

Розділ V

# ІСТОРИЧНИЙ РОЗВИТОК ОРГАНІЧНОГО СВІТУ



## ТЕМА 1. ОСНОВИ ЕВОЛЮЦІЙНОГО ВЧЕННЯ



### § 37. ЩО ТАКЕ ЕВОЛЮЦІЯ І ЯК ЗАРОДЖУВАЛИСЯ ЕВОЛЮЦІЙНІ ІДЕЇ

**Терміни і поняття:** біологічна еволюція; геологія; єдність природи; єдність плану будови організмів; палеонтологія; креаціонізм; трансформізм.

**Поняття біологічної еволюції.** *Еволюція* — звичне слово, яким сучасні школярі вільно оперують у розмовах з друзями, дорослими. Його часто можна почути по телевізору або радіо, прочитати в газеті, навіть знайти у сучасному детективному романі. Говорять про еволюцію Землі, галактик, родинних відносин, поглядів на життя, комп'ютерних технологій, літератури, музики — чого завгодно. Завжди мають на увазі розвиток, тобто заміну старого новим (звичного способу життя — новими порядками, консервативного мислення — свіжими ідеями, застарілого програмного забезпечення — більш просунутим). Іншими словами, мова йде про історичний прогрес, який відбувається за чітким сценарієм і передбачає певні спрямовані зміни.

Виявляється, те саме відбувається й у живій природі. Дослідження тисяч учених — зоологів, ботаніків, генетиків, палеонтологів, біологів інших спеціальностей, проведені за останні 250 років, показали, що й органічний світ перебуває у стані вічного руху. Проте якщо історія людства — це зміна лідерів, політичних систем, піднесення одних народів або держав над іншими, а потім їх занепад, то історія органічного світу — це вимирання або відхід у «тінь» життєвого простору одних видів і прихід на зміну їм інших. У результаті утворюються нові співтовариства тварин і рослин, які щоразу по-новому формують вигляд Землі.

Виявляється, ще 20 тис. років тому в степовій зоні України була найсправжніша африканська фауна. Тут жили слони, носороги, антилопи, жирафи, африканські страуси і леви. Тисячу років тому нічого з цього вже не залишилося, зате в європейських степах паслися величезні стада турів, зубрів, сайгаків і тарпанів. Згодом усі вони вимерли, залишивши по собі лише згадки у літописах і викопні рештки. Ще сто років тому звичними в українському степу були ховрашки, тушканчики, хом'яки, тхори. Нині і від цього минулого розмаїття мало що збереглося. Можна не сумніватися, що ці зміни фауни ссавців закономірні. Це історичний зріз стану європейського степу. Описані зміни тваринного світу так само необоротні, як й історичні процеси у людському суспільстві. Це означає, що вже ніколи українськими степами не блукатимуть тисячні стада сагайдаків і зубрів.

Найбільш наочну ілюстрацію біологічної (органічної) еволюції — історичного розвитку життя на Землі дає така, здавалося б, далека від живо-

го наука, як геологія (пригадайте, які осадові породи формують одноклітинні тварини і які види корисних копалин утворилися з відмерлих рослин).

Завдяки досягненням цієї науки вдалося встановити, що етапи історії Землі чітко відповідають етапам розвитку життя на ній. При цьому черговість етапів життя чітко підпорядковується зрозумілій логіці — поява нових форм життя відбувалася у напрямі від просто організованих одноклітинних істот до складно організованих багатоклітинних організмів.

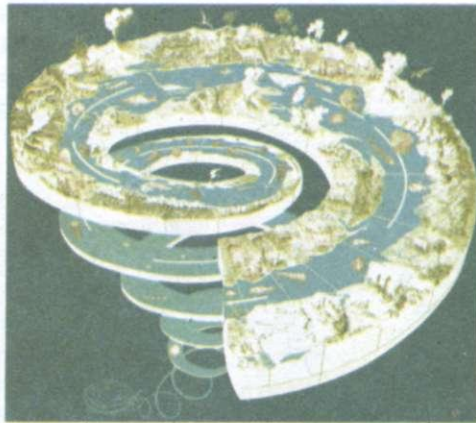
Термін *еволюція* (від грец. *еволюціо* — розгортання) запропонував швейцарський зоолог *Шарль Бонне* (1720—1793), який спостерігав за розвитком партеногенетичних попелиць. Він помітив, що у новонароджених самок завжди наявні зачатки майбутнього покоління. Вчений висловив думку: в організмі найпершої самки, яка започаткувала новий вид, були закладені всі майбутні покоління. Поширивши цю гіпотезу на весь світ живого, він уявив його як розгортання природи від нижчих форм до вищих (мал. 152). Ідея про розвиток живого припала до душі тогочасним ученим, і відтоді термін прижився.

Порівняно з іншими історичними процесами біологічна еволюція має ряд важливих особливостей.

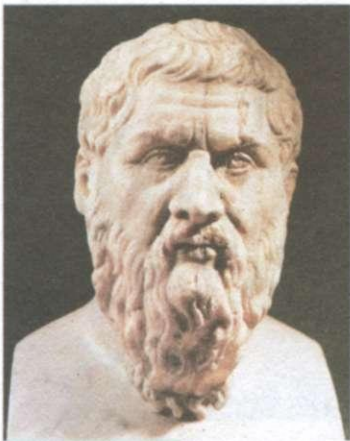
- Насамперед вона має пристосувальний характер, що проявляється в обов'язковій відповідності новоутворених організмів умовам їх існування.
- Протікає еволюція в ряді поколінь, а тому можна вважати, що кожна нова генерація організмів чимось, нехай навіть ледь помітним, відрізняється від попередньої.
- Розвиток органічного світу має необоротний характер, а значить, вимерлі тварини і рослини ніколи не відродяться.

#### **Зародження еволюційних ідей у людському суспільстві.**

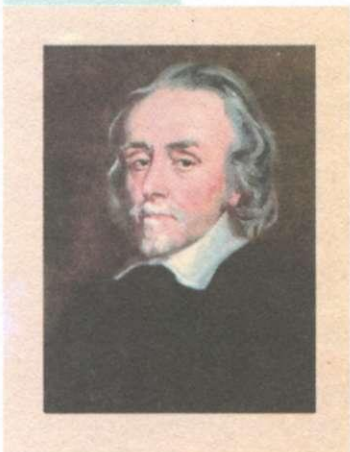
Ідею, що життя на Землі є результатом історичного розвитку матерії, неодноразово висловлювали ще у давнину, коли наука як така ще не існувала. Стародавні філософи були мудрецами, які лише розмірковували про світобудову. У їх здобутках, що відносяться до кінця II — початку I тисячоліття до н. д., можна знайти думки про те, що живе походить від неживого, що одні істоти дають початок іншим і навіть про те, що люди походять від мавп. Ідею щодо еволюційного походження живого, нехай і в дуже примітивному вигляді, постійно висловлювали у своїх працях мислителі Стародавнього Сходу (Індії, Китаю, Месо-



**Мал. 152.** Так сучасні біологи уявляють процес еволюції — «розгортання» життя на Землі.



Мал. 153. Геракліт Ефеський.



Мал. 154. В. Гарвей.

потамії, Єгипту). Пізніше подібні вчення розвивали античні філософи Давньої Греції.

В основу всіх цих філософських міркувань покладено ідею **єдності природи**, згідно з якою всі тіла і явища природи пов'язані і походять з якихось матеріальних початків. Такими першоосновами одні давні мислителі вважали воду, землю, вогонь, повітря або їх комбінацію, а інші — неподільні частки речовини — **атоми** (від грец. *атомос* — неподільний). Основоположник **діалектичного** (від грец. *діалектике* — вміння вести дискусію) **мислення** давньогрецький філософ **Геракліт Ефеський** (544—488 до н.д.), якому приписують знамениту фразу: «*Все тече, все змінюється: двічі ми не входимо до тієї самої річки*», вважав, що основою всього суцього є вогонь — адже це наймінливіше з начал.

Давньогрецький філософ **Емпедокл** (бл. 490—430 до н.д.) висловив першу гіпотезу походження різноманітності живих організмів і спробував пояснити доцільність будови тіла тварин за допомогою ідеї, яка нагадувала природний добір.

Хід його думок був таким. Спочатку з ґрунту вирости окремі органи, які згодом почали сполучатися, породжуючи різноманітні химери. Багато з них вмирили, оскільки були навіть нездатні пересуватися. Деякі вижили, стали повноцінними організмами і дали потомство. З позицій сучасної людини ця гіпотеза виглядає швидше сюжетом для фантастичного роману. Проте варто врахувати, що будь-яка наукова гіпотеза завжди відповідає тому рівню знань, яке нагромадило людство на момент її створення.

Наступний етап розвитку еволюційних поглядів на живе припав на XVII—XVIII ст., коли у біологічні дослідження були впроваджені експериментальні методи, засновані на досягненнях

фізики і хімії. Цей період ознаменувався насамперед досягненнями у царинах анатомії, фізіології та **ембріології** (від ембріон і грец. *логос*). Саме тоді сформувалася ідея **єдності плану будови організмів**. Здобуті дані уможливили поділ тварин на групи, для кожної з яких характерний свій план будови живих організмів (*пригадайте, які бувають типи симетрії у живій природі і які структури визначають план будови тіла тварини*). Стало очевидним, що люди та інші ссавці мають однаково побудовані системи органів, що функціонують за єдиними принципами (мал. 155).

У 1748 р. французький учений **Жюльєн Офре де Ламетрі** (1709—1751) видав спеціальну працю «Людина-машина», у якій наводив докази єдності будови людини і тварин (мал. 155).

Ще задовго до цього періоду в науковий обіг увійшов принцип: «Усе живе — з яйця», що, як ніщо інше, стверджує ідею

єдності будови живих організмів. Цей принцип сформулював англійський анатом Вільям Гарвей (1578—1657) (*пригадайте, у чому ще полягають заслуги цього вченого*). Він перший вказав, що всі тварини, причому не тільки яйцеродні, а й живородні, у тому числі й людина, розвиваються з яйця.

Завдяки великим географічним відкриттям, коли на нових землях стали знаходити чимало невідомих видів тварин і рослин, з'ясувалася така закономірність: представники одного роду, родини або ряду, що живуть на різних континентах, у цілому зберігаючи схожий зовнішній вигляд, у деталях будови відрізняються один від одного. Це дало підставу французькому дослідникові Жоржу Луї Леклерку Бюффону (1707—1788) пояснити подібність будови організмів різних видів їх походженням від загального предка.

За допомогою мікроскопа вдалося виявити безліч крихітних істот, що різко розширило уявлення вчених про масштаби різноманітності організмів. Стало зрозуміло, що одні організми — примітивні, інші — складні. Було побудовано так звану «драбину істот», у якій нижню сходинку посіли нижчі форми організмів, а вищу — людина.

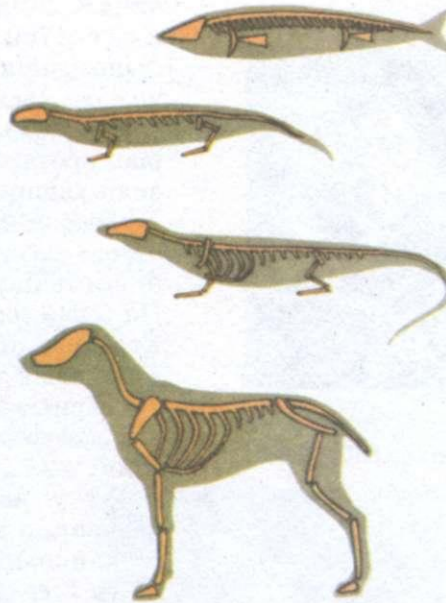
У середині XVIII ст. з'явилася класифікаційна система організмів Карла Ліннея, яка об'єднала рослини і тварин у систематичні категорії за подібністю їх будови. Але її творець навіть не припускав, що за подібністю організмів стоїть їх спорідненість. Це пізніше стали визнавати тільки його учні.

Нарешті, сформувалася наука **палеонтологія** (від грец. *палаіос* — стародавній, *онтос* і *логос*). Завдяки її досягненням стало ясно, що в доісторичну пору Землю населяли зовсім інші живі істоти, які згодом вимерли.

Дослідження неминуче привели до формування у науковому світі уявлень про єдність усіх живих організмів, про те, що в історії Землі одні організми приходили на зміну іншим, причому «природа переходила від менш складних до більш складних організмів», про існування історичної ієрархії — прадавніх і молодих організмів.

До кінця XVIII ст. біологи поділялися на два табори: **креаціоністів** (від лат. *креаціо* — творення) і **трансформістів** (від лат. *трансформо* — перетворення, система), представники яких по-різному пояснювали виникнення живих організмів та їх різноманітність.

Креаціоністи вважали, що все живе — результат божественного творення, а види незмінні, кожному з них відведене своє постійне місце на «драбині істот». Навіть на той час цю концепцію інші вчені вважали доволі консервативною. Незважаючи на це, серед її прихильників було чимало видатних учених, серед



Мал. 155. Скелет хребетних тварин — типовий доказ єдиного плану будови живих організмів.



Мал. 156. Ж. Кюв'є.

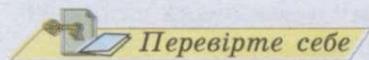


Мал. 157. Ж. Сент-Ілер.

фактів, які з'явилися у XIX столітті. Тоді й були сформульовані перші еволюційні теорії.

**Органічна еволюція — це процес історичного розвитку живої природи, що являє собою спрямовані зміни організмів, видів, їх співтовариств і біосфери у цілому.**

**Ідея еволюції — розвитку живої природи — зародилася ще в стародавніх мудреців і формувалася в людській свідомості відповідно до накопичення знань про живу природу.**



#### Перевірте себе

1. Дані якої науки дають найбільш наочну ілюстрацію органічної еволюції?
2. Сформулюйте, що таке еволюція.
3. У чому полягає суть концепції креаціонізму й чим вона відрізняється від трансформізму?
4. Чому ідеї трансформізму не переросли в еволюційну теорію?

яких К. Лінней і один із засновників палеонтології *Жорж Кюв'є* (1769—1832). Останній зробив істотний внесок у становлення *еволюційної морфології* (*пригадайте, як називається наука, що вивчає будову організму на всіх його рівнях*). Він стверджував, що Земля має свою історію, протягом якої постійно відбувається заміна одних видів іншими (тепер її називають зміною фаун і флор), але вважав вимирання організмів наслідком стихійних лих — катастроф, а виникнення на зміну їм інших — нічим іншим, як результатом божественного творення. Ця точка зору згодом дістала назву *теорії катастроф*. Креаціоністські погляди на походження життя і незмінність видів збереглися донині, але в сучасному суспільстві вони вже не належать біології, а є суто релігійними.

Трансформісти висловлювали як на той час революційні ідеї. Вони вважали: жива природа розвивається у часі, організми виникли з неорганічних речовин, а види здатні змінюватися. Яскравим представником цієї течії був французький учений *Жоффрау Сент-Ілер* (1772—1844), який висловлював найбільш прогресивні ідеї. Зокрема він стверджував, що наявність єдиного плану організації — це доказ спільності походження живих організмів, а не божественного задуму, а відмінності прадавніх і сучасних копалин є результатом змін організмів під впливом внутрішніх і зовнішніх причин.

Чому концепція трансформізму не переросла в еволюційну теорію? Головна причина полягає у тому, що трансформісти не шукали біологічних причин еволюційних змін організмів. Вони обмежилися констатацією того, що природа розвивається, а види змінюються. Відсутність інтересу до механізмів еволюційних перетворень багато в чому була природною, адже тогочасна наука ще не мала арсеналу наукових



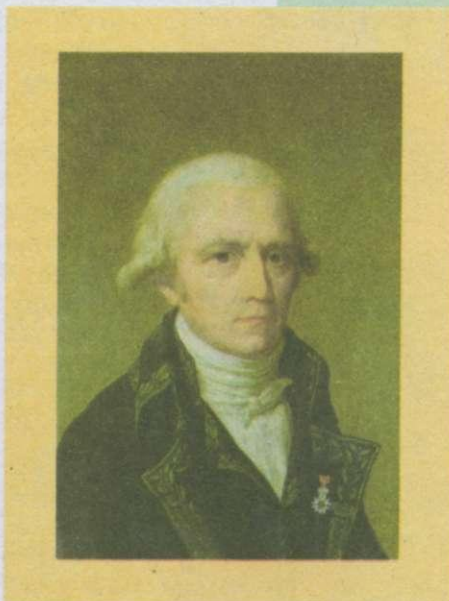
## Як ви вважаєте?

1. Чому концепція креаціонізму не вважалася прогресивною навіть для свого часу?
2. Як можна довести, що природі притаманний історичний розвиток, і які докази цього виглядають найбільш переконливими?

### § 38. ВИНИКНЕННЯ ЕВОЛЮЦІЙНОЇ ТЕОРІЇ. ТЕОРІЇ Ж. Б. ЛАМАРКА ТА Ч. ДАРВІНА

**Терміни і поняття:** еволюційне вчення; фактори еволюції; ламаркізм; боротьба за існування; природний добір; теорія еволюції; дарвінізм.

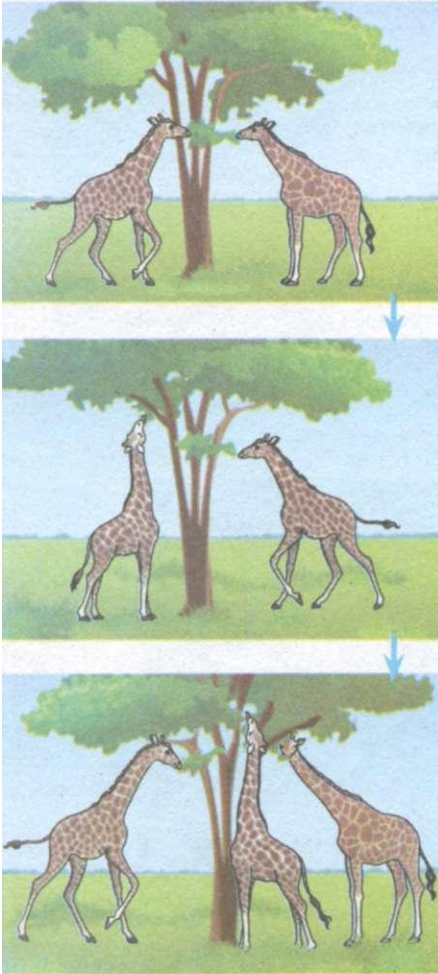
**Ж. Б. Ламарк та його теорія.** До початку XIX століття дослідження живих об'єктів сформували єдину науку. Як наслідок, у 1802 р. в науковій термінології замість застарілої назви *натурфілософія* почали використовувати термін *біологія* (від грец. *біос* і *логос*). Одним з його авторів був французький натураліст, зоолог і філософ *Жан Батіст Ламарк* (1744—1829). Його внесок у біологію, зокрема зоологію, надзвичайно великий. Він поділив тварин на безхребетних і хребетних, а павукоподібних і кільчастих червів виділив в окремі класи. Особливе місце у своїх працях Ламарк приділив ідеї походження людини від мавпоподібних предків. Нарешті, він — автор першого **еволюційного вчення**, суть якого виклав у праці «Філософія зоології», опублікованій у 1809 році.



Мал. 158. Ж. Б. Ламарк.

Основні положення теорії Ламарка такі.

- Усі рослини і тварини — справжнє надбання природи; вони не існували споконвіку, а виникли свого часу з неорганічної природи.
- Види змінювані, але утворення нових видів відбувається вкрай повільно, а тому непомітно.
- Головною рисою історичного розвитку живого є процес схвалення від простого до складного.
- Кожний клас живих організмів на східцях драбини істот (табл. 16) — це наступний етап розвитку — нова, більш висока організація. У межах класів відсутній поділ на прості й складно організовані види, а відмінності між видами пов'язані з особливостями їх пристосування до різних умов існування.



**Мал. 159.** Так Ламарк уявляв еволюцію жирафів, які, прагнучи дотягтися до гілок із зеленим листям, постійно витягували шії.

Головним набутком еволюційного вчення Ламарка, що відрізняє його від ідей трансформістів, стало те, що він уперше у біології порушив питання про причини — **фактори** (від лат. *фактор* — творець будь-чого) **еволюції**. Ключовим у його теорії стало питання: чому в процесі еволюції відбувається східчасте підвищення рівня організації живих істот? Відповіддю на нього став сформульований вченим **постулат** (від лат. *постулатум* — вимога): усі життєві форми наділені прагненням до підвищення рівня своєї організації, що, на думку Ламарка, є вродженою властивістю всього живого.

Картина еволюційних змін організмів, згідно з теорією Ламарка, виглядала таким чином. Спочатку відбуваються зміни середовища життя, відповідно до цього змінюються потреби організму, характер роботи його органів. Це приводить до тренування одних органів і нетренування інших. У результаті органи починають змінюватися (мал. 159): потрібні організму — розвиваються, а непотрібні — зникають (**перший закон Ламарка**). Набуті у процесі життя зміни успадковуються (**другий закон Ламарка**).

Таблиця 17

**Східці драбини організації тваринного світу за Ламарком**

Східці		Класи
I	1	Інфузорії
	2	Поліпи
II	3	Променисті
	4	Хробаки
III	5	Комахи
	6	Павукоподібні
IV	7	Ракоподібні
	8	Кільчасті черви
V	9	Вусоногі ракоподібні
	10	Молюски
VI	11	Риби
	12	Рептилії
	13	Птахи
	14	Ссавці

Унаочнюють теорію Ламарка такі міркування її автора: «...прагнучи уникнути необхідності занурювати тіло у воду, птах робить усілякі зусилля, щоб видовжити ноги. У результаті засвоєної даним птахом та іншими особинами його породи звички постійно видовжувати ноги, усі особини цієї породи ніби



стають на ходулі, оскільки помалу в них формуються довгі ноги, позбавлені пір'я до стегна, а часто й вище».

Теорія Ламарка не дістала значного поширення серед його сучасників багато в чому через уможлидність. Її основні положення — більше припущення, ніж перевірений фактичний матеріал. Вона не пояснювала, чому живі організми «прагнуть» досконалості, які біологічні причини — генетичні, фізіологічні, поведінкові тощо стоять за цим «бажанням» живих істот бути дедалі більше організованими. Це залишало можливості для визнання надприродних сил в еволюційному процесі. Помилковою виявилася висловлена вченим ідея про можливість успадкування набутих протягом життя ознак.

Ідеї Ламарка про еволюційне значення тренування або нетренування органів і про спадкування набутих за життя ознак і властивостей у ХХ ст. стали називати **ламаркізмом**. Ці ідеї, незважаючи на те, що численні дослідження доводили: модифікаційні зміни, викликані реакцією організмів на зміни середовища життя, не передаються нащадкам, неодноразово відроджувалися. Одним із таких сплесків лamarкізму став монополізм в 1948—1964 рр. у радянській науці ідей агронома Т. Д. Лисенка. Лисенко вважав, що середовище безпосередньо впливає на спадковість, і шляхом «виховання» організмів певними умовами можна вивести сорт рослин або породу тварин з будь-якими потрібними людині якостями. Він стверджував, що ніяких генів у природі не існує — це все вигадки буржуазних учених, а еволюція йде під безпосереднім впливом середовища, причому впливом настільки значимим, що у певних умовах «піночка може перетворитися на зозулю».

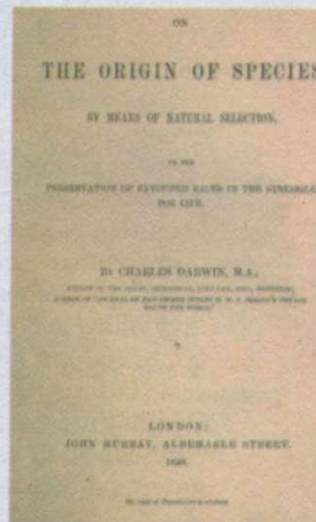
#### Чарлз Дарвін та його вчення про природний добір.

У середині ХІХ ст. біологічна наука вже принципово відрізнялася від натурфілософії кінця ХVІІІ століття. Завдяки експериментальним дослідженням був накопичений великий фактичний матеріал. Біологи дедалі більше спиралися на конкретні наукові дані, а не на абстрактні міркування. Саме у цей час було зроблено перше біологічне узагальнення, згодом назване теорією, значимість якої не втрачена і донині (*пригадайте, основні положення якої теорії були сформульовані у першій половині ХІХ ст.*).

Більшість тогочасних біологів вже не сумнівалася, що еволюція реальна: природа змінювана, одні види приходять на зміну іншим, а життя на Землі розвивається. Тому на порядок денний постало питання не доказів еволюції як такої, а необхідності з'ясувати механізми еволюційних перетворень. Насамперед наукова спільнота чекала відповіді на запитання: що змушує живі організми змінюватися у часі? Іншими словами, виникла потреба з'ясувати причини, фактори еволюції.



Мал. 160. Ч. Дарвін.



Мал. 161. Титульний аркуш першого видання «Походження видів».

Відповідь на це запитання вчені дістали у праці англійського натураліста, мандрівника і дослідника *Чарлза Роберта Дарвіна* (1809—1882) «Походження видів шляхом природного добору» (мал. 161), у якій він виклав своє бачення механізмів еволюційних перетворень. Коротко ідеї цієї книги зводяться до такого.

- Організми розмножуються в геометричній прогресії, проте до дорослого стану доживає дуже незначна їх частина (*зверніть увагу: у природі молодих особин завжди більше, ніж дорослих*). Отже, більшість особин гинуть у **боротьбі за існування** (мал. 162), яка проявляється, головним чином, у конкуренції особин одного виду між собою за кращі місця проживання, їжу, ресурси; у тварин самці, до того ж, змагаються за самку.
- Для природи характерна загальна мінливість. Кожний організм має певні індивідуальні особливості, що відрізняють його від інших. За Дарвіном, у природі мають місце неспадкова групова (він її назвав «визначеною», а нині її називають модифікаційною) й спадкова індивідуальна (за термінологією вченого «невизначена», а в сучасному науковому обігу — генетична) мінливість. Саме остання форма мінливості згідно з теорією Дарвіна відіграє ключову роль в еволюції, постачає для неї матеріал.
- Особини одного виду відрізняються одна від одної, а тому мають різні шанси вижити й залишити потомство. Частіше виживають і відповідно залишають потомство більш пристосовані до умов середовища життя організми, які володіють особливо корисними у боротьбі за існування ознаками чи властивостями. Саме це виживання найбільш пристосованих у боротьбі за існування організмів і є **природним добром**. За Дарвіном, саме він є основним чинником — рушійною силою еволюційного процесу. Як головний доказ реальності природного добору, Дарвін наводив приклади штучного добору, за допомогою якого людина вивела безліч потрібних їй порід тварин і сортів рослин з не відомими у природі властивостями. Так само і природа за допомогою природного добору творить потрібні їй види.
- Оскільки середовище життя організмів постійно змінюється, то щоразу у боротьбі за існування перевагу мають особини з новими ознаками, які спадково закріплюються. Ці зміни, що накопичуються під дією природного добору, поширюються в ряді поколінь і неминуче ведуть до істотних змін будови тіла й особливостей функціонування груп особин.



**Мал. 162.** Так виглядала боротьба за існування у часи панування динозаврів.

У результаті утворюється новий вид.

Таким чином, основоположна ідея вчення про природний добір — головну рушійну силу органічної еволюції — полягає у *виживанні найбільш пристосованих у боротьбі за існування* (мал. 163). При цьому найбільш пристосованими варто вважати організми, які залишили найбільше нащадків.

На відміну від теорії Ламарка, еволюційну теорію Дарвіна захоплено сприйняли не тільки науковці, а й уся освічена європейська громадськість того часу. Перший тираж «Походження

## Тема 1. Основи еволюційного вчення




видів...», що побачив світ 24 листопада 1859 р., розійшовся за кілька днів. Такий успіх був зумовлений зрозумілою і чіткою логікою теорії природного добору, аргументованістю доводів. Крім того, ідея виживання в конкурентній боротьбі найдужчих і найприспособованіших відповідала духу часу — стану капіталістичних відносин середини XIX ст., отже, була природною й зрозумілою суспільству.

Вчення Дарвіна про еволюційне значення природного добору як головного фактора еволюції прийнято називати **дарвінізмом**. Більшість сучасних біологів взагалі ототожнюють його з **теорією еволюції** й вважають єдино правильним трактуванням механізмів еволюційного процесу. На відміну від еволюційного вчення Ламарка, Дарвін у своїй праці не лише довів факт еволюції (змінюваність видів, походження одного виду від іншого, змінюваність видів у часі), а й першим запропонував прийнятні для тогочасної науки природничо-наукові механізми еволюційного процесу. Завдяки теорії Дарвіна у біології відбулися прогресивні зміни, які можна порівняти з науковою революцією. Еволюційне вчення стало проникати в усі біологічні дисципліни. З'явилися зовсім нові наукові напрями — порівняльна анатомія й фізіологія, еволюційна морфологія, еволюційна ембріологія тощо. Істотний прогрес був досягнутий у систематиці і філогенії. Система тварин і рослин перестала бути штучною, вона дедалі більше стала ґрунтуватися не на зовнішній схожості організмів, а на їх філогенетичній спорідненості.

Автором першого еволюційного вчення, згідно з яким життя на Землі — результат органічної еволюції, є французький учений Ж. Б. Ламарк, який, однак, не зміг сформулювати природних причин еволюційного розвитку. Це зробив англійський натураліст і вчений Дарвін, який висунув ідею природного добору як головної рушійної сили еволюції. Саме тому Ч. Дарвіна визнають основоположником сучасної теорії еволюції — він не тільки переконливо довів її реальність, а й обґрунтував її природні чинники.



**Мал. 163.** Усі зображені ознаки ссавців (а — грива у лева; б — голки в їжака; в — крила у кажана; г — гола шкіра в дельфіна) є пристосуваннями, які, згідно з теорією Дарвіна, виникли в організмів у процесі боротьби за існування і були закріплені в ряді поколінь природним добром.


**Перевірте себе**

1. У чому полягає головний сенс теорії Ламарка; які її положення виявилися неправильними?
2. У чому полягає заслуга Дарвіна?
3. Чим еволюційне вчення відрізняється від еволюційної теорії?
4. Чому теорія Дарвіна так швидко здобула величезну кількість прихильників?


**Як ви вважаєте ?**

1. Чому еволюційна праця Ламарка була названа «Філософія зоології»?
2. Відомо, що органічна еволюція йшла від простих організмів до складних, але чи можна вважати, що складноорганізовані істоти є більш пристосованими, ніж низькоорганізовані?

## § 39. ДОКАЗИ ЕВОЛЮЦІЇ ТА МЕТОДИ ЇЇ ВИВЧЕННЯ

**Терміни і поняття:** палеонтологія; послідовність викопних форм; біостратиграфія; релікти; рудименти; атавізми; закон зародкової подібності; біогенетичний закон; молекулярна філогенія.

**Чи потрібно доводити реальність біологічної еволюції.** Численні дослідження вчених різних царин біології та суміжних наук неминуче приводять до думки про реальність еволюції й визнання її таким самим науковим фактом, як і будь-який інший біологічний процес: індивідуальний розвиток, статеве розмноження, фотосинтез або м'язове скорочення. Саме об'єктивність феномена еволюції зумовлює необхідність такого самого детального його вивчення, як і будь-якого іншого експериментально доведеного біологічного явища.

Історичні зміни організмів, екосистем і біосфери у цілому є предметом досліджень учених усіх економічно розвинутих країн світу незалежно від державного устрою і релігії. Щороку у світовій періодиці з'являються тисячі статей, у яких прояснюються деталі історичного розвитку живої природи.

Якщо історія природознавства налічує не менше 2,5 тис. років, то ідея історичного розвитку природи — не більше 300. Уперше ідею розвитку матеріального світу висловив німецький філософ *Іммануїл Кант* (1724—1804), поширивши свої ідеї на становлення Всесвіту. Раціональне обґрунтування цієї ідеї дав інший німецький філософ — *Георг Вільгельм Фрідріх Гегель* (1770—1831), який сформулював закони діалектичної логіки. Проте дискусія про реальність біологічної еволюції ведеться й донині, хоча це питання давно перейшло з царини біології у царину суспільної свідомості. Саме тому необхідно знати докази того, що історичний розвиток живої природи є об'єктивною реальністю, і методи, за допомогою яких можна вивчати еволюційні процеси.

**Докази еволюції.** Дані палеонтології — науки про вимерлу *фауну* (від лат. *Фауна* — богиня лісів, полів, покровителька стад тварин) і *флору* (від лат. *Флора* — богиня квітів і весни) та про викопні рештки тварин і рослин слід розглядати як

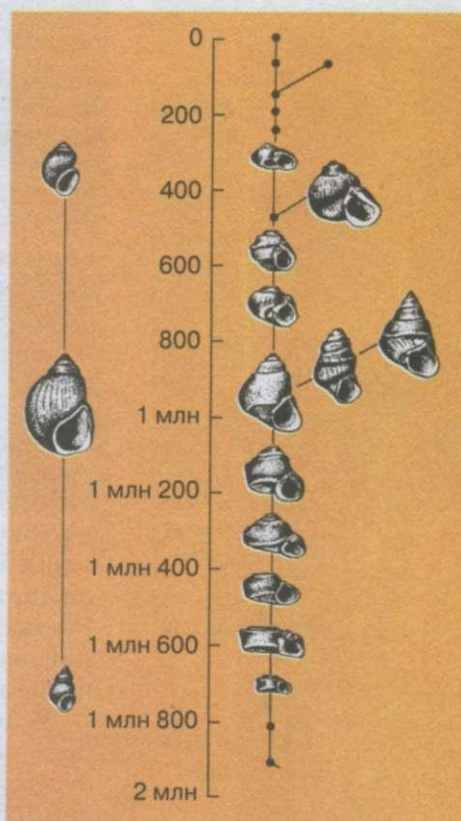
найвагоміші аргументи на користь існування еволюційного процесу. Факти цієї науки вагомі ще й тому, що зміни прадавніх флор і фаун відбувалися відповідно до зміни геологічних *epoch* (від грец. *epoche* — зупинка), кожна з яких відбиває певний період історії Землі (як відомо, проблемою визначення віку Землі займається не біологія, а геологія). Тому докази історичного розвитку життя на нашій планеті, здобуті фахівцями зовсім іншої галузі природознавства, особливо переконливі.

Головним палеонтологічним доказом реальності еволюції є не просто знахідки прадавніх вимерлих тварин або рослин, а те, що ці викопні рештки утворюють **послідовність викопних форм**, яка відповідає процесу еволюційних перетворень певної групи організмів (мал. 164).

Приміром, якщо п'ятипалу кінцівку прадавнього предка коней, вік якого оцінюється в 100 млн років, порівняти зі ступнею сучасного коня, важко знайти в них щось спільне. У першому випадку — це типова кінцівка п'ятипалоного типу, властива більшості сучасних ссавців, у другому — ступня з одним третім пальцем (мал. 165). Однак знахідки у Північній Євразії безлічі проміжних за своєю будовою викопних форм показують, що насправді вони — два крайніх варіанти одного еволюційного ряду.

Причому, чим давніші викопні рештки, тим глибше вони залягають у шарах Землі. Саме ця послідовність залягання дає змогу відстежити, як одні види змінювали інші. Тому в процесі палеонтологічних розкопок землю знімають шар за шаром, чітко фіксуючи, в якому шарі й у якій послідовності знайдені ті або інші рештки. Найбільш придатними об'єктами для вивчення еволюційного ряду вимерлих форм є рештки тварин з твердим скелетом, на яких добре видно ознаки виду. Найчастіше це рештки молюсків чи ссавців. Знаючи геологічний вік шарів землі, можна в мільйонах років визначити часовий діапазон, у якому жив вид. У міру нагромадження даних і відновлення послідовності викопних форм з'являється можливість вирішення зворотного завдання — визначення віку шарів землі за фрагментами кісток викопних форм. Цей напрям дослідження історії Землі виявився настільки плідним, що на стику геології та біології виникла окрема наука — **біостратиграфія** (від грец. *біос*, лат. *стратум* — настил, шар та грец. *графо* — пишу, малюю).

Сучасна палеонтологія має арсенал й інших методів, за допомогою яких можна переконливо довести наявність послідовних рядів викопних форм. Одним з найточніших є метод **радіоавтографії**, заснований на періодах напіврозпаду радіоактивного ізотопу  $C^{14}$ .



Мал. 164. Послідовність викопних форм, що відповідає процесу послідовних еволюційних перетворень викопного роду черевоногих молюсків.



**Мал. 165.** Історична послідовність розвитку однопалої кінцівки сучасного коня від п'ятипалої кінцівки стародавнього коня.

павуків, комах) тільки **аналогічні** (від грец. *аналогос* — схожість) лапам наземних хребетних. Вони виконують ту саму функцію, будучи органами локомоції, але є похідними зовнішнього скелета — кутикули. Аналогічними органами також є крила птахів і метеликів, очі головоногих моллюсків і ссавців (мал. 169).

**«Живі викопні».** За мільйони років від колись живих істот залишаються тільки скам'янілі фрагменти тіла, тому перед палеонтологами постає досить складне завдання відтворити вигляд цілого організму найчастіше навіть за єдиною деталлю. Такі реконструкції багато в чому залежать від підготовки, знань і уяви дослідника, тому почасти суб'єктивні й у скептиків викликають сумніви. Особливу цінність як докази правильності палеонтологічних реконструкцій являють «живі викопні», або **релікти** (від лат. *реліктум* — залишок) — види або групи близьких видів прадавнього походження, які змогли дожити до наших днів, маючи низку ознак вимерлих тварин або рослин минулих геологічних епох.

Реліктами у царстві тварин (мал. 166) є *мечохвости* — гігантські морські членистоногі, що сягають 60 см завдовжки; кистепера риба *латимерія* (*пригадайте: кистеперих риб вважають предками земноводних*); рептилія *гатерія*, яка зовні нагадує ящірку (вона збереглася на кількох дрібних островах поблизу Нової Зеландії). Релікти серед ссавців — яйцекладні (*качконіс і єхидна*), які поєднують ознаки рептилій і ссавців (*пригадайте, що це за ознаки*).

У царстві рослин реліктом вважають *гінкго дволопатевий* (мал. 167), котрий ще називають *священним деревом*. Цьому представнику реліктової флори голонасінних близько 300 млн років.

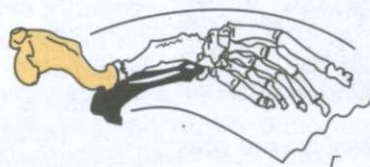
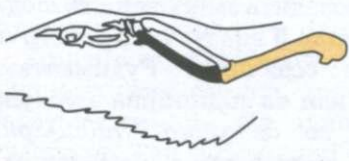
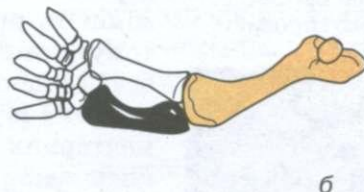
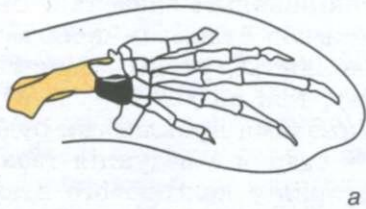
**Дані про будову організмів.** Одним із ключових положень порівняльної анатомії — науки, що вивчає закономірності будови і розвитку органів шляхом порівняння різних видів живих істот, є принцип: чим ближча спорідненість організмів, тим вища їх подібність за **гомологічними** (від грец. *гомологія* — відповідність) ознаками. Які ж органи або структури тіла називають гомологічними? Насамперед ті, що мають не тільки спільний план будови, а й розвиваються в ембріогенезі з одних зачатків і зазвичай виконують однакові функції.

Гомологічними, наприклад, є парні кінцівки всіх хребетних (мал. 168). Вони не тільки з'являються з одних зачатків, а й у наземних хребетних (амфібій, рептилій, птахів і ссавців) складаються з однакових кісток, що кріпляться до осевого скелета за допомогою поясів кінцівок. Тоді як кінцівки членистоногих (ракоподібних,



**Мал. 166.** «Живі викопні» — релікти серед тварин: а — мечохвіст; б — латимерія; в — гаттерія; г — качконіс.

**Мал. 167.** Реліктовий вид гінкго дволопате-вий відносять до голо-насієних рослин.



**Мал. 168.** Кінцівки хребетних тварин — типовий приклад гомологічної ознаки. Передні кінцівки: а — амфібії; б — черепахи; в — фазана; г — морського лева.

Прикладом гомологічних органів рослин, які виконують різні функції й зовні зовсім не схожі, є численні випадки видозмін листкових пластинок: вусики гороху, стеблові лусочки хвоща, колючки барбарису, лусочки на кореневищі й брунькові луски, характерні для більшості квіткових рослин. Дивний перехідний ряд від пелюсток до тичинок латаття унаочнює, яким чином у процесі еволюції виникли тичинки. У рослин також можна знайти безліч аналогічних органів. Наприклад,



Мал. 169. Аналогічні органи: а — око кальмара; б — око корови.



Мал. 170. Новозеландський птах ківі, в якого крила є рудиментами.

колючки барбарису виникають із листків, білої акації — з прилистків, глоду — з пагонів, а колючки ожини є похідними кори.

Принцип «чим більша подібність гомологічних органів, тим сильніше споріднення» легко продемонструвати на прикладі метелика білана капустяного. Особини цього представника типу членистоногих мають дві пари крил. Це означає: вид споріднений з усіма крилатими членистоногими — комахами. Вкриті лусочками крила доводять, що цей метелик ближчий до лусокрилих побратимів. Білан капустяний складає крила разом, отже, незаперечне його споріднення з денними метеликами. Жилки крил роздуті, лусочки білі. Таким чином, зрозуміло, що білан капустяний — член родини білянок. А його близька спорідненість з іншими видами роду біланів випливає з того, що представники цих видів відрізняються лише деталями забарвлення — кількістю і розміщенням плям на крилах.

Переконливими доказами процесу еволюції є **рудименти** (від лат. *рудіментум* — зачаток) і **атавізми** (від лат. *атавус* — предок) — недорозвинені органи або структури тіла, які втратили своє функціональне значення. Відмінність рудиментів від атавізмів полягає в тому, що перші трапляються у всіх без винятку особин даного виду, тоді як другі — лише в окремих із них. Типовими прикладами рудиментарних органів тварин є редукція таза в китоподібних або крил у нелітаючого птаха *ківі*, що живе у Новій Зеландії (мал. 170).

Рудиментарні органи й атавізми є і в людини. Їх наявність доводить змінюваність людини як біологічного виду й вказує на її генетичні зв'язки з іншими ссавцями. Рудиментами людини є вушні м'язи та підшкірна мускулатура (*пригадайте: за допомогою підшкірної мускулатури їжак згортається у клубок, а в кішок і собак шерсть стає «сторчма», тоді як*

*у людини збереглася лише здатність утворювати «гуслячу шкіру»*). Прикладами атавізму можна назвати випадки появи в людей рудиментарного хвоста, надзвичайно сильного волосяного покриву на тілі й наявність не двох, а кількох пар сосків.

На перший погляд, наявність рудиментарних органів — це ніщо інше як підтвердження теорії Ламарка про тренування органів і спадкування набутих за життя властивостей. Справді, якщо організм перестає використовувати якусь частину свого тіла, то в ряді поколінь вона поступово втрачається. Сучасна генетика дає таке пояснення цьому цікавому еволюційному феномену. Виявляється, в генах, відповідальних за розвиток непрацюючого органа, спонтанно накопичуються рецесивні мутації, які



## Тема 1. Основи еволюційного вчення

можуть спричинити його недорозвинення. Якщо це орган, без активної роботи якого життєдіяльність неможлива, то особини з будь-якими мутаціями в цих генах матимуть низьку пристосованість і відповідно відмітатимуться природним добором. У результаті цього мутації генів, відповідальних за розвиток життєво важливих органів, у популяціях не накопичуються.

**Дані ембріології** також є прямими доказами реальності еволюційного процесу. Насамперед його доводить **закон зародкової подібності**, сформульований видатним натуралістом **Карло Максимовичем (Ернестом) Бером** (1792—1876) у першій половині XIX ст. таким чином: «Чим більше ранні стадії індивідуального розвитку досліджуються, тим більше подібності виявляється між різними організмами». Підставами для нього виявилися такі факти. Стало відомо,

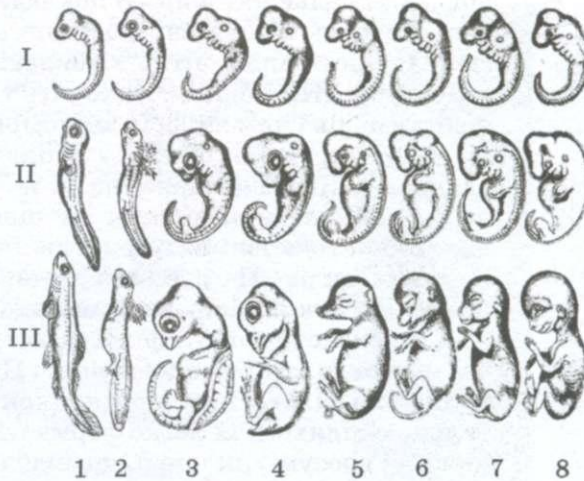
що на ранніх стадіях розвитку ембріони хребетних не відрізняються один від одного. Тільки на середині ембріогенезу в зародків з'являються ознаки, характерні для риб і амфібій, а ще пізніше — ознаки, властиві рептиліям, птахам і ссавцям. Очевидно, що в цьому випадку зародкова подібність свідчить про спільність походження та єдність початкових етапів еволюції хребетних, у тому числі й людини.

Грунтуючись на наведених фактах, у другій половині XIX ст. німецькі вчені **Фріц Мюллер** (1822—1897) і **Ернст Геккель** сформулювали **біогенетичний закон**, згідно з яким кожна особина у своєму індивідуальному розвитку повторює історію розвитку свого виду. Зазвичай цей закон формулюють дуже коротко: «**онтогенез — це швидке повторення філогенезу**».

Приміром, усі багатоклітинні тварини проходять у своєму розвитку одноклітинну стадію, що може розглядатися як свідчення походження багатоклітинних від одноклітинних, потім стадію одношарової кулі — бластули. Так побудовані найпримітивніші багатоклітинні — колоніальні організми (*пригадайте вольвокс*). Наступний етап розвитку — двошаровий мішок (гаструла). Цій стадії відповідає організація двошарових тварин — кишковопорожнинних. Повторення рис будови предкових форм можна відзначити й в інших випадках (мал. 171).

Наочною ілюстрацією правильності біогенетичного закону є життєвий цикл безхвостих амфібій. Виявляється, зовсім не обов'язково вивчати викопні рештки прадавніх риб, щоб зрозуміти — земноводні пішли від риб. Для цього досить вивчити будову личинок жаб — пуголовків. Вони, як і риби, мають хвіст, непарні плавці, зябра, двокамерне серце, одне коло кровообігу й навіть особливий орган чуття — бічну лінію.

**Молекулярно-генетичні дані.** Одним із головних правил біології є принцип єдності хімічного складу живих організмів. Причому в основу біохіміч-



**Мал. 171.** Зародки різних видів хребетних на різних (I—III) стадіях розвитку: 1 — риба; 2 — саламандра; 3 — черепаха; 4 — курка; 5 — свиня; 6 — корова; 7 — кріль; 8 — людина.

ної універсальності живого покладено дві групи речовин: білки та нуклеїнові кислоти. Проведені в останні десятиліття дослідження показали, що спорідненість видів чітко відбивається в їх подібності на рівні первинної структури ДНК і білків. Виходить така закономірність: чим більша спорідненість видів і чим вища їх анатомічна подібність, тим більше подібні в них первинна структура білків і послідовність ДНК. Виявляється, ДНК людини однакова з ДНК шимпанзе на 98 %.

Відмінності між видами на рівні первинної структури ДНК і білків викликані точковими мутаціями й чітко відповідають спорідненості порівнюваних видів. Це дає змогу однозначно визначити генетичні (родинні) взаємини між порівнюваними видами й у такий спосіб відтворити еволюцію й реконструювати філогенію груп організмів, обходячись при цьому без палеонтологічного матеріалу. Цей напрямок досліджень названо **молекулярною філогенією**. Молекулярні дані, як відомо, дістають експериментальним шляхом. Їх легко формалізувати, а результати виразити у вигляді чітких і зрозумілих цифр, що відбивають відсоток однакових послідовностей нуклеотидів або амінокислот у двох порівнюваних видів (чим більше однакових послідовностей, тим види генетично ближчі один до одного).

Важливим підсумком застосування молекулярних даних став збіг у більшості випадків родинних зв'язків, здобутих за допомогою молекулярної філогенії й методами порівняльної анатомії, ембріології та палеонтології. У кінцевому підсумку це підтверджує об'єктивність еволюційних подій.

**Методи еволюційних досліджень.** Сучасна біологічна наука володіє арсеналом методів вивчення еволюції.

**Геологічні і палеонтологічні** методи дослідження пов'язані з вивченням історії Землі, змін флор і фаун у різні геологічні епохи. Як ніякі інші, вони допомагають зробити реконструкцію історичного розвитку живого на Землі.

**Анатомічні та ембріологічні** методи донедавна залишалися головними засобами, завдяки яким вдавалося встановити механізми і фактори еволюції організмів, визначити еволюційні зв'язки між ними.

**Молекулярно-генетичні** методи є ключовими в сучасних еволюційних дослідженнях. Вважається, що розвиток еволюційної теорії визначається насиченням її генетичними ідеями і методами. Крім того, ці методи дають змогу чітко й однозначно визначити родинні зв'язки між організмами, вивчити еволюційні процеси на молекулярному рівні.


**Біогеографічні** методи засновані на вивченні закономірностей географічного розподілу тварин і рослин на Землі, які визначаються історичними факторами. Наприклад, зоологам давно відомо, що у Південній Австралії і Південній Америці живуть найдавніші і найпримітивніші види ссавців з нині живучих (*подумайте, про які види звірів йде мова*), еволюційно молоді живуть у Північній Євразії і Північній Америці, а екваторіальну зону Землі населяє середня за віком фауна ссавців.

Оскільки будь-які процеси протікають не тільки в часі, а й у просторі, то питання, якими цікавляться біогеографи (виникнення біогеографічних областей, розподіл видів поверхнею Землі, формування острівних фаун), дають дуже цінну інформацію і для еволюційних досліджень.


Важко переоцінити значення **екологічних методів** досліджень у розумінні еволюційних процесів. Адже, згідно з дарвінізмом, еволюція —

процес виникнення різних пристосувань, які виробляються у ході взаємодії організмів з навколишнім середовищем і закріплюються генетично. Крім того, біологічна еволюція є не тільки історичним розвитком організмів (утворення нових видів, родів, родин і таксонів більш високого рівня), а й еволюцією екосистем і біосфери. Вивчити ці процеси можна тільки методами екології.

**Еволюція — історичний розвиток живого на Землі є не гіпотезою, а незаперечним науковим фактом, який підтверджують безпосередні спостереження і методи різних наук.**

 **Перевірте себе**

1. Чому палеонтологічні дані є одними з найнадійніших доказів еволюції?
2. Які організми називають реліктовими?
3. Які органи називають аналогічними, а які — гомологічними?
4. У чому полягає суть біогенетичного закону?
5. Що таке молекулярна філогенія?

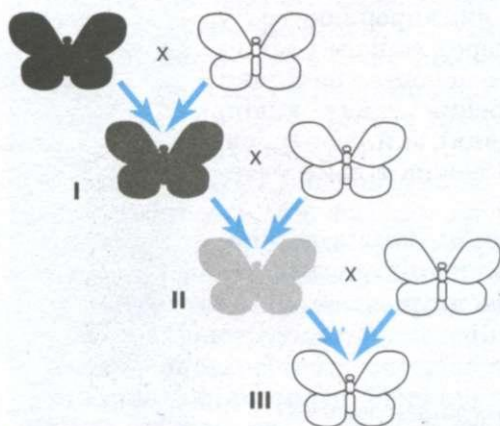
 **Як ви вважаєте?**

1. З чим пов'язано, що більшість видів прадавніх фаун і флор вимирають, а деякі все ж таки зберігаються, стаючи реліктами?
2. Назвіть рудиментарні органи рослин, тварин і людини, не зазначені у тексті підручника.
3. Як можна вивчити еволюційні явища під час літніх канікул, відпочиваючи, наприклад, на дачі?

## § 40. СИНТЕТИЧНА ТЕОРІЯ ЕВОЛЮЦІЇ ТА ЇЇ ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

**Терміни і поняття:** синтетична теорія еволюції; фактори еволюції (природний добір, генетична мінливість, дрейф генів, хвилі життя, ізоляція).

**Чому сучасну еволюційну теорію називають синтетичною.** Незважаючи на те, що більшість учених — сучасників Дарвіна — стали гарячими прихильниками його теорії, деякі дослідники критично поставилися до ідеї природного добору як головного фактора еволюції. Найсерйозніше наукове заперечення висунув британський інженер *Флемінг Дженкін* (1833—1885). Суть його заперечення така. Якщо в індивіда виникають корисні риси, які успадковуються і дають нащадкам перевагу перед іншими особинами, то у випадку вільних схрещувань ці корисні риси неминуче «розчиняться» в ряді потомків. Причому в кожному новому поколінні набуті предком позитивні властивості повинні дедалі більше згасати й, нарешті, зникнути у «болоті звичайних ознак». Наприклад, якщо чорне забарвлення крил дає метелику перевагу у боротьбі за існування над звичайними білокрилими особинами, то його нащадки у першому поколінні ста-



**Мал. 172.** Ілюстрація «жаху Дженкіна» на прикладі білокрилих і темнокрилих метеликів. За три покоління схрещувань у потомків, за генетичними уявленнями тогочасних учених, нічого не залишається від набутих предками корисних рис.

нуть вже темно-сірими, і їх перевага буде вже набагато меншою. У другому поколінні крила метеликів стануть світло-сірими і майже не відрізнятимуться від крил білих метеликів. Відповідно їх перевага стане зовсім незначною. Особини третього покоління вже не відрізнятимуться від звичайних білих особин і не матимуть додаткових шансів на виживання (мал. 172). Цей недолік своєї теорії сам Дарвін визнавав дуже серйозним, оскільки не міг знайти проти нього переконливих доводів, і називав його «жахом Дженкіна».

Очевидно, ця суперечність дарвінізму ґрунтувалася на хибній теорії зливої спадковості, яка панувала у середині XIX ст. (*пригадайте теорію пангенезису*). Відкриття генів і перехід на генну теорію спадковості дали

зможу пояснити, чому новоутворені корисні ознаки не «розчиняються» у потомстві, а в ході добору накопичуються з покоління в покоління. Саме тому сучасна теорія еволюції являє собою синтез дарвінізму, точніше його головної ідеї — природного добору, з генетикою, а тому називається **синтетичною теорією еволюції (СТЕ)**. Її ідеї постулати спираються також і на досягнення інших наук: палеонтології, систематики, екології, молекулярної біології тощо.

Ще до відкриття Менделем законів успадкування були відомі численні факти, що доводять — є низка ознак, які не «розчиняються», а передаються протягом багатьох поколінь. Наприклад, характерний горбик на носі членів королівського дому Бурбонів зберігся навіть у восьмому за рахунком поколінні, хоч за розрахунками Дженкіна ця ознака повинна була за цей період зменшитися у 128 раз. Але подібні факти так само, як і численні дані селекції, залишилися поза полем зору тогочасних учених-еволюціоністів.

СТЕ сформувалася у 40-х роках XX століття. Серед її основоположників були і наші співвітчизники *Сергій Сергійович Четвериков* (1880—1959), *Феодосій Григорович Добжанський* (1900—1975), *Іван Іванович Шмальгаузен* (1884—1963). Останній заснував Інститут зоології Національної академії наук України, що нині носить його ім'я.

**Основні положення сучасної еволюційної теорії.** Деякі питання теорії органічної еволюції дотепер залишаються предметом обговорення і наукових суперечок, проте основні положення СТЕ визнає більшість біологів. Ці положення такі.

**1. Природний добір — головний фактор і рушійна сила еволюції, причина розвитку історичного пристосування орга-**

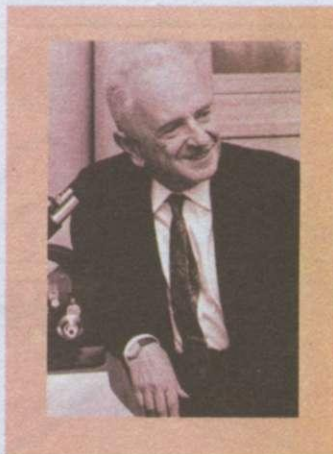
## Тема 1. Основи еволюційного вчення

нізмів до навколишнього світу. Це положення теорії Дарвіна залишилося незмінним з часу виходу «Походження видів...». Згідно із СТЕ завдяки боротьбі за життя з абіотичними факторами середовища та оточуючими організмами виробляються еволюційні пристосування до довкілля, які у кінцевому підсумку приводять до утворення нових видів.

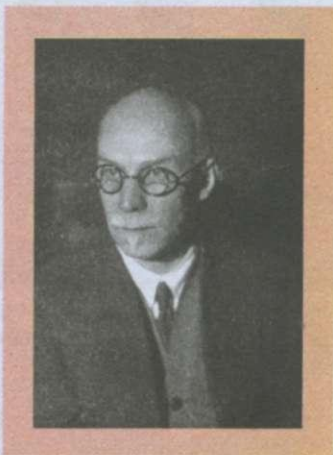
Розрізняють три форми природного добору. **Перша — спрямований добір**, коли виживають особини з певними генетично закріпленими ознаками (мал. 175, а). Наприклад, встановлено, що хом'яки і бабаки, у яких замість звичайного рудого офарблення хутро чорне, краще переносять низькі температури, а тому легше переживають морозні зими. У результаті на північній межі їх ареалу селективну перевагу мають особини-меланісти (*пригадайте, яка речовина визначає чорний колір забарвлення волосся людини і ссавців*), які тут трапляються часто, тоді як на півдні живуть тільки руді особини.

**Друга форма природного добору — стабілізуючий добір**, або виживання особин з проміжними, близькими до середніх значень ознак (мал. 175, б). Відомо, що до різноманітних екстремальних впливів середовища найкраще пристосовані оптимальні особини, які характеризуються звичайнісінькими, найчастіше середніми, значеннями ознак. Наприклад, у люті зими підвищену виживаність демонструють *хатні горобці* із середньою довжиною крил, тоді як короткокрилі або довгокрилі гинуть. У такий спосіб оптимальні, тобто з найбільш пересічними за розмірами крил особини виявляють найвищу пристосованість і можуть залишити найбільше потомків. Стабілізуючий добір — це найпоширеніша у природі форма природного добору. Згідно із СТЕ саме він відіграє головну роль в еволюції, забезпечуючи розвиток регуляторних систем організму (*пригадайте, які регуляторні системи є в організмі людини*), удосконалення яких і веде до біологічного прогресу. Вчення про стабілізуючий добір як найважливіший фактор еволюції розробив український учений І. І. Шмальгаузен.

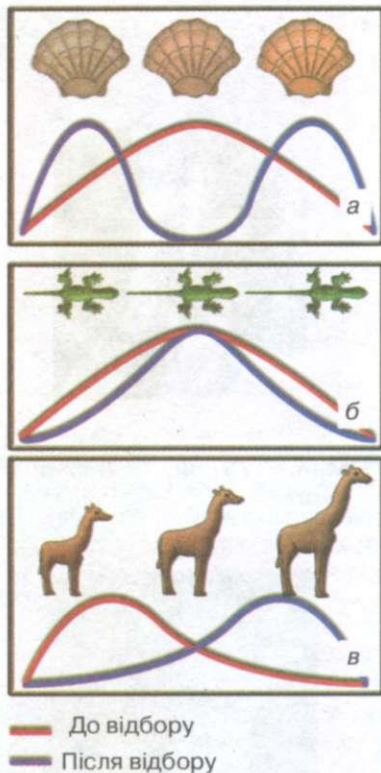
**Третя форма природного добору — дизруптивний добір**, коли селективну перевагу мають особини з крайніми формами прояву ознаки (мал. 175, в). У цьому випадку природний добір здійснюється у двох протилежних напрямках. У чистому вигляді дизруптивний добір у природі майже не трапляється. Однак часто зустрічається його особлива форма — **балансируючий добір**, за якого вектор добору змінюється у часі у той або інший бік. У результаті в різні сезони перевагу можуть мати особини — носії проти-



Мал. 173. Ф. Г. Добжанський.



Мал. 174. І. І. Шмальгаузен.



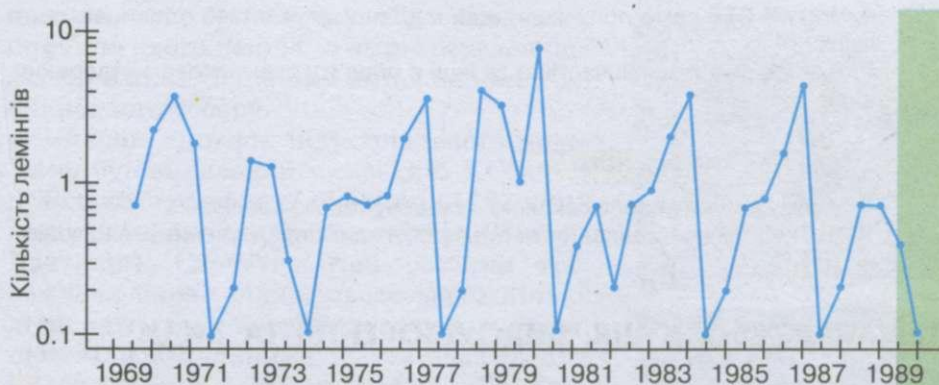
**Мал. 175.** Форми добору: а — спрямований (селективна перевага в особин з крайніми значеннями ознаки); б — стабілізуючий (селективна перевага в особин із середніми значеннями ознаки); в — дизруптивний (процес, протилежний стабілізуючому добору).

особин, вона здійснювалася б так повільно, що нині замість птахів і ссавців на Землі у найкращому разі панували б павуки та скорпіони (*пригадайте: це перші суходільні тварини*). Тому повинні існувати «каталізатори» еволюції, якими вважаються процеси, що протікають на популяційному рівні. Особливе місце посідає **дрейф генів** — випадкові зміни частот генів, що відбуваються у дуже невеликих за розмірами популяціях. Наприклад, у разі катастрофічного падіння чисельності організмів через суто випадкові обставини можуть вижити поодинокі особини — носії якихось рідкісних алелів. Згодом у сприятливих умовах вони спроможні сильно розмножитися, дати спалах чисельності й захопити нові життєві простори. Таким чином процес добору генетичних ознак багаторазово прискорюється. Ці коливання чисельності організмів в еволюційній біології називають, як ви вже знаєте, хвилями життя й поряд із дрейфом генів відносять до важливих факторів еволюції (мал. 176).

лежних ознак. Схожа ситуація складається з тими самими хом'яками-меланістами на півночі України: особини з чорним хутром краще переносять суворі зими, але вони не такі плідні, як руді. У результаті між кількостями рудих і чорних хом'яків встановлюється певний баланс: навесні більше чорних, а восени — рудих. І так триває рік у рік.

**2. Матеріалом для еволюції слугує мутаційна й рекомбінаційна мінливість.** Ще Дарвін підкреслював, що для еволюції має значення тільки невизначена мінливість; вона проявляється на рівні окремих особин, а її спрямованість і сила залежать від впливу навколишнього середовища. З погляду сучасної генетики мова йде про мутації, а також індивідуальні комбінації генетичного матеріалу (*пригадайте три механізми рекомбінації генетичного матеріалу*), які створюють особин з новими біологічними властивостями. Саме мутанти, яким випадає щасливий жереб виявитися більш пристосованими до умов, що змінилися, ніж звичайним особинам, є матеріалом для природного добору. Саме вони мають усі шанси згодом утворити новий вид. Таким чином, **генетична мінливість є ще одним украй важливим фактором еволюції.**

**3. Одиницею еволюції є не окрема особина, а популяція.** За Дарвіном, одиницею еволюції є окрема особина — індивід, який набув корисних спадково закріплених властивостей. Однак спеціальні розрахунки показали: якби еволюція проходила на рівні окремих



Мал. 176. Різкі підйоми та падіння чисельності популяції сибірського лемінга і є хвилями життя.

4. Ключовою еволюційною подією є процес утворення видів. Не випадково Дарвін назвав свою працю «походженням видів». Згідно із СТЕ видоутворення здійснюється поступово і являє собою процес пристосування до мінливих умов середовища. Звичайно він здійснюється за умови географічної ізоляції, яку розглядають як ще один обов'язковий фактор еволюції. Цей фактор сприяє виникненню географічно віддалених популяцій, генетично ізольованих одна від одної (мал. 177).



Мал. 177. Ареал блакитної сороки — класичний приклад географічної ізоляції популяцій одного виду.

5. Еволюційні механізми, що ведуть до утворення нових видів, цілком придатні до утворення таксонів більш високого рівня. Іншими словами: нові роди, родини, ряди, порядки, класи утворюються за допомогою тих самих еволюційних факторів, що й види. При цьому слід урахувати: чим вищий рівень таксономічної ієрархії, тим більш давньою є еволюційна подія.

Синтетична теорія еволюції (СТЕ) — одна з основ сучасної біології. Вона є синтезом основних положень дарвінізму й досягнень генетики. За своєю суттю СТЕ являє собою ідею органічної еволюції шляхом природного добору генетично закріплених ознак. Її істинність не викликає сумніву в більшості сучасних біологів.

**Перевірте себе**

1. Чому сучасний дарвінізм дістав назву синтетичної теорії еволюції?
2. Який з факторів вважають основною рушійною силою еволюції?
3. Яка з форм добору найчастіше трапляється у природі?