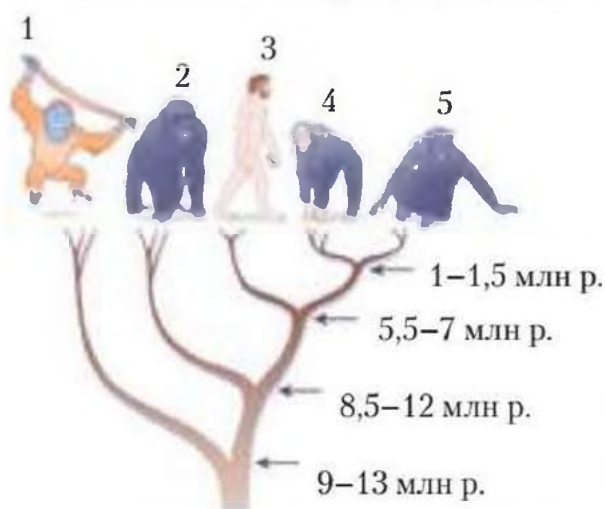


Рис. 30.6. Еволюція родини Гомініди. Показані сучасні види й час розходження їхніх предків:

- 1 — Орангутан (*Pongo pygmaeus*);
- 2 — Горила (*Gorilla gorilla*);
- 3 — Людина розумна (*Homo sapiens*);
- 4 — Бонобо, або карликовий шимпанзе (*Pan paniscus*);
- 5 — Звичайний шимпанзе (*Pan troglodytes*)

1. Завдяки чому кріт переміщується під землею?
2. Розгляньте малюнок. Поясніть, як побудоване крило кажана (рис. 30.3, с. 119).
3. Які ряди ссавців є найчисленнішими (табл. 30.1, с. 120–121)?
- 4*. У скільки разів синій кит довший за карликову землерийку (табл. 30.1, с. 120)? А у скільки разів важчий? Чим пояснюється відмінність співвідношень, яку ви отримали?

■ **5. Навіщо кажанам великі вуха?** Більшість рукокрилих активні в сутінках і вночі, іноді — у суцільній темряві. У XX ст. було доведено здатність **кажанів** до ехолокації. Кажан під час польоту видає звуки високої частоти, які не сприймає вухо людини (ультразвуки). Людина чує звуки частотою від 20 до 20 000 коливань на секунду, а кажан видає до 150 000 коливань. Він чує відлуння свого голосу від найдрібніших перешкод, а також від здобичі (рис. 30.7). За цим відлунням кажан відчуває розташування навколишніх об'єктів. Більшість кажанів має на голові вирости для спрямовування звуків, а також великі вуха, щоб їх уловлювати.



Рис. 30.7. Ехолокація кажана



Рис. 30.8. Кашалот




Рис. 30.9. Багато століть собака віддано допомагає людині на полюванні (Пітер Брейгель Старший. Мисливці на снігу, 1565 р.)

■ **6. Як пірнає кашалот?** Незвичайна форма тіла **кашалота** (рис. 30.8) пов'язана з тим, що у його голові, яка сягає третини загальної довжини тіла, розташована порожнина, заповнена воскоподібною речовиною — спермацетом (у давнину вважали, що це сперма). Завдяки спермацету кашалот здатен регулювати свою плавучість. Збираючись пірнати, він посилює кровообіг навколо цієї порожнини, спермацет плавиться, його густина збільшується (як лід легший від води, так і застиглий спермацет легший від рідкого). Кит стає важчим за воду й легко пірнає полювати на гігантських кальмарів. Коли кашалот хоче зринути на поверхню, він набирає в носові проходи воду, охолоджує спермацет, зменшуючи його густина, стає легшим за воду і спливає!

■ **7. Собака та кішка.** У давнину люди й собака зграя могли полювати разом. Тому **собака** — найдавніша свійська тварина (рис. 30.9). Як і тисячі років тому, кожен собака бачить у людині ватажка, ладен їй служити. Інша річ — **кішка**, яку людина «запросила» охороняти свою домівку від щурів та мишей. Кішка вважає, що помешкання — її територія, де вона поблажливо зносить присутність хазяїв.





Тема 2

ПРОЦЕСИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТВАРИН

§ 31. Обмін речовин у тварин

■ **1. Що таке обмін речовин?** *Обмін речовин*, або *метаболізм*, — це сукупність хімічних перетворень в організмах, що забезпечують їхню життєдіяльність.

Тварини здатні до зростання, розмноження, взаємодії із навколишнім середовищем саме завдяки обміну речовин. Обмін речовин складається із двох протилежно спрямованих процесів — розщеплення й побудови органічних речовин. Вони проходять одночасно в усіх живих організмах протягом усього життя. Хімічні реакції в організмах відбуваються досить швидко. У хімічній промисловості, щоб прискорити реакції, підвищують температуру й тиск, а також використовують каталізатори. У «живих реакторах» — клітинах — і тиск, і температура є невисокими, а реакції прискорюють спеціальні білки-каталізатори — ферменти.

■ **2. Особливості обміну речовин у тварин.** Ви вже знаєте (див. § 2), що тварини є гетеротрофами й мають отримувати органічні речовини з навколишнього середовища. Органічні речовини — це складно побудовані молекули, основою яких є ланцюжки з поєднаних атомів Карбону. Їх утворюють автотрофи, насамперед — рослини (рис. 31.1). На це витрачається енергія,

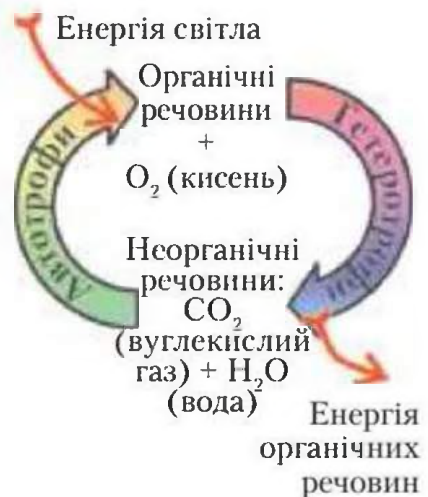


Рис. 31.1. Обмін речовин між автотрофами й гетеротрофами

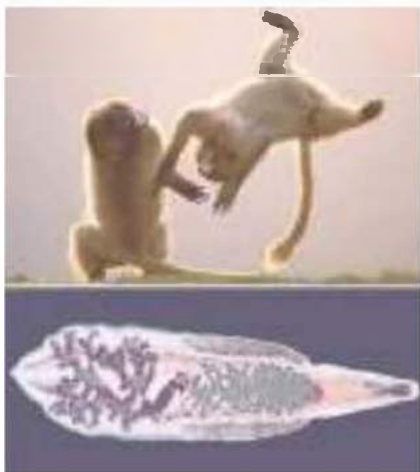


Рис. 31.2. Більшість тварин, які активно переміщуються у вільному середовищі, як-от ці молоді павіани (угорі), — аероби. Деякі паразити, наприклад, котяча двоустка (унизу), якою можна заразитися через недостатньо оброблену рибу, — анаероби

яку рослини отримують із сонячного світла. Частина цієї енергії накопичена в органічних речовинах, як в акумуляторах.

Гетеротрофи споживають органічні речовини, які виробили автотрофи. Тварини отримують із цих речовин, по-перше, енергію для життєдіяльності, по-друге, матеріал для побудови власного тіла.

Під час утворення органічних речовин з неорганічних рослини виділяють у навколишнє середовище кисень. Більшості тварин цей кисень потрібний для того, щоб вивільнити енергію, накопичену в органічних речовинах. Це — **аеробні тварини**. Деякі групи, наприклад, внутрішні паразити, мешкають в умовах відсутності кисню. Це — **анаеробні організми** (рис. 31.2). Дорослі аскариди (рис. 9.6, с. 39) є анаеробами, а їхні яйця — аероби. Саме тому, аби яйце аскариди могло заражати нового хазяїна,

воно має певний час перебувати на відкритому повітрі. Для анаеробів кисень навіть може бути отрутою. Тому з аскаридами іноді борються, закачуючи кисень у кишківник.

■ **3. Куди витрачається енергія, отримана із середовища?** На рисунку 31.3 стрілками схематично показані потоки енергії, що йдуть через організм тварини.

Енергія, що отримана з їжею, витрачається на життєдіяльність організму: рух, роботу всіх його систем тощо. Крім того, за рахунок цієї енергії тварина будує власні речовини. Як матеріал вона застосовує ор-



Рис. 31.3. Витрати енергії, яку організм тварини отримує з їжею



ганічні речовини їжі, що розщеплені не повністю. Ці витрати енергії показано (рис. 31.3) жовтогарячими стрілками.

Однак використати для потреб організму всю отриману з їжею енергію неможливо. Її частина неминуче втратиться. Більше того: будь-яке перетворення енергії супроводжується її втратами. Потоки енергії, яка втрачається для організму, зображені червоними стрілками.

■ 4. Підтримування температури тіла.

Будь-який організм розігрівається внаслідок обміну речовин і процесів життєдіяльності. Кількість тепла зростає, коли тварина активно рухається: згадайте, вам стає жарко під час інтенсивних рухів.

Усіх тварин поділяють на дві групи. **Теплокровні тварини** (птахи і ссавці) підтримують постійну температуру свого тіла. На це вони витрачають частину отриманої з їжі енергії (рис. 31.4). **Холоднокровні тварини** не витрачають енергію на підтримання температури тіла. Відмінність теплокровних тварин від холоднокровних полягає не в температурі крові (рис. 31.5), а в можливості забезпечувати її сталість.

Що робить горобець, коли йому холодно? Він настовбурчує пір'я, намагається втягнути в себе голову, лапи й тремтить (рис. 31.6). У такий спосіб зменшується тепловіддача, а робота м'язів (дрижання) сприяє додатковому виробленню тепла. **А що робите ви, коли змерзли? А собака, якому спекотно?**

Холоднокровні тварини також можуть розігріватися завдяки рухам. Утім, вони роблять це лише тоді, коли виникає необхідність, як-от пітони, що за потреби розігрівають кладку яєць (рис. 31.7, с. 126).

■ 5. «Вузол», що пов'язує всю життєдіяльність. Обмін речовин поєднує всі процеси, що проходять у живих організмах, у тому числі й тваринах. Поглинання поживних речовин відбувається в процесі живлення, а їх переробка — під час травлення.



Рис. 31.4. Пара, що виходить із рота цього шпака, свідчить про те, що птахи — теплокровні тварини



Рис. 31.5. Температура крові цієї пустельної ящірки, яка гріється на сонці, перевищує 40 °С



Рис. 31.6. Горобець, що настовбурчив пір'я за низької температури повітря





Рис. 31.7. Сітчастий пітон зігріває кладку яєць завдяки ритмічним скороченням м'язів

Отримання кисню відбувається під час газообміну між тілом і середовищем через покриви або завдяки дихальній системі. Під час обміну речовин можуть утворюватися речовини, від яких організму необхідно звільнитися. Вони виводяться завдяки видільній і деяким іншим системам організму. Переміщення речовин по тілу здійснює транспортна система. Тобто рухи, поведінка, усі внутрішні й зовнішні прояви активності організму тварини — наслідки обміну речовин!

■ Завдяки обміну речовин тварини отримують органічні речовини, які використовують для побудови власного тіла та як джерело енергії для життєдіяльності, зростання, розвитку тощо. За здатністю до підтримання постійної температури тіла всі тварини поділяються на теплокровних і холоднокровних.

■ *Обмін речовин; аероби й анаероби; теплокровні й холоднокровні тварини.*

1. Якими саме речовинами тварини обмінюються із середовищем?
2. Назвіть основні шляхи перетворення енергії в організмі тварин.
3. Поясніть основні відмінності тварин як гетеротрофних організмів від автотрофів та інших гетеротрофів.
- 4*. Назвіть способи, завдяки яким організм теплокровних тварин може розігрітися або охолотитися.

■ **6. Теплокровні, які знижують температуру тіла.** У природі існують теплокровні тварини (більшість із них — дрібні), які за несприятливих умов впадають у сплячку. До таких тварин належать, наприклад, кажани. Ці тварини впадають у зимову сплячку, а літньої пори вдень знижують температуру тіла, щоб дочекатися ночі, коли вони живляться (рис. 31.8)! Під час



Рис. 31.8. Удень кажани знижують температуру тіла й перебувають у заціпенінні

зимового заціпеніння температура їхнього тіла знижується аж до температури навколишнього середовища, всі прояви життя суттєво уповільнюються: серце робить лише декілька ударів за хвилину, дихання майже відсутнє тощо.

На відміну від кажанів, *колібри* (рис. 25.10, с. 102) живляться вдень. Тому вони перебувають в заціпенілому стані зі зниженням температури тіла вночі.



§ 32. Форма тіла й покриви

■ **1. Типи симетрії.** На що насамперед ми звертаємо увагу, дивлячись на тварину? На форму її тіла та, звісно ж, на її покриви. *Чи звертали ви увагу на те, чим різняться нерухомі й рухомі тварини?*

Згадайте поліпів (представників типу Кишкочовопорожнинні) та планарію або змію. У поліпа, який живе, закріпившись підшвою на опорі, щупальця направлені врізнобіч, він здатний зустріти хижака чи здобич з будь-якого боку. Для нього характерна **променева симетрія**. Через тіло можна провести декілька площин, що поділятимуть його на дзеркально подібні половини (рис. 32.1).

І планарія, і змія, і взагалі більшість тришарових тварин — рухливі. Основні органи чуття в них розташовані на голові. Саме ця частина тіла першою наштовхується на їжу чи наражається на небезпеку. Отже, передній і задній кінець тіла тварин, що рухаються в певному напрямку, суттєво відрізняються, а права й ліва половини — дзеркально подібні (рис. 32.2). Це — **двобічна симетрія**.

Утім, існують тварини, через тіло яких не можна провести вісь симетрії. До них, наприклад, належить чимало черевоногих моллюсків. Предки цих тварин мали двобічну симетрію (рис. 15.2), але черепашка, що закручується в певний бік, зробила цих тварин **асиметричними**.

■ **2. Покривна система.** Покривна система є найбільшою за розмірами системою органів. Так, площа шкіри дорослої людини становить майже 2 м²!

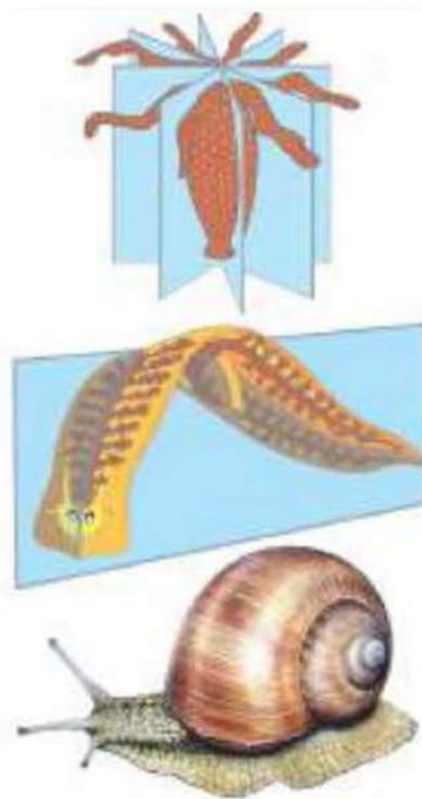


Рис. 32.1. Згори вниз: променева симетрія поліпа, двобічна симетрія планарії й асиметричність слимака



Рис. 32.2. Чому поліп подібний за формою до башти, а змія — до потяга?



А які саме поверхневі шари тварини можна вважати покривами? Це передусім поверхневий *епітелій*. Згадайте будову покривів у двошарових тварин (рис. 6.5). У гідри їх утворював шар шкірно-мускульних клітин. У тришарових покриви складніші та включають, крім епітелію, й інші тканини.

У безхребетних тварин епітелій складається з одного шару клітин. У планарії та багатьох інших червів він прилягає до шару м'язів і разом з ними утворює *шкірно-м'язовий мішок* (рис. 32.3). У хребетних епітелій стає багатшаровим. Його клітини можуть виконувати різні функції — захищати тіло, утворювати похідні (луски, волосся, пір'я тощо) та залози.

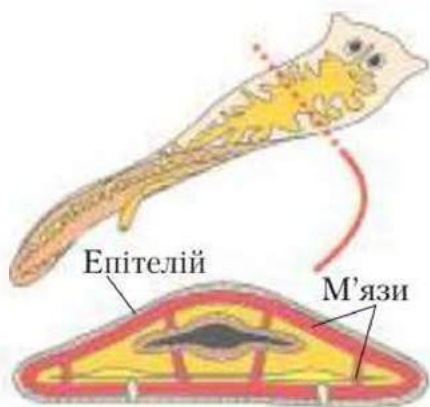


Рис. 32.3. Шкірно-м'язовий мішок на зрізі планарії



Рис. 32.4. За смугами на мушлях багатьох молюсків можна встановити їхній вік



Рис. 32.5. Луска хрящової (ліворуч) та променеперої (праворуч) риб

■ **3. Похідні покривів.** Для виконання різних функцій, насамперед захисту, епітелій може утворювати різноманітні *похідні*. В архаїчних тварин він може виділяти на поверхню оболонку, що захищає тіло від пошкоджень, — *кутикулу*. Вона є в представників різних типів червів (круглі й кільчасті черви). У членистоногих кутикула містить хітин, набуває нових функцій і стає опорою, що утворює зовнішній скелет.

Похідними покривів є й *мушлі молюсків*. Вони утворюються спеціальними залозами епітелію мантиї — особливої складки шкіри. Основна частина мушлі побудована з вапняку. Мушля двостулкових молюсків має посмугованість, що відповідає віковій тварини (рис. 32.4).

В архаїчних хребетних тварин — риб — епітелій утворює *захисні луски* (рис. 32.5). У хрящових риб вони за будовою й складом подібні до людських зубів. У кісткових (променеперих і лопатеперих) — побудовані з кістки. Кожного року в них наростає новий шар. Тому за лусками можна визначати вік тварини (рис. 20.2, с. 79).

Луски рептилій є роговими, тобто складаються з тієї самої речовини, що й нігті





Рис. 32.6. Порівняйте функції похідних покривів у цих тварин: багатої на залози шкіри самця квакші, що співає (а); бурого ведмедя, що ловить лососів, які підіймаються на нерест (б); пінгвіна й тюленя, які конфліктують десь на антарктичному березі (в)

та волосся людини. Вони захищають тіло від випаровування води та пошкоджень. Таку саму будову мають луски, що вкривають задні кінцівки птахів. Пір'я (рис. 26.4, с. 103) та волосся (рис. 29.3, с. 115), а також нігті, пазури й копита є похідними покривів.

Ще однією важливою похідною покривів є шкірні залози. Залози, що виробляють слиз, допомагають риbam ковзати у воді, амфібіям — дихати через шкіру. Іноді ці залози виконують захисну функцію (рис. 22.5, с. 88).

Шкірні залози ссавців беруть участь у тепловіддачі, адже випаровування поту з поверхні тіла спричиняє його охолодження. Крім того, частина цих залоз набула нових функцій, перетворившись на молочні.

■ Тіло тварин може мати певний тип симетрії: променево або двобічну. Зрідка трапляються асиметричні тварини. Покриви включають у свій склад епітелій і тканини, що розміщені нижче. Похідні покривів можуть виконувати функції захисту, брати участь у русі, регуляції випаровування води й терморегуляції. Особливим типом похідних є молочні залози ссавців.

■ Променева та двобічна симетрія; епітелій; шкірно-м'язовий мішок; похідні покривів.

1. Як симетрія тіла тварин пов'язана з їхнім способом руху?
2. Згадайте особливості будови епітеліальної тканини. Чому саме вона є основою побудови покривів?
3. Які функції можуть виконувати шкірні залози хребетних?
- 4*. Порівняйте будову покривів жаби й собаки. Які пристосування до способу життя відображені в їхній будові?

■ **4. Зміни симетрії тварин.** Більшість двобічносиметричних тварин на початку свого розвитку має променево симетрію. Їхні предки мали таку будову тіла, і сліди цього залишились у їхньому розвитку. З іншого боку, личинки деяких тварин із променевою симетрією мають двобічну симетрію.



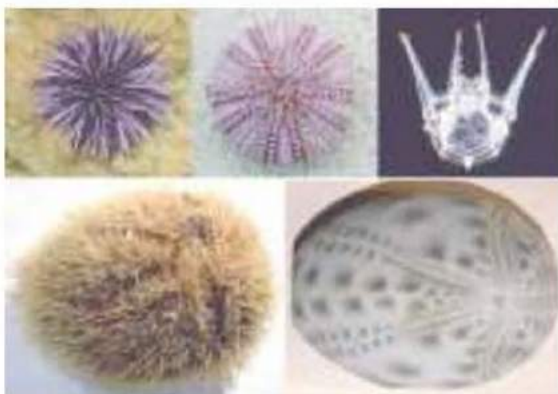


Рис. 32.7. Верхній ряд, зліва направо: пурпурний морський їжак, його скелет і личинка. У дорослої тварини — променева симетрія, у личинки — двобічна. Нижній ряд, зліва направо: неправильний морський їжак і його скелет, симетрія — двобічна

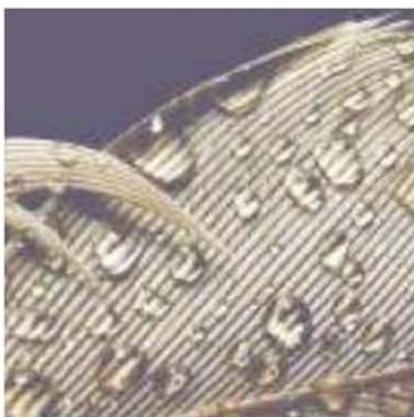


Рис. 32.8. Пір'я багатьох водоплавних птахів не намокає



Рис. 32.9. Пудретки бугая (указані стрілкою)

Так, **морські їжаки** та деякі інші голкошкірі (рис. 17.6, с. 70) мають променеву симетрію, але розвиваються з двобічносиметричних личинок (рис. 32.7). Предки морських їжаків були двобічносиметричними, але перейшли до малорухливого способу життя й набули променевої симетрії. Однак потім деякі з них, що мали променеву симетрію, пристосувалися до руху в певному напрямку й знову повернулися до двобічної симетрії. Таких морських їжаків називають **неправильними**. У їхньому розвитку відбуваються такі зміни симетрії: променева — двобічна — променева — двобічна. Ці зміни є наслідком еволюційного минулого цих тварин!

■ **5. Захист для пір'я.** Із шкірних залоз у птахів набула розвитку тільки одна — **куприкова**, що розташована над основою хвоста. Виділеннями цієї залози птахи змащують пір'я, надаючи йому пружності й еластичності. Це надзвичайно важливо для водоплавних птахів, наприклад, качок: завдяки жировому секрету залози їхнє пір'я не намокає (рис. 32.8).

У деяких навколоводних птахів куприкова залоза не функціонує. Наприклад, чаплі не змащують пір'я її секретом, а посипають себе пір'яною пудрою. Такі птахи мають **пудретки** — особливі ділянки шкіри з гіллястим і ламким пуховим пір'ям (рис. 32.9). Верхівки цих пер постійно відламуються, утворюючи пудру. Птахи зішкрябають її та розподіляють по пір'ю, мов дитячу присипку, щоб воно не намокало.



§ 33. Живлення тварин

■ **1. Різноманіття типів живлення тварин.** Вам уже відомо, що тварини — гетеротрофи, які живляться шматками їжі. Ці шматки мають містити органічні речовини, з яких тварини вивільняють енергію для своєї життєдіяльності. *Де тварини можуть знайти їжу? Якою вона може бути?*

Звісно, можна знайти якусь органічну речовину, яка вже не є частиною живого організму: відмерлі рештки, послід тощо. Грунт на суходолі та мул у водоймах зазвичай вміщують чимало такої речовини. Утім, вона є не найкращою їжею, оскільки містить досить мало цінних для живлення речовин, а ті, що є, намагаються спожити не лише тварини, а й різноманітні бактерії та гриби. Тварини, що живляться відмерлими рештками, називаються **сапротрофами**.

Придатну для споживання речовину містять інші організми, якими живляться **біотрофи**. Є різні способи харчуватися іншими істотами. Можна від'їдати від них шматки або вбивати й ковтати їх повністю. Тварини, які живляться у такий спосіб, називаються **хижаками**. Зверніть увагу: слово «хижак» ми застосовуємо як до тих тварин, що живляться тваринами (**м'ясоїдних**), так і до тих, хто споживає рослини (**рослиноїдні**). В обох випадках хижак споживає інших істот. До речі, є й такі види, що можуть житися як рослинами, так і тваринами, — **усеїдні**.

Життя хижаків також є непростим. Рослинна їжа не завжди поживна й без досконалих пристосувань споживати її неможливо. М'ясоїдні хижаки стикаються з тим, що їхні жертви ховаються, утікають і навіть боронять своє життя. Без складних пристосувань їх не вполювати (рис. 33.1). Усеїдним хижакам ще важче: їм треба мати пристосування до двох різних способів живлення. Утім, хижаки є в усіх середовищах існування: водному, повітряно-наземному та ґрунтовому.

Деякі біотрофи освоїли навіть четвертий тип середовища — інші організми. Увагається, що цим шляхом пішли потомки дрібних сапротрофних тварин, яких споживали інші, більші сапротрофи. Ті із сапротрофів, які досить часто опинялися в інших організмах, спочатку виробляли пристосування,

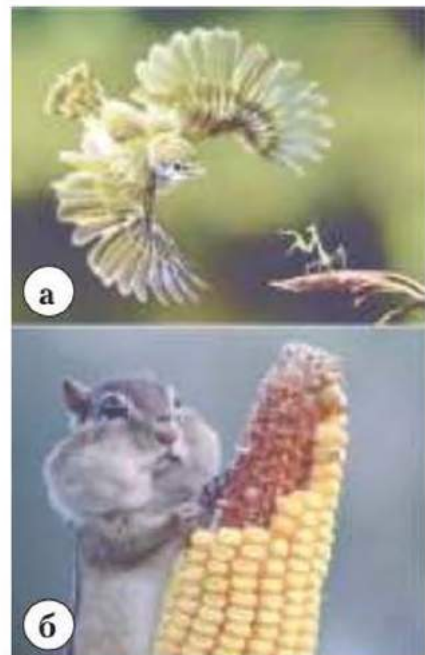


Рис. 33.1. І м'ясоїдність (а), і рослиноїдність (б) потребують непростих пристосувань

| Біотрофи | | | Фільтратори | Сапротрофи |
|---|---|---|---|--|
| Живляться живими організмами або їхніми шматками | | | Проціджують воду, живляться організмами та їхніми рештками | Живляться рештками організмів і продуктами їхньої життєдіяльності |
| Паразити | Хижаки | | | |
| | Рослиноїдні | М'ясоїдні | Усеїдні | |
|  |  |  |  |  |

Рис. 33.2. Класифікація типів живлення тварин

що давали можливість виживати в таких умовах, а пізніше — і жити в новому середовищі. Так виникали *внутрішні паразити*.

З основних типів живлення тварин, що зображені на *рисунку 33.2*, ми не розглядали тип, поширений тільки у водному середовищі — **фільтрацію**. Певним чином фільтрація розташована на межі *біотрофії* та *сапротрофії*, адже з води можна відфільтрувати й живі організми, і їхні різноманітні рештки. Звісно, фільтрація теж потребує непростих пристосувань.

■ **2. Живлення травою й листям.** Один із найскладніших для засвоєння видів їжі — трава й листя. Насіння й плоди містять речовини, які легко засвоюються. Нектар (*рис. 33.3*) узагалі є їжею, яка засвоюється найлегше. Це не дивно, адже рослини спеціально його виробляють, щоб приваблювати тварин-запилювачів. А ось **зелена маса** (листя й трава) засвоюється складно (гірше за неї — лише деревина). З іншого боку — це їжа, яка часто буває доступною.

Існує небагато груп тварин, які живляться зеленою масою. Найчисленнішими є комахи та ссавці. Розглянемо, як вони живляться, на найдосконалішому прикладі — жуйних парнопалих ссавців.



Рис. 33.3. Існують квіти, що пристосовані для запилення комахами, птахами, ссавцями й навіть ящірками!

Ви вважаєте, що корова живиться травою та сіном? До певної міри, це так, однак потребує уточнення. Сіно майже повністю складається з речовин, які корова не може засвоїти. Тих речовин у складі трави, що їх можуть розкласти травні ферменти самої корови, недостатньо для задоволення потреб тварини.

Щоб пояснити живлення корови, треба згадати явище **ендосимбіозу** — взаємовигідних взаємин організмів, одні з яких мешкають усередині іншого.



Корова поїдає траву й сіно. Коли вона не пасеться, то жує жуйку: відригує неперетравлену їжу, подрібнює її та змочує слиною. У травній системі корови на цій масі розвивається складний комплекс ендосимбіотичних мікроорганізмів (**ендосимбіонтів**). До складу цього комплексу входять бактерії, одноклітинні твариноподібні організми та гриби. Його представники переробляють їжу корови та збільшують свою кількість. Корова перетравлює певну частину своїх ендосимбіонтів разом із обробленою ними їжею й отримує все, що потрібно для її життєдіяльності (рис. 33.4).

Одноклітинні,
гриби
та бактерії
в шлунку
корови



Рис. 33.4. Ендосимбіонти, необхідні для живлення корови

Інші рослиноїдні тварини, які живляться зеленою масою, менш досконалі, ніж жуйні парнопали. Проте вони теж користуються допомогою ендосимбіонтів.

■ Тварини різняться за способами свого живлення. Серед них є біотрофи (паразити й хижакі), сапротрофи та фільтратори. Один із найскладніших для засвоєння видів їжі — зелена біомаса (трава й листя). Щоб споживати її, тварини користуються допомогою ендосимбіотичних одноклітинних.

■ Сапротрофи; біотрофи; хижацтво; м'ясоїдність; рослиноїдність; усеїдність; паразитизм; фільтрація; зелена маса; ендосимбіоз; ендосимбіонти.

- 1. Які пристосування до живлення мають тварини, що зображені на рисунку 33.1 (с. 131)?
2. Назвіть і порівняйте чотири основні середовища існування.
3. Визначте місце людини в класифікації, поданій на рисунку 33.2.
- 4*. Порівняйте особливості хижацтва в повітряно-наземному, водному та ґрунтовому середовищах.

■ **3. Чистильники.** Не завжди живлення одних видів завдає шкоди іншим. Деякі дрібні риби, а також окремі види креветок (рис. 33.5, с. 134), живляться паразитами, яких вони збирають з інших тварин. **Чистильники** дбайливо знімають шкірних паразитів, колонії бактерій, омертвілі шматочки шкіри. Часто їхніми «клієнтами» бувають небезпечні хижакі, які лише покірливо підставляють свої боки і навіть роти для очищення. Чимало ділянок коралових рифів, де добре ловиться риба, є місцями





Рис. 33.5. Чистильники за роботою: риби обробляють акул-молота (а); креветки — мурену (морського родича вугра) (б); креветки-чистильники сприйняли ниряльницю за свого «клієнта» (в)

мешкання чистильників. Риби, що потребують очищення, припливають туди й чекають, доки чистильник не звільниться від збирання паразитів з інших риб. Зазвичай чистильники, щоб хижак не сприйняв їх за здобич, відрізняються своєрідним забарвленням і способом плавання.

■ **4. Тварини з ендосимбіонтами-автотрофами.** На дні океанів існують ділянки, де крізь тріщини в земній корі виходять вулканічні гази. Ці гази містять сполуки Сульфуру; певні бактерії можуть проводити хімічні реакції між цими сполуками та киснем, що розчинений у воді. Ці бактерії є автотрофами, але, на відміну від рослин, вони отримують енергію не від світла, а від хімічних реакцій. Такі бактерії можуть бути вільноживучими, а можуть існувати як ендосимбіонти **рифтій** — великих (до 2 м завдовжки) кільчастих червів (рис. 33.6). Рифтії мешкають на дні океану, де тиск води в сотні разів більший за атмосферний. Вони живуть у вапнякових трубках, з яких висовують свої щупальця. Травної системи в рифтій немає, але є порожнина, у якій мешкають бактерії. Кровоносна система рифтій приносить бактеріям сполуки сірки, кисень і вуглекислий газ, які необхідні для їхнього живлення. Рифтії живуть за рахунок своїх ендосимбіонтів. Деякі з подібних червів мають дуже велику тривалість життя, що сягає 250 років. Поруч із рифтіями розвивається ціла фауна (сукупність видів), до якої належать риби, краби та двостулкові молюски.



Рис. 33.6. Рифтії в природному середовищі



§ 34. Системи травлення

■ **1. Що таке травлення?** Їжу недостатньо здобути, її треба ще перетравити. Травлення безпосередньо пов'язане із живленням та є його наслідком. Воно відбувається в *травній системі*, що з'явилася вже в двошарових тварин. У процесі еволюції в цій системі розвиваються складно побудовані *травний тракт* і *травні залози*.

Основою травлення є розщеплення складних речовин до більш простих. Вирізняють дві форми травлення. Перша, коли тварина виділяє в кишківник травні соки, які розкладають їжу. Це — *порожнинне травлення*. Друга, коли клітини епітелію травної системи можуть поглинати часточки їжі. У такому разі перероблення поживних речовин відбувається всередині клітин. Це — *внутрішньоклітинне травлення*.

■ **2. Замкнена травна система.** Сама назва «кишководорожнинні» вказує на те, що травна система займає основне місце в їхньому тілі (рис. 34.1). Згадайте гідру з уявного ставка (див. форзац 1). Харчові часточки, що захоплюються щупальцями, поміщаються через *ротовий отвір* (рот) у *кишкову порожнину*. Внутрішній шар тіла є вистилкою травної порожнини. Залозисті клітини виділяють травні соки, під дією яких відбувається порожнинне травлення (рис. 6.5, с. 26). Внутрішньоклітинне травлення проходить у травно-мускульних клітинах. Неперетравлені частки викидаються через ротовий отвір.

Плоскі черви також мають травну систему замкненого типу. І поглинання їжі, і викидання неперетравлених решток відбувається через ротовий отвір. Планарія з уявного ставка поглинає здобич, вивертаючи глотку. Її кишечник має кишчеподібні вирости, завдяки яким поживні речовини можуть надходити до всіх органів і тканин навіть за відсутності транспортної системи. У цип'яків травна система зникає (рис. 9.4, с. 38). Вони поглинають поживні речовини поверхнею тіла, оскільки мешкають у напівперетравленій їжі хазяїна.

■ **3. Наскрізна травна система безхребетних.** У більш екологічно просунутих тварин з'являється *анальний отвір*, і травна система стає наскрізною (рис. 34.2). Це дає можливість пристосувати кожен ділянку травної трубки до виконання певних функцій. У більшості безхребетних травний тракт поділя-



Рис. 34.1. Замкнені травні системи гідри (тип Кишководорожнинні, а) та планарії (тип Плоскі черви, б)



Рис. 34.2. Наскрізні травні системи аскариди (тип Круглі черви, а); дощового черв'яка (тип Кільчасті черви, б); саламандри (тип Хордові, підтип Хребетні, в)

ють на передню, середню та задню кишку. Безпосередньо травлення відбувається в середній кишці, до якої відкриваються протоки травних залоз.

Деякі комахи та ракоподібні можуть подрібнювати їжу за межами ротової порожнини завдяки складно побудованим ротовим органам (рис. 13.3), як це робить богомол (рис. 34.3). А павукоподібні перетравлюють їжу частково поза межами травної системи. Вони впорскують у жертву хеліцерами свої травні соки, а потім висмоктують напівперетравлений вміст (рис. 34.4).

Особливістю черевоногих молюсків є наявність органа для

подрібнення їжі — тертки (рис. 15.3, с. 60). Анальний отвір у них відкривається в мантийну порожнину.

■ **4. Травні системи хребетних.** Хребетні мають наскрізну травну систему, що починається ротом і закінчується анальним отвором (рис. 34.2).

У ротовій порожнині є слинні залози, секрет яких у більшості представників не містить травних ферментів. У представників багатьох груп з'являються зуби, що слугують для утримання здобичі, а в ссавців, крім того, ще й для пережовування (рис. 28.2, 28.3, с. 111). Ротову порожнину в ссавців обмежують щоки й губи, що є пристосуваннями до смоктання молока матері (рис. 34.5). Далі йде *глотка*, яка в риб пронизана



Рис. 34.3. Богомол, що подрібнює тканини своєї здобичі завдяки гризучому ротовому апарату



Рис. 34.4. Павуки живляться напівперетравленими тканинами своїх жертв



Рис. 34.5. Без м'яких губ і щік дитинчата ссавців не змогли б смоктати молоко



зябровими щілинами. Глотка переходить у стравохід, а той — у **шлунок**. Шлункові залози виділяють ферменти й соляну кислоту. Тут починається порожнинне травлення.

У § 33 ви вже дізналися про складний шлунок жуйних ссавців (рис. 33.4). Він складається з чотирьох камер (рис. 34.6). У перших трьох — травних залоз немає. До рубця потрапляє недостатньо подрібнена їжа. Її тварина відригує, повторно пережовує та змочує слиною. У сітці та книжці відбувається подальше подрібнення їжі завдяки жорстким стінкам. У цих

відділах ендосимбіотичні організми розщеплюють рослинну їжу. Безпосередньо травлення починається в кислому середовищі сичуга.

Зі шлунка їжа потрапляє в тонкий кишківник, куди впадають протоки травних залоз (печінки та підшлункової залози). Крім порожнинного та внутрішньоклітинного травлення, тут відбувається всмоктування поживних речовин. На межі тонкого й товстого відділів кишківника міститься сліпа кишка, яка відіграє важливу роль у перетравленні рослинної їжі в багатьох ссавців (наприклад, у зайцеподібних). Тут створюються умови для життя ендосимбіотичних одноклітинних, які розщеплюють речовини, що важко засвоюються.

У товстому кишківнику відбувається остаточне всмоктування поживних речовин і води. У багатьох парнопалих ссавців — це місце розвитку ендосимбіонтів. Так, основним джерелом деяких вітамінів у людини є ендосимбіонти товстої кишки.

Товстий кишківник закінчується анальним отвором. У хрящових риб, амфібій, рептилій, птахів і яйцекладних ссавців анальний отвір відкривається в **клоаку** — розширену кінцеву частину задньої кишки, куди також впадають протоки видільної та статеві систем.

■ Травна система може бути замкненою та наскрізною. Травлення включає порожнинне та внутрішньоклітинне розщеплення. Для подрібнення їжі в різних організмів утворюються спеціальні органи (тертка, зуби тощо). У більшості організмів перетравлення починається в шлунку. Далі розщеплення проходить під дією травних соків, які утворюються в травних залозах.

■ Замкнена та наскрізна травні системи; порожнинне й внутрішньоклітинне травлення.



Рис. 34.6. Будова травної системи жуйних парнопалих



1. Порівняйте порожнинне та внутрішньоклітинне травлення.
2. Чому планарія має розгалужену травну систему?
3. Назвіть органи травної системи, де можуть мешкати ендосимбіонти.
- 4*. Складіть план полювання та живлення павука. Чому павук, який упіймав жертву, починає харчуватися через якийсь час?

■ **5. Навіщо птахи ковтають камінці?** Ви могли бачити, як птахи збирають і ковтають камінці. Навіщо це їм потрібно? Птахи не мають органів, за допомогою яких вони могли б подрібнювати їжу. Їхній шлунок складається з двох відділів. У першому травні соки не виробляються, а стінки мають жорсткі покриття. При скороченні м'язів їжа третью об стінки й подрібнюється. А камінці покращують її перетирання.

■ **6. Найдосконаліша травна система.** Змії пристосувалися жити здобиччю, що перевищує їх самих за поперечним розміром (рис. 34.7). Рот цих плазунів розкривається надзвичайно широко, а нижні щелепи розходяться в боки завдяки пружним зв'язкам. Ребра розсуваються та пропускають велику здобич. Тканини травної системи й шкіра розтягуються. Ковтання великої жертви може тривати годинами. Під час цього змії здатні дихати. Травні соки змії надзвичайно сильні, завдяки цьому перетравлюються навіть великі кістки. Щоб травлення було успішним, змія має перебувати в теплі.

Існують дрібні змії, що живляться пташиними яйцями (рис. 34.8). Шкаралупу розрізають вирости хребців, що утворюють дещо на зразок пилки в стравоході. Після цього змія відригує пусту шкаралупу й перетравлює рідкий вміст яйця.

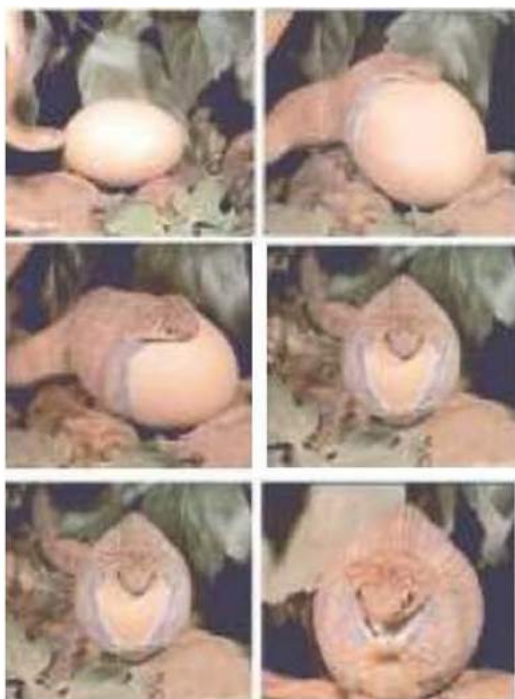


Рис. 34.8. Яєчна змія ковтає куряче яйце (зліва направо та зверху вниз)



Рис. 34.7. Проковтнути антилопу — складне завдання для ієрогліфового пітона з Африки. Після цього він ледве може пересуватися!



§ 35. Газообмін

■ **1. Навіщо потрібен газообмін?** Ви вже знаєте, що більшість тварин належить до аеробів (рис. 31.2, с. 124). Для їхньої життєдіяльності потрібен кисень. Він використовується при вивільненні енергії органічних речовин, які розкладаються до неорганічних, зокрема до вуглекислого газу. Отже, більшості тварин треба транспортувати кисень із середовища до клітин тіла, а вуглекислий газ — від клітин тіла назовні.

■ **2. Чим газообмін відрізняється від дихання?** На перший погляд, ці два поняття є подібними, однак потрібно навчитися їх розрізняти. *Газообмін* — це обмін тіла тварини киснем і вуглекислим газом із навколишнім середовищем. *Дихання* — це біохімічний процес, що відбувається в клітинах, точніше, у мітохондріях (органелах клітин; рис. 3.3, с. 14). Дихання — це перетворення складних органічних молекул під дією кисню на воду й вуглекислий газ із виділенням значної кількості енергії. Ця енергія накопичується в спеціальних молекулах.

На жаль, уявлення про газообмін і дихання значною мірою переплутані. Наприклад, систему, функцією якої є газообмін, називають дихальною. У побуті диханням називають і газообмін, і переміщення повітря повітроносними шляхами дихальної системи, і навіть рухи тварин, що забезпечують газообмін. Але ми вживатимемо ці слова саме у вказаних вище значеннях.

■ **3. Газообмін водних тварин.** У невеликих за розміром тварин, як-от планарія чи гідра з уявного ставка, *газообмін* здійснюється через покриви. Якщо тварина дрібна, то таке переміщення газів може повністю забезпечити всі її потреби: кисень надходитиме до тіла, а вуглекислий газ — виходитиме назовні.

Чому під час газообміну гази переходять туди, куди потрібно організму? Через проникну для них перепону гази переходять звідти, де їх більше, туди, де їх менше (рис. 35.1).

Для великих тварин газообміну через поверхню тіла замало, і в них з'являється спеціальна система газообміну. У водяних тварин — це зябра (рис. 35.2, с. 140) — розростання покривів, у яких добре розвинена

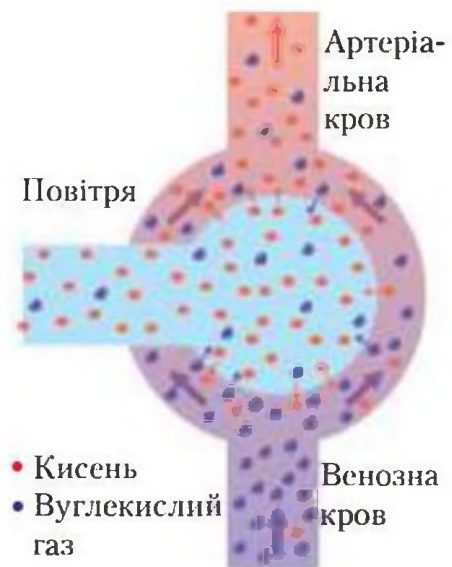


Рис. 35.1. Схема газообміну в легенях ссавців. Зверніть увагу: гази переходять туди, де їх відносно менше.

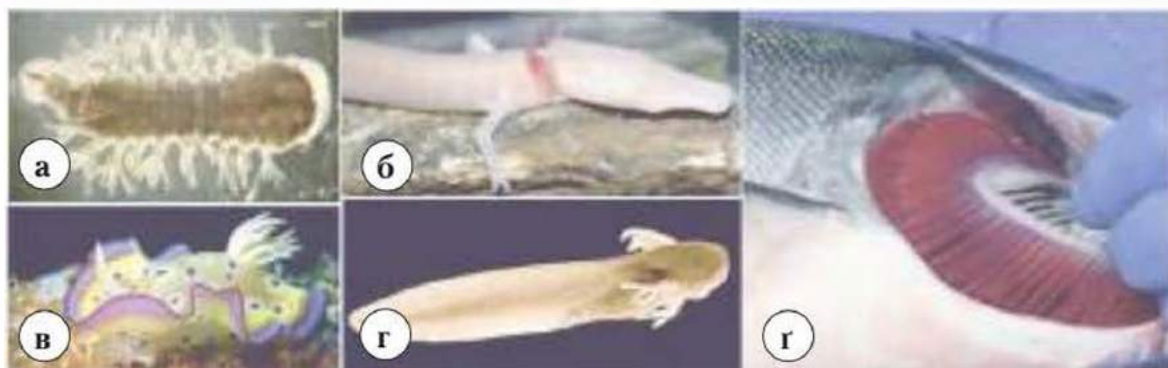


Рис. 35.2. Зябра черепашої п'явки (а); хвостатої амфібії протей (б); голозябрового молюска (в); пуголовка (г) та риби (г)

транспортна система. Газообмін відбувається між навколишнім середовищем і транспортною речовиною (наприклад, кров'ю). Зябра є і в деяких дорослих амфібій, що повторно повернулися до життя у воді.

■ **4. Газообмін наземних тварин.** Чи існують наземні тварини, що дихають зябрами? Так, але їхнє життя обмежене вологим середовищем. Мокриці (див. табл. 11.1, с. 46) мешкають у вологих схо-

ванках, а пальмовий крадій (тропічний раксамітник), що дихає зябрами на суходолі, активний переважно вночі.



Рис. 35.3. У цього слимака добре видно отвір легені

У більшості наземних тварин виникають спеціалізовані органи газообміну з повітрям. У них газообмін також відбувається через вологу поверхню. Саме тому ці органи мають вигляд камер чи ходів, де підтримується висока вологість. До них належать легені та трахеї.



Рис. 35.4. Легені павука нагадують книжку з багатьма сторінками

Легені можуть мати різне походження в різних груп (рис. 35.3, 35.4). Вони зазвичай мають вигляд однієї чи декількох комірок, до яких ведуть отвори або досить складно побудовані повітроносні шляхи. У червононогих молюсків легеня має вигляд мішечка, що відкривається назовні отвором у верхній частині тіла біля устя черепашки (рис. 35.3). У павукоподібних у середині легені часто є книжкоподібні вирости, що збільшують поверхню газообміну (рис. 35.4).

Парні легені хребтних утворюються як випинання передньої частини стравоходу. Вони з'явилися ще в риб як орган газообміну



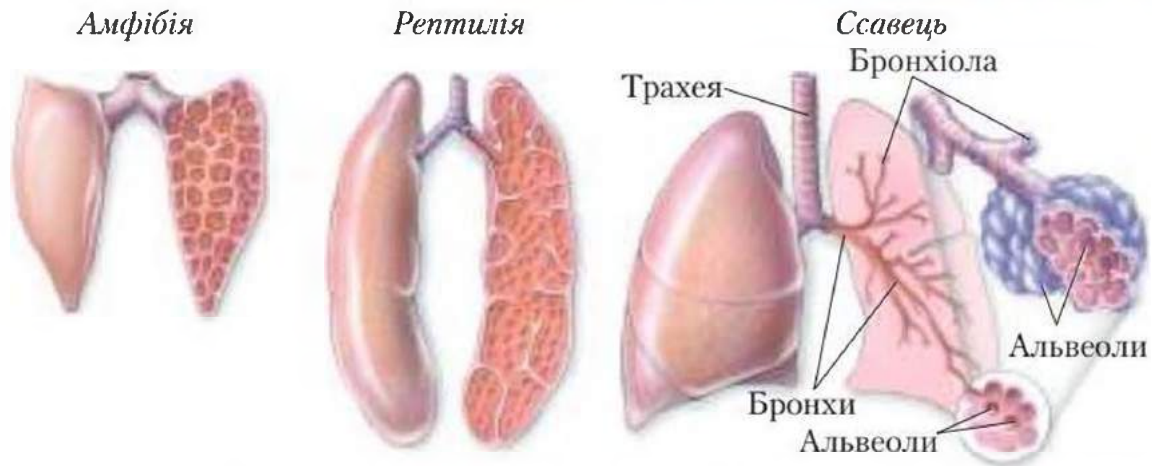


Рис. 35.5. Ускладнення будови легень у ряді від амфібій до ссавців

з повітрям із води та стали в пригоді під час заселення суходолу. В амфібій, для яких велике значення має газообмін через шкіру, легені прості за своєю будовою (рис. 35.5).

У повністю наземних хребетних дихальна система ускладнюється. Виникають складні повітроносні шляхи, у яких повітря охолоджується або нагрівається та зволожується. Ускладнюється й внутрішня будова легень. У легенях рептилій з'являються перегородки, що збільшують поверхню газообміну. У легенях ссавців утворюється безліч комірок — **альвеол**.

Ефективність газообміну в легенях птахів підвищилася інакше, ніж у ссавців. Завдяки наявності системи повітряних міхурів птахи забезпечують безперервний потік свіжого повітря через легені (рис. 35.6).

Особливими є органи газообміну комах — **трахеї**. Вони мають вигляд трубочок, що розгалужуються в тілі. Трахеями кисень надходить до всіх органів і тканин. Трахеї відкриваються парними отворами на сегментах тіла комахи (рис. 35.7).



Рис. 35.6. Система газообміну птахів

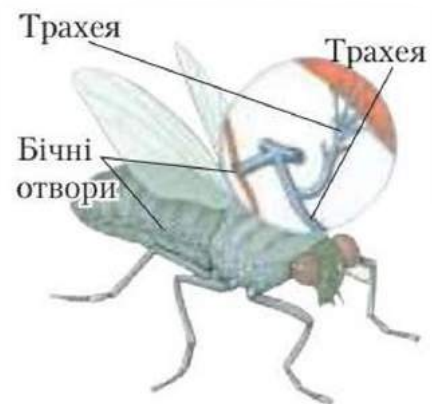


Рис. 35.7. Схема будови трахей у комах

- Дихальна система з'являється для газообміну у великих тварин. У дрібних тварин газообмін здійснюється крізь покриви. У водних організмів дихальна система — це зябра різної будови та походження. У наземних тварин виникають легені або трахеї.



■ Газообмін; дихання; зябра; легені; альвеоли; трахеї.

1. Як ви вважаєте, чому легеня моллюсків має більш просту будову, ніж у павуків?
2. Поясніть, чому з виходом на суходіл у хребетних тварин зябра перетворилися на легені.
3. Чому в амфібій немає повітряних шляхів, а в рептилій, птахів і ссавців вони добре розвинені?
- 4*. Розгляньте схему подвійного дихання птахів (рис. 35.6, 35.8). Спробуйте пояснити, чому в легенях птахів постійно є насичене киснем повітря.

■ **5. Подвійне дихання птахів.** Найдосконалішу систему газообміну мають птахи (рис. 35.6, 35.8). Їхні легені відносно невеликі й не розтягуються. Зате вони пов'язані бронхами із системою повітряних міхурів (три передніх і чотири задніх), що здатні змінювати свій об'єм. Під час вдиху міхури наповнюються, причому в передні міхури повітря проходить через легені, а в задні — надходить напряму. Під час видиху свіже повітря із задніх міхурів проходить через легені, а з передніх — виходить назовні. Тобто як на вдиху, так і на видиху через легені проходить потік свіжого повітря. Ефективність обміну газів у легенях птахів є вищою, ніж у будь-якої іншої групи тварин.

■ **6. Зміна способу газообміну протягом життя.** Ви вже знаєте, що в пуголовків газообмін забезпечують зябра, а в дорослих безхвостих амфібій — легені. Це не єдиний приклад. Личинки бабок, одноденок і деяких інших комах, що розвиваються у воді, мають трахейні зябра. Це тонкі листоподібні вирости тіла, куди заходять трахеї, які не відкриваються отвором назовні (рис. 35.9). Газообмін відбувається крізь їх стінку.

Зміна органа газообміну може відбуватися і в дорослих особин. Наприклад, болотні черепахи (див. табл. 24.1, с. 95) за нормальних умов дихають легенями. Під час зимівлі у воді газообмін у них відбувається через слизові оболонки ротової порожнини й клоаки.



Рис. 35.8. Схема подвійного дихання птахів



Рис. 35.9. Вирости на кінці черевця личинки бабки — трахейні зябра



§ 36. Виділення, його значення для організму тварин

■ **1. Які речовини необхідно виділяти з організму?** Під час метаболізму (обміну речовин) утворюються речовини, накопичення яких може зашкодити організму. Вони виділяються назовні завдяки **видільній системі**. Ця система є настільки важливою, що з'являється в організмів раніше за транспортну, а в більш складних тварин (хребетні) є тісно з нею пов'язаною.

У процесі розпаду складних молекул утворюються дуже токсичні сполуки, що містять Нітроген. Тварини, для яких не дуже важливо економити воду, виділяють їх у розчиненому вигляді (аміак, сечовина). Ті ж, які живуть у посушливих умовах, виділяють їх у вигляді кристалів (сечова кислота). У дрібних водних тварин виділення токсичних речовин може здійснюватися безпосередньо через покриви. У великих тварин — мешканців водойм — цей процес частково відбувається через органи газообміну — зябра (рис. 35.2, с. 140).

■ **2. Спеціалізовані органи виділення безхребетних.** Порівнюючи різних представників сучасних груп, можна виокремити етапи вдосконалення видільної системи, які певною мірою відповідають етапам їх еволюції. Різні групи тварин незалежно одна від одної проходили через однакові етапи будови їх видільної системи.

У плоских червів і деяких інших груп безхребетних видільна система представлена **протонефридами** (рис. 36.1). Це система розгалужених каналців, на кінцях яких містяться особливі мерехтливі клітини. Саме вони відфільтровують продукти обміну. У кожній мерехтливій клітині в порожнину каналця спрямована одна або декілька війок. Завдяки руху цих війок рідина, яку відфільтрували мерехтливі клітини, рухається до видільного отвору. Ця речовина містить багато потрібних організму сполук. Тому, коли вона проходить каналцями, крізь їх стінки поглинаються назад потрібні сполуки. Не потрібні організмові речовини, а також надлишки води виводяться через видільні отвори в зовнішнє середовище.

У більшості кільчастих червів органи виділення є **метанефриди** (рис. 36.2). Це наступний етап удосконалення видільної системи, видозміна протонефридів. Метанефриди — парні органи, на кінцях



Рис. 36.1. Протонефриди плоских червів

целомодуктів, які називаються **нефронами**. Капіляри (кровоносні судини) утворюють клубочок у капсулі нефрона. Продукти обміну відфільтровуються із крові в капсулу. Так утворюється первинна сеча. Коли первинна сеча проходить каналцями нефрона, з неї всмоктуються вода й інші потрібні організму речовини. Унаслідок цього процесу утворюється вторинна сеча. Через збірні трубки вторинна сеча потрапляє в порожнину нирки, а потім — у сечовід (рис. 36.6). У рептилій і птахів продуктом виділення є сечова кислота, а в ссавців — сечовина.



Рис. 36.5. Зріз нирки ссавця й окремий нефрон

■ Видільна система призначена для виведення з організму тварин продуктів обміну (у першу чергу нітрогенвмісних), надмірна кількість яких може бути шкідливою. У різних груп тварин виникали структури, що відфільтровували речовини із порожнини тіла або крові. Відфільтрована цими структурами рідина проходить вивідними каналцями, де відбувається зворотне всмоктування потрібних організму речовин і води. Після цього рідина, що містить небажані речовини, виводиться назовні.

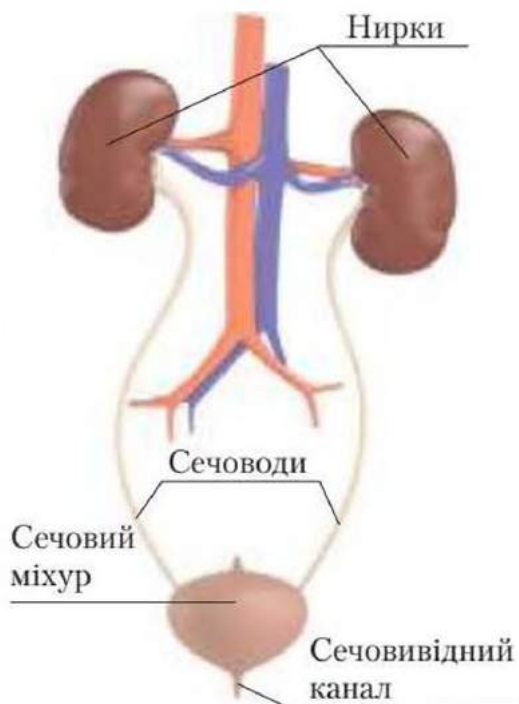


Рис. 36.6. Сечовивідна система ссавця (на прикладі людини)

■ Видільна система; протонефридії; метанефридії; целомодукти; антенальні, або зелені, залози; мальпігієві судини; нирки хребетних; нефрони.

1. Чому в кишковопорожнинних немає видільної системи?
2. Які системи органів також можуть брати участь у процесах виділення?
3. Чому водні тварини виділяють нітрогенвмісні продукти обміну у вигляді аміаку, а більшість наземних — у вигляді сечової кислоти?
- 4*. Побудуйте схему сечовивідних шляхів ссавців. Зробіть припущення, чому вона більш складна, ніж у більшості безхребетних.



■ **4. Економія води.** Виділення продуктів обміну речовин тісно пов'язане з підтриманням певної кількості води в організмі. Річ у тім, що на виведення відходів потрібно витратити воду. Залежно від того, у якому вигляді вони виводять Нітроген, тварини розподіляються на три групи.

Кісткові риби й різноманітні водні безхребетні можуть не економити воду. Вони виводять Нітроген у вигляді аміаку, причому не лише із сечею, але й через зябра. Але аміак у великій кількості стає отруйним, і такі організми мають перебувати у водному середовищі, щоб віддавати назовні цей продукт обміну речовин.

Хрящові риби, амфібії, водяні черепахи та переважна більшість ссавців (у тому числі й людина) виводять Нітроген у вигляді сечовини. Сечовина відносно нешкідлива та легко розчиняється у воді. Тваринам тієї групи, до якої належить і людина, доводиться витратити велику кількість води, щоб вивести сечовину з організму.

Найекономніше витрачають воду комахи, більшість рептилій, птахи, а також кенгурові щури (рис. 36.7). Вони перетворюють сполуки Нітрогену на сечову кислоту — майже нерозчинну речовину. Сеча цих тварин — кристали сечової кислоти з мінімальною кількістю води (рис. 36.8).

■ **5. Нирки накопичення.** Деякі речовини, що утворюються під час обміну речовин, не можуть бути виведені з організму ні через видільну систему, ні через допоміжні системи (дихальну, покриви тощо). Такі речовини можуть накопичуватися в різних тканинах або органах, які називають *нирками накопичення*. Прикладами їх є жирове тіло в комах, печінкові вирости у мокриць тощо.

Добре розвинені нирки накопичення в близьких родичів хребетних — покривників (рис. 17.4, с. 69). Ці тварини ведуть сидячий спосіб життя та мають досить просту будову. Свою назву вони отримали за щільні покриви тіла, які складаються з подібної до целюлози речовини. Саме покриви відіграють роль нирок накопичення.



Рис. 36.7. Американський кенгуровий щур — ссавець, що виводить сполуки Нітрогену у вигляді сечової кислоти, як рептилії та птахи



Рис. 36.8. Цей автомобіль забруднили птахи. Але чому плями — білі? Тому що це пташина сеча — кашка з кристалів сечової кислоти.



§ 37. Транспортна система

■ **1. Чому система називається транспортною?** Якщо тварина є досить великою, обмін речовин між її частинами не може відбуватися без транспортної системи. **Транспортна система** — це сукупність порожнин, якими переміщується рідина, що розносить речовини по тілу.

Транспортна система може переносити поживні речовини від травної системи, кисень — від органів газообміну, вуглекислий газ та інші продукти обміну від тканин, де відбувається клітинне дихання. Транспортні рідини (кров тощо) — це тканини внутрішнього середовища (рис. 37.1). Вони мають багато рідкої міжклітинної речовини, яка називається *плазмою*, і *формені елементи* (клітини з певними функціями).

Тим тваринам, які мають прискорений обмін речовин, а також тим, котрі мешкають в умовах нестачі кисню, може бути замало кількості газів, що розчиняються в їх транспортній рідині. У таких тварин з'являються **дихальні пігменти** (гемоглобін тощо). Це речовини, які зв'язуються з киснем і вуглекислим газом. Дихальні пігменти можуть міститися в певних клітинах (як гемоглобін міститься в еритроцитах хребетних) або просто бути розчиненими в плазмі.

■ **2. Колообіг у транспортній системі.** Транспортні рідини тварин перебувають у безперервному русі, здійснюючи свій колообіг. Рушієм цієї рідини, як правило, є спеціальний орган — **серце**. Водних тварин цей колообіг відбувається лише по судинах. Така транспортна система називається **замкненою**. В інших тварин транспортна рідина в певних місцях виливається із судин у порожнини. Така система називається **незамкненою**.

У транспортній системі виокремлюють три типи судин (рис. 37.2). **Артерії** переміщують транспортну речовину від серця. Вони мають добре розвинений шар м'язів, що може витримувати досить високий тиск крові. Найбільшою судиною є **аорта** — артерія, що починається від серця. **Венами** транспортна рідина

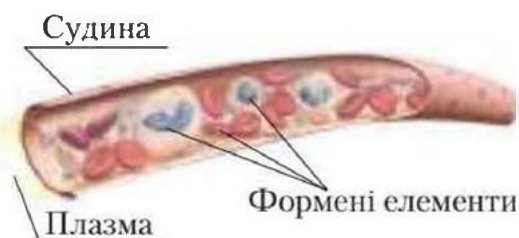


Рис. 37.1. Склад транспортної рідини (на прикладі крові людини)

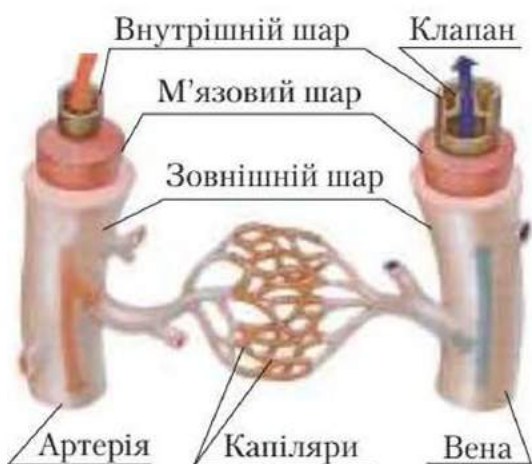


Рис. 37.2. Схема будови судин



прямує до серця. Стінки вен тонші, а внутрішній сполучнотканинний шар часто має вирости-кишені, які перешкоджають зворотному руху крові. Найменшими судинами є **капіляри**. У тварин із замкненою кровоносною системою вони проходять крізь усі органи й тканини. Саме через них проходить обмін речовин між транспортною рідиною й органом, у якому вони розташовані.

■ **3. Кров і гемолімфа.** Чому ми називаємо транспортну систему хребетних кровоносною, а подібну систему багатьох безхребетних (наприклад, членистоногих) – ні? У хребетних (а також, наприклад, кільчастих червів) транспортна система замкнена. Транспортна рідина переносить не тільки поживні речовини та продукти обміну речовин, а й розчинені гази: кисень і вуглекислий газ. Вона має червоний колір завдяки дихальному пігменту, що містить залізо, – гемоглобіну. Така транспортна речовина називається **кров'ю**, а система, якою вона рухається, – **кровоносною системою**.

У членистоногих, молюсків і деяких інших безхребетних транспортна система незамкнена, і рідина, що по ній рухається, називається **гемолімфою**. У комах гемолімфа (звичайно безбарвна) переносить поживні речовини та продукти обміну. У молюсків і деяких членистоногих гемолімфа, крім того, переносить гази й може містити дихальні пігменти. У такому разі вона має блакитний або зелений колір (зумовлений тим, що ці пігменти містять атом Купруму).

■ **4. Замкнена кровоносна система кільчастих червів.** Із тих груп, що ви вивчали, кільчасті черви мають найпростіше побудовану замкнену кровоносну систему. Її основу складають спинна й черевна судини (рис. 37.3). Їх з'єднують кільцеві судини, що розташовані в кожному сегменті тіла. Кільчасті черви не мають серця, а рух крові забезпечується скороченням ділянок спинної та кільцевих судин. Кров у цих тварин може бути безбарвною, зеленою або навіть червоною.



Рис. 37.3. Схема будови кровоносної системи кільчастих червів (на прикладі дощового черв'яка)

■ **5. Незамкнена транспортна система членистоногих і молюсків.** Представники типів Членистоногі та Молюски мають незамкнену транспортну систему, у якій рухається гемолімфа.

У членистоногих рух гемолімфи забезпечується спинною судиною. Вона поділена на дві ділянки. Задня, що розташована в черевці, – це «серця», а передня, що тягнеться до голови, – аорта (рис. 37.4).



«Серця» утворюються завдяки наявності перетяжок, що поділяють судину на окремі сегменти. Кожен із сегментів має парні отвори з клапанами, через які збагачена поживними речовинами гемолімфа з порожнини тіла потрапляє в спинну судину. Клапани в отворах перешкоджають зворотному руху гемолімфи. По аорті гемолімфа тече до голови, де виливається в порожнину тіла. Цією порожниною вона, омиваючи органи, повертається до черевця.

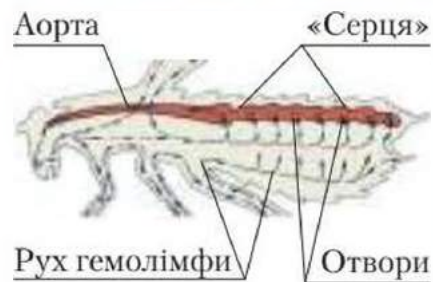


Рис. 37.4. Схема будови транспортної системи комах

У молюсків серце має один шлуночок та одне або декілька передсердь (рис. 37.5). На відміну від членистоногих, у молюсків гемолімфа виливається в порожнину безпосередньо біля органів. Від легень та інших органів до серця й від серця до цих органів вона рухається судинами.

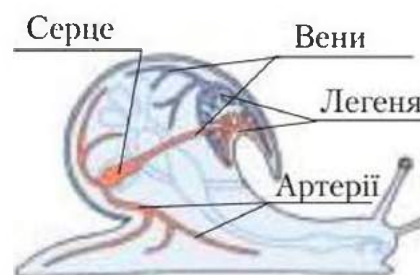


Рис. 37.5. Схема будови транспортної системи черевоногого молюска

Головоногі молюски мають замкнену транспортну систему, подібну до транспортної системи риб.

■ Транспортна система призначена для перенесення речовин у тілі досить великих тварин. Вона може бути замкненою або незамкненою. У транспортній системі виокремлюють три типи судин: артерії, вени й капіляри. Транспортними речовинами можуть бути кров і гемолімфа, колір яких залежить від дихального пігменту. Пігменти підвищують кількість газів, які може переносити транспортна речовина. Безхребетні мають замкнену (кільчасті черви) або незамкнену (членистоногі, молюски) транспортну систему.

■ Транспортна система; дихальні пігменти; серце; замкнена й незамкнена транспортні системи; кровносна система; аорта; артерії, вени та капіляри; кров і гемолімфа.

1. Які речовини може переносити транспортна система?
2. Навіщо потрібні дихальні пігменти?
3. Як пов'язана досить проста транспортна система комах із будовою їхньої дихальної системи?
- 4*. Поясніть, чому у тварин з'являється транспортна система. Чому вона може зникати у внутрішніх паразитів?

■ **6. Захисні властивості гемолімфи.** Гемолімфа комах може містити речовини, що роблять її гіркою, їдкою або навіть отруйною. Якщо ви візьмете в руки сонечко, воно виділить із суглобів кінцівок краплі гіркої





Рис. 37.6. Сонечко захищається тим, що виділяє краплі гіркої гемолімфи



Рис. 37.7. Отруйний жук олійниця

гемолімфи (рис. 35.6, с. 141). Саме для того, щоб попередити можливих хижаків про її неприємний смак, сонечко має яскраве забарвлення. Подібний захист має й *колорадський жук* (рис. 13.5, с. 53). Отрута малорухливого жука *олійниці* (рис. 35.7, с. 141), якого можна побачити в травні, набагато небезпечніша. Якщо вона потрапить на шкіру, то може спричинити подразнення й нариви.

§ 38. Кровоносні системи хребетних тварин

■ **1. Кровоносна система хребетних.** У § 37 ви вже дізналися, що транспортна система хребетних тварин називається *кровоносною*, бо по ній транспортується кров. Вона містить дихальний пігмент гемоглобін, який міститься в спеціальних клітинах — еритроцитах (червоні дископодібні формені елементи, див. рис. 37.1, с. 147). Саме вони надають крові червоного забарвлення.

У чому полягає відмінність між артеріальною та венозною кров'ю? Типу судин, якими рухається кров, це аж ніяк не стосується. *Артеріальна кров* збагачена киснем, а *венозна* — вуглекислотою (рис. 35.1, с. 139). Венозна кров також може рухатися й артеріями. Зокрема, легенивими артеріями, що несуть кров від серця до легень, тече венозна кров.

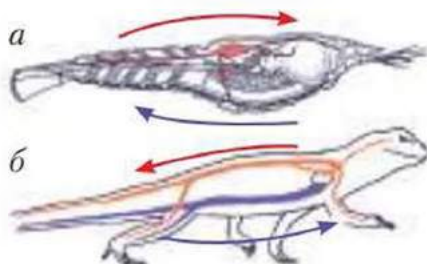


Рис. 38.1. У безхребетних (а) і хребетних (б) кров рухається в різних напрямках

Кровоносна система хребетних замкнена. Кров по судинах рухає серце. Воно, на відміну від серця у безхребетних, розташоване ближче до черевного боку. Серця хребетних складаються з *передсердь* (одного або двох) і *шлуночків* (одного або двох). У передсердях збирається кров, у них впадають вени. Шлуночки надають основного прискорення крові. Саме тому м'язовий шар у них розвинений краще.



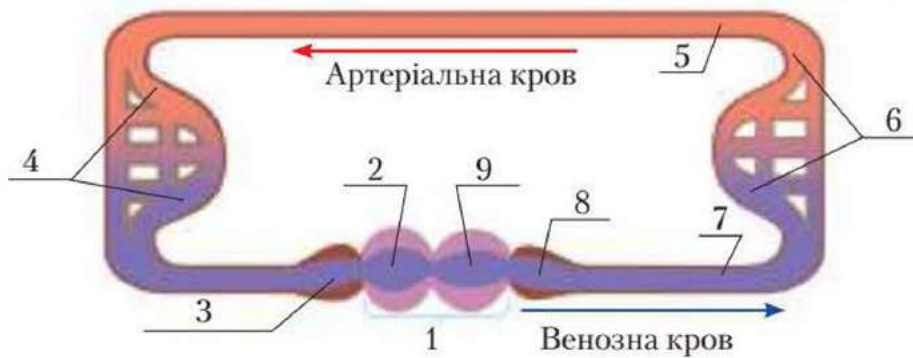


Рис. 38.2. Схема будови кровоносної системи риб:

- 1 – серце; 2 – передсердя; 3 – венозний синус; 4 – капіляри в тілі;
 5 – спинна аорта; 6 – капіляри в зябрах; 7 – черевна аорта;
 8 – артеріальний конус; 9 – шлуночок

Від серця вперед відходить головна артерія — **аорта**. Якщо розмістити хребетну й безхребетну тварин головою в один бік, то побачимо, що кров у них рухається в різних напрямках (рис. 38.1).

Типові риби мають одне коло кровообігу, а ті хребетні, що мають легені, — два. Велике коло кровообігу обслуговує все тіло, а мале коло — легені. Кількість камер у серці та кіл кровообігу залежить від способу життя й будови дихальної системи хребетної тварини.

■ **2. Кровоносна система риб.** Риби є первинноводними тваринами, газообмін у яких відбувається в зябрах. Кров із серця тече по черевній аорті вперед, у зябра (рис. 38.2). Тут відбувається газообмін — венозна кров перетворюється на артеріальну. Спинною аортою й артеріями кров тече до всіх органів. По венах кров збирається в черевні вени, що впадають у серце.

Отже, риби мають одне коло кровообігу та двокамерне серце. Поруч із серцем розташовані видозмінені ділянки судин — венозний синус і артеріальний конус.

На шляху великих вен у риб (і майже всіх хребетних) утворюються воротні системи печінки та нирок. Вени заходять у ці органи й розгалужуються в них аж до капілярів. У такий спосіб тут відбувається очищення крові від шкідливих продуктів обміну речовин.

■ **3. Кровоносна система амфібій.** У наземних хордових, унаслідок переходу до легеневого дихання, з'являється друге (мале) коло кровообігу (рис. 38.3). Будова серця ускладнюється — у ньому відбувається поділ камер для розділення венозного й артеріального потоків крові.

Серце амфібії має три камери: два передсердя й один шлуночок. У праве передсердя впадають вени, по яких тече венозна кров від усього тіла, а в ліве — легеневі з артеріальною кров'ю. Скорочуючись, передсердя одночасно виштовхують кров у шлуночок. У шлуночку венозна й



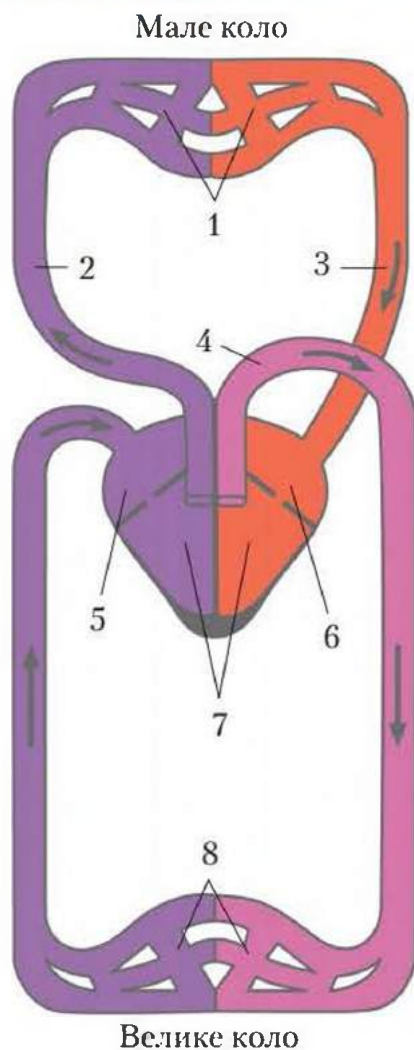


Рис. 38.3. Схема будови кровоносної системи амфібій:
 1 — капіляри легень;
 2 — легенева артерія;
 3 — легенева вена;
 4 — аорта; 5 — праве передсердя; 6 — ліве передсердя;
 7 — шлуночок; 8 — капіляри внутрішніх органів

артеріальна кров частково перемішуються. Розподіл крові з різним умістом кисню по різних артеріях здійснює спеціальний клапан, розташований у початковому відділі аорти.

Особливістю амфібій є те, що в їх кровоносному руслі немає повністю венозної крові. Це пов'язано з наявністю в них газообміну через покриви.

Навіщо в амфібій зберігається можливість перемішування венозної й артеріальної крові в шлуночку? Уявіть озерну жабу, яка, рятуючись від хижака, сховалася на дні водойми (або там зимує). Навіщо їй забезпечувати кровообіг через легені, якщо повітря в них не оновлюється? Газообмін забезпечує шкіра. Рух крові малим колом майже зупиняється, і можливість знову повернути кров, що прийшла до серця з великого кола, до великого кола допомагає жабі зберігати енергію.

■ **4. Кровоносна система рептилій.** У рептилій серце поділене на дві окремі половини, одна з яких обслуговує велике коло кровообігу, а друга — мале. Перегородка між правим і лівим шлуночками в більшості рептилій неповна. У крокодилів ця перегородка повна, але отвір між двома шлуночками залишається. Аорта, що відходить від лівого шлуночка, поділяється на *парні дуги*, які зливаються під серцем у спинну аорту (рис. 38.4). Завдяки такій будові кровоносної системи в рептилій в одні органи (головний мозок, органи чуття, передні кінцівки) надходить чиста артеріальна кров, а в інші (тулуб) — змішана.

Поділ серця на праву (із венозною кров'ю) та ліву (з артеріальною) половини зумовив у більшості хребетних зміщення серця вліво. Адже, щоб рознести кров по всьому тілу, потрібно докласти значно більше зусиль, ніж для руху крові малим, легенеvim колом. Тому лівий шлуночок має більш розвинений м'язовий шар. Ця частина серця є більшою, тож зміщує положення всього органу.



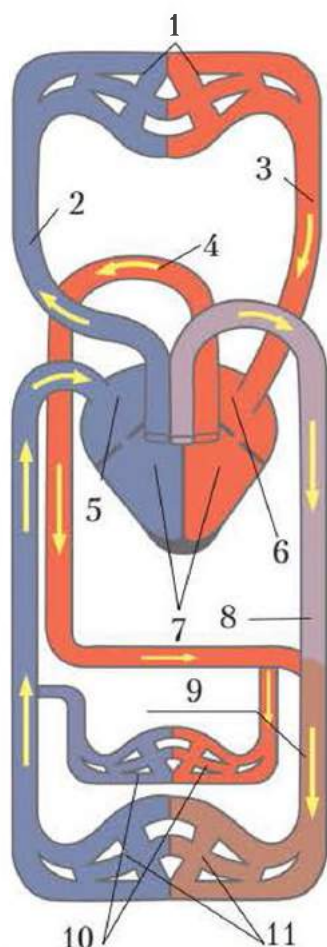


Рис. 38.4. Схема будови кровоносної системи рептилій:

- 1 — капіляри в легенях; 2 — легенева артерія;
- 3 — легенева вена; 4 — права дуга аорти;
- 5 — праве передсердя; 6 — ліве передсердя;
- 7 — шлуночки; 8 — ліва дуга аорти; 9 — синя аорта;
- 10 — капіляри в органах, що забезпечуються артеріальною кров'ю; 11 — капіляри в органах, що забезпечуються змішаною кров'ю

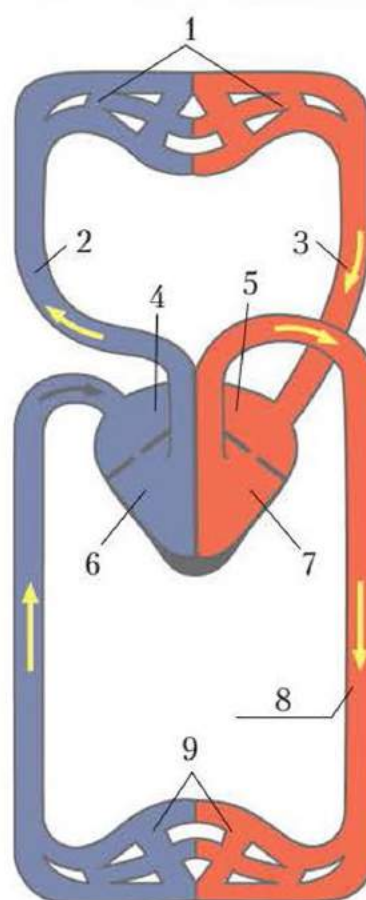


Рис. 38.5. Схема будови кровоносної системи ссавця:

- 1 — капіляри в легенях;
- 2 — легенева артерія; 3 — легенева вена;
- 4 — праве передсердя;
- 5 — ліве передсердя;
- 6 — правий шлуночок; 7 — лівий шлуночок;
- 8 — ліва дуга аорти;
- 9 — капіляри в тілі

■ **5. Кровоносна система птахів і ссавців.** Основною відмінністю кровоносних систем рептилій і птахів є те, що в птахів шлуночки розділяються повністю. Отже, серце птахів має чотири камери: два передсердя та два шлуночки. Також на початковому етапі великого кола залишається лише одна права дуга аорти. Ще однією особливістю є наявність великих, порівняно з іншими хребетними, артерій, які постачають кров до передніх кінцівок. Це наслідок пристосування птахів до польоту.

У ссавців, як і в птахів, серце чотирикамерне (рис. 38.5). Але, на відміну від птахів, у ссавців зберігається ліва дуга аорти. Ще однією характерною ознакою кровоносних систем ссавців є відсутність воротних систем нирок. Це пов'язано з тим, що, на відміну від усіх попередніх груп, у нирках ссавців фільтрується не венозна, а артеріальна кров.



■ Хребетні мають замкнену кровоносну систему. Кількість кіл кровообігу та камер у серці залежить від способу життя тварини й будови її дихальної системи. Риби мають дві камери в серці й одне коло кровообігу. Усі інші групи — два кола. Серце амфібій і рептилій — трикамерне, а птахів і ссавців — чотирикамерне.

■ Артеріальна й венозна кров; кола кровообігу; передсердя та шлуночки; дуги аорти.

- 1 Чому через серце риб протікає лише венозна кров?
2. Як пояснити відсутність венозної крові в амфібій?
3. Чому розділяються камери в серці хребетних тварин?
- 4*. Пороки серця в людини часто пов'язані з наявністю отвору в перегородці між шлуночками. Зробіть спробу пояснити, які наслідки має така вада.

■ **6. Дводишні риби.** До дводишних належать прісноводні риби, які, окрім зябер, мають легені (рис. 21.2, с. 83). Виникає це пристосування через необхідність переживати несприятливі умови середовища. Дводишні риби мають одну або дві легені, що розвиваються як випинання стінки стравоходу. Одна із зябрових артерій іде до легені, де артеріальна кров додатково насичується киснем.

■ **7. Серце-маятник.** Ми вже згадували представників підтипу Покривники (рис. 17.4, с. 69). Унаслідок переходу до сидячого способу життя покривники мають незамкнену кровоносну систему, а їхнє серце працює як маятник. Спочатку воно через судини закачує кров від внутрішніх органів і спрямовує її до глотки. Тут відбувається газообмін. Потім починає качати кров у зворотному напрямку. Така робота кровоносної системи може бути лише у тварин із дуже повільним обміном речовин, якими і є покривники.

§ 39. Опора

■ **1. М'яка опора.** Ви вже знаєте про кілька систем органів. Усі вони розміщуються в тілі, яке не може існувати без певної опори. Завдяки



Рис. 39.1. У пожежному шланзі немає твердих частин (звісно, крім наконечника), а зігнути його чомусь важко...

опорі тіло може зберігати якусь форму й має можливість рухатися. Різні групи організмів вирішують цю проблему по-різному. Основних способів чотири: *гідроскелет*, *черепашка*, *зовнішній* і *внутрішній скелети*. Розглянемо їх.

Чому так важко втримати в руках пожежний шланг (рис. 39.1)? Поки в ньому немає води — він м'який. Але коли в нього подадуть воду під тиском — він твердіє й розпрямляється. Це загальна особливість



будь-якого тіла, оболонка якого заповнена водою або газом, що перебувають під тиском. Це дає змогу тваринам, які не мають твердих частин, підтримувати певну форму тіла. У плоских червів — це пухка тканина всередині шкірно-м'язового мішка (рис. 39.2), у круглих — рідина, що заповнює під тиском порожнину тіла. Досконалості набув гідроскелет кільчастих червів (рис. 39.3). Перекачуючи рідину з одних сегментів у інші, дощовий черв'як розширює та звужує певні ділянки тіла. Завдяки цьому він робить ходи під землею.

■ **2. Черепашка й зовнішній скелет.** *Черепашка* молюсків (рис. 15.2, с. 59) — це насамперед засіб захисту. Під нею ховається тіло, пружність якого забезпечує гідроскелет. Деякі молюски втрачають черепашку (рис. 15.5, с. 60). А ось у членистоногих **зовнішній скелет** — не лише захист, а й опора (рис. 39.4). Представники найчисельнішого типу не можуть його втратити, бо інакше вони не зможуть рухатися. М'язи, що забезпечують рухи членистоногих, прикріплюються до зовнішнього скелета з внутрішнього боку.

Зазначимо, що тварини із зовнішнім скелетом не можуть бути дуже великими. Найбільші сучасні тварини із зовнішнім скелетом належать до ракоподібних (рис. 11.1, с. 44). За своїми розмірами вони набагато поступаються хребетним тваринам, які мають внутрішній скелет.

■ **3. Внутрішній скелет хребетних.** Опору тілу представників хребетних надає *внутрішній скелет*. У перших представників цієї групи він був хрящовим, але в процесі еволюції хрящовий скелет хребетних змінюється на кістковий. Розглянемо, з яких частин він складається.



Рис. 39.2. Як не дивно, цей вільноживучий плоский черв, який пливе, спирається на власну пухку тканину, що міститься всередині шкірно-м'язового мішка



Рис. 39.3. Дощовий черв'як рухається завдяки змінам форми тіла, які забезпечуються переміщенням рідини між сегментами



Рис. 39.4. Усередині лат лицаря (а) містилася людина з її внутрішнім скелетом. Зовнішній скелет членистоногих (б) — не лише захист, а й опора!



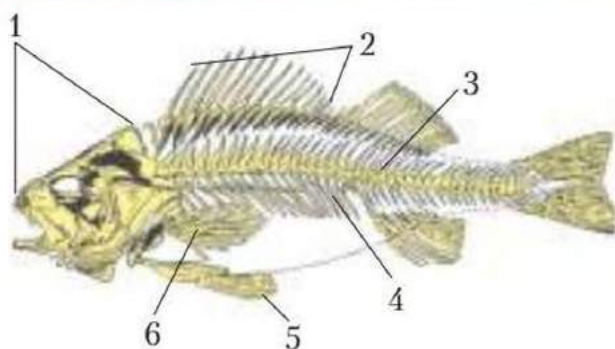


Рис. 39.5. Скелет променеперої риби (річкового окуня):

- 1 – череп; 2 – плавцеві промені;
3 – хребет; 4 – ребра; 5 – черевні плавці;
6 – грудний плавець

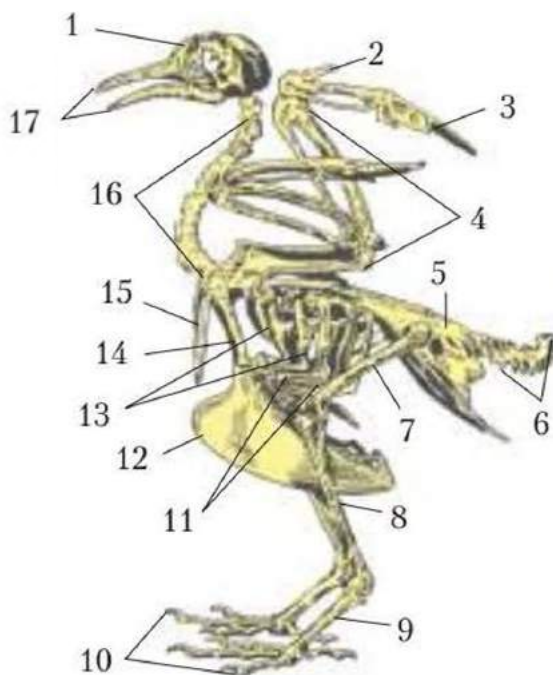


Рис. 39.6. Скелет птаха (голуба):

- 1 – череп; 2 – перший палець; 3 – другий палець; 4 – крила; 5 – складний криж;
6 – хвостові хребці; 7 – стегно;
8 – гомілка; 9 – цівка; 10 – пальці;
11 – нижні частини ребер; 12 – кіль груднини; 13 – верхні частини ребер;
14 – воронкова кістка; 15 – вилочка (зрослі ключиці); 16 – шийні хребці;
17 – дзьоб

Осьовий скелет хребтних — це хорда (в архаїчних представників) або хребет, що складається з окремих хребців. Із кожним кроком еволюції скелет хордових ускладнювався, додавалися й змінювалися відділи, з яких складається хребет.

У риб (рис. 39.5) вирізняють тулубовий і хвостовий відділи. В амфібій додаються шийний і крижовий відділи, кожен із яких складається з одного хребця. У рептилій ці відділи вже складаються з декількох хребців кожен (рис. 23.8, с. 93). У птахів крижові хребці зростаються з тазовим поясом у складний криж (рис. 39.6). У ссавців (а також рептилій і птахів) тулубові хребці поділяються на грудні (пов'язані з ребрами) та поперекові (рис. 39.7). **Грудна клітина** виникає в рептилій (рис. 23.8, с. 93).

Череп — це скелет голови. Його частини — мозковий череп, що захищає головний мозок і найважливіші органи чуття, а також лицьовий череп, до складу якого входять початкові відділи дихального й травного шляхів (зябра, щелепи тощо, рис. 18.1, с. 71).

Скелет кінцівок та їх поясів виникає в ході еволюції зі скелету парних плавців

(рис. 21.5, с. 85). У чотириногих скелет кінцівок може зазнавати численних видозмін. Наприклад, у птахів і кажанів передні кінцівки



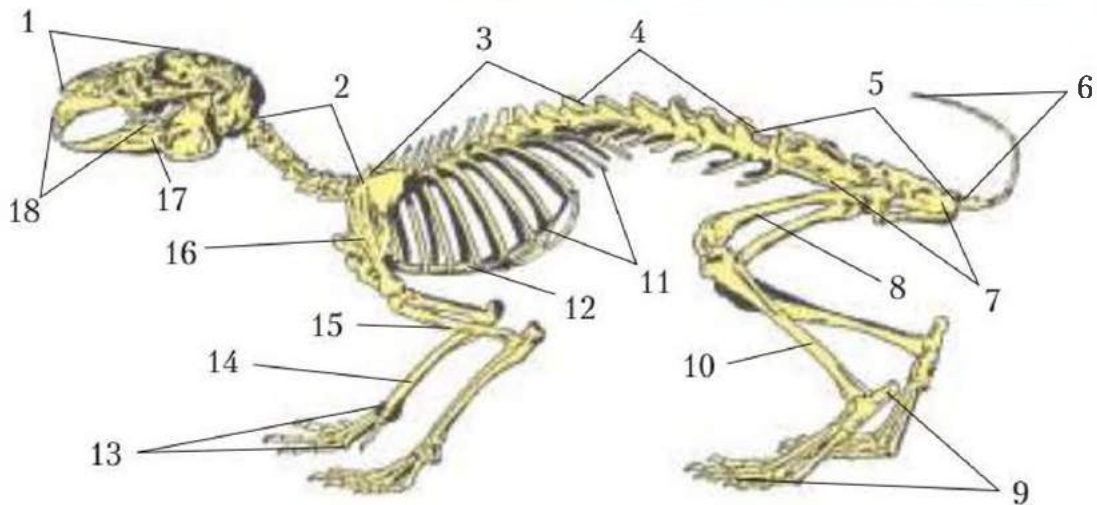


Рис. 39.7. Скелет ссавця (кроля):

- 1 – череп; 2 – шийні хребці; 3 – грудні хребці; 4 – поперекові хребці;
 5 – крижові хребці; 6 – хвостові хребці; 7 – тазовий пояс; 8 – стегно;
 9 – стопа; 10 – гомілка; 11 – ребра; 12 – груднина; 13 – кисть; 14 – передпліччя;
 15 – плече; 16 – плечовий пояс; 17 – нижня щелепа; 18 – зуби.

перетворюються на крила, а в китоподібних — на ласти. Кінцівки можуть навіть зникати: китоподібні втрачають задні кінцівки, а безногі ящірки й змії — обидві їх пари. Характерним пристосуванням птахів до польоту є утворення кіля груднини (рис. 39.6). До нього прикріплюються м'язи, що опускають крила під час польоту.

■ Опорна система тіла тварин може бути представлена гідроскелетом, черепашкою, зовнішнім або внутрішнім скелетами. Частинами скелета типових хребетних є осьовий скелет, череп, ребра (починаючи з рептилій — грудна клітина) і скелет парних кінцівок та їх поясів.

■ Гідроскелет; черепашка; зовнішній і внутрішній скелети; череп.

1. Яке значення для опори тварин, що мають гідроскелет, мають їх покриви?
2. Роздивіться скелет бобра (рис. 39.8). Які пристосування до живлення деревиною можна на ньому побачити?
3. Навіщо в наземних тварин з'являються шийний і крижовий відділи хребта?
- 4*. Назвіть недоліки й переваги зовнішнього й внутрішнього скелетів.



Рис. 39.8.





Рис. 39.9. Скелет зеленої черепахи в музеї. У морських черепах кісткова основа пластрона частково зникла, і крізь отвори в ній можна побачити внутрішній бік карапакса

■ **4. Панцир черепах.** Декілька груп хребетних мають на поверхні тіла захисні структури. Серед них — деякі променепері риби, броненосці. Найхарактернішими є черепахи.

Панцир черепах утворений із двох частин: верхньої (карапакса) та нижньої (пластрона). Ці частини поєднані рухомо. Панцир утворюється роговими щитками, під якими лежать кісткові пластинки. Хребці тулубового відділу, ребра й груднина зростаються з кістковим панциром (рис. 39.9). Можна вважати, що до складу панцира входить грудна клітина черепах. Черепахи — єдині тварини, у яких плечовий

пояс розташований усередині грудної клітини. Шия з головою, кінцівки та хвіст висовуються з-під панцира, але можуть ховатися під нього.

§ 40. Рух

■ **1. Рухи м'якотілих безхребетних.** Ви пам'ятаєте (рис. 1.1, с. 5), що рухливість є характерною ознакою тварин. Щоб здобути їжу, треба рухатися. Щоб не стати чиеюсь їжею, також треба рухатися. Те, як тварина рухається, насамперед залежить від того, як побудована опора її тіла. Не випадково й опору, і рух забезпечує одна система — опорно-рухова. Еволюцію тварин можна розглядати як удосконалення їхніх засобів руху.

Який спосіб руху є найбільш архаїчним? Вірогідно, переміщення завдяки руху війок, розташованих на поверхні тіла. Такий спосіб є характерним і для плаваючих личинок безхребетних, і для добре відомої вам планарії. Рух війок — це наслідок роботи окремих клітин, що розташовані на поверхні тіла. Але вже в планарії можна спостерігати й інший спосіб руху — завдяки вигинанням тіла, яке забезпечує шкірно-м'язовий мішок. Морські родичі планарії здатні до плавання в товщі води завдяки енергійним рухам усього тіла (рис. 39.2, с. 155).

Подібним чином відбувалася й еволюція руху кишковопорожнинних. Опорою їхнього тіла також є гідроскелет, і рухи всього тіла дають їм змогу триматися у воді. Медузи освоїли реактивний рух, викидаючи воду з-під свого купола (рис. 40.1).

Круглі черви, кільчасті черви й молюски виникли внаслідок пристосування до різних способів руху з опорою на гідроскелет. Молюс-



ки, що ковзали твердою поверхнею, у ході еволюції вкрилися черепашкою. Утримання під черепашкою бульбашки газу стало пристосуванням, яке дало змогу їм піднятися в товщу води (рис. 16.4, с. 65). Наступним еволюційним кроком стало опанування головоногими молюсками реактивного рушія (рис. 40.1).

Кільчасті черви засвоїли плавання із застосуванням «весел» — щетинок, що розташовані на кожному сегменті тіла.

■ **2. Сегментовані кінцівки.** Як ви знаєте, найчисленніша група тварин — тип *Членистоногі*. У самій назві типу відображена характерна для них ознака — сегментовані кінцівки. Кожний рух членистоногих відбувається в певному зчленуванні, за нього відповідають певні м'язи (рис. 40.2). Така система може здаватися складною, але саме вона є однією зі складових еволюційного успіху членистоногих.

Зовнішній скелет виник у водних тварин, а далі — забезпечив вихід на суходіл і навіть оволодіння польотом (рис. 40.3)!

■ **3. Хребетні: від плавання — до польоту.** Опорою тіла перших хребетних була хорда, яка за своїми ознаками дещо нагадувала гідро-скелет: її пружність забезпечувалася внутрішнім тиском рідини. У § 17 ми обговорювали, що становлення нашого типу пов'язано з пристосуванням до особливого типу руху — плавання завдяки хвилеподібним вигинам тіла. Видозміни саме цього способу руху залишаються характерними навіть для найдосконаліших плавців серед



Рис. 40.1. Реактивний рух медузи (угорі) й наutilusа (унизу)

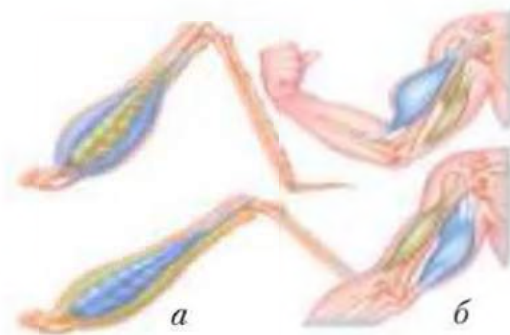


Рис. 40.2. Робота м'язів у тварин із зовнішнім (а) і внутрішнім (б) скелетами. Синім кольором показано м'язи, що забезпечують згинання або розгинання кінцівки.



Рис. 40.3. Муха дзюрчалка в польоті може зависати на одному місці!





Рис. 40.4. Роздивіться слід на воді! Вихідний для хордових спосіб руху розганяє летючу рибу так, що вона підіймається в повітря.



Рис. 40.5. Порівняйте розташування кінцівок рептилій (угорі) і ссавців (унизу)



Рис. 40.6. На цій реконструкції тиранозавра видно, що задні кінцівки динозаврів були випрямленими

риб (рис. 40.4). Із часом риби розвинули «керма» — парні плавці-кінцівки та освоїли найрізноманітніші способи плавання (рис. 18.2, с. 71; 18.6, с. 73).

Наступним еволюційним кроком з удосконалення тварин був перехід до чотириногості (див. § 21). Чотириногі повзають, ходять, бігають, стрибають, риють ходи під землею, лазять по деревах, літають і навіть знову вертаються до плавання. Звісно, найефективнішим способом їх пересування є політ, походження якого у птахів ми вже обговорювали (див. § 25).

Важливим етапом в еволюції переміщення чотириногих був перехід до розташування кінцівок під тілом, а не з його боків. Коли крокодил ходить, він має безперервно «віджиматися», утримуючи свою вагу на розставлених кінцівках. Олені, які втрюх прямували однією стежкою й зупинилися, майже не напружують свої м'язи, щоб утриматися на ногах (рис. 40.5).

■ **4. Переміщення на двох ногах.** Першими двоноге ходіння освоїли динозаври — група рептилій, що була поширена в мезозойську еру. Їхній еволюційний успіх був пов'язаний із переміщенням на випрямлених кінцівках. Але в цій групі прямо розташовувалися лише задні кінцівки — будова грудної клітини заважала динозаврам повернути донизу плече (рис. 40.6). Саме динозаври на початку мезозойської ери витіснили на другорядне місце звіроподібних рептилій (рис. 28.1, с. 111), нащадками яких стали ссавці. Ссавці в ході еволюції з успіхом перебудували грудну клітину й поставили всі кінцівки прямо.

Утім, переміщення на двох ногах має свої переваги. Воно зберігає сили й дає можливість покращити огляд території. Серед сучасних двоногих тварин є спритні й витривалі тварини (рис. 28.7, с. 112; 40.7).



Людина належить до приматів, які досконало пристосувалися до життя в кронах дерев (рис. 40.8). Декілька мільйонів років тому наші предки, що були лісовими мешканцями, освоїли двоноге ходіння землею. З часом це сприяло їхньому виходу на відкриті простори африканських саван. Вірогідно, завдяки переміщенню на двох ногах наші предки змогли переносити дитинчат або їжу (рис. 40.9).

■ Еволюція способів руху значною мірою зумовила еволюцію тварин у цілому. Вона пройшла шлях від рухів завдяки роботі поверхневих війок до оволодіння польотом.

- 1. Як тварини можуть утримуватися в товщі води? А як — піднятися в повітря? Чому літати набагато важче, ніж плавати?
2. Наведіть приклади тварин, що пристосовані до переміщення стрибками.
3. Чому саме оволодіння новими способами руху стало однією з причин еволюції тварин?
- 4*. Які переваги отримали предки людини, що жили в африканських саванах, від того, що рухалися на двох ногах?

■ **5. Рух велетнів.** Найбільшими наземними тваринами були рослиноїдні динозаври (зауропосейдон, що мешкав на території сучасних США в середині крейдяного періоду, сягав, вірогідно, 18 м заввишки та важив до 60 т, рис. 40.10, с. 162). Серед м'ясоїдних двоногих динозаврів найпопулярнішим став тиранозавр (крейдяний період, Америка, рис. 40.6), що важив близько 6 т. Існували, ймовірно, і значно більші види, наприклад, масу спинозавра (крейдяний період, Африка) оцінюють у 13 т. Чи могли такі тварини рухатися швидко? Ні.

По-перше, чим більшою є тварина, тим важче їй нести своє тіло (рис. 30.1, 30.2, с. 118–119). Ви вже знаєте, що зі збільшенням



Рис. 40.7. Переміщення на двох ногах допомагає страусу бути швидким і невтомним бігуном



Рис. 40.8. Завдяки життю в кронах дерев наші родичі отримали досконалу опорно-рухову систему



Рис. 40.9. Для мавп одна з причин, щоб піднятися на дві ноги, — перенесення дитинчат або їжі



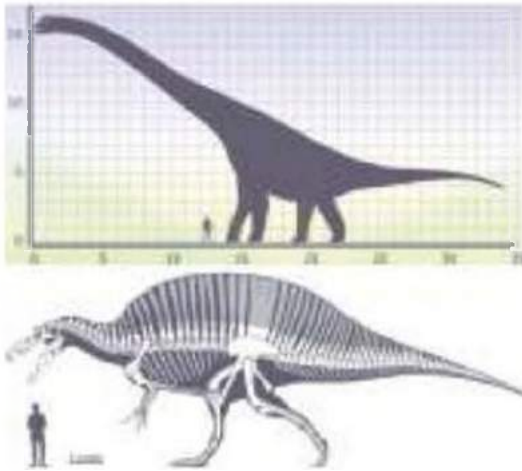


Рис. 40. 10. Вірогідні розміри зауропосейдона та спинозавра (у порівнянні з людиною 1,8 м заввишки)

розмірів тіла його об'єм росте швидше, ніж площа його поверхні (рис. 23.9, с. 93). Вага тіла пропорційна його об'єму, міцність скелета — площі поперечного перерізу кісток, а сила — площі поперечного перерізу м'язів. Маленька дитина багато разів падає з висоти свого зросту і це, у більшості випадків, не є для неї трагічним. Для дорослої людини падіння з висоти її зросту є більш небезпечним, хоча її кістки твердіші. Великі динозаври могли спотикнутися й упасти лише один раз. Це призвело б до таких пошкоджень, після яких вони б не змогли повернутися до нормального життя.

По-друге, не слід забувати, що динозаври не могли керувати своїми рухами так само моторно й упевнено, як це можуть ссавці. Для цього велетням бракувало розвитку відповідних відділів мозку. Нам важко уявити світ гігантських динозаврів, тому що ми не маємо з чим його порівнювати. Він значно відрізнявся від нашого світу ссавців.

§ 41. Протистояння хижаків і жертв

■ 1. «Гонка озброєнь» між хижаками й жертвами. *Чому в еволюції тварин крок за кроком відбувається вдосконалення їхніх способів руху?* Між хижаками та їхніми жертвами відбувається безперервне змагання за виживання «хто — кого». Хижаки вдосконалюють засоби нападу й полювання, жертви — способи захисту від хижаків.



Рис. 41. 1. Гепард майже наздогнав газель Томсона

Найчастіше перемогу отримує більш швидкий організм. Наприклад, і гепард, і газель належать до найшвидших тварин (рис. 41.1). Це є наслідком постійних змагань представників цих двох видів.

Проте успіх пов'язаний не лише зі швидкістю. Велике значення має маневреність, швидкість реакції, якість керування рухами. У змаганні морського лева з білою акулою перевага у швидкості й силі — на боці акули (рис. 41.2). Але завдяки швидкості реакції представник ссавців має шанси ви-



жити навіть під час нападу найжахливішої сучасної риби.

■ **2. Видозміни зовнішнього вигляду.**

Ще однією можливою запорукою успіху й хижака, і жертви є непомітність (рис. 41.3). Якщо жертва не помітить хижака, він наблизиться до неї настільки, що швидко її схопить. Якщо жертва буде непомітною для хижака, вона не зазнає нападу. Те, що і гепард, і газель забарвлені в кольори савани, де вони живуть (рис. 41.1), — не випадковість. Іноді маскування вражає уяву, наприклад, **захисне забарвлення** поєднується з видозмінами форми тіла (рис. 41.3). Але не завжди забарвлення робить тварин непомітними.

Застережливе забарвлення є характерним для тварин, що можуть виділяти отруту чи мають неприємні запах і смак (рис. 14.2, с. 56; 37.6, с. 150). Досить часто кілька видів мають характерні ознаки, що попереджують про їхні засоби захисту. Бджоли, оси й джмелі мають характерне забарвлення з чорних і жовтих смуг, яке попереджає про їхнє отруйне жало. Утім, нічим не озброєні мухи джюрчалки мають подібне забарвлення, яке надає їм певного захисту (рис. 40.3, с. 159).

Загрозливе забарвлення або загрозлива поведінка використовуються, щоб залякати можливого хижака (рис. 41.4, 41.5, с. 164).

■ **3. Перешкоди для хижаків. Чи може жертва захиститися від хижака, якщо він її виявив і може напасти?** Звісно, так. Тварини (як, між іншим, і рослини) можуть зробити себе непридатними для споживання хижаком. Є кілька способів пристосувань, що можуть забезпечити такий результат. Ви вже знаєте, що тварини можуть бути отруйними або мати неприємний смак. Вони можуть бути вкриті панциром, як черепахи (рис. 39.9, с. 158), або голками, як їжаки й дикобрази (рис. 41.6, с. 164).



Рис. 41.2. Біла акула стрімко атакує своїх жертв знизу. У цього морського лева ще є шанси вислизнути.



Рис. 41.3. Маскуватися може як хижак, так і жертва: квітковий павук, що спіймав осу (а); гусінь нічного метелика п'ядуна (б); деревна ящірка гекон (в)





Рис. 41.4. Гусінь, що «перетворюється» на страховисько



Рис. 41.5. Сіра ропуха роздувається перед вужем, щоб здаватися більшою, ніж вона є насправді



Рис. 41.6. Молодий леопард, який зробив спробу напасти на дикобраза



Рис. 41.7. Бізон (американський дикий бик) — важка здобич для вовків



Рис. 41.8. Групова оборона проти групового нападу: вівцебики й вовки

Водночас досить багато жертв застосовує активну оборону. В окремих випадках спротив жертви може завдати значних ушкоджень хижаку (рис. 41.7). Особливо це стосується тих жертв, які живуть групами й можуть боронитися сумісно. До речі, досить часто на таких жертв полюють зграйні хижаки. Під час таких групових зіткнень перемога може дістатися тій групі, у якій взаємодія між особинами буде більш налагодженою.

Кожен спосіб боротьби має свої недоліки. У Північній Америці та Гренландії мешкають вівцебики — великі жуйні парнопалі. На них полюють полярні вовки. У разі нападу вовків вівцебики групуються й утворюють коло, усередині якого ховається молодняк (рис. 41.8). Удар вівцебика рогом або копитом може бути смертельним для вовка. Цей уроджений спосіб захисту вівцебиків допомагає їм протистояти вовкам, але виявився згубним у захисті від мисливців з вогнепальною зброєю. Якщо людина вбиває одного бика, інші не допускають її до загиблого, доки мисливець не переб'є все стадо.

■ Безперервна «гонка озброєнь» між хижаками й жертвами є важливою причиною еволюційного вдосконалення тварин. І хижаки, і жертви можуть застосувати маскування, а в деяких випадках — полювати чи боронитися від хижаків групою.



«Гонка озброєнь» між хижаками й жертвами; захисне, застережливе та загрозове забарвлення.

1. Поясніть відмінність між захисним, застережливим і загрозовим забарвленням.
2. Вівцебики населяли Америку та Євразію в часи мамонтів і збереглися до нашого часу. Однак в останні два століття їхня чисельність різко скоротилася. Цей вид перебував на межі зникнення; останніми десятиріччями його почали охороняти й розселяти. Чому ж скорочувалася чисельність цього виду?
3. Наведіть відомі вам приклади пристосувань хижаків до нападів на їхніх жертв. Як жертви можуть протистояти таким нападам?
- 4*. Хто в протистоянні хижака й жертви є більш пристосованим до нього? Урахуйте, що більшість газелей (рис. 41.1, с. 162) рано чи пізно загине в зубах хижака, а будь-який дорослий гепард за своє життя вполював багатьох газелей або інших жертв.

■ **4. Роги, кігті й копита.** У ссавців виникають особливі органи, які часто пов'язані з протистоянням між хижаками та їхніми жертвами (хоча використовуються і з іншою метою).

У копитних ссавців роги можуть використовуватися для захисту, а також для турнірних двобоїв між представниками одного виду. Є два основні типи рогів (рис. 41.9). В оленів роги кісткові, більш або менш розгалужені. Кожного року вони виростають під шаром шкіри. З часом шкіра відмирає, і кістка рогів оголюється. У певному сезоні роги відпадають, аби вирости знову. У родини порожнисторогих (або бикових), до якої належать бики, козли, барани, антилопи й ін., роги нерозгалужені й не відпадають. Вони утворені роговою (білковою) оболонкою, що міститься на кістковій основі.

Рогові чохла утворюються й на пальцях багатьох ссавців (рис. 41.10). Залежно від їх форми вони називаються кігтями, нігтями або копитами. *Кігті* ссавців подібні до кігтів у рептилій і птахів, вони мають загострену та досить часто зігнуту форму. *Нігті* — це сплюснені рогові пластинки, що характерні для багатьох приматів, зокрема й людини. *Копита* — рогові покриви, що охоплюють пальці знизу та з боків. Вони захищають кінці пальців і сприяють швидкому бігу.



Рис. 41.9. Два типи рогів ссавців

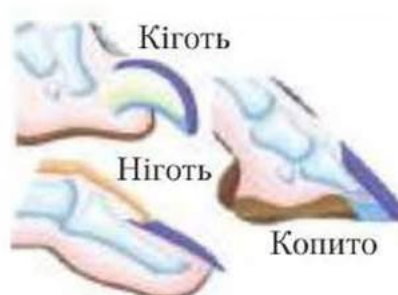


Рис. 41.10. Порівняння рогових утворень на кінцях пальців ссавців





Рис. 41.11. Захищаючись від нападу, жук-бомбардир застосовує свою зброю

■ **5. Жива «артилерія».** **Жуки-бомбардири** — це жуки, які використовують незвичайний засіб захисту. У черевці такого жука містяться дві залози, кожна з яких виробляє певну речовину. Ці речовини накопичуються кожна у своєму резервуарі. При загрозі жук змішує ці дві речовини в особливій реакційній камері. Там відбувається хімічна реакція, унаслідок якої температура суміші сягає 100 °С! З особливим звуком, що нагадує маленький вибух, розігріта їдка суміш викидається з черевця бомбардира (рис. 41.11). Цього достатньо, щоб відігнати значну частину ворогів цього жука.

■ **6. Мурашині леви.** Для нападу на своїх жертв тварини іноді застосовують створені ними пастки, як-от павуки павутину (рис. 12.3, с. 48). Існують й інші приклади. На ділянках, вкритих піском, часто ніби самі собою з'являються акуратні ямки (рис. 41.12). Якщо побачите їх — придивіться! Це пастки, що роблять личинки **мурашиних левів** — малорухливих комах із ряду Сітчастокрилі. У середині воронки ховається личинка мурашиного лева, що висовує на поверхню лише свої величезні щелепи. Щоб побудувати воронку, вона викидала вбік піщинки й камінці, заглиблюючись у ґрунт. Якщо ви захочете роздивитися личинку й зробите різкий рух, вона відчує коливання піску та сховається у його глибині. Але якщо у воронку впаде якась комаха (наприклад, мураха), личинка мурашиного лева схопить її та з'їсть. Досить часто можна побачити, як мурашка ковзає сипучим піском на схилі воронки, а личинка мурашиного лева кидає в неї піщинки, щоб збити на дно пастки.



Рис. 41.12. Мурашиний лев: доросла комаха (а) та її личинка (б); воронки мурашиного лева (в); спосіб використання пастки (г)



§ 42. Подразливість і органи чуття

■ **1. Подразливість.** У § 41 ви розглянули приклади двобоїв між різними тваринами. У них відображається одна з основних особливостей життя. Це **подразливість** — здатність організму отримувати певну інформацію та відповідно на неї реагувати (рис. 42.1).

Що відчуває лисиця (рис. 29.1, с. 115), коли йде засніженим лісом? Завдяки зору вона оцінює предмети на відстані. Інформацію про тварин, що побували тут нещодавно, лисиця отримує за допомогою нюху. Слух не дає застати її зненацька. Шкірні рецептори допомагають оцінити температуру середовища, дотик — навколишніх предмети тощо.

Організм лисиці відстежує зміни в зовнішньому середовищі за допомогою **органів чуття**, або **рецепторів**. Стан внутрішнього середовища оцінюють **ентерорецептори**, які можна порівняти з органами чуття, що спрямовані всередину організму.

■ **2. Зір.** Органами зору тварин є **очі** (рис. 42.2, 42.3). Це можуть бути групи клітин, що містять світлочутливу речовину. У членистоногих з'являються так звані **прості вічка**. У них світлочутливі клітини розміщуються на стінках випинання покривів (рис. 10.4, с. 43; 12.1, с. 48). Групи таких вічок утворюють **складні (фасеткові) очі** (рис. 42.2).

Найдосконаліше побудовані очі головоногих молюсків і ссавців, що виникли в цих видів незалежно один від одного (рис. 42.3).



Рис. 42.1. Земноводна тварина у раптовому стрибку

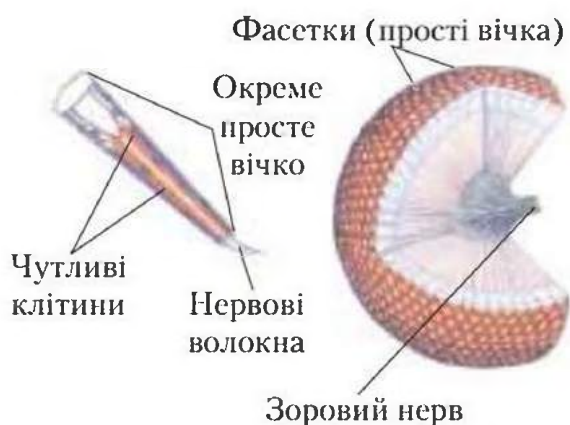


Рис. 42.2. Схема будови фасеткового ока комах



Рис. 42.3. Порівняння будови очей восьминога та людини

■ **3. Хімічне чуття.** Сприйняття інформації про наявність певних речовин у середовищі відбувається за допомогою **органів хімічного чуття**. В архаїчних тварин вони можуть розміщуватися по всій поверхні покривів (черви, ланцетник). У молюсків скупчення чутливих клітин або спеціальні органи розміщуються в нюхових ямках або в певних місцях мантийної порожнини.

Чому тарган обмацує поверхню їжі вусиками, а муха – хоботком (рис. 13.4, с. 53)? У членистоногих органи хімічного чуття (нюхові ямки з чутливими клітинами) розташовані на ротовому апараті або вусиках.

Для водних хребетних нюх має виняткове значення. Акула може відчутти запах крові за декілька кілометрів. Чутливі клітини у всіх хребетних розташовуються на стінках ніздрів. У риб ніздрі мають вигляд розміщених на поверхні голови каналців, а в наземних хребетних вони є ділянкою дихальних шляхів (рис. 42.4).

Смакові рецептори в хребетних розташовуються в роті, передусім на язичці. У риб вони також присутні в глотці, стравоході. Крім того, клітини, що сприймають хімічне подразнення, розміщуються в них на всій поверхні тіла.

■ **4. Тактильна чутливість.** Найпростішими органами, що сприймають дотик, є **механорецептори**. Вони сприймають фізичні впливи (здавлювання, згинання, температуру тощо). У тварин, які мають тверді покриви,

такі органи можуть мати чутливі волосинки, що стирчать над поверхнею та сприймають подразнення. Вони можуть виконувати функції інших органів чуття, наприклад, хімічного.

Первинноводні хребетні мають **бічну лінію**, яка складається із впинань покривів, усередині яких є чутливі клітини (рис. 18.5, с. 73). Бічна лінія сприймає коливання води навколо тварини.

У птахів і ссавців тактильними органами можуть бути спеціально перетворені пір'їни (щетинки) або волосся (вібриси, рис. 29.4, с. 116).

■ **5. Слух і рівновага.** Органи слуху розвинені не в усіх безхребетних. У молюсків таку роль відіграє **статоцист** – мішечок із рідиною, у якому знаходяться камінці (рис. 42.5). Під час коливання рідини камінець торкається чутливих війок клітин оболонки.

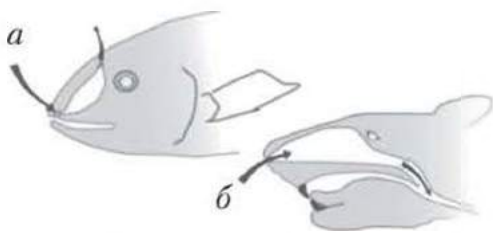


Рис. 42.4. Схема будови органу нюху риб (а) і чотириногих (на прикладі пацюка, б)

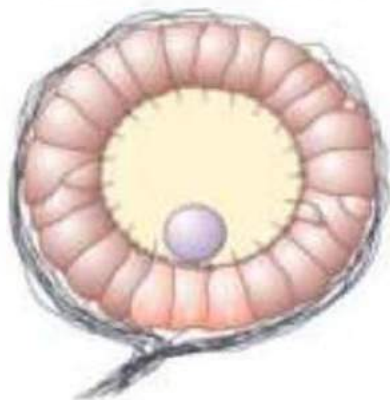


Рис. 42.5. Схема будови статоциста



У членистоногих, особливо в комах, органи слуху розвинені краще. Вони можуть розташовуватися на різних ділянках тіла. Так, у прямокрилих органи слуху розміщуються на ногах (рис. 42.6). Іноді сприйняття звуку відбувається завдяки волосинкам на тілі членистоногого (павуки, таргани).

У хребетних орган слуху — **вухо** — побудований досить складно. Його основна частина розміщується в кістках черепа. Вухо ссавців (рис. 42.7) складається з трьох відділів: внутрішнього, середнього й зовнішнього вуха. Розвинене **зовнішнє вухо** є лише в ссавців. Воно складається із вушної раковини й зовнішнього слухового ходу, який обмежується барабанною перетинкою. Зовнішнє вухо слугує для уловлювання звуку. Так, лисиця, прислуховуючись, рухає головою та вушними раковинами, аби зрозуміти, звідки йде звук. **Середнє вухо** складається з камери та слухових кісточок (у амфібій, рептилій і птахів вона одна, у ссавців — три). Вони передають і посилюють коливання від барабанної перетинки до отвору внутрішнього вуха. Середнє вухо виникло в амфібій як пристосування для вловлювання звуку в повітряному середовищі. **Внутрішнє вухо**, що є в усіх хребетних, складається із завитки, усередині якої проходить безпосереднє сприйняття звуку, і трьох півколових каналів.

Органи рівноваги відповідають за отримання інформації про положення тіла. У водних безхребетних (медузи, молюски та ін.) вони можуть бути представленістатоцистами (рис. 42.5). У хребетних — це півколові канали у внутрішньому вусі.

■ Подразливість — здатність організму сприймати подразнення та відповідно на нього реагувати. Для сприйняття подразнень у тварин виникають різноманітні органи чуття: зору, слуху, хімічного й механічного чуттів.

■ Подразливість; органи чуття (рецептори); ентерорецептори; очі; прості вічка та складні очі; механорецептори; бічна лінія;статоцист; вухо.



Рис. 42.6. Самка цвіркуна знаходить самця за його співом. Слухові органи на її ногах показані стрілками



Рис. 42.7. Схема будови середнього вуха ссавця (на прикладі людини)



1. Поясніть, як відображено подразливість на *рисунку 42.1*.
2. Чому тактильні рецептори в більшості тварин розташовані по всій поверхні тіла?
3. Поясніть механізм роботи статоциста, користуючись *рисунком 42.5*.
- 4*. Чому для більшості птахів нюх не має важливого значення, а зір має виняткове значення?
- 5*. Зробіть припущення про те, як працює прилад, зображений на *рисунку 42.9*.

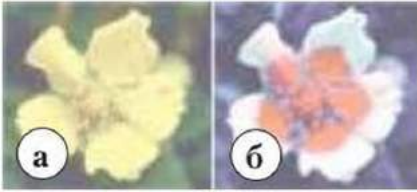


Рис. 42.8. Квітка, яку ми бачимо жовтою (а), для бджоли стає біло-червоною (точніше — біло-ультрафіолетовою, б)

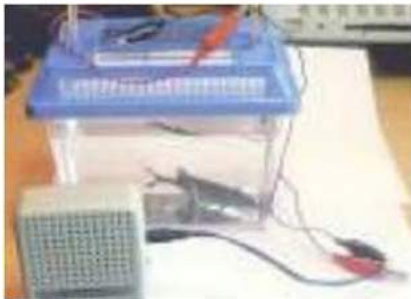


Рис. 42.9. Дослідження електричного поля морміруса

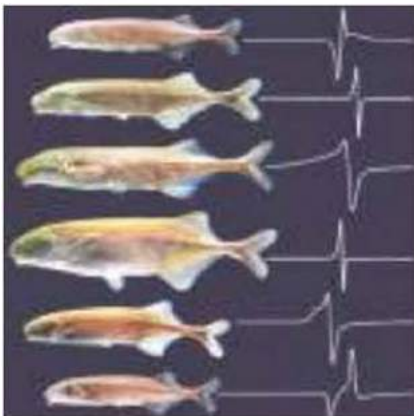


Рис. 42.10. Різні види мормірусів відрізняються за формою своїх електричних сигналів

■ **6. Бачити невидиме.** Чи бачили ви веселку? Вона з'являється, коли біле світло, що йде від Сонця, «розкладається» на складові. Кожен колір зумовлений певною довжиною світлової хвилі. Промені з найбільшою довжиною ми бачимо як червоні, а з найкоротшою — як фіолетові. Але є частини спектра, які ми не бачимо. Одна з них — ультрафіолет, що має довжину хвилі, меншу за фіолетовий колір. Однак існують тварини, що здатні його сприймати. Насамперед це бджоли.

Сприйняття світла бджолами зміщене (порівняно з нашим сприйняттям) у фіолетовий бік. Бджоли не бачать червоне світло, але сприймають ультрафіолет. Багато квітів, що здаються нам однотонними, мають ультрафіолетовий малюнок, що «призначений» для бджіл (*рис. 42.8*). Цей малюнок допомагає бджолам знаходити потрібні їм квіти. Тобто рослини посилають сигнали бджолам у тих кольорах, які комахи сприймають.

■ **7. Електрорецепція.** Деякі тварини здатні відчувати електричні поля. Наприклад, голова акули-молота (*рис. 19.3, с. 76; 33.5, с. 134*) не випадково нагадує міношукач. На ній розташовані рецептори, що відчують зміни електромагнітного поля. Камбалу, що зарилася в пісок на дні, неможливо побачити і майже неможливо відчуту за запахом. Але серце камбали б'ється, і кожний його удар породжує електромагнітний сигнал. Акула-молот, що повільно пливе над дном, відчує цей сигнал і може вполювати камбалу.

Акула-молот застосовує електрорецептори для отримання інформації, але, вірогід-



но, не використовує своє власне електричне поле. Можна сказати, що вона працює в режимі пасивного електричного локатора. А невелика променепера риба мормірус, що мешкає в р. Ніл, є активним локатором. Її електричний орган виробляє слабкі електричні імпульси, підтримуючи електричне поле навкруги риби (рис. 42.9). Будь-який навколишній предмет або організм порушує це поле й завдяки цьому риба його відчуває. Крім того, морміруси використовують електричні сигнали для взаємодії між родичами. Кожен вид цих риб має свою характерну форму електричних імпульсів (рис. 42.10).



Рис. 42.11. «Дзьоб» качконоса вкритий м'якою шкірою з великою кількістю електричних рецепторів

Імовірно, електрорецепція досить поширена серед тварин і доступна навіть деяким ссавцям. Наприклад, «дзьоб» качконоса (рис. 28.5, 42.11) — це орган, на якому розташовані електрорецептори, що допомагають тварині знаходити дрібних безхребетних у мулі.

§ 43. Керівні системи організму

■ **1. Регуляція життєдіяльності організму.** Окремі системи органів організму не існують самостійно. Вони поєднуються та злагоджено працюють завдяки наявності регуляторних систем. Є два шляхи здійснення регуляції. *Гуморальна регуляція* відбувається завдяки передаванню спеціальних речовин. *Нервову регуляцію* є наслідком передавання збудження, що має електричну природу, між клітинами.

Найархаїчнішою формою регуляції є передавання речовин між сусідніми клітинами. Першими речовинами-регуляторами були продукти обміну. Накопичення або надлишок певних речовин прискорює чи гальмує обмін речовин, поділ клітин тощо.

■ **2. Ендокринна регуляція.** Унаслідок взаємодії різних тканин і органів у тварин у процесі еволюції виникла складна система гуморальної регуляції. Спочатку вона здійснювалася окремими клітинами (кишковопорожнинні), а пізніше розвивалися спеціальні органи *ендокринної системи*. Залози внутрішньої секреції (ендокринні) виділяють спеціальні речовини — *гормони*. Особливістю гормональної регуляції є відтермінованість і тривалість дії. Завдяки їй регулюються процеси обміну речовин, зростання, розвитку, розмноження тощо.

У ракоподібних і комах ендокринна система відповідає насамперед за линяння (рис. 10.3, с. 42) і перетворення, регулює обмін речовин. Ендокринні залози в них розташовуються в передній частині тіла





Рис. 43.1. Найважливіші органи ендокринної системи ссавців (на прикладі собаки)

й пов'язані з нервовою системою. Так відбувається взаємозв'язок гуморальної та нервової регуляції.

Найскладніше побудована ендокринна система хребетних (рис. 43.1). Регуляцію роботи цієї регуляторної системи здійснює **гіпофіз**. Цей орган міститься в головному мозку. Завдяки йому відбувається взаємодія нервової та ендокринної систем. Нервова регуляція впливає на гуморальну й навпаки. Гормони інших залоз (щитоподібної, підшлункової, надниркових залоз тощо) регулюють обмін речовин, впливають на реакції

організму на зовнішні подразники. Статеві залози регулюють розвиток ознак статі та розмноження.

■ **3. Нервова регуляція.** На відміну від гуморальних механізмів, **нервова система** дає майже миттєву реакцію на зовнішні й внутрішні подразники. Вона побудована зі спеціалізованих клітин — **нейронів** (рис. 3.1, с. 12), що призначені для збирання й передавання інформації.

Чому нервове збудження поширюється набагато швидше, ніж гуморальна дія ендокринної системи? Збудження передається від нейрона до нейрона майже миттєво, а поширення гормонів по організму залежить від руху транспортної рідини, що їх переносить.

Як здійснюється відповідь організму на подразнення? Прикладом є передавання збудження по **рефлекторній дузі** (рис. 43.2). У разі подразнення шкіри збуджуються чутливі нейрони, які сприймають інформацію про подразнення від рецепторів і передають її до центрів оброблення. Такі центри розташовані в місцях скупчення нейронів (гангліях чи мозку). Тут збудження через вставні нейрони передається на рухові, які спрямовують збудження на певний орган і викликають його реакцію — скорочення м'язів, виділення секретів залозами тощо.



Рис. 43.2. Схема рефлекторної дуги (на прикладі хребетних). Укол у палець (стимул) викликає реакцію (рух)

■ **4. Нервова система безхребетних.** У гідри нервові клітини розташовані в зовнішньому шарі клітин і утворюють мережу (рис. 43.3). Такий



тип нервової системи називається **сітчастим**.

Що буде, якщо доторкнутися до гідри голкою? Вона зіщулиться в грудочку. Нервові клітини поєднані з мускульними відростками шкірно-мускульних клітин (рис. 6.5, с. 26) і викликають їх скорочення. У медуз, спосіб життя яких є більш активним, у нервовій системі з'являються скупчення нейронів — **ганглії**, у яких проходить оброблення інформації від органів чуття (статоцистів і простих вічок) і вироблення відповіді на подразнення.

Під час еволюції нервової системи відбувалося скупчення нервових клітин у ганглії, які з'єднуються нервовими тяжами. У багатьох груп безхребетних у районі глотки утворюється навкологлоткове кільце. В еволюційно просунутих груп (членистоногі, молюски) його називають «головним мозком». Від нього беруть початок нервові стовбури. У кільчастих черв'яків і членистоногих такі стовбури утворюють **черевний нервовий ланцюг**, ганглії якого є в кожному сегменті тіла.

Молюски мають **розкидано-вузловий тип** нервової системи. Вона включає ганглії, що з'єднані нервовими стовбурами (рис. 43.4).

■ Регуляторні системи узгоджують роботу систем органів цілого організму та його взаємодію з навколишнім середовищем. Гуморальна система складається з ендокринних залоз, що виробляють регуляторні речовини — гормони. Нервову систему утворюють з'єднані одна з одною клітини, що здатні передавати збудження. У кишковопорожнинних нервова система сітчастого типу, а в інших безхребетних складається з нервових стовбурів і гангліїв.

■ Гуморальна регуляція; нервова регуляція; ендокринна регуляція; гормони; гіпофіз; нервова система; рефлекторна дуга; ганглії.

1. Назвіть основні ознаки гуморальної регуляторної системи.
2. Чому дія нервової системи відбувається швидше за ендокринну?



Рис. 43.3. Будова нервової системи представників різних груп безхребетних

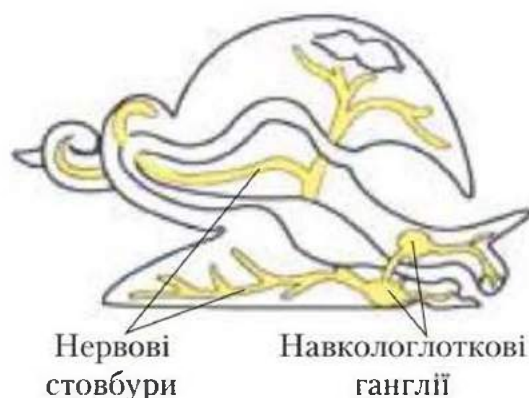


Рис. 43.4. Схема будови нервової системи червоногого молюска



3. Поміркуйте, як поширюватиметься нервове збудження по клітинах нервової системи гідри.
- 4*. Поясніть, чому нервову систему, у якій з'явилися ганглії, вважають більш досконалою, ніж нервову систему сітчастого типу.

■ **5. Імунна система як регуляторна система.** Імунну систему також можна зарахувати до регуляторних. Основне її завдання — захист організму від чужорідних речовин і хвороботворних організмів, а також знищення пошкоджених клітин власного тіла. Отже, її робота спрямована на підтримання сталості внутрішнього складу організмів.

Імунна система тісно взаємодіє з іншими регуляторними системами. Так, поява в крові у відповідь на проникнення чужорідного агента особливих речовин — антитіл — запускає відповідь спочатку гуморальної, а потім і нервової систем. Вони, у свою чергу, запускають розвиток відповідних реакцій організму (підвищення температури тощо) і збільшення в крові кількості певних клітин імунної системи та їх дозрівання.

■ **6. Вплив групи на розвиток.** На роботу регуляторних систем організму може впливати життя в групі. На перший погляд, на *рисунку 43.5* зображено два різні види коротковусих (рослиноїдних) прямокрилих. Насправді це личинки одного виду — пустельної сарани, що відрізняються фазами (варіантами) розвитку. Зелений колір має личинка, яка вела поодиноке життя. Вона майже не бачила представників свого виду й саме тому стане нічим не примітною поодинокую комахою.

Темний колір має личинка, яка постійно зустрічала своїх родичів. Це вплинуло на роботу її ендокринної системи. З такої личинки виведеться зграйна сарана. Величезні зграї такої сарани збираються разом і вирушають у мандри. Вони здатні перелітати через моря й пустелі. Опустившись на землю, винищують усю рослинність там, куди прилетіли (*рис. 43.6*).



Рис. 43.5. Дві фази (варіанти розвитку) пустельної сарани: поодинокі (ліворуч); зграйна (праворуч)



Рис. 43.6. Приліт зграї сарани несе голод і опустелювання



§ 44. Нервова система хордових

■ **1. Особливості нервової системи хребетних.** До хребетних належать тварини з найскладнішою поведінкою і найскладніше побудованою нервовою системою. На відміну від безхребетних, у хордових вона розташована на спинному боці частині тіла. У ланцетника (рис. 17.3, с. 68), що є найархаїчнішим представником типу Хордові, нервова система — це нервова трубка. У хребетних центральну нервову систему утворюють *головний* і *спинний мозок*. Від обох відходять нерви, які обмінюються сигналами з усіма органами та частинами тіла. У хребетних опорна система захищає нервову. Хребці захищають спинний, а череп — головний мозок (рис. 17.5).

Чому головний мозок утворюється саме на передній частині нервової трубки? Багато ознак у будові тіла пов'язані зі способом руху (рис. 32.1, с. 127). Більшість органів чуття, а також нервовий вузол, який оброблятиме інформацію від них, розташовуватиметься в тій частині тіла, яка першою стикається з подразниками. У хребетних — це голова.

У центральній нервовій системі виокремлюють сіру й білу речовину. Перша є скупченням тіл нервових клітин, а друга — їх відростків. Також відростки утворюють шляхи передавання нервових сигналів — *нерви*.

■ **2. Спинний і головний мозок.** *Спинний мозок* у хребетних частково або повністю закритий у спинномозковому каналі (рис. 44.1). Його особливістю є те, що сіра речовина оточена білою. У середині міститься спинномозковий канал, що є похідною порожнини нервової трубки. Він заповнений спинномозковою рідиною. На рівні більшості хребців від спинного мозку відходять парні спинномозкові нерви.

Головний мозок складається з п'яти відділів: довгастого, заднього (міст і мозочок), середнього, проміжного та кінцевого мозку. Порожнини (шлуночки) мозку заповнені тією самою рідиною, що й спинномозковий канал.

У еволюційно просунутих хребетних кінцевий мозок утворює *півкулі*, що вкриті корою — шаром *сірої речовини*. Безпосередньо тут



Рис. 44.1. Схема будови ділянки спинного мозку ссавця



Рис. 44.2. Еволюція головного мозку хребетних

відбувається оброблення інформації. Крім того, корою вкритий **мозочок** — відділ мозку, що відповідає за узгодженість рухів. **Біла речовина** слугує для передавання сигналів від одних частин мозку до інших і взаємозв'язків з іншими органами. Від головного мозку відходять черепно-мозкові нерви, які обслуговують не лише голову та всі розміщені на ній органи чуття, а й частково верхню частину тіла.

У риб і амфібій за розміром переважає середній мозок (рис. 44.2, 44.3). Саме в ньому в

більшості хребетних (крім птахів і ссавців) відбувається найскладніша обробка інформації. В акул добре розвинений кінцевий мозок, бо вони мають досконалий нюх, і досить великий мозочок.

Уперше кора півкуль кінцевого мозку з'являється в амфібій. Характерні для них ділянки кори називають **давньою корою**. У рептилій унаслідок ускладнення їхніх рухів і поведінки кінцевий мозок перебирає на себе частину функцій керування тілом і збільшується в розмірах. Півкулі наповзають на інші ділянки мозку, унаслідок чого утворюється вигин стовбура в районі проміжного мозку. Давня кора добре розвинена, але з'являється й зачаток **нової кори**. У птахів мозок загалом подібний до мозку рептилій. Особливостями птахів є збільшення середнього мозку як відповідь на основне значення зору в цих тварин і розвиток великого мозочка, що відповідає за складні рухи під час польоту.

У ссавців великі півкулі переднього мозку сягають найбільшого розміру та перебирають на себе основні керівні функції й обробку інформації. Вони вкриті новою корою, що складається з декількох шарів клітин. Півкулі мають борозни та звивини, що збільшують їх поверхню. Найрозвиненішою є нова кора приматів і особливо людини (рис. 44.3).



Рис. 44.3. Відносний розмір кінцевого мозку в різних хребетних



■ Нервова система тварин, що належать до типу Хордові, представлена нервовою трубкою. У представників підтипу Хребетні центральна нервова система поділяється на спинний і головний мозок. Вона розташована зі спинного боку тіла, її захист здійснюється опорною системою — хребтом і черепом.

■ *Головний мозок, спинний мозок; півкулі головного мозку; сіра речовина; біла речовина; давня кора, нова кора.*



Рис. 44.4. Капуцини

- 1. Чому саме хребетні мають найскладніше побудовану нервову систему?
2. Намалюйте схему основних відділів головного мозку хребетних.
3. Назвіть відмінності між нервовою системою хребетних і нервовими системами різних груп безхребетних.
- 4*. Поміркуйте, чому в спинному мозку сіра речовина оточена білою, а у великих півкулях кінцевого мозку — навпаки.

■ **3. У кого мозок найбільший?** Не в людини! Найбільшим є мозок кашалота (рис. 30.7, с. 122), що важить майже 8,5 кг, тоді як у середньому мозок дорослої людини має вагу 1,31 кг (що становить 1/50 її ваги). Відносний розмір головного мозку є найбільшим у американської мавпи капуцина (рис. 44.4). Він важить лише 57 г, але це 1/18 ваги всієї мавпи!

§ 45. Розмноження

■ **1. Форми розмноження тварин.** Життя на Землі підтримується завдяки розмноженню організмів. У біології виокремлюють три основні типи розмноження.

Нестатеве розмноження. Новий організм розвивається з однієї спеціалізованої клітини батьківського організму. Цей спосіб розмноження поширений у рослин (так у них утворюються спори) та в одноклітинних організмів (наприклад, саме так розмножуються одноклітинні твариноподібні організми — амеби й інфузорії, рис. 45.1).

Вегетативне розмноження. Новий організм утворюється з частини тіла батьківського організму. Зазвичай це група клітин, що мають й інші, окрім розмноження, функції. Ви вже ознайомилися з брунькуванням



Рис. 45.1. Нестатеве розмноження інфузорії тувельки, що належить до найпростіших





Рис. 45.2. Брунькування кінської актинії, звичайного чорноморського виду



Рис. 45.3. Вегетативне розмноження одного з видів морських кільчастих червів



Рис. 45.4. Запліднення в людини: яйцеклітина та сперматозоїди поруч із нею. Один із них зіллється з яйцеклітиною, утворюючи зиготу



Рис. 45.5. Нерест лососів. Самка викидає яйцеклітини (ікру), а самець поливає їх сперматозоїдами (молочком), які викидаються у воду

у гідри (рис. 6.8, с. 28). Саме так утворюються медузи під час розмноження поліпів (рис. 7.3, с. 30), унаслідок цього процесу з'являються колонії коралів (рис. 7.4, с. 30). Ці процеси можна спостерігати на прикладах розмноження актинії (поодинокого коралового поліпа, рис. 45.2) та морського кільчастого черва (рис. 45.3). **Чому ж у §§ 6 і 7 розмноження поліпів визначалося як нестатеве?** А тому, що для багатоклітинних тварин справжнє нестатеве розмноження (рис. 45.1) не є характерним. У зоології вегетативне розмноження також називають нестатевим.

Статеве розмноження. Новий організм утворюється внаслідок злиття двох клітин, які називаються **гаметами** (статевими клітинами). Порівняно великі гамети мають назву **яйцеклітини**, вони утворюються в організмах **самок**. Дрібні статеві клітини називають **сперматозоїдами**, і утворюються вони в організмах **самців**. Гамети зливаються під час **запліднення** (рис. 45.4); утворюється **зигота** (запліднена яйцеклітина), з якої розвивається новий організм (рис. 45.5, 45.6).

■ **2. Переваги статевого розмноження.** Причини, унаслідок яких статеве розмноження є характерним для більшості складно побудованих організмів, до цього часу обговорюються вченими. Розглянемо лише кілька обставин.

Чому живі істоти пристосовані до середовища? Тому що залишають нащадків тільки ті особини, які змогли вижити й дожити до зрілості. Можна сказати, що всі особини, які змогли розмножитися, пройшли «перевірку» на відповідність своєму способу життя в певному середовищі. Їхні нащадки, швидше за все, теж успадкують ті ознаки, які сприяли успіхові їхніх батьків.

Якщо нащадків при нестатевому (вегетативному) розмноженні залишає одна осо-



бина, усі вони будуть однаковими й подібними до батьківської особини. А потомство від статевого розмноження двох батьківських особин буде набагато різноманітнішим. Кожен із нащадків отримує одні ознаки від батька, а інші — від матері. Унаслідок цього види, що розмножуються статевим шляхом, швидше виробляють нові пристосування й швидше еволюціонують. Виникнення статевого розмноження значно прискорило еволюцію життя.

■ **3. Удосконалення статевого розмноження.** Перебіг статевого розмноження в різних видів має свої особливості. Передусім потрібно розрізнати зовнішнє й внутрішнє запліднення. У разі **зовнішнього запліднення** яйцеклітина та сперматозоїд можуть злитися в зовнішньому середовищі, зазвичай у воді (рис. 45.5), де неминучою є загибель значної кількості гамет і зигот. Зовнішнє запліднення є характерним для кишковопорожнинних, морських кільчастих червів, морських молюсків, кісткових (променеперих і лопатеперих) риб, безхвостих амфібій та ін.

З часом у багатьох груп тварин виникало **внутрішнє запліднення**, коли самець уводить сперматозоїди до статевих шляхів самки (рис. 45.6). Запліднення відбувається в тілі самки у пристосованих для цього умовах. Таке запліднення є характерним для головоногих молюсків, більшості членистоногих, хрящових риб, хвостатих амфібій та, звісно, для рептилій, птахів і ссавців. Крім того, внутрішнє запліднення започатковує розвиток потомства в тілі самки, про що ви дізнаєтеся більше в наступному параграфі.

■ **4. Гермафродитизм та роздільностатевість.** У багатьох видів тварин, включаючи людину, сперматозоїди виробляються в статевих залозах самця, що дістали назву **сім'яники**, а яйцеклітини — у **яєчниках** самок. Це явище має назву **роздільностатевість** (у рослин роздільностатеві види називають дводомними). Але існує й інший варіант, коли обидва типи гамет продукує одна особина — **гермафродит** (у рослин це називають однодомністю). Зрозуміло, гермафродити мають і сім'яники, і яєчники.

Наприклад, гермафродитними є дощові черви. Отвори жіночої та чоловічої систем розташовуються в них у особливій зоні — на пояску. Два черви обмінюються статевими клітинами й відкладають запліднені яйцеклітини в спільний шар слизу (рис. 45.7, с. 180).



Рис. 45.6. Парування червоноклопа червоного. Одна з цих особин є самцем, який уводить свої сперматозоїди до статевих шляхів самки





Рис. 45.7. Парування у гермафродитів — дощових черв'яків (угорі) та виноградних слимаків (унизу)



Рис. 45.8. Для горил (і деяких інших приматів) є характерним статевий диморфізм. Самець горили крупніший за самку і має «сиву» спину

Важливою особливістю роздільностатевості є існування значних відмінностей між самцями й самками. Якщо ці відмінності стосуються інших систем, крім статевої, це явище називається **статевим диморфізмом** (рис. 12.2, с. 48; 12.4, с. 49; 45.8).

■ Серед тварин поширені статеве й вегетативне (яке також називають нестатевим) типи розмноження. За статевого розмноження гамети (яйцеклітина й сперматозоїд) зливаються під час запліднення, утворюючи зиготу. Розрізняють зовнішнє й внутрішнє запліднення. Статеве розмноження є характерним для гермафродитних і роздільностатевих видів. Роздільностатевість часто поєднується зі статевим диморфізмом.

■ *Нестатеве, вегетативне та статеве розмноження; гамети: яйцеклітини та сперматозоїди; зигота; зовнішнє й внутрішнє запліднення; самки, самці; гермафродити; статевий диморфізм.*

■ 1. Яке розмноження називають *статевим*? Що таке *запліднення*? Які клітини беруть у ньому участь?

2. Знайдіть в уявному ставку (див. форзац 1) види з нестатевим (вегетативним) і статевим розмноженням; із зовнішнім і внутрішнім заплідненням, гермафродитів і роздільностатевих.

3*. Чи є характерним статевий диморфізм для людини?

4*. Які символи використовують, щоб позначати самців і самок? Як вони пов'язані з міфологією?

5*. Поясніть значення чергування поколінь у життєвому циклі певних груп тварин.

■ **5. Партеногенез.** Існує різновид статевого розмноження, при якому не відбувається запліднення. Він має назву *партеногенез* (від грецьк. діва та виникнення, зародження). При ньому нова особина розвивається з яйцеклітини, яка не потребує запліднення. Через те, що йдеться про розвиток зі статевої клітини, партеногенез вважають особливою формою статевого розмноження.

Існує чимало видів, які чергують партеногенетичне та справжнє статеве розмноження. Це, зокрема, дафнії та попелиці. Протягом літа всі дафнії представлені партеногенетичними самками. Вони відкладають яйця без



запліднення, і з цих яєць виходять нові партеногенетичні самки. Восени, коли умови стають гіршими, самки відкладають яйця, з яких виходять самки та самці. Вони паруються, і самки відкладають яйця на зиму (зимуючі яйця). Навесні з них вийдуть нові партеногенетичні самки (рис. 45.9).

У чому полягає пристосувальне значення такого чергування поколінь? У статевому поколінні безпосередньо залишає потомство (тобто відкладає яйця) тільки половина особин — самки. У партеногенетичного покоління — усі особини. За сприятливих умов утворення різноманітного потомства є неважливим — навіть змінюватися, поки все добре. А перед настанням суворих умов краще подбати про нащадків. Це — завдання покоління зі справжнім статевим розмноженням.

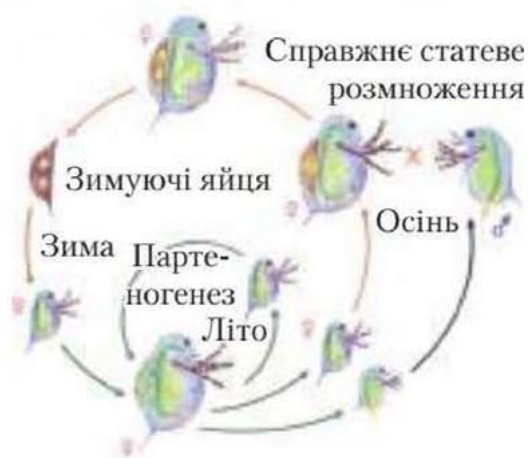


Рис. 45.9. Чергування статевого й партеногенетичних поколінь у дафній

§ 46. Розвиток

■ **1. Початок індивідуального розвитку.** Ви переконалися в різноманітні форм розмноження — утворення нових організмів. Проте будь-якій новій особині необхідно пройти свій шлях розвитку. У типовому випадку її розвиток починається з однієї клітини — зиготи.

Типові шляхи розвитку схематично зображені на *рисунку 46.1* (с. 182). Розвиток починається з поділу зиготи. Утворюються 2, потім 4, 8, 16 клітин і т. д. Це — **дроблення**. З часом утворюється **бластула** — зародок, що нагадує бульбашку (на *рис. 46.1* її зображено цілою та в розрізі).

Під час гастрюляції один бік бластули ввертається всередину й утворюється **гаструла**. У ній можна вирізнити зовнішній (на *рис. 46.1* — блакитний) та внутрішній (на *рис. 46.1* — жовтий) зародкові листки. Із гаструли утворюються **двошарові тварини** — такі, як представники типу Кишковопорожнинні.

Третій, проміжний зародковий листок (на *рис. 46.1* — червоний), виникає в тришарових тварин. Їх поділяють на дві групи. У **первинноротих** (черви, членистоногі, молюски та ін.) рот розташований із того самого боку, що й первинний рот гаструли. У **вторинноротих** (до яких належать хордові й деякі інші групи) із того боку, де в гаструли був розташований первинний рот, розвивається анальний отвір.



■ **2. Прямий і непрямий розвиток.** Розвиток особини, сукупність її перетворень у житті від народження до смерті називається **онтогенезом**.

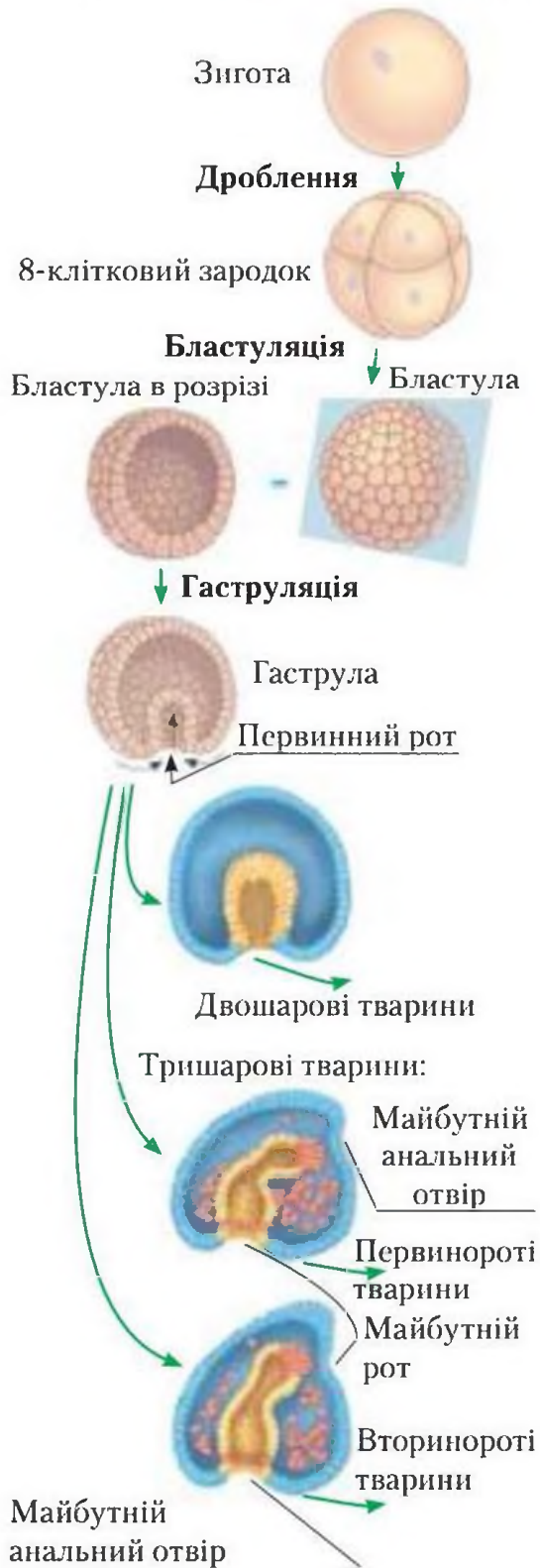


Рис. 46.1. Перші етапи розвитку трьох головних груп тварин (зверху вниз)

Онтогенез поділяють на дві частини: **зародкову** (ембріональну), що відбувається в яйцевих оболонках або в материнському організмі, і **післязародкову** (постембріональну).

Післязародковий розвиток може бути **непрямим** (початися з личинкового етапу) або **прямим** (без утворення личинки). У багатьох групах тварин є представники як із непрямим, так і з прямим розвитком (рис. 46.2). Наприклад, для морських кишковопорожнинних характерним є непрямий розвиток із плаваючою личинкою. У життєвому циклі аурелії така личинка є наслідком статевого розмноження медуз (рис. 7.3, с. 30). Але в прісноводній гідри стадія личинки зникає, і розвиток стає прямим. Личинки є в морських черевоногих молюсків (рис. 15.6, с. 60) і відсутні в їхніх наземних і прісноводних представників.

Ви вже знаєте, що розвиток комах (рис. 14.2, 14.3, с. 56) відбувається з повним або з неповним перетворенням (рис. 46.3). Це два різні варіанти непрямого розвитку.

Після перетворення (у разі непрямого розвитку) або народження (у разі прямого розвитку) виникає особина кінцевої стадії. У багатьох комах вона зразу здатна до статевого розмноження. У хребетних тварин кінцева стадія поділяється на два етапи: **незрілості** (ювенільний) і **статевої зрілості**. Зрозуміло, що розмноження відбувається саме на останньому етапі.





Рис. 46.2. Порівняння етапів онтогенезу амфібій і рептилій

У порівняно небагатьох видів, до яких належить і людина, є ще один етап кінцевої стадії: **старість**. Стара особина перестає брати участь у розмноженні. У більшості інших видів зріла особина має здатність розмножуватися до самої смерті.

Хоча механізми **регенерації**, тобто відтворення втрачених частин тіла (рис. 6.2, с. 25), є дещо подібними до механізмів нормального розвитку, до повноцінної регенерації здатні лише нечисленні види.

■ 3. Спосіб відтворення потомства.

Ви вже знаєте, що внутрішнє запліднення відкриває можливість затримати потомство в материнському організмі. Тварини з внутрішнім заплідненням можуть бути **яйцекладними**, **яйцезивородними** та **живородними**. Тварини, які відкладають яйця, різняться залежно від того, скільки часу яйце перебуває в тілі матері. Так, розвиток яйця птахів починається вже після того, як його знесе мати. Річ у тому, що яйця птахів дуже великі, і якщо вони затримуються в тілі самки, їй буде важко літати. На відміну від птахів, багато рептилій відкладає яйця, які пройшли частину розвитку в тілі матері (рис. 46.4, с. 184).

Наступним кроком еволюції стає **яйцезивородіння**. Зародок, що перебуває



Рис. 46.3. Порівняння непрямого розвитку комах із неповним і повним перетворенням



Рис. 46.4. Болотяна черепаха підтримує ногою яйця, які відкладає в пісок

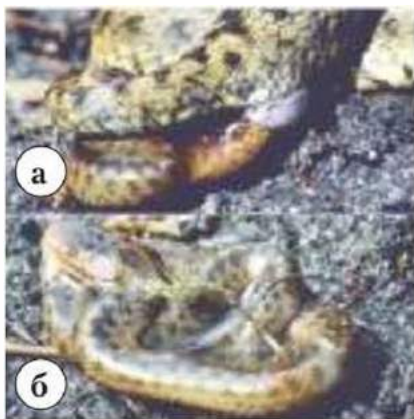


Рис. 46.5. Яйцезивородіння у гадюки (а). Молода особина з'являється на світ у плівці, що є видозміненими яйцевими оболонками (б).

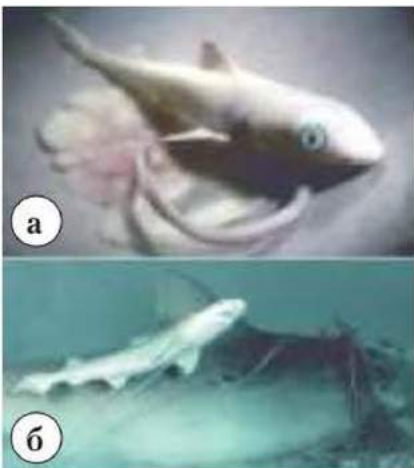


Рис. 46.6. Живородіння в акули: зародок у тілі матері, що зв'язаний із плацентою (а); поява молоді особини на світ (б)

в яйцевих оболонках, розвивається при цьому в тілі матері (рис. 46.5). При справжньому **живородінні** зародок вільний від яйцевих оболонок і зв'язаний із матір'ю за допомогою плаценти (рис. 28.8, с. 113; 46.6).

■ **4. Тривалість життя.** Співвідношення різних етапів онтогенезу, як і його тривалість, буває дуже різною. Максимальна зареєстрована тривалість життя ценорабдітиса — 20 діб, гренландського кита — понад 200 років, а двостулкового молюска арктики ісландської (рис. 46.7) — понад 500 років! Максимальна зареєстрована тривалість життя людини становить 122 роки. Багато це чи мало — залежить від того, як саме прожити ці роки.

■ Відмінність між головними групами тварин тісно пов'язана з відмінностями їхнього зародкового розвитку. Онтогенез (сукупність етапів життя) у різних видів складається з різних стадій і має дуже різну тривалість. Післязародковий розвиток може бути непрямим (зі стадією личинки) або прямим. Види з внутрішнім заплідненням поділяють на: яйцекладні, яйцезивородні та живородні.

■ Дроблення; бластула; гастрюла; двошаровий й тришаровий (первиннороті й вториннороті) тварини; зародковий і післязародковий, непрямий і прямий розвиток; яйцекладність, яйцезивородіння, живородіння.

■ 1. Опишіть початкові етапи зародкового розвитку двошарових і тришарових тварин.

2. Як відмінність між двома типами розвитку, що показана на рисунку 46.2, пов'язана з опануванням рептиліями суходолу?

3. Опишіть спосіб розмноження й розвитку людини із застосуванням понять цього й попереднього параграфів.

4*. Уявіть, що вченим удалося встановити механізми регенерації, які забезпечують розвиток утраченої частини тіла, подібний до нормального розвитку цієї частини. До яких змін у медицині може привести таке відкриття?



■ **5. Перебудови розвитку.** Аксолотлів (водних тварин із добре розвиненими зовнішніми зябрами) та амбістом (наземних істот, які нагадують саламандр) свого часу описали як різні родини південно-американських хвостатих амфібій (рис. 46.8). Аксолотлів розводили в акваріумах, де вони добре розмножувались. Та в середині XIX ст. аксолотлі, що жили в басейні Паризького ботанічного саду, раптом пройшли перетворення й виявилися амбістомами! З'ясувалося, що в аксолотлів статева система дозріває раніше від інших систем тіла й вони здатні розмножуватися, залишаючись личинками. Це явище дістало назву **неотенія**. За певних умов аксолотлі проходять перетворення та стають амбістомами.

Неотенія є прикладом перетворень організмів, які є наслідками змін швидкостей різних процесів під час індивідуального розвитку. Чим відрізняється череп людини від черепів наших найближчих родичів? Наш мозковий череп (див. § 39, п. 3) збільшений, а лицевий — зменшений. Частини черепа людини та шимпанзе розвиваються з різною швидкістю. У шимпанзе спочатку швидко росте мозковий череп, а пізніше його випереджає лицевий (рис. 46.9). Але цей етап розвитку нами втрачено. Людина ніби «застрягла» на етапі швидкого зростання мозкового черепа, а етап прискореного зростання лицевого черепа в неї не відбувається ніколи.



Рис. 46.7. Такий вигляд має найстаріша відома науці тварина



Рис. 46.8. Аксолотль (а) та амбістома (б)

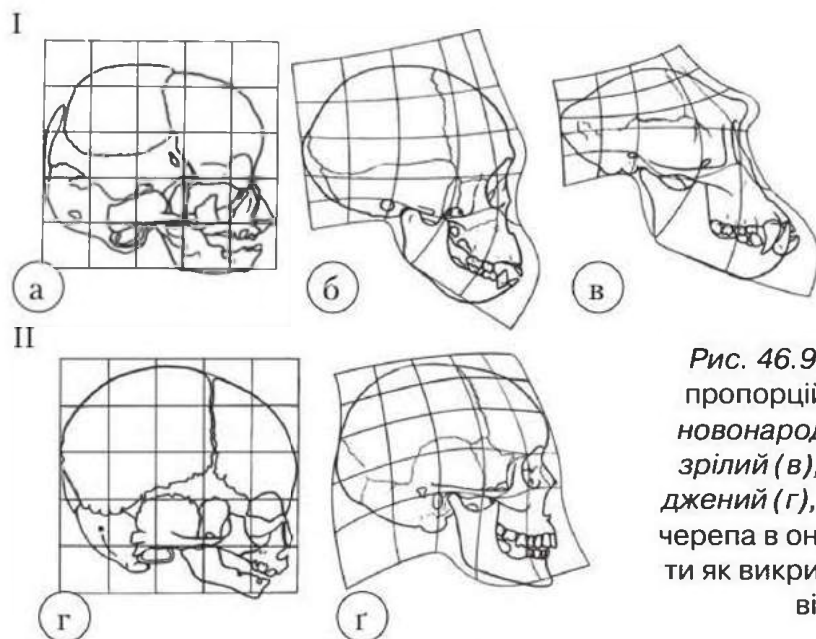


Рис. 46.9. Зміни під час розвитку пропорцій черепа: I — шимпанзе: новонароджений (а), молодий (б), зрілий (в); II — людини: новонароджений (г), зрілий (г). Перетворення черепа в онтогенезі можна розглядати як викривлення простору, у якому він розвивається.



Тема 3 ПОВЕДІНКА ТВАРИН

§ 47. Що таке поведінка?

Перш ніж сформулювати визначення поняття «поведінка тварин», розглянемо три дуже різні приклади.

■ **1. Перший приклад: пустельні мокриці.** У Північній Африці, зокрема в пустелі Сахара, й на Близькому Сході живуть мокриці Реомюра (названі на честь французького фізика Рене Реомюра). *Мокриці – ракоподібні, що дихають зябрами. Як же вони можуть жити в пустелі?*



Рис. 47.1. Пара мокриць Реомюра біля їхньої нірки



Рис. 47.2. Нірка «закоркована» тілом мокриці

Навесні, коли ґрунт вологий, мокриці риють нірки. Для них це важка робота, адже спеціальних пристосувань для риття в цих тварин немає. У нірці живе пара мокриць (рис. 47.1). Коли один партнер шукає їжу, інший закриває вхід своїм тілом (рис. 47.2). Це допомагає підтримувати в нірці вологість, за якої можна дихати зябрами. Коли мокриця повертається, вона стукає по партнеру вусиками, той упізнає її за запахом і впускає до нірки. Пара виводить від 50 до 100 дитинчат і певний час годує їх у нірці. Молодняк залишає батьківську домівку навесні, коли можна вирити нові схованки.

Мокриці Реомюра майже не пристосовані за своєю будовою до життя в пустелі. І водночас це один із найчисельніших видів, поширених у Сахарі! *Поміркуйте, завдяки чому.*



■ **2. Другий приклад: пронурок.** У Карпатах мешкає птах розміром зі шпака, якого іноді можна побачити і в інших частинах України. Це пронурок. Живе він біля струмків і невеликих річок зі стрімкою течією. Їжу знаходить під водою. Пронурок забігає під воду (рис. 47.3), тримаючи крила напіврозкритими, щоб потік притискував його до дна. Він біжить проти течії, збираючи ракоподібних, молюсків і комах (рис. 47.4). Через певний час (пронурок за 50 с може пробігти дном до 25 м) він складає крила, і вода викидає його на поверхню. На відміну від інших напівводних птахів, пронурок не має яскраво виражених особливостей у своїй будові, що дають йому змогу вести такий спосіб життя.

■ **3. Третій приклад: людина розумна.** Наш вид виник у Африці. Він має добре розвинену опорно-рухову систему. Це єдиний вид, представники якого можуть пробігти десять кілометрів, пропливти два, а після цього залізти на дерево.

Наш вид поширений майже скрізь. У Африці існували племена, що пристосувалися полювати на слонів, а на Чукотці й Алясці місцеві жителі полюють на тюленів і китів. На схилах біля високогірного озера Тітікака, що в Південній Америці, на висоті понад 3 км, люди пристосувалися вирощувати кукурудзу. Однак у будові людського тіла немає пристосувань, подібних до тих, що мали шаблезубі кішки, які свого часу полювали на слонів (рис. 47.5). У людей відсутні пристосування, за допомогою яких, наприклад, білі ведмеді полюють на тюленів (рис. 30.5, с. 119). А створювати плантації рослин на схилах гір не зміг жоден вид, крім нашого.

■ **4. Поведінка як шлях пристосувань.** У всіх трьох наведених прикладах пристосування пов'язані з поведінкою — способом дії, що є характерним для особи того чи іншого виду. Пристосуватися до певного способу життя в певних умовах можна не тільки завдяки особливій будові тіла (анатомії) або особливостям життєвих

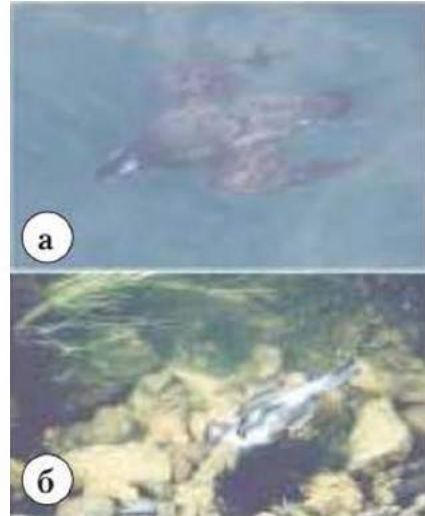


Рис. 47.3. Пронурок під водою (фото згори, а та збоку, б)



Рис. 47.4. Є здобич!



Рис. 47.5. Щоб полювати на слонів, давні шаблезубі кішки мали величезні ікла. Африканські тубільці, що полюють на слонів, використовують списи



процесів (фізіології), а й завдяки поведінці. Саме завдяки пристосувальній поведінці мокриці Реомюра можуть дихати зябрами в пустелі, а пронурок — збирати безхребетних під водою. Звісно, і в наведених прикладах поведінка може забезпечити пристосування лише за певної анатомії та фізіології. Особливо важливо те, що для забезпечення певної поведінки тварина повинна мати відповідну будову нервової системи.

Мокрицям Реомюра й пронурку властиві певні способи дій. На відміну від них, людина демонструє найрізноманітніші способи поведінки в різних умовах. Як ви дізнаєтеся далі, це пов'язано з тим, що поведінка людини зумовлюється особливим механізмом.

■ **5. Визначення поняття «поведінка».** Поведінка — це спосіб взаємодії особини із середовищем. Інколи — це реакція (відповідь) на якісь зовнішні події. Якщо доторкнутися до гідри, вона зіщулиться в грудочку. Якщо одна мокриця Реомюра постукає вусиками по іншій, яка закриває вхід у нірку, та розвернеться й перевірить запах «гостя». У деяких випадках певні дії спричиняються внутрішніми процесами. Пронурок може вирушити під воду й тоді, коли його голодні пташенята просять їсти, і тоді, коли він зголоднів сам.

Будь-який організм існує в навколишньому середовищі й підтримує своє внутрішнє середовище. Поведінка тварини спрямована назовні, а причина її може бути як зовнішньою, так і внутрішньою. Сигнали, що можуть спричинити зміни в поведінці, називають *подразниками*.

Отже, *поведінка* — це дії організму, що спрямовані на навколишнє середовище та є відповіддю на зовнішні або внутрішні подразники.

■ Пристосування до певного способу життя в певному середовищі залежить не тільки від будови та функцій тварин, а й від їхньої поведінки. Поведінка — це дії організму, що спрямовані на зовнішнє середовище та є відповіддю на зовнішні або внутрішні подразники.

■ Подразник; поведінка.

■ 1. Що таке поведінка? Наведіть приклади поведінки тварин.



Рис. 47.6.

2. Порівняйте пристосування до полювання людини та представників ряду Хижі.

3. Що зображено на *рисунку 47.6*? Які подразники спричинили таку поведінку?

4*. Поміркуйте, які особливості анатомії (будови) та фізіології (функціонування) мокриці Реомюра, пронурка та людини забезпечують можливість їхньої поведінки, що описана в параграфі.



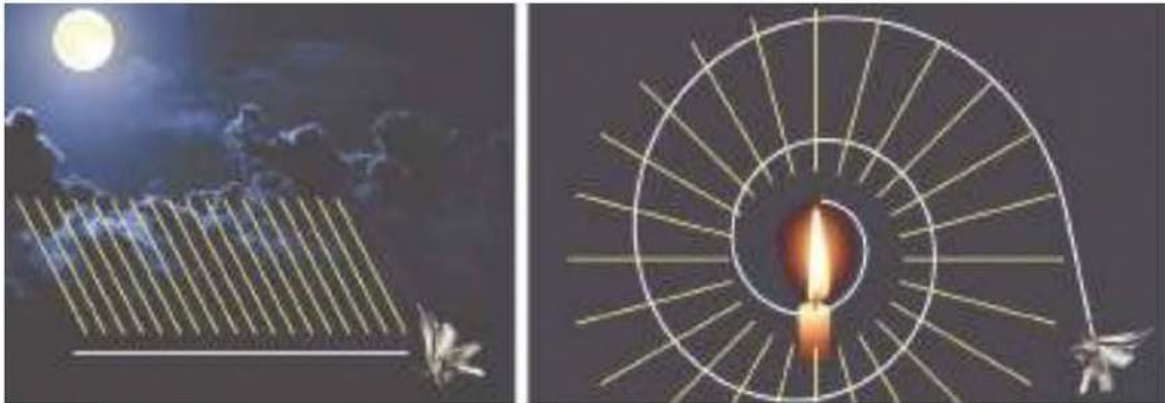


Рис. 47.7. Траєкторія польоту нічного метелика, який орієнтується (зліва направо) на природне (місячне) і штучне (свічка) джерела світла

5*. Ви йдете вулицею та бачите голубів, які щось збирають на дорозі. Наведіть приклади подразників, на які ці птахи можуть зреагувати, та вкажіть, якою буде їхня поведінка.

■ **6. Шкідлива поведінка.** Ми з'ясували, що поведінка є способом пристосування до навколишнього середовища. Чи завжди поведінка є корисною? На жаль, ні. Розглянемо приклад. Нічні метелики вночі летять на джерело світла. Якщо таке джерело є відкритим полум'ям, метелики можуть навіть загинути. Чому ж вони так роблять?

У той час, коли формувалася поведінка метеликів, уночі не було інших джерел світла, крім Місяця та зірок. Щоб не блукати в темряві, метелики пристосувалися підтримувати певний кут між напрямом польоту та променями світла. Промені від Місяця є майже паралельними, адже він розташований дуже далеко. А ось промені від штучного джерела світла розходяться в різні боки. Комаха повертає, щоб підтримувати певний кут до них (рис. 47.7) і потрапляє в полум'я. Така поведінка є пристосувальною й корисною в природних умовах, а в штучно змінених — виявляється згубною.

■ **7. Поведінка як видова ознака.** Поведінка, разом з особливостями будови та фізіології, належить до числа важливих ознак видів. Близькі види тварин можуть відрізнитися за особливостями своєї поведінки. Наприклад, вам відомо, що близькі види риб, які застосовують електричні сигнали, щоб орієнтуватися в каламутній воді, відрізняються за характером цих сигналів (рис. 42.10, с. 170). Близькі види безхвостих амфібій відрізняються за особливостями своїх пісень (рис. 47.8). Шлюбна пісня самця — важливий подразник для самки. Закономірно, що слух самок є більш чутливим саме до тих звукових частот, які використовують самці їхніх видів.



Рис. 47.8. Це — самець ропухи, який кличе самку. Його спів — дрібна трель, що відбилася на поверхні води



§ 48. Вивчення поведінки тварин



Рис. 48.1. Черв'яку щось перешкодило затягти листки під землю, але можна помітити, що він тягнув їх за верхівки



Рис. 48.2. За який край дощовий черв'як затягуватиме цей листок під землю? А за який — вирізану з нього фігуру, що показана пунктиром?



Рис. 48.3. Черв'яка збили з пантелику тим, що нанесли на черешок листка речовини з верхівки

■ 1. Чи здатний дощовий черв'як до передбачення? Як можна дізнатися, чому тварини демонструють ту чи іншу поведінку? Це досить складне завдання. Припущення, що першими спадають на думку спостерігачеві, зазвичай виявляються хибними. Хтось, хто побачить пристосувальну поведінку, вирішить, що вона свідчить про «розум тварин». Інший розглядатиме всіх тварин як запрограмовані механізми. Набагато складніше встановити, як це відбувається насправді.

Розглянемо приклад. Дощові черв'яки затягують у свої підземні ходи опале листя. *За який край дощовий черв'як затягуватиме цілий листок та вирізану з нього фігуру?* Спостереження показують, що черв'яки тягнуть листя за верхівку, а не за черешки (рис. 48.1). Листок, який тягнуть за верхівку, згорнеться трубною; якщо його тягнути за черешок, він застрягне. Чи може черв'як заздалегідь уявити, як простіше тягнути листок?

Виріжемо з листка фігуру за пунктиром (рис. 48.2) і спостерігатимемо, як черв'як буде її тягнути. Він ухопиться за несправжній «черешок», що розташований ближче до верхівки справжнього листка! Можна зробити висновок про те, що черв'як нездатний до передбачення. А чому він тягне справжнє листя за верхівки? Можливо, орієнтується за якоюсь речовиною?

Розчинником можна вимити речовини з верхівки листка та з черешка. Якщо потім вимочити черешок у речовині з верхівки, а верхівку — у речовині з черешка, черв'як буде тягнути за черешок (рис. 48.3). Соломину він завжди тягнучиме за кінець, змочений речовинами верхівки. Залишилося встановити, які саме речовини діють на черв'яка.



■ **2. Що запам'ятовують оси?** Існують поодинокі (тобто такі, що живуть поодинокі) оси, яких називають *дорожніми*. Вони полюють на павуків. Павук — небезпечна жертва: його отруйний укусу уб'є будь-яку комаху. Однак дорожні оси спроможні наносити павукам точні уколи жалом, випереджаючи укуси своїх жертв (рис. 48.4). Павуки — їжа для личинок оси. Спійманого павука комаху відносить до нірки й відкладає на нього яйце, з якого вийде личинка. Якщо оса вб'є павука, він зіпсується до того, як ним зможе житися личинка. Тому оси лише паралізують свою жертву, позбавляючи її здатності до опору. Личинка буде поступово поїдати ще живого павука...

У стрімкій сутичці оса влучає жалом саме в нервові центри павука. Чи навчаються оси полювати на павуків? Як це не дивно, ні. Оса, що тільки-но вивелася з лялечки, ніколи не зустрінеться зі своєю матір'ю, але вже має всі необхідні вміння. Викопування нірки, пошуки павука, його знерухомлення тощо є вродженою поведінкою оси.

Однак є речі, яким оси можуть навчитися. Розглянемо експеримент з вивчення того, як оса запам'ятовує місцезнаходження своєї нірки (рис. 48.5). Існують оси, які закладають в одну нірку кілька жертв. Їм треба вилітати на полювання й повертатися до схованки. Як вони її знаходять? Запам'ятовують розташування предметів біля своєї схованки. Якщо оточити нірку колом із шишок, оса запам'ятає цю ознаку (1). При переміщенні кола вбік тварина шукатиме нірку в його центрі, а не там, де вона міститься насправді (2). Якщо ж оса побачить перед собою коло з камінців і трикутник із шишок, вона шукатиме нірку саме в колі (3)! Це свідчить про те, що для оси важливішим є розташування навколишніх предметів, а не їх особливості.



Рис. 48.4. Дорожня оса нападає на павука



Рис. 48.5. Схема експерименту з вивчення поведінки оси



■ **3. Від спостережень — до експериментів.** Розглянуті приклади вивчення поведінки допомагають зрозуміти, як у типовому випадку відбувається дослідження. Усе починається зі *спостережень*. У наших прикладах спостерігалася поведінка черв'яків та ос. За результатами спостережень можуть виникнути певні запитання. Як черв'як визначає, за який кінець листка тягнути? Як оса вчиться полювати на павуків? Як оса запам'ятовує місцезрештування своєї нірки?

Пояснити результати спостережень допомагають *припущення* (гіпотези). Можливо, черв'як досліджує форму листка та враховує, як той буде входити в нірку. Можливо, він просто орієнтується завдяки хімічному чуттю. Можливо, оса має навчитися знерухомлювати павука (чи переймає це вміння у своєї матері). Можливо, її поведінка є вродженою. Можливо, оса відчуває, де розташована її нірка, за запахом, магнітним полем чи якимось іншим. Можливо, вона запам'ятовує предмети, що оточують нірку. У разі, якщо правильним є останнє припущення, для осі може бути вирішальним характер оточуючих предметів, а можливо, їх розташування.

Щоб перевірити ці припущення, найчастіше доводиться проводити *експеримент*: втручатися в природні процеси. Якщо припущення, що перевірялося експериментом, не підтвердилося, треба висувати й перевіряти інші гіпотези.

У розглянутих прикладах можна помітити одну дуже важливу обставину: щоб керувати певним процесом, треба розуміти його механізми! Так, розуміючи механізми поведінки, дослідники змогли керувати тим, як тягне листок черв'як, і тим, де шукає нірку оса.

■ Щоб установити причини певної поведінки тварин, необхідні дослідження. Їх загальна схема є такою: завдяки спостереженням виникає певне запитання; відповіддю на нього стає якимсь припущення; для перевірки припущення виконують експерименти. Якщо припущення не підтверджується, потрібно робити й перевіряти нові припущення.

■ *Спостереження; припущення; експеримент.*

1. Чим відрізняється експеримент від спостереження?
2. Навіщо вивчати поведінку тварин?
3. Чому осі доводиться запам'ятовувати розташування предметів навколо її нірки?
4. Поясніть, як описані в параграфі експерименти допомагали робити вибір між припущеннями, зазначеними в пункті 3?
- 5*. Як дізнатися, папуга, який навчився розмовляти, уживає слова випадково чи він установлює зв'язки між словами та їх значеннями?



■ **4. Не вір очам своїм!** Іноді речі, що здаються очевидними, виявляються не такими, як здавалося. Наприклад, усі голуб'ятники (крім тих, хто читає підручники з поведінки тварин) упевнені: пташенята голуба певний час учаться літати. Вони сидять на краю гнізда й розмахують крилами. Через деякий час починають пурхати, а потім — літати більш упевнено. Хіба будь-яка людина, що бачила таку поведінку на власні очі, буде сумніватися в тому, що молоді птахи вчаться польоту?

Утім, дослідники перевірили це очевидне припущення. Пташенят голуба вирощували в керамічній трубці, такій вузькій, що вони навіть не могли розправити крила, і випустили лише тоді, коли їхні однолітки «навчилися» літати. Як не дивно, пташенята, що ніколи не розправляли крила, полетіли настільки ж упевнено. Те, що спостерігачу здається навчанням, насправді є проявом поступового дозрівання опорно-рухового апарату голуба. Пташенята мають вроджене вміння літати!

■ **5. Чи можуть тварини уявити рух, який не бачать?** У параграфі наведено приклади експериментів у природному середовищі. Але корисними є й лабораторні експерименти. Розглянемо дослід, завдяки яким можна встановити, чи має тварина здатність уявляти рух об'єктів, які вона не може бачити, але побачила частину їх шляху (це має назву *екстраполяція* — припущення, яким має бути продовження процесу, що спостерігався лише частково). Один із варіантів дослідження такої здатності — «експеримент із ширмою».

Через отвір у ширмі тварина може дотягнутися до годівниці, але не може пройти сама. Тварина починає їсти, і в цей момент годівниця зрушується вбік. Аби її положення неможливо було встановити на слух, інша, порожня годівниця, рушить у протилежному напрямі. Потім годівниці зникають за перегородками...

З якого боку тварина обходитиме ширму (рис. 48.6)? Різні види тварин вирішують це завдання по-різному. Одні обходять ширму у випадковому напрямі або в тому, у якому їм колись пощастило знайти їжу. Інші обирають саме той напрям, у якому рухалася годівниця. Повторюючи дослідження, можна обирати напрям руху випадково; якщо тварина щоразу буде йти в потрібному напрямі, це свідчитиме про її здатність екстраполювати рух.

До екстраполювання не здатні риби, амфібії, значна кількість птахів і деякі ссавці (їжаки).

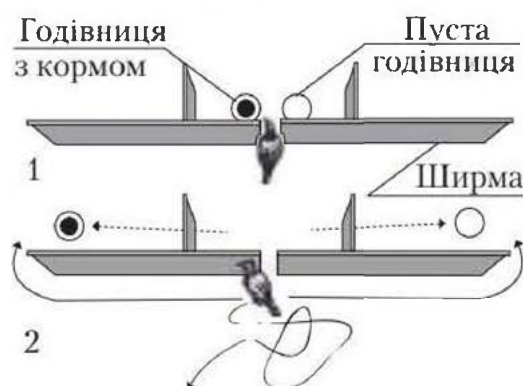


Рис. 48.6. Схема дослід з ширмою на здатність екстраполювати рух

§ 49. Вроджена й набута поведінка



Рис. 49.1. Малюнок з роботи Рене Декарта (XVII ст.), що ілюструє поняття рефлекса на прикладі відсмикування кінцівки від вогню



Рис. 49.2. Якщо легенько стукнути по коліну, нога випрямиться. Це — простий рефлекс



Рис. 49.3. Ця чапля від народження «знає», як збирати гілки для гнізда. Його будівництво — приклад інстинктивної поведінки

■ **1. Прості рефлекси.** Ви вже зрозуміли, що поведінку тварин можуть забезпечувати різні механізми. Є форми поведінки, яким не треба вчитися, вони є вродженими, а є й такі, що формуються лише завдяки досвіду особини. Поведінка простих тварин забезпечується лише простими механізмами; у складних тварин діють її прості й складні механізми. Простежимо поступове ускладнення поведінки тварин.

У відповідь на торкання гідра зіщулюється в грудочку. Для цього їй навіть не потрібні нервові центри. Кожна нервова клітина у відповідь на подразник видає команду, на яку запрограмована: скорочення мускульних відростків клітин. Така реакція є прикладом **простого рефлексу** (від латин. відбиття): є певний подразник — і є реакція організму (рис. 43.2, с. 172).

Уперше зрозумів, що поведінка тварин і людини відбиває подразники навколишнього середовища (рис. 49.1), французький учений **Рене Декарт**. Він порівнював тварин з автоматами, що бездумно відповідають на подразники. Певний автоматизм у поведінці існує, але він стосується лише простих рефлексів. Відсмикування кінцівки від горячого або колінний рефлекс (рис. 49.2) є прикладами простих рефлексів у людини.

■ **2. Інстинкти.** Ви пам'ятаєте, що дорожня оса (рис. 48.4) народжується готовою шукати й знерухомлювати павуків? Так само мокриця Реомюра народжується готовою будувати нірку (рис. 47.1, с. 186), пронурок — бігати дном струмка (рис. 47.3, с. 187), дощовий черв'як — затягувати лис-



тя під землю (рис. 48.3), а птахи — будувати гнізда (рис. 49.3), висиджувати яйця й годувати пташенят (рис. 26.6, с. 104). Такі складні послідовності дій, що запускаються певним характерним подразником, називаються **інстинктами**. Послідовностям інстинктивних дій не треба вчитися: вони запрограмовані у зв'язках нервових клітин і є характерними для кожного виду. Інстинкти виду — це його набір поведінкових «інструментів» (послідовностей дій), що мають вирішувати типові для цього виду завдання.

■ **3. Набута поведінка.** Здатність гідри зіщулюватися, коли до неї торкається хижак, є дуже корисною. А якщо до гідри раз у раз торкатимуться водорості, які колише течія? Після певної кількості повторень гідра вже не буде на це реагувати. Отже, її поведінка залежить від певних умов, зокрема від її попереднього досвіду. Така поведінка є прикладом **звикання**.

Згадайте експеримент, у якому перевірялося, як оса знаходить нірку. Вона не могла народитися з таким умінням. Його можна отримати лише внаслідок засвоєння особистого досвіду. Оса народжується здатною запам'ятовувати те, що є для неї важливим: положення нірки. Це приклад **запам'ятовування**.

Один із засновників науки про вроджені механізми поведінки тварин (етології) австрійський учений **Конрад Лоренц** установив, як саме гусенята вчаться впізнавати матір. Пташеня, що вилупилося з яйця, запам'ятовує перший рухомий об'єкт, який побачить, як свою матір. Після цього воно буде слідувати за ним, як на землі, так і у воді. Учений показав силу цього механізму поведінки, коли привчив гусенят слідувати за собою (рис. 49.4).

Зголоднілі акваріумні або ставкові риби, які побачили, що до них підходить людина з кормом, попливуть до того місця, куди їм зазвичай кидають їжу (рис. 49.5). Це приклад **умовного рефлексу**, тобто встановлення **асоціації** (зв'язку) між двома подразниками (підійшла людина; з'явилася їжа). Завдяки цьому тварина починає реагувати на



Рис. 49.4. Конрад Лоренц з гусенятами, що сприймають його за матір. Це — приклад особливої форми запам'ятовування (імпринтинга)



Рис. 49.5. Кої (декоративні коропи) зібралися в тому місці, де їх годують. Це — приклад умовного рефлексу





Рис. 49.6. Приклад утворення умовного рефлексу в собаки: реакцією на їжу є виділення слини; годування собаки супроводжують дзвінком; слина в експериментальній тварині починає виділятися на цей звук



Рис. 49.7. Якщо це дитинча буде сумлінно вчитися, з часом воно зможе колоти горіхи, як його мати

подразник, який вона асоціювала з певними наслідками. Ще один приклад умовного рефлексу показаний на *рисунку 49.6*.

■ **4. Культура.** І тепер — найскладніший приклад. У деяких популяціях шимпанзе поширена здатність застосовувати каміння, щоб розбивати горіхи. Мавпи кладуть горіх на плоский камінь («ковадло») та б'ють зверху по горіху

іншим каменем. Іноді під ковадло доводиться підкладати дрібні камінці, щоб його поверхня розташовувалася горизонтально.

Для шимпанзе — це складна поведінка. Щоб її засвоїти, мавпі треба спостерігати, як розбивають горіхи інші особини. Якщо молодий шимпанзе не засвоїв цю технологію до п'ятирічного віку, він уже не зможе навчитися цій справі ніколи (*рис. 49.7*). Засвоєння такої форми поведінки є прикладом **культурного спадкування**. Не дивуйтеся: у певних (відносно небагатьох) тварин є **культура**, тобто сукупність поведінкових ознак, що передаються від однієї особини до іншої шляхом навчання.

І звикання, і запам'ятовування, і умовний рефлекс, і культурне спадкування — усе це різні форми набутої поведінки. **Набута поведінка** — поява певних форм поведінки в окремої тварини, що пов'язана з отриманим нею досвідом. Але механізми форм набутої поведінки дуже різні. У наведених прикладах гідра звикає до повторюваного подразника, а шимпанзе успадковує цінні форми поведінки від інших особин (батьків).

- Поведінку тварин може забезпечувати низка механізмів. Її можна розділити на дві групи: уроджена та набута поведінка. Формами вродженої поведінки є простий рефлекс (автоматична відповідь на подразник) та інстинкт (уроджена послідовність дій, що запускається певним подразником). Формами набутої поведінки є звикання, запам'ятовування, умовний рефлекс, культурне спадкування тощо.



■ Уроджена й набута поведінка; простий рефлекс; інстинкт; звикання, запам'ятовування; умовний рефлекс; культурне спадкування; культура.

1. Які механізми забезпечують відносно просту поведінку, а які — складну?
2. Малята плацентарних ссавців народжуються з умінням шукати сосок і смоктати його. Який механізм забезпечує цю поведінку?
3. Наведіть приклади умовних рефлексів у тварин.
- 4*. Знайдіть у своїй поведінці прояви механізмів, про які йшлося в параграфі, і спробуйте їх пояснити.

■ **5. Культурне спадкування в птахів.** У птахів зареєстровано чимало проявів культурного спадкування. У багатьох видів співочих горобцеподібних птахів саме так успадковується характерний спів. Пташенята народжуються готовими запам'ятати ту пісню, яку буде виконувати біля гнізда їхній батько. Коли вони стануть дорослими, самці навчаться виконувати таку пісню, а самки — шукати самців, які співатимуть саме так.

Ось що писав Ніко Тінберген, один зі засновників етології, що отримав Нобелівську премію разом зі Конрадом Лоренцом: «Один мій колега... провів дивовижний експеримент із снігуром. Молодого самця вигодувала самка канарки. Виховуючись в оточенні птахів іншого виду, цей снігур настільки точно сприйняв їхню пісню, що його спів нічим не відрізнявся від співу канарок. Пізніше цей самець разом із самкою свого виду виростив виводок молодих снігурів, серед яких було два самці... Одного з них відвезли в інше місце. Там до нього підсадили самку його ж виду. Минуло два роки, й одного з нащадків цієї пари, самця, повернули моєму колезі... Виявилось, що цей онук нашого першого снігура досконало імітував пісню канарки, якій його дід навчився чотири роки тому».

Наведемо ще один приклад. У Великій Британії існувала така традиція. Уранці молочники об'їжджали будинки своїх клієнтів, залишаючи на ґанку пляшки з молоком. Тривалий час усе було добре, а потім почалися неприємності. Господарі, виходячи на ґанок, знаходили пляшку із забрудненим молоком. Кришку з фольги на пляшці роздзьобували синиці, щоб поїсти вершків (рис. 49.8). Спочатку це були поодинокі випадки, але досить швидко вони стали масовими. Така швидкість поширення нової для синиць форми поведінки пов'язана з тим, що птахи вчилися роздзьобувати кришки одна від одної, тобто ця ознака успадковується культурно.

...А британським молочникам довелося оволодіти новими способами пакування молока.



Рис. 49.8. Синиця ласує вершками з пляшки молока



§ 50. Механізми поведінки

■ **1. Що викликає певну поведінку у тварини?** Ви вже знаєте, що найкращим інструментом для вирішення типових завдань є інстинкти. Розглянемо, як вони діють, на прикладі невеликої риби — *колючки триголкової*, що поширена в прісних водах і морських прибережжях України. Колючка триголкова вкрита кістковими пластинами й добре захищена голками, на які перетворилися промені її плавців (рис. 50.1).

Молоді особини цієї риби живуть зграями. Вони спільно шукають скупчення планктонних і донних безхребетних. Якщо хоча б одна риба побачить загрозу, уся зграя сховається на глибині або поміж водоростей. Інстинкти, що працюють у колючки при цьому, стосуються її живлення й захисту від небезпек.



Рис. 50.1. Самець (із червоним черевцем) і самка триголкової колючки



Рис. 50.2. Моделі суперника для самця колючки триголкової. Згадайте, яка модель більшою мірою буде нагадувати самцю колючки суперника

Через рік колючки будуть завдовжки 3,5–5 см і залишать зграю. Кожен самець вибере ділянку на мілководді й побудує там гніздо — купку водоростей, що склеєні слизом. Ця поведінка керується інстинктами, які ще не працюють у молодих риб.

Самець обороняє свою ділянку від інших самців. Він нападе на будь-який невеликий об'єкт, що матиме червоне черевце. Із зображених на *рисунку 50.2* фігур більш сильну реакцію викличе нижня: у неї яскравіше виражене червоне черевце. Самець колючки не розмірковує, він демонструє вроджену реакцію на певний характерний подразник. Такий подразник, що запускає певну поведінкову реакцію, називають **стимулом**.

Стимул, що запускає інстинктивні програми для реакції самця на самку, — це її набухле черевце. Після залицяння самця відбувається нерест і з'являється новий стимул — гніздо з ікрою. Самець охороняє його та рухами плавців забезпечує потік води крізь нього. З ікри з'являються мальки. А це — новий стимул. Майже тиждень самець охороняє мальків, а потім утрачає інтерес до них і до розмноження аж до наступного року.



■ **2. Потреба — мотивація — поведінка.** Ми побачили, що поведінка самця колючки змінюється з часом. Залежно від віку й пори року поведінка риби задовольняє різні її *потреби*. У молодому віці — це потреба в живленні та виживанні, у зрілому — додається ще й потреба в розмноженні. Потреба в живленні зберігається протягом усього життя колючки. Але під час розмноження задовольняється не вона, а інша потреба. Самець не їсть мальків із власного гнізда, тому що його поведінкою керує інша потреба.

Ми впевнилися, що поведінка особини може задовольняти різні її потреби. Причиною цього є те, що поведінкою керує не потреба сама по собі, а *мотивація*, спонукання до певної дії. Наприклад, щоб особина почала їсти, у неї має з'явитися *кормова мотивація*. А з'явиться вона за двох умов: якщо тварина має потребу в їжі (вона зголоділа) і якщо вона отримала певний стимул (побачила їжу). Потреби властиві виду в цілому, але в певний момент можуть бути неактивними.

Мотивація — *активована потреба*. Колючка має потребу в їжі. Якщо на цю потребу буде накладений стимул (наприклад, зовнішній вигляд личинки комара), активується кормова мотивація. Вона запустить інстинктивні дії для захоплення їжі та, можливо, досвід попередніх вдалих і невдалих спроб спіймати таких личинок.

Мотивація — *активована потреба*. Колючка має потребу в їжі. Якщо на цю потребу буде накладений стимул (наприклад, зовнішній вигляд личинки комара), активується кормова мотивація. Вона запустить інстинктивні дії для захоплення їжі та, можливо, досвід попередніх вдалих і невдалих спроб спіймати таких личинок.

Таким чином, поведінку більшості тварин можна описати за допомогою схеми (рис. 50.3). *Поведінка* — це вплив організму на середовище, який забезпечують вроджені й набуті механізми. Вони є наслідком мотивацій, що з'являються завдяки наявності певних потреб і характерних стимулів. Відмінності різних тварин стосуються співвідношення між вродженими й набутими механізмами. Інстинкти й прості рефлекс дають можливість вирішувати типові для виду «завдання». Набута поведінка допомагає забезпечувати більш гнучку поведінку особин.

■ **3. Елементарна розумова діяльність. А як тварини вирішуватимуть завдання, з якими ніколи не стикалися?**

На початку ХХ ст. психолог *Вольфганг Кьблер* проводив широковідомі експерименти з шимпанзе. В одному з них шимпанзе заходить у клітку, де під стелею, вище, ніж можна дотягнутися, висить банан. Ця мавпа ніколи не стикалася з такою проблемою. Вона намагається дотягнутися або дострибнути до їжі, та з часом припиняє спроби. У клітці залишені певні речі, але ні вроджені, ані набуті механізми поведінки



Рис. 50.3. Схема механізмів поведінки більшості тварин



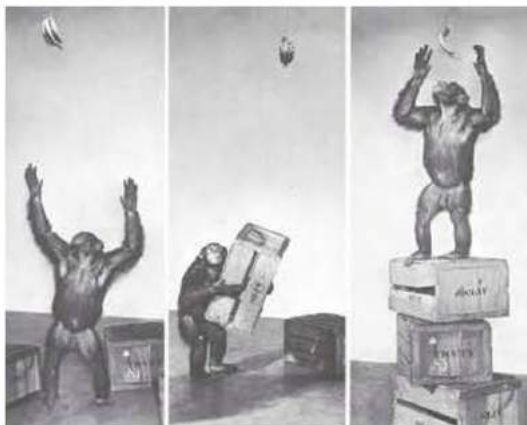


Рис. 50.4. Експеримент В. Кьолера з шимпанзе. Цим світлинам — майже сто років!

не можуть допомогти мавпі отримати їжу. Через деякий час шимпанзе будує піраміду з ящиків, залазить на неї й дістає банан (рис. 50.4)!

До вирішення такого завдання здатні не всі особини. Деякі з них починають робити хаотичні рухи, під час яких іноді випадково вирішують проблему (це має назву способу спроб і помилок). Інші особини відмовляються від спроб вирішити завдання й перестають звертати увагу на банан.

Завдяки чому шимпанзе зміг упоратися із завданням? Спроби й помилки, що допомогли йому впоратися з завданням, виконувалися в його психіці. Можна припустити, що він шукав рішення, застосовуючи уявну модель кімнати, де перебував. Це свідчить про наявність у шимпанзе здібностей, які є основою інтелекту людини. Механізм такої поведінки називають **елементарною розумовою діяльністю**.

До елементарної розумової діяльності здатні нечисленні тварини. Серед них — мавпи, дельфіни, папуги та воронові птахи. Для пояснення поведінки таких тварин недостатньо механізмів, що показані на *рисунку 50.3*. Їхню поведінку забезпечують більш різноманітні механізми (рис. 50.5).

Чим краще в певного виду працюють «вищі» механізми, що зумовлюють поведінку (наприклад, елементарна розумова діяльність), тим менше значення для них мають «нижчі» механізми (прості рефлекси й інстинкти).

Порівняйте поведінку гідри та шимпанзе, і ви зрозумієте, який довгий шлях пройшла еволюція поведінки тварин!

- Робота механізмів, що забезпечують поведінку тварин, залежить від мотивації (внутрішнього спонукання до певної дії). Мотивація виникає за наявності відповідної потреби й у відповідь на характерний стимул. У деяких

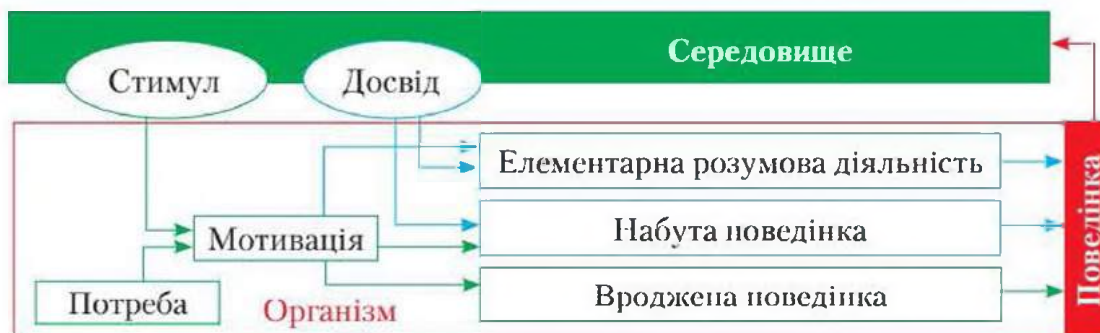


Рис. 50.5. Схема механізмів поведінки тварин, у яких можна зареєструвати прояви елементарної розумової діяльності



найрозвиненіших видів тварин реєструються прояви елементарної розумової діяльності (початкової здатності використовувати уяву про середовище).

■ Стимул; мотивація; потреба; елементарна розумова діяльність.

1. Чи може потреба, що є характерною для виду, у певний момент не відобразитися в мотиваціях особини? Наведіть приклади.
2. Проаналізуйте потреби й мотивації, що зумовлюють поведінку колючки триголкової, описану в параграфі.
- 3*. Згадайте, як відбувається нерест сірої ропухи (рис. 22.1, с. 87). Ви-словте припущення, які механізми забезпечують описану поведінку.
- 4*. Проаналізуйте свій певний поведінковий акт (якусь вашу окрему дію). Які потреби ви задовольняли, яка мотивація була причиною вашої активності?

■ 4. Поведінка людини. Людина — тварина з незвичайною поведінкою. Еволюція наших предків була спрямована на розвиток здатності вирішувати найрізноманітніші завдання. І в людини, і в інших представників родини Гомініди (рис. 30.6, с. 121) більшість інстинктів утрачені (рис. 50.6). У людини залишаються тільки нечисленні прості рефлекси (наприклад, колінний рефлекс, рис. 49.2, с. 194) і найпростіші інстинкти (наприклад, смоктання молока дитинчатами). Певної незалежності набула людська культура. Культурне спадкування відбувається не лише під час взаємодії двох особин; засоби її передачі здатні існувати самі по собі (як-от цей підручник).

Тривають гострі суперечки, якою мірою на поведінку людини впливають уроджені механізми. Якщо інтелект і культурне спадкування витіснили інстинкти, чи можна позбутися біологічної основи поведінки?

Еволюційна психологія — наука про біологічні основи поведінки людини — доводить, що ця основа зберігається й значною мірою впливає на сучасних людей. Наші мотивації лише частково залежать від інтелекту й культури. Як і в інших тварин, важлива частина завдань, які вони ставлять перед інтелектом, є вродженими. Ми далеко не завжди усвідомлюємо, які стимули впливають на нас і активують неусвідомлювані або лише частково усвідомлювані мотивації. Особливо вроджені стимули й мотивації впливають на репродуктивну, батьківську й ієрархічну (відношення влади й покори) поведінку людини.

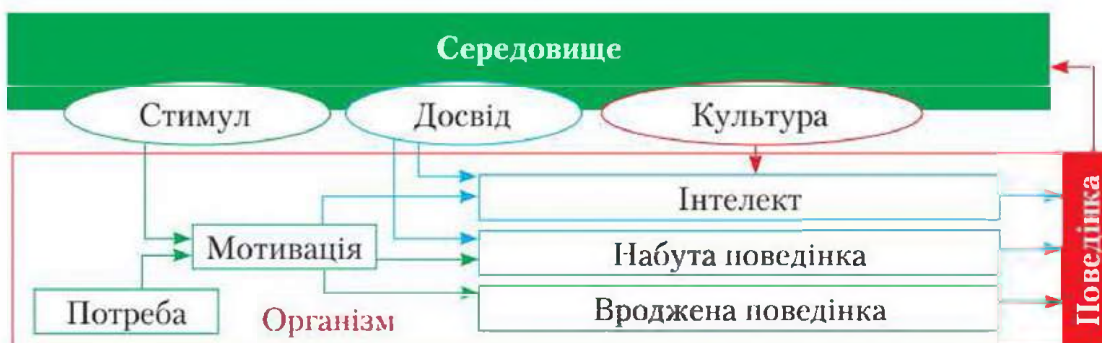


Рис. 50.6. Схема поведінки людини



§ 51. Репродуктивна поведінка

■ **1. Форми поведінки.** Ми встановили, що поведінка тварин зумовлюється їхніми потребами. У певних умовах, на певних етапах життєвого циклу ці потреби активують певну мотивацію, наслідком якої стають відповідні дії (рис. 50.3). Ми порівняли різні приклади поведінки тварин за тими механізмами, що її викликають (інстинкти, умовні рефлекси тощо). Але, крім того, ми можемо порівняти різні прояви поведінки за тим, які потреби вони задовольняють. Наприклад, ми можемо виокремити *харчову, захисну, репродуктивну поведінку* тощо.

Насправді ви вже багато знаєте про ці форми поведінки. Адже особливості живлення тварин згадувалися в §§ 33 і 41, захисту — у § 41, репродукції (розмноження) — у § 45. Але зараз ми розглянемо репродуктивну поведінку більш детально.

■ **2. Пошук партнера.** Спосіб життя різних видів тварин дуже різниться. Є види зі складними взаєминами в групі, а є одинаки, які майже не зустрічаються з родичами. Існують турботливі батьки та види, що зовсім не піклуються про потомство. Однак пошук партнерів для розмноження потребує характерної поведінки в більшості видів.

Рифоутворювальні коралові поліпи — прикріплені тварини. Розростання рифу забезпечується нестатевим розмноженням (брунькуванням). Але як можуть утворитися нові колонії? Поліпи викидають



Рис. 51.1. Розмноження рифоутворювальних коралів



Рис. 51.2. Самець сатурнії великої

яйцеклітини та сперматозоїди в морську воду (рис. 51.1, с. 198). Якщо різні колонії зроблять це не водночас, статеві продукти не зустрінуться й загинуть. Тому коралові поліпи викидають статеві продукти в певний сезон року та в певну фазу Місяця (її вони встановлюють за змінами освітленості).

Рухомі тварини самі шукають партнерів. Зазвичай більш активну роль у цих пошуках відіграють самці. Самка ж лише позначає певним чином своє місцезонашування. Як? Наприклад, за допомогою запаху. У Червону книгу України занесений найбільший нічний метелик Європи — сатурнія велика. Самці цього метелика мають великі гіллясті вусики (рис. 51.2), завдяки яким самець здатний відчутти запах самки свого виду з відстані понад 10 км!



Незвичайним способом приваблювання є світло. Ви, мабуть, бачили світляків? Вони можуть надати нічному лісу казкового вигляду. Світлякові — це родина жуків, проте лише самець має вигляд жука. Самка світляка — безкрила й нагадує личинку. У звичайного світляка світло випромінюють малорухливі самки (рис. 51.3).

Стать, яка приваблює партнера, дуже ризикує. Адже на сигнал може прийти й хижак (рис. 51.4). Тому у видів, у яких самки є достатньо рухливими, найчастіше приваблюють партнерів самці. Усім відомі «співи» коників і сарани, безхвостих амфібій (рис. 47.8, с. 189) та співочих птахів.

Якщо в певній групі тварин самці приваблюють самок співом, пісні близьких видів відрізнятимуться. Це необхідно для того, щоб самки прийшли на поклик самців свого, а не чужого виду. Цікаво, що дослідник, який добре знає співи певної групи, на слух може визначити, які види мешкають у певній місцевості. Фахівець із вивчення птахів (орнітолог) наприкінці весни за кілька хвилин зможе перелічити співочих птахів, які живуть на ділянці лісу. Фахівець із вивчення амфібій (батрахолог) уночі тієї ж пори року встановить перелік безхвостих амфібій, які нерестяться в певній водоймі.

■ **3. Змагання самців.** Що буде, якщо одну самку знайдуть декілька самців? Найчастіше між ними виникне змагання (рис. 14.1, 24.8, 51.5). Такі змагання самців за самок мають назву *шлюбних турнірів*.



Рис. 51.3. Самка (а) і самець (б) звичайного світляка. Завдання самця — знайти самку за світлом, яке вона випромінює.



Рис. 51.4. Самець цієї безхвості амфібії кликав самку, а почув його кажан



Рис. 51.5. Шлюбні турніри: морських ігуан (а), свійських півнів (б) та альпійських козлів (в)





Рис. 51.6. Шлюбні демонстрації: павуків-скакунів (а), гребенястих тритонів (б) і райських птахів (в). Відмінність лише в тому, що перед самкою райського птаха не один самець, а два.



Рис. 51.7. Під час залицяння самець бджолоїдки підносить самці комаху

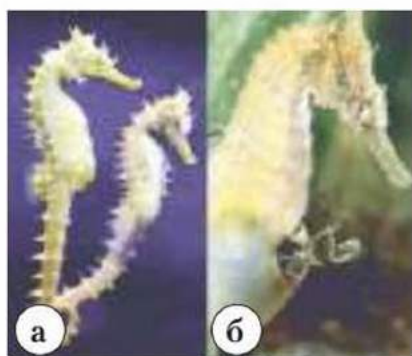


Рис. 51.8. Пара морських коників (а) та вихід молодняка із сумки самця (б)

Чому самці змагаються за самок, а не навпаки? У більшості видів тварин самець може, якщо йому поталанить, залишити набагато більше нащадків, ніж самка. Щоб виробити певну кількість яйцеклітин, треба витратити набагато більше поживних речовин та енергії, ніж на таку саму кількість сперматозоїдів. Сперматозоїди є більш «дешевими». Зазвичай самець за один сезон розмноження може мати потомство з кількома самками, а самка — лише з одним самцем. Через це самки є більш перебірливими, ніж самці. Тож остаточний вибір партнера майже завжди робить самка.

Наслідком такої перебірливості самок є явище **статевого добору**. Самці, які можуть звернути на себе увагу самок, залишають більше нащадків, навіть якщо ці привабливі ознаки заважають їм у повсякденному житті. Саме тому в найрізноманітніших тварин відбуваються **шлюбні демонстрації**, які можуть бути етапом залицяння або частиною шлюбних турнірів (рис. 51.6). У деяких видів самець підтверджує свої якості тим, що вручає самці певний подарунок (рис. 12.4). Найчастіше це привабливий кормовий об'єкт (рис. 51.7).

- **Форми поведінки можна розрізнати за тим, яку потребу вони задовольняють.** Виокремлюють харчову, захисну, репродуктивну поведінку тощо. Репродуктивна поведінка багатьох видів є складною та видовищною. У типовому випадку самці змагаються за самок, привертаючи їхню увагу шлюбними демонстраціями, а іноді влаштовують шлюбні турніри.



■ **Форми поведінки; харчова, захисна, репродуктивна поведінка; статевий добір; шлюбні турніри; шлюбні демонстрації.**

1. Чому в більшості видів самці змагаються за самок, а не навпаки?
2. Опишіть шлюбну поведінку будь-якого відомого вам виду.
- 3*. Є види, у яких самки приваблюють самців запахом і світлом, але немає таких, де самки робили б це співом. Як ви вважаєте, чому?
- 4*. У морських коників самець виношує молодь у виводковій сумці (рис. 51.8). Представники якої статі змагаються в коників за партнера?



Рис. 51.9. Альтанка та її будівник

■ **4. Натхненні митці.** Самці **альтанників** (тропічні птахи ряду Горобцеподібні) будують ритуальні майданчики. Вони прикрашають їх черепашками, камінцями, ягодами й квітками, які час від часу замінюють на нові. Деякі види споруджують на своїх майданчиках альтанки до 50 см заввишки з гілочок або стеблин (рис. 51.9). Самці окремих видів можуть розфарбовувати альтанку соком ягід, використовуючи паличку як пензель. Кожен самець охороняє свій майданчик або альтанку, чекаючи на самку. На майданчику відбуваються шлюбні демонстрації та паркування. Після них самка буде гніздо в іншому місці.

§ 52. Батьківська поведінка

■ **1. Нескінченна черга переможців.** Передусім повідомимо вам дещо про вас і ваших родичів. Бодай одна дитина ваших батьків досягла певного (вашого) віку. У вас є два дідуся й дві бабусі; усі вони успішно залишили нащадків, які теж мають потомство. Те саме можна сказати про всіх чотирьох ваших прадідів і чотирьох прабабок, вісьмох прапрадідів...

Звідки ми це знаємо? Якщо хоча б один із черги ваших предків, що існує більше, ніж три з половиною мільярди років, не залишив нащадків, вас не було б. Будь-яка жива істота є потомком величезної кількості переможців у боротьбі за успішне розмноження. І навпаки: місце будь-якого організму, що не мав нащадків, займуть діти тих, хто зміг їх залишити. Головний рушій еволюції — природний добір — безслідно стирає й тих, хто не дожив до віку розмноження, і тих, хто не розмножився, і тих, чий діти не дожили до свого розмноження.





Рис. 52.1. Риба-місяць



Рис. 52.2. Захист, переміщення, зігрівання, їжа — усе це дають своїм дітям батьки (зверху вниз)

Тепер ви розумієте, чому будь-який вид має пристосування, що дають змогу його представникам залишати плідне потомство? Важливою частиною цих пристосувань є **батьківська поведінка**.

■ **2. Стратегії розмноження. Вам відоме поняття «стратегія»?** Коли йдеться про дії людей, стратегія — це спосіб досягнення довгострокових цілей; правило, за яким визначається спосіб дій. На відміну від людей, стратегії видів не є наслідком свідомого вибору — це наслідок еволюції. У біології **стратегія** — це відображення у функціях і діях організму відносної важливості різних результатів його активності. Щоб краще зрозуміти це, розглянемо приклад.

Самка величезної риби-місяця (рис. 52.1) має дуже просту поведінку й за один раз продукує до 300 млн ікринок. Зрозуміло, що більшість цих ікринок і мальків, які з них вивелися, швидко гине. А ось триголкова колючка (рис. 50.1, с. 198) виробляє лише близько 100 відносно великих ікринок.

Чому колючці для виживання виду досить невеликого виводка мальків? Це наслідок того, що для самця колючки є характерною досить складна поведінка. Він дбайливо доглядає за ікрою й мальками та значно підвищує їхні шанси на виживання.

Краще залишити багато потомків, ніж мало; краще, щоб кожен із них був життєздатним, ніж уразливим. Але водночас підвищувати й кількість нащадків, і їхню життєздатність неможливо. Стратегія риби-місяця спрямована на збільшення кількості нащадків, а триголкової колючки — на поліпшення їхньої якості (життєздатності). Саме в цьому виявляється різна відносна важливість результатів активності організму, про яку згадувалося у визначенні поняття «стратегія».



■ 3. Різновиди батьківської поведінки.

Ви вже зрозуміли, що *турбота про нащадків* збільшує шанси потомства на виживання. Але це дуже затратна форма поведінки: ті види, яким властива така турбота, народжують у середньому менше потомків, ніж ті, у яких батьки не обтяжують себе клопотом.

Ви вже можете назвати багато прикладів турботи про потомство. І самка тарантула (рис. 12.5, с. 50), і самка восьминога (рис. 16.7, с. 66), і самка алігатора (рис. 24.2, с. 94) захищають дитинчат. Пара мокриць (рис. 47.1) ще й приносить їм певний час їжу. Але, звісно, найпоширенішою є турбота про нащадків серед птахів (рис. 26.6, с. 104) і ссавців (рис. 28.6, с. 112; 29.2, с. 115).

У різних видів батьківська поведінка дуже різна. Вона відображає характерні особливості способу життя виду й основні потреби дитинчат (рис. 52.2). Чим складнішою є поведінка виду, тим більше значення має досвід спілкування з батьками (культурне спадкування, рис. 52.3). У ссавців із видів, що належать до рядів Хижі, Китоподібні, Примати, Хоботні, а також у багатьох птахів особина, яка не набула досвіду спілкування з батьками, буде непристосованою до життя. Важливу роль у пристосованості таких тварин відіграють ознаки, що передаються культурно. Наприклад, хижі кити косатки вчаться складному для них умінню полювати, викидаючись на мілину, а морські леви, їхні жертви, учаться заздалегідь помічати наближення косатки й рятуватися від неї (рис. 52.4).



Рис. 52.3. Для тварин зі складною поведінкою спілкування з батьками є не менш важливим, ніж усе, що зображено на попередньому малюнку



Рис. 52.4. На узбережжі Аргентини косатки вчать дитинчат полювати на морських левів, а морські леви вчать потомство рятуватися від косаток

■ Важливим чинником стратегії багатьох видів є турбота про нащадків. Батьківська поведінка допомагає видам, які продукують небагато потомків, забезпечити їхнє виживання.

■ Батьківська поведінка; стратегія.

- 1. Чому в багатьох видів тварин батьки турбуються про своє потомство?
- 2. Прокоментуйте, що відбувається на світлинах, на які є посилання в параграфі.
- 3. Як пов'язана кількість потомків, що з'являються на світ, з турботою про них? А як — частка нащадків, що виживе й залишить своє потомство?



- 4*. Поясніть різні значення поняття «стратегія». Як ви розумієте твердження: «Стратегія — це ієрархія пріоритетів»?
- 5*. Опишіть особливості турботи про нащадків у людини. Як вона може виявлятися?

■ **4. Найтурботливіший вид.** Ми впевнилися, що види відрізняються кількістю зусиль, яких докладають батьки, піклуючись про потомство. Та цікаво встановити, який вид є найтурботливішим. Представники цього виду мають дуже тривалу вагітність (близько 9 місяців). Самкам доводиться народжувати велике за розміром дитинча, яке довгі роки повністю залежить від батьків. Зусилля, необхідні для його вирощування, такі великі, що самка (у природних для цього виду умовах) має незначні шанси виростити дитинча самостійно. Тому для цього виду характерним є те, що батьки вдвох докладають багато зусиль для вирощування власних дітей. У сучасних умовах, у яких живуть представники цього виду, самка може виростити дитину й самостійно, проте це буде для неї складним багаторічним завданням.

Так, ми розповідали саме про наш вид — *Homo sapiens*, людину розумну. А чому саме представники нашого виду докладають стільки зусиль для вирощування своїх нащадків? Особливістю пристосування людини до середовища є те, що провідним для нас є культурне спадкування й розвиток інтелекту. Щоб забезпечити поведінку, яка є характерною для нашого виду (рис. 50.6, с. 201), треба протягом багатьох років розвивати головний мозок. Необхідною ціною цього є довгі роки дитячої безпорадності, що потребують батьківської турботи. Саме тому психічно здорові люди мають уроджену готовність до батьківської поведінки (рис. 52.5).

Культурне спадкування дозволяє передати наступному поколінню надзвичайно різноманітні особливості поведінки. Але, на відміну від видів, поведінка яких є вродженою, кожну нову особину треба навчити всьому, чим вона має оволодіти. Обсяг того, що треба передати нащадкам, у нашого виду є принципово більшим, ніж у будь-якого іншого.

Особливістю нашого виду на сучасному етапі його розвитку є те, що кожна нова особина навчається не лише в батьків. Батьки або ті люди, які їх замінюють, мають забезпечити для дитини можливість учитися всіма



Рис. 52.5. Подібність поведінки цих двох матерів не є випадковою. Узагалі, у батьківській поведінці людини важливу роль відіграють уроджені, біологічні мотивації та стимули.

доступними для неї способами. Сучасні люди вчать не лише від батьків і членів групи, до якої належать. Наш вид — єдиний, у якого є спільна культура, що підтримується не лише поведінкою певної кількості особин, а й відбивається в різноманітних носіях, що не є частинами тіла живих істот. Ці носії можуть бути дуже різними (друкованими, технічними, електронними). До таких джерел належить і цей підручник.



§ 53. Поведінка в просторі й часі

■ **1. Різноманітне життя гави.** Ми обговорювали різні форми поведінки окремо, але в більшості тварин вони чергуються.

У вашому населеному пункті живуть гави (сірі ворони)? Цей вид є звичайним по всій Україні та часто живе поруч із людиною. Побачите гаву — придивіться, що вона робить. Значну частину часу гави шукають їжу. Ці всеїдні птахи живляться й харчовими відходами, що викидає людина, і дрібними тваринами та падаллю; досить часто гави живляться біля водойм. Це — прояви **харчової поведінки**. У здобуванні їжі гави використовують прийоми, багатьом із яких вони вчаться від родичів.

Пара гав, як правило, має свою гніздову територію. Самка насиджує яйця, самець носить їй їжу. Це, як ви знаєте, **репродуктивна поведінка**. Коли з яєць вилуплюються пташенята, їх годують обидва батьки. Це — **батьківська поведінка** (турбота про потомство), яка є частиною репродуктивної поведінки. Зазвичай пара гав охороняє свою гніздову ділянку від інших птахів свого виду. Це — **територіальна поведінка**.

Пташенята, які підросли, живуть на батьківській ділянці до кінця теплого сезону. Птахи разом живляться й попереджають одна одну про небезпеку. До речі, якщо ви візьмете в руки пташеня гави, що випало або вилетіло з гнізда, на вас можуть напасти його батьки! Це — приклади **захисної поведінки**. А взаємини між батьками, їх дітьми й птахами-сусідами можна розглядати як прояви **соціальної поведінки**.

А що роблять гави, коли не живляться та не турбуються про пташенят? Підтримують чистоту свого оперення (рис. 53.1). Це — **гігієнічна поведінка**. Оглядають свою територію. Якщо гава побачить якийсь новий предмет (рис. 53.2), вона намагатиметься роздивитися його краще. Це — **дослідницька поведінка**, характерна лише для



Рис. 53.1. Гігієнічна поведінка гав



Рис. 53.2. Дослідницька та ігрова поведінка гав



найрозвиненіших тварин. Гави здатні й до гри, що пов'язана з дослідницькою поведінкою. Так, вони можуть дражнити котів і собак (рис. 53.2). Роблячи це, вони пізнають можливості хижаків, тренуються і, вірогідно, просто отримують задоволення.

■ **2. Територіальність.** Гави мають свої ділянки, але дотримуються їх меж не дуже суворо. Представники інших видів можуть поводитися інакше. *Чи доводилося вам спостерігати за поведінкою свійського собаки, особливо самця?* А можливо, ви маєте досвід прогулянки місцем із собакою на повідку? У такому разі чи вас не дратувало, що ви маєте зупинитися біля кожного дерева чи стовпа, щоб собака міг, балансуючи на трьох лапах, мітити його своєю сечею (рис. 53.3)?

Чому він це робить? Собака — одомашнений потомок вовка, який зберіг чимало вовчих інстинктів. Група вовків охороняє від інших представників свого виду певну територію. Вовки позначають її, застосовуючи запахові мітки.

Річ у тім, що нюх — головне чуття в більшості ссавців. Це людина, чий предки жили в кронах дерев, має чудовий зір, не характерний для



Рис. 53.3. Вулична скульптура у Брюсселі (Бельгія), що зображує собаку, який мітить територію



Рис. 53.4. Спів солов'я — і поклик до самки, і сигнал, що гніздова ділянка зайнята

інших ссавців. Коли вона опиняється в незнайомому місці, то озирається на всі боки. Собаки, як і більшість ссавців, приносяться, перебуваючи у світі різноманітних запахів. Собака відрізняє запах кожної особини, який дуже добре передається із сечею.

Коли вовк обходить групову територію, він відчуває свій запах і запах відомих йому особин. На межі ділянки з'являються мітки чужаків із сусідньої групи. Вовк старанно перекриває їх своїми мітками. А тепер уявіть, що відчуває собака в місті! Ось і доводиться мітити чи не кожне дерево.

А як мітять свої ділянки птахи? Як і люди, вони орієнтуються передусім завдяки зору. Водночас вони мають гарний слух. Спів птахів — це спосіб мітити свою територію (рис. 53.4).

Яке значення має індивідуальна або групово ділянка? Це — територія, на якій достатньо ресурсів для життя її хазяїв. У багатьох видів розмножуються лише ті особини, які мають свою ділянку. Це є запорукою того, що потомство буде чим вигодувати.



■ **3. Міграції.** Гави є *осілими* птахами. У різні пори року вони можуть переміщуватися територією (наприклад, збиратися в містах узимку, щоб живитися на звалищах), але далеко не перелітають. У багатьох видів життєвий цикл потребує значних територіальних переміщень — *міграцій*. Найхарактернішими міграції є для птахів.

Як і гави, інші осілі птахи (горобці, синиці та ін.) на зиму не відлітають, бо здатні знаходити собі корм і в цю пору року. Часто вони прилітають узимку до населених пунктів, де тепліше й легше знайти їжу. *Кочові* птахи з настанням холодів відлітають за кількисот кілометрів на південь. В Україні це омелюхи та снігурі. *Перелітні* птахи мандрують на тисячі кілометрів, як-от білий лелека (табл. 27.1, с. 108–109). Рекордсменом із дальності перельотів є полярний крячок (рис. 53.5).

Для вивчення перельотів птахів кільцюють, чіпляючи їм на ногу металеве кільце. Якщо такого птаха спіймають удруге, можна буде визначати відстань, яку він подолав за час, що минув. Завдяки міченню встановлено, що більшість видів тварин, котрі вирушають у міграції, з часом повертаються туди, де народилися. Ця здатність повертатися до місць появи на світ має назву *хомінг* (від англ. home — дім).

■ У поведінці тварин у природі поєднуються її різні форми, зокрема харчова, захисна, гігієнічна, репродуктивна (пошук партнерів і батьківська поведінка), територіальна, соціальна, дослідницька тощо. Територіальні тварини притримуються індивідуальних або групових ділянок території, на яких є все, необхідне для їхнього життя й розмноження. Частиною річного циклу багатьох видів є міграції.

■ *Територіальність; міграції; осілі, кочові й перелітні птахи; хомінг.*

- 1. Навіщо деякі тварини захищають певні ділянки території?
2. Які потреби задовольняють гави в прикладах, наведених у параграфі?
3. Чому під час прогулянки стовбури дерев нюхають собаки обох статей, а мітять їх лише самці?
- 4*. Навіщо мігрують тварини? Що є причиною міграцій, а що — поштовхом вирушати в путь?



Рис. 53.5. Життя полярного крячка співрозмірне земній кулі!





Рис. 53.6. Біла куріпка в літньому (а) та зимовому (б) оперенні



Рис. 53.7. Головні пролітні шляхи птахів в Україні



Рис. 53.8. Черепашеня з передавачем, що дозволяє відслідковувати переміщення тварини в океані

■ **4. Фотоперіодизм.** Вам відомо, що найкоротшим є день 22 грудня, а найдовшим — 22 червня. На певній географічній широті кожному дню календаря відповідає своя тривалість світлої частини доби (фотоперіоду). Регуляція річного циклу за довжиною світлої частини доби дістала назву **фотоперіодизм**. Він відповідає за більшість річних змін тварин і рослин. Наприклад, у білих куріпок час линяння (рис. 53.6) залежить від довжини світлового дня. Інший важливий чинник, що визначає зміни в поведінці й життєдіяльності тварин протягом року, — температура.

У керуванні річним і життєвим циклами поведінки важливу роль відіграє ендокринна система (рис. 2.8, с. 10). Рівень гормонів впливає на нервову систему й активує потребу (рис. 50.3), що має задовольнятися саме в цю пору року.

■ **5. Орієнтація під час міграцій.** Як тварини, які мігрують, потрапляють за місцем призначення? Перелітні птахи орієнтуються за помітними особливостями земної поверхні (рис. 53.7), зорями, Сонцем і магнітним полем Землі. Деякі птахи (як-то зозулі, лелеки) мають уроджену програму, завдяки якій вони знаходять шлях до місця зимування. Інші (наприклад, журавлі) вивчають шлях під час перельоту з досвідченими птахами. До того ж перелітні птахи хоча б бачать земну поверхню. Набагато дивнішою є здатність до орієнтування в морських тварин, зокрема в черепах (рис. 23.10, 24.1, с.94).

Морські черепахи народжуються з яєць, що їх відклала самка на якомусь теплому піщаному пляжі. Протягом свого життя, що може тривати 70–80 років, вони переміщуються всіма океанами, раз за разом повертаючись до рідного пляжу. Міграції черепах вивчають за допомогою передавачів, які прикріплюють їм на панцир (рис. 53.8). Зареєстровано випадок, коли шкіряста черепаха перепливла Тихий океан між Індонезією та США (понад 20 000 км) за 647 діб. Як орієнтуються черепахи, досі невідомо. Припускають, що за час своїх мандрівок вони складають



певну «мапу» особливостей магнітного поля Землі в усьому Світовому океані.

■ **6. Що робити, якщо ви знайшли птаха з кільцем?**

Якщо ви знайшли пташине кільце (рис. 53.9), надішліть його за адресою: *Український центр кільцювання птахів, вул. Богдана Хмельницького, 15, Київ-30 МСП, 01601*. Укажіть, де, коли та за яких обставин ви його знайшли. З живих птахів кільце знімати не можна. Якщо живий і здоровий окільцьований птах потрапив вам до рук, запишіть напис на кільці й відішліть за вказаною адресою, а птаха випустіть.



Рис. 53.9. Кільце на пташиній нозі

§ 54. Складні взаємини з родичами

■ **1. Сутички між родичами.** Вам відомо, що тварини з територіальною поведінкою охороняють власні ділянки. *Чи сповнене життя власника території безперервних сутічок?* На щастя, ні. Результат більшості з них можна передбачити заздалегідь. Суперники замінюють справжній двобій демонстрацією своїх якостей. Зазвичай більша та яскравіше прикрашена особина є сильнішою. Швидше за все, вона й отримає перемогу. Заміна справжньої боротьби її умовними позначеннями — це *ритуалізація конфлікту*. Наприклад, самці горил стукають себе кулаками в груди, лякаючи суперника. Вступати в справжню боротьбу їм доводиться лише в поодиноких випадках (рис. 54.1).



Рис. 54.1. Ритуальна сутичка (угорі) та справжній двобій самців горил (унизу)

Види тварин, що мають небезпечну «зброю», здебільшого не використовують її під час ритуальних двобоїв. Кожен із гримучників може вбити іншого своєю отрутою (рис. 54.2). Однак вони не застосовують отруйні зуби під час ритуалізованих конфліктів і змагаються, вимірюючись довжиною та силою.



Рис. 54.2. Ритуальне змагання гримучників

■ **2. Групова поведінка в косяку.** Для представників багатьох видів важливими є



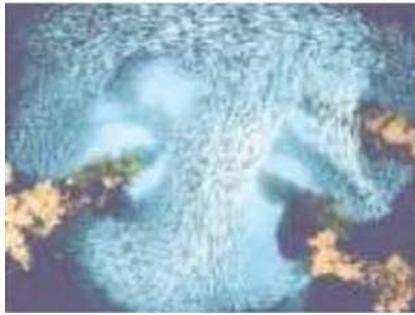


Рис. 54.3. Косяк риб — єдине ціле



Рис. 54.4. Для хижака вихопити жертву з косяка — найскладніше завдання



Рис. 54.5. Епізоди життя групи павіанів

не тільки взаємини з партнерами й потомством, а й з іншими представниками свого виду. **Що робить сукупність особин єдиним цілим?** Узгоджена взаємодія між окремими особинами!

Косяк (зграя риб) переміщується, ніби фантастичний суперорганізм (рис. 54.3). Кожна риба відчуває рухи своїх сусідок завдяки бічній лінії. Косяк пов'язують у єдине ціле особливості течії води й навіть спільне електричне поле. Як не дивно, у косяку немає вожака. Риба, що першою побачить хижака, упевнено поверне від нього вбік. Тієї ж миті її рух відчують і повторять усі риби в зграї. Риба, яка першою відчує запах їжі, приведе до неї всіх. Ті, хто опиняться поруч із кормом, будуть їсти; ті, хто перебуватиме осторонь, — копіюватимуть кормові рухи родичів, яким пощастило більше. Для опису такого дива іноді використовують поняття «колективний інтелект».

Чи вигідне для риб зграйне життя?

Для зграйних — вигідне, бо є безпечнішим. Хижаку складно вихопити зі зграї хоча б одну особину (рис. 54.4). Утім, і в сітку рибалки або в пащу великого хижака-фільтратора (рис. 19.2, с. 76) косяк потрапить як єдине ціле. Для багатьох риб зграйне життя не є вигідним — і, зрозуміло, саме представники таких видів ведуть поодиноке життя. Зграйність і одинацтво — різні стратегії.

Відомий етолог (фахівець з поведінки тварин) Конрад Лоренц (с. 189) розподілив групи тварин на два типи. В **анонімних групах** тварини взаємодіють одна з одною, хоча для них не є важливим, з якою конкретно особиною вони стикаються. Для тварини в такій групі родичі здаються однаковими. Прикладом анонімної групи може бути косяк риб. На відміну від цього, у **персоніфікованих** групах особини відрізняють своїх родичів індивідуально.



■ **3. Персоніфіковані групи тварин.** Розглянемо як приклад групу, у якій кожна особина чітко знає своє місце.

У павіанів (рис. 54.5) групу очолює або один вождяк, або кілька самців-домінантів (лідерів групи). Життя будь-якого павіана сповнене тривоги. Вожаки й доміанти мають безперервно стежити, щоб підлеглі їм самці не об'єдналися й не виступили проти них. Вони постійно демонструють свій високий статус, ставлячи на місце можливих суперників. Кожна особина отримує покарання та піддається приниженню з боку тих, хто перебуває вище в ієрархії (порядку підкорення), та зганяє свої образи на тих, хто стоїть нижче. Час від часу в групі спалахують сутички. Утім, якщо на групу нападе запеклий ворог павіанів — леопард, вождяк і доміанти відганятимуть його від самок і потомства.

До речі, людські групи можуть бути організованими певною мірою подібно до зграй павіанів. У такому разі «вожді» демонструють свій статус в ієрархії подібно до мавп-домінантів (рис. 54.6).

Чи завжди в групах тварин із складною поведінкою взаємини побудовані на основі примусу й підкорення? Ні. У багатьох групах складаються більш доброзичливі стосунки, ніж у павіанів. У групах наших найближчих родичів — шимпанзе — є вождяк, але сутичок набагато менше, ніж у павіанів. Особин можуть поєднувати не тільки взаємини з примусу та підкорення, а й справжнє співробітництво. Воно може виявлятися, наприклад, у спільному полюванні на інших мавп або в сутичках з іншими групами шимпанзе. Ці сутички досить часто закінчуються загибеллю окремих особин.

Існують й інші приклади. Групи африканських слонів складаються з дорослих самок і молодих особин. Дорослі самці зазвичай ведуть поодиноке життя. У групах майже не виникає сутичок. Керівна роль головної самки визначається тим, що вона має найбільший досвід у групі й може керувати її переміщеннями (рис. 54.7). Взаємини в групі



Рис. 54.6. Цей мандрил (близький родич павіанів) здається вам величним? Це не дивно: ми близько споріднені з іншими мавпами й тому часто однаково з ними реагуємо на ознаки ієрархічного положення.



Рис. 54.7. Домінуюча самка привела групу африканських слонів до водопою





Рис. 54.8. Молоді слони допомагають своєму хворому товаришеві

слонів цілком дружні. Відомо багато прикладів, коли різні особини в групі допомагали одна одній (рис. 54.8).

Отже, взаємини в групах тварин бувають різними. Їх можна поділити на два типи. **Вертикальні взаємини** — це примус (з боку вищерозташованих в ієрархії особин) і підкорення (з боку нижчих за своїм статусом особин). Примус і підкорення нерозривно поєднані один з одним, це два боки одного явища. **Горизонтальні взаємини** поєднують особин із приблизно однаковим рівнем в ієрархії.

У поведінці людей закладена здатність і до вертикальних, і до горизонтальних стосунків, тож у житті кожної людини є як ті, так і інші. Тому кожному з вас доведеться вирішити, які стосунки потрібно будувати у своєму житті.

- Групу робить єдиним цілим взаємодія між особинами, що її складають. Існують групи без вожаків і такі, у яких побудована певна ієрархія (порядок підкорення). Взаємини між особинами в групах з ієрархією можуть бути вертикальними (примус і підкорення) і горизонтальними (співробітництво та взаємодопомога).
- Ритуалізація конфлікту; анонімні й персоніфіковані групи тварин; доміанти; ієрархія; вертикальні й горизонтальні взаємини.
- 1. Чим корисна ритуалізація територіальних конфліктів?
 2. Порівняйте різні типи груп тварин, описані в параграфі. Зробіть висновки.
 3. Наведіть приклади вертикальних і горизонтальних взаємин між особинами в групі.
 - 4*. Чому в різних видів взаємини особин у групах побудовані по-різному?
 - 5*. Як ви вважаєте, чому тварини, які мають небезпечну природню зброю, не застосовують її під час ритуальних конфліктів? Чи є подібні вроджені заборони в людини? Як це впливає на нашу поведінку?

■ **4. Альтруїстична поведінка.** Ви вже знаєте, що еволюція підтримує такі ознаки особини, які їй дали змогу вижити й залишити нащадків. Тому однією з проблем, яку вивчає еволюційна психологія, є походження альтруїстичної поведінки, тобто такої, якою особина знижує свою пристосованість (шанси вижити й лишити нащадків), підвищуючи пристосованість інших особин.

Безліч проявів альтруїстичної поведінки стосуються турботи батьків про своє потомство. Їх походження зрозуміле. Білки, що поводяться так, як





Рис. 54.9. Зліва направо: собака спіймав білченя; білка напала на собаку, і той випустив білченя; коли її нащадок опинився в безпеці, мати приєдналася до нього

показано на *рисунку 54.9*, залишають більше нащадків. Жертвою є поведінка бджіл та інших соціальних комах (*рис. 54.10*). Бджола не може витягнути жало зі шкіри людини (чи іншого ссавця) й гине. Але робоча бджола є безплідною, і за неї в будь-якому разі розмножується цариця. Утім, відомо, що люди (як і, наприклад, павіани) здатні до справжньої самопожертви. Особина часто-густо при цьому гине, захищаючи інших членів своєї групи, які можуть бути, а можуть і не бути близько спорідненими з нею. Як така ознака могла виникнути під час еволюції?



Рис. 54.10. Для бджоли вжалити людину або якогось іншого ссавця з еластичною шкірою — самогубство

Дослідження свідчать: здатність до самопожертви заради членів своєї групи є еволюційно пов'язаною з ворожістю до членів інших груп. Ті групи, у яких було багато здатних до самопожертви альтруїстів, зберігалися в умовах ворожнечі між групами. Навіть якщо альтруїсти гинули, їхні родичі залишали більше нащадків, сприяючи поширенню здатності до альтруїзму.

§ 55. Соціальні комахи

■ **1. Розподіл функцій у колонії.** Деякі комахи живуть поодиночі, інші — збираються величезними зграями. Соціальні комахи не просто мешкають разом, а утворюють *колонії*. Соціальними є всі представники *ряду Терміти* й усі *мурахи* (ряд Перетинчастокрилі), а також деякі представники інших груп перетинчастокрилих: *оси*, *джмелі* та *бджоли*. Подібний спосіб життя відомий здебільшого в комах, хоча відомі й соціальні звірі (*рис. 29.8*, с. 118).

Колонії соціальних комах складаються з особин різного віку, обов'язки яких чітко розподілені: одні з них доглядають потомство,



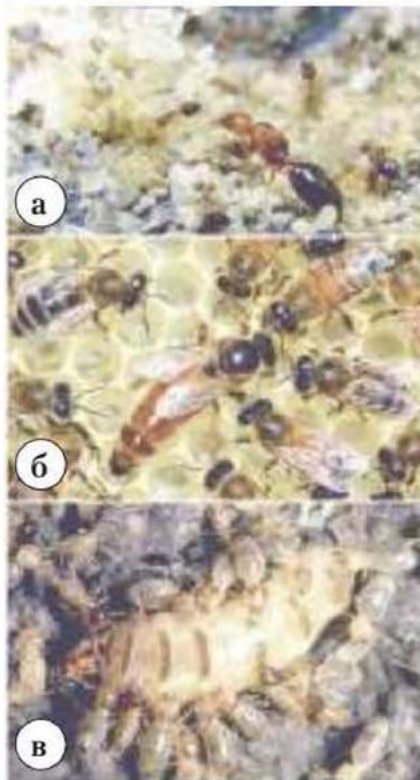


Рис. 55.1. Матка (цариця) в оточенні робітників: у мурах (а), бджіл (б) і термітів (в)



Рис. 55.2. У кишківнику термітів живе ендосимбіотичне найпростіше (твариноподібна одноклітинна істота), у якому живуть ендосимбіотичні бактерії, що перетравлюють клітковину (унизу)

другі — збирають поживу, треті — охороняють колонію. Колонії можуть складатися і з десятків, і з мільйонів особин. Зазвичай у ній є тільки одна плодюча самка — матка (цариця), яка безперервно відкладає яйця (рис. 55.1). Іншу роботу виконують нездатні до розмноження особини. Серед них можна вирізнити декілька груп: робочі — упорядковують гніздо, годують і чистять потомство, збирають поживу; солдати — захищають колонію від можливої небезпеки. У медоносних бджіл кожна робоча бджола, у міру того, як дорослішає, переходить від одних робіт до інших. У мурах і термітів кожна з робочих особин усе життя виконує одну й ту саму роботу.

Ще 200 років тому вчені вважали, що колонії комах улаштовані так само, як людське суспільство. Однак дослідження не підтвердили цю думку. По-перше, основою соціальної поведінки комах є інстинкти. По-друге, різні групи в колонії можуть відрізнятися за будовою та зовнішнім виглядом особин. Часто ці відмінності пов'язані з різним «вихованням» потомства. Так, усі личинки медоносної бджоли в перші дні після вилуплення живляться виділеннями особливих залоз робочих бджіл — маточним молочком. Через декілька днів більшість личинок переходить на живлення іншим кормом (сумішшю меду та пилку). Із них виростають робочі бджоли. Деяких личинок годуватимуть маточним молочком аж до заляльковування. Із них розвиваються майбутні матки.

Матка є справжнім центром колонії. Її тіло виділяє хімічні речовини, що впливають на розвиток усіх інших особин. Робочі особини, які облизують її тіло (рис. 55.1), передають ці речовини одна одній, і кожна особина в колонії отримує хімічні сигнали



від матки. Час від часу з кожного гнізда вилітають крилаті самки й самці. Якщо їм пощастить, вони засновують нові колонії.

■ **2. Колонії термітів.** Відомо понад 2800 видів ряду Терміти. Це комахи з неповним перетворенням, які дещо нагадують тарганів. Їх основний корм — деревина. Клітковину (основну речовину деревини) терміти перетравлюють завдяки ендосимбіонтам (рис. 55.2). Тонкі покрити термітів погано захищають їх від висихання. Щоб захиститися від сухого повітря, вони виїдають внутрішню частину дерева, лишаючи тонкий зовнішній шар. Якщо на шляху до дерева з'являється нездоланна перешкода, комахи влаштовують критий перехід із грудочок ґрунту, які склеюють слиною. Із цього ж матеріалу вони будують і гнізда, що іноді сягають значних розмірів, а міцністю не поступаються бетону (рис. 55.3).

На півдні України, у Причорномор'ї, мешкає *середземноморський терміт*. Його гнізда розташовані під землею, а чисельність — невелика.

■ **3. Мурахи, оси, бджоли.** На відміну від термітів, більшість *мурах* не боїться виходити на відкритий простір, де вони шукають собі здобич — різноманітних комах. Серед них спостерігається «скотарство»: наприклад, багато які з мурах здатні вирощувати попелиць, щоб житись їхніми цукристими виділеннями (рис. 55.4). Деякі мурахи опанували й вирощування їстівних грибів на компості з листя дерев (рис. 55.5).

У спекотні літні дні можна побачити *паперових ос*, які метушливо шукають солодку їжу для себе та м'ясну — для своїх личинок. Гнізда



Рис. 55.3. Термітники бувають дуже великими!



Рис. 55.4. Мурахи не лише вирощують попелиць (а), а й за потреби захищають їх від негоди та небезпек, як-от від хижого жука сонечка (б)



Рис. 55.5. Тропічні мурахи-листорізи «відрізають» від листя невеликі шматочки (а), переносять їх до мурашника (б) й вирощують на них їстівні гриби (в)



Рис. 55.6. Гніздо ос, зроблене з паперу



Рис. 55.7. Бджолярі за роботою

вони будують із паперу, який «винайшли» набагато раніше за людей (рис. 55.6). Це — пережована кора, склеєна слиною. У кожній комірці гнізда розвивається личинка осі.

Дикі бджоли влаштовують гнізда в дуплах, порожнинах під корою, іноді — просто на гілках дерев. Комірки в гніздах бджіл побудовані з воску — м'якого матеріалу, який виробляють особливі залози робочих особин. Такі комірки використовуються не лише для вирощування потомства: у деяких із них запасається мед — продукт переробки квіткового нектару.

Одну із соціальних комах ще здавна успішно одомашнила людина (рис. 55.7) — це *медоносна бджола*. Заради меду й воску бджіл утримують на пасіках у дерев'яних розбірних вуликах. У фруктових садах, на полях соняшнику чи гречки, розташованих поблизу пасік, запилення квіток завжди буває успішнішим, ніж віддалік пасік. Це заслуга медоносних бджіл.

- Терміти, мурахи, джмелі, деякі бджоли й осі є соціальними комахами. Вони живуть колоніями, де спостерігається розподіл функцій між окремими особинами. У багатьох соціальних комах колонії складаються з окремих груп особин, які відрізняються за розмірами й особливостями будови. У типовому випадку в колонії відкладає яйця лише одна особина — матка. Люди одомашнили одну із соціальних комах — медоносну бджолу.
- 1. Чим відрізняється колонія від звичайних скупчень комах?
2. Як розподіляються функції в соціальних комах? Із чим це пов'язано?
3. У чому полягає відмінність між колоніями комах і колоніями коралових поліпів? Чим вони подібні?
4*. Які особини в колоніях термітів і мурах мають крила? Чому?
5*. Складіть порівняльну характеристику життя колонії соціальних комах і людського суспільства на прикладі невеликого поселення або колективу підприємства. Як розподілено ролі в колонії мурах і людському суспільстві? Порівняйте, як у них відбувається відтворення потомства, засвоєння й накопичення нових знань, захист поселення.





Рис. 55.8. Мурахи-кочівники (зліва направо): солдат і кілька робітників; мурашник; «матеріал», з якого «зроблено» мурашник

- **4. Мурахи-кочівники.** Деякі види мурах, що живуть у тропічних лісах, кочують з місця на місце всією сім'єю (рис. 55.8). Колони таких кочівників можуть простягатися на 1 км! Іноді вони зупиняються, робочі мурахи сплітаються своїми тілами й утворюють мурашник, де самка відкладає яйця. У разі наближення колони мурах-кочівників місцеве населення залишає свої домівки й забирає свійських тварин, адже мурахи-кочівники здатні вбити та з'їсти свиню й навіть людину! Однак основна їхня здобич — колонії ос, бджіл, термітів та інших соціальних комах.

§ 56. Застосування систем сигналів і знарядь

- **1. Система сигналів бджіл.** Тепер, коли ви дізналися про соціальних комах, розглянемо найскладніші відомі нам системи передавання інформації в живій природі (не враховуючи, звісно, мову людей).

І в мурах, і у бджіл особини-розвідники вирушають на пошуки їжі. Якщо їм пощастить знайти місце, де є багато поживи, вони повертаються в родину й повідомляють іншим, де треба шукати корм. *Як це відбувається?*

«Мова» (система сигналів) бджіл вивчена краще. Якщо корм розташований поряд із вуликом, розвідниця виконує так званий «круговий» танок. У цьому разі інші бджоли шукають поживу за запахом, який принесла розвідниця. Цікавіше, коли ціль — на певній відстані від вулика. У такому випадку розвідниця бігає по стільниках «вісімку» (рис. 56.1).

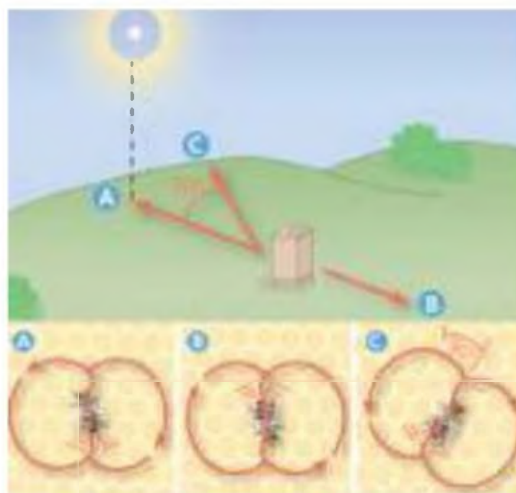


Рис. 56.1. Угорі на схемі місцевості показано розташування трьох принад відносно вулика й сонця. Унизу — схема рухів, які виконують бджоли-розвідниці, указуючи на розташування цих принад

Кількість коливань черевця розвідниці посередині умовної «вісімки» відповідає відстані до поживи, а кут нахилу цієї перетинки до вертикалі дорівнює куту між напрямом на сонце та напрямом, у якому комахам треба летіти.

Якщо не дати розвідниці повідомити про свою знахідку відразу, вона змінить повідомлення про напрям польоту відповідно до добових змін положення сонця.

Те, що **систему сигналів** бджіл розшифровано правильно, довели за допомогою спеціального робота, який нагадує бджолу. Його танком на стільниках дослідники спрямували бджіл у заплановане місце!



Рис. 56.2. Схема експериментальної установки для вивчення поведінки мурах. Ліворуч — жила зона, праворуч — перехід до лабіринту (у збільшеному вигляді — у куті праворуч), що розташований над ємністю з водою



Рис. 56.3. Розвідник, що знайшов поживу, спілкується з іншими мураками



Рис. 56.4. Команда мурах потрапляє саме на той зубець гребінки, на який указав розвідник

■ 2. Система сигналів мурах.

Систему сигналів мурах ще тільки розшифровують. Доведено, що мураха-дослідник може повідомити інших мурах про складний маршрут. Наприклад, в експериментальних установках для вивчення поведінки мурах (рис. 56.2) використали гребінку з багатьма зубцями. Коли розвідник, який знайшов їжу на кінці одного зубця, прямував до мурашника, гребінку замінювали на нову, аби на ній не було ніяких слідів. Розвідник спілкувався з родичами (рис. 56.3), ті вирушали до гребінки й повертали на потрібний зубець (рис. 56.4)!

Дослідники вивчали час, який потрібен, щоб мураха передав певне повідомлення. Указівка «поверни на 40-му зубці» передавалася вдвічі довше, ніж «поверни на 20-му зубці». Імовірно, мурахи передають відомості про кожну розвилку окремо. А ось після того, як пожива певний час була на 40-му зубці, повідомлення «поверни на 38-й розвилці» передавалося швидко. Вірогідно, мурахи використовують щось на кшталт команди «поверни на 2 зубці раніше, ніж у минулий раз». Це свідчить про те, що в системі сигналів мурах, крім інстинктивних команд, є елементи учіння.



■ **3. Інші системи сигналів.** Ми розглянули найскладніші відомі нам системи сигналів. Звичайно, є й інші приклади. У зелених жаб сигналом тривоги є плюхання іншої жаби у воду; у риб такі сигнали мають здебільшого хімічну природу. Досконалішою є система сигналів африканських мавп *вервет* (рис. 56.5). Вони видають чотири різних сигнали тривоги. Один крик означає появу орла, другий — леопарда чи гепарда, третій — змії, четвертий — небезпечного примата (павіана або людини). Якщо мавпа стикається з якоюсь новою загрозою, вона класифікує її, обираючи один із сигналів. Так, гелікоптер викличе сигнал «орел», а мікрофон для запису голосів, який сховали в траві дослідники, — «змія». Інші мавпи реагують на сигнали відповідно: на крик «орел» дивляться на небо, на крик «змія» — під ноги.

Досконалу систему звукових сигналів мають і дельфіни. Вони повідомляють родичам дві важливі речі. По-перше, у їхньому «співі» є особисті послідовності, що позначають індивідуальність виконавця (на кшталт імені). По-друге, ці звуки характеризують настрій, емоціональний стан дельфінів. Обмін такими повідомленнями допомагає підтримувати єдність групи.

■ **4. Застосування знарядь.** Ще один тип поведінки, який вважають одним із найскладніших, — це застосування *знарядь*, тобто предметів, які використовують для впливу на інші предмети або тварин. Ви вже ознайомилися з прикладами застосування різних знарядь. Ними є й сітка павука (рис. 12.3, с. 48), і камінь, який підіймає восьминіг (рис. 16.7, с. 66), і камені, якими шимпанзе розколюють горіхи (рис. 49.7, с. 196). Наведемо ще декілька прикладів (рис. 56.6–56.8).



Рис. 56.5. Вєрвети — африканські мавпи, які виробили різноманітні сигнали тривоги



Рис. 56.6. Ця риюча оса закладає гусінь у нірку (а), а потім, трамбуєчи пісок камінцем, її маскує (б)



Рис. 56.7. Новокаледонська ворона (птах родини Воронові) виколупує комаху з деревини за допомогою палички, яку вона очистила від листя





Рис. 56.8. Калан (морська видра, представник ряду Хижі) розколює панцир краба об плаский камінь, покладений собі на груди

Ми сподіваємось, що, маючи справу з тваринами — і простими, і складними, — ви врахуєте те, наскільки їхня поведінка буває цікавою. Учїться поважати наших родичів!

■ Тварини демонструють складну поведінку, зокрема вмють застосовувати розвинені системи сигналів і знарядь. Надзвичайно високий рівень розвитку систем сигналів демонструють соціальні комахи.

■ Системи сигналів; знаряддя.

1. Поясніть, чому кілька різних сигналів тривоги, які використовує певний вид, можуть бути кращими, ніж один, — для всіх випадків.
2. Поясніть, яке значення для досліджень поведінки бджіл мають експерименти з роботом, що нагадує бджолу й може виконувати танок на стільниках.
3. Який танок виконає бджола, якщо сонце знаходиться на півдні, а пожива — на сході?
- 4*. Що спільного в системах сигналів, про які розповідається в параграфі, з людською мовою? У чому відмінність між ними?

■ **4. Чи є поведінка людини результатом еволюції поведінки інших тварин?** Ви вже впевнилися в тому, що механізми поведінки людини суттєво відрізняються від тих, що є в інших тварин (рис. 50.6, с. 201). Утім, людська поведінка є наступним етапом ускладнення, попередні етапи якого ми бачимо в наших родичів.

Чи можна назвати системи сигналів бджіл і мурах мовою? Ні. Вони мають багато відмінностей від будь-якої людської мови. Поведінка бджіл і мурах є інстинктивною, уродженою. Система сигналів мавп — частково вродженою, частково набутою. Однак усі вони є обмеженими щодо тієї інформації, яку за їх допомогою одна особина може передати іншій. Людські мови вільні від цих обмежень: ми можемо передати співбесіднику дещо абсолютно нове, не обмежуючись тими смислами, які передавалися під час становлення людської мови. Мова виникла не з вроджених сигналів, а з таких, які залежали від конкретної ситуації.

Чи подібні знаряддя інших тварин до сучасних знарядь людини? Досить поверхово. Люди створили техніку — особливий світ предметів, що виробляють знаряддя, самі споживають ресурси й енергію. Першим таким знаряддям було вогнище, яке почали застосовувати люди, які належали до іншого, ніж наш, більш давнього виду нашого роду.

Отже, людина — наслідок еволюції інших тварин і водночас — вид, який зробив величезний стрибок у своєму розвитку.





Тема 4

ОРГАНІЗМИ ТА СЕРЕДОВИЩЕ ІСНУВАННЯ

§ 57. Поняття про популяцію

■ **1. Що таке популяція?** У § 3 ви ознайомилися з рівнями біологічних систем, що розташовані нижче за організменій. Але чи є організм найбільшою з відомих нам біосистем? Звісно, ні. **Частиною яких біосистем є організм?** Насамперед, популяції. **Популяція** — це сукупність організмів одного виду, яка населяє певну територію та відносно відмежована від інших таких сукупностей. Зазвичай популяціями вважають такі сукупності, які існують унаслідок розмноження особин протягом багатьох поколінь.

Які території (або акваторії) населяє популяція? Різні, залежно від того, який вид ми розглядаємо.

Зверніться до *форзацу 1*. У воді ми бачимо окуня. Популяція окунів населяє ставок. Водне середовище, у якому вони живуть, має чіткі межі, і популяція окуня існує саме в них.

На окуня полює чапля. Вона прилетіла до ставка з колонії чапель (*рис. 57.1*), де побудувала свої гнізда певна кількість пар (зазвичай — кілька десятків). Чаплі цієї колонії теж утворюють популяцію. Це приклади *локальних* (від латин. *locus* — місце) *популяцій*, що пов'язані з певним місцем.

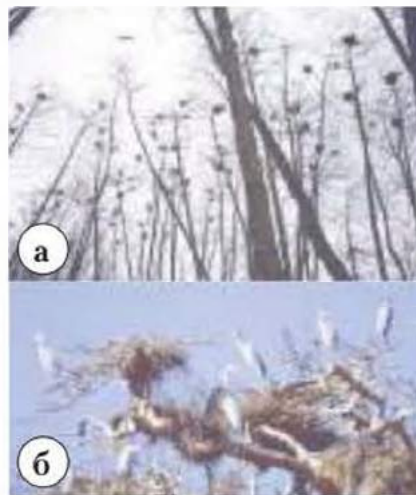


Рис. 57.1. Загальний вигляд колонії сірих чапель (а) та її частина в той час, коли пташенята вийшли з гнізда (б)



Для кожного молодого птаха з колонії (локальної популяції) шансів утворити пару з іншим птахом із тієї самої колонії набагато більше, ніж знайти собі пару звідкись здалеку. Саме це є проявом відносної відмежованості локальних популяцій. Між ними є межі, але ці межі не чіткі. Шанси утворити пару з «чужинцем» усе-таки є.

Згадайте, що сірі чаплі відлітають на зимування в Африку. Повертаючись, деякі птахи можуть оселитися в якомусь іншому місці того ж регіону. Проте для чаплі з України майже неможливо зустрітися, наприклад, із чаплею з Далекого Сходу, яка літає на зимування в Південно-Східну Азію. Отже, сукупність локальних популяцій у певному регіоні утворює **регіональну популяцію**.

■ **2. Дивовижна особливість популяцій.** Визначати окремих, вищий рівень біосистем потрібно тоді, коли вища біосистема має якісь ознаки, що відсутні в нижчих біосистем, які її утворюють. **Які особливості популяцій відсутні в окремих особин?** Відповідь вас здивує... Згадайте: кожна особина живе лише певний час і неминуче гине. А популяція може загинути, але може й жити нескінченно. Популяції є потенційно (тобто можливо) безсмертними!

Який вік мають популяції тих тварин, яких ми згадували? Популяція окунів виникла, коли зробили ставок. Його заселили окуні із сусідньої водойми. Можна сказати, що та популяція відділила від себе частину. Колонія чапель могла виникнути багато століть тому. Чаплі шкодять деревам, на яких гніздяться. Коли дерева, на яких гніздиться колонія, гинуть, вона переміщується на інші дерева. Колись ця колонія виникла від іншої.

За час її існування вона могла загинути, але їй пощастило, і вона збереглася.

А коли виникла перша популяція, від якої пішли популяції окунів і чапель? Вид Річковий окунь і вид Сіра чапля виникли внаслідок еволюції (рис. 57.2). Якби можна було простежити долю тих популяцій, до яких належать зображені на *форзаці 1* тварини, ми б побачили, що кілька мільйонів років тому їхні предки належали до інших видів. А приблизно 400–420 млн років тому існували популяції спільних предків чаплі й окуня (рис. 57.2) Це були перші кісткові риби, спільні предки лопатеперих (від яких пішли чотириногі, і чаплі зокрема) та променеперих (до



Рис. 57.2. Схема походження сірої чаплі та її найближчих родичів (за даними молекулярних досліджень, рис. 4.2, с. 18)



яких належить окунь). Ще далі в минуле — безперервна черга популяцій більше ніж на 3 млрд років (див. форзац 2). Переважна більшість популяцій, що виникли за цей час, загинули, але певна кількість (усі, що існують тепер на Землі) — вижили й мають шанс залишитися живими в майбутньому.

Ми — організми, і нам здається, що наша планета населена організмами. Водночас можна сказати, що її населяють *потенційно безсмертні популяції*.

■ **3. Структура популяції.** Крім потенційного безсмертя, популяції мають іще деякі характерні ознаки. До них належать, зокрема, **вікова й статеві структури**. Пояснимо це на прикладі популяції окуня.

Що буде, якщо в ставку залишаться тільки дорослі окуні, а молодяку не стане? Старі риби помруть, і з ними зникне популяція. А що буде, якщо в ставку залишаться тільки самки або тільки самці окунів? Розмноження зупиниться, і популяція загине. Тривале існування популяцій можливе лише тоді, коли вони мають певну статеву й вікову структури.

У популяціях більшості видів тварин самок і самців приблизно порівну. А вікова структура в стійкій популяції має вигляд піраміди (рис. 57.4). Риба може загинути в будь-якому віці, тому молодих особин має бути більше, ніж зрілих. Щороку величина окунів збільшується, а чисельність — зменшується.

■ Особини існують у складі популяцій — сукупностей представників одного виду, які населяють певну територію та відносно відмежовані від інших таких сукупностей. На відміну від організмів, популяції є потенційно безсмертними. Тривале існування популяції можливе за умови її певної вікової та статевої структури.

■ Локальні й регіональні популяції; потенційне безсмертя; статеві й вікові структури популяції.



Рис. 57.3. Приблизно так виглядав спільний предок чаплі й окуня

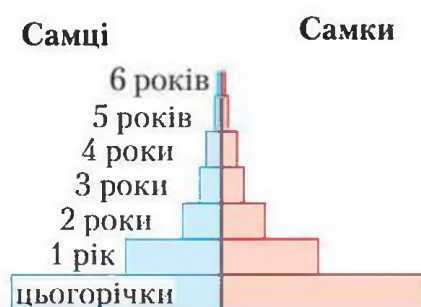


Рис. 57.4. Умовна вікова та статеві структури локальної популяції річкового окуня.

Кожний рівень піраміди відповідає певному віку. Площа кожного прямокутника пропорційна чисельності окремої групи особин одного віку й однієї статі.



1. Чи може популяція загинути? Обґрунтуйте відповідь прикладами.
2. Наведіть приклади поділу однієї популяції на дві частини або, навпаки, об'єднання популяцій.
3. Чому неможливе тривале існування популяції, у якій кількість особин певного молодого віку залишається меншою за кількість особин якогось старшого віку?
- 4*. До якої локальної та регіональної популяції людей належите ви самі?

■ 4. Чи можуть схрещуватися представники популяцій різних видів? Ви зрозуміли, що в єдине ціле популяції поєднуються



Рис. 57.5. Мул



Рис. 57.6. Лігр

спільною участю особин у розмноженні. Однак іноді межі між популяціями різних видів (і, відповідно, межі між видами) долаються. Так виникають природні міжвидові гібриди. Явище це не дуже поширене, але й не рідкісне. Зокрема, міжвидові гібриди відомі для 6 % видів європейських ссавців.

Через відмінності в наборі спадкової інформації, отриманої від батьків, зазвичай міжвидові гібриди не можуть утворювати статеві клітини. Прикладом таких гібридів є мул, гібрид самця коня та самки віслюка (рис. 57.5). Певні гібриди в рідкісних випадках народжують потомство, як лігри — гібриди самця лева та самки тигра (рис. 57.6). Унаслідок міжвидової гібридизації можуть виникати нові види, як-от у ящірок і ропах.

А в зелених жаб (рис. 57.7) утворюються гібриди, які виробляють статеві клітини того чи іншого батьківського виду. Такі гібриди називають *напівклональними*. Вони можуть жити й розмножуватися спільно з представниками

батьківських видів, утворюючи популяційні системи. При схрещуванні їстівної жаби, яка виробляє статеві клітини ставкової жаби, з озерною жабою все потомство складається з їстівних жаб. Вірогідно, найцікавіші для дослідників популяційні системи зелених жаб існують у Східній Україні, у водозбірному басейні Сіверського Дінця.



Рис. 57.7. Зліва направо: ставкова жаба; озерна жаба; їстівна жаба — їхній міжвидовий гібрид



§ 58. Ланцюги живлення в екосистемах

■ **1. Угрупування.** Ми вже встановили, що організми є частинами популяцій. **А до складу яких систем входять популяції?**

Угрупування — це сукупність усіх живих компонентів, які спільно мешкають у тому чи іншому **місцеперебуванні** (ділянці неживого середовища) та утворюють певну єдність.

На **форзаці 1** підручника зображене певне місцеперебування — ставок і його околиці. Тут мешкають популяції одних видів (наприклад, окунів або планктонних рачків дафній) та окремі представники популяцій, що займають набагато більшу територію, як-от шуліки або лисиці.

У визначенні угрупування сказано, що воно утворює єдність. Щоб встановити, у чому вона виявляється, розглянемо взаємозв'язки, що поєднують представників різних видів. Перш за все — **ланцюги живлення**. Дафнія (**табл. 11.1, с. 46**) відфільтровує планктонні водорості з води (**рис. 58.1**). Її може з'їсти карась, а карася — окунь. Чапля з'їсть окуня. Чаплю з'їсть шуліка або лисиця. Рештки чаплі зруйнують гриби та бактерії, які повернуть неорганічні речовини, що в них містилися, у ґрунт і воду. Такі зв'язки об'єднують усі групи живих істот в угрупуванні: тварин, рослини, гриби та бактерії.

Що відбувається з їжею в організмі будь-якої тварини? Частина органічних речовин та енергія, яку вони містять, накопичується в тілі тварини. Частина енергії витрачається, частина речовин виводиться назовні (**рис. 58.2**). **Що відбувається далі з речовинами, які тварини виводять у зовнішнє середовище?**



Рис. 58.1. Коли дафнія живиться водоростями (вольвоксом), вона отримує органічні речовини, що містять накопичену водоростями енергію сонячного світла

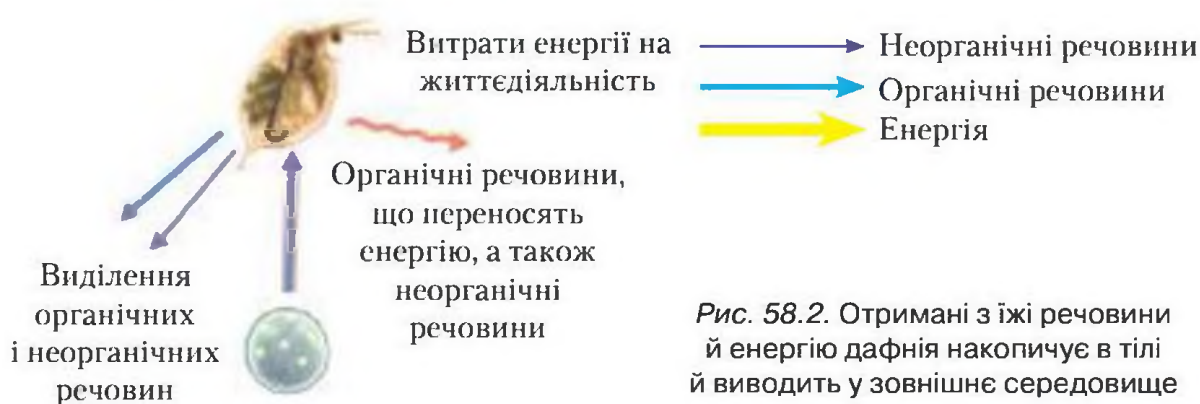


Рис. 58.2. Отримані з їжі речовини й енергію дафнія накопичує в тілі й виводить у зовнішнє середовище

■ **2. Екосистема.** Розглянемо живі організми разом з їхнім середовищем. **Екосистема** — це єдність живих організмів (угруповання) та середовища їхнього існування (місцеперебування).

Шляхи передавання речовин та енергії в екосистемі зображено на схемі (рис. 58.3). Зверніть увагу: шляхи переміщення неорганічних речовин утворюють замкнену фігуру! Звісно, сюди не входить стрілка, що йде від окуня до хижаків, які в ланцюгу живлення розташовані вище за нього — до чаплі або, можливо, людини. Але й від них органічні й неорганічні речовини повернуться в середовище. Гриби та бактерії зруйнують органічні речовини та перетворять їх на неорганічні речовини, а останні з часом використають рослини.

Отже, в екосистемі відбувається **колообіг речовин!**

А як в екосистемі передається енергія? Її накопичують рослини, які отримують енергію від сонячного світла. Крок за кроком ця енергія передається ланцюгами живлення та витрачається на життєдіяльність усіх живих істот. Шляхи передавання енергії не утворюють замкнену фігуру, тож можна дійти висновку, що через екосистему тече **потік енергії**.



Бактерії та гриби

- Неорганічні речовини
- Органічні речовини
- Енергія

Рис. 58.3. Колообіг речовин і потік енергії в екосистемі (показано лише частину зв'язків)

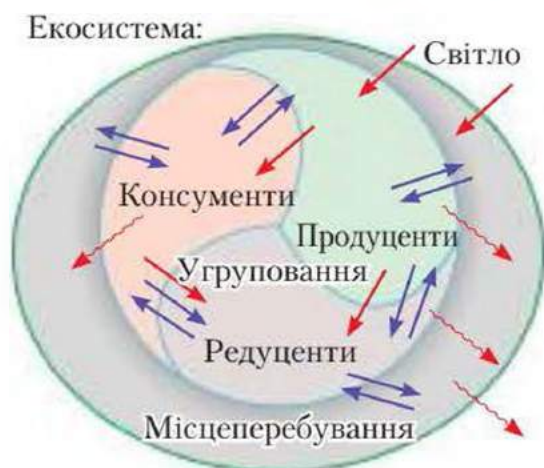
гія передається ланцюгами живлення та витрачається на життєдіяльність усіх живих істот. Шляхи передавання енергії не утворюють замкнену фігуру, тож можна дійти висновку, що через екосистему тече **потік енергії**.

■ **3. Екологічні ролі організмів.** Ролі в обміні речовин, що їх виконують зображені на схемі (рис. 58.3) організми (і популяції), поділяють на три групи: продуценти, консументи й редуценти.

Продуценти виробляють органічні речовини з неорганічних із застосуванням зовнішнього джерела енергії. Усі вони є автотрофами. До продуцентів належать рослини та деякі бактерії. Більшість автотрофів, утворюючи органічну речовину, виділяють у середовище кисень.

Консументи й редуценти споживають органічні речовини, тобто обидві групи є гетеротрофами. Основна функція консументів полягає в тому, що вони виробляють нову органічну речовину, а редуцентів — у тому, що вони розкладають органічну речовину до неорганічної. Більшість консументів





—→ Потік речовини —→ Потік енергії

Рис. 58.4. Екосистема складається з угруповання та місцеперебування. Енергія тече крізь екосистему, речовини рухаються замкненими шляхами всередині неї



Рис. 58.5. Крізь найбільшу екосистему — біосферу — також тече потік енергії (порівняйте з рис. 58.4)

тів і редуцентів є аеробами, тобто для вивільнення енергії з органічної речовини вони використовують кисень і виділяють у середовище воду й вуглекислий газ.

Зазвичай як консументів розглядають тварин, а як редуцентів — гриби та більшість бактерій.

■ **4. Цілісні особливості угруповань та екосистем.** *Що робить угруповання та екосистеми цілісними (тобто об'єднаними внутрішніми зв'язками) системами?* Угруповання об'єднують ланцюги живлення. Через нього тече потік речовин та енергії. Екосистему об'єднує обмін речовин та енергії між угрупованням і місцеперебуванням (неживим середовищем). У екосистемі відбувається колообіг речовин, крізь неї тече потік енергії (рис. 58.4).

■ **5. Найбільша екосистема — біосфера.** *Частиною якої системи є екосистема?* Зверніть увагу, що в характеристику поняття «екосистема» не входить масштаб. Екосистемою є наш ставок, а водночас і крапля води, і Світовий океан. Одні екосистеми є частиною інших, більших за обсягом.

А яка екосистема є найбільшою? Та, яка займає всю поверхню Землі. Вона називається **біосферою**. Як і в інших, менших за обсягом екосистемах, у біосфері відбувається колообіг речовин, крізь неї тече потік енергії (рис. 58.5). Біосфера отримує від Сонця енергію у вигляді світла, багаторазово перетворює її за допомогою живих організмів, а також середовища їх існування, і, врешті-решт, віддає космічному простору у вигляді тепла.

■ Популяції та організми є частинами угруповань. Угруповання об'єднують ланцюги живлення, крізь них тече потік речовин і енергії. Екосистему



об'єднує обмін речовин та енергії між угрупованням і місцеперебуванням (неживим середовищем). В екосистемі відбувається колообіг речовин, крізь неї тече потік енергії. Найбільшою екосистемою на земній кулі є біосфера.

■ Угруповання; ланцюги живлення; екосистема; колообіг речовин; потік енергії; продуценти, консументи, редуценти; біосфера.

1. З якими організмами об'єднана ланцюгами живлення людина, зображена на *форзаці 1*?
2. Екосистемою є і ставок, і крапля води з нього, і Світовий океан. Які угруповання входять до складу цих екосистем?
3. Опишіть процеси життєдіяльності організмів, завдяки яким в екосистемі відбувається колообіг речовин.
4. Опишіть словами, що показано на *схемі 58.4*.
- 5*. Намалюйте за вашим вибором систему ланцюгів живлення в угрупованні.

■ **6. Обмін речовинами між екосистемами. Чи є колообіг речовин в екосистемі повністю замкненим?** Ні. Відносно замкнутий колообіг речовин є характерним лише для однієї, найбільшої екосистеми — біосфери.

Уявіть річку, що тече через ліс. Листя, гілки, пил, ґрунт і багато іншого потрапляє у воду (наприклад, зноситься потоками води під час дощу). Назад повернеться лише невелика частина цієї речовини, а інша частина з водами річки потрапить до моря (*рис. 58.6*). Органічні речовини, які річки принесли в моря, переробляють морські тварини. Важливі для життя на суходолі елементи осядуть на морському дні та потраплять в осадові гірські породи. Якби на нашій планеті не відбувалися горотворні процеси, життя на суходолі з часом стикнулося б з нестачею цих необхідних для нього елементів. На щастя, Земля — «жива», геологічно активна планета. Через тривалий час унаслідок горотворних процесів або діяльності вулканів осадові породи, що утворилися в океані, потрапляють на поверхню суходолу. Вони поступово зруйнуються, й елементи, з яких вони склалися, потрапляють у різні наземні екосистеми, наприклад, у ліс.



Рис. 58.6. Річка виносить до моря речовини, які принесла вода

Існує кілька груп тварин, які повертають необхідні для життя на суходолі хімічні елементи з водних екосистем. Передусім, це — рибоїдні птахи. Вони живляться над морем та іншими водоймами, а їхній послід потрапляє на суходіл. Для прісних водойм важливу роль у цих процесах відіграють комахи, личинки яких розвиваються у воді (бабки, комарі тощо), а також безхвості амфібії. Наприклад, пуголовки ропух розвиваються у водоймах, а цьогорічки виносять на суходіл речовини, що їх пуголовки отримали з їжею у воді.



§ 59. Середовище та його чинники

■ **1. Навколишнє середовище.** *Яка властивість навколишнього середовища має значення для особини: оточувати або впливати?* Звісно, впливати.

Середовище — це сукупність усього, що впливає (або може впливати) на особину, яка досліджується.

Вивчаючи середовище, його умовно поділяють на окремі **чинники**. Одна з найважливіших класифікацій чинників — їх поділ на ресурси й умови. Основна відмінність між ними полягає у вичерпності. **Ресурси** — це чинники, які споживаються організмами, унаслідок чого ресурси можуть вичерпатися, скінчитися, стати недоступними для інших організмів. Прикладами ресурсів є їжа для тварин, придатні для гніздування птахів-дуплогнізників дупла, світло для рослин тощо.

Умови — це чинники, що впливають на організми, але не вичерпуються. Прикладами умов є температура середовища для всіх організмів, світло для тварин тощо.

Кожен вид тварин потребує певного набору ресурсів і може існувати тільки там, де всі ці ресурси наявні. Крім того, кожен вид може існувати лише в певних межах важливих для нього умов.

Так, європейський харіус (дуже красива риба, що трапляється у водоймах Західної України) живе тільки в холодній, багатій на кисень воді (рис. 59.1). Якщо температура води піднімається вище 20 °С, це становить загрозу життю харіуса, а за температури +25 °С він швидко гине. Прикладом риби, яка пристосована до високих температур, є дискуси — риби з Амазонки, яких часто утримують в акваріумах. Температура +25 °С для дискусів є занадто низькою. Їх утримують за температури +28–30 °С, і вони витримують навіть її підвищення до 35 °С.

■ **2. Пристосування до несприятливих умов.** Усі нескінченні різноманітні способи пристосувань тварин (та інших організмів) до несприятливих умов можна розподілити на три групи.

Витерплення. Якщо умови стають несприятливими, можна пристосуватись якись чином їх пережити. Наприклад, бабак (представник ряду Гризуни, поширений у степовій зоні) не чинить опору зимовим



Рис. 59.1. Харіус (а) є прикладом холодноводної риби, а дискус (б) — тепловодної



Рис. 59.2. Бабак



Рис. 59.3. Тихохід в активному стані та на стадії барильця



Рис. 59.4. Дощові черв'яки на дорозі під час дощу



Рис. 59.5. Важко уявити, у яких суворих умовах проходить життя білого ведмедя!

холодам (рис. 59.2). Він упадає в зимову сплячку у своїй норі. Якщо у звичайному стані температура його тіла — майже 36 °С, то під час сплячки вона знижується до 3–5 °С, а пульс — до 3 ударів за хвилину. У такому стані бабак може перебувати 5–6 місяців, лише кілька разів прокидаючись за цей час! Та з настанням весни бабак прокинеться й почне накопичувати жир на наступну сплячку.

Рекордсменами терпеливості є *тихоходи* — невеликі тварини, близько споріднені з членистоногими (рис. 59.3). Вони живуть у краплях води на мохах і лишайниках. Зазвичай їх довжина не перевищує 1 мм. У несприятливих умовах тихоходи просто висихають, переходячи на стадію барильця. У такому стані вони можуть перебувати у відкритому космосі, витримують високі й наднизькі температури, величезні дози радіації, дію отрут тощо. Коли барильце потрапляє в краплю води, тварина повертається до життя.

Відхід. Із настанням тяжких часів можна переміститися туди, де умови кращі. Згадайте полярного крячка (рис. 53.5, с. 211). Коли в Арктиці стає занадто холодно, він перелітає в Антарктику, де настає полярне літо!

Чому дощові черв'яки з'являються на поверхні під час дощу (рис. 59.4)? А тому, що вода заливає їхні нірки. У ґрунті багато органічної речовини, що розкладається, і черв'яки опиняються в безкисневому середовищі. Єдине, що вони можуть зробити, — вийти на поверхню, де є кисень.

Подолання. Є тварини, які не перетерплюють несприятливі умови, а долають їх! Відмінність полягає в тому, що в разі подолання тварини ведуть активне життя, ніби вони перебувають у нормальних для них умовах. Кашалот, який полює на кальмарів на неймовірній глибині (рис. 16.6, с. 65; 30.8,



с. 122), і білий ведмідь, який живе в зледенілій Арктиці (рис. 30.5, с. 119, 59.5), — приклади подолання майже нездоланих умов середовища.

■ **3. Єдність особини та середовища.** Вивчаючи вплив середовища на організм, їх зазвичай умовно розділяють. Це велике спрощення. Розглянемо простий приклад. На навколводній рослинності сидить зелена жаба (рис. 59.6). Вона безперервно обмінюється зі своїм середовищем речовиною, енергією та інформацією.

Чи можемо ми розглядати жабу окремо? Лише умовно. Без обміну речовиною, енергією та інформацією із середовищем вона швидко загине. Але навіть якщо перемістити жабу в якісь інші умови, вона все одно збереже зв'язок із тим середовищем, до якого пристосована. Усі її особливості відповідають способу життя берегової тварини, яка в разі небезпеки стрибає у воду. На її будові позначалися властивості берега й води. Поза цим середовищем вона виглядатиме безглуздо та виявиться непристосованою.

А середовище можна розглядати незалежно від жаби? Лише частково. Річ у тому, що для різних організмів у одному й тому самому місці середовище є різним. Поруч із жабою росте ряска (рис. 59.6). Жаба й ряска перебувають в одному місці, але в різних середовищах. Сонячне світло для жаби — освітлення та джерело тепла, а для ряски — джерело енергії. Вода для жаби — опора, з якою вона обмінюється теплом, а для ряски — ще й джерело мінерального живлення. Одна й та сама комаха для ряски — хижак, що поїдає її тканини, а для жаби — потенційна їжа.

Якщо б уявні розумні інопланетяни отримали одну-однісіньку зелену жабу, вони б мали змогу дізнатися про Землю дуже багато цікавого. У кожному з нас, земних мешканців, як у дзеркалі, відображається чи не все земне життя...

- Середовище особини — це все, що на неї впливає. Середовище умовно поділяють на окремі чинники. Ресурси — це чинники, які організми споживають. Умови — це те, що впливає на організми, але не споживається ними.



Рис. 59.6. Організм у типовому для нього середовищі



Основні напрями пристосування до несприятливих умов — витерплення, відхід і подолання. Кожна істота є єдиним цілим із своїм середовищем, до якого вона пристосована.

■ *Середовище; чинники; ресурси; умови; витерплення, відхід і подолання.*

1. Чим відрізняються умови й ресурси? Поясніть це на прикладах.
2. Назвіть умови й ресурси, що є важливими для певного обраного вами виду тварин.
3. Про що могли б здогадатися умовні інопланетяни, досліджуючи жабу?
- 4*. Опишіть середовище, у якому ви зараз перебуваєте. Які його чинники найбільше впливають на вашу поведінку?

■ **4. «Багатошаровість» середовища.** Умовно середовище існування кожної особини можна поділити на декілька «шарів». *Перший* — неживе середовище, місцеперебування. Приклади пристосувань до несприятливих умов, що наведені в параграфі, стосуються саме цього «шару». *Другий* — це інші види в угрупованні. Пристосування до взаємодії з ними мають зовсім інший характер, який ми розглянемо в § 60. *Третій «шар»* — внутрішньопопуляційне середовище. Воно потребує ще одного, окремого набору пристосувань. Ми частково розглядали його в § 54 (про взаємини з родичами).

Особини більшості видів існують саме в цих трьох «шарах» середовища. Порівняйте, наприклад, пристосування слона до місцеперебування, угруповання та внутрішньопопуляційних взаємин (рис. 59.10)! У людей до цих трьох шарів додаються ще три. Соціальний «шар» пов'язаний із соціальними ролями людей у суспільстві. Наприклад, з іншими людьми можна взаємодіяти як із чоловіками, жінками й дітьми, а можна — як із керівниками, підлеглими та колегами. Це різні способи взаємодії. *Четвертий, соціальний «шар»*, починає виникати й у деяких інших тварин, крім людини. Його розвиток пов'язаний із персоніфікованими групами тварин.



Рис. 59.10. Самка слона відганяє гієн від слоненяти

В інших видів можна знайти й певні зачатки *п'ятого «шару»* — культурного середовища. Утім, його розвиток у людини є незрівняним. До речі, працюючи з підручником, ви перебуваєте саме в культурному середовищі.

Шостий «шар» — технічне середовище. Його, певною мірою, можна порівняти з мурашниками мурах і греблями бобрів. Однак людські знаряддя праці принципово відрізняються від знарядь інших тварин тим, що для своєї роботи використовують енергію та потребують ресурси.



§ 60. Взаємодія популяцій в угрупованні

■ **1. Класифікація типів взаємодії популяцій.** Важливою частиною середовища для будь-якого організму є представники інших видів. Взаємодіють не лише особини, *взаємодіють* і *популяції*, до яких вони належать. Щоб описувати різноманіття взаємодій між популяціями, ці взаємодії треба класифікувати. Для цього скористаємося простою ознакою: як зміниться чисельність однієї популяції у відповідь на зміну іншої? Розглянемо приклад: як зміняться чисельності популяцій мишей і бліх у відповідь на зростання чисельності популяції лисиць? Чисельність мишей знизиться, бо лисиці почнуть швидше їх їсти. Чисельність бліх, що живуть на лисицях, збільшиться, бо зросте кількість доступних для них хазяїв.

Тепер ми можемо виокремити всі випадки впливів змін чисельності популяцій на інші популяції та дати їм назви (*табл. 60.1*). Стрілки в перших двох стовпцях таблиці показують, як зміниться (зросте, зменшиться або залишиться без змін) чисельність однієї популяції у відповідь на зростання іншої. Рядки в таблиці розташовані за зменшенням відносної важливості вказаних типів взаємодій для підтримки складу угруповань.

Таблиця 60.1

Типи взаємодій між популяціями в угрупованнях

| Вплив | | Назва | Приклад |
|-------|-----|--------------|--|
| 1→2 | 2→1 | | |
| ↗ | ↘ | Експлуатація | Хижацтво Гідри й дафнії (<i>рис. 6.4</i>); дафнії та водорості (<i>рис. 58.1</i>); білі акули й тюлені (<i>рис. 18.3, 60.1</i>) |
| | | Паразитизм | Печінкові сисуні й корови (<i>рис. 9.2</i>); коростяні свербуни й люди (<i>рис. 12.7</i>) |
| ↘ | ↘ | Конкуренція | Широкопалі й довгопалі раки (<i>рис. 11.2, 11.3</i>) |
| ↗ | ↗ | Симбіоз | Кооперація Риби-чистильники та їхні хазяї (<i>рис. 33.5, 60.5</i>) |
| | | Мутуалізм | Занилення квіток комахами |
| ↗ | → | Коменсалізм | Рифоутворювальні корали й риби коралових рифів |
| ↘ | → | Аменсалізм | Бобри й тарантули |
| → | → | Нейтралізм | Жаби й тихоходи (умовний приклад) |





Рис. 60.1. Два приклади хижацтва. Не хвилюйтеся за слона — крокодил невдало обрав жертву й не зможе її вполювати!



Рис. 60.2. Місцеперебування, яке знищили слони



Рис. 60.3. Кондор відганяє шакала від падалі

■ **2. Експлуатація.** Саме ці відносини забезпечують ланцюги живлення (рис. 58.3), які роблять угруповання єдиним цілим. Ми розглянемо два найпоширеніших підтипи цього типу взаємодій.

Хижак за своє життя споживає багато жертв. Він може вбивати свої жертви, як крокодил, або тільки споживати їх частини, як гусінь листя (рис. 60.1), або як медична п'явка — кров тварин (рис. 8.6, с. 35). Ви розумієте, що з погляду екології (науки про взаємовідносини в живій природі) рослиноїдні тварини є хижаками, як і м'ясоїдні.

Паразит зазвичай тісно пов'язаний зі своїм хазяїном, який стає для нього не тільки джерелом живлення, а й середовищем. Про особливості життя внутрішніх паразитів (а справжні паразити — переважно внутрішні) ви дізналися в § 9.

Здається, що паразити й хижаки шкодять популяціям своїх жертв і хазяїв. Утім, життя є складнішим. Кожна особина, яка постраждала від нападу хижака або паразита, звісно, зазнає шкоди. А ось для популяції вплив паразитів, а особливо хижаків, може бути корисним. Якщо чисельність популяції обмежують хижаки, усі особини в ній можуть перебувати в найкращому стані. Якщо хижаки не впливатимуть на чисельність популяції, вона збільшиться, і її зростання буде обмежуватися нестачею ресурсів.

Розглянемо приклад. Протягом мільйонів років на слонів полювали шаблезубі кішки (рис. 47.5, с. 187). Потім ці хижаки вимерли, і на слонів полювали тубільці. Їх змінили мисливці за бивнями, що є матеріалом для цінних виробів. Проте в останні десятиліття

в Африці налагоджена охорона слонів. У національних парках їхня чисельність суттєво зросла. На жаль, це призвело до того, що слони знищують рослинність у своїх місцях перебування, а потім і самі страждають від голоду (рис. 60.2). Річ у тому, що чисельність популяцій слонів



не контролюється ніякими хижаками. Тож цю роботу доводиться виконувати людині.

■ **3. Конкуренція.** Цей тип відносин, як і експлуатація, є дуже важливим для підтримки різноманіття угруповань. Популяції різних видів, що використовують однаковий ресурс, зменшують його кількість одна для одної. Досить часто конкуренція між представниками таких популяцій не пов'язана з прямими зіткненнями між ними, однак іноді виражається в постійних конфліктах. Якщо відігнати або знищити конкурента, кількість доступного ресурсу збільшиться (рис. 60.3).

Чому коти й собаки здебільшого не люблять одне одного? Вовчі й котяті — постійні конкуренти. Більшість вовчих заганяє здобич зграєю, котяті звичайно полюють із засідки. Коти для собак і собаки для котів є стимулами, що підштовхують до конфліктів (рис. 60.4). Утім, навчання може позбавити їх такої реакції.

■ **4. Симбіоз і коменсалізм.** Дві форми взаємовигідних взаємин (*симбіозу*) відрізняються тим, що види, які взаємодіють між собою на засадах *кооперації*, можуть зустрічатися незалежно один від одного, а *мутуалізм* є нерозривним зв'язком. Прикладом кооперації є діяльність чистильників (рис. 33.5, с. 140, 60.5). Взаємини ендосимбіонтів, що допомагають засвоювати рослинну їжу, та їхніх хазяїв, — приклад мутуалізму (рис. 33.4, с. 140; 55.2, с. 218).

Коменсалізмом називають взаємини, у яких коменсали отримують користь від хазяїв, а на них самих не впливають. У більшості випадків коменсал отримувє від хазяїна або їжу (рис. 60.6), або захист (рис. 60.7), або притулок, або переміщення.

■ **5. Аменсалізм і нейтралізм.** Ці обидва типи взаємодій є відносно менш важливими. При *аменсалізмі* одна з популяцій



Рис. 60.4. Левиця нападає на групу гієнових собак. Це — частина одвічного протистояння вовчих і котячих



Рис. 60.5. Буйволові шпаки чистять шкіру бегемоту



Рис. 60.6. Скарабей священний отримує від копитних їжу для своїх личинок



Рис. 60.7. Невеликий косяк риб ховається за черепахою від хижаків — вітрильників (ряд Окунеподібні)





Рис. 60.8. Гребля бобрів

(рис. 60.8). Цим вони піднімають рівень води й забезпечують у такий спосіб собі доступ до дерев, якими живляться. Зволоженість місцевості зростає, степові ділянки зникають, а з ними зникають і тарантули.

Для **нейтралізму**, тобто відсутності впливу, у таблиці 60.1 (с. 237) обрано приклад двох видів, які, вірогідно, майже не взаємодіють один з одним.

■ Типи взаємодії між популяціями в угрупованні можна класифікувати, установлюючи, як змінюється чисельність однієї популяції зі зростанням чисельності іншої. Важливими типами взаємодії є експлуатація (хижацтво й паразитизм), конкуренція та симбіоз (кооперація, мутуалізм).

■ *Взаємодія між популяціями; експлуатація: хижацтво та паразитизм; конкуренція; симбіоз: кооперація та мутуалізм; коменсалізм; аменсалізм; нейтралізм.*

- 1. Наведіть приклади хижацтва та паразитизму.
2. Як ви вважаєте, чому в таблиці 60.1 (с. 237) запилення квітів комахами наведено як приклад мутуалізму?
3. Класифікуйте взаємодії, що зображені на рисунку 60.9.
4*. Наведіть приклади видів тварин, з якими людина вступає у взаємодії, перелічені в таблиці 60.1 (с. 237).

■ **6. Життя між жалких клітин.** Деякі риби (та інші тварини) використовують щупальця кишковопорожнинних як надійні сховища. При цьому вони уникають отруйних опіків жалких клітин. Справа в тому, що жалкі клітини реагують не на будь-який дотик, інакше б щупальці обпікали



Рис. 60.9.



одне одне. Щупальці вкриті слизом, у якому міститься речовина, що стримує «постріл» жалких клітин. *Анемонова риба* (рис. 60.10) спочатку дає *актинії* (поодинокому кораловому поліпу) злегка «вжалити» себе, а потім виробляє слиз такого ж складу, що характерний саме для цієї актинії!



Рис. 60.10. Анемонова риба

Анемонові риби живуть у великих актиніях групами з кількох особин. Найкрупніша особина в групі — самка, наступний за величиною — самець. Якщо самка гине, самець збільшується до її розміру і змінює стать, тобто стає найбільшою самкою. Усі риби в групі також виростають на один крок і в разі потреби змінюють стать.

Достеменно невідомо, чи впливають анемонові риби на актинію. Вірогідно, для неї це співжиття є незначущим. У такому разі, описані взаємини — приклад коменсалізму.

§ 61. Людина й інші тварини

■ **1. Навіщо охороняти тварин?** Людина з'явилася як частина тваринного світу, але з часом стала найупливовішою частиною біосфери. Людська діяльність може призводити до знищення багатьох видів інших тварин.

Чому людині потрібно зберігати існування інших видів тварин?

Певна частина видів тварин може бути корисною для людини. Деякі види можуть бути їжею, джерелом потрібних речовин чи необхідною складовою певних екосистем. Але цього замало. В останні десятиліття люди почали охороняти інші організми та природу загалом за їхню красу — це теж важлива причина!

Разом із тим існує багато видів тварин, що не приносять людині ніякої користі й не є особливо красивими. Існує навіть багато видів тварин, про які ми нічого не знаємо. Порушення природних екосистем призводить до знищення цих видів. Але вимирання будь-якого виду — незворотна втрата. Кожен із цих видів — наш родич і є наслідком еволюції, настільки ж тривалої, як і еволюція людини. Вчинок нашого виду, що знищив вид своїх родичів, можна порівняти з убивством або відмовою захистити від загибелі брата чи сестру. Кожна така втрата є трагедією.

Етика (сукупність моральних норм, що регулюють людську поведінку) давно визнала неприпустимість убивства іншої людини (крім деяких особливих випадків, наприклад, таких, що можуть виникати





Рис. 61.1. Вирішіть для себе: чи бажали б ви опинитися на місці цих людей



Рис. 61.2. Заміна природних місць перебувань штучними призводить до загибелі багатьох тварин

під час захисту власного життя чи Батьківщини). Нам усім треба звикати жити за правилами **екологічної етики**, згідно з якою втрата інших видів є неприпустимою. Згідно з цими правилами, кожна нашу дію слід оцінювати за її наслідками не лише для людей, а й для представників інших видів, що населяють Землю разом із нами (рис. 61.1).

Що треба зробити, щоб унаслідок людської діяльності не зникли види тварин? Передусім — охороняти екосистеми, що є місцями їхнього існування (рис. 61.2).

■ **2. Збереження природних екосистем. Як можна зберегти природні екосистеми?** Людина зберігає місця існування тварин на природоохоронних територіях.

Яку територію слід робити природоохоронною для збереження, наприклад, тварин лісу? Це має бути справжній ліс певного типу з характерним для цього типу складом рослин, тварин та інших організмів. Цей ліс має бути якнайменше ушкодженим діяльністю людини (наскільки це можливо у наш час).

Він має бути досить великим, щоб у ньому могли існувати популяції як дрібних, так і великих тварин. Бажано, щоб він був розташований так, аби тварини мали змогу з цієї території дістатися до інших лісів. Необхідно, щоб цей ліс можна було захистити від руйнівних наслідків людської діяльності.

Найвідоміші з територій під охороною — **заповідники**. Це наукові установи в природі, де можна проводити тільки дослідницьку роботу. Нині в заповідниках України представлені майже всі типи її природних екосистем (рис. 61.3). У природних заповідниках учені досліджують природні процеси без утручання в них людини, а в **біосферних заповідниках**, крім того, — взаємодію природних екосистем із людиною.

Національні природні парки, на відміну від заповідників, організуються не тільки для охорони природи, а й для відпочинку людей.



Призначення парків — показати красу природи, навчити людину спілкуватися з нею.

У цих природоохоронних територіях вирізняють різні зони. У заповідній зоні людина може лише досліджувати природні процеси, не впливаючи на них. В інших зонах може бути дозволеною певна діяльність (наприклад, проведення екскурсій), яка не порушує природні екосистеми.

Найбільше в Україні **заказників** і **пам'яток природи**, які створюють для охорони окремих видів. Господарська діяльність і туризм тут дозволені, але обмежені з метою охорони природи.

■ **3. Охорона окремих видів.** Не завжди зникнення виду пов'язане зі знищенням екосистем. Існують види, які зникають, коли в природі ще зберігаються придатні для них місця існування.

Так, мисливці можуть знищувати цінні види звірів і птахів, рибалки — промислові види риб. Осетрові риби (*табл. 20.1, с. 77–78*) в Україні перебувають на межі вимирання. Частково це пов'язано з тим, що їхньому нересту заважають греблі. Утім, основна причина скорочення чисельності осетрових — браконьєрський (протизаконний) вилов (*рис. 61.1*). За виконанням законів, що захищають тварин, повинна пильнувати не лише держава, а й усі громадяни.

Повністю заборонено полювання на види, занесені до **Червоної книги**, — ті, яким загрожує зникнення. У **Червоній книзі України** налічується 542 види тварин, але, вірогідно, цей перелік не є вичерпним.



Рис. 61.3. На заповідних територіях України охороняються різні типи екосистем: Карпатський біосферний заповідник (*а*); Український степовий природний заповідник (*б*); Національний природний парк «Гомольшанські ліси» (*в*); Карадазький природний заповідник (*г*)



Рис. 61.4. Крапчастого ховраха (а) винищували в минулому, звичайну мідянку, повністю безпечну змію (б), продовжують винищувати й тепер. Ці види занесені до Червоної книги України.

Деякі види страждають від того, що їх уважають чи вважали шкідливими. Так, ще 50 років тому для боротьби (насправді, не потрібної) з крапчастими ховрахами (рис. 61.4) залучали навіть школярів. Зараз цю тварину занесено до Червоної книги України.

Не існує видів, «шкідливих» узагалі, є лише види, що за певних умов завдають людині шкоди. Чисельність небажаних у штучних екосистемах видів потрібно обмежувати, але робити це в такий спосіб, щоб при цьому не знищувати інші види й не займати природні екосистеми.

■ В умовах, коли людина може знищити будь-який вид, особливе значення має охорона довкілля та поширення екологічної етики. Засобом охорони екосистем є створення природоохоронних територій (заповідників, національних парків тощо), а засобом збереження окремих видів — їх занесення до Червоної книги.

■ *Екологічна етика; заповідник; національний природний парк; Червона книга України.*

1. Навіщо охороняти ті види тварин, від яких немає ніякої користі?
2. Що треба змінити в ставленні українського суспільства до тварин?
3. Які природоохоронні території є у вашому регіоні? Чим вони примітні? Які рідкісні тварини мешкають на них?
- 4*. Що ви можете змінити у вашому житті, аби стати більш дружніми до живої природи й сприяти охороні тварин?

■ **4. Володимир Станчинський — теоретик охорони природи.** В Україні працював відомий учений, який одним із перших почав розробляти ідеї, що визначили розвиток екології в II половині ХХ ст. В умовах Радянського Союзу його робота була жорстко розкритикована, а сам він був репресований.

З 1929 р. Володимир Станчинський став заступником директора з наукової роботи найдавнішого українського заповідника Асканія-Нова й водночас — завідувачем кафедри зоології хребетних у Харківському університеті. У ці роки він пропонує вивчати на заповідних територіях вплив на природу діяльності людини. Нині саме це є завданням біосферних за-



повідників. Він приходив до висновку, що тварини, рослини та неживе середовище утворюють єдність. Нині цю єдність вивчають, застосовуючи терміни «екосистема» (запропонований у 1935 р. американським біологом Артуром Тенслі) та «біогеоценоз» (запропонований у 1942 р. радянським біологом, що, до речі, народився в Харківській області, Володимиром Сукачовим).

У 1933 р. В. Станчинського заарештовують і звинувачують у тому, що в охороні природи він не враховував потреби господарства. Під тортурами НКВД він зізнається в злочинах, яких не скоював. У 1936 р. він, відбувши покарання, виходить на волю. У цей час учений працює в Росії, знову займається наукою та охороною природи. У 1940 р. В. Станчинського вдруге заарештовують. У нього вистачає сил відкидати звинувачення, але в 1942 р., в ув'язненні, він умирає від серцевої хвороби.



Рис. 61.5. Володимир Володимирович Станчинський (1882–1942)

■ **5. Біологічні знання й охорона природи.** Останніми роками в суспільстві стає популярним прагнення змінити спосіб життя, щоб воно якнайменше завдавало шкоди середовищу. На жаль, біологічні знання, які є основою охорони природи, поширюються набагато повільніше.

Люди намагаються захищати красиві види тварин або ті, представники яких великі за розміром, не розуміючи, що необхідно захищати екосистеми...

Люди пропонують нездійсненні способи дій для охорони природи, і коли їхні зусилля закінчуються невдачею, вони втрачають віру...

Люди довіряють пропаганді, за допомогою якої прагнуть нав'язати помилкові страхи (наприклад, перед генетично модифікованими продуктами) та помилкові ідеали (наприклад, так звану «органічну» їжу)...

Люди вірять рекламі, якщо вона стверджує, що певна технологія є «екологічною», хоча втрати для середовища при її реалізації є більшими, ніж при звичайному способі дій...

Люди намагаються будувати майбутнє так, щоб воно нагадувало їхні уявлення про минуле, а це неможливо...

...Дійсно, люди часто роблять багато помилок. У чому їх причина? У недостатніх біологічних знаннях.

Протягом вашого життя взаємодія людства з біосферою значно зміниться. Щоб ці зміни не були руйнівними, щоб ми могли пристосуватися до нового життя й зберегти те, що цінуємо, — учіть і прагніть розуміти біологію!





УЗАГАЛЬНЕННЯ

§ 62. Розвиток тваринного світу на Землі

■ **1. Літопис Землі.** Розгляньте схему, на якій показано шкалу часу й головні події в історії життя на Землі (рис. 62.1). Сонячна система, частиною якої є наша планета, утворилася, коли Всесвіт був уже «зрілим» — до того часу він існував понад 9 млрд років. За сучасними оцінками вчених, вік Сонячної системи та Землі — 4,6 млрд років.

Упродовж більшої частини історії Землі на дні морів та океанів накопичувалися мул, роздрібнені мінерали, рештки організмів. Із цих відкладень утворювалися осадові гірські породи. Багато давніх осадових порід знаходиться сьогодні на поверхні землі. Досліджуючи їх, можна знайти викопні рештки живих істот.

Склад осадових гірських порід з часом змінювався. *Пригадуєте вивчене раніше?* За їх розташуванням можна встановити послідовність їх утворення: давніші породи зазвичай залягають нижче молодших. Вивчаючи послідовність і склад осадових порід, учені поділили історію

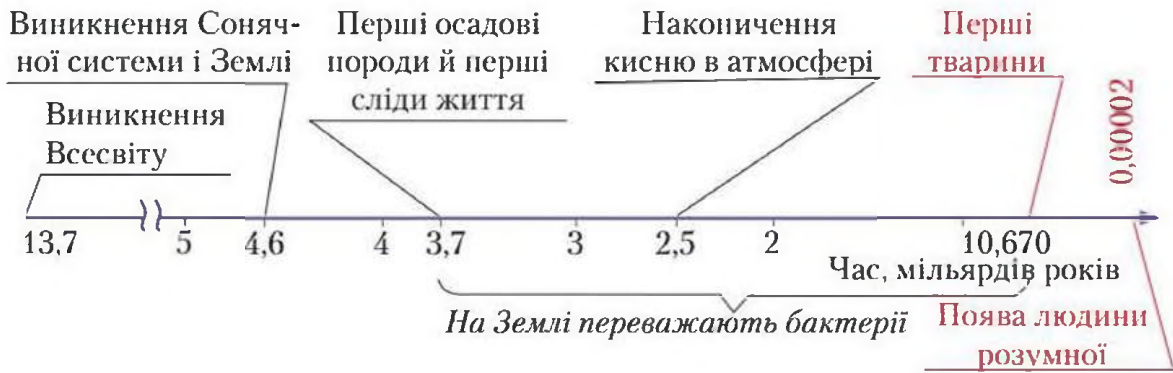


Рис. 62.1. Головні події в історії та передісторії життя на Землі



Землі на проміжки часу. Тривалість і послідовність їх відтворено на *геохронологічній шкалі* (рис. 62.2). Дізнавшись за цією шкалою про вік порід, у яких знайдено викопні організми, дослідники минулого визначають і вік своїх знахідок. І навпаки, знаючи, коли жив той чи інший організм, можна встановити, у яку еру та період формувалися породи, що містять його рештки.

Не дивуйтеся, якщо побачите назви «кайнозойська ера», «мезозойська ера» (рис. 23.7, с. 92) тощо. *Кайнозой, мезозой і палеозой* — це ери. Інші підрозділи, що показані на *рисунок 62.2*, позначають більші за рівнем проміжки часу — *еони*. Зображені підрозділи часу ділять на дрібніші; наприклад, ери ділять на *періоди*.

■ **2. Початок життя на Землі.** Точно визначити, чи існувало життя на Землі до утворення перших осадових порід, неможливо. Такі породи з'явилися 3,7 млрд років тому, в архей — і в них уже знайшли сліди бактерій!

Від самого початку своєї історії життя на нашій планеті було представлено не просто окремими організмами, а екосистемами! До складу екосистем, як і тепер, входили автотрофи, гетеротрофи, а також неживе середовище, яке змінювалося внаслідок діяльності організмів.

Одна з найістотніших змін в історії Землі відбулася приблизно на межі архею та протерозою. Завдяки діяльності живих організмів, здатних до фотосинтезу (як сучасні зелені рослини), в атмосфері (газовій оболонці) Землі накопичився кисень. До того часу життя на Землі було представлено переважно різноманітними бактеріями (рис. 62.3). У кисневій атмосфері поширились організми, клітини яких мали ядро. Приблизно в той же час виникає й статеве розмноження.

■ **3. Еволюція, що прискорюється.** Приблизно 670 млн років тому на Землі масово з'являються багатоклітинні ядерні (евкаріотичні) організми, і тварини — у тому числі. З цього часу еволюція життя

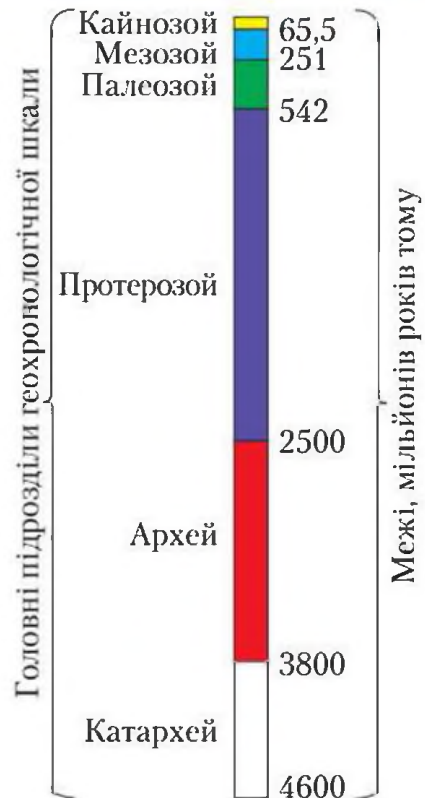


Рис. 62.2. Геохронологічна шкала



Рис. 62.3. До появи тварин Земля виглядала зовсім негостинно



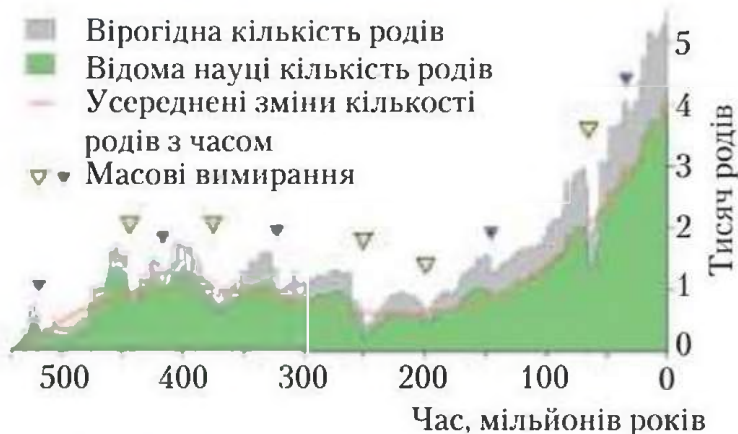


Рис. 62.4. Зміни кількості родів живих істот на Землі з плином часу



Рис. 62.5. Морські тварини початку палеозою

на Землі майже безперервно прискорюється. Річ у тому, що тварини — найактивніша частина сучасного життя. «Гонка озброєнь» між хижаками та їхніми жертвами примушує обидві сторони виробляти нові пристосування. Крок за кроком на Землі ставало дедалі більше видів (рис. 62.4), між ними розвивалися все складніші та різноманітніші взаємини. Зростання різноманіття видів переривалося масовими вимираннями, але після них життя досить швидко відроджувалося.

■ **4. Чотири групи тварин.** На початку палеозою виникли численні групи тварин, котрі мали різноманітні плани будови, і тіла, що склалися з різноманітних тканин (рис. 62.5). Уже з цього часу існують усі чотири основні групи тварин (рис. 62.6) і всі сучасні типи. Уся



Рис. 62.6. Родинні зв'язки основних груп тварин. Тварини пішли від найпростіших. Ліворуч — порядок, у якому виокремлювалися чотири основні групи тварин, а праворуч цей процес показано детальніше, з позначенням деяких типів.



подальша історія життя — удосконалення існуючих типів, поява в них нових класів і дрібніших систематичних груп.

Основні групи тварин відрізняються за особливостями свого розвитку (рис. 46.1, с. 182). Первиннороті тварини з часів своєї появи розвивалися двома групами. Линяючі мають тверді покриви, і ростуть, позбавляючись від них під час линянь (рис. 10.3, с. 42). Архаїчні представники лофотрихових мають або вкриту війками плаваючу личинку (рис. 62.7), або війчасті вирости поруч із ротом.



Рис. 62.7. Трохофора — покрита війками личинка морського кільчастого черва

Три «вершини» еволюції тварин належать до різних груп (рис. 62.6): хордові — до вторинноротих, членистоногі — до линяючих, а молюски — до лофотрихових. До речі, і двошарові тварини не є «невдахами»: згадайте хоча б про коралові рифи, що створені кишковопорожнинними (рис. 62.8).

■ **5. Розквіт життя.** Протягом палеозою морські тварини набули надзвичайного різноманіття. З появою перших наземних рослин на суходолі поширилися безхребетні. У міру ускладнення наземних екосистем виникли перші чотириногі та почалося освоєння суходолу земноводними й плазунами (рис. 62.9, с. 250).

Мезозой став часом розквіту рептилій. На його початку з'явилися перші птахи та ссавці, найпоширенішою групою рослин були голонасінні (рис. 62.10, с. 250). З часом значну частину суходолу заселили покритонасінні рослини. Це зумовило істотні зміни всієї фауни (наприклад, поширення комах із повним перетворенням).



Рис. 62.8. Кораловий риф. Цю екосистему утворили представники типу Кишковопорожнинні. Крім того, на цій фотографії можна побачити представників типів Хордові (риб) і Голкошкірі (морських лілій, рис. 17.6, с. 70).





Рис. 62.9. Живий світ палеозою (кінець кам'яновугільного періоду)



Рис. 62.10. Мезозой (тріасовий період)



Рис. 62.11. Кайнозой (Африка, кілька мільйонів років тому)

Кайнозой — час панування птахів і ссавців (рис. 62.11). На його початку велика частина суші була покрита лісами, пізніше — поширилися трав'янисті екосистеми, як-от степ. Наприкінці кайнозою в Африці виникли перші представники роду Люди. Зовсім нещодавно (у тому масштабі часу, який ми розглядаємо) на Землі з'являється наш вид. Його найдавніші представники мають вік приблизно 200 тис. років. 60–70 тис. років тому почалося розселення нашого виду з Африки, де він виник, по всій земній кулі.

■ Історію Землі поділяють на проміжки часу, що відрізнялися за характером осадових порід. Життя існує на Землі більше 3,5 млрд років. Основні групи тварин виникли на початку палеозою; з того часу різноманіття життя зростає, хоча й зазнало кількох масових вимирань.

■ *Геохронологічна шкала; палеозой, мезозой, кайнозой.*

- 1. Як змінювалася кількість видів, що населяють Землю? Чому?
- 2. Порівняйте тваринний світ палеозою, мезозою та кайнозою.
- 3. Чому поширенню тварин на суходолі передувало виникнення наземних рослин?

4*. Відобразіть у зошиті на схемі головні події, пов'язані з розвитком життя на нашій планеті. Скористайтеся з цією метою текстом підручника, схемою на форзаці 2 і, якщо це потрібно, додатковою літературою. Покажіть стрілками зв'язки між причинами певних подій та їх наслідками.

■ **6. Еволюція в складі екосистем.** Поки зберігалися характерні для того чи іншого часу екосистеми, еволюція тварин у них відбувалася дуже повільно. Перебудови екосистем супроводжувалися відносно швидкою еволюцією тварин, вимиранням одних груп і появою інших.

Ось деякі приклади. У тріасовий період виникли **щитні** — ракоподібні, що споріднені з відомими вам дафніями (рис. 62.12). Щитні пристосу-





Рис. 62.12. Щитні у калюжі зараз такі ж самі, як і 200 млн років тому



Рис. 62.13. За невеликий проміжок часу існування щитнів з'явилося й зникло кількості видів слонів

валися до життя в дощових калюжах. Оскільки ці калюжі й тепер майже такі самі, як у тріасовий період, щитні не змінилися більш ніж у 200 млн поколінь! Ссавці ряду Хоботні з'явилися 40 млн років тому в лісових екосистемах. З появою степових просторів ці тварини пристосувалися до життя на них, що сприяло поширенню ряду. Упродовж життя кількох мільйонів поколінь (які в середньому змінювалися повільніше, ніж раз у 10 років) виникло 40 родів та понад 300 видів хоботних (рис. 62.13)! Нині з них лишилося тільки два види: африканський та індійський слони.

ПІСЛЯМОВА

Єдність живої природи

■ **1. Функції тварин у біосфері.** Ви закінчуєте вивчення курсу зоології. Однак ви не закінчуєте вивчення предмета біологія.

На початку курсу ми обіцяли, що з часом ви поглянете на екосистему, яка зображена на *форзаці 1*, по-новому. Переконайтеся, що це сталося! Ви дізналися багато нового про особливості окремих груп тварин, про їхнє різноманіття, будову, функціонування, поведінку та зв'язок із середовищем. Настав час оцінити роль тварин у біосфері в цілому.

Роздивіться схему, що відображає основні процеси, які відбуваються в біосфері (рис. 62.14). Усі організми поділяються на автотрофів і гетеротрофів. Ці дві основні групи відповідають одна одній! Ресурси для гетеротрофів — це те, що виробляють автотрофи. Ресурси для автотрофів — відходи життєдіяльності гетеротрофів і сонячне світло. Завдяки цим взаємодіям в екосистемах відбувається колообіг речовин. Синтез органіки змінюється її розкладом. І перший, і другий процеси дають життя певним групам організмів. Цей нескінченний процес потребує витрат енергії. Потік енергії, що проходить крізь екосистеми, забезпечує Сонце. Еволюція живих складових екосистем відбувається завдяки

Автотрофи

Гетеротрофи



Рис. 62.14. Основні процеси, що відбуваються в екосистемах і в біосфері в цілому

вдосконаленню процесу перетворення сонячної енергії. У його ході зростало різноманіття життя й з'являлися нові групи організмів. Поява людини — частина цього величного процесу.

Трикутниками на *рисунок 62.14* позначені епохи вимирань. Поширення на Землі людини викликало ще одну епоху вимирань. Може здаватися, що внаслідок людської діяльності види зникають досить повільно. На жаль, у масштабі еволюції це відбувається майже блискавично. Як цей процес буде розвиватися в майбутньому — залежить, крім іншого, від вас.

Будемо сподіватися, що людина розвиватиметься як частина біосфери. Запорукою нашого майбутнього стане гармонійне співіснування з живою природою. Щоб досягти цієї великої мети, потрібні глибокі знання, зокрема знання з біології.

Добігає кінця навчальний рік. Сподіваємося, що ви впевнилися, якою цікавою та важливою наукою є біологія. Ми переконані, що та її галузь, яку ви вивчали цього року, — зоологія, є особливо захоплюючою. Тож маємо надію, що ваше ознайомлення з цією наукою не обмежиться тільки підручником. Читайте додаткову літературу, дивіться науково-популярні фільми, шукайте корисну інформацію в Інтернеті (у тому числі — на сторінці інтернет-підтримки цього підручника: batrachos.com/school). Працюйте — і не буде завдань, які ви не зможете вирішити. Зичимо удачі!



Лабораторні дослідження

1. Зовнішня будова та характер рухів кільчастих червів (на прикладі дощового черв'яка або трубочника)

Мета: навчитися розрізняти особливості будови тварин і способи їхнього руху на прикладі представників кільчастих червів.

Обладнання й матеріали: чашка Петрі, пінцет, лупа, аркуш білого паперу, живі дощові черви або трубочник.

2. Будова черепашки (мушлі) червононогих і двостулкових молюсків

Мета: навчитися аналізувати особливості будови біологічних об'єктів на прикладі черепашок молюсків.

Обладнання й матеріали: колекція мушель молюсків, таблиці й схеми.

3. Особливості покривів тіла тварин

Мета: навчитися розрізняти й порівнювати різні типи будови покривів тіла тварин.

Обладнання й матеріали: схеми й таблиці, макети будови тварин.

4. Визначення віку тварин

(на прикладі двостулкових молюсків і кісткових риб)

Мета: навчитися визначати вік тварин за структурами, що відображають їхнє зростання (на прикладі двостулкових молюсків і кісткових риб).

Обладнання й матеріали: мушлі двостулкових молюсків, луска риб, лінійка, лупа.

5. Спостереження за поведінкою тварин (вид визначається вчителем)

Мета: під час спостережень за певним видом тварин навчитися визначати характерні для нього форми поведінки, установити їх зв'язок із подразниками середовища.

Обладнання й матеріали: хребетні тварини: акваріумні риби, міські птахи (голуби, горобці та ін.).

Практичні роботи

Практична робота 1. Виявлення прикладів пристосувань до способу життя в комах

Мета: навчитися виявляти пристосування до певного способу життя в зовнішній будові різних комах.



Обладнання й матеріали: колекції членистоногих, таблиці й схеми, визначальні картки.

Практична робота 2. Виявлення прикладів пристосувань до способу життя в різних птахів

Мета: навчитися виявляти пристосування до певного способу життя в зовнішній будові різних птахів.

Обладнання й матеріали: зображення птахів, таблиці й схеми.

Практична робота 3. Визначення особливостей зовнішньої будови хребетних тварин у зв'язку з їхнім пристосуванням до різних умов існування

Мета: навчитися визначати особливості будови хребетних тварин, що виникають у зв'язку з пристосуванням до різних умов існування.

Обладнання й матеріали: зображення хребетних тварин, що населяють основні середовища існування. Урахуйте, що четверте з основних середовищ існування — інші організми — не є характерним для хребетних.

Практична робота 4. Порівняння будови кровоносної системи хребетних тварин

Мета: навчитися розрізняти й досліджувати особливості будови кровоносної системи в представників різних груп хребетних тварин.

Обладнання й матеріали: схеми й таблиці, макети будови кровоносної системи хребетних тварин, муляжі.

Практична робота 5. Порівняння будови скелетів хребетних тварин

Мета: навчитися розрізняти групи хребетних тварин за скелетами їхніх представників.

Обладнання й матеріали: схеми й таблиці, макети будови скелетів хребетних тварин, муляжі.

Практична робота 6. Порівняння будови головного мозку хребетних тварин

Мета: отримати досвід аналізу еволюційного ускладнення головного мозку представників різних груп хребетних тварин.

Обладнання й матеріали: схеми й таблиці, макети будови головного мозку хребетних тварин, муляжі.

Практична робота 7. Визначення форм поведінки (або типів угруповань) тварин (за відеоматеріалами або описом)

Мета: навчитися визначати мотивації, що зумовлюють поведінку тварин; навчитися розрізняти тип груп тварин.

Обладнання й матеріали: відеофрагменти й обладнання для їх перегляду, колекція зображень, зокрема розкадровок.



Міні-проекти

Міні-проект 1. Тварини-рекордсмени

Ключові слова: найбільший ... , найменший ... , найвитриваліший ... , найшвидший ... тощо.

У кожній групі тварин є найбільші та найменші представники. Наведіть приклади. Установіть причини, що обмежують збільшення та зменшення розмірів тварин різних груп. Чому найбільшими сучасними наземними та водними тваринами є хребетні?

Найшвидшими наземними тваринами є гепард у бігу та сапсан у польоті. Проаналізуйте пристосування до такої швидкості в будові їхніх тіл.

Наведіть приклади інших «рекордів» тварин. Зверніть увагу на особливості будови тіл цих тварин. Підготуйте презентацію проекту.

Міні-проект 2. Як утворюються коралові острови?

Ключові слова: коралові рифи, береговий риф, бар'єрний риф, атол.

Складіть схему утворення коралових островів. Чи всі кишковопорожнинні здатні на побудову таких споруд? А чи всі корали? Чому коралові рифи називають оазисами океану? Підготуйте презентацію проекту.

Міні-проект 3. Як утворюються перлини?

Ключові слова: двостулкові молюски, перламутровий шар, скойки.

Намалюйте схему утворення перлини. Навіщо тварина відкладає перламутровий шар навколо чужорідного тіла (піщинки тощо)? Як ви вважаєте, перли утворюються лише в перлових скойок? Чи в усіх двостулкових? А чи можуть вони утворюватися в червононогих молюсків? Чому? Підготуйте презентацію проекту.

Міні-проект 4. Тварини-будівельники

Ключові слова: термітники, мурашники, нори борсуків, греблі бобрів.

Порівняйте мурашник або термітник із стільниковими домівками бджіл та ос. Як вони їх будують? З якою метою? Що в них спільного та в чому різниця? Для чого слугують містечка борсуків, що складаються з багатьох нір? Чи є подібність із домівками соціальних комах? Поясніть, як і для чого бобер будує греблю. Як виглядає його хатка? Чи є щось спільне в будівель бобрів із містечками борсуків? Які пристосування мають тварини для спорудження складних помешкань? Підготуйте презентацію проекту.

Міні-проект 5. Зуби ссавців

Ключові слова: зубна формула, різці, ікла, корінні зуби.

Що таке зубна формула? За якими правилами вона будується? Знайдіть у літературі або в мережі Інтернет зубні формули собаки, щура та людини. Порівняйте їх. Чому в щура відсутні ікла? А в людини вони



менші за величиною, ніж у собаки? Як будова зубів пов'язана зі способом життя й живлення тварини? Підготуйте презентацію проекту.

Міні-проект 6. Майстерність маскуванню

Ключові слова: мімікрія, ефективність мімікрії.

Що може бути моделлю для маскуванню? Які об'єкти є неживими, а які належать до живих? Чи допомагає маскуванню зберігати життя? Який дослід можна було б спланувати, щоб у цьому переконатися? Що ви знаєте про подібні досліди, які вже були проведені? Підготуйте презентацію проекту.

Міні-проект 7. Як бачать тварини?

Ключові слова: кольоровий зір, біноккулярний зір, бачать ультрафіолет, бачать у темряві.

Чому якісний кольоровий зір знижує якість зору в темряві? (Світлочутливі клітини реагують або на будь-які промені світла, або лише на промені певного кольору, яких, звісно, менше). Яким тваринам потрібний біноккулярний зір? Чому денні тварини, що мешкають у середовищі, яке є складним у всіх трьох вимірах (крона дерев, коралові рифи), часто мають кольоровий зір? Підготуйте презентацію проекту.

Міні-проект 8. Турбота про потомство

Ключові слова: турбота про потомство, захист потомства.

Як впливає турбота про потомство на його здатність виживати? Порівняйте кількість потомків у подібних за іншими ознаками видів, які турбуються або не турбуються про потомство. Наведіть приклади виховування й захисту нащадків батьками. Підготуйте презентацію проекту.

Міні-проект 9. Як тварини визначають напрям руху?

Ключові слова: таксис, орієнтування тварин, хомінг.

У яких випадках тваринам треба підтримувати певний напрямок руху? Які чинники на них впливають? Як орієнтуються тварини під час далеких переміщень — міграцій? Підготуйте презентацію проекту.

Міні-проект 10. Спільноти тварин

Ключові слова: угруповання, біоценоз, біоценотичні зв'язки.

Чи є сукупності тварин, що мешкають спільно, випадковим набором особин різних видів, чи їх склад підпорядковано певним закономірностям? Які взаємини можуть виникати між різними тваринами в спільноті? Наведіть приклади. Підготуйте презентацію проекту.

Міні-проект 11. Чому тварини мігрують?

Ключові слова: міграції птахів.

Чим зумовлені міграції тварин? Причиною того, що птахи відлітають з України на південь, є холод чи нестача їжі? Що стає сигналом до початку міграції? Підготуйте презентацію проекту.



Міні-проект 12. Як спілкуються тварини?

Ключові слова: система сигналів тварин, мова бджіл, пісні птахів, крики тривоги птахів і ссавців.

Спілкування тварин має за мету передавання важливої для них інформації. Танок бджіл повідомляє про розташування їжі, спів птахів приваблює партнерів для розмноження й повідомляє, що якась ділянка вже має хазяїна. Певні крики можуть бути сигналами про наближення хижака. Так ластівки, гави, бабаки та ін. попереджають родичів. Підготуйте презентацію проекту.

Міні-проект 13. Як учаться пташенята?

Ключові слова: спілкування птахів, культурне спадкування, навчання птахів.

Чого має навчитися молодий птах? Яка поведінка є для того виду птахів, що ви розглядаєте, вродженою, а яка — набутою? Як саме відбувається навчання? Підготуйте презентацію проекту.

Міні-проект 14. Як тварини використовують знаряддя праці?

Ключові слова: знаряддя тварин, орудна діяльність тварин.

Наведіть приклади застосування тваринами знарядь. Ці знаряддя завжди використовуються в природному стані чи іноді певним чином видозмінюються? Підготуйте презентацію проекту.

Міні-проект 15. Як тварини пристосовані до життя в різних умовах?

Ключові слова: пристосування до життя у воді, пристосування тварин до життя в пустелі тощо.

Оберіть якусь екосистему. Які тварини її населяють? Вірогідно, у зв'язку з різним способом життя вони мають різні пристосування до середовища свого існування. Наведіть приклади. Підготуйте презентацію проекту.

Міні-проект 16. Заповідні території України

Ключові слова: природоохоронний фонд, заповідник, національний парк, заказник.

Які заповідні території розташовані у вашому регіоні? Які типи екосистем охороняються на цих територіях? Зробіть повідомлення, за вашим вибором, про заповідник, що розташований в іншому регіоні України.



Біологічний тлумачний словник

Автотрофи (від грецьк. *autos* — сам і *trophe* — живлення) — організми, які можуть синтезувати поживні (органічні) речовини з більш простих (неорганічних). Найпоширеніші автотрофи — зелені рослини, що використовують енергію сонячного світла (див.: § 1, п. 2; § 58, п. 3; рис. 62.14).

Аеробне дихання (від грецьк. *aer* — повітря та *bios* — життя) — отримання енергії з поживних речовин при їх взаємодії з киснем. Властиве більшості живих організмів (див. § 32, п. 2).

Альтруїзм (від фр. *altruisme*, що походить від латин. *alter* — інший) — у біології — поведінка особини, яка йде на шкоду їй самій, але на користь іншій особині (див. § 54, п. 4).

Анаеробне дихання (від грецьк. *an* — заперечення, *aer* — повітря та *bios* — життя) — отримання організмами енергії з поживних речовин за відсутності кисню (див. § 32, п. 2).

Анатомія (від грецьк. *anatomē* — розрізання) — 1. галузь біології, що вивчає будову організмів; 2. будова організмів (див. § 47, п. 4).

Ареал (від латин. *area* — площа, простір) — територія, у межах якої поширений вид (див. § 5, п. 1).

Артерії (від грецьк. *arteria* — судина) — кровоносні судини, що переносять кров від серця до інших органів (див. § 37, п. 2).

Архаїчний (від грецьк. *archaikos* — давній) — такий, що має ознаки давнини; архаїчні види — подібні до таких, що існували в давні часи (див. § 4, п. 2).

Асоціація (від латин. *associatio* — поєдну) у біології: установлення зв'язку між певними подразниками та наслідками, основа умовного рефлексу. Асоціативні центри в мозку забезпечують складну поведінку (див. § 49, п. 3).

Багатоклітинні організми — організми, тіло яких складається з багатьох клітин, що відрізняються за будовою та функціями й здатні утворювати органи та тканини (див. § 6, п. 1).

Білки (протеїни) — найважливіша група речовин, з яких побудовані живі організми; важливі поживні речовини для гетеротрофів (див. § 4, п. 4).

Біогеоценоз (від грецьк. *bios* — життя, *ge* — земля та *koinos* — загальний) — 1. порівняно однорідна ділянка земної поверхні з певним типом рослинності та складом живих (біоценоз) і неживих (геоценоз) компонентів, об'єднаних колообігом речовин і потоком енергії; 2. однорідна екосистема певного масштабу, межі якої проводять за характером рослинності (див. § 61, п. 4).



Біологічний контроль — обмеження чисельності небажаних видів (наприклад, рослиноїдних комах, що живляться посівами) за допомогою інших живих організмів (наприклад, хижаків і паразитів) (див. § 13, п. 3).

Біосфера (від грецьк. *bios* — життя й *sphaira* — м'яч, куля) — оболонка Землі, склад якої, а також процеси, що в ній відбуваються, визначаються діяльністю живих організмів (див. § 58, п. 5).

Брунькування — спосіб безстатевого розмноження, за якого нова особина розвивається з виросту (бруньки) на тілі материнської особини (див.: § 6, п. 3; рис. 6.8, 45.2).

Вегетативне розмноження — розмноження, за якого нова особина розвивається з групи клітин материнського організму, наприклад, шляхом брунькування (див. § 45, п. 1). Іноді вважають формою нестатевого розмноження.

Вени (від латин. *vena* — судина) — судини, що переносять кров від різних частин тіла й тканин до серця (див. § 37, п. 2).

Вид — основна одиниця систематики, етап еволюції життя. Є сукупністю здатних до схрещування особин, що населяють певний арсал, мають низку спільних ознак і практично відокремлені від інших таких сукупностей (див. § 5, п. 1–5).

Виділення — сукупність процесів виведення з організму продуктів обміну речовин («відходів») (див. § 2, п. 2; § 36, п. 1–3).

Внутрішнє середовище організму — середовище всередині тіла; перш за все представлене рідинами (кров, лімфа, тканинна рідина), завдяки яким підтримується сталість його ознак, важливих для життєдіяльності (див. § 3, п. 2).

Гамета (від грецьк. *gamete* — дружина, *gametes* — чоловік) — статеві клітини, призначена для злиття з гаметою протилежної статі при заплідненні. Жіночі гамети тварин називаються яйцеклітинами, чоловічі — сперматозоїдами (див. § 45, п. 2).

Ганглій (від грецьк. *ganglion* — вузол) — нервовий вузол, скупчення нервових клітин, що переробляють отримані ними сигнали (див. § 43, п. 4).

Гемолімфа (від грецьк. *haima* — кров і латин. *lympha* — волога) — транспортна рідина в членистоногих та інших тварин з незамкненою транспортною системою (див. § 37, п. 3).

Геохронологічна шкала (від грецьк. *ge* — земля, *chronos* — час і *logos* — слово) — шкала геологічного часу, що відображає послідовність етапів розвитку Землі й еволюції живих організмів. Історію Землі поділено на ери, а ери — на періоди (див.: § 62, п. 1 та форзац 2).

Гермафродит (від грецьк. *Hermaphroditos* — у давньогрецькій міфології син Гермеса й Афродіти, з'єднаний богами з німфою Салмакідою



в єдине ціле) — організм, що має одночасно органи як жіночої, так і чоловічої статеві системи (див. § 45, п. 4).

Гетеротрофи (від грецьк. heteros — інший і trope — живлення) — організми, що живляться складними (органічними) поживними речовинами (див.: § 1, п. 2; § 31, п. 2; § 33, п. 1; § 58, п. 3; рис. 62.14).

Гідроскелет, гідравлічний скелет (від грецьк. hydor — вода) — опора тіла, яку дає порожнина, наповнена рідиною під тиском (див. § 39, п. 1).

Гормони (від грецьк. hormao — рухаю, збуджую) — біологічно активні речовини, що виділяються всередину організму ендокринними залозами; впливають на інші органи й тканини, регулюють функції організму (див. § 43, п. 2).

Двобічна (білатеральна) симетрія (від латин. bi — двох, lateralis — боковий та грецьк. symmetria — домірність) — пропорційність у будові тіла, за якої однакові органи або частини тіла розташовані у двох дзеркально подібних половинах — правій та лівій (див. § 32, п. 1, 4).

Дихання — отримання енергії з поживних речовин. Цей термін також використовують для позначення газообміну, завдяки якому в організм надходить кисень, необхідний для аеробного дихання, і виводиться вуглекислий газ (див. § 5, п. 2).

Домінант (від латин. dominantis — пануючий) — особина, що займає високий рівень у ієрархії, один із вожаків групи (див. § 54, п. 3).

Еволюція (від латин. evolutio — розгортання) — процес історичної зміни видів і всієї біосфери (див. § 2, п. 2–5; § 62, п. 1–5).

Екологія (від грецьк. oikos — оселя та logos — слово) — наука про взаємовідносини організмів і надорганізмних систем (популяцій, угруповань, екосистем, біосфери) із середовищем (див. тему 4).

Екосистема, екологічна система (від грецьк. oikos — оселя та systema — об'єднання) — єдність живих організмів (угруповання) та середовища їхнього мешкання (місцеперебування), пов'язаних колообігом речовин і потоками енергії (див. § 58, п. 2).

Екстраполяція (від латин. extra — зовні та polire — приладжувати) — припущення щодо продовження певного процесу поза тими межами, у яких його можливо спостерігати (див. § 49, п. 5).

Ектодерма (від грецьк. ektos — зовні та derma — шкіра) — зовнішній зародковий листок (див.: § 8, п. 1; § 46, п. 1; рис. 46.1).

Ембріональний (зародковий) розвиток (від грецьк. embryo — зародок) — ранні періоди розвитку багатоклітинного тваринного організму, що відбуваються в яйцевих оболонках або в тілі матері (див. § 46, п. 2).

Ендокринна система (від грецьк. endon — усередині та krino — відділюю) — система залоз внутрішньої секреції, що виділяють гормони в кров або в інші внутрішні рідини (див. § 2, п. 2; § 43, п. 2).



Ендосимбіоз (від грецьк. *endon* — усередині та *symbiosis* — сумісне життя) — існування одних організмів (ендосимбіонтів) в іншому (хазяїні), яке дає йому користь (див.: § 3, п. 4; рис. 3.4). Наприклад, у коралових поліпах живуть ендосимбіотичні водорості (див. § 7, п. 3), а в спеціальному відділі шлунка рогатої худоби — бактерії, за участю яких перетравлюється корм (див. § 33, п. 2).

Ентодέρма (від грецьк. *entos* — усередині та *derma* — шкіра) — внутрішній зародковий листок (див.: § 8, п. 1; § 46, п. 1; рис. 46.1).

Епітєлій (від грецьк. *epi* — над і *thele* — сосок) — тканина, що вкриває тіло й вистилає його порожнини. Складається з одного чи кількох шарів клітин (див. § 3, п. 2).

Ера (від латин. *aera* — вихідне число) — один із найбільших відрізків часу в геологічній історії Землі, певний етап її розвитку. Ери поділяються на періоди (див. § 62, п. 1).

Еукаріоти (від грецьк. *eu* — повністю й *karuon* — ядро) — організми, клітини яких містять сформовані ядра. Виникли з прокаріотів шляхом ендосимбіозу (див.: § 3, п. 4; рис. 3.4).

Ехолокація (від грецьк. *echo* — відголосок та латин. *locatio* — розміщення) — спосіб орієнтування шляхом сприйняття відбитої оточуючими предметами луни від певних звуків. Властивий кажанам, зубатим китам та ін. (див. § 30, п. 5).

Життєвий цикл — сукупність усіх стадій розвитку організму до досягнення ним зрілості й набуття здатності давати потомство. Може бути простим (прямий розвиток) або складним, із перетворенням або чергуванням поколінь (див. § 7, п. 1).

Закáзник — охоронна природна територія, утворена для охорони окремих видів або інших природних компонентів: вод, ґрунтів, лісів тощо. Діяльність людини тут обмежена, але повністю не заборонена (див. § 61, п. 2).

Зáлози — органи, що виробляють і виділяють спеціальні речовини, або статеві клітини (статеві залози). Розрізняють залози зовнішньої (шкірні, слинні, молочні й ін.) та внутрішньої (ендокринні) секреції (див. § 2, п. 2).

Запліднення — злиття чоловічої (сперматозоїд) та жіночої (яйцеклітина) гамет з утворенням зиготи, яка дає початок новому організму (див. § 6, п. 3; § 45, п. 3).

Заповідник — охоронна природна територія, утворена для вивчення природних процесів. У природних заповідниках людина не втручається в ці процеси, дозволена тільки наукова діяльність. У біосферних заповідниках вивчаються зміни екосистем під впливом людини. Зміни на ділянках, де дозволені деякі види господарської діяльності, порівнюються зі змінами на заповідних ділянках (див. § 61, п. 2).



Зародкові листки — шари тіла зародка багатоклітинних тварин, з яких розвиваються різні органи й тканини. У більшості типів тварин їх три: зовнішній (ектодерма), внутрішній (ентодерма) та середній (мезодерма) (див.: § 8, н. 1; § 46, н. 1; рис. 46.1).

Зародкові оболонки — заповнені рідиною оболонки зародків у деяких безхребетних і вищих хребетних (рептилій, птахів і звірів). Відрізняються від яйцевих оболонок тим, що виникають уже під час зародкового розвитку (див.: § 23, н. 1; рис. 23.1, 28.8).

Зйгота (від грецьк. *zygotos* — з'єднаний) — клітина, утворена при заплідненні внаслідок злиття гамет різної статі (див. § 45, н. 1; § 46, н. 1).

Зоологія (від грецьк. *zoon* — тварина та *logos* — слово) — наука, що вивчає тварин, їхню різноманітність, спосіб життя, будову, життєдіяльність тощо (див. § 1 н. 1, 4, 5).

Ієрархія (від грецьк. *hieros* — священний та *arche* — влада) — підпорядкування в групах тварин від домінантів до підкорених особин (див. § 54, н. 3); порядок систематичних груп у систематиці (див.: § 5, н. 2; рис. 5.2, 5.3); підпорядкування рівнів будови живих систем (див. § 3, н. 1).

Імпрінтинг (від англ. *imprint* — лишати відбиток) — здатність дитинчат у певний, досить короткий період, на все життя запам'ятовувати важливі для них стимули (див.: § 49, н. 2; рис. 49.4).

Інстинкт (від латин. *instinctus* — спонукання) — спадково зумовлена послідовність дій, здійснюваних за певних умов. Інстинктивні дії запускаються у відповідь на певні подразники та є характерними для представників певних видів (див. § 49, н. 3; § 50, н. 1).

Капіляри (від латин. *capillaris* — волосяний) — найдрібніші кровоносні судини, що пронизують органи й тканини тварин із замкненою кровоносною системою. Більшість капілярів проводять кров з артерій у вени (див. § 37, н. 2).

Класифікація (від латин. *classis* — порядок і *facere* — робити) — розподіл видів за ієрархічними систематичними групами (див. § 5, н. 2).

Клітина — основна одиниця будови всіх живих організмів, найпростіша жива система (див. § 3, н. 3).

Колоніальні організми — організми, у яких особини, що виникли при нестатевому розмноженні, залишаються з'єднаними з материнським організмом, утворюючи колонію (див. § 6 н. 1; § 7, н. 2).

Колообіг речовин — сукупність процесів перетворення одних речовин на інші; переміщення речовин, що відбувається в екосистемах (див. § 58, н. 2).

Коменсалізм (від фр. *commensal* — співтрапезник) — взаємозв'язки особин або популяцій двох різних видів, за яких одна сторона (комен-



сал) одержує певну вигоду (їжу, схованку, захист, переміщення), а для іншої (хазяїна) ці взаємини байдужі (див. § 60, п. 1, 4).

Конкурéнція (від латин. concurrentia — змагання, суперництво) — несприятливі для обох сторін взаємини між особинами одного виду, а також особинами або популяціями різних видів. Конкурéнція може спричинятися спільним використанням якихось ресурсів (їжі, території тощо) або прямими зіткненнями особин (див. § 60, п. 1, 3).

Консумéнти (від латин. consumo — споживаю) — гетеротрофні організми, що споживають продуцентів та інших консументів (див. § 58, п. 3).

Кооперáція (протокооперáція) (від грецьк. protos — перший та латин. cooperatio — співробітництво) — взаємовигідні відносини між популяціями (організмами, видами) в угрупованнях, за яких організми та популяції можуть існувати як спільно, так і окремо (див. § 60, п. 1, 4).

Кров — рідка сполучна тканина, що переносить різні речовини всередині тіла (див. § 37, п. 2, 3).

Кровообіг — рух крові системою кровоносних судин чи порожнин (див. § 2, п. 2; § 38, п. 1–5).

Культу́ра (від латин. culture) в біології: сукупність ознак у певній популяції, що передаються від особини до особини завдяки наuczінню (див. § 49, п. 4, 5; § 50, п. 4).

Культу́рне спадкува́ння — передача поведінкових ознак завдяки наuczінню, повторенню однією особиною дій іншої (див. § 49, п. 4, 5).

Ланцю́г живлення — послідовність популяцій (або окремих організмів) в екосистемі, пов'язаних взаємозв'язками «їжа — споживач», наприклад: конюшина — вівці — вовки — блохи (див.: § 58, п. 1; рис. 58.3).

Линя́ння — зміна зовнішніх покривів (наприклад, кутикули чи пір'я) у тварин (див.: § 10, п. 1; рис. 10.3, 53.6).

Личи́нка — постембріональна стадія розвитку тварини, яка відрізняється від дорослої особини. Характерна для розвитку з перетворенням (див.: § 46, п. 1, 5; рис. 46.2).

Мезодéрма (від грецьк. mesos — середній і derma — шкіра) — проміжний зародковий листок (див.: § 8, п. 1; § 46, п. 1; рис. 46.1).

Мігра́ція (від латин. migratio — переселення) — закономірні переміщення тварин між різними ділянками земної поверхні або різними середовищами існування (див. § 53, п. 3, 5).

Місцеперебува́ння — неживе середовище, у якому існує певне угруповання; абіотична (нежива) частина екосистеми (див.: § 58, п. 2; рис. 58.4).

Мотива́ція (від латин. motivus — спонукання) — стан нервової системи, що спонукає тварину задовольнити певну потребу (див. § 50, п. 2, 4).



Мутуалізм (від латин. *mutuus* — взаємний) — нерозривне взаємовигідне співіснування (симбіоз) особин або популяцій різних видів в угрупованнях (див. § 60, п. 1, 4).

Національний природний парк — охоронна природна територія, утворена для спілкування людини з природою. Територія національного парку зазвичай поділяється на кілька зон. У заповідну зону туристи не допускаються, тут людина не впливає на хід природних процесів. Відвідування туристами інших зон дозволяється, але обмежено з метою збереження природних екосистем (див. § 61, п. 2).

Нейрон (від грецьк. *neuron* — нерв) — нервова клітина, основна одиниця нервової системи. Основна особливість — наявність відростків, завдяки яким нейрони приймають і передають нервові імпульси (див.: § 43, п. 3; рис. 3.1).

Непрямий розвиток — розвиток із перетворенням (див. § 46, п. 2).

Нервова система — система органів, що складаються з нервової тканини. Управляє життєдіяльністю організму в його взаємодії із зовнішнім середовищем (див. § 2, п. 2; § 43, п. 1, 3, 4; § 44, п. 1, 2).

Нестатеве розмноження — розмноження, за якого нова особина розвивається з клітини, що не є гаметою або зиготою, наприклад, шляхом поділу одноклітинних організмів (див. § 45, п. 1).

Обмін речовин (метаболізм) (від грецьк. *metabole* — зміна) — сукупність хімічних перетворень в організмах, що забезпечують їхню життєдіяльність (див. § 2, п. 2; § 31, п. 1–5).

Онтогенез (від грецьк. *ontos* — єство і *genesis* — походження) — індивідуальний розвиток особини, сукупність їхніх перетворень від зародження до кінця життя (див. § 46, п. 2).

Опорно-рухова система — система органів, що дає тілу опору та забезпечує його рухи. У багатьох організмів складається зі скелета й м'язів (див.: § 2, п. 2; §§ 39, 40).

Орган (від грецьк. *organon* — знаряддя, інструмент) — частина організму, що має певну будову й місцезорозташування та виконує певні функції (див. § 2, п. 1).

Органели (від латин. *organella* — орган + зменшув. суфікс *ella*) — постійні структури клітини, що виконують різноманітні функції. Відповідні органам багатоклітинного організму (див.: § 3, п. 1, 4; рис. 3.3, 3.4).

Організм (від латин. *organizo* — влаштовую) — біологічна система окремої живої істоти (див. § 2, п. 1).

Остаточний хазяїн — тварина, у якій розмножується статевим шляхом статевозрілий паразит (див. § 9, п. 1, 5).



Охорона природи — діяльність людини, спрямована на збереження різноманітності життя на Землі та відновлення природних ресурсів (див. § 61, п. 1–3).

Охоронна природна територія — територія, на якій для збереження екосистем, надзвичайних природних об'єктів або видів живих організмів обмежено чи заборонено всі або деякі види людської діяльності (див. § 61, п. 2).

Пам'ятка природи — охоронна природна територія, утворена для охорони окремих надзвичайних природних об'єктів: колонії тварин, вікового дерева, водоспаду, викопних решток давніх організмів тощо. Діяльність людини тут обмежена, але повністю не заборонена (див. § 61, п. 2).

Паразитизм (від грецьк. *para* — біля та *sitos* — хліб; *parasitos* — нахлібник) — взаємовідносини організмів різних видів, за яких один (паразит) використовує іншого (хазяїна) як середовище існування та джерело живлення, завдаючи йому цим певної шкоди (див. § 9, п. 1; § 60, п. 1).

Перетворення (метаморфоз) (від грецьк. *metamorphosis* — перетворення) — перебудова організму, унаслідок якого личинка перетворюється на дорослу тварину. У комах вирізняють неповне та повне перетворення (див.: § 14, п. 1; § 46, п. 1; рис. 14.2, 14.3, 46.3).

Період (геологічний) — частина історії Землі, відрізок її розвитку. Періоди об'єднуються в ери (див. § 62, п. 1).

Підвид — сукупність популяцій певного виду, що населяють певну частину видового ареалу та за деякими ознаками відрізняються від інших популяцій того ж виду (див. § 2, п. 2).

Планктон (від грецьк. *planktos* — блукаючий) — сукупність організмів, які населяють товщу води та пасивно переносяться течією (див. § 11, п. 3; § 58, п. 1).

Плацента (від латин. *placenta* — пиріг) — орган, що забезпечує зв'язок між зародком та організмом матері під час внутрішньоутробного розвитку. Характерна для деяких акул, амфібій і рептилій, а також для більшості ссавців (див.: § 28, п. 2; § 46, п. 3; рис. 28.8, 46.3).

Поведінка — дії організму, що спрямовані на зовнішнє середовище та є відповіддю на зовнішні або внутрішні подразники (див.: § 47, п. 5; тему 3).

Подразливість — здатність організму реагувати на дію чинників навколишнього або внутрішнього середовища (подразників) (див. § 42, п. 1).

Подразник — характерний сигнал, що сприймається органами чуття й може викликати відповідну поведінку (див. § 47, п. 5).

Популяція (від латин. *populus* — народ) — сукупність особин одного виду, що населяють певну територію й ізольовані від інших таких сукупностей (див. § 57, п. 1–3).



Порожніна тіла — заповнений рідиною простір між стінкою тіла та внутрішніми органами в багатоклітинних тварин.

Постембріональний розвиток (від латин. post — після та грецьк. embryo — зародок) — період розвитку тварин після виходу з яйця або від народження до статевої зрілості (див. § 46, п. 1).

Похідні — органи, що розвиваються з якихось інших. Наприклад, луска, пір'я та волосся є похідними шкіри (див. § 32, п. 3).

Природний добір — більш висока вірогідність успішного розмноження (і виживання) організмів, ознаки яких краще відповідають їхньому способу життя та середовищу. Головна причина пристосувальної еволюції (див. § 52, п. 1).

Пристосування (адаптація) — відповідність між певною ознакою організму (що може стосуватися будови, функціонування або поведінки) та певним способом життя в певному середовищі (див. § 4, п. 1; § 59, п. 2).

Продуценти (від латин. producens — такий, що виробляє) — автотрофні організми, що створюють органічні речовини з неорганічних (див. § 58, п. 3).

Прокаріоти (від грецьк. pro — раніше та karion — ядро) — організми, клітини яких не мають ядра (див. рис. 3.4).

Променева (радіальна) симетрія (від латин. radius — промінь та грецьк. symmetria — домірність) — пропорційність у будові тіла, за якої однакові органи або частини тіла розташовані як промені, що відходять від його центру (див. § 32, п. 1, 4).

Проміжний хазяїн — тварина, у якій паразит живе на стадії личинки та не розмножується статевим шляхом (див. § 9, п. 1, 5, 7).

Просунутий (еволюційно просунутий) — такий, який має ознаки, що виникли під час еволюції відносно недавно (див. § 4, п. 2).

Прямий розвиток — розвиток без стадії личинки й перетворення (див. § 46, п. 2).

Реактивний рух (від латин. re — проти й actio — дія) — переміщення завдяки викиданню рідини чи газу в бік, протилежний напрямку руху. Властивий медузам, головоногим молюскам та ін. (див.: § 16, п. 1; рис. 40.1).

Регенерація (від латин. regeneratio — відновлення) — відновлення організмом утрачених чи пошкоджених органів або тканин (див. § 6, п. 2; § 46, п. 2).

Регуляція (від латин. regula — норма) — підтримання чогось у потрібному стані, управління (див. § 43, п. 1).

Редуценти (від латин. reducens — той, що повертає) — організми, що живляться мертвою органічною речовиною та руйнують її (див. § 58, п. 3).



Ресурси (від латин. *resurgere* — поновлюватися) — екологічні чинники, що споживаються організмами та можуть при цьому вичерпуватися (див. § 59, п. 1).

Рефлекс (від латин. *reflexus* — відбиття) — реакція організму на стимул, здійснювана за участю нервової системи. Розрізняють рефлекси безумовні (природжені) й умовні (набуті, що розвиваються внаслідок навчання). До безумовних належать прості рефлекси (ті, що забезпечуються рефлекторною дугою (див. рис. 43.2, 49.1, 49.2) та інстинкти.

Рецептор (від латин. *resipere* — отримувати) — клітина (або частина клітини), що сприймає певний подразник. Робота органів чуття, заснована на дії рецепторів (див. § 42, п. 1).

Розмноження (репродукція) (від латин. *re* — повторно і *produce* — виробляю) — відтворення подібних до себе організмів, яке забезпечує безперервність і спадкоємність життя (див.: § 2, п. 2; рис. 2.9; §§ 45, 51).

Сапротрофи (від грецьк. *sapros* — гнилий і *trophe* — їжа, живлення) — організми, що живляться рештками живих організмів або продуктами їхньої життєдіяльності (див. § 33, п. 1).

Сегментація (від латин. *segmentum* — відрізок) — розчленування тіла деяких тварин на послідовно розташовані подібні одна до одної ділянки (див. § 8, п. 4; § 10, п. 1).

Симбіоз (від грецьк. *symbiosis* — співжиття) — взаємовигідні відносини між особинами або популяціями різних видів. Див. також поняття «кооперація», «мутуалізм», «ендосимбіоз» (див. § 60, п. 1, 4).

Система (від грецьк. *systema* — об'єднання) — ціле, що складається зі взаємопов'язаних частин (див. § 2, п. 3).

Система органів — сукупність органів, які спільно забезпечують виконання певних фізіологічних функцій організму (див. § 2, п. 1, 2).

Систематика (від грецьк. *systematicos* — упорядкований) — розділ біології, який описує різноманітність живих організмів. Розроблює класифікацію завдяки тому, що групує види в систематичні групи (таксони) різного рівня (див. § 5, п. 1–4).

Систематична група (таксон) — група, що поєднує подібні організми. Основні рівні таксонів у зоології: види, роди, родини, ряди, класи, типи (див. рис. 5.3).

Скелет (від грецьк. *skeletos* — висохлий) — сукупність твердих частин організму, що слугують для опори або захисту (див. § 2, п. 2; § 30, п. 1; § 39, п. 1–3).

Статеве розмноження — різні форми розмноження, за яких організм розвивається з гамет (як правило, злитих у зиготу) (див. § 6, п. 3; § 45, п. 1–4).



Статевий диморфізм (від грецьк. *di* — двічі та *morphe* — форма) — різкі відмінності між ознаками чоловічих і жіночих особин у роздільностатевих видів (див.: § 45, п. 4; рис. 12.2).

Стимул (від латин. *stimulus* — палка, якою поганяли тварин) — подразник, що запускає певну реакцію (див. § 50, п. 1, 4).

Стратегія (від грецьк. *strategia* — мистецтво ведення війни) — відбиття у функціях і діях організму відносної важливості різних результатів його життєдіяльності (див. § 52, п. 2).

Тварини — царство живих організмів. Це багатоклітинні еукаріоти, гетеротрофи, які не мають щільних клітинних стінок і живляться окремими частками їжі. Більшість тварин рухливі. Існують також твариноподібні одноклітинні організми — найпростіші (див. § 1, п. 2).

Теплокровні (гомойотермні) тварини (від грецьк. *homoios* — постійний і *therme* — тепло) — тварини, що мають постійно високу температуру тіла, яка мало залежить від температури довкілля. Це зумовлено їхньою розвиненою здатністю до регуляції температури (див. § 26, п. 3; § 28, п. 1, 3; § 31, п. 4).

Тканина — система клітин, подібних за походженням, будовою та функціями, а також утворених ними міжклітинних структур (див. § 3, п. 2).

Травлення — розщеплення та переведення у внутрішнє середовище поживних речовин. Може бути внутрішньоклітинним (у травних вакуолях клітин), порожнинним (у порожнині кишківника більшості багатоклітинних тварин) або зовнішнім (див.: § 2, п. 2; § 34).

Угруповання (біоценоз) (від грецьк. *bios* — життя та *koinos* — загальний) — сукупність організмів різних видів, що мешкають сумісно й утворюють певну єдність; жива частина екосистеми (див. § 58, п. 1).

Умови — це чинники, що впливають на організми, але не вичерпуються (див. § 59, п. 1).

Фауна (від латин. *Fauna* — у давньоримській міфології богиня лісів, заступниця стад) — сукупність видів тварин, що мешкають на будь-якій території (див. § 33, п. 4).

Фізіологія (від грецьк. *physis* — природа та *logos* — слово) — 1. наука, що вивчає процеси життєдіяльності (функції) живих організмів; 2. життєві функції живого організму (або його частин), процеси, що відбуваються в ньому, та закони, що ними керують (див. § 47, п. 4).

Філогенез (від грецьк. *phylon* — рід, плем'я та *genesis* — розвиток) — еволюційна історія окремої групи організмів або життя загалом. Наприклад, на рис. 4.1 показано філогенез ссавців, а на рис. 62.6 — філогенез тварин загалом.



Фільтратори (від латин. *filtrum* — повсть) — водні тварини, які живляться поживними частками або планктоном, проціджуючи їх за допомогою різних пристосувань. Відіграють важливу роль у природному очищенні води (див. § 6, п. 4; § 33, п. 1).

Фіна (від нім. *Finna*) — личинкова стадія ціп'яків, що має вигляд міхурця (див.: § 9, п. 3, 5; рис. 9.5).

Фотоперіодізм (від грецьк. *photos* — світло; *periodos* — колообіг) — зміни в зростанні та розвитку організмів, зумовлені змінами тривалості світлового дня (див. § 53, п. 4).

Функції організму (від латин. *functio* — виконання) — робота, яку виконує організм і його окремі частини; завдання, що вони вирішують (див. § 2, п. 1, 2).

Холоднокривні (пойкілотермні) тварини (від грецьк. *poikilos* — мінливий і *therme* — тепло) — тварини, що мають непостійну температуру тіла, яка істотно залежить від температури довкілля. Деякі з них певною мірою здатні до регуляції температури свого тіла (наприклад, пітони, що зігрівають кладку яєць) (див. § 26, п. 3; § 31, п. 4).

Червона книга України — державний документ, що містить відомості про види, яким загрожує знищення. Існують також Червоні книги інших держав і Червона книга Міжнародного союзу охорони природи (МСОП) (див. § 61, п. 3).

Чергування поколінь — у життєвому циклі організмів закономірна зміна (чергування) поколінь, які розрізняються за способом розмноження (див.: § 7, п. 1; § 9, п. 1; § 45, п. 9; рис. 7.3, 9.2).

Чинники (фактори) екологічні (від латин. *factor* — той, що робить) — окремі параметри довкілля; явища або процеси, що впливають на організми (див. § 59, п. 1).

Шкірно-м'язовий мішок — сукупність покривного епітелію й розташованих під ним різноспрямованих шарів м'язів. Характерний для в'їчастих червів (див. § 32, п. 2).

Ядро — відокремлена мембраною від цитоплазми частина клітини еукаріот, що містить спадкову інформацію (див.: § 1, п. 2; § 3, п. 4; рис. 3.3).

Яйцеві оболонки — захисні оболонки навколо яйця, що формуються материнським організмом (див. § 23, п. 1).



ЗМІСТ

| | |
|------------------|---|
| Від авторів..... | 3 |
|------------------|---|

ВСТУП

| | |
|--|----|
| § 1. Хто такі тварини?..... | 4 |
| § 2. «Конструюємо» організм тварини..... | 8 |
| § 3. Тканини і клітини..... | 12 |
| § 4. Еволюція тварин..... | 16 |

ТЕМА 1. РІЗНОМАНІТНІСТЬ ТВАРИН

| | |
|--|-----|
| § 5. Класифікація тварин..... | 21 |
| § 6. Гідра — представник двошарових тварин..... | 25 |
| § 7. Тип Кишковопорожнинні..... | 29 |
| § 8. Черви як представники тришарових тварин..... | 32 |
| § 9. Паразитичні черви..... | 36 |
| § 10. Тип Членистоногі..... | 41 |
| § 11. Клас Ракоподібні..... | 44 |
| § 12. Клас Павукоподібні..... | 48 |
| § 13. Клас Комахи..... | 51 |
| § 14. Різноманіття комах..... | 55 |
| § 15. Тип Молюски..... | 59 |
| § 16. Клас Головноногі молюски..... | 63 |
| § 17. Тип Хордові..... | 67 |
| § 18. Походження й особливості риб..... | 71 |
| § 19. Хрящові риби..... | 74 |
| § 20. Клас Променепері риби..... | 77 |
| § 21. Лопатепері риби та походження чотириногих..... | 82 |
| § 22. Клас Амфібії..... | 86 |
| § 23. Клас Рептилії..... | 91 |
| § 24. Різноманітність рептилій..... | 94 |
| § 25. Клас Птахи..... | 98 |
| § 26. Життя міської ластівки..... | 102 |
| § 27. Різноманітність птахів..... | 106 |
| § 28. Клас Ссавці..... | 111 |
| § 29. Життя звичайної лисиці..... | 115 |
| § 30. Різноманітність ссавців..... | 118 |

ТЕМА 2. ПРОЦЕСИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТВАРИН

| | |
|-----------------------------------|-----|
| § 31. Обмін речовин у тварин..... | 123 |
| § 32. Форма тіла й покриви..... | 127 |
| § 33. Живлення тварин..... | 131 |



| | |
|---|-----|
| § 34. Системи травлення..... | 135 |
| § 35. Газообмін..... | 139 |
| § 36. Виділення, його значення для організму тварин | 143 |
| § 37. Транспортна система | 147 |
| § 38. Кровоносні системи хребетних тварин | 150 |
| § 39. Опора..... | 154 |
| § 40. Рух..... | 158 |
| § 41. Протистояння хижаків та жертв..... | 162 |
| § 42. Подразливість і органи чуття | 167 |
| § 43. Керівні системи організму | 171 |
| § 44. Нервова система хордових | 175 |
| § 45. Розмноження | 177 |
| § 46. Розвиток..... | 181 |

ТЕМА 3. ПОВЕДІНКА ТВАРИН

| | |
|---|-----|
| § 47. Що таке поведінка? | 186 |
| § 48. Вивчення поведінки тварин | 190 |
| § 49. Вроджена й набута поведінка | 194 |
| § 50. Механізми поведінки..... | 198 |
| § 51. Репродуктивна поведінка..... | 202 |
| § 52. Батьківська поведінка | 205 |
| § 53. Поведінка в просторі й часі | 209 |
| § 54. Складні взаємини з родичами | 213 |
| § 55. Соціальні комахи | 217 |
| § 56. Застосування систем сигналів і знарядь..... | 221 |

ТЕМА 4. ОРГАНІЗМИ ТА СЕРЕДОВИЩЕ ІСНУВАННЯ

| | |
|---|-----|
| § 57. Поняття про популяцію..... | 225 |
| § 58. Ланцюги живлення в екосистемах..... | 229 |
| § 59. Середовище та його чинники..... | 233 |
| § 60. Взаємодія популяцій в угрупованні | 237 |
| § 61. Людина й інші тварини | 241 |

УЗАГАЛЬНЕННЯ

| | |
|--|-----|
| § 62. Розвиток тваринного світу на Землі | 246 |
|--|-----|

| | |
|--|------------|
| Післямова. Єдність живої природи..... | 251 |
|--|------------|

| | |
|----------------------|------------|
| Додатки | 253 |
|----------------------|------------|

| | |
|---|------------|
| <i>Додаток 1. Лабораторні дослідження</i> | <i>253</i> |
|---|------------|

| | |
|---|------------|
| <i>Додаток 2. Практичні роботи.....</i> | <i>253</i> |
|---|------------|

| | |
|-------------------------------------|------------|
| <i>Додаток 3. Міні-проекти.....</i> | <i>255</i> |
|-------------------------------------|------------|

| | |
|---|------------|
| <i>Додаток 4. Біологічний тлумачний словник</i> | <i>258</i> |
|---|------------|



Навчальне видання

*Шабанов Дмитро Андрійович,
Кравченко Марина Олександрівна*

БІОЛОГІЯ

Підручник для 7 класу
загальноосвітніх навчальних закладів

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

У художньому оформленні видання з навчальною метою використано ілюстративні матеріали, що перебувають у вільному доступі в мережі Інтернет.

Редактор *Т. Карбовнича*
Художнє оформлення, макет, обкладинка *Ю. Ясінської*
Художні редактори *Ю. Ясінська, О. Андрущенко, М. Круковська*
Технічний редактор *Л. Ткаченко*
Комп'ютерна верстка *О. Бідненко*
Коректор *І. Барвінок*

Підписано до друку 22.10.2015 р. Формат 70×100/16.
Папір офс. № 1. Гарнітура Helvetica. Друк офс.
Ум. др. арк. 22,032. Обл.-вид. арк. 20,38.
Умовн. фарбовідб. 88,128.
Наклад 6789 прим.
Зам. №

Видавництво «Грамота».
01033, м. Київ, вул. Паньківська, 25, оф. 15.
Тел./факс: (044) 287-11-88, (067) 407-50-73. Електронна адреса: gramotanew@bigmir.net
www.gramota.kiev.ua

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру України
суб'єктів видавничої справи ДК № 341 від 21.02.2001 р.

Віддруковано з готових діапозитивів видавництва «Грамота»
на ПП «Юнісофт», 61036, м. Харків, вул. Морозова, 13 Б.
Свідоцтво ДК № 3461 від 14.04.2009 р.