

4. Чому в СТЕ саме популяція, а не особина вважається одиницею еволюції?
5. Яка з форм ізоляції частіше за інші є обов'язковою умовою утворення видів?



Як ви вважаєте?

1. У чому полягає внесок екології в сучасну теорію еволюції?
2. Які невирішені завдання постали сьогодні перед ученими-еволюціоністами?

§ 41. МІКРОЕВОЛЮЦІЯ, ВИДОУТВОРЕННЯ ТА ВИДИ

Терміни і поняття: мікроеволюція; макроеволюція; індустріальний меланізм; видоутворення (географічне, екологічне, миттєве), підвид, вид і його критерії.

Поняття мікроеволюції та макроеволюції. Зазвичай еволюційні процеси поділяють на два рівні. На рівні популяції, яка згідно з положеннями СТЕ є одиницею еволюції, відбувається **мікроеволюція**. У результаті її спочатку виникають внутрішньовидові угруповання популяцій, а у кінцевому підсумку утворюються нові види. Еволюційні події, що протікають на рівні, вищому за видовий, і пов'язані з утворенням нових родів, родин, рядів, порядків, відділів, класів, типів тощо, називають **макроеволюцією**. Згідно із СТЕ мікроеволюція та макроеволюція не мають принципових відмінностей. Вважають, що всі еволюційні події, що спочатку відбуваються на рівні популяції, обов'язково накладають свій особливий відбиток на хід макроеволюції конкретної групи організмів. Особливістю мікроеволюційних подій є те, що вони відбуваються за короткий період часу, а це дає змогу безпосередньо спостерігати за їх ходом. Макроеволюційні процеси розтягуються на мільйони років, а тому досліджувати їх можна лише непрямым шляхом.

Що собою являє елементарний еволюційний процес. Елементарною (первісною) еволюційною подією, що протікає на мікроеволюційному рівні, є зміна генетичної структури популяції. Вона полягає у зміні співвідношення особин з різними генотипами в популяції й веде до заміщення одних алелей іншими. Факторами (причинами) такого роду змін можуть бути насамперед природний добір, різке зменшення або збільшення кількості особин у популяції й, нарешті, зміна темпу мутаційного процесу.

Одним з найбільш вдаливих прикладів мікроеволюційних подій є випадки **індустріального меланізму**. У ХІХ—ХХ ст. в індустріальних районах Європи та Північної Америки почали спостерігати цікаве явище: у багатьох видів зазвичай світло забарвлених метеликів з покоління в покоління стали темні-

шати крила. Як показали дослідження, причина цього явища — зміна середовища життя й викликана цим зміна напряму дії природного добору.

Уперше випадок індустріального меланізму був виявлений у середині XIX ст. у метелика *березовий п'ядак* (мал. 178), який мешкав на околицях Манчестера (Велика Британія). Спочатку такі особини траплялися вкрай рідко, проте через кілька десятиліть вони настільки розмножилися, що стали звичайними в усіх задимлених і забруднених районах Англії, повсюдно витісняючи білу форму. З'ясувалося, що метелики-меланісти краще маскуються у забруднених місцях, і комахоїдні птахи тут частіше годуються білими метеликами. У лісах, навпаки, їх жертвами насамперед стають темні особини. Проведений генетичний аналіз показав, що меланістичне забарвлення метеликів зумовлене домінантним алелем. Це означає, що в індустріальних районах, де вперше в результаті мутації виникли ці алелі, відбулася елементарна еволюційна подія — витіснення в популяції рецесивного алеля домінантним.

Видоутворення, або кінцевий етап мікроеволюції.

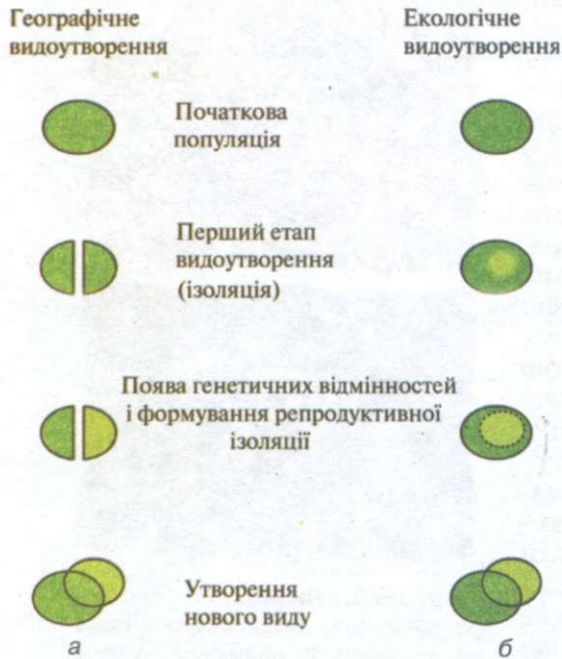
В основу процесу видоутворення покладено такі зміни генетичної структури в ізольованій популяції, за яких у багатьох локусах відбувається заміщення одного алеля на інший. Це призводить до змін фенотипу особин і характеру їх життєдіяльності. В кінцевому підсумку між групами популяцій виникає бар'єр несхрещуваності (репродуктивна ізоляція), і одна з популяцій чи груп популяцій перетворюється на новий вид. Для того щоб відбулися якісні генетичні зміни, необхідно, щоб групи популяцій вихідного виду були на тривалий період ізольовані одна від одної. Залежно від механізму ізоляції й визначають типи видотворчих процесів.

Найпоширенішим типом видоутворення є **географічне видоутворення**, в основу якого покладено просторову (географічну) ізоляцію, яка згодом спричиняє генетичні зміни у різних частинах ареалу одного і того самого виду (мал. 179, а).

Уявімо, що якийсь європейський вид мишей, що живе в умовах м'якого океанічного клімату, сильно розмножився й став розширювати свій ареал у континентальні райони Азії. Ясно, що в умовах морозної зими підвищену виживаність виявлять особини генотипів, які в умовах теплої клімату не надавали їм ніякої переваги у боротьбі за існування. Тому в суворих умовах місця проживання кількість особин з такими генотипами буде рік у рік зростати, й вони поступово витіснять мишей із звичайними для європейських популяцій генотипами.



Мал. 178. Виникнення темного забарвлення березового п'ядака — один з найбільш відомих доказів мікроеволюційних подій. Метелики-меланісти краще маскуються на темній корі, тоді як у лісах на світлій корі берез, навпаки, жертвами насамперед стають темні особини.



Мал. 179. Схеми видоутворення: а — географічного; б — екологічного.

служити річки, гірські масиви, для лісових видів — відкриті ділянки степів, а для степових, навпаки, — ділянки лісу.

Через десятки й сотні тисяч років може розпочатися процес зворотної міграції, й ареали європейського та азіатського підвидів мишей частково з'єднаються. При цьому через те, що особини різних підвидів уже нагромадили велику кількість генетичних відмінностей, вони будуть добре відрізнятися зовні, займати різні екологічні ніші, й між ними утвориться бар'єр несхрещуваності. В такий спосіб у результаті пристосування до більш суворих умов існування під дією факторів еволюції (*перелічить фактори еволюції*) утвориться новий вид.

Існують й інші, як вважається, більш другорядні способи видоутворення, коли ізолюючим началом є не географічні, а інші фактори. Одним із таких способів є **екологічне видоутворення**, за якого ареал виду не поділяється на частини (мал. 179, б). Ізоляцію популяцій, що живуть на одній території, визначають відмінності умов існування. Екологічне видоутворення, насамперед, властиве організмам, життя яких особливо тісно пов'язане з факторами середовища. Це стосується, наприклад, паразитів, середовищем життя яких є інші організми. Навіть випадковий перехід від одного остаточного хазяїна до іншого може бути причиною зміни проміжного хазяїна (наприклад, у сисунів замість прісноводних червоногих моллюсків проміжними хазяями можуть бути наземні організми), що приведе до зміни життєвого циклу паразита й виникненню бар'єра несхрещуваності між його вихідною і новою формами.

Спочатку генетичні відмінності між азіатськими і європейськими популяціями будуть незначними й полягатимуть лише у тому, що в одних популяціях переважатимуть одні алелі, а в других — інші, причому особини цих географічних популяцій за зовнішніми ознаками майже не відрізнятимуться. Такі географічні групи популяцій слід розглядати як **підвиди**. Після тисяч поколінь у підвидів можуть накопичитися більш істотні генетичні відмінності. Це пов'язано з тим, що в результаті мутаційного процесу виникнуть нові алелі, які замінять старі, що приведе до значних змін фенотипу особин і характеру їх життєдіяльності. Причому зміни виникнуть тим швидше, чим більш ізольованими будуть підвиди і чим менше вони обмінюватимуться особинами й, відповідно, генами. Ці обмеження на обмін накладає саме географічна ізоляція. При цьому перешкодами для міграцій можуть

У квіткових мух є *екологічні раси*, личинки яких можуть розвиватися на рослинах певних видів: особини однієї групи популяцій розвиваються на представниках родини хрестоцвітих, другої — бобових, третьої — пасльонових. Рано чи пізно у популяціях кожної з рас у результаті мутаційного процесу сформуються необоротні генетичні зміни, які будуть підтримані природним добром і необхідністю пристосуватися до умов життя на рослинах конкретного виду. В результаті виникне низка видів.

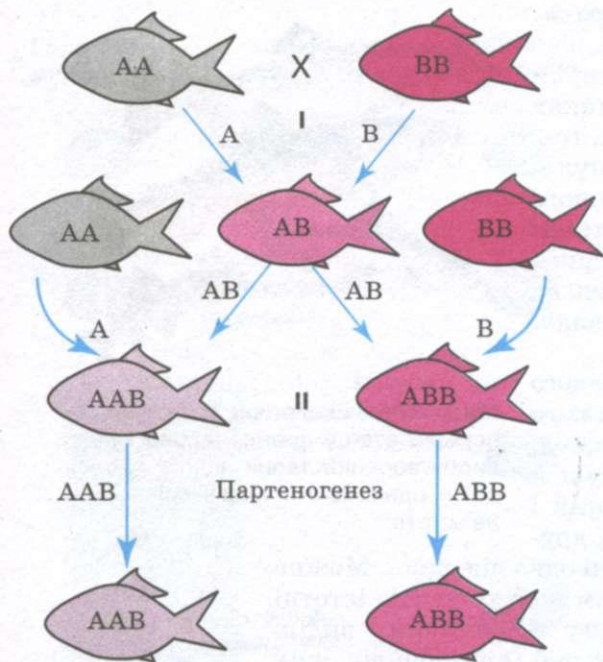
Утворення нового виду в межах вихідного ареалу може відбуватися не тільки шляхом пристосування до особливих умов середовища. У багатьох видів рослин є ранньоквітучі й пізньоквітучі раси (наприклад, весняний і літній дуби: одна форма цвіте у травні, друга — у липні), репродуктивно ізольовані одна від одної. Можна бути впевненим, що ці форми згодом нагромадять істотні генетичні відмінності й набудуть рангу повноцінних видів. Сезонні раси трапляються у прохідних риб (*пригадайте, так називають екологічні групи риб, що нерестяться у прісній воді, а решту життя проводять у морській або навпаки*). Наприклад, у деяких видів осетрових одні популяції нерестяться восени, а інші — навесні (їх так і називають: ярі й озимі стада). Екологічні раси риб можуть бути репродуктивно ізольованими не тільки часом, а й місцем нересту. Форель, яка живе в озерах, зазвичай чітко диференціюється на дві екологічні форми: великі за розмірами прохідні раси нерестяться у річках, а дрібні — безпосередньо в озері (мал. 180). Очевидно, що репродуктивна ізоляція у часі або просторі, що виникає між екологічно роз'єднаними популяціями організмів протягом тривалого часу, також може привести до нагромадження генетичних відмінностей і видоутворення.

Особливим випадком є **миттєве видоутворення** (мал. 181). Якщо за географічного або екологічного видоутворення для накопичення істотних генетичних відмінностей між підвидами або екологічними формами необхідні десятки тисяч поколінь (а «пристойні» види взагалі мають вік не менше одного мільйона років), то у ході миттєвого видоутворення нова репродуктивна ізоляція досягається за два-три покоління.

Яким же чином це відбувається? Останнім часом стало відомо, що у природі між близькими видами час від часу відбувається гібридизація. Зазвичай частота гібридних особин становить десяті частки відсотка. Частіше гібридизація відбувається між видами рослин, рідше — безхребетних організмів, ще рідше — хребетних тварин. Міжвидові гібриди першого покоління є, як правило, самками, у яких через



Мал. 180. Екологічні раси риб — перший етап у процесі екологічного видоутворення: вони відрізняються зовні, однак генетичних відмінностей не мають.



Мал. 181. Схема миттєвого видоутворення: I етап — гібридизація двох видів з утворенням гібридів, які розмножуються диплоїдними гаметами; II етап — зворотна гібридизація з одним із батьківських видів. При цьому утворюються триплоїдні гібриди, які розмножуються виключно партеногенезом. Це призводить до утворення клонів генетично однакових потомків, репродуктивно ізольованих від батьківських видів.

відмінності у будові хромосом батьківських видів порушений мейоз. Тому вони продукують диплоїдні яйцеклітини, які запліднюються самцями одного з батьківських видів. У результаті вже у другому поколінні з'являються триплоїдні гібридні самки з двома геномами одного батьківського виду й одним геномом другого. Триплоїдні самки розмножуються тільки партеногенезом і не мають потреби в самцях, а тому репродуктивно самодостатні й ізольовані від амфіміктичних (пригадайте: так називають спосіб статевого розмноження, коли яйцеклітину однієї особини запліднює сперматозоїд іншої) батьківських видів. Досить одній партеногенетичній особині потрапити у придатний для життя біотоп, де відсутні батьківські види, щоб створити тут численну популяцію. Ця популяція при вдалому збігу обставин може дати початок низці нових популяцій, які розповсюджуються так широко, що їх уже можна буде вважати окремими видами.

Відомо, що партеногенетичні поліплоїдні види, у популяціях яких наявні лише самки, частіше живуть в умовах, екстремальних для самців (високогір'я, посушливі степи, Заполяр'я).

У рослин особини видів гібридного походження часто бувають стерильними, тобто нездатними давати потомство статевим шляхом. Проте вони успішно розмножуються вегетативно.

Видоутворення шляхом гібридизації дістало назву гібридогенного. Воно може здійснюватися різними шляхами і є єдиним доведеним у лабораторії способом утворення нового виду. Уперше можливість такого видоутворення довів академік В. А. Рибін, який здійснив генетичний синтез сливи, що виявилася тетраплоїдним гібридом аличі і терну.

Поняття виду. Здавалося б, немає нічого простішого, ніж дати визначення усталеному поняттю, яке є одним із базових у сучасній біології. Але, як свідчить досвід будь-якої науки, чим більше заглиблюєшся у сутність явища, тим важче дати однозначне визначення. Не становить винятку й таке поняття, як *вид*.

Уперше поняття виду як структурної одиниці органічного світу дав англійський натураліст *Джон Рей* (1628—1705). Пізніше це поняття як основу класифікації організмів використав Карл Лінней. Відтоді вид став основною одиницею систематики. У сучасній біології вид трактують не як застиглу статичну одиницю різноманітності живого, а як динамічну систему — основний етап еволюційного процесу.

Ще у 20-х рр., на самому початку становлення СТЕ, генетики сформулювали уявлення про вид як генетичну систему, в якій можна виділити два головних положення.

Перше: *особини одного виду формують спільний генофонд, у якому містяться унікальні алельні гени, що відрізняють цей вид від інших.* Це положення на практиці означає, що особини одного виду характеризуються алельними генами, властивими лише особинам певного виду. Специфічні алельні варіанти виникають у популяціях в результаті точкових мутацій і фіксуються природним добром у процесі тривалої мікроеволюції за умови ізоляції від інших популяцій вихідного виду.

Тому в сучасній систематиці критерієм того, чи є певна форма рослин або тварин окремим, новим для науки видом, чи просто якоюсь модифікацією, викликаною незвичними умовами життя, є виявлення в аналізованих організмів алелів, яких не мають особини інших видів. Такі дослідження можуть бути виконані в сучасних лабораторіях з використанням методів біохімічної або молекулярної генетики. Ці методи дають змогу виявити в особин білки з унікальними амінокислотними послідовностями або ділянки ДНК з особливим порядком розташування нуклеотидів:

Друге: *види захищені від проникнення генів чужорідного виду.* Це досягається за рахунок повної або часткової репродуктивної ізоляції — бар'єра несхрещувань, який виникає у процесі видоутворення або між двома різними підвидами, або екологічними расами, або формами, що набули істотних генетичних відмінностей.

Факторами, які забезпечують бар'єр несхрещувань і репродуктивну ізоляцію, можуть бути: величезні відстані або географічні перешкоди, що розділяють близькі види; особливості шлюбної поведінки або специфічні звуки (квакання жаб, спів птахів, стрекотіння коників, трелі цикад), якими самці приваблюють самок; строки й місця розмноження (дуже часто в риб); пахучі мітки (у комахоїдних, гризунів, хижаків) або особливі речовини — *феромони* (від грец. *феро* — нести й *омоун* — викликати), які притягують особин протилежної статі (майже всі літаючі комахи). У ряді випадків, коли не спрацьовують поведінкові бар'єри, у тварин із внутрішнім заплідненням репродуктивну ізоляцію забезпечує несумісність копулятивних органів самок і самців різних видів. У випадку зовнішнього запліднення сперматозоїд навіть одного дуже близького виду часто виявляється не здатним проникнути крізь клітинну мембрану яйцеклітини іншого, а у квіткових рослин чужорідний пилок не може утворювати пилову трубку.

Якщо репродуктивна ізоляція не повна, то відбувається міжвидова гібридизація. Встановлено, що гібриди у кожному поколінні становлять лише невелику частку відсотка статевозрілих особин. Крім того, гібридизація відбувається зазвичай на просторово обмежених ділянках — у гібридних зонах, а тому не може спричиняти значних змін генофонду виду в усьому його ареалі. Тому навіть у випадку неповної репродуктивної ізоляції вид у цілому залишається досить захищеним від проникнення чужорідних генів.



Мал. 182. Полівки звичайна (а) і східноєвропейська (б) — типові види-двійники української фауни.

Якщо в амфіміктичних організмів межа між видами пролягає по репродуктивно ізольованих популяціях, то в апоміктичних організмів, що розмножуються нестатево або партеногенезом, вона проходить на рівні окремих організмів — для розмноження нестатевим шляхом або партеногенезом партнер не потрібний. Тому досить однієї мутації, щоб від однієї особини — бактерії або евлени — виник клон генетично відмінних особин, які формально заслуговують рангу виду. Якщо врахувати, що розмноження в одноклітинних організмів відбувається дуже швидко, то можна уявити темпи цього видоутворення. Разом із тим кількість видів бактерій становить 20 тис. і найпростіших — 60 тис., що набагато менше, ніж багатоклітинних рослин (500 тис.) і тварин (1,5 млн). Більшість систематиків цю суперечність вважають певним науковим артефактом. Адже насправді, якщо використовувати критерії виду, що застосовуються для багатоклітинних істот, то кількість видів одноклітинних стане настільки значною, що навіть їх облік стане непосильним завданням.

Таким чином, генетична єдність особин і популяцій, а також їх ізоляція від інших є головним критерієм виду. Однак на практиці часто користуються й іншими критеріями, серед яких особливе місце посідає **морфологічний** (пригадайте:

морфологія — наука про будову організмів). Згідно з цим критерієм особини одного виду мають ряд спільних ознак у будові тіла, що чітко відрізняють їх від особин інших видів. При цьому набір ознак добирається дослідним шляхом, залежить від досвіду й навіть смаків дослідника. У систематиці тварин ознаками, за якими визначають видову приналежність, найчастіше бувають забарвлення тіла або окремих його частин, розміри, пропорції й форма кінцівок, особливості будови черепа й зубів, наявність додаткових структур тощо. У квіткових рослин це, насамперед, будова квітки, її форма й забарвлення.

Морфологічні критерії виду обмежені. Не випадково, що майже у кожній групі організмів існують **види-двійники**, настільки схожі зовні, що відрізнити особин різних видів можна тільки за допомогою аналізу каріотипу або генних ознак. Види-двійники часто трапляються у царстві тварин серед комах (плодові мушки дрозофіли, малярійні комарі), риб (карасі), земноводних (кваскші, жаби) і ссавців (миші, полівки) (мал. 182); багато їх у царствах рослин і грибів.

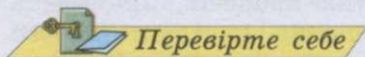
Географічний критерій виду передбачає, що кожний вид має свій ареал, який відображає його екологічні переваги, місце походження й історію розселення. Тому види із спільними центрами походження мають приблизно однаковий тип ареалу (середземноморський, європейський, центральноазіатський).

Згідно з екологічним критерієм кожний вид посідає своє особливе місце у природі або, як говорять екологи, займає свою екологічну нішу в екосистемі. Якщо це, скажімо, вид тварин, то йому відповідають свій неповторний

Тема 1. Основи еволюційного вчення

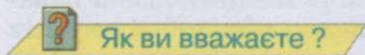
спектр живлення, специфічна реакція на фізичні фактори середовища, своя сезонна і добова активність тощо.

Мікроеволюційні події відбуваються на рівні популяцій, завершальним етапом їх є утворення нового виду — генетично замкненої системи, що являє собою сукупність популяцій із загальним генофондом, захищених репродуктивною ізоляцією від потоків чужорідних генів. Кожний вид характеризується своїми генетичними й морфологічними особливостями, має свій ареал і займає свою екологічну нішу.



Перевірте себе

1. Що таке мікроеволюція? Макроеволюція?
2. Чому явище індустріального меланізму вважають прямим доказом мікроеволюційного процесу?
3. Чим відрізняється географічне видоутворення від екологічного?
4. У чому полягає механізм миттєвого видоутворення?
5. Чому вид називають генетично замкненою системою?



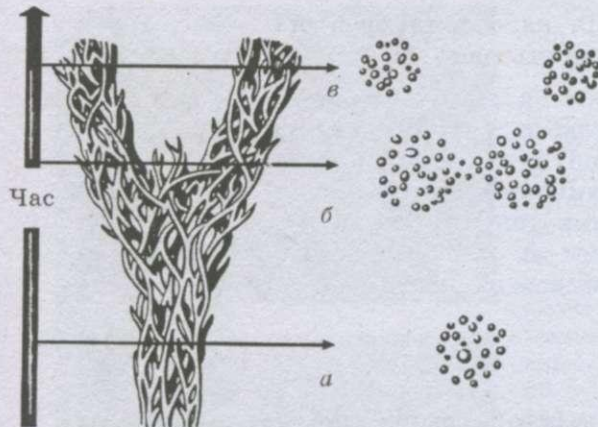
Як ви вважаєте?

1. Чому видоутворення таке активне на островах?
2. Чому географічне видоутворення є найбільш універсальною формою видоутворення?

§ 42. МАКРОЕВОЛЮЦІЯ ТА ЇЇ ЗАКОНОМІРНОСТІ

Терміни і поняття: філогенетика; дивергенція; монофілія; паралелізми; конвергенція; біологічний прогрес; ароморфоз; ідіоадаптація; дегенерація; біологічний регрес; правила еволюції.

Ієрархічна система організмів і макроеволюція. Згідно із СТЕ мікро- і макроеволюція є різними сторонами одного процесу. Хоч еволюцією таксонів високого рівня (родів, родин, рядів, класів) займається окрема наука — **філогенетика**, причиною їх виникнення є ті самі події, що й під час утворення видів. Тільки ці події відбувалися набагато раніше — у дуже давні часи. Чим вищий рівень таксономічної ієрархії, тим більший період часу відокремлює прадавні творчі процеси від сучасності. Це означає, що ієрархія таксонів відбиває не тільки ступінь споріднення видів, а й час **дивергенції** (від лат. *диверgere* — виявити розходження) — поділу єдиного предкового виду на два й більше, з яких згодом утворилися інші види, що потім сформували таксони високого рівня ієрархії (мал. 183). Таким чином, чим менше споріднені види, тим більший проміжок часу відділяє їх від спільного предка, тим більше вони за час свого незалежного один від одного існування накопичили генетичних відмінностей, тим сильніше вони у кінцевому підсумку відрізняються своєю будовою, індивідуальним розвитком і способом життя.



Мал. 183. Схема дивергенції. Кожна гілочка — окрема популяція: а — єдиний вид; б — дивергенція; в — утворення нових видів



Мал. 184. Еволюція плацентарних ссавців є типовим випадком монофілії: всі вони походять від одного спільного предка — примітивного ссавця, який нагадує тропічних комахоїдних.

Ієрархічність таксономічної системи та генетичну спорідненість біологічних видів можна порівняти з кровними зв'язками людей: види одного роду — це рідні брати і сестри, однієї родини — двоюрідні, ряду — троюрідні тощо. Таким чином, чим менше споріднення, тим менше спільних генів мають види і тим менше їх представники схожі один на одного.

Проілюструвати послідовність видотворчих процесів, що ведуть до виникнення таксонів різного рівня ієрархії, можна на прикладі ссавців, історія яких добре відома. Перші види найдавніших ссавців, які вже перестали бути рептиліями, але ще не стали справжніми звірами, з'явилися на Землі близько 300 млн років тому і дали початок підкласам. 50—100 млн років тому з'явилися представники усіх сучасних рядів. Сучасні родини — це теж результат еволюції видів, але тільки тих, що виникли лише 10—20 млн років тому. Роди започатковані видами 5—7 млн років тому. Сучасні види ссавців утворилися тільки 1—2 млн років тому.

Подану філогенетичну схему еволюції ссавців відносять до **монофілетичних** (від грец. *монос* і *філон* — родинний клан) конструкцій, в яких група родинних видів сформувалася шляхом дивергенції з одного спільного предка (мал. 184). У конкретному випадку

із ссавцями це означає, що всі сучасні й вимерлі види беруть початок від одного стародавнього предкового виду.

Форми філогенезу. Магістральною формою філогенезу є **дивергентна еволюція**, в основу якої покладено видоутворення, за якого з одного виду утворюється кілька. Основними факторами такого видоутворення є: природний добір, ізоляція, мутаційна мінливість, різкі перепади чисельності популяцій, спонтанні зміни частот генів. Дії цих факторів неминуче ведуть до того, що різні групи популяцій дедалі більше відрізняються від вихідного виду (дивергують). На певному етапі накопичені відмінності стають настільки істотними, що спричиняють розпад вихідного виду на два й більше нових, які згодом дають початок новим видам і так далі.

У такий спосіб усі види одного роду, роди у межах родини, родини у межах ряду утворюються шляхом дивергенції від одного спільного виду.

Найчастіше у процесі дивергентної еволюції ознаки видів з кожною новою видотворчою подією дедалі більше відрізняються. Проте бувають і винятки, коли родинні види незалежно один від одного здобувають дуже схожі й досить специфічні риси будови. Прикладом такого роду **паралелізмів** є розвиток шаблезубості у викопних котячих. Ця властивість розвивалася у різні періоди й у різних групах цієї родини (мал. 185).

Якщо віддалені неспоріднені групи організмів приймають певну форму тіла або в них утворюються аналогічні органи чи структури, то цей стан називають **конвергенцією** (від лат. *конверго* — зближую). Як приклад такого роду подій зазвичай наводять аналогічні органи (спинний плавець іхтіозавра, акули і дельфіна (мал. 186) або крила метелика і кажана), хоч конвергенція є ширшим поняттям, під яке підпадає схожа форма тіла іхтіозаврів, акул і дельфінів або, скажімо, екологічні типи «кріт», «вовк», «ведмідь» «кенгуру», що виникають незалежно у плацентарних ссавців і в сумчастих (*пригадайте: в Австралії живуть сумчастий кріт, сумчастий вовк і сумчастий ведмідь коала*). Явище конвергенції широко розповсюджене у рослин. Це деревоподібні хвощі, папороті й справжні дерева насінних рослин або особливі посухостійкі форми *молочаїв*, що зовні дуже нагадують кактуси (мал. 187).

Значення дивергенції як особливої форми еволюції полягає у тому, що її результатом є збільшення кількості видів. У такий спосіб досягається зростання чисельності різноманітних життєвих форм. Але виявляється, не будь-яке видоутворення приводить до збільшення кількості видів. Є такий шлях філогенезу — **філетична еволюція**, коли види утворюються без дивергенції. Просто на певному етапі в усіх популяціях виду одночасно відбуваються настільки істотні генетичні та інші зміни, що старий вид перетворюється на новий. Такий шлях еволюції ілюструють ряди викопних форм (див. мал. 164).

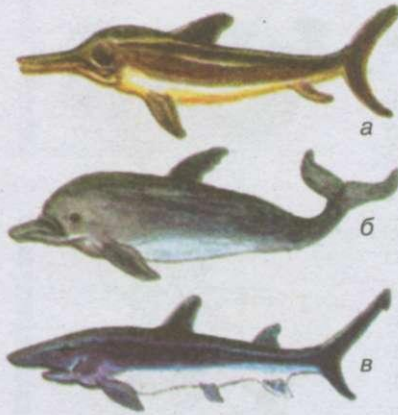
Напрями еволюції. Згідно з положеннями СТЕ трьома найважливішими результатами еволюції є:

- пристосованість (адаптація) організмів до умов існування, яка досягається шляхом природного добору;
- біологічна різноманітність як наслідок процесу дивергенції;
- біологічний прогрес — ускладнення та підвищення організації живих систем.

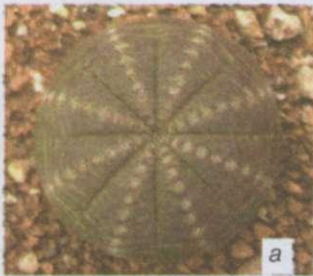
Інформація до роздумів. Найбільш високоорганізовані класи тваринного світу — птахи та ссавці, представники яких досягли вершин біологічного прогресу, не є ані найчислен-



Мал. 185. Випадок паралелізму — виникнення шаблезубості в різних групах викопних кішок.



Мал. 186. Конвергенція за формою тіла у водних хребетних тварин: а — іхтіозавр; б — дельфін; в — акула.



Мал. 187. Конвергенція у різних групах рослин, викликана незалежним пристосуванням до життя в умовах дефіциту води: а — молочай; б — кактус.

нішими, ані найпристосованішими видами. Відомо близько 5,4 тис. видів ссавців і 9,8 тис. видів птахів, тоді як видів кісткових риб налічується понад 29 тисяч. Чимало класів безхребетних ще більш численні (червоногі молюски налічують 60—80 тис., ракоподібні — 50 тис., павукоподібні — 100 тис., комахи — близько 1 млн видів). Багато видів ссавців і птахів, незважаючи на високий рівень організації, не витримавши пресу людини, стрімко зникають, що доводить, наскільки вони вразливі, тоді як існуванню примітивних форм організації життя ніщо не загрожує.

Біологічний прогрес вважають магістральним напрямом біологічної еволюції. Кожна з великих груп організмів, які населяють Землю, свого часу зазнала його впливу. Нині на стадії біологічного прогресу перебувають покритонасінні рослини, комахи, птахи та ссавці. Критеріями цього стану є такі показники: збільшення чисельності; розширення ареалу; інтенсивне видоутворення. Прогресивний стан дає змогу проникнути у раніше недоступні місця, захопити нові адаптивні зони (наприклад, водяним рослинам або тваринам вийти на суходіл), де можна створити велику кількість нових видів.

Щоб організмам досягти стану прогресу, в їх будові мають відбутися принципові зміни — **ароморфози**, які ведуть до підвищення загального рівня організації й появи принципово нових пристосувань. Найбільші ароморфози пов'язані з утворенням надцарств, царств або підцарств живих організмів. Наприклад, поява особливих білків гістонів, хромосом і ядерної оболонки привели до утворення надцарства еукаріотів, можливості мітозу, мейозу та статевого розмноження; поява зародкових листків у тварин стала причиною тканинної диференціації й виникнення внутрішніх органів. У результаті з'явилося підцарство багатоклітинних тварин. Менш значущі ароморфози пов'язані з утворенням нових типів і класів тварин (виникнення осевого кістяка — хорди, поява членистих кінцівок у ракоподібних і п'ятипалої кінцівки в наземних хребетних) або відділів рослин (виникнення пилкової трубки й насіння в насінних рослин). Як ще більш окремі випадки ароморфозів можна навести повний поділ кіл кровообігу у птахів і ссавців, виникнення квітки й плоду у покритонасінних.

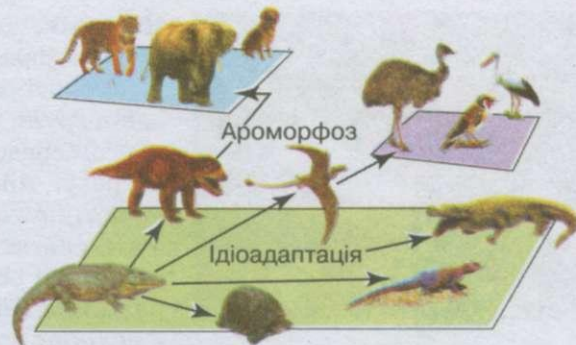
Необхідною умовою досягнення біологічного прогресу є видотворчі процеси у межах однієї адаптивної зони, в ході яких у нових видів з'являються ознаки, що не підвищують загального рівня організації і не дають їм змоги перейти у нову адаптивну зону. Ця

Тема 1. Основи еволюційного вчення

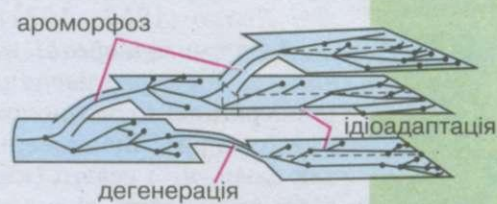
особлива форма історичного розвитку груп організмів пов'язана з ідіоадаптаціями (від грец. *ідіос* — своєрідний і лат. *адаптаціо* — пристосування) — змінами будови організму, що забезпечують лише пристосованість до конкретних умов, у яких живе вид (мал. 188). При цьому не відбувається значного ускладнення або спрощення рівня організації організмів. До таких випадків ідіоадаптацій відносять крила кажанів, плавці китоподібних, рухливі пальці приматів або характерні ознаки родин у рослин (*подумайте, які структури характерні для злакових, бобових, хрестоцвітних*).

Між ароморфозами та ідіоадаптаціями не завжди можна провести чітку межу. До ознак, що викликають неоднозначну оцінку вчених, відносять луску риб, пір'я птахів або шерстний покрив у ссавців. Одні вчені їх появу розглядають як частковий ароморфоз, а інші — як великі ідіоадаптації.

Ще одним напрямом розвитку живих організмів, що веде їх до біологічного прогресу, є, як це не здається дивним, загальне спрощення будови тіла (мал. 189), або дегенерація (від лат. *дедженеро* — вироджуюсь). У цьому випадку прогресивні ознаки заміщуються примітивними або взагалі втрачаються. Так, тварини сидячих форм, які на личинкових стадіях ведуть рухливий спосіб життя, наприклад *личинки губок*, у дорослому стані втрачають органи локомоції; у деяких видів хвостатих амфібій довічно зберігаються зябра й зяброве дихання, а легені не розвиваються; у ціп'яків, на відміну від інших червів, відсутня травна й недорозвинена нервова системи. Особливою формою спрощення організації деякі вчені вважають феномен втрати дорослого стану, який трапляється у світі тварин і рослин, так званої *неотенії* (від грец. *нео* — новий і *теіно* — розтягую). Так, у личинок розвиваються статеві органи і вони починають розмножуватися. Аксолотлі (мал. 190) — неотенічні личинки американських саламандр *амбістом* — за несприятливих умов не завершують метаморфоз, зате здобувають розвинену статеву систему. Неотенічне розмноження спостерігається й у безхребетних: у мушок-галиць роду *міастор*, у яких личинки розмножуються у тілі матері, і в сисунів, чиї личинки шляхом партеногенезу розмножуються в тілі проміжних хазяїв.



Мал. 188. Еволюційні перетворення у вищих хребетних тварин: ароморфози (виникнення птахів і ссавців) та ідіоадаптації (утворення різних груп рептилій, птахів і ссавців).



Мал. 189. Співвідношення між напрямками розвитку живих організмів: ароморфозом, ідіоадаптацією і дегенерацією.



Мал. 190. Статевозріла особина аксолотля, яка зберегла личинкову ознаку — зовнішні зябра.

Неотенія, хоч і трапляється у природі нечасто, відіграє важливу роль в еволюції.

Біологічний регрес. Якщо швидкість еволюції даної групи організмів відстає від змін навколишнього середовища, то настає стадія **біологічного регресу**, критерії якого протилежні критеріям біологічного прогресу (*пригадайте ці критерії*). У результаті група організмів, що у своєму історичному розвитку відстає, вимирає або стає реліктом (*пригадайте, які тварини чи рослини є реліктами*), зберігається у специфічних, часто ізольованих місцях проживання.

Правила макроеволюції. Виявляється макроеволюція має свої правила.

Правило необоротності еволюції, сформульоване наприкінці XIX ст. бельгійським палеонтологом Луї Долло (1857—1931), проголошує: *«еволюція є процесом необоротним, й організм не може повернутися до попереднього стану, вже реалізованого в ряді його предків»*. Наочною ілюстрацією цього положення є таке. Рептилії (іхтіозаври та плезіозаври), що повернулися у простори Світового океану, так само, як і ссавці (китоподібні), не стали рибами, у них не з'явилися зябра, луска або такий специфічний орган чуття, як бічна лінія (*спробуйте й ви знайти приклад необоротності еволюції*).

Правило прогресивної спеціалізації, сформульоване у 1876 р. французьким палеонтологом Шарлем Денере (1854—1929), говорить: *«група організмів, яка стала у процесі еволюції на шлях спеціалізації, невідворотно має йти до дедалі глибшої й вужчої спеціалізації»*. Доказом і водночас ілюстрацією цього правила є еволюція кінцівок коней, які з п'ятипалих на початку перетворюються у чотирипалі, потім трипалі і лише згодом — в однопалі.

Правило походження від неспеціалізованих предків сформульоване американським палеонтологом Едвардом Копом (1840—1897). Звучить воно таким чином: *«Зазвичай нові великі групи беруть початок не від вищих, а від порівняно неспеціалізованих представників предкових груп»*. Ссавці — найбільш прогресивний клас тварин — виникли не від високоспеціалізованих рептилій — динозаврів, а від неспеціалізованих стародавніх плазунів, характерною особливістю яких були тільки зуби, що нагадують зуби звірів. Більшість рядів сучасних ссавців виникла від представників ряду комахоїдних — найбільш неспеціалізованого з рядів. Можна знайти приклади й у ботаніці. Наприклад, квіткові рослини походять не від спеціалізованих голонасінних, а від особливої вимерлої групи, еволюційно близької до прадавніх папоротеподібних.

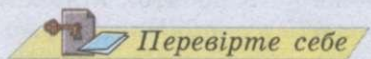
Походження нових груп тварин чи рослин від неспеціалізованих предків допомагає їм у подальшій спеціалізації, що полягає у виникненні пристосованих принципово нового характеру.

Правило посилення інтеграції біологічних систем: «біологічні системи у процесі еволюції стають дедалі більше інтегрованими з дедалі більш розвиненими регуляторними механізмами, що забезпечують дедалі міцнішу інтеграцію» сформульоване українським зоологом І. І. Шмальгаузенем. Справді, ссавці, які є вершиною еволюції тварин, мають найвищий ступінь розвитку регуляторних (нервової, гуморальної та імунної) систем і, отже, вищий порівняно з рибами, амфібіями або рептиліями ступінь інтеграції організму.

Різноманітність живих організмів класифікована у вигляді ієрархічної системи таксонів, яка відбиває родинні відносини видів, що виникають у ході дивергентної еволюції.

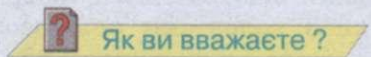
Основним напрямом еволюційних змін є біологічний прогрес, який досягається підвищенням рівня організації й у кінцевому підсумку переходом організмів у нову адаптивну зону.

Макроеволюційні зміни підпорядковуються правилам еволюції, сформульованим ще у початковий період розвитку сучасної еволюційної теорії.



Перевірте себе

1. Що відбиває ієрархія таксонів?
2. Який філогенез називають монофілетичним?
3. Які зміни у будові організму ведуть до біологічного прогресу?
4. Які критерії біологічного регресу?
5. У чому полягає сутність правила еволюції, сформульованого Л. Долло?



Як ви вважаєте?

1. Стандартна ієрархія таксонів у ряді ссавців виглядає таким чином: 4—8 родин, 10—20 родів, 100—200 видів, але мають місце й інші ситуації: одна родина, два роди, два види. Про що це може свідчити?
2. Вважають, що генетичні дані є одним з реальних доказів правила необоротності еволюції. Чому?



§ 43. ЕВОЛЮЦІЯ У НАШ ЧАС. ДИСКУСІЙНІ ПИТАННЯ СУЧАСНОЇ ЕВОЛЮЦІЙНОЇ ТЕОРІЇ

Терміни і поняття: антидарвінізм.

Прокаріоти як ілюстрація еволюції, що триває у наш час. Головною методичною проблемою еволюційних досліджень є непрямий характер одержуваних результатів і доказів висловлюваних гіпотез. Справді, проаналізувати елементарне еволюційне явище, відстежити зміни частот алельних генів ряду локусів у популяціях — не проблема. Щоб здобути переконливі результати, досить кількох років, у крайньому разі — десятиліття. Це довели, наприклад, дослідження популяцій плодової мушки дрозофіли. Але здобуті достовірні



Мал. 191. Бактерії розмножуються швидше за будь-які інші організми, а тому є ідеальним об'єктом доказу існування еволюції в наш час.

з такою величезною швидкістю, що еволюційні перетворення в них протікають буквально «на очах». Такими організмами є бактерії (мал. 191). За добу в оптимальних умовах одна бактерія може дати початок кільком десяткам поколінь (як ви пам'ятаєте, поділ бактерій у сприятливих умовах відбувається кожні 20 хвилин). За тиждень в ідеальних для життя умовах зміняться сотні, а за місяць — тисячі поколінь бактерій. Вважають, що стільки поколінь необхідно видам багатоклітинних істот для виникнення хоча б первинних необоротних мікроеволюційних змін. Але якщо це так, то спеціально спланованими експериментами з прокаріотичними організмами можна довести, що еволюція відбувається і тепер.

Один з таких експериментів був проведений з колоніями кишкової палички (пригадайте: ця бактерія є сапрофітом, живе у кишечнику людини). Спочатку в окремих колбах заснували 12 колоній, що розвивалися на спеціальному середовищі, в яке ввели поживну речовину — глюкозу, а також додали сполуки лимонної кислоти, яку в аеробних умовах кишкова паличка не засвоює. Експеримент тривав 20 років. За цей час змінилося 44 тис. поколінь. До 30-тисячного покоління жодних змін у колоніях не спостерігали, але з 31-тисячного в одній з популяцій розпочався бурхливий ріст, зумовлений тим, що місцеві бактерії набули здатність засвоювати сполуки лимонної кислоти. Розрахунки показали, що десь на рівні 20-тисячного покоління, ймовірно, в одній єдиної особини відбулася мутація, яка дала змогу цій бактерії та її потомству житися не тільки глюкозою, а й цитратом. Це дало їм селективну перевагу порівняно з рештою членів колонії. Поступово таких мутантів ставало все більше й більше, і до 31-тисячного покоління вони повністю витіснили інші бактерії. Очевидно, якщо подібна мутація відбудеться у природі, й окремі бактерії дістануть змогу засвоювати новий субстрат, це дасть їм та їх нащадкам перевагу в боротьбі за існування з іншими особинами. У кінцевому підсумку це приведе до утворення нового виду.

Ще одним доказом еволюції бактерій, яку можна спостерігати в наш час, є вироблення ними стійкості до антибіотиків. Особливо небезпечними

наукові результати не дають прямих доказів того, що певна еволюційна подія є початковим етапом видоутворення й що через значний час замість, скажімо, дрозофіл із червоними очима ту чи іншу місцевість заселять особини нового виду, ключовою ознакою яких стануть рожеві очі.

Аби довести, що динаміка генів є реальною еволюційною подією, необхідно вивчити зміни генетичної структури десятків тисяч поколінь. Таке дослідження розтягнеться на тисячоліття. Очевидно, що сучасна генетика, якій ледь виповнилося 100 років, не може мати у своєму розпорядженні дані за такий період.

У цьому зв'язку особливого значення набувають дослідження істот з дуже коротким життєвим циклом, які розмножуються

для здоров'я людей стали стійкі до антибіотиків штами *туберкульозної палички* й *золотистого стафілокока*, поява яких є прямим результатом дії природного добору, за умови якого виживають найбільш стійкі до антибіотиків бактерії.

Дивовижну здатність до вироблення стійкості до різних пестицидів демонструють комахи. За останні 50 років зареєстровано 2500 випадків таких еволюційних адаптацій. За цими адаптаціями стоять генетичні зміни — мутації комах, що викликали їх резистентність до отрут, підхоплені природним добром.

Інші випадки сучасної еволюції видів.

Якщо спостерігати за популяціями, що перебувають під сильним антропогенним пресом, протягом 50—70 років, можна відзначити істотні зміни не тільки в їх чисельності та структурі, термінах розмноження, швидкості росту і темпах дозрівання, а й у фенотипах особин, що їх складають. Наприклад, особини чорноморського оселедця, які заходять на нерест у Дунай, за другу половину XX ст. і перше десятиліття XXI ст. збільшилися у розмірах; у них змінилася форма тіла, подовжилися плавці, відбулися зміни й у ряді інших ознак. У Дніпрі, де порушення екосистеми виражені набагато більше, ніж у Дунаї, оселедці змінилися ще більше й стали зовсім не схожі на тих невеличких оселедчиків, яких добували тут в 30-х рр. XX ст., коли цей вид був масовим. Подібні зміни стосуються не тільки оселедців, а й інших видів риб Чорноморсько-Азовського регіону, який став не просто зоною негативного впливу людини, а наближається до стану зони екологічного лиха.

Еволюційні зміни часто спостерігаються в організмів, переселених у нові місця. Широко відомий випадок, як у середземноморської *ящірки стінної* (мал. 192) після переселення з одного сусіднього острова на інший лише за кілька десятиліть змінилися форма й розмір голови, збільшилася сила укусу, а в кишечнику з'явився особливий клапан, не характерний для цього виду.

Крім того, організми, які недавно переселилися, можуть почати гібридизувати з місцевими близькими видами. Як



Мал. 192. Так виглядає ящірка стінна, здатна швидко еволюціонувати.



Мал. 193. Природна гібридизація між двома видами карасів призвела до майже повного винищення популяцій одного з них в Україні: а — карась золотистий — вид Червоної книги; б — карась китайський — чужорідний для української фауни вид; в — міжвидовий гібрид.

наслідок, генетичні перетворення у таких популяціях багатозазово прискорюються і досить часто приводять до миттєвого видоутворення (*пригадайте, як розмножуються види, що виникли в результаті такого способу видоутворення*).

Подібне відбулося й із звичайними рибами наших водойм — карасями. В 60-х роках ХХ ст. у водойми України завезли *карася китайського*, який почав з легкістю гібридизувати з місцевим видом — *карасем золотистим*. Гібриди, що при цьому утворювалися, мали особливі генотип і ряд зовнішніх ознак, часто були поліплоїдами, мали виняткову форму мейозу, нерідко утворювали ізольовані популяції. Тепер *карась китайський* став одним з масових прісноводних видів риб, а *карась золотистий* — зникаючим видом, занесеним до Червоної книги України. Причиною пригнічення останнього виду, як вважають фахівці, могла стати й гібридизація (мал. 193).

Наведений випадок з гібридизацією карасів не є винятковим. Нині в Європі відомо близько 10 тис. чужорідних видів тварин, рослин і грибів, завезених людиною. Багато з цих видів гібридизують зі своїми європейськими родичами, що призводить до істотних і необоротних змін генофонду їх популяцій.

Таким чином, науковий досвід свідчить, що знайти й довести наявність еволюційних перетворень, які відбуваються прямо тепер, не становить особливих труднощів: необхідно поставити перед собою відповідне завдання, вибрати підходящий об'єкт і методи дослідження, а потім протягом певного періоду провести детальні спостереження. Результати таких наукових пошуків особливо актуальні нині, коли вплив людини на природу з кожним роком стає дедалі більшим, й багато видів пристосовуються до зовсім нових для них умов.

Дискусійні питання в сучасній еволюційній біології. У будь-якій науці завжди залишаються невирішені питання; жодна теорія не дає відповіді на всі питання; закони і правила обов'язково мають винятки. Схожа ситуація поступово склалася й у синтетичній теорії еволюції. Багато вчених здобули факти, які суперечать теорії природного добору. В результаті в еволюційній біології навіть виникли наукові течії, спільною ознакою яких стало заперечення провідної ролі в еволюції природного добору. Їх прийнято називати **антидарвінізмом**. Ось деякі з положень СТЕ, що викликають найжвавішу дискусію.

1. Численні експерименти підтвердили, що у природі справді може відбуватися добір — за сильного впливу будь-яких фізичних факторів у популяції частіше виживають особини певного генотипу. Однак у подальшому з'ясувалося, що у природі не існує найбільш пристосованих генотипів і, відповідно, особин. Справа в тому, що умови навколишнього середовища динамічні, й на один організм діє безліч різноспрямованих факторів. Тому виходить, що до одного фактора (наприклад, зимової холоднечі) особина певного генотипу справді може бути пристосована краще за інших, що забезпечує їй вищі шанси на виживання взимку.

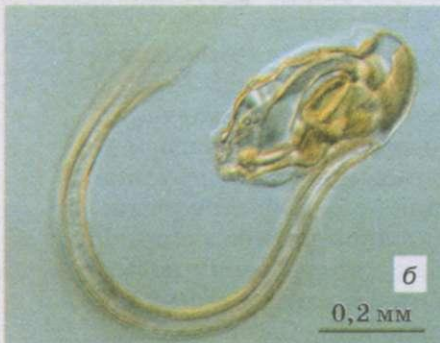
Зате до іншого фактора (наприклад, посухи), навпаки, вона може бути пристосована гірше. Причому, чим сильніше виражена перевага особини в одному випадку, тим вразливіша вона в іншому. В результаті всі нормально розвинені особини в популяції в середньому виявляються однаково пристосованими й мають рівні шанси і на виживання, і на те, щоб залишити потомство. Як показує практика, частіше виживають найпересічніші, найбільш численні у популяції особини, які не мають яких-небудь помітних селективних переваг перед іншими.

2. Ще одне дискусійне питання синтетичної теорії еволюції: чи можуть мутації викликати сприятливі зміни в організмі. Мутація — це така сама «аварія» генома, як, наприклад, прокол колеса в автомобілі. А чи можуть мутації бути матеріалом для прогресу? Багато дослідників вважають, що реально в еволюції сенс мають тільки так звані нейтральні мутації. Вони не ведуть до яких-небудь змін у властивостях білка, функціонуванні геному або всього організму, тоді як інші мутації мають лише негативне значення й у кінцевому підсумку тільки знижують пристосованість особини. А тому ці інші мутації не можуть бути вихідним матеріалом для прогресивної еволюції. Деякі вчені пішли ще далі. Вони вважають, що матеріалом для еволюції є не мутації структурних генів, а зміни генних регуляторів: включення одних генів і вимикання інших у процесі онтогенезу.

3. Принциповим питанням в дискусіях еволюціоністів є питання «взаємин» мікроеволюції та макроеволюції. Багато дослідників припускає, що макроеволюція відбувається зовсім за іншими правилами, ніж мікроеволюція. Причому головним механізмом макроеволюції вони вважають не нагромадження мутацій, що несуть позитивні зміни, а порушення ходу онтогенезу, що супроводжуються змінами строку або місця закладання органа чи структури. Причому ці зміни залежно від стадії онтогенезу можуть спричиняти еволюційні наслідки різного масштабу. Особливо цінний матеріал для створення нових напрямів філогенезу постачають зміни на початкових стадіях формоутворення, що може привести до докорінної перебудови всього організму. Одним з таких випадків ранньої зміни онтогенезу є перетворення у квіткових рослин дводольного зародка на однодольний, що привело до появи нового класу.

Одним з ключових механізмів макроеволюції на рівні таксонів високої ієрархії вважають неотенію (*пригадайте: так називають процес розмноження організмів на личинкових стадіях*). Саме з неотенією пов'язують редукцію гаметофіта, що привело до виникнення насінних рослин. Є всі підстави вважати, що головохордові (ланцетники) виникли від неотенічних личинок *асцидій* — морських, у дорослому стані нерухливих тварин, що зовні нагадують губок (мал. 194). Асцидії широко відомі безбарвною гемолімфою, у якій містяться іони ванадію.

4. Біологічна еволюція — це не тільки еволюція організмів і виникнення їх різноманіття, а й еволюція екосистем і біосфери. Проте теорія природного добору взагалі не торкається останніх питань. Особливості екосистем багато в чому визначаються видовим складом і рівнем організації живих істот. Наприклад, можна лише здогадуватися, що являли собою екосистеми до виникнення багатоклітинних організмів і як вони відтоді змінилися. В сучасній екології чітко визначені певні закономірності й механізми історичних змін угруповань організмів. Ці знання особливо актуальні у наші дні, коли вплив людини на природу набув біосферного характеру.

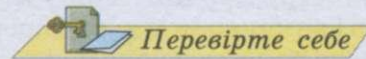


Мал. 194. Асцидія — примітивний представник типу Хордові. У дорослому стані істота не рухлива (а), тоді як личинка (б) веде плаваючий спосіб життя.

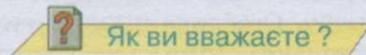
Жодне наукове узагальнення — закон, теорія, принцип — не є вічною істиною, а лише певним етапом, сходинкою пізнання живої природи. Їх наукова значимість визначається тим, наскільки вони у свій час стимулювали розвиток науки. У цьому сенсі значення теорії Дарвіна важко переоцінити. Вона, без сумніву, дала один з найпотужніших поштовхів розвитку сучасної біології.

Еволюційні процеси тривають і в наш час. Вони являють собою різноманітні перетворення, у тому числі й генетичні, які можна відстежити і довести у ході спеціальних спостережень протягом кількох десятиліть.

Нині теорія Дарвіна, незважаючи на ряд дискусійних положень, є основною еволюційною теорією, правильність якої визнає більшість біологів.



1. Чому прокаріотичні організми є вдалим об'єктом еволюційних експериментів?
2. Які спостереження за багатоклітинними організмами доводять, що еволюція триває й у наш час?
3. Які положення СТЕ викликають найбільші суперечки?
4. Яких учених називають антидарвіністами?



1. Чому факт елементарного еволюційного явища не може вважатися доказом еволюції?
2. Чи може еволюція біосфери відбуватися без зміни різноманітності видів, чи обов'язковою умовою є виникнення нових таксонів?

Тестові завдання до теми 1

1. Укажіть правильний переклад українською мовою давньогрецького слова, від якого походить термін *еволюція*:
а) розвиток; б) зміни; в) розгортання; г) походження.
2. Укажіть, яка саме із зазначених особливостей не стосується біологічної еволюції:
а) має пристосувальний характер; б) безперервно протікає в ряді поколінь; в) відбувається лише у певні проміжки часу; г) має необоротний характер.
3. Укажіть, хто з учених XVIII ст. став засновником теорії катастроф:
а) Бюффон; б) Кюв'є; в) Лінней; г) Сент-Ілер.
4. Укажіть, яке із зазначених положень варто вважати «другим законом Ламарка»:
а) набуті упродовж життя ознаки успадковуються; б) потрібні організму органи розвиваються; в) непотрібні організму органи зникають; г) організми виживають лише внаслідок боротьби за існування.

Тема 1. Основи еволюційного вчення

5. Укажіть, який з факторів еволюції у теорії Дарвіна варто вважати основним чинником еволюції:
а) боротьба за існування; б) розмноження організмів у геометричній прогресії; в) статевий добір; г) природний добір.
6. Укажіть, що називають живими копалинами:
а) нафта і вугілля; б) рештки давно вимерлих істот; в) стародавні істоти, які й нині живуть на Землі; г) усе зазначене вище.
7. Укажіть, які з наведених ознак слід вважати аналогічними:
а) парні кінцівки всіх хребетних; б) крила птахів і метеликів; в) вусики гороху і стеблові лусочки хвощу; г) лусочки на кореневищі й брунькові луски більшості видів квіткових рослин.
8. Укажіть, яке із зазначених формулювань є біогенетичним законом:
а) чим більш ранні стадії індивідуального розвитку досліджують, тим більше подібності виявляють між різними організмами; б) кожна особина у своєму індивідуальному розвитку повторює історію розвитку свого виду; в) між історією виду і історією родини немає нічого спільного; г) у філогенезі повторюється онтогенез.
9. Укажіть, у чому полягає внесок у розвиток синтетичної теорії еволюції І. І. Шмальгаузена:
а) вчення про спрямований добір; б) вчення про важливість ізолюючих факторів під час видоутворення; в) вчення про мутаційну мінливість як матеріал для еволюції; г) вчення про стабілізуючий добір.
10. Укажіть, який із зазначених факторів не відносять до факторів еволюції:
а) дрейф генів; б) ізоляція; в) мутаційний процес; г) модифікаційна мінливість.
11. Укажіть, що собою являє елементарний еволюційний процес:
а) утворення нового виду; б) зміна генетичної структури популяції; в) ізоляція популяції від інших популяцій; г) різке збільшення популяції у розмірах.
12. Укажіть, що називають миттєвим видоутворенням:
а) утворення виду завдяки географічній ізоляції; б) виведення нового сорту, породи чи штаму; в) утворення нового виду завдяки екологічній ізоляції; г) утворення нового виду завдяки гібридизації двох інших видів.
13. Установіть відповідність між видом добору та його характером:

спрямований	виживання особин з будь-якими ознаками
стабілізуючий	відбір особин з корисними для людини ознаками
дизруптивний	виживання особин з проміжними ознаками, близькими до середніх значень
штучний	селективна перевага особин з крайніми формами прояву ознаки
	виживання особин з певними генетично закріпленими ознаками

14. Установіть відповідність між положенням та його змістом:

Одне з положень СТЕ	Чим більш ранні стадії індивідуального розвитку досліджують, тим більше подібності виявляють між різними організмами
Закон зародкової подібності	Еволюційні механізми видоутворення цілком придатні й до утворення таксонів більш високого рівня
Положення теорії Дарвіна	Тренування одних органів і нетренування інших призводить до того, що органи починають змінюватися: потрібні організму — розвиваються, а не потрібні — зникають
Перший закон Ламарка	Два види, що конкурують за той самий набір ресурсів ... не можуть існувати разом нескінченно довго
	Більшість особин гине у боротьбі за існування, яка проявляється головним чином у конкуренції особин одного виду між собою

15. Установіть правильну послідовність подій під час географічного видоутворення:
утворення підвидів; географічна ізоляція; виникнення бар'єра несхрещуваності; накопичення істотних генетичних відмінностей.



Практична робота 4

ПОРІВНЯННЯ ПРИРОДНОГО ТА ШТУЧНОГО ДОБОРІВ

Мета. Навчитися відрізняти дії природного та штучного доборів на наочному прикладі. Зрозуміти механізми еволюції.

Теоретичне обґрунтування. Штучний і природний добір мають певні риси як подібності, так і відмінності. Якщо природний добір веде до еволюції видів у природі, до кращої пристосованості особин виду до умов навколишнього середовища, то добір, зроблений людиною, не є формою біологічної еволюції. Можна сказати, що сорти рослин і породи тварин виключені з еволюції (мова йде лише про еволюцію породи або сорту), оскільки, перебуваючи під постійним захистом людини, вони не вступають у боротьбу за існування, або дія останньої значною мірою знижена. У результаті виведені людиною породи тварин і сорти рослин виявляються пристосованими не стільки до умов навколишнього середовища, скільки до потреб людини. Якщо з якихось причин сорт або порода залишаються без захисту людини, вони або швидко гинуть, не витримуючи конкуренції з дикими родичами, або втрачають сортові і породні якості.



Тема 1. Основи еволюційного вчення



Завдання. Розгляньте ілюстрації.

На малюнках 1, 2, 3 — фотографії порід домашньої кішки (перська, донський сфінкс, британська короткошерста). На малюнку 4 — фотографія дикої лісової кішки, фенотип якої є результатом природного добору.

Вкажіть, які риси фенотипу кішки є результатом штучного добору. Заповніть у зошитах таблицю наведеної форми.

Показник	Вид лісова кішка — результат природного добору	Порода перський кіт — результат штучного добору
Передумови і рушійні сили еволюції		
Темпи еволюції		
Результати		
Пристосованість		

На мал. 5 — кішка породи європейська короткошерста, підібрана на вулиці (кілька поколінь її предків не зазнавали дії штучного добору й вільно схрещувалися з кішками різних порід). Проаналізуйте фенотип кішки. Чи збереглися риси, що культивуються штучним добором? Як ви гадаєте, чому? Як виглядатиме потомство цієї кішки у разі вільного схрещування з котами, які також живуть на вулиці?