

Які основні положення гіпотези перерваної рівноваги?

Відомо, що біологічні системи всіх рівнів організації здатні функціонувати лише за сталого або періодично змінного середовища. Неперіодичні зміни інтенсивності екологічних факторів, що перевищують межі стійкості живих систем, призводять до їхнього руйнування. Найвразливіші до таких впливів біогеоценози та біосфера в цілому. На цьому ґрунтується еволюційна гіпотеза перерваної рівноваги, запропонована американськими вченими Н. Елреджем, С. Гоулдом та С. Стенлі в 70-х – 80-х роках ХХ сторіччя та значно доповнена дослідженнями російських ботаніків та екологів С.М. Розумовського і В.А. Красилова. Її основні положення такі:

1. Кожен етап історичного розвитку біосфери має відносно стабільні кліматичні умови і характеризується певними біогеоценозами з притаманними їм спеціалізованими екологічно непластичними видами (*ценофілами*). Тобто існує динамічна рівновага між біотичними та абіотичними складовими екосистем і біосфери в цілому.

2. За різких (катастрофічних) змін довкілля, спричинених абіотичними, біотичними чи антропогенними факторами, необоротно порушується рівновага в екосистемах: настають локальні чи біосферні екологічні (біогеоценотичні) кризи.

3. Під час біогеоценотичних криз унаслідок руйнування стабільних екосистем вимирають ценофіли. Вживають лише ті групи (переважно мало спеціалізовані екологічно пластичні види – *ценофоби*), які внаслідок притаманної їм екологічної пластичності встигають адаптуватись до швидких змін довкілля.

4. Під час стабілізації умов довкілля відновлюється рівновага в біосфері внаслідок зміни самих екосистем та їх населення відповідно до нових умов. У цей час відбувається швидка адаптивна радіація груп організмів, що пережили кризу, завдяки якій виникають нові стабільні біогеоценози з новими ценофільними видами.

5. Темпи еволюції нерівномірні: вони мають характер повільних незначних змін або зовсім непомітні в стабільних біогеоценозах та багаторазово прискорюються під час екологічних криз.

У чому суть гіпотези адаптивного компромісу?

Сучасний російський палеонтолог та зоолог О.П. Расніцин наприкінці 80-х років ХХ сторіччя звернув увагу на відоме явище відносної пристосованості організмів до середовища життя. Відомо, що вид у формі популяцій одночасно пристосовується до кожного з факторів та до їхнього комплексного впливу.

Зміцнення зовнішніх захисних утворів (мал. 40.4) знижує рухливість видів; збільшення розмірів і маси тіла тварин зменшує їхню відносну тепловіддачу, однак веде до необхідності споживання великої кількості поживних речовин, тому такі види дуже вразливі щодо нестачі їжі.

Отже, вузька пристосованість видів до певних умов довкілля (*спеціалізація*) забезпечує максимальне використання ресурсів середовища життя, але водночас знижує здатність адаптації до нових умов (мал. 40.5).

Таким чином, адаптивний компроміс – це можливість пристосування виду до всього комплексу умов довкілля лише за рахунок неповних адаптацій до дії окремих чинників.



Мал. 40.4. Товста черепашка забезпечує надійний захист, однак обмежує рухливість морського хижого молюска мурекса



Мал. 40.5. Приклад вузької пристосованості. Гусінь метелика поліксени (1) живиться виключно пагонами отруйної для інших фітофагів рослини – хвилівника звичайного (2), уникаючи трофічної конкуренції з іншими видами. Але існування її популяцій повністю залежить від наявності хвилівника на відміну від видів, що живляться різноманітною їжею і легко замінюють кормові об'єкти

Чи існують ненаукові погляди на історію життя?

Наука – це система знань про матеріальні та нематеріальні явища, здобутих різними методами. Серед науковців було і є багато і віруючих, і атеїстів; однак їхні релігійні уподобання не впливали і не впливають на планування, проведення та пояснення результатів досліджень. Так, глибоко віруючими були біологи К. Лінней, Ж. Кюв'є, Ч. Дарвін, Г. Мендель, геолог Ч. Лайєль та багато інших; не менше також учених-атеїстів, починаючи з Ж.-Б. Ламарка.

Релігія в Україні, як відомо, відокремлена від держави, у чому і полягає конституційне забезпечення свободи совісті. Ніхто з державних службовців не має права діяти в інтересах якоїсь релігії чи, навпаки, вести атеїстичну пропаганду.

Запам'ятайте, чим більше людина знає про Всесвіт, тим багатший її духовний світ. Високий рівень освіти не дозволить віруючій людині перетворитись на злого нетерпимого фанатика, а атеїсту – стати на слизький шлях гонителів релігій. Терпимість до світоглядів і культур інших людей, які можуть багато в чому відрізнитись від вашого, є необхідною умовою для громадян нашої багатонаціональної України, де в мирі та злагоді з атеїстами проживають вірні багатьох релігій – християни, мусульмани, іудаїсти, буддисти...

Нові терміни та поняття.

Біоценотичні кризи, гіпотеза нейтральності молекулярної еволюції, сальтаціонізм, гіпотеза перерваної рівноваги, гіпотеза адаптивного компромісу.



Запитання для повторення: 1. Чому біогеоценоз вважають середовищем еволюційних процесів? 2. Які фактори еволюції діють на різних рівнях організації живої матерії? 3. Що таке елімінація? 4. Як пояснити етапність розви-

тку живої матерії з позицій неокатастрофізму? 5. Які основні положення гіпотези нейтральності молекулярної еволюції? 6. Як швидкість змін середовища життя впливає на темпи еволюції? 7. Що стверджує гіпотеза перерваної рівноваги? 8. У чому сутя гіпотези адаптивного компромісу?

Проблемне завдання. Поміркуйте, у чому полягає небезпека мішанини наукових і релігійних понять для світогляду сучасної людини.

Практична робота № 4

Порівняння природного та штучного добору

Повторіть матеріал підручника про природний та штучний добір. Заповніть таблицю за зразком:

	Властивості	Тип добору	
		Природний	Штучний
1.	Джерело еволюційних змін		
2.	Причина		
3.	Рушійна сила		
4.	Які форми зберігаються		
5.	Які форми елімінуються		
6.	Наслідки добору		

ТЕМАТИЧНА ПЕРЕВІРКА ЗНАНЬ

I. Із запропонованих відповідей виберіть одну правильну:

1. Укажіть, як називають еволюційне перетворення, пов'язане з підвищенням рівня організації організмів: а) ароморфоз; б) ідіоадаптація; в) загальна дегенерація; г) біологічний регрес.
2. Зазначте принцип, покладений в основу сучасної класифікації організмів: а) монофілії; б) поліфілії; в) панспермії; г) конвергенції.
3. Укажіть елементарну одиницю еволюції: а) порода тварин; б) сорт рослин; в) популяція; г) вид.
4. Укажіть форму ізоляції, яку спостерігають за умов роз'єднання популяцій певними просторовими перешкодами: а) екологічна; б) географічна; в) сезонна; г) генетична.
5. Зазначте, як називають здатність до наслідування добре захищених організмів погано захищеними: а) дивергенція; б) конвергенція; в) атавізми; г) мімікрія.
6. Назвіть приклади ідіоадаптацій: а) виникнення квітки; б) утворення ластів у ластоногих; в) зникнення кишечника в стьожкових черв'як; г) поява щелеп у хребетних тварин.

II. Завдання на встановлення відповідності:

1. Визначте відповідність між еволюційними процесами та їхнім визначенням:

Еволюційні процеси	Визначення
А. Мікроеволюція Б. Видоутворення В. Макроеволюція	1. Процеси, які призводять до виникнення нових видів 2. Процеси, які призводять до виникнення надвидових систематичних одиниць 3. Процеси, які призводять до виникнення подібних ознак у представників різних систематичних категорій 4. Процеси, які призводять до виникнення нових популяцій та підвидів

2. Визначте, які з ознак організмів є прикладами ароморфозів, ідіоадаптацій, загальної дегенерації, атавізмів та рудиментів у тварин:

Типи еволюційних перетворень	Приклади
А. Ароморфоз Б. Ідіоадаптація В. Загальна дегенерація Г. Рудименти Д. Атавізми	1. Тазовий пояс у китів 2. Чотирикамерне серце 3. Гачкуватий дзьоб хижих птахів 4. Поява недорозвинених кінцівок у безногої ящірки веретільниці 5. Відсутність кишечника у стьожкових червів

III. Відкриті запитання:

1. Як з позицій еволюційних поглядів Ч. Дарвіна та Ж.-Б. Ламарка можна пояснити появу в процесі еволюції довгої шиї у жирафи?
2. Що спільного та відмінного у сучасних еволюційних поглядах та основних положеннях синтетичної теорії еволюції?
3. Яким з критеріїв виду надають перевагу при встановленні видової приналежності організмів? Чому?
4. У чому полягає сучасний синтез еволюційної теорії та екології?



Тема 2

Історичний розвиток і різноманітність органічного світу

Під час вивчення цієї теми ви дізнаєтесь про систему органічного світу як відображення його історичного розвитку, гіпотези виникнення життя на Землі, періодизацію еволюційних явищ, формування екосистем.

§ 41. ГІПОТЕЗИ ВИНИКНЕННЯ ТА ПОЧАТКОВІ ЕТАПИ РОЗВИТКУ ЖИТТЯ НА ЗЕМЛІ



Аби краще засвоїти матеріал цього параграфа, слід пригадати: у чому полягає внесок Карла Ліннея в розвиток біологічних наук? Які таксономічні категорії вам відомі? Що таке гіпотеза, аксіома, теорія? Які організми належать до продуцентів, консументів та редуцентів?

Як система органічного світу відображає його історичний розвиток?

Свою систему органічного світу К. Лінней характеризував як «штучну», тобто таку, що ґрунтується на ознаках, обраних дослідником. Він вважав, що вона є лише кроком до «природної» системи, і зазначав: «Штучна система слугує лише доти, доки не знайдено природну. Перша вчить лише розпізнавати рослини. Друга навчить нас пізнати природу самої рослини». Довгий час еволюціоністи вважали системи, що ґрунтуються на подібності будови організмів, штучними, а на єдності походження – природними.

Більшість сучасних дослідників будує системи живих організмів, виходячи з таких припущень:

1. Усі живі організми виникають від батьківських форм, а самозародження життя в наш час неможливе.
2. Викопні види є або «сліпими гілками еволюції» (тобто такими, які не дали нащадків), або предками сучасних видів.
3. Різноманіття видів є наслідком їхніх пристосувань до умов довкілля.

Чим характеризується різноманітність органічного світу?

У сучасній біосфері налічують близько 3 млн видів живих істот, з них тварин – понад 2 млн, рослин – близько 600 тис., решта – це гриби, прокаріоти та віруси. Життя на Землі з'явилося 3,8 млрд років тому. На сьогодні описано кілька сотень тисяч вимерлих видів. Учені вважають, що у викопному стані зберігається не більш ніж 0,1–1 % дійсного числа видів, що існували в різні відрізки часу історії Землі. Сумарна кількість сучасних і вимерлих видів може становити від 100 млн до 1 млрд. Це величезне біорізноманіття зумовлене існуванням різних рівнів організації живої матерії та пристосуваннями організмів до різних умов довкілля.

Які відомі найпоширеніші погляди на проблему виникнення життя на Землі?

Проблема виникнення життя та пізнання його суті здавна хвилювала не лише вчених, а й інші верстви освіченого населення, у тому числі слугжителів релігійних культів. Однією з основних догм (*догма* – положення, яке потребує віри без будь-яких доказів) усіх релігій є створення Всесвіту, а згодом і життя божественною нематеріальною силою. Ці погляди, наприклад, детально викладені в Біблії та Корані.

Більшість учених визнає виникнення та подальші зміни Всесвіту, і живої матерії зокрема, у часі та просторі. Ці погляди належать до двох напрямів: гіпотези абіогенезу (живі істоти виникли з неживої матерії) та біогенезу (організми можуть виникати лише від живих істот). Кожен із цих поглядів має свої корені ще в поглядах стародавнього світу і розвивається донині.

Абіогенні гіпотези (гіпотези самочинного, або спонтанного, зародження) висували ще вчені прадавніх цивілізацій Китаю, Вавилону та Греції 3–4 тис. років тому. Зокрема, Арістотель (384–322 до н. е.) (мал. 41.1), якого часто називають засновником біології, вважав, що живі істоти постійно виникають з мулу, гною тощо, частинки яких містять «активний зародок», що за відповідних умов може дати початок живому організму. Подібних поглядів дотримувались видатні вчені епохи Відродження – Ф. Парацельс, Р. Декарт, Ф. Бекон. Знаменитий дослідник свого часу голландець ван Гельмонт (1577–1644) описав дослід з виникнення («мимовільного зародження») мишей з пропотілої сорочки в темній шафі зі жменню пшениці.



Мал. 41.1. Прихильники ідей абіогенного походження життя на нашій планеті: 1 – Арістотель; 2 – Парацельс (справжнє ім'я Філіпп Ауреол Теофраст Бомбаст фон Гогенгейм); 3 – Френсіс Бекон; 4 – Ян Баптиста ван Гельмонт

Протягом XVII–XVIII сторіч ці погляди були спростовані. Так, Лінней в основу біологічної систематики поклав принцип «всякий подібний організм походить від собі подібного». Остаточо вчені відмовилися від абіотичних гіпотез у другій половині XIX ст. після встановлення Робертом Вірховим факту, що будь-яка клітина утворюється лише внаслідок поділу материнської клітини. У 1860 р. знаменитий французький біолог Луї Пастер експериментами з дріжджами та бактеріями довів неможливість самозародження мікроорганізмів.

З розвитком знань про історичний розвиток земної поверхні та молекулярної біології *гіпотеза абіогенезу* отримала нове життя в XX сторіччі. Особливість її трактування полягає в тому, що, виключаючи можливість самозародження життя в наш час, учені припускають його виникнення з хімічних сполук у минулому. Уперше цю думку висловив Ж.-Б. Ламарк у 1820 р.; згодом її розвинули Е. Геккель та К. А. Тимірязєв. Вони вважали, що в первісному океані в результаті певних хімічних процесів виникли спочатку органічні речовини, а з них – доклітинні форми життя, які поступово перетворилися в клітинні організми. Ця гіпотеза є наслідком поглядів Ж.-Б. Ламарка на еволюцію як процес поступового переходу від нижчого щабля організації до вищого.

У 20-х роках минулого сторіччя російський учений О.І. Опарін та англійський Д. Холдейн сформували *біохімічну гіпотезу виникнення життя*, яка, по суті, є розвитком ідей Ж.-Б. Ламарка. На думку цих учених, біологічній еволюції передувала хімічна еволюція органічних речовин, яка тривала кілька сотень мільйонів років аж до часу виникнення перших живих істот (мал. 41.2).

Як свідчать геологічні дані, первинна атмосфера Землі складалася з вуглекислого газу, метану, аміаку, оксидів Сульфуру, сірководню та водяної пари. Вільний атмосферний кисень та озоновий екран були відсутні, і на поверхню суходолу та Світового океану падав потік космічного та сонячного випромінювань, включаючи ультрафіолетові промені. Унаслідок високої вулканічної активності до океану та атмосфери з надр Землі постійно надходили різноманітні хімічні сполуки. Подібні умови вчені неодноразово відтворювали в лабораторіях. Під час дослідів виявилось, що у



Мал. 41.2. I. Гіпотетичні умови для створення життя на Землі.
II. Дослід Опаріна–Холдейна: 1 – електроди; 2 – суміш газів (CH_4 , NH_3 , H_2 , H_2O);
3 – конденсор; 4 – підігрів води; 5 – дрібні органічні молекули

водному розчині, близькому за складом до сучасної океанічної води, в умовах опромінення та пропускання через нього електричних розрядів (аналогія блискавки) утворились деякі низькомолекулярні органічні сполуки: нуклеотиди, амінокислоти та невеликі ланцюжки амінокислот, моносахариди тощо. Вони збирались у скупчення, відокремлені від води поверхнею розділу, – *коацерватні краплини*, які існували досить довгий час. Нічого, що нагадувало б живих істот, ученим більш ніж за 70 років експериментів здобути таким чином не вдалось. Незважаючи на це, гіпотеза Опаріна–Холдейна стверджує, що коацерватні краплини якимось чином перетворились на гіпотетичні «доклітинні» біологічні системи, від яких виникли прокаріоти. Отже, виникнення життя з неживої матерії в минулому та сучасному Землі довести не вдалось.

Біогенні гіпотези ґрунтуються на поглядах на життя як на особливу форму існування матерії, що існує стільки ж часу, як і Всесвіт. Ці гіпотези не містять ніяких ідей щодо пояснення виникнення життя, а говорять лише про його неземне походження.

Сучасні біогенні погляди мають назву **гіпотези панспермії** (від грец. *пан* – усе та *сперматос* – насіння). Уперше висловив думку про можливість занесення життя з космосу ще давньогрецький філософ Анаксагор у п'ятому сторіччі до нашої ери. Гіпотезу панспермії сформував шведський фізик С.А. Арреніус на початку XX сторіччя, а розвинув український учений В.І. Вернадський. До її прихильників належать видатні російські вчені: зоолог Л.С. Берг, географ О.Ю. Шмідт, астроном Й.С. Шкловський, один з відкривачів молекулярної структури молекули ДНК англійський біохімік Ф. Крік та багато інших (мал. 41.3).

Суть гіпотези панспермії полягає в такому: спори прокаріотів можуть, не втрачаючи здатності до життєдіяльності, витримувати перебування у вакуумі при температурах, близьких до абсолютного нуля ($-273,15^{\circ}\text{C}$), жорстке радіаційне та ультрафіолетове опромінення, тобто умови космічного простору. Вони легко потрапляють у верхні шари атмосфери планет і завдяки мізерній власній масі можуть звідти потрапляти у відкритий космос.

С.А. Арреніус підрахував, що тиск світла спричинює помітну механічну дію на частки діаметром близько 0,015 мм, переміщуючи їх. Саме такий діаметр мають спори більшості бактерій. Спора, розганяючись під дією тиску сонячних променів, за 20 діб може подолати відстань між орбітами Землі та Марса, а за 80 – досягти орбіти Юпітера. Нещодавно в метеоритах знайдено спороподібні утвори. Отже, у космосі присутні спори прокаріотів, які неначе дощем безперервно потрапляють на планети. За сприятливих умов з них виходять активні форми прокаріотів різних видів, які утворюють *первинні біогеоценози*. У подальшому еволюція таких



Мал. 41.3. Прихильники біогенних гіпотез походження життя на Землі: 1 – Лев Семенович Берг (1876–1950); 2 – Френсіс Крік (1916–2004)

«первинних» видів відбувається в різних напрямках відповідно до змін умов довкілля на певних небесних тілах.

Яка періодизація еволюційних явищ?

Сучасні вчені вважають, що планета Земля виникла зі згуртування газів та пилу. Ці частинки були притягнені з космосу силою тяжіння Сонця та обертались навколо нього по близьких орбітах. Із часом вони об'єднались в єдину масу. Цей гіпотетичний період розвитку земної кулі вчені визначили як «догеологічний час», що тривав приблизно мільярд років. Жодних матеріальних доказів існування цього періоду не відомо. Після формування земної кори розпочався «геологічний час». Вік гірських порід, утворених протягом цього часу, визначають радіометричними методами, основаними на тривалості розпаду нестійких радіоактивних елементів до стійких нерадіоактивних. Перші прадавні породи виникли близько 4,5 млрд років тому. Геологічний час поділяють на п'ять ер – архейську, протерозойську (вони дістали загальну назву – докембрій), палеозойську, мезозойську та кайнозойську. Кожну еру поділяють на періоди, а періоди – на епохи (мал. 41.4). Кожен період та епоха мали більш-менш стабільні клімато-географічні параметри, характеризуються сталими екосистемами із специфічним видовим складом продуцентів, консументів та редуцентів. У проміжках між стабільними періодами існування відбувались локальні чи глобальні катастрофічні зміни рельєфу та клімату, які називали «екологічні кризи». Вони спричинюють заміни старих екосистем новими та оновлення біосфери в цілому.

Як відбувався розвиток життя в архейську еру?

Перші залишки живих організмів відносяться до *архейської ери* (почалась приблизно 4,5, а закінчилась – 2,5 млрд років тому). Їх знайдено в осадових породах віком приблизно в 3,5 млрд років. Це були прокариоти, у вивопному стані представлені залишками оболонки колоній ціанобактерій з вуглекислого кальцію (*строматолітів*) та клітинних стінок бактерій.

На відміну від еукаріотів, еволюція яких відбувалась у більш-менш стабільних геохімічних умовах, первинні бактеріальні екосистеми докорінно змінили ці умови протягом архейської ери та самі пристосувались до них, у свою чергу, змінившись. Перші осадові породи значною мірою є наслідком життєдіяльності залізобактерій (поклади залізної руди), зелених і пурпурових бактерій (поклади сірки), можливо, нафти та природного газу тощо.



Мал. 41.4. Періодизація геологічної історії Землі

Унаслідок фотосинтезуючої діяльності ціанобактерій у кінці архейської ери в атмосфері накопичилась значна кількість кисню та утворився озоновий шар. Це спричинило появу більш енергетично вигідного аеробного розщеплення поживних речовин живими організмами та захист поверхні Землі за допомогою озонового екрана від космічного та сонячного ультрафіолетового опроміненя.

Які основні події протерозойської ери?

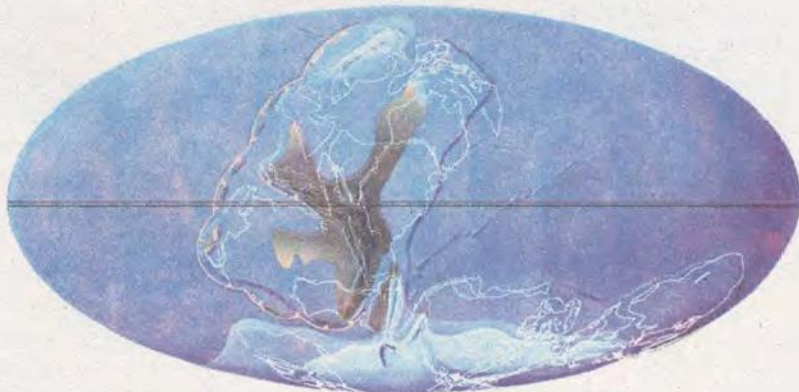
За першу половину протерозойської ери (почалась 2,5 млрд, закінчилась – близько 0,6 млрд років тому) прокаріотні екосистеми опанували весь Світовий океан. Близько 2 млрд років тому з'явилися первісні одноклітинні еукаріоти, які швидко дивергували (*пригадайте, яке явище називають дивергенцією*) на рослини, здатні здійснювати фотосинтез (водорості), та тварини і гриби, що належать до гетеротрофів. Як спосіб досягнення біологічного прогресу для еукаріотів характерне ускладнення організації в процесі історичного розвитку. Навіть в одноклітинних еукаріотів (багато видів водоростей, інфузорії, споровики) клітини побудовані дуже складно. Більшість учених вважає, що багатоклітинні організми походять від колоній одноклітинних унаслідок диференціації їхніх клітин.

У чому полягає симбіотична гіпотеза походження еукаріотів?

Є кілька гіпотез походження еукаріотів, з яких у наш час найпопулярніша симбіотична. Її послідовники вважають, що двомембранні органели, що мають свій геном і здатні до розмноження поділом (пластиди та мітохондрії), – нащадки симбіотичних прокаріотів, які втратили здатність до існування поза клітиною хазяїна. Співжиття кількох видів прокаріотів сприяло зрештою появі еукаріотичних клітин. Такі органели, як ядро, апарат Гольджі та багато інших, могли виникнути шляхом вгинів плазматичної мембрани всередину клітини.

Як відбувався розвиток життя у вендському періоді протерозойської ери?

Цей останній період протерозойської ери тривав близько 80 млн років (мал. 41.5). За нього на мілководдях морів сформувались біогеоценози,



Мал. 41.5. Карта Землі вендського періоду

основними продуцентами в яких були ціанобактерії та зелені водорості. Найпоширенішими тваринами були різноманітні кишковопорожнинні: поліпи та медузи. Деякі з них досягали метра в діаметрі. У середині періоду з'явилися повзаючі та плаваючі двобічносиметричні тварини. Серед них були несегментовані та сегментовані організми, у деяких із них на кожному сегменті тіла розташовувалась пара кінцівок. Наприкінці періоду внаслідок біосферної кризи, спричиненої зледенінням, вендські екосистеми зруйнувались і більшість їхніх видів вимерло.

Нові терміни та поняття. Гіпотези абіогенезу та біогенезу, панспермії, архейська та протерозойська ери, симбіотична гіпотеза походження еукаріотів

? **Запитання для повторення:** 1. У чому полягає суть абіогенних гіпотез виникнення життя? 2. У чому суть біохімічної гіпотези виникнення життя? 3. Які основні положення гіпотези панспермії? 4. Які екосистеми характерні для архейської ери? 5. Які основні етапи розвитку життя в протерозойську еру?

Проблемне завдання. Відтворіть ланки ланцюгів живлення, характерні для первісних прокариотних екосистем.

§ 42. РОЗВИТОК ЖИТТЯ ПРОТЯГОМ ПАЛЕОЗОЙСЬКОЇ ЕРИ



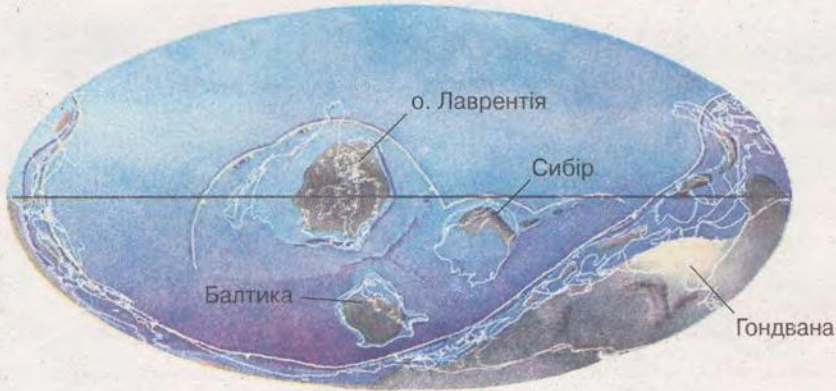
Аби краще засвоїти матеріал цього параграфа, слід пригадати: які характерні риси відомих вам з курсів біології за минулі роки класів та відділів (типів) живих організмів? Які частини біосфери вам відомі? Які причини змін обрисів суходолу та водойм на поверхні Землі? Що таке бентос, адаптивна радіація?

Які події відбувалися протягом палеозойської ери?

Палеозойська ера (палеозой), або ера давнього життя, почалась близько 540 млн і закінчилась менш ніж 250 млн років тому. Протягом палеозою життя опанувало суходіл і біосфера набула сучасних меж. Еру поділяють на 6 періодів у послідовності від найстаршого до наймолодшого: кембрійський, ордовицький, силурійський, девонський, кам'яновугільний (карбоновий) та пермський.

Кембрійський період мав загалом теплий клімат (мал. 42.1). Він тривав близько 50 млн років і закінчився 490 млн років тому. У цей час з'явилися представники майже всіх типів сучасних тварин, у тому числі форми з твердим зовнішнім, інколи – внутрішнім скелетом та вкриті черепашками види.

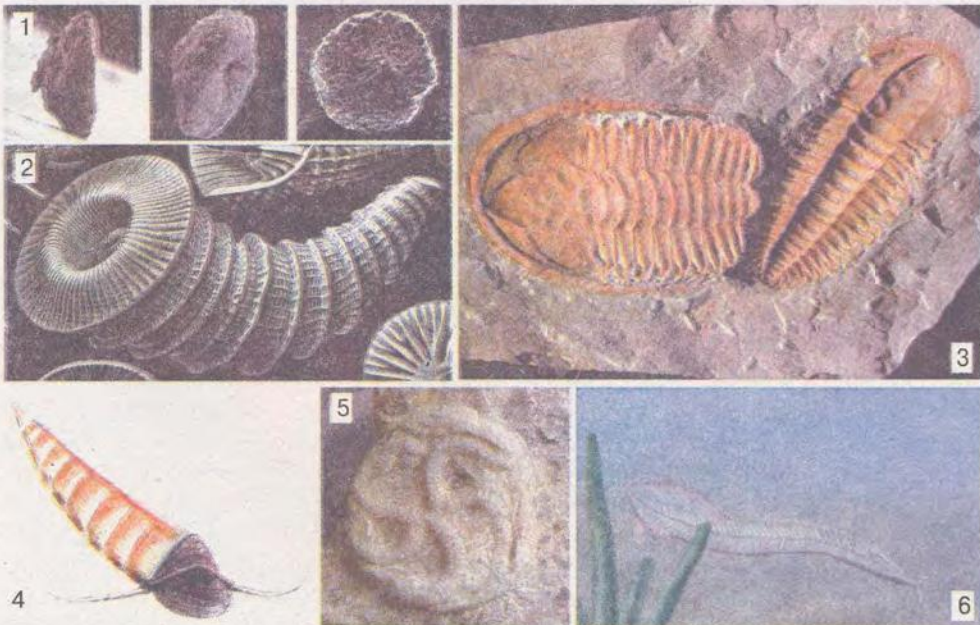
Життя було сконцентроване переважно на мілководдях тропічних морів з постійною температурою води +20...25 °С. У Південній півкулі в цей час існував велетенський материк Гондвана, до складу якого входили території сучасних Південної Америки, Африки, півострова Індостан, Австралії та Антарктиди. Північніше переважно в тропічній зоні знаходились декілька невеликих материків та островів (Лаврентія, Балтика, Сибір та ін.), розділених мілководними теплими морями.



Мал. 42.1. Карта Землі кінця кембрійського періоду

З рослин у цей період з'явилися *червоні водорості*, з одноклітинних тварин – *форамініфери* з однокамерною черепашкою (мал. 42.2). У цей час виникають також *губки*. Кембрійські губки належали до особливої групи *Археоціати*, один з представників якої зберігся до наших часів. У морях були поширені різноманітні кишковопорожнинні.

З кембрійських відкладів відомі добре збережені відбитки морських сегментованих тварин: *багатоцетинкових черв'яків* та перших членистоногих, серед яких особливої різноманітності досягали *трилобіти*. Відомі представники всіх сучасних класів молюсків: двостулкові, черевоногі, головоногі (мали зовнішню черепашку і належали до бентосних форм), а також із викопного класу *Хіоліти*.



Мал. 42.2. Організми кембрійського періоду: 1 – форамініфери; 2 – кембрійські губки; 3 – скам'янілі рештки трилобітів; 4 – молюски хіоліти; 5 – голкошкірі; 6 – головохордова тварина



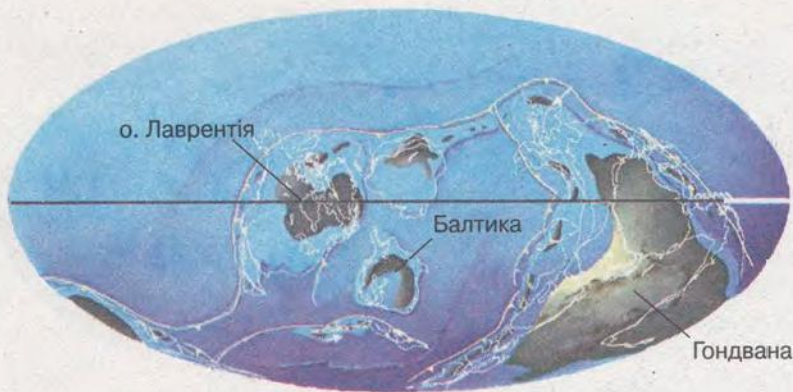
Мал. 42.3. 1. Сланець Бьєрджес. 2. Реконструкція екосистеми Бьєрджес

У цьому періоді жили представники восьми класів типу *Голкошкірі*. З'являються перші хордові з класу *Головохордові*, що загалом подібні до сучасного ланцетника (мал. 42.2), та *безщелепні*, розквіт яких припадає на наступний, ордовицький, період.

У канадських Скелястих горах є гора Бьєрджес. На її схилі на початку ХХ сторіччя відкрили осадову породу – сланець віком приблизно 540 млн років (мал. 42.3). За сто років досліджень у ній знайшли залишки понад 60 тисяч решток тогочасних переважно м'якотілих тварин, які відсутні або погано збереглися в інших кембрійських породах. Це пояснюють унікальними умовами виникнення сланців Бьєрджес, які встановила спеціальна наукова експедиція в 1966 р. Тоді частина пологого мулистого схилу, утвореного скелетами археоціат вапнякового рифу, розташованого на місці сучасної гори Бьєрджес, зсунулась на глибину, що викликало раптово загибель населення мулу. Тут за умов відсутності течії та низького вмісту кисню у воді мул поступово перетворився на сланець, навіки зберігши, як на фотоплівці, рештки всіх живих істот. Лише для частини з них можна встановити належність до відомих типів чи класів; більшість не має жодної подібності до інших викопних чи сучасних тварин.

Чим характеризується ордовицький період палеозойської ери?

Ордовицький період тривав понад 50 млн років і закінчився приблизно 443 млн років тому. У його відкладах залягають поліметалічні та залізні руди, фосфорити, горючі сланці, будівельні матеріали, нафта. Клімат був загалом теплішим і м'якшим, ніж у кембрії. Значно збільшилася площа моря, яке затопило великі площі кембрійських материків; залишилися Гондвана та кілька невеликих континентів в екваторіальній частині Землі (мал. 42.4). Життя опанувало прісні водойми, у яких мешкали зелені водорості, були поширені різноманітні ракоподібні та найбільші за всю історію Землі хижі членистоногі – *ракоскорпіони (евриптериди)* (мал. 42.5). Ці хижаки досягали майже 2 м завдовжки. Найхарактернішим для ордовицьких водойм був розквіт і широка адаптивна радіація безщелепних хребетних – щиткових. Вони мали обтічну (рибоподібну) форму тіла, хрящовий скелет, непарні, а інколи ще й парні плавці. Довжина тіла була від кількох сантиметрів до метра. Більшість видів була вкрита ззовні захисними щитками з кісткової тканини, які часто зросталися у суцільний панцир. Щиткові не мали зябрових дуг і щелеп, дихали за допомогою сполучених



Мал. 42.4. Карта Землі ордовицького періоду

з довкіллям зябрових мішків, що знаходились в товщі черепа. Мешкали щиткові переважно в прісних та напівсолоних водоймах, живились, імовірно, дрібними планктонними і бентосними організмами та їхніми рештками.

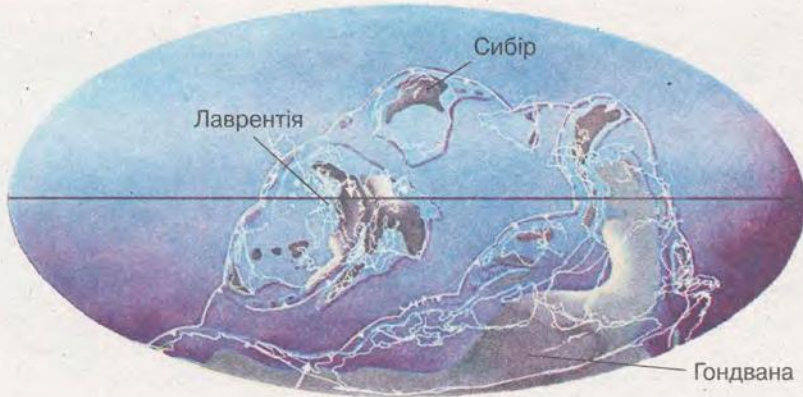
Основними фотосинтетиками були ціанобактерії, зелені та червоні водорості. У морях було багато губок, кишковопорожнинних, багатоцетинкових кільчастих червів, трилобітів, ракоподібних, молюсків тощо. Знайдені залишки мешканців приливо-відпливної зони – мечохвостів, які практично не відрізняються від сучасних. З'являється багато видів коралових поліпів, які стали основними рифоутворювачами. Були поширені різноманітні молюски (двостулкові, червоногі та ін.), серед яких хижі велетенські головоногі, укриті конусоподібними черепашками до 9 м завдовжки (мал. 42.5), різноманітні голкошкірі, зокрема морські лілії до 20 м завдовжки.

Які події відбувалися протягом силурійського періоду?

Силурійський період розпочався 443 млн років і закінчився близько 417 млн років тому. Продовжувала існувати Гондвана; поблизу екватора



Мал. 42.5. Організми ордовицького періоду: 1 – ракоскорпіон; 2 – головоногий молюск; 3 – мечохвіст; 4 – скам'янілий трилобіт



Мал. 42.6. Карта Землі силурійського періоду

знову розташувався материк Лаврентія (мал. 42.6). Для силуру характерна наявність мілководних (до 10 м глибини) континентальних теплих морів з незначною солоністю та багатою флорою та фауною (мал. 42.7). У них поряд із щитковими з'являються перші щелепні хребетні, представлені особливими викопними класами риб. Ці риби мали особливі скелетні утвори – зяброві дуги, передні з яких перетворились в органи захоплення їжі – щелепи, та добре розвинені грудні та черевні парні плавці для збільшення маневрування при плаванні. Первинні хребетні (безщелепні) риби не мали зябрових дуг та обох пар парних плавців. Обидва силурійські класи риб не дожили до наших днів. Вони мали хрящовий внутрішній скелет, у них не було зябрових кришок та плавального міхура. Деякі з них замість луски були ззовні захищені кістковим панциром (так звані панцирні риби) та досягали 6 м завдовжки. Серед первісних риб були придонні та плаваючі форми. Вважають, що всі вони були хижаками.

У прибережних частинах прісноводних водойм унаслідок мінливості рівня води утворився шар мулу. Він став основою первісних ґрунтів, на яких сформувались перші наземні біогеоценози (мал. 42.7). Їх основу складали *риніофіти* до метра заввишки та повзучі плауноподібні росли-



Мал. 42.7. Організми силурійського періоду: 1 – екосистема морського дна; 2 – панцирні риби. Наземний біогеоценоз силурійського періоду (3)

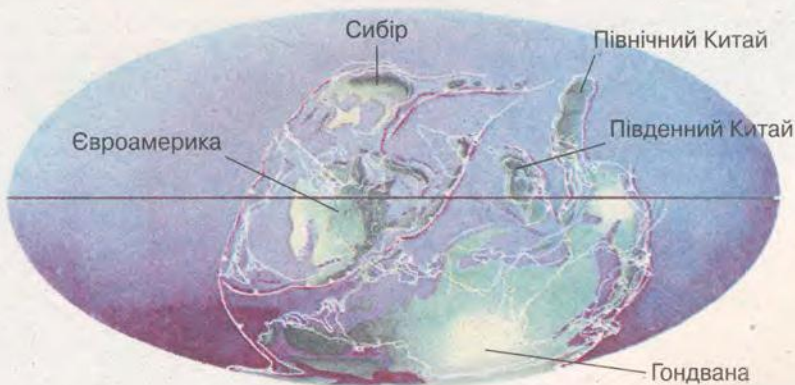
ни. З тварин у таких екосистемах мешкали різні ґрунтові види (малощетинкові черви, павукоподібні – павуки та скорпіони, рослиноїдні багатоніжки, або ківсяки, тощо). Усі ці тварини мало відрізнялися від сучасних.

Чим характеризувався девонський період?

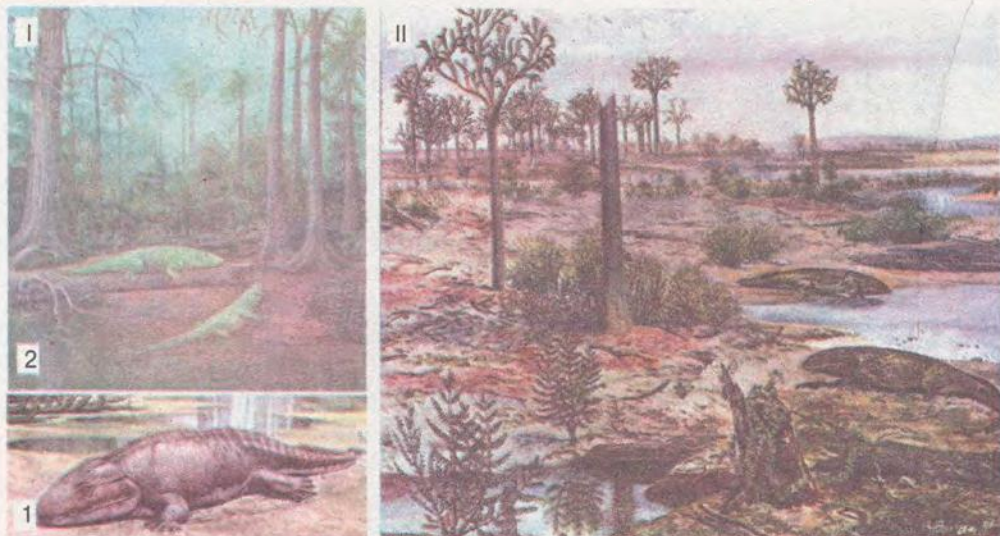
Девонський період (почався 417 млн, а закінчився близько 354 млн років тому) має виняткове значення в історії біосфери. Саме тоді наземні екосистеми заселили значні площі суходолу, який опанували також хребетні тварини. Цей період характеризується великим різноманіттям клімату, частими коливаннями рівня Світового океану, процесами гороутворення тощо. Це, у свою чергу, спричиняло місцеві (локальні) біоценотичні кризи, тому темпи еволюції загалом були досить високі. За девонського часу спочатку було кілька північних материків – Єврамерика, Сибір, Південний та Північний Китай тощо (мал. 42.8), які згодом з'єдналися та утворили єдиний великий материк Атлантию. Продовжує існувати Гондвана.

У водоймах на початку періоду вимерло багато груп тварин, серед яких більшість трилобітів, а наприкінці – панцирні риби та щиткові. Значну площу зволжених частин суходолу займали ліси з дерев'янистих вищих спорових – *плауноподібних, хвоців, папоротей* (риніофіти вимерли наприкінці періоду) (мал. 42.9). З'являються перші *голонасінні*, що належали до класу насінних папоротей. З безхребетних тварин суходіл заселили павуки та кліщі.

Девонський період часто називають «віком риб». Дійсно, у цей період в морях з'являються *хрящові* (первісні акули та деякі інші), а в прісних водоймах – *кісткові риби*. Вважають, що плавальний міхур у них слугував для додаткового дихання атмосферним повітрям, оскільки у воді багатих на гниючі рештки рослин прісних водойм розчиненого кисню було замало. З девону відомо багато видів *кистеперих* (мал. 42.9) та *дводишних* риб, а також деякі *променепері*. М'язисті парні плавці кистеперих слугували їм, імовірно, для повзання по дну захаращених стовбурами впалих дерев водойм; план будови цих плавців виявився пригідним і для їх перетворення на кінцівки для пересування на суходолі. Нащадки деяких кистеперих у девоні пристосувались до життя на суходолі, де знайшли багату кормову базу у вигляді наземних безхребетних – багатоніжок, павукоподібних



Мал. 42.8. Карта Землі початку девонського періоду



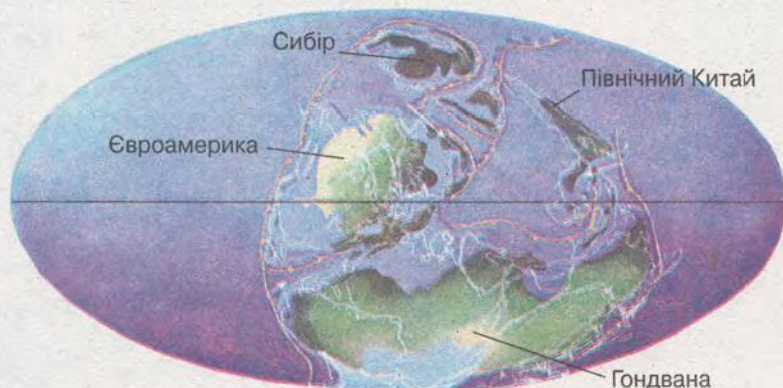
Мал. 42.9. I. Організми девонського періоду: 1 – кистепера риба; 2 – девонські земноводні. II. Ландшафт суходолу девонського періоду

тощо. Однак для розмноження і розвитку вони потребували водного середовища. Так виникли перші *земноводні*. У зв'язку з диханням атмосферним киснем уміст гемоглобіну в крові різко зростає, тому основним органом кровотворення наземних хребетних слугує червоний кістковий мозок (у риб – лише селезінка).

Сучасні земноводні (ряди Хвостаті, Безхвості та Безногі) у вичкопному стані відомі починаючи із середини мезозойської ери та мають досить мало спільних рис будови з палеозойськими видами.

Які події відбувалися протягом кам'яновугільного періоду?

Наступний період – *кам'яновугільний*, або *карбонівий*, – розпочався 354 млн і закінчився 290 млн років тому. Він загалом був одним з найтепліших в історії Землі, коли поверхня моря значно переважала площу суходолу (мал. 42.10). Посилена вулканічна діяльність зумовила потрапляння в ат-



Мал. 42.10. Карта Землі початку карбонівого періоду



Мал. 42.11. I. Голонасінні карбонового періоду.

II. Тварини кам'яновугільного періоду: 1 – комахи; 2 – земноводні і плазуни

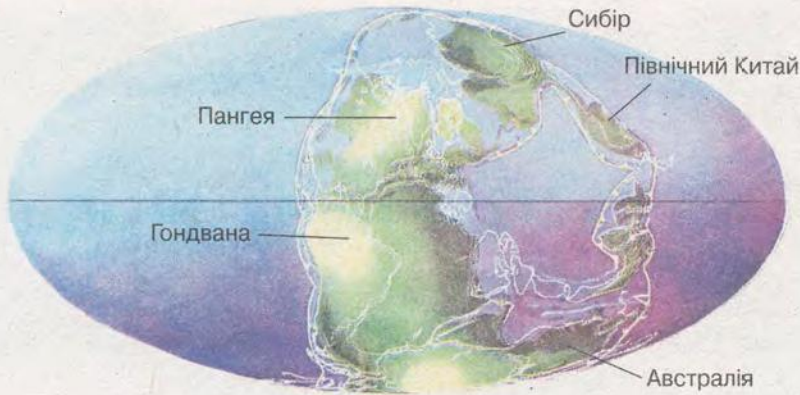
мосферу великої кількості CO_2 , а вулканічний попіл підвищив родючість ґрунтів. Теплий і вологий клімат панував на материках тривалий час. Це створило сприятливі умови для розвитку наземної флори. Зокрема, існувало багато болотистих низовин, де буяли ліси з вищих спорових та різноманітних голонасінних (мал. 42.11). Потрапляючи в заболочений ґрунт, стовбури відмерлих дерев за умов відсутності кисню не перегнивали, а замулювались і за багато мільйонів років перетворились на кам'яне вугілля (що складається з Карбону), від якого і дістав назву сам період. У цей час виникли хвойні рослини, розмноження яких не зв'язане з наявністю води в довкіллі, та мешканці перезволожених місцевостей – мохоподібні. Хвойні стали основою біогеоценозів середньозволожених і посушливих місцевостей, а мохоподібні створили наземний ярус у рослинних угрупованнях. На кінець періоду життя опанувало весь суходіл, тобто біосфера досягла сучасних меж.

Тварини швидкими темпами заселили суходіл. На початку періоду від гіпотетичних прісноводних ракоподібних виникли спочатку безкрилі, а потім – крилаті комахи. Деякі з них мали значні розміри, досягаючи метра в розмаху крил. З'явилися червононогі моллюски, що дихали легенями. Були поширені багатоніжки, земноводні (мал. 42.11). Серед них відомі як невеликі тварини, так і хижак до кількох метрів завдовжки. У середині періоду частина амфібій набула здатності до розмноження на суходолі завдяки виникненню в них внутрішнього запліднення, відкладання багатих на жовток яєць з товстими оболонками та прямого розвитку. В одних з них зникли шкірні залози, а сама шкіра стала дуже товстою (пристосування до збереження води в тілі), і вони дали початок першим плазунам. В інших збереглися шкірні залози внаслідок пристосування до терморегуляції за рахунок випаровування води через шкіру; вони були предками послідовного ряду форм, які врешті-решт набули рис ссавців.

Наприкінці кам'яновугільного періоду рівень Світового океану знизився, унаслідок чого утворились велетенський материк Пангея та кілька менших континентів. Частина Пангеї вкрилася льодом. Усе це зумовило біосферну кризу, яка дала початок наступному, пермському, періоду.

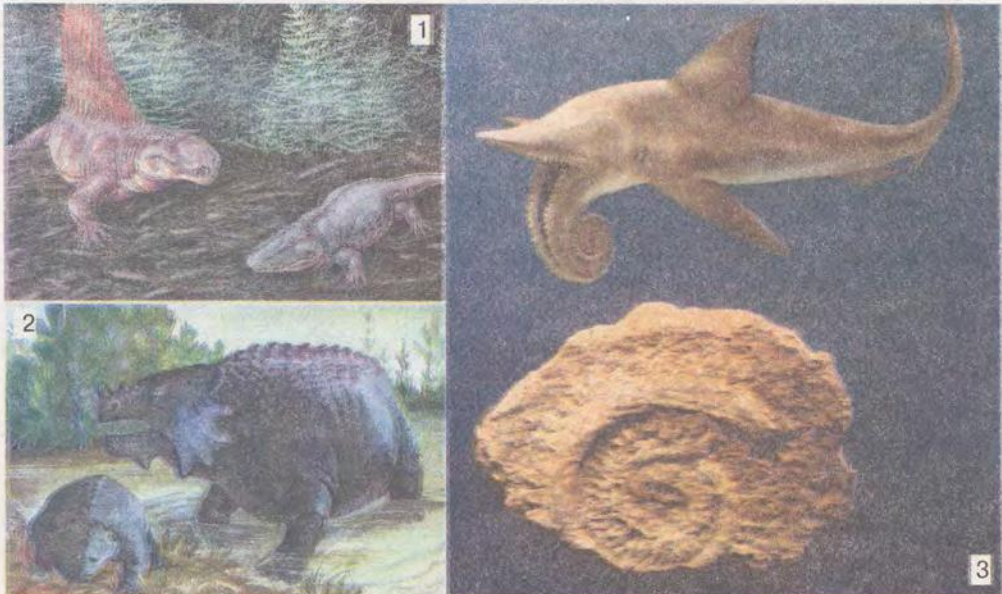
Що відбувалося протягом пермського періоду?

Останній період палеозойської ери – пермський (почався 290, а закінчився 248 млн років тому) – характеризувався переважанням суходолу над



Мал. 42.12. Карта Землі пермського періоду

морем: існував єдиний величезний материк Пангея з різкою природною зональністю, у тому числі значними площами із сухим кліматом (мал. 42.12). Протягом цього періоду відбулося кілька зледенінь. Унаслідок різких змін умов довкілля на початку та в кінці періоду відбулися глобальні біосферні кризи і пов'язані з ними масові вимирання та виникнення нових груп. Основу наземних біогеоценозів із сухим кліматом становили хвойні та деякі інші голонасінні. Відбувалася подальша адаптивна радіація комах; на кінець періоду їх відомо вже 30 рядів, серед яких прямокрилі, твердокрилі, лускокрилі та перетинчастокрилі. Значно зростає різноманіття плазунів, зокрема з'являються черепахи, лускаті, представлені ящірками, та деякі інші, які в мезозойську еру дали початок наземним динозаврам, вторинноводним і літаючим плазунам.



Мал. 42.13. Тварини пермського періоду: 1 – звірозубі ящери; 2 – амфібії; 3 – пермська акула

Лінія розвитку наземних хребетних, яка зрештою привела до виникнення ссавців, у пермський період була представлена різноманітними плазунами – *пелікозаврами* та *звірозубими ящерами* (мал. 42.13). У їхній шкірі було багато залозистих клітин для виділення подібної до поту вологи. Пересувалися ці тварини на спрямованих донизу чотирьох кінцівках. Серед звірозубих відомі дрібні комахоїдні, а також великі (до 6–7 м завдовжки) хижі та рослиноїдні види. Крім різців та іклів, у цих рептилій були більш-менш розвинені й кутні зуби – пристосування до жування їжі; багато цих тварин були покриті шерстю та, можливо, здатні до підтримання певної температури тіла як пристосування до надто холодного або сухого жаркого клімату. Отже, у пермський період відбулися зміни, які підготували панування на суходолі голонасінних та плазунів протягом наступної, мезозойської, ери.

У морях на кінець періоду вимирають трилобіти, деякі групи коралових поліпів і риб, а в прісних водоймах – значна частина дводішних і кісткоперих риб і первісних земноводних. Хрящові риби, передусім акули, досягають найвищої видової різноманітності та значних розмірів (до 10 м завдовжки). Деякі з них мали досить незвичну форму нижньої щелепи, що пов'язано з особливостями живлення (мал. 42.13).

Нові терміни та поняття. Палеозойська ера, щиткові, риніофіти, кісткопері риби, звірозубі ссавці.



Запитання для повторення: 1. Які фотосинтезуючі організми існували на початку палеозойської ери? 2. Які пристосування вищих рослин до наземного способу життя вам відомі? 3. Чому саме рептилій, на відміну від земноводних, вважають першими справжніми наземними хребетними тваринами?

Проблемне завдання. Поміркуйте, чим зумовлене формування перших біогеоценозів з еукаріотичними видами саме на морських мілководдях.

§ 43. РОЗВИТОК ЖИТТЯ ПРОТЯГОМ МЕЗОЗОЙСЬКОЇ ЕРИ



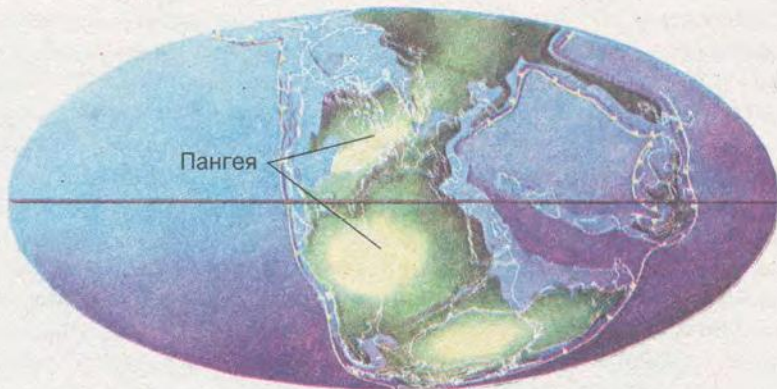
Аби краще засвоїти матеріал цього параграфа, слід пригадати: які основні зміни в екосистемах Землі відбулися наприкінці палеозойської ери? Які види називають ценофільними та ценофобними? Що таке сукцесія, спряжена еволюція?

Які групи організмів панували протягом мезозойської ери?

Протягом мезозойської ери (248–65 млн років тому) у наземних біотах панували голонасінні та вищі спорові рослини, плазуни та комахи, у водоймах – різноманітні водорості, ракоподібні, молюски, хрящові та кісткові риби, водні плазуни. За цей час виникли покритонасінні, птахи та ссавці.

Як відбувався розвиток життя в тріасовому періоді?

Перший період мезозою – *тріасовий* – закінчився 206 млн років тому. Його кліматичні умови нагадували пермський; продовжувала існувати



Мал. 43.1. Карта Землі початку триасового періоду

Пангея, яка простягалась від північного до південного полюсів (мал. 43.1). У морях з'являються коралові поліпи, за будовою близькі до сучасних, та морські їжаки; відомі різноманітні двостулкові молюски-фільтратори, серед яких устриці; мешкає багато амонітів та інших головоногих молюсків; зростає різноманіття видів хрящових і кісткових риб, які заселяють, крім прісних, і солоні водойми.



Мал. 43.2. Триасовий період: 1 – екосистема; 2 – бенетит; 3 – таністрофей; 4 – лістрозавр; 5 – сальтоп; 6 – плакодонт; 7 – ікарозавр; 8 – триасовий ссавець; 9 – нотозавр

Існували різноманітні лісові та відкриті степові, пустельні тощо екосистеми (мал. 43.2). Основу рослинних угруповань складали голонасінні – різноманітні види гінкгових, саговників, бенетитів, хвойних (зокрема, з родин араукарієвих і тисових) тощо та вищі спорові – папороті, хвощі, плауни. Із цього періоду відомі представники всіх сучасних та кількох вимерлих рядів комах. Виникають два ряди наземних плазунів – *динозаври*. Вони мешкали на суходолі, пересуваючись на чотирьох або на двох задніх кінцівках, які були спрямовані вниз, на відміну від сучасних плазунів. Серед них були рослиноїдні, комахоїдні та хижі тварини. Деякі були навіть здатні до ширяючого польоту. Звірозубі плазуни також були досить різноманітні. Вважають, що від невеликих комахоїдних звірозубих у другій половині періоду виникли перші ссавці. Це були маленькі (5–15 см завдовжки) покриті шерстю звірки, що ззовні нагадували землерийок та живились комахами. Невідомо, чи вони народжували живих малят, чи були яйцекладними, подібно до сучасних першозвірів.

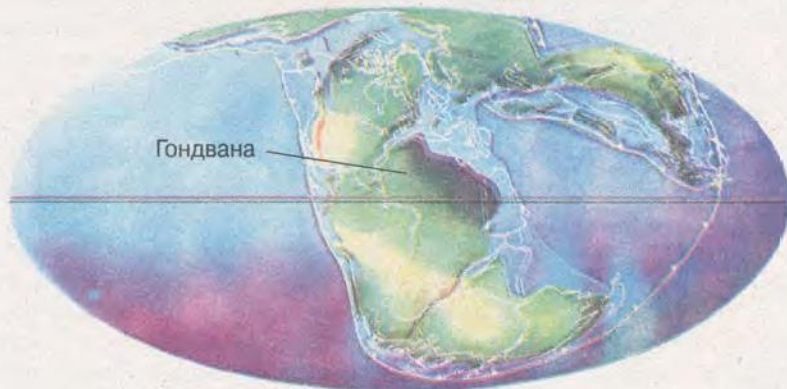
Починаючи із середини тріасу відомі перші черепахи та крокодили. На відміну від сучасних, тріасові крокодили були дуже рухливими наземними хижаками з видовженими пристосованими до бігу кінцівками (мал. 43.2) і лише в кінці періоду опанували водне середовище.

Тріасовий період закінчився біоценотичною кризою, спричиненою розпадом Пангеї на кілька менших континентів та пов'язаним із цим загальним потеплінням клімату, що супроводжувалось вимиранням багатьох груп (древні земноводні, звірозубі та ін.).

Які події відбувалися протягом юрського періоду?

Юрський період (206–144 млн років тому) характеризувався переважно помірним кліматом; у цей час існувало багато мілководних морів (мал. 43.3). Це був період високої вулканічної активності. У морях існували коралові рифи та острови. Великі площі суходолу були зайняті вологими лісами, у яких з'явилися нові родини хвойних – кипарисові та соснові.

Із цього часу відомі одноклітинні діатомові водорості, вкриті панциром із SiO_2 . Вони утворили особливі осадові породи – діатоміти. У морях дуже поширились головоногі моллюски, що загалом нагадували кальмарів, – белемніти (мал. 43.4). Також існували справжні кальмари і каракатиці.



Мал. 43.3. Карта Землі початку юрського періоду



Мал. 43.4. Тварини юрського періоду: 1 – белемніти; 2 – крокодили; 3 – бронтозавр; 4 – плезіозаври; 5 – алозавр; 6 – ссавець; 7 – диплодок; 8 – стегозавр; 9 – рамфоринх

Для юрського періоду характерне опанування плазунами повітряного і морського середовищ. Відомі рибоїдні морські черепахи. Крокодили, крім прісних водойм, заселяють і солоні, причому деякі морські види досягали 15 м завдовжки. Досягають розквіту кілька рядів морських плазунів, з яких найбільш відомі плезіозаври та іхтіозаври, що з'явилися в кінці попереднього періоду.

Птерозаври, або літаючі ящери, мали, подібно до сучасних птахів, порожнисті кістки, кіль грудини, полегшений череп; на щелепах були дрібні зуби або рогові чохла (подібно до дзьоба птахів). Як у сучасних кажанів, крила птерозаврів становили собою шкірясту перетинку, що тяглася від передніх кінцівок до задніх ніг. Ця перетинка трималась на дуже подовженому п'ятому пальці (мізинці) передніх кінцівок; інші пальці передніх кінцівок були добре розвинені та слугували для чіпляння до твердих поверхонь, утримання здобичі тощо.

Динозаври юрського періоду були дуже різноманітні. На чотирьох кінцівках пересувались переважно рослиноїдні види, з яких деякі 20–30-метрові гіганти мали масивний тулуб, видовжені шию та хвіст; важили вони по кілька десятків тонн. Це були найбільші наземні тварини за всю історію Землі. На території сучасної Північної Америки мешкав химерний *стегозавр*. Багато видів динозаврів пересувались на задніх кінцівках, а передні були вкорочені. Серед них були і невеликі тварини масою не більше ніж 1–2 кг і хижаки до 12 м завдовжки.

Деякі види мешкали в помірних широтах і, ймовірно, були теплокровними, про що свідчить покрив із пір'я, наприклад *археоптерикс*. Протягом періоду продовжувалась еволюція ссавців, які належали до чотирьох нині вимерлих рядів. Усі вони були дрібними тваринами (мал. 43.4).

У другій половині юри з'явилися близькі до сучасних безхвості та хвостаті земноводні. Наприкінці періоду відбулось різке підвищення рівня Світового океану, що спричинило потепління клімату і біосферну кризу, унаслідок якої сформувались екосистеми наступного, крейдяного періоду.

Як відбувався розвиток життя в крейдяному періоді?

Крейдяний період (137–65 млн років тому) названий так тому, що завдяки діяльності морських одноклітинних водоростей – *гантофітів* виникли поклади крейди. На початок періоду суперматерик Гондвана розпався на частини. На південь від екватора утворилися окремі континенти Південна Америка, Африка, Індія, Австралія та Антарктида (мал. 43.5). На кінець періоду площа моря ще збільшилась, а всі континенти розійшлися один від одного на значні відстані; в загальних рисах сформувались акваторії Тихого, Атлантичного, Індійського та Північного Льодовитого океанів.

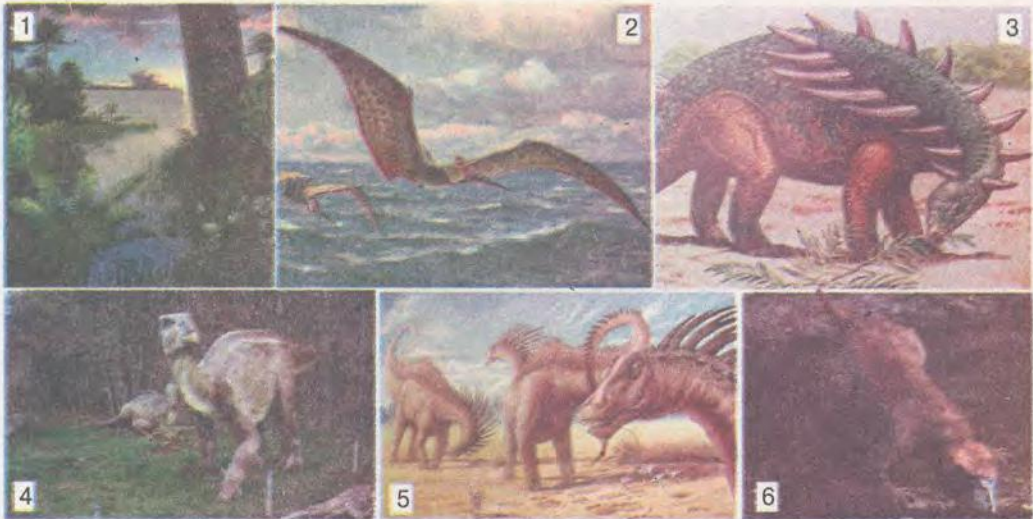
У першій половині періоду в складі наземної флори домінували голонасінні – саговники, гінкгові, бенетити, хвойні, а також папороті (мал. 43.6). Значної видової різноманітності досягли безхвості птеродактилі, розміри яких коливались від 10 см до 12 м у розмаху крил. На суходолі продовжували панувати динозаври, деякі з них мали дуже химерний вигляд. Досить різноманітні ссавці переважно належали до тих самих рядів, що й в юрський період. Із цього часу відомі рештки перших яйцекладних ссавців.

У середині періоду відбулася біосферна криза, зумовлена не змінами клімату, а біогенним фактором – появою покритонасінних рослин. Це були дерев'яністі комахозапильні рослини (магнолії, лаври та ін.). Основними ароморфозами, що дозволили їм потіснити голонасінні, були подвійне запліднення, запилення комахами та формування плодів.

У другій половині крейдяного періоду формуються нові біогеоценози, основу яких складали дерев'яністі комахозапильні (магнолії, лаври), а пізніше – і вітрозапильні (дуби, буки, берези та ін.) покритонасінні



Мал. 43.5. Карта Землі початку крейдяного періоду



Мал. 43.6. Крейдяний період (початок): 1 – ландшафт; 2 – птеранодон; 3 – полакантус; 4 – ігуанодон; 5 – амаргозавр; 6 – яйцекладний ссавець

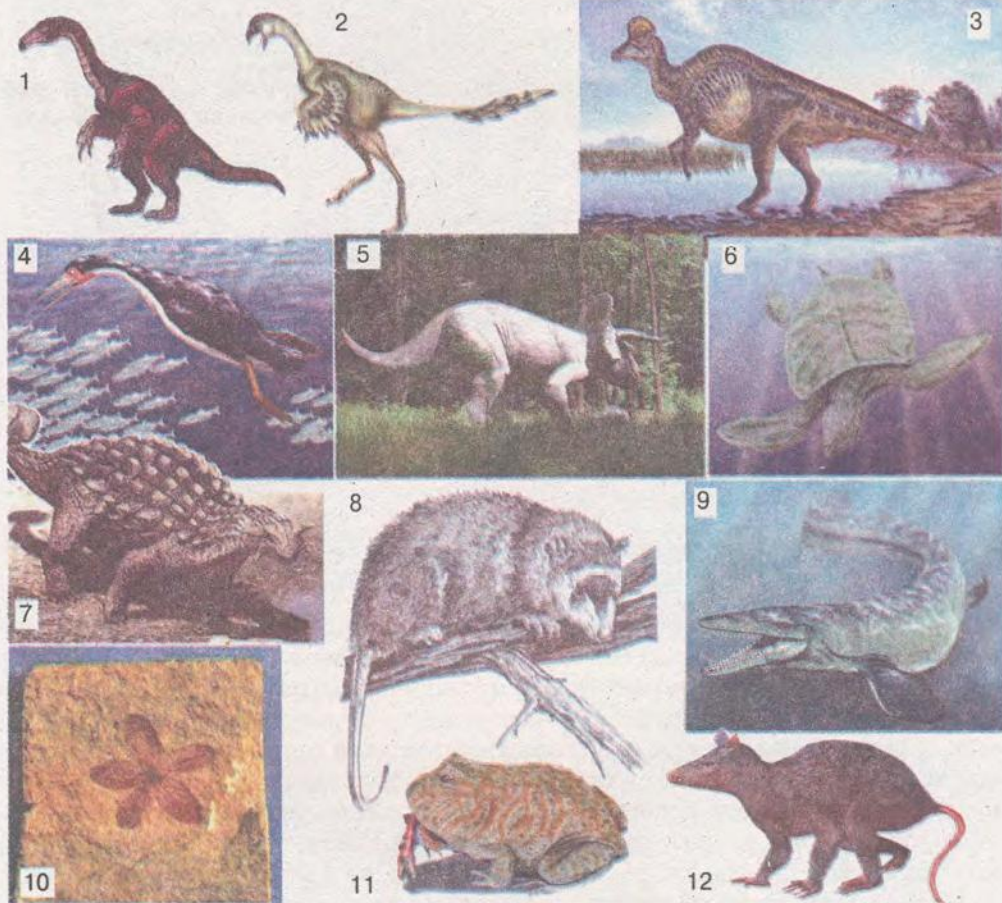
рослини. Відбувається бурхлива спряжена еволюція квіткових рослин та комах-запилувачів: з'являються бджоли, денні метелики, мухи.

У цей час з'являються птахи, які співіснували з іншими літаючими хребетними – птерозаврами та рукокрилими. Представники підкласу зубатих птахів відрізнялись наявністю дрібних зубів на щелепах. Кілегруді птахи з роговим дзьобом (предки сучасних буревісників, куликів та мартинів) другої половини періоду також були пов'язані з водоймами.

З другої половини крейдяного періоду з'явилися як сумчасті (мал. 43.7), так і плацентарні ссавці переважно невеликих розмірів.

Частина динозаврів пристосувалась до нових умов і досягла значного видового різноманіття. Більшість хижих суходільних динозаврів пересувалась на задніх кінцівках, а передні були помітно зменшені та слугували для утримання здобичі. Страусоподібні динозаври та авімії пропорціями та розмірами тіла нагадували страусів. Вони мали порожнисті кістки та дзьоб, однак хвіст у них був довгий, складався з багатьох хребців. Це були мешканці пустельних рівнин, пристосовані до швидкого бігу. Рослиноїдні динозаври були також дуже різноманітні; серед них були двоногі, що жились кронами дерев, та чотириногі, які надавали перевагу трав'янистій рослинності (мал. 43.7). У цей час в морях мешкали велетенські черепахи, у деяких з яких панцир досягав 4 м завдовжки. Особлива група лускатих плазунів (*мозазаври*), близьких за будовою до сучасних варанів, була поширена в морях кінця періоду. Завдовжки ці хижаки були від 3 до 21 м, плавали за допомогою двох пар ластоподібних кінцівок і видовженого хвостового плавця. На щелепах мали багато гострих зубів (мал. 43.7).

У кінці крейдяного періоду відбулася ще одна біосферна криза, спричинена зрушеннями та подальшим опусканням материків. Клімат став дуже вологим, що призвело до зникнення біоценозів посушливих та середньозволожених ландшафтів. На суходолі це призвело до вимирання багатьох груп комах, зубатих птахів, динозаврів, птерозаврів, кількох рядів ссавців. Ці зрушення підготували умови для утворення кайнозойських біот.



Мал. 43.7. Організми другої половини крейдового періоду: 1 – стегозавр; 2 – авімім; 3 – коритозавр; 4 – гесперорніс; 5 – трицератопс; 6 – архелон – велетенська черепаха; 7 – анкілозавр; 8 – комахоїдний ссавець; 9 – тилозавр – велетенська хижа морська ящірка; 10 – відбиток квітки покритонасінної рослини; 11 – велетенська жаба кінця крейдового періоду; 12 – сумчастий ссавець

Нові терміни та поняття. Мезозойська ера, динозаври, іхтіозаври, плезіозаври, птерозаври.

Запитання для повторення: 1. Які найважливіші зміни тваринного і рослинного складу Землі відбулися протягом мезозойської ери? 2. У чому полягає спряжена еволюція комах і покритонасінних? 3. Які групи плазунів домінували в різні періоди мезозойської ери? 4. Що вам відомо про ссавців мезозойської ери?

Проблемне завдання. Поміркуйте, чи справедливе твердження, що птахи витіснили птерозаврів, а ссавці – динозаврів.

§ 44. ЕВОЛЮЦІЙНІ ПОДІЇ КАЙНОЗОЙСЬКОЇ ЕРИ

Аби краще засвоїти матеріал цього параграфу, слід пригадати: які види з родини гомінід вам відомі (за матеріалом підручника «Біологія» для 9-го класу)?

Чим характеризується кайнозойська ера?

Кайнозойська ера розпочалась близько 65 млн років тому і триває дотепер. За цей час завершилось формування рельєфу, суходіл і водойми поступово набули сучасних обрисів, встановились кліматичні зони. Це ера бурхливої адаптивної радіації покритонасінних, птахів і ссавців; у біосфері в цілому також домінують членистоногі, у водних екосистемах – водорості та молюски. Близько 300 тис. років тому з'являється людина. Наслідки її господарської діяльності стають одним з основних факторів еволюції. Кайнозойську еру поділяють на три періоди: палеогеновий, неогеновий та антропогеновий.

Як відбувався розвиток життя в палеогеновий період?

Клімат *палеогенового періоду*, або *палеогену* (65–23 млн років тому), загалом був теплим, хоча на рубежах епох значно змінювався; зокрема, відомі часткові зледеніння материків. Неодноразово відбувалися значні зрушення земної кори, що визначало формування гірських систем, виверження вулканів, землетруси, зміни рівня Світового океану тощо. З органічних решток цього періоду утворились поклади бурого вугілля. За цей час з'являються майже всі сучасні ряди птахів і ссавців, порядки покритонасінних, а також бурі водорості. Скам'яніла смола хвойних рослин цього періоду відома під назвою «бурштин» (мал. 44.1). Палеогеновий період поділяють на три послідовні епохи (відділи), кожна з яких досить різко відрізняється від інших: палеоцен, еоцен та олігоцен. Наприкінці олігоцену відбулось зниження рівня Світового океану та помітне похолодання, що викликало біосферну кризу, після чого розпочався неогеновий період.

Палеоценова епоха (65–56 млн років тому) загалом була теплою та вологою. На суходолі домінували біоценози, основу яких складали дерев'яністі голонасінні (кипарисові, соснові, гінкгові та ін.). Також відомі комахозапильні (магнолії, лаври тощо) та вітрозапильні (магнолії, буки, дуби) квіткові рослини і вищі спорові. Залишки їхніх стебел потрапляли на дно водойм, де в анаеробних умовах під шарами мулу за мільйони років перетворились на сучасні корисні копалини – буре вугілля.

У морських і прісноводних водоймах досягли значного видового різноманіття кісткові риби. Відомі представники багатьох сучасних рядів птахів, а також велетенські нелітаючі птахи (мал. 44.2). Разом співіснують види першозвірів, сумчастих та плацентарних ссавців, серед яких – представники комахоїдних, приматів і кількох викопних рядів. Копитні ссавці палеоцену належали до кількох рядів, жоден з яких не зберігся до наших днів, наприклад *кондилляртри*. До ряду *Креодонти* належали переважно хижі види. Ряд *мезоніхій* об'єднував



Мал. 44.1. Бурштин

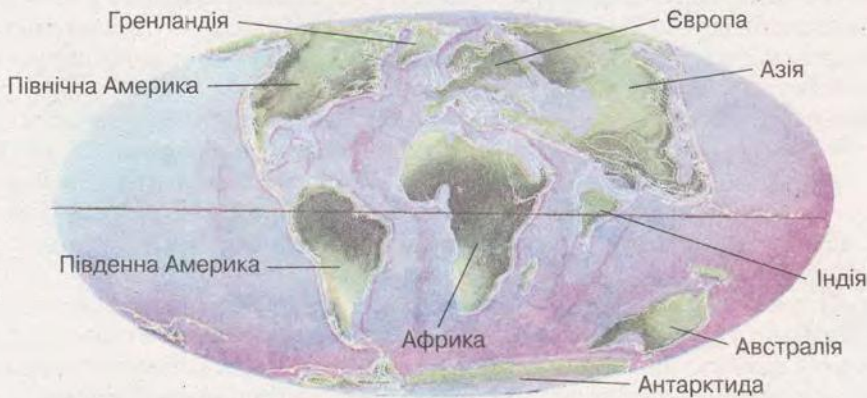


Мал. 44.2. Тварини палеогенової епохи: 1 – діатрима з пташенятами; 2 – ссавці; 3 – плезіадапіс (найдавніший представник приматів); 4 – диссакус; 5 – кондилартр; 6 – трійзодон

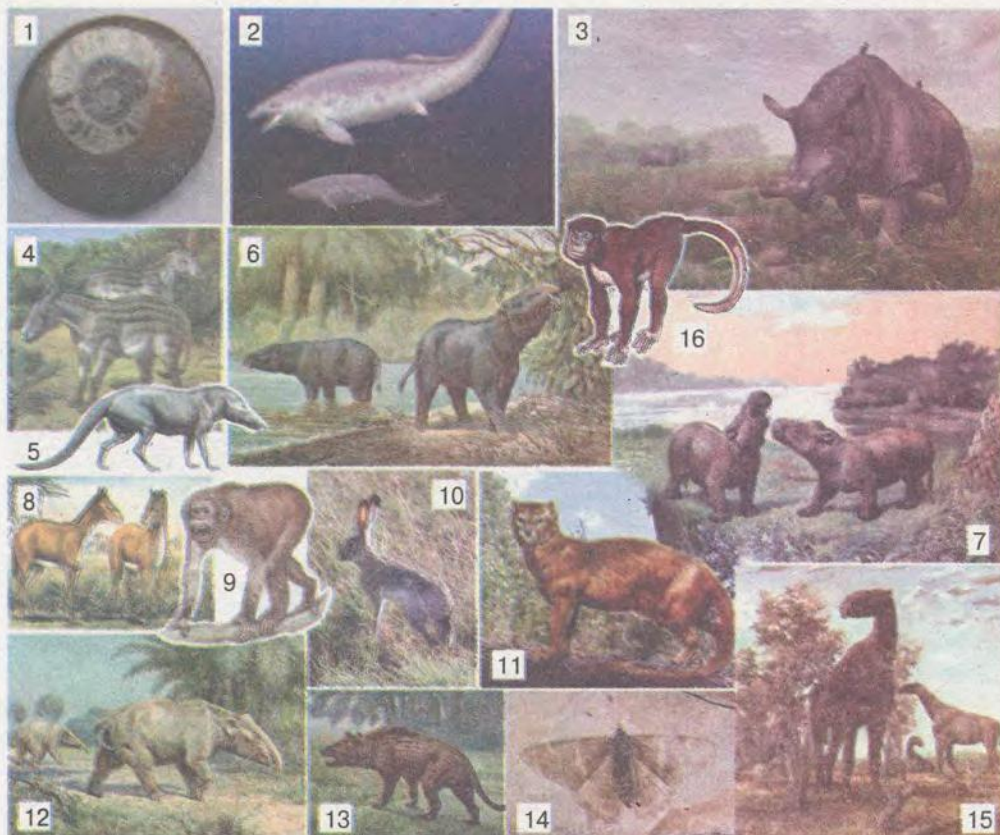
хижі види, які мали копита. Зовні вони нагадували собак (мал. 44.2), а задовжки були від одного до двох метрів.

За *еоценової епохи* (56–34 млн років тому) всі континенти та великі острови (Північна та Південна Америки, Гренландія, Європа, Азія, Індія, Африка, Австралія та Антарктида) були розмежовані морями (мал. 44.3). Домінували вічнозелені субтропічні та тропічні ліси з представників родин лаврових, миртових, пальмових та ін. Покритонасінні заселяють прісноводні водойми; це істотно змінило екосистеми річок та озер, зокрема в них з'явилися вторинноводні комахи – клопи, жуки тощо. Значні площі охоплювали степові простори.

Для різноманітної фауни морських безхребетних еоцену дуже характерні відомі ще з початку ери бентосні форамініфери значних розмірів (мал. 44.4). Крокодили мешкали переважно в прісних водоймах. У цю епоху існувало 80 родин птахів, які належали до 12 рядів. У Південній



Мал. 44.3. Карта Землі середини еоценового періоду



Мал. 44.4. Організми еоценової епохи: 1 – залишок черепашки форамініфер; 2 – базилозавр; 3 – бронтотерій (носоріг еоценової епохи); 4 – гіракотерій (перший представник конячих); 5 – діакоексис (парнокопитна тварина); 6 – баритерій (слон); 7 – корифодон; 8 – мезогіпус (трипалій кінь); 9 – протепітек (перша короткохвоста мартішкоподібна мавпа); 10 – палеолагус (заєць); 11 – проаліур; 12 – палеомастодон (хоботна тварина); 13 – гієнодон; 14 – продріас (метелик); 15 – індрикотерії (безрогі носороги); 16 – бранізія (давня широконоса мавпа)

Америці знайдено залишки безкільових птахів, близьких до сучасних африканських страусів. У кінці епохи в Південній півкулі виникли *пінгвіни*. Вважають, що в цей час частина *мезоніхій* перейшла до мешкання у морях та дала початок зубатим китам, деякі з яких досягали 25 м завдовжки. В ізольованій Південній Америці з'явилися кілька рядів трав'яїдних тварин, які протягом наступних епох повністю вимерли. З еоцену відомо багато видів хижих ссавців. У цей час виникли різноманітні непарнокопитні, хоботні та парнокопитні. Загалом з кінця еоценової епохи відомі представники майже всіх сучасних рядів плацентарних ссавців, у тому числі мартішкоподібні мавпи.

В *олігоцену* епоху (34–23 млн років тому) клімат стає різноманітнішим; помітно знижується рівень Світового океану; встановлюється природна зональність, що загалом нагадує сучасну. У лісах помірного клімату росли різноманітні хвойні та покритонасінні дерева, зокрема береза, в'яз, тополя, клен, дуб та ін. Субтропічні та тропічні ліси (зокрема, на теренах

сучасної України) складались також із хвойних (ялини, сосни, кедри, смереки, секвої, кипариси) і покритонасінних (фінікові пальми, буки, каштани та ін.) порід. Помітні площі займали степи.

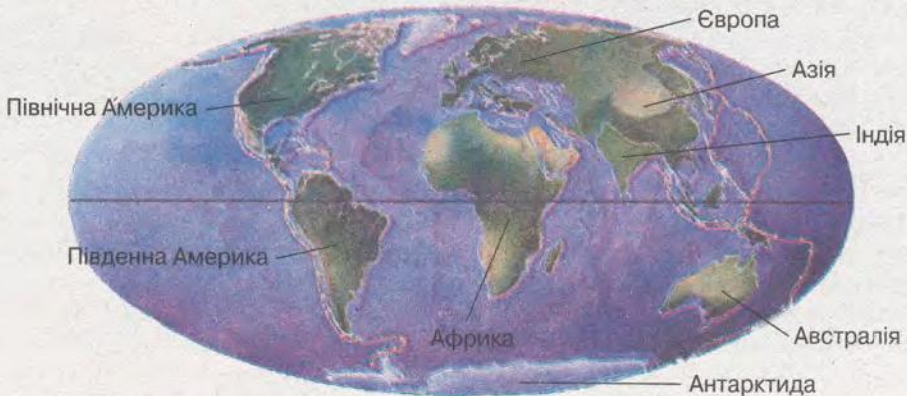
Комахи були дуже різноманітні та загалом нагадували сучасних. Винikli хоботні, зайцеподібні та деякі інші плацентарні. Серед хижих відомі представники багатьох сучасних та деяких вимерлих родин. Частина хижих опанувала водойми і дала початок ряду ластоногих. З Південної Америки відомі *широконосі мавпи* (мал. 44.4).

У кінці палеогенового періоду піднімається суходіл; розпочинається гороутворення. Це спричинило біосферну кризу, наслідком якої було настання неогенового періоду.

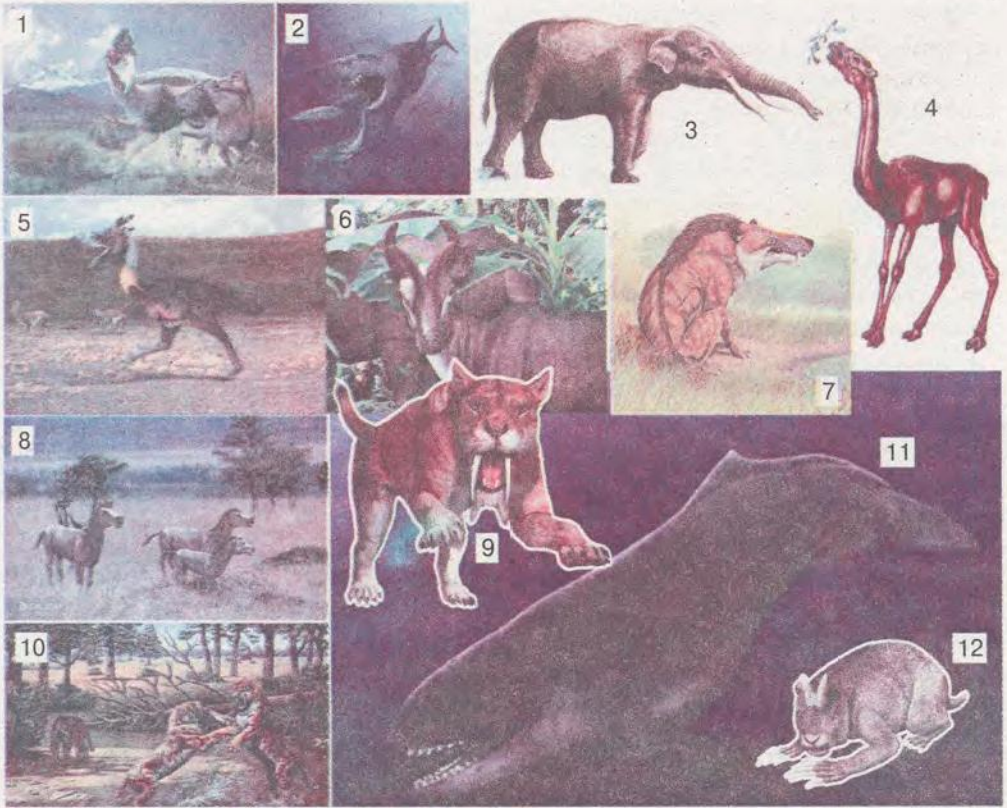
Як відбувався розвиток життя в неогеновий період?

Неогеновий період, або *неоген* (23–2,6 млн років тому), складається з двох епох – ранньої, або *міоценової* (23–5,3 млн років тому), та пізньої, або *пліоценової* (5,3–2,6 млн років тому). Цей період загалом характеризується низьким рівнем Світового океану, утворенням сучасних гірських масивів (Альпи, Піренеї, Карпати, гори Греції, Криму, Кавказу, Гімалаї, Кордильєри, Анди тощо), досить суворим кліматом із чіткою зональністю та кількома зледеніннями в Північній та Південній півкулях. Чергування льодовикових і міжльодовикових епох зумовило неодноразові міграції тварин і рослин. У льодовикові епохи теплолюбні форми відтіснялися до екваторіальних областей, а в міжльодовикові – поширювалися на північ та південь. Наприклад, близько 12 млн років тому під кригою знаходились частина Південної Америки (Патагонія), Антарктида (до сьогодення), Нова Зеландія та майже вся Австралія (мал. 44.5). Усе це спричинювало часті як місцеві, так і глобальні біоценотичні кризи, що супроводжувались руйнуванням екосистем, формуванням нових біот і вимиранням одних та виникненням інших систематичних груп.

У кінці періоду фауна і флора загалом нагадували сучасні, відрізняючись переважно на видовому та родовому рівнях. У міоцені з'являється більшість сучасних родин покритонасінних, комах, молюсків, птахів, ссавців тощо. Відомі залишки африканських страусів; нелітаючі птахи стали одними з найбільших за розмірами хижаків у степах Південної



Мал. 44.5. Карта Землі середини неогенового періоду



Мал. 44.6. Тварини неогенового періоду: 1 – титаніс; 2 – мегалодон; 3 – кювероніус; 4 – альтикамеліус (неоценовий верблюд); 5 – пеленкен; 6 – синдіоцерас (північноамериканський олень); 7 – мегістотерій; 8 – гіпаріон; 9 – тилакосміл; 10 – махайроди; 11 – левіафан (кашалот міоценових океанів); 12 – епігауліус (рогатий гризун)

Америци (мал. 44.6). Біота морів загалом мало відрізнялась від сучасної, хоча в неогені досягли розквіту велетенські акули мегалодони. У кінці міоцену виник суходільний «міст» між Азією та Північною Америкою на місці сучасної Берингової протоки, і фауна цих материків частково змішалася. У Північну Америку мігрують хоботні, у Європу та Азію – предки сучасних верблюдів та особливий рід трипалих конячих – гіпаріон. Його представники були дуже поширені в міоцені та пліоцені в Євразії, у тому числі в Україні, і дали назву специфічній викопній фауні степів тих часів (гіпаріонова фауна).

Під час міоценової епохи відбувались горотворчі процеси. У північній частині Європи та Північній Америці були поширені степи, хвойні та широколисті ліси, характерні для помірного клімату. Були також зони субтропічного та тропічного клімату. Деякі види сумчастих ссавців досягали значних розмірів. З відкладів епохи відомі рештки різноманітних видів гризунів, мастодонтів, свиней, антилоп, оленів, різноманітних хижаків, китоподібних тощо. На початку міоцену в Східній Африці з'явилися перші людиноподібні мавпи, які впродовж епохи розселились до Європи (дріопітеки) та Азії (рамапітеки); останніх вважають предками сучасних орангутанів, а перші згодом повністю вимерли.

З *пліоцену* відомі викопні рештки безкільових птахів, подібних до американських нанду та австралійських ему. Гіпаріони, мастодонти, слони, мозолоногі досягли значного видового різноманіття. У багатьох видів родини котячих ікла верхніх щелеп були настільки великі, що виступали назовні. Такі види об'єднують під назвою «шаблезубі кішки». У кінці періоду Південна Америка з'єдналась із Північною через Панамський перешийок, і між ними відбувся обмін частиною фаун, зокрема велетенські нелітаючі журавлі розселилися (мал. 44.6) в Північну Америку. Північна Америка на той час мала усталені біоти, тому більшість південноамериканських видів у ній не прижилась (лишилось лише 5 з них). У Південній Америці натомість відбувалась біоценотична криза внаслідок завершення утворення Анд. Тому близько 50 % сучасних родів плацентарних ссавців цього континенту – нащадки північноамериканських мігрантів. Ця подія дістала назву «великого обміну», який детально дослідив відомий американський зоолог Г. Сімпсон у 40–70-х роках ХХ сторіччя.

Викопні рештки примітивних істот з родини гомінід знайдено в Східній Африці. Їхній вік обчислюють у 4–5 млн років. Це були австралопітеки, яких існувало водночас кілька видів на Африканському континенті. Кінець неогену характеризувався горотворчою активністю, частковим зледенінням Північної півкулі, зміною кліматів, що призвело до вимирання багатьох груп; так, повністю зникла гіпаріонова фауна; значно зменшилось видове різноманіття хоботних тощо.

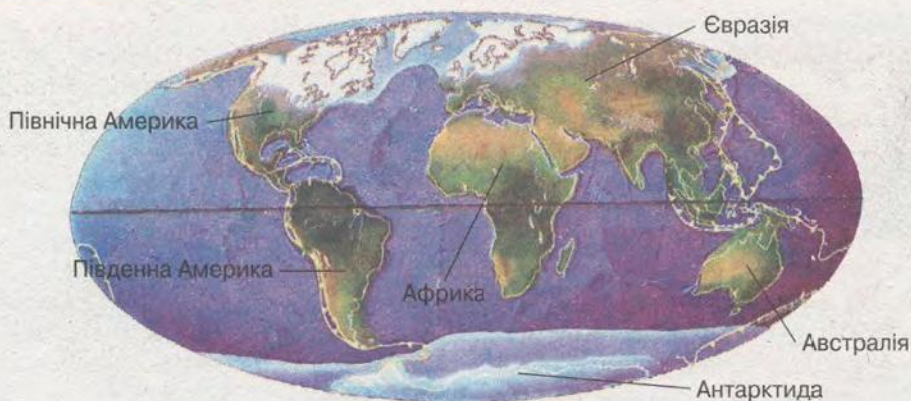
Які події відбувалися в антропогеновому (четвертинному) періоді?

Антропогеновий (четвертинний) період (2,6 млн років тому і до сьогодні) складається з двох епох – *плейстоценової* (закінчилась 11 тис. років тому) та сучасної, або *голоценової*. Предки сучасних коней незадовго перед зледенінням мігрували з Північної Америки до Азії через перешийок на місці нинішньої Берингової затоки, а згодом розселились у Європу та Африку, де від них виникли коні, осли та зебри.

Близько 1,7 млн років тому африканські австралопітеки вимирають. У цей час у Східній Африці виникає від невідомих предків *Людина прямоходяча*. Згодом цей вид розселився до Азії. Різні його географічні популяції отримали назви пітекантропів, синантропів та ін. Усі вони вимерли не пізніше ніж 300 тис. років тому; саме в цей час з'являється вид *Людина розумна*. Цей вид мав два підвиди, які чітко різнилися між собою особливостями будови: неандертальці та кроманьйонці (останні близькі до сучасної людини).

Протягом *плейстоцену* сталося п'ять зледенінь (мал. 44.7); у Північній Америці вимерли всі копитні та багато інших груп. Унаслідок цього великі простори Північної півкулі були охоплені тундрами, де розвинулась специфічна біота. Основу її склали трав'янисті покритонасінні, мохи та лишайники. Із ссавців для неї характерні лемінги, песець, північний олень та вівцебек (дожили до наших днів), а також нині вимерлі покритий шерстю слон – мамут¹, шерстистий носоріг, великорогий олень, печерний ведмідь, смілодон (мал. 44.8) та ін. У цю епоху розпочалась активна господарська діяльність людини: полювання, рільництво, скотарство.

¹ У побуті та популярній літературі мамутів часто називають мамонтами. Мамонт – нині забуте чоловіче ім'я, а мамут (від лат. *Mammuthus*) – назва роду викопних слонів.



Мал. 44.7. Карта Землі останнього зледеніння

У голоцені остаточно сформувались сучасні обриси суходолу, мережа водойм, географічні зони. Він розпочався після звільнення Європи та Азії від льодовика. Приблизно 5–6 тис. років тому виникають перші держави і міста, а в ХІХ ст. формуються промислові комплекси.

Діяльність людини є **провідним сучасним фактором еволюції**. Вона проявляється в знищенні природних екосистем унаслідок вирубування лісів, створення водосховищ, поселень, промислових центрів, агроценозів, забруднення довкілля промисловими відходами; зміни газового складу атмосфери (підвищення вмісту вуглекислого газу, окислів сірки, азоту тощо, порушення цілісності озонового шару), виснаження ґрунтів.

Місце стабільних екосистем з високою видовою різноманітністю займають лісові насадження та агроценози з незначним числом видів. Це при-



Мал. 44.8. Тварини плейстоцену: 1 – мамут; 2 – шерстистий носоріг; 3 – великорогий (ісландський) олень; 4 – печерний ведмідь; 5 – мегатерій (велетенський лінивцеві); 6 – смілодон (шаблезуба кішка)



Мал. 44.9. Види, що зникли за останні 300 років: 1 – тарпан – дикий кінь; 2 – стеллерова корова; 3 – дикий кінь Пржевальського (залишився тільки на заповідних територіях); 4 – тур (наскельний малюнок); 5 – епіорніс; 6 – моа; 7 – дронт (нелітаючий птах)

зводить до неспряженої еволюції екологічно пластичних видів фітофагів, які стають шкідниками культурних рослин, а також всіляких бур'янів. Зростання популяцій свійських тварин та самої людини стимулює еволюцію пов'язаних з ними паразитичних, кровосисних і синантропних видів. Така діяльність призводить до дестабілізації біосфери та її кризи з непередбаченими наслідками, безумовно катастрофічними для сучасних біот.

За останні 2–3 тисячі років унаслідок дії антропогенного фактору зникли сотні тисяч видів, більшість з яких так і не була відкрита науковцями. Лише за останні 300 років в Європі винищено дикого бика-тура, коня-тарпана, біля узбережжя Камчатки – морського ссавця стеллерову корову, у Монголії – коня Пржевальського, на о-ві Мадагаскар – 8 видів нелітаючих птахів епіорнісів, у Новій Зеландії – 20 видів безкільових птахів моа, 3 види нелітаючих голубів-дронтів на Маскаренських о-вах в Індійському океані (мал. 44.9). До 20 % видів комах, 80 % земноводних і плазунів, 30 % птахів і ссавців у наш час перебувають під загрозою повного вимирання.

Зниження видового різноманіття, спричинене як наслідками господарської діяльності людини, так і прямим винищенням з її боку цінних для неї видів, – один із чільних факторів, що викликають дестабілізацію біогеоценозів та їхній розпад.

Зрозуміло, що лише негайний перехід до гармонічного включення господарської діяльності людини до біосфери, тобто створення *ноосфери*, може відвернути загрозу *екологічної катастрофи*. Самі лише природоохоронні заходи без докорінної зміни світогляду людини та принципів ведення її господарства можуть лише дещо віддалити цю загрозу.

Нові терміни та поняття.

Кайнозойська ера, австралопітеки, неандертальці, кроманьйонці



Запитання для повторення: 1. Як можна охарактеризувати основні риси фауни і флори Землі кайнозойської ери? 2. Які основні еволюційні події від-

бувалися в палеогеновий період? 3. Охарактеризуйте основні еволюційні події неогенового періоду. 4. Які основні еволюційні події відбувалися в антропогеновий період?

Проблемне завдання. Поміркуйте, під впливом яких чинників виникають нові збудники захворювань людини.

! ТЕМАТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЗНАТЬ

I. Із запропонованих відповідей виберіть одну правильну:

1. Укажіть, як називають систему поглядів про незмінність живої природи з часів її виникнення: а) еволюційним вченням; б) гіпотезою панспермії; в) гіпотезою перерваної рівноваги.

2. Укажіть, як називають гіпотези походження життя, які засновані на тому, що жива матерія виникла з неживої: а) біогенетичними; б) абіогенетичними; в) панспермією.

3. Назвіть учених, які висунули біохімічну (абіогенетичну) гіпотезу виникнення життя: а) С. Арреніус та В. Вернадський; б) О. Опарін та Д. Холдейн; в) Л. Пастер та Р. Вірхов; г) Е. Геккель та К. Тимірязєв.

4. Укажіть період, у якому сформувалися перші наземні біогеоценози: а) силурійський; б) кембрійський; в) ордовіцький; г) девонський.

5. Укажіть предків ссавців: а) певні групи динозаврів; б) певні групи звірозубих ящерів; в) кистепері риби; г) певні групи крокодилів.

6. Укажіть період, у якому з'явився вид Людина розумна: а) юрський; б) крейдяний; в) палеогеновий; г) антропогеновий.

II. Завдання на встановлення відповідності:

1. Встановіть відповідність між ерами та періодами історичного розвитку біосфери:

Ери	Періоди
А. Протерозойська	1. Неогеновий
Б. Палеозойська	2. Девонський
В. Мезозойська	3. Крейдяний
Г. Кайнозойська	4. Вендський
	5. Архейський

2. Визначте, у які ери та періоди геологічної історії планети Земля виникли ті чи інші групи організмів:

Ери та періоди	Групи організмів
А. Тріасовий період мезозою	1. Ряд Хижі
Б. Юрський період мезозою	2. Австралопітеки
В. Крейдяний період мезозою	3. Археоптерикс
Г. Палеогеновий період кайнозою	4. Динозаври
Д. Неогеновий період кайнозою	5. Покритонасінні
	6. Кісткові риби

III. Відкриті запитання:

1. Чому саме одну з груп звірозубих ящерів розглядають як можливих предків ссавців?
2. Відомо, що є первинноводні тварини (предки яких ніколи не залишали водойм) та вторинноводні (предки яких повернулися до існування у водоймах). Як можна довести, що такі групи тварин, як китоподібні, морські черепахи чи змії є вторинноводними тваринами?
3. У який період історичного розвитку Землі біосфера зайняла сучасні межі і чому?
4. Як можна довести те, що життя виникло саме у водоймах? Відповідь обґрунтуйте.
5. Які умови сприяли виходу організмів на суходіл?
6. Чим, з точки зору сучасних еволюційних поглядів, можна пояснити вимирання видів у процесі еволюції до появи людини?

УЗАГАЛЬНЕННЯ КУРСУ

Питання про появу і суть життя здавна хвилювали вчених, філософів і широкі верстви населення; це зрозуміло, адже ми й самі – живі істоти. Незважаючи на бурхливий розвиток біологічних наук, застосування фізико-хімічних методів досліджень, методів молекулярної біології, генної та клітинної інженерії, електронної мікроскопії та складної обчислювальної техніки, сутність життя досі залишається загадковою для людства. Сучасна наука не здатна штучно створити навіть найпростіший живий організм, невідомі точні причини старіння й смерті, причини появи життя на нашій планеті. Тому дотепер визначення життя має описовий характер і складається з перерахування його основних форм і властивостей:

1. Живі організми складаються з тих самих хімічних елементів, що й неживі тіла. На відміну від неживої природи, процентне співвідношення хімічних елементів у всіх живих істотах практично однакове. Чотири **органогенні елементи** (Карбон, Оксиген, Гідроген, Нітроген) становлять до 98 % біомаси; близько 1,9 % припадає на 8 **макроелементів** (Фосфор, Сульфур, Хлор, Калій, Натрій, Кальцій, Магній, Ферум), а 0,1 % – на частку більш ніж 30 **мікроелементів** (Алюміній, Купрум, Цинк, Молібден, Кобальт, Нікель, Стронцій, Йод, Селен, Флуор, Бром, Бор та ін.).

2. Живі істоти складаються з особливих, переважно високомолекулярних, органічних сполук, води й деяких інших неорганічних речовин. Серед органічних речовин основні – це білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи й ліпіди. З неорганічних речовин виняткове значення має вода, що становить 60–99 % біомаси різних організмів, а також солі та неорганічні кислоти.

3. Обмін речовинами та енергією з навколишнім середовищем – необхідна умова існування живих систем. Дві його сторони – асиміляція й дисиміляція, взаємно врівноважуючись, забезпечують динамічну сталість будови та властивостей внутрішнього середовища біологічних систем (**гомеостаз**), що складає основу їхньої здатності до **саморегуляції**.

4. Жива матерія характеризується різними взаємозалежними рівнями організації: молекулярним, клітинним, організмовим, популяційно-видовим, екосистемним, або біогеоценотичним, і біосферним. Інтеграція взаємодій окремих складових кожного рівня зменшується від нижчого до вищого.

5. Живій матерії властива дискретність. Це означає, що на будь-якому рівні організації обов'язково існують структурно-функціональні одиниці – молекули, клітини, організми, популяції, біогеоценози.

6. Живі істоти здатні до розмноження, росту та індивідуального розвитку. Неперервність життя забезпечують **життєві цикли**. Усі нові клітини та організми утворюються, незважаючи на розмаїтість способів розмноження, винятково з материнських клітин.

7. Спадкова інформація (генотип) закодована у вигляді певної послідовності нуклеотидів молекул нуклеїнових кислот (ДНК чи вірусної РНК). Під час поділу клітини вона або повністю (мітотичний поділ), або частково (мейотичний поділ) передається кожній з дочірніх клітин.

8. Генотип реалізується у фенотипі під час матричного синтезу білків і може змінюватися за рахунок мутацій і рекомбінацій. Фено-

тип формується за рахунок взаємодії генотипу організму з факторами навколишнього середовища.

9. Процеси життєдіяльності клітин забезпечуються органелами, а більшість багатоклітинних організмів – ще й тканинами та органами. Для всіх живих істот характерна подразливість; функції більшості багатоклітинних тварин регулюють нервова (шляхом рефлексів), ендокринна (за допомогою гормонів та інших біологічно активних речовин) та імунна системи, тоді як у рослин і грибів – біологічно активні речовини (фітогормони та ін.).

10. Еволюція – процес виникнення адаптацій організмів до змін навколишнього середовища в послідовних рядах поколінь. Здатність живих істот та надорганізованих живих систем пристосовуватись до умов середовища – показник ступеня їхньої екологічної пластичності. Процес адаптацій відбувається в елементарних еволюційних одиницях (популяціях) у середовищі біогеоценозів. Темпи еволюції залежать від швидкості змін умов довкілля; вони різко зростають під час *біоценотичних криз*. Процес еволюції необоротний.

11. Біологічний прогрес будь-якого виду залежить від його здатності підтримувати оптимальну густоту (гомеостаз) окремих популяцій. Вимирання або виживання виду під час біоценотичних криз залежить від його здатності швидко пристосовуватися до змін середовища (*еволюційна пластичність*). Тому історичний час існування як окремого виду, так і надвидових груп (родів і т. д.) не залежить від ступеня морфологічного ускладнення та частоти зміни поколінь.

12. Біопродуктивність і біорізноманітність біосфери в періоди між кризами є відносно стабільними показниками. Їх визначають максимально можлива продуктивність автотрофів і максимально повне засвоєння продуктів їхньої асиміляції в ланцюгах живлення.

13. Живі системи всіх рівнів організації можуть нормально функціонувати лише за умови підтримання їхнього гомеостазу. Порушення гомеостазу хоча б на одному із цих рівнів веде до структурно-функціональних змін на всіх інших.

14. Найменш інтегровані та, відповідно, уразливі для зовнішніх впливів популяційно-видовий, екосистемний, або біогеоценотичний, і біосферний рівні. Зниження біорізноманіття призводить до дестабілізації біогеоценозів, руйнування ланцюгів живлення та зрештою спричиняє біоценотичні кризи. У свою чергу це може викликати біосферну кризу. Найзгубніше впливають на стабільність надорганізованих біологічних систем фактори, інтенсивність дії яких неперіодично змінюється і виходить за межі витривалості біологічних систем, насамперед *антропогенні*.

Можливості й перспективи застосування досягнень біології у забезпеченні існування людства. Біологічні дослідження необхідні для створення наукових основ прогнозування та планування розвитку стабільного процвітаючого людського суспільства майбутнього. Для цього необхідно відвернути наявну загрозу біосферної кризи, яку в пресі часто називають «екологічною». Специфічність загрози сучасної біоценотичної кризи, як і всіх майбутніх, – у змінах біосфери, викликаних господарською діяльністю людини.

Для створення екологічно стабільного суспільства, тобто ноосфери, людство повинне в найближчому майбутньому взяти під контроль стрімке зростання народонаселення; замість використання невідновних ресурсів експлуатувати відновні; впровадити екологічно обґрунтовані технології збільшення виробництва продуктів харчування; припинити знищення первинних лісів і перейти до промислового використання вторинних і штучних лісонасаджень з наступним їхнім відновленням; зменшувати об'єми стічних вод, запроваджувати надійні способи очищення та постійний контроль за їхньою якістю, створювати замкнені системи водопостачання промислових та енергетичних об'єктів; здійснювати ефективний захист і відновлення природних екосистем.

Одне з важливих завдань біології – це вивчення біорізноманіття істот нашої планети. Воно далеко не завершене: учені-систематики вважають, що невідомими науці залишаються не менш мільйона видів нині існуючих живих організмів.

У майбутньому селекціонери будуть ще ширше застосовувати штучні мутації для отримання високопродуктивних сортів сільськогосподарських рослин та промислових штамів мікроорганізмів. Штучні мутації також необхідні для розроблення генетичних методів контролю чисельності популяцій шкідливих організмів, що в майбутньому унеможливить масове розмноження цих видів в агроценозах і людських поселеннях.

Значні перспективи має *генетична (генна) інженерія*. Крім практичних напрямів (підвищення продуктивності штамів мікроорганізмів, перенесення в клітини прокаріотів генів еукаріотів, які відповідають за синтез важливих сполук – вітамінів, гормонів, ферментів тощо), у майбутньому вона зможе розв'язувати глобальні проблеми. Так, у галузі боротьби зі спадковими захворюваннями будуть знайдені методи вилучення з хромосом алельних генів – носіїв інформації про ці захворювання, із заміною на безпечні алелі, та інші способи відповідних змін генотипу, а також штучні антимутаційні засоби для зниження частот нових, насамперед шкідливих, мутацій. Перенесення генів бульбочкових бактерій, які визначають здатність до фіксування атмосферного азоту, до каріотипу вищих рослин дало б можливість значної економії коштів, які витрачаються на виробництво і внесення азотних добрив, а також знизило б небезпеку забруднення довкілля нітратами. Для подальшого розвитку генетичної інженерії створюють банки генів – колекції генів різноманітних організмів, вбудованих у плазміди.

Широко застосовуватимуть у майбутньому генетично змінені, так звані *трансгенні*, або *генетично модифіковані, організми*. Методами генетичної інженерії в геном рослин вводять певні гени, які забезпечують стійкість до дії пестицидів, шкідників, інших несприятливих факторів довкілля тощо. Так, створені сорти картоплі, до каріотипу яких були приєднані бактеріальні гени, що робить цю рослину неістотною для колардського жука. Генетично змінені організми часто характеризуються високою продуктивністю і плодючістю, що може допомогти розв'язати проблему забезпечення людства продуктами харчування. Утім, широке застосування таких організмів потребує додаткових досліджень.

Багато очікують у майбутньому від такої галузі біотехнології, як *клітинна інженерія*. Унаслідок штучного поєднання соматичних клітин ор-

ганізмів різних видів, що можуть належати до різних родин та рядів, буде отримано багато високопродуктивних гібридів. Гібридизація соматичних клітин дає можливість створювати препарати, які підвищують стійкість організму до різноманітних інфекцій, високопродуктивні популяції породи, сорти та штами промислових і сільськогосподарських організмів тощо.

Завдяки виділенню соматичних клітин з організму та перенесенню на поживні середовища вже створюють культури клітин (тканин) для отримання цінних речовин, що значно зменшить собівартість і припинить вилучення цілющих рослин та інших організмів з природи. Крім того, оскільки соматичні клітини містять всю спадкову інформацію, притаманну особині, існує можливість вирощування з них значної кількості нащадків з ідентичними спадковими властивостями, тобто клонування.

Застосування *стовбурових клітин* у медицині дасть можливість лікувати різноманітні захворювання, зокрема онкологічні, відновлювати ушкоджені органи, омолоджувати організм тощо.

На прощання автори цієї книжки бажають вам успіхів у вивченні та збереженні різноманітного та чудового світу живої природи.

ТЛУМАЧНИЙ СЛОВНИК ТЕРМІНІВ І ПОНЯТЬ

Абіогенез (від грец. *a* – заперечна частка, *біос* – життя та *генезис* – походження) – загальна назва гіпотез про виникнення *життя* із неживої матерії.

Автогенез (від грец. *аутос* – сам та *генез*) – пояснення *еволюції* як наслідок дії лише внутрішніх чинників *організму*.

Агроценоз (від грец. *агрос* – поле та *койнос* – загальний) – збіднене видами угруповання *рослин, тварин, грибів* і мікроорганізмів, створене людиною для одержання сільськогосподарської продукції.

Адаптації (від лат. *адапто* – пристосувую) – пристосування *організмів* до умов середовища існування.

Адаптивна радіація (від лат. *адапто* та *радіаціо* – розходження, розповсюдження) – зростання різноманіття *видів* шляхом *дивергенції* внаслідок виникнення пристосувань нащадків спільних предків до різних умов довілля.

Акліматизація (від лат. *ад* – до та грец. *кліматос* – нахил) – пристосування певного *виду* до умов місцевості, де він раніше не мешкав.

Акросома (від грец. *акрон* – вершина, кінець та *сома* – тіло) – особлива *органела* на кінці *головки сперматозоїда*, утворена з елементів *комплексу Гольджі*, яка забезпечує проникнення *сперматозоїда* в *яйцеклітину*.

Алельні гени (від грец. *алельон* – один одного, взаємно та *генос* – рід) – різні варіанти певного *гена*, які займають подібне положення (*локус*) у *гомологічних хромосомах* та визначають *різні варіанти певної ознаки*.

Алель (від грец. *алельон*) – один із можливих структурних станів *гена*.

Анабіоз (від грец. *анабіозіс* – оживлення) – стан *організму*, за якого відсутні помітні прояви життєдіяльності внаслідок майже повного гальмування *обміну речовин*.

Аналізуюче схрещування здійснюють між особинами, які мають *рецесивний*

та *домінантний* варіанти певної ознаки, з метою встановлення *генотипу* особини з доміантною ознакою.

Аналогії (від грец. *аналогія* – подібність) – схожість за будовою *органів*, які мають різне походження, але виконують однакові функції у неспоріднених *видах*.

Анізогамія (від грец. *анізос* – нерівний та *гамете* – дружина) – *копуляція* двох різних за будовою *гамет*.

Антеридії (від грец. *антерос* – квітучий) – *чоловічі статеві органи рослин*.

Ароморфоз (від грец. *айро* – піднімаю та *морфозис* – форма, зразок) – *еволюційне* перетворення, яке підвищує рівень організації *організму* в цілому і сприяє пристосуванню до різноманітних умов існування.

Ареал (від лат. *ареа* – площа, простір) – частина *біосфери*, яку населяють особини певного *виду* чи *систематичної групи*.

Архегонії (від грец. *архе* – початок та *гоне* – народження) – *жіночі статеві органи* більшості *вищих рослин* (за винятком *покритонасінних*).

Атавізми (від лат. *атавіс* – предок) – прояв ознак у окремих представників певного *виду*, притаманних їхнім предкам.

Аутбридинг (від англ. *аут* – ззовні та *бридинг* – розведення) – див. *неспоріднене схрещування*.

Аутосоми (від грец. *автос* – сам та *сома* – тіло) – всі *хромосоми каріотипу*, крім *статевих*.

Бейтсівська мімікрія – форма *мімікрії*, коли погано захищений вид зовні нагадує добре захищеного.

Бентос (від грец. *бентос*) – сукупність *організмів*, які мешкають на поверхні та у товщі дна водойм.

Біогенез (від грец. *біос* та *генезис*) – загальна назва гіпотез про життя як особливу форму матерії, яке відтворює саме себе та не може виникнути з неживих елементів.

Біогенетичний закон (закон Геккеля – Мюллера) (від грец. *біос* та *генезис*) – біологічна закономірність, яка полягає в тому, що *онтогенез* будь-якого *багатоклітинного організму* – це вкорочене і стисле повторення *філогенезу виду*, до якого цей *організм* належить.

Біогеохімія – біологічна наука про роль живої речовини в перетворенні оболонок Землі (утворення осадових порід, ґрунту, зміна газового складу атмосфери тощо).

Біогеографічні комплекси – угруповання *видів живих організмів*, характерні для різних природних зон і частин Землі.

Біогеографія (від грец. *біос*, *гея* – земля та *графос* – опис) – біологічна наука про закономірності розповсюдження на земній кулі *видів* й інших *систематичних груп* живих істот та їхніх *спільнот* – біогеографічних комплексів.

Біогеоценоз (від грец. *біос*, *гея* та *койнос* – загальний) – ділянка місцевості з однорідними умовами існування, населена взаємопов'язаними *популяціями* різних *видів*, які об'єднані між собою, та з фізичним середовищем життя *колообігом речовин* та потоком енергії; основу біогеоценозу становлять *фотосинтезуючі організми* – *фітоценоз*.

Біогеоценологія (від грец. *біос*, *гея*, *койнос* та *логос*) – біологічна наука про структуру, функціонування, саморегуляцію та саморозвиток багатовидових *угруповань організмів* (*біогеоценозів*) та *біосфери* в цілому.

Біоіндикація (від грец. *біос* – життя та лат. *індіко* – вказую) – метод оцінювання стану природних екосистем та штучних угруповань за наявністю чи відсутністю, густиною популяцій, особливостями будови та розвитку певних груп організмів. Як *організми-індикатори* обирають ті види, популяції яких чітко реагують на ті чи інші зовнішні впливи або процеси, що відбуваються в екосистемах.

Біологічний годинник – здатність *організмів* реагувати на плин часу, яка зумовлена внутрішніми біологічними ритмами (певною *переїодичністю* фізико-хімічних процесів, що відбуваються в клітинах).

Біологічний метод (біометод) – застосування у боротьбі з організмами-шкідниками їхніх природних ворогів (*паразитів*, *хижаків* тощо).

Біологічний прогрес – еволюційний розвиток певної систематичної групи, який супроводжується збільшенням *чисельності популяцій*, розширенням *ареалів* й утворенням нових *підвидів* та *видів* у межах певної групи.

Біологічний регрес – наслідок неспроможності певної групи пристосуватися до змін довкілля; проявляється у зменшенні *чисельності популяцій*, звуженні *ареалів* й може призвести до вимирання.

Біологія (від грец. *біос* та *логос*) – сукупність наук про живі істоти, їхню будову, різноманітність, процеси життєдіяльності, взаємозв'язки між собою та умовами навколишнього середовища, закономірності розповсюдження в *біосфері*, *онтогенез* та *життєві цикли*, *еволюцію* тощо.

Біом (від грец. *біос* та лат. *ома* – закінчення, що позначає певну сукупність) – сукупність різних *видів* і їхнього середовища життя (тобто *подібних біогеоценозів*) у межах певної ландшафтно-географічної зони.

Біомаса – маса особин *популяції*, що припадає на одиницю її площі або об'єму.

Біопродуктивність – *біомаса*, що створюється в певному *біоценозі* за одиницю часу: *первинна продуктивність* – *біомаса*, створена за одиницю часу *автотрофними організмами*; *вторинна продуктивність* – *біомаса*, створена за одиницю часу *гетеротрофними організмами*.

Біосфера (від грец. *біос* та *сфера*) – частина геологічних оболонок земної кулі (*атмосфери*, *гідросфери*, *літосфери*), заселена *живими організмами*: єдина глобальна екосистема нашої планети.

Біосферна криза – *біоценотична криза* в планетарному масштабі.

Біосферні заповідники – *заповідники*, які мають міжнародне значення і створюються для збереження у природному стані найтипівіших та унікальних природних комплексів *біосфери* та здійснення *екологічного моніторингу*.

Біота (від грец. *біоте* – життя) – сукупність різних *біомів* в певному біогеографічному підрозділі.

Біотехнологія (від грец. *біос*, *техне* – мистецтво, майстерність та *логос*) – сукупність промислових методів, які застосовують у виробництві різних речовин із використанням *організмів* та *біологічних процесів* чи явищ.

Біотичні зв'язки – будь-які взаємодії між різними організмами, що впливають на їхню життєдіяльність.

Біотоп (від грец. *біос* та *топос* – місце) – певна ділянка *біосфери* з однорідними умовами існування, яку займає біоценоз.

Біохімічна гіпотеза (гіпотеза Опаріна–Холдейна) – *абіогенна* гіпотеза виникнення життя на основі позаорганізмового синтезу органічних сполук із неорганічних в певних умовах водоюм початку *архейської ери* через стадію *коацерватних краплин*.

Біоценоз (від грец. *біос* та *койнос*) – угруповання *популяцій організмів* різних *видів*, які населяють певну ділянку *біосфери* з однорідними умовами існування (*біотоп*) і тісно взаємодіють між собою.

Біоценотична криза – руйнування з різних причин зрілих *біогеоценозів*, яке характеризується масовим вимиранням *видів ценофілів* та наступним формуванням нових *біогеоценозів* за рахунок *ценофобів*, що супроводжується різким прискоренням *темпів еволюції*.

Близнюки – всі нащадки, що народились одночасно від однієї матері або вилупились з однієї *яйцекладки*: *однойцеві близнюки* – *організми*, що розвинулись із різних *бластомерів* однієї *зиготи*; *різнойцеві близнюки* – *близнюки*, що виникли із різних *зигот*. **Близнюковий метод генетичних досліджень** – вивчення та порівняння *фенотипів однойцевих близнюків*, що розвивалися у різних умовах.

Боротьба за існування (одне з положень *дарвінізму*) – усі взаємовідносини живих істот із навколишнім середовищем. Її причиною є здатність *організмів* до збільшення своєї чисельності за рахунок *розмноження*, яка не

забезпечена наявністю засобів до існування для більшості нащадків, що внаслідок цього гинуть: **боротьба за існування з факторами неживої природи** призводить до загибелі більшої частини особин унаслідок дії на них різноманітних *абіотичних екологічних факторів*; **внутрішньовидова боротьба за існування** відбувається між особинами одного виду за їжу, місця розмноження тощо; **міжвидова боротьба за існування** відбувається між особинами різних видів.

Бройлери – *гібридні* (переважно *гетерозисні*) курчата м'ясних *порід*.

Бурштин – скам'яніла *смола хвойних дерев крейдяного – палеогенового періодів*.

Взаємодія екологічних факторів – явище, коли *оптимум* та *межі витривалості організмів* стосовно будь-якого *екологічного фактора* можуть зсуватися у певний бік залежно від того, з якою силою і в якому поєднанні діють інші *фактори*.

Віддалена гібридизація – схрещування особин, які належать до різних *видів* чи *родів*.

Вид – сукупність *популяцій* особин, подібних між собою за будовою, функціями, положенням у *біогеоценозі* (*екологічна ніша*), які населяють певну частину *біосфери* (*ареал*), вільно схрещуються між собою в природі, дають плідних нащадків і не *гібридизуються* з іншими видами.

Видове різноманіття – сукупність *популяцій* різних *видів*, які входять до складу певного *біогеоценозу*.

Видоутворення – *еволюційний* процес виникнення нових *видів*.

Внутрішнє прагнення організмів до прогресу – у гіпотезі Ж.-Б. Ламарка – *фактор еволюції*, що не залежить від довкілля та спричинює значні ускладнення будови *організмів*.

Газова функція живої речовини – зміни, які спричинює діяльність живих істот у газовому складі *атмосфери, гідросфери* та *грунту*.

Гамети (статеві клітини) (від грец. *гамете* – дружина або *гаметес* – чоло-

вік) – клітини, що беруть участь у копуляції та мають порівняно із соматичними клітинами даного організму половинний набір хромосом.

Гаметогенез (від грец. *гамете* або *гаметес* та *генезис*) – процес утворення статевих клітин (*гамет*), який проходить послідовні стадії розмноження, росту, дозрівання та формування.

Гаметофіт (від грец. *гамете* або *гаметес* та *фітон* – рослина) – статеве покоління рослин, у яких відбувається чергування поколінь.

Гаплоїдний набір хромосом (від грец. *гаплоос* – поодинокий) – хромосомний набір ядра, у якому всі хромосоми відрізняються між собою (умовно позначається $1n$, де n – кількість хромосом).

Гастрєя (від грец. *гастер* – шлунок) – на думку Е. Геккеля, гіпотетична первісна багатоклітинна тварина, що виникла від колоніальних джгутикових та нагадувала гастрюлу.

Ген (від грец. *генос* – рід) – ділянка молекули ДНК (у деяких вірусів – РНК), що містить інформацію про первинну структуру молекул поліпептиду, білка, певного типу РНК або взаємодіє з регуляторним білком, тобто є елементарним носієм спадкової інформації: регуляторні гени слугують місцем приєднання ферментів й інших біологічно активних сполук та впливають на активність структурних генів; структурні гени кодують структуру білків та РНК.

Генеалогічний метод генетичних досліджень – встановлення характеру успадкування ознак за допомогою вивчення родоводів організмів.

Генеративні клітини (від лат. *генеро* – породжую, виробляю) – клітини, призначені для статевого чи нестатевого розмноження (наприклад, гамети).

Генетика (від грец. *генезис*) – наука про закономірності спадковості і мінливості організмів.

Генетика популяцій вивчає генофонди природних популяцій, а також генетичні процеси, які в них відбуваються.

Генетична інженерія – галузь генетики та біохімії, яка розробляє методи перебудови геномів організмів шляхом вилучення або введення окремих генів

чи їхніх груп; штучного синтезу генів тощо.

Геном – сукупність послідовностей молекул ДНК гаплоїдного набору хромосом організмів певного виду.

Генотип (від грец. *генос* і *типос* – відбиток) – сукупність генетичної інформації, закодованої в генах клітини або організму в цілому.

Генофонд (від грец. *ген* та франц. *фонд* – основа) – сукупність усіх генів та їхніх алелів особин певної популяції, групи популяції або виду.

Гермафродитизм (від імені міфологічної істоти давніх греків – *Гермафродита* – напівчоловіка, напівжінки) – явище, коли жіночі та чоловічі статеві клітини утворюються в одному організмі.

Геронтологія (від грец. *геронтос* – дід і *логос*) – наука, що вивчає проблеми старіння.

Гетерозигота (від грец. *гетерос* – інший, другий та *зиготос* – сполучений разом) – диплоїдна або поліплоїдна клітина (особина), гомологічні хромосоми якої вміщують різні алелі певного гена.

Гетерозис (від грец. *гетероіозис* – зміна, перевтілення) – явище, за якого перше покоління гібридів, одержаних шляхом неспорідненого схрещування, має підвищені життєздатність та продуктивність порівняно з батьками.

Гібриди (від грец. *гібрида* – суміш) – нащадки від схрещування батьків, які відрізняються між собою набором спадкової інформації.

Гібридологічний метод у генетиці полягає в схрещуванні (гібридизації) організмів, які відрізняються за певними варіантами однієї чи кількох ознак.

Гібридологічний аналіз – дослідження характеру успадкування варіантів ознак за допомогою системи схрещувань.

Гібридизація – див. *схрещування*.

Гідробіонти (від грец. *хідор* та *біонтос* – той, що живе) – мешканці водойм.

Гідросфера (від грец. *хідор* та *сфера*) – водна оболонка Землі, тобто сукупність усіх водойм (океанів, морів, річок, озер тощо).

Гомозигота (від грец. *гомос* – рівний, однаковий та *зиготос*) – диплоїдна або

поліплоїдна клітина (особина), гомологічні хромосоми якої вміщують однакові алелі певного гена.

Гомології (від грец. *гомологія* – відповідність) – подібність загального плану будови органів різних видів, зумовлена їхнім спільним походженням, хоча внаслідок адаптації до тих чи інших умов існування такі органи зовні можуть значно різнитися між собою.

Гомологічні хромосоми – хромосоми однієї пари, які мають однакові розміри, будову та набір генів.

Градації (від лат. *градатіо* – поступове підвищення) – уявлення Ж.-Б. Ламарка про безперервні переходи організмів від нижчого щабля організації до вищого як єдиний напрям еволюції.

Група зчеплення – сукупність генів певної хромосоми.

Густота популяції – середнє число особин, що припадає на одиницю площі або об'єму, які займає популяція.

Ґрунт – верхній родючий шар літосфери, створений завдяки діяльності живих організмів.

Ґрунтова біологія – біологічна наука про угруповання організмів ґрунту.

Дальтонізм – спадкове порушення кольорового зору людини, яке проявляється у нездатності розрізняти деякі кольори; передається зчеплено зі статтю.

Дарвінізм – гіпотеза Ч. Дарвіна, згідно з якою еволюція організмів відбувається на підставі спадкової мінливості під дією боротьби за існування, наслідком якої є природний добір.

Демонстрація – явище, коли забарвлення і поведінка тварин роблять їх помітними на тлі довкілля.

Дивергенція (від лат. *диверго* – відхилюсь, відхожу) – явище розходження ознак у нащадків спільного предка як наслідок пристосувань особин предкового виду до різних умов довкілля.

Дизруптивний добір (від лат. *дизруптус* – розірваний) спрямовує мінливість у двох, рідше кількох різних напрямках, однак не сприяє середнім ступеням прояву варіантів ознак.

Диплоїдний набір хромосом (умовно позначається $2n$, де n – кількість хро-

мосом у гаплоїдному наборі) – хромосомний набір ядра, у якому є по дві гомологічні хромосоми, що належать до кожної пари.

Диференціація (від лат. *диференція* – відмінність, особливість) – виникнення відмін у будові і функціях клітин, тканин та органів під час онтогенезу.

Добові ритми – зміни інтенсивності фізіологічних процесів живих організмів, поведінки тварин тощо в різні пори доби.

Домінантний алель (від лат. *домінантіс* – панівний) – алель, який кодує варіант ознаки, що проявляється у фенотипі гетерозиготних за цим геном особин (умовно позначається великою літерою латинського алфавіту – А, В, С, D тощо).

Домінантні види (від лат. *домінантіс*) – види, популяції яких у даному біоценозі найчисленніші.

Домінування (від лат. *домінантіс*) – явище пригнічення прояву одного алеля іншим.

Дрейф генів (від голланд. *дрівен* – плавати, гнати) – неспрямована зміна частот зустрічальності певних алелів у популяції під впливом випадкових причин.

Дроблення – ряд послідовних міотичних поділів зиготи або незаплідненої яйцеклітини, за якого утворені клітини (бластомери) в інтерфазах не ростуть: неповне дроблення відбувається у багатих на жовток яєць, коли лише частина зиготи поділяється на бластомери; нерівномірне дроблення – явище, коли після кожного поділу виникають великий і малий бластомери; повне дроблення відбувається у збіднених на жовток яєць, коли вони повністю розпадаються на бластомери; рівномірне дроблення – явище, коли утворені бластомери приблизно однакові за розмірами.

Еволюційна екологія – біологічна наука про історичні зміни біогеоценозів та біосфери в цілому.

Еволюційне вчення – біологічна наука про чинники (фактори), механізми, загальні закономірності та наслідки еволюції.

Еволюційний потенціал – потенційна здатність певного *виду* досягнути біологічного прогресу в змінених умовах довкілля.

Еволюція (від лат. *еволютіо* – розгортання) – процес необоротних змін будови та функцій живих істот протягом їхнього історичного існування; її наслідком є пристосованість організмів до умов довкілля.

Еврибіонтні види (від грец. *еврис* та *біонт* – той, що живе) – види, які можуть жити в широкому діапазоні коливань інтенсивності різноманітних екологічних факторів.

Едифікатори (від лат. *едифікатор* – будівник) – домінуючі види переважно рослин, які відіграють провідну роль у структурі і функціонуванні біогеоценозу.

Екологія (від грец. *ойкос* – дім та *логос*) – біологічна наука про взаємозв'язки живих організмів та їх угруповань між собою та довкіллям, про структуру та функціонування надорганізмових біологічних систем.

Екологічна валентність – діапазон інтенсивності дії того чи іншого екологічного фактора, в якому можливе існування певного *виду*.

Екологічна ніша – притаманне кожному *видові* унікальне положення в біогеоценозах, яке є наслідком його взаємодії із сукупністю екологічних факторів.

Екологічна піраміда – графічне відображення трофічної структури ланцюга живлення: екологічна піраміда біомаси відображає кількісні закономірності передачі біомаси від одного трофічного рівня ланцюга живлення до іншого; екологічна піраміда енергії відображає кількісні закономірності передачі енергії від одного трофічного рівня ланцюга живлення до іншого; екологічна піраміда чисел відображає співвідношення кількості особин між різними трофічними рівнями ланцюга живлення.

Екологічні фактори – всі компоненти довкілля, які впливають на живі організми та їх угруповання: абіотичні екологічні фактори – складові неживої природи; антропогенні (антропічні) екологічні фактори – різні форми господарської діяльності людини; біотич-

ні екологічні фактори – різні форми взаємозв'язків між особинами в популяціях і між популяціями в угрупованнях.

Екосистема (від грец. *ойкос* та *система* – об'єднання, сполучення) – сукупність популяцій різних *видів*, які взаємодіють між собою та з фізичним середовищем існування таким чином, що виникає потік енергії та колообіг речовин.

Ектогенез (від грец. *ектос* – зовні та *генезис*) – еволюційні погляди, що визнають факторами еволюції лише зовнішні стосовно біологічної системи чинники.

Ектодерма (від грец. *ектос* та *дерма* – шкіра) – зовнішній зародковий листок багатоклітинних тварин.

Ектопаразити (від грец. *ектос* та *паразитос* – нахлібник) – паразити, що мешкають на поверхні організму хазяїна.

Елементарні фактори еволюції – згідно із синтетичною гіпотезою, це фактори еволюції, що діють в популяціях: хвилі життя, ізоляція, дрейф генів.

Елімінація (від лат. *елімо* – виношу за поріг, видаляю) – загибель особини на будь-якому етапі онтогенезу, коли вона не залишає нащадків.

Ембріологія (від грец. *ембріон* – зародок та *логос*) – біологічна наука про закономірності ембріонального періоду онтогенезу.

Ембріон (зародок) (від грец. *ембріон*) – стадія онтогенезу, що розвивається всередині яйця, насінини чи материнського організму.

Ембріональна індукція (від лат. *індукціо* – спонукання) – взаємодія між частинами зародка, коли одна з них визначає місце закладання і напрям розвитку іншої.

Ембріональний (зародковий) період онтогенезу – час, протягом якого новий організм (*ембріон*) розвивається всередині материнського організму або яйця, насінини тощо; завершується народженням (*вилупленням, проростанням*).

Ембріоналізація розвитку – явище продовження ембріонального періоду за рахунок живлення ембріона ресурсами материнського організму або жовтком яйця.

Ендемік (від грец. *ендемос* – місцевий) – вид чи інша систематична група з обмеженим ареалом.

Ендопаразити (від грец. *ендон* та *паразитос*) – паразити, що мешкають усередині організму хазяїна.

Ендосперм (від грец. *ендон* та *сперма* – сім'яна рідина) – тканина насіння, що містить поживні речовини для розвитку зародка.

Епістаз (від грец. *епістазіс* – зупинка, перешкода) – один із типів взаємодії між неалельними генами, за якого алель одного гена пригнічує фенотипний прояв алелі іншого.

Ерозія ґрунтів (від лат. *ерозіо* – роз'їдання) – зменшення товщі найродючішого верхнього шару ґрунтів унаслідок знесення вітром або водою.

Етапність (від франц. *етап* – перехід) історичного розвитку живого полягає в тому, що протягом кожного з послідовних геологічних періодів існували певні відносно стабільні флори і фауни, які на їхніх межах досить швидко (за кілька сотень тисяч років) замінювались іншими.

Етологічна структура популяцій тварин – система взаємозв'язків між особинами, що проявляється в особливостях їхньої поведінки.

Етологія (від грец. *етос* – характер, норв та *логос*) – біологічна наука про поведінку тварин.

Ємність середовища життя – спроможність довкілля забезпечити нормальну життєдіяльність для певної кількості особин популяції.

Життєва форма – тип морфологічних пристосувань організмів до умов середовища і певного способу життя. Чим екологічно пластичніша певна систематична група, тим ширшим спектром життєвих форм вона представлена.

Життєвий цикл – сукупність усіх фаз розвитку чи різних за будовою та проявами життєдіяльності поколінь організмів певного виду; відбувається між однаковими фазами розвитку двох чи більше послідовних поколінь: простий життєвий цикл завершується між дво-

ма поколіннями, які не відрізняються одне від одного; складний життєвий цикл відбувається з чергуванням різних за способом розмноження поколінь.

Заказники – природні території з обмеженою господарською діяльністю людини, створені для збереження і відтворення певних природних комплексів або окремих видів.

Загальна дегенерація (від лат. *дегенеро* – вироджуюсь) – явище спрощення будови організмів унаслідок еволюції, здебільшого характерне для паразитів і малорухомих видів.

Закон Геккеля – Мюллера – див. біогенетичний закон.

Закон гомологічних рядів спадкової мінливості полягає в тому, що споріднені види та роди характеризуються подібними рядами спадкової мінливості з такою правильністю, що, вивчивши ряд форм у межах одного виду чи роду, можливо передбачити знахідки форм із подібним поєднанням ознак у межах близьких видів чи родів.

Закон незалежного комбінування варіантів ознак полягає в тому, що при дигібридному чи полігібридному схрещуваннях розщеплення варіантів кожної ознаки у нащадків відбувається незалежно від інших.

Закон одноманітності гібридів першого покоління (закон домінування) полягає в тому, що у гібридів першого покоління у фенотипі проявляються виключно домінантні варіанти ознак. **Закон розщеплення ознак** полягає в тому, що при схрещуванні гібридів першого покоління між собою серед їхніх нащадків спостерігається явище розщеплення варіантів ознак: у фенотипі чверті особин проявляється рецесивний, а в трьох четвертих – домінантний варіанти певної ознаки.

Закон чистоти гамет стверджує, що у гібридного (гетерозиготного) диплоїдного організму кожна гамета містить лише один алельний ген з певної їхньої сукупності.

Запліднення – процес злиття двох гамет із утворенням зиготи: внутрішнє запліднення тварин відбувається в жіночих статевих органах; зовнішнє

запліднення тварин відбувається поза статевими шляхами жіночої статеві системи.

Заповідники – природоохоронні науково-дослідні установи загальнодержавного значення, які створюються з метою збереження у природному стані типових для даної місцевості або унікальних природних комплексів, вивчення природних процесів і явищ, що в них відбуваються, розробки наукових засад охорони природи.

Зародкові листки – зародкові тканини багатоклітинних тварин (ектодерма, мезодерма, ентодерма).

Зародок – див. *ембріон*.

Зграї – тимчасові рухомі угруповання тварин, які виникають для спільних міграцій, пошуків їжі тощо.

Зигота (від грец. *зиготос* – сполучений разом) – запліднена яйцеклітина. У ній завдяки злиттю зі спермієм (сперматозоїдом) відновлюється хромосомний набір, притаманний особинам даного виду.

Зона оптимуму (від лат. *оптимум* – найкраще) – сприятлива для організмів даного виду інтенсивність впливу певного екологічного фактору.

Зона песимуму (від лат. *песимум* – найгірше) – несприятлива для організмів даного виду інтенсивність впливу певного екологічного фактору.

Зоогеографія – біологічна наука про закономірності розповсюдження по земній кулі видів та інших систематичних груп тварин і їхніх угруповань.

Зоологічні парки – штучні місця утримання та розмноження тварин, створені для вивчення, збереження, акліматизації та ефективного господарського використання рідкісних й інших видів як місцевої, так і світової фауни, а також здійснення просвітницької роботи.

Зрілий (клімаксний) біогеоценоз має значне видове різноманіття, розгалужену трофічну сітку, розвинені механізми підтримання гомеостазу і здатний до саморегуляції та самовідтворення.

Зчлене успадкування – успадкування ознак, закодованих у генах однієї хромосоми.

Ідіоадаптація (від грец. *ідіос* – особливий, своєрідний та лат. *адаптаціо* – пристосування) – зміна будови організму, яка має характер пристосування до певних умов і не змінює його рівень організації.

Ієрархія (від грец. *ієрархія* – правління) – система поведінкових зв'язків між особинами у зграї, сім'ї або табуні, яка визначає черговість їх доступу до їжі, паруння тощо.

Ізогамія (від грец. *іzos* – рівний, подібний та *гамете*) – копуляція двох однакових за будовою гамет.

Ізоляція (від франц. *ізолясьйон* – розділення) – унеможливлення схрещувань між особинами одного виду в природі: за географічної ізоляції різні популяції роз'єднані непрохідним для них географічним бар'єром; за екологічної – всередині популяції виникають певні форми (*раси*) з різними вимогами до умов довкілля, що унеможлиблює схрещування між ними.

Інbredна депресія – результат спорідненого схрещування, що полягає в ослабленні або виродженні нащадків.

Інбридинг (від англ. *ін* – усередині та *бридинг* – розведення) – див. *споріднене схрещування*.

Інтеграція (від лат. *інтеграціо* – відродження, відновлення) – структурне об'єднання та узгодження дій окремих частин, що входять до складу цілісної системи (наприклад, клітин у багатоклітинному організмі).

Інтразональні біогеоценози – екосистеми, умови довкілля в яких постійно змінюються.

Інтродукція (від лат. *інтродукціо* – введення) – поселення певного виду в місцевість, де раніше він не мешкав (*акліматизація*) або де він був поширений у минулому (*реакліматизація*).

Каріотип (від грец. *каріон* та *тіпос* – форма, зразок) – специфічний для кожного виду набір хромосом ядра.

Катастрофізм (від грец. *катастрофа* – переворот) – гіпотеза Ж. Кюв'є про те, що живий світ Землі неодноразово знищав унаслідок геологічних зрушень (*катастроф*) і потім щоразу створювався знову.

Квартирантство – використання коменсалом для оселення організму хазяїна або частини його середовища життя.

Клон (від грец. клон – гілка, нащадок) – сукупність клітин або особин, які виникли від спільного предка нестатевим шляхом.

Когерентна еволюція (від лат. когерентіо – спряженість та еволюціо – розгортання) – спряжена еволюція різних систематичних груп, коли у кожній із них виникають пристосування до іншої.

Кодомінування (від лат. ко – разом та домінантіс) – явище, коли обидва алелі певного гена повністю проявляються у фенотипах гібридних особин.

Комбінативна мінливість – спадкова мінливість, спричинена рекомбінаціями алельних генів.

Коменсал (від лат. ком – з, разом та менса – стіл, трапеза) – організм певного виду, який використовує їжу чи житло організму іншого виду (хазяїна) для своїх потреб, не завдаючи тому відчутної шкоди.

Коменсализм (від лат. ком та менса) – тип взаємозв'язків різних видів, за якого один з них (коменсал) використовує їжу чи житло іншого (хазяїна), не завдаючи йому помітної шкоди.

Комплементарність генів (від лат. комплементум) – тип взаємодії генів, коли два або більше домінантні неалельні гени разом визначають ступінь розвитку певної ознаки.

Концентраційна функція (від лат. кон – префікс, що означає об'єднання та центрум – середина) живої речовини – здатність живих істот вбирати певні хімічні елементи з навколишнього середовища і накопичувати їх у своїх організмах.

Конкуренція (від лат. конкуренція – стикатись) – взаємозв'язки між особинами в популяціях одного (внутрішньовидова) або між популяціями різних видів (міжвидова), за яких використання певного ресурсу довкілля одним із конкурентів зменшує його доступність для інших.

Консументи (від лат. консумо – споживаю) – гетеротрофні організми, які споживають інші організми або їх рештки.

Кон'югація (від лат. кон'югатіо – сполучення) – загальна назва кількох форм статевого процесу: при кон'югації (тимчасовому з'єднанні) дві клітини прокаріотів обмінюються частинами молекул ДНК через цитоплазматичний місток; у деяких водоростей і грибів кон'югація відбувається шляхом злиття вмісту двох вегетативних клітин; у інфузорії кон'югація – обмін ядрами між двома клітинами.

Кон'югація гомологічних хромосом – зближення гомологічних хромосом при першому мейотичному поділі.

Копрофаги (від грец. копрос – екскременти та фагос) – тварини, що живляться послідом і гноєм.

Кочові види тварин – види, які залежно від змін умов довкілля відносно недалеко переміщуються у пошуках їжі, місць розмноження, зимівлі тощо.

Криптобіоз (від грец. криптос – прихований та біос) – стан організму, за якого процеси життєдіяльності значно уповільнені, але не повністю гальмуються (наприклад, зимова сплячка багатьох ссавців).

Кросинговер (перехрест хромосом) (від англ. кросинг-овер – перехрест) – обмін певними ділянками між гомологічними хромосомами при кон'югації останніх у профазі першого мейотичного поділу.

Ксерофіли (від грец. ксерос – сухий та філео) – тварини посушливих місць суходолу.

Ксерофіти (від грец. ксерос та фітон) – рослини, що населяють посушливі місця.

Ламаркізм – система еволюційних поглядів Ж.-Б. Ламарка про те, що в основі еволюції лежать виникнення спадкових пристосувальних змін під впливом умов довкілля та внутрішнє прагнення живих організмів до самовдосконалення (ускладнення).

Ланцюги живлення – послідовності, в яких організми одного виду, їх рештки або продукти життєдіяльності слугують об'єктом живлення організмів іншого виду. **Ланцюги живлення детритного типу (ланцюги розкладу)** починаються із споживання сапротрофами залишків організмів або продуктів їхньої

життєдіяльності; ланцюги живлення пасовищного типу (ланцюги виїдання) починаються із зелених рослин (продуцентів), послідовно включають трофічні рівні рослиноїдних тварин (консументів I порядку), хижаків (консументів II, III порядку тощо) і закінчуються редуцентами.

Летальний аелель (від лат. *Лета* – назва річки у міфічному царстві мертвих) – аелель, яка, проявляючись у фенотипі, призводить до загибелі організму.

Літораль (від лат. *літораліс* – береговий) – припливно-відпливна зона узбережжя, яка частину доби перебуває в повітряному, а частину – у водному середовищах.

Личинка – фаза непрямого розвитку тварин, яка істотно відрізняється від дорослих особин за будовою та способом життя.

Локус (від лат. *локус* – місце) – певна ділянка гомологічних хромосом, де розташовані алелі відповідного гена.

Макроеволюція (від грец. *макрос* – довгий та *еволюція*) – еволюційні процеси, що призводять до виникнення надвидових таксонів (рід, родина і т.д. аж до царства).

Маскування – явище, коли тварина, маючи захисні забарвлення і форму, приймає певне положення тіла, що нагадує предмети чи тло довкілля.

Межі витривалості (верхня та нижня) – величина інтенсивності дії екологічного фактору, за яким існування організмів певного виду стає неможливим.

Мезодерма (від грец. *мезос* – середній, проміжний та *дерма*) – середній зародковий листок більшості багатоклітинних тварин.

Мезофіли (від грец. *мезос* та *філео*) – тварини помірно зволжених місць суходолу.

Мезофіти (від грец. *мезос* та *фітон*) – рослини, які існують в умовах достатньої, але не надлишкової зволоженості ґрунтів.

Метаморфоз (від грец. *метаморфозис* – перетворення) – див. *непрямий розвиток*.

Міграції (від лат. *міграціо* – переселення, переміщення) – періодичні зміни

місць існування тварин на значні відстані, що здійснюються за сталими маршрутами.

Мігруючі види тварин – види, які періодично змінюють місця існування, значно віддалені просторово.

Міжнародна Червона книга – видання Міжнародного союзу охорони природи і природних ресурсів (МСОП), куди заносяться види, яким загрожує знищення.

Міжнародний союз охорони природи і природних ресурсів (МСОП) – неурядова організація, що координує зусилля урядів різних країн, наукових, освітніх і громадських організацій у галузі охорони природи; видає *Міжнародну Червону книгу*.

Мікроеволюція (від грец. *мікрос* – маленький та *еволюція*) – сукупність еволюційних процесів, які відбуваються в популяціях одного виду.

Мімікрія (від грец. *мімікос* – наслідувальний) – здатність до наслідування забарвлення чи форми добре захищених організмів погано захищеними.

Мінливість – здатність організмів набувати нових ознак та їхніх станів у процесі онтогенезу.

Місцеіснування виду – частина простору біогеоценозів, населена популяціями даного виду, яка забезпечує їх необхідними ресурсами.

Множинна дія генів (плейотропія) (від грец. *плейон* – численний та *тропос* – поворот, зміна) – явище, коли на прояв варіантів різних ознак впливає один алель.

Моделювання (від лат. *модулюс* – устрій, зразок) – метод дослідження та демонстрації структур, функцій, процесів за допомогою їхнього спрощеного відтворення (імітації).

Модифікаційна (неспадкова) мінливість (від лат. *модус* – міра, вид та *фаціо* – роблю) – зміни фенотипу, спричинені різними екологічними факторами та не пов'язані зі змінами генотипу.

Моніторинг (від лат. *монітор* – той, хто нагадує, попереджає) – постійне стеження за перебігом певних процесів в окремих екосистемах, біосфері в цілому чи за станом інших біологічних об'єктів.

Монофілія (від грец. *монос* та *філон* – вид, рід, плем'я) – походження будь-

якої *систематичної групи* від спільного предка.

Мутагени (від лат. *мутацио* – зміна та *генос*) – фактори довкілля різної природи (фізичні, хімічні, біологічні), здатні спричинити *мутації*.

Мутаційна мінливість – *спадкова мінливість*, спричинена *мутаціями*.

Мутації (від лат. *мутацио* – зміна) – стійкі зміни *генів* (точкові мутації), будови хромосом (хромосомні мутації) або кількості хромосом (геномні мутації), які виникають раптово.

Мутуалізм (від лат. *мутуус* – взаємний) – форма *симбіозу*, за якого кожен із співіснуючих *видів* дістає певну користь від іншого.

Мюллерівська мімікрія – форма *мімікрії*, коли кілька добре захищених *видів* нагадують один одного забарвленням і формою.

Народжуваність – кількість особин *популяції*, які народжуються за одиницю часу.

Нахлібництво – використання *коенсалома* залишків їжі або продуктів виділення *хазяїна*.

Національні природні парки – природоохоронні, науково-дослідні та культурно-просвітні установи, призначені зберігати цінні природні, а також історико-культурні комплекси та об'єкти, в яких дозволяються певні форми організованого відпочинку.

Національні Червоні книги містять списки *видів*, які потребують охорони на теренах окремих держав.

Нейроцель (від грец. *нейрон* та *койлома* – заглиблення, порожнина) – порожнина центральної нервової системи хордових.

Нейрула (від грец. *нейрон*) – *ембріон* хордових на етапі *нейруляції*.

Нейруляція (від грец. *нейрон*) – процес закладання *нервової трубки* у *ембріонів* хордових.

Нейстон (від грец. *нейстос* – плаваючий) – *організми*, які мешкають на межі водного та наземно-повітряного середовища, населяючи поверхневу плівку води.

Нейтралізм (від лат. *нейтер* – ніякий) – форма співіснування *популяцій* двох *видів*, за якої жоден з них не відчуває

на собі безпосереднього впливу іншого. **Некрофаги** (від грец. *некрос* – мертвий та *фагос*) – *тварини*, що живляться трупами.

Нектон (від грец. *нектос* – плаваючий) – *організми*, здатні до активного пересування в товщі води незалежно від напрямків течій.

Неокатастрофізм (від грец. *неос* – новий та *катастрофе* – переворот) – система *еволюційних* поглядів, яка базується на факті *етапності* розвитку життя на Землі.

Неоламаркізм (від грец. *неос*) – погляди сучасних вчених, в основі яких лежать *еволюційні* ідеї Ж.-Б. Ламарка.

Непрямі міжпопуляційні зв'язки в *біогеоценозах* полягають у тому, що одна *популяція* впливає на іншу опосередковано, через *популяції* інших видів.

Непрямий розвиток, або *метаморфоз* (від грец. *метаморфозіс* – перетворення), – тип *постембріонального розвитку тварин*, за якого новонароджена особина (*личинка*) істотно відрізняється за будовою від дорослої.

Неспоріднене схрещування (*аутбридинг*) (від англ. *аут* – поза та *бридинг*) – *гібридизація організмів*, які не мають спільних предків протягом останніх шести поколінь; його наслідком є зростання гетерозиготності нащадків.

Нестатеві клітини – див. *соматичні клітини*.

Ноосфера (від грец. *ноос* – розум та *сфера*) – новий стан *біосфери*, за якого розумова діяльність людини стає визначальним чинником її розвитку.

Норма реакції – межі *модифікаційної мінливості*, які визначаються *генотипом організму*.

Обмежуючий, або лімітуючий, фактор – *екологічний фактор*, інтенсивність дії якого виходить за межі *витривалості*. **Озоновий екран** (від грец. *озон* – пахучий) – тоненький шар *стратосфери* із газу *озону* (O₃).

Окисно-відновна функція живої речовини – окиснення чи відновлення певних сполук земних оболонок за допомогою *живих організмів*.

Онтогенез (*індивідуальний розвиток*) (від грец. *онтос* – ество та *генезіс*) –

розвиток *багатоклітинних організмів*, що починається від однієї клітини (*зиготи, спори* тощо) чи багатоклітинного *зачатка* (при *вегетативному розмноженні*) та закінчується *смертю*.

Оогамія (від лат. *ово* – яйце та грец. *гамете*) – форма *анізогамії*, коли зливаються велика нерухома *яйцеклітина* та *сперматозоїд*.

Оогенез (від лат. *ово* та *генезіс*) – процес формування *яйцеклітин*.

Органогенез (від грец. *органон* та *генезіс*) – процес формування *зачатків органів* та їхньої подальшої *диференціації* під час *онтогенезу*.

Осадкові породи – відклади, що виникають на дні водойм внаслідок нашарування різних нерозчинних речовин, значна частина яких має *біогенне* походження.

Осілі види тварин – *види*, які незалежно від змін умов довкілля постійно мешкають на одній території.

Палеобіогеографія (від грец. *палайос* – давній та *біогеографія*) – розділ *біогеографії*, що вивчає розповсюдження *систематичних груп живих істот* у минулі періоди історії Землі.

Палеонтологія (від грец. *палайос, онтос* – створіння, істота та *логос*) – *біологічна наука* про *вимерлі організми*.

Пам'ятки природи – окремі *унікальні природні утворення*, які мають *природоохоронне, наукове, естетичне* або *пізнавальне значення*.

Паразит (від грец. *пара* – біля та *ситос* – живлення) – *вид*, який тривалий час використовує *організми іншого виду* (*хазяїна*) як джерело живлення та середовище життя.

Паразитизм (від грец. *пара* та *ситос*) – тип *взаємозв'язків між різними видами*, за яких один з них (*паразит*) відносно тривалий час використовує *іншого* (*хазяїна*) як джерело живлення та середовище життя, частково чи повністю покладаючи на нього регуляцію своїх *взаємозв'язків з довкіллям*.

Партеногенез (від грец. *партенос* – дівчина та *генезіс*) – розвиток *організму з незаплідненої яйцеклітини*.

Період зрілості – час, протягом якого *організм зберігає здатність до розмноження*.

Період старіння – час від втрати *організмом здатності до розмноження до смерті*.

Перифітон (від грец. *пери* та *фітон*) – *організми*, які оселяються на різних поверхнях у товщі води.

Підвид – сукупність подібних між собою *популяцій*, які відрізняються від інших *популяцій* того самого *виду* однією або небагатьма *варіантами ознак*.

Підстилка – надґрунтовий шар, який переважно формується за рахунок *рослинного опаду*.

Планктон (від грец. *планктос* – блукаючий) – істоти: *рослини* – *фітопланктон* чи *тварини* – *зоопланктон*, що мешкають у товщі води та нездатні протистояти течіям.

Плоїдність (від грец. *плоос* – кратний та *ейдос* – вид) – число *хромосомних наборів клітин організму*.

Подвійне запліднення квіткових рослин – одночасне злиття одного *спермія з яйцеклітиною*, а другого – із *центральною диплоїдною клітиною у зародковому мішку*.

Полімерія генів (від грец. – *полімерейя* – багатоскладність) – явище, коли кілька *неалельних генів* спільно визначають ступінь розвитку певного *стану ознаки*.

Поліембріонія (від грец. *поліс* та *ембріон* – зародок) – розвиток кількох *зародків* із однієї заплідненої *яйцеклітини*.

Поліморфізм (від грец. *поліс* та *морфе* – вигляд) – наявність кількох різних *фенотипних форм у популяції*.

Поліплоїдний набір хромосом (від грец. *поліс, плоос* – кратний та *ейдос* – вид) – *хромосомний набір ядра*, у якому кожна *хромосома представлена* трьома чи більшим числом *гомологів*.

Поодинокий спосіб життя – спосіб життя *тварин*, коли особини в *популяції* більш-менш відокремлені простором і збираються попарно або групами лише на час *розмноження*.

Попереджувальне забарвлення – яскраве забарвлення, пов'язане із різними способами *самозахисту тварин* від ворогів.

Популяційна екологія – *біологічна наука* про *популяції* як особливий *рівень організації живої матерії*.

Популяційні хвилі (хвилі життя) – періодичні коливання чисельності особин у популяції.

Популяційно-статистичний метод генетичних досліджень – вивчення частот зустрічальності алелів у популяціях, а також генофонду популяції.

Популяція (від лат. *populus* – народ, населення) – сукупність особин виду, які тривалий час мешкають у певній частині його ареалу, частково чи повністю ізольовано від інших подібних сукупностей цього самого виду.

Порода – штучно створена внаслідок селекції популяція тварин з корисними для людини властивостями.

Постембріональний (післязародковий) період (від лат. *post* – після, пізніше та грец. *ембріон*) онтогенезу триває від народження (вилуплення, проростання) до набуття здатності до розмноження.

Правило екологічної піраміди полягає в тому, що на кожному попередньому трофічному рівні ланцюга живлення кількість біомаси та енергії, що запасуються організмами за одиницю часу, значно більша (зазвичай у 10 разів), ніж на наступних.

Приваблюючі забарвлення та поведінка забезпечують зустріч особин різних статей тварин, збиранню їх у зграї тощо.

Припливно-відпливні ритми зумовлені рухом Місяця навколо Землі та становлять собою добові зміни активності насамперед організмів літоралі.

Природний добір, за Ч. Дарвіном, – це наслідок боротьби за існування, який проявляється у переважаючому виживанні і розмноженні найприспособаніших до умов довкілля організмів певного виду.

Продуценти (від лат. *продуцентіс* – той, що виробляє, створює) – популяції автотрофних організмів, здатних синтезувати органічні сполуки з неорганічних.

Проміжний характер успадкування проявляється у випадках, коли жоден з алелів не домінує над іншими; тому фенотип гетерозиготної особини буде усереднений порівняно з фенотипами гомозигот по обох алелях.

Прямий розвиток – тип постембріонального розвитку тварин, коли ново-

народжена особина загалом нагадує за будовою дорослу.

Прямі міжпопуляційні зв'язки в біогеоценозах виникають безпосередньо між двома популяціями: хижака та здобичі, паразита та хазяїна тощо.

Реакліматизація – повернення певного виду в місцевість, де він був поширений у минулому.

Регенерація (від лат. *регенераціо* – відновлення) – процес відновлення втрачених або пошкоджених частин, а також відтворення цілісного організму з його частини; фізіологічна регенерація забезпечує оновлення клітинного складу організмів.

Редуценти (від лат. *редуцентіс* – той, що повертає, відновлює) – популяції гетеротрофних організмів, які живляться органічною речовиною решток організмів чи продуктів їхньої життєдіяльності, розкладаючи її до неорганічних сполук.

Рекомбінація (від лат. *рекомбінаціо* – воз'єднання) – нові поєднання алелів різних генів у гаметах гібридних особин, які відрізняються від таких поєднань у гаметах батьків.

Рецесивний алель (від лат. *рецесус* – відступ) – алель, який кодує стан ознаки, що не проявляється у фенотипі гетерозиготних за цим геном особин (умовно позначається малою літерою латинського алфавіта – *a, b, c, d* тощо).

Родина – група особин, в якій разом мешкають батьки і діти, причому перші піклуються про останніх.

Роздільностатеві тварини мають тільки один тип статевих залоз й утворюють лише один вид статевих клітин (сперматозоїди або яйцеклітини).

Розщеплення ознак – прояв обох варіантів ознаки (рецесивного та домінантного) у фенотипах нащадків гібридної особини.

Розмноження – притаманна всім живим істотам властивість відтворення собі подібних, що забезпечує неперервність і спадковість життя: нестатеве розмноження – виникнення нового організму з однієї нестатевої клітини (поділ, брунькування) або спори; вегетативне розмноження – різновид не-

статевого, за якого відбувається відокремлення від материнського організму багатоклітинних частин; **статеве розмноження** – утворення нового організму за рахунок статевих клітин (гамет).

Росливість – сукупність рослинних угруповань (фітоценозів) певної території.

Рудименти (від лат. *рудиментум* – зачаток, першооснова) – органи або структури, недорозвинені чи спрощені у певних видів порівняно з подібними утворами предкових форм внаслідок втрати своїх функцій протягом філогенезу.

Рушійний добір відбувається під час пристосувань до нових умов; сприяє змінам мінливості в певному напрямі.

Сальтаціонізм (від лат. *сальто* – стрибок) – гіпотеза про стрибкоподібні різкі еволюційні зміни, що спричинені зростанням темпів еволюції, масовим вимиранням старих і виникненням нових систематичних груп (видів, родів і т.д.) під час біоценотичних криз.

Сапробіонти (від грец. *сапрос* – гнилий та *біонт*) – організми, що мешкають в гниючих органічних рештках.

Сапротрофи (від грец. *сапрос* та *трофе*) – організми, що живляться органічними рештками.

Сезонні ритми – біологічні адаптивні ритми організмів, які пов'язані із річними циклами змін кліматичних умов, зумовленими обертанням Землі навколо Сонця.

Селекція (від лат. *селекціо* – вибір, добір) – наука про теоретичні основи та методи створення нових і поліпшення вже існуючих сортів рослин, порід тварин та штамів мікроорганізмів.

Симбіогенез (від грец. *сим* – разом, *біос* та *генезис*) – гіпотеза про походження еукаріотів унаслідок симбіозу кількох видів прокаріотів.

Симбіоз (від грец. *сим* та *біос*) – будь-які форми співіснування різних видів.

Синантропні види (від грец. *син* – біля та *антропос* – людина) – види, які знаходяться в оселях людини та поблизу них оптимальні умови для розмноження та живлення.

Синтетична гіпотеза еволюції – комплекс уявлень про еволюційний процес,

що склався в 20–50-х роках ХХ сторіччя внаслідок поєднання поглядів про мутації як єдине джерело спадкової мінливості, популяцію як основну одиницю еволюції та дарвінівських уявлень про боротьбу за існування та природний добір.

Смертність – число особин популяції, які гинуть за одиницю часу внаслідок старіння та елімінації.

Соматичні (нестатеві) клітини (від грец. *сома*) – клітини, що виконують вегетативні функції та у більшості багатоклітинних організмів мають диплоїдний набір хромосом.

Сорт – штучно створена внаслідок селекції популяція рослин з корисними для людини властивостями.

Спадкова мінливість виникає внаслідок змін генотипу (комбінативна та мутаційна).

Спадковість – властивість організмів передавати свої ознаки нащадкам.

Сперматогенез (від грец. *сперматос* – сім'яна рідина та *генезис*) – процес формування сперматозоїдів (спермійів).

Сперматозоїд (від грец. *сперматос* – сім'яна рідина та *зоон* – жива істота) – чоловіча гамета, яка рухається за допомогою джгутика.

Спермій (від грец. *сперматос* – сім'яна рідина) – позбавлений джгутика нерухомий сперматозоїд.

Споріднене схрещування (інбридинг) (від англ. *in* – в, всередині та *бридинг* – розведення) – схрещування організмів, що мають безпосередніх спільних предків протягом останніх шести поколінь; його наслідком є зростання частки гомозигот.

Спорофіт (від грец. *спора* – посів, насіння та *фітон* – рослина) – нестатеве покоління (переважно диплоїдне) видів рослин, у яких відбувається чергування поколінь.

Стабілізуючий добір проявляється в постійних умовах довкілля; підтримує сталість певного фенотипу, найбільш відповідного навколишньому середовищу, і відкидає будь-які зміни, як менш адаптаційні, тим самим звужуючи норму реакції.

Статева структура популяції – співвідношення особин різних статей в певній популяції.

Статевий процес – поєднання в клітині, з якої розвиватиметься новий організм, генетичного матеріалу двох батьківських особин; здійснюється у формах кон'югації та копуляції.

Статеві клітини – див. *гамети*.

Статеві хромосоми – див. *гетерохромосоми*.

Статевий диморфізм (від грец. *ди* – подвійний та *морфа* – форма) – явище, коли особини різної статі за будовою, розмірами чи забарвленням помітно відрізняються одна від одної.

Статевий добір – явище суперництва особин однієї статі за парування з особинами іншої статі у багатьох тварин, переважно хребетних.

Стенобіонтні види (від грец. *стенос* – вузький та *біонт*) можуть жити лише в певному вузькому діапазоні коливань інтенсивностей різних екологічних факторів.

Сукуленти – багаторічні рослини посушливих місць, здатні накопичувати вологу у листках або стеблах.

Сукцесії (від лат. *сукцесіо* – послідовність, наступність) – спрямовані послідовні зміни угруповань організмів, які приводять до перетворення самого біогеоценозу.

Табуни – більш-менш постійні групи тварин із складною системою ієрархії серед особин.

Темпи еволюції – проміжки часу, за який виникають певні систематичні групи.

Тепличний ефект – загальне потепління, викликане зростанням концентрації вуглекислого газу (CO₂) в атмосфері.

Територіальність – явище, коли у багатьох видів тварин особини або родини займають певні ділянки, які ці тварини охороняють від інших особин свого виду.

Термофіли (від грец. *терме* – тепло та *філео* – люблю) – види, що мешкають при високих температурах.

Тіньолюбні рослини – рослини, що ростуть у затінку.

Тіньовитривалі рослини – рослини, що ростуть як на відкритих, добре освітлених місцях, так і здатні переносити певний ступінь затінку.

Топічні зв'язки (від грец. *топос* – місце) – форма біотичних зв'язків, коли популяції різних видів розміщені в біогеоценозах таким чином, що внаслідок життєдіяльності одних видів змінюються умови існування інших.

Трофічна сітка – сплетіння ланцюгів живлення у біогеоценозах внаслідок того, що один і той самий вид одночасно може бути ланками різних ланцюгів.

Трофічні зв'язки (від грец. *трофе* – живлення, їжа) – форма біотичних зв'язків, при якій організми одного виду безпосередньо або продукти їх життєдіяльності є об'єктом живлення для особин іншого.

Трофічний рівень (від грец. *трофе* – живлення, їжа) – місце популяції певного виду у ланцюзі живлення.

Урбанізація (від лат. *урбанус* – місто, міський) – зростання площі землі, зайнятої містами.

Фактори еволюції – фактори, які спричиняють необоротні адаптивні зміни організмів, популяцій і видів протягом існування біосфери.

Факультативний (від лат. *факультатіс* – можливість) – необов'язковий вид біологічних явищ, процесів тощо.

Фен (від грец. *фаіно* – являю, знаходжу) – певний варіант ознаки.

Фенетика (від грец. *фаіно* – являю, знаходжу) – біологічна наука про прояв та розподіл фенів в популяції.

Фенотип (від грец. *фаіно* – являю і *тіпос* – відбиток) – сукупність всіх ознак і властивостей організму, що формується внаслідок взаємодії генотипу з факторами довкілля.

Філогенез (від грец. *філон* – рід, плем'я та *генезис*) – історичний розвиток певної систематичної групи, тобто послідовний ряд її предкових форм.

Філогенетична (природна) систематика базується на таких принципах: всі сучасні види є нащадками викопних форм, чим забезпечується безперервність життя; видоутворення відбувається переважно шляхом дивергенції, і кожна систематична група є монофілетичною; кожний тип (відділ) має притаманний лише йому загальний

план будови, який докорінно відрізняється від інших; як нині існуючі, так і вимерлі *види* входять в єдину класифікацію живого, тобто *систематичне положення виду* не залежить від часу його існування.

Філогенетичний ряд – послідовність історичних змін *організмів* у цілому чи їх окремих *органів* у межах певної *систематичної групи*.

Філогенія (від грец. *філон* – рід, плем'я та *генезис*) – біологічна наука про шляхи історичного розвитку (*філогенезу*) певних *систематичних груп*.

Фітофаги (від грец. *фітон* – рослина та *фагос* – живлення, їжа) – *тварини*, які живляться *рослинами*.

Фітоценоз (від грец. *фітон* – рослина та *койнос* – загальний) – угруповання *популяцій* різних *видів рослин* (*рослинність*), що разом ростуть на спільній території.

Фітоценологія (від грец. *фітон* – рослина, *койнос* – загальний та *логія*) – біологічна наука про *рослинні угруповання*.

Флора (від лат. *Флора* – богиня кевітів та весни) – сукупність *видів рослин* певної території та *біосфери* в цілому.

Формальна (штучна) систематика – *систематика*, у якій для побудови *системи живих організмів* основним критерієм є ступінь подібності об'єктів.

Фотоперіодизм (від грец. *фотос* – світло та *періодос* – чергування, коловерт) – реакція *організмів* на зміни тривалості світлового дня.

Фототрофи (від грец. *фотос* – світло та *трофос* – живлення, їжа) – *автотрофні організми*, які для процесів синтезу використовують енергію світла.

Хазяїн – організм певного *виду*, за рахунок якого існує *паразит*.

Хемосинтетики, або **хемотрофи** (від грец. *хемейя* – хімія та *трофе* – живлення, їжа), – *автотрофні організми*, які для синтезу органічних речовин використовують енергію хімічних реакцій.

Хижак – *тварини*, які полюють на інших *тварин*, ловлять їх, вбивають та поїдають.

Ценофіли (від грец. *койнос* – загальний та *філео* – люблю) – екологічно непластичні *види*, з *популяцій* яких складаються *зрілі (стабільні) біоценози*.

Ценофоби (від грец. *койнос* – загальний та *фобос* – страх) – *види*, що беруть участь у *ранніх сукцесіях*, екологічно *пластичні* і зазвичай не зустрічаються в *зрілих біоценозах*.

Центр видової різноманітності – частина *біосфери* з найвищою кількістю сучасних *видів* певної *систематичної групи*.

Чергування поколінь – явище, коли у *життєвому циклі* чергуються два або більше різних за будовою, способом життя та розмноження *поколінь*.

Чисельність популяції – число особин, які входять до складу *популяції*.

Чисті лінії – *генотипно* однорідні нащадки, отримані від однієї особини шляхом *самоzapліднення, гомозиготні* за більшістю *генів*.

Чорні списки – *списки видів*, які зникли починаючи з 1600 року.

Штам (від нім. *штамм* – стовбур, основа, сім'я, плем'я) – культура *мікроорганізмів*, отримана від однієї *клітини*.

Штучний добір – *добір*, який *людина* проводить з метою виведення *сортів, порід* чи *штамів* із корисними для неї властивостями: *індивідуальний добір* – виділення для подальшого розмноження окремих особин на підставі вивчення їх фенотипів та генотипів; *масовий добір* – виділення з вихідного матеріалу груп особин, які мають певні *фенотипові* особливості.

Ярусність – просторове розташування *популяцій* різних *видів рослин* у *біоценозі*.

НОБЕЛІВСЬКІ ЛАУРЕАТИ, ЯКІ ЗРОБИЛИ ВІДКРИТТЯ В БІОЛОГІЇ

У галузі медицини та фізіології

Рік	Ім'я	Тема
1901	Еміль Адольф фон Берінг	«За працю із сироваткової терапії, переважно за її застосування при лікуванні дифтерії, що відкрило нові шляхи у медичній науці й дало у руки лікарів переможну зброю проти хвороб та смерті»
1902	Рональд Росс	«За роботу по малярії, у якій він показав, як збудник потрапляє в організм, й тим самим заклав основу для подальших успішних досліджень у цій галузі розробки методів боротьби з малярією»
1904	Іван Павлов	«За роботу з фізіології травлення»
1906	Камілло Гольджі, Сант'яго Рамон-і-Кахаль	«У знак визнання праць про структуру нервової системи»
1908	Ілля Ілліч Мечников, Пауль Ерліх	«За праці про імунітет»
1910	Альбрехт Коссель	«За внесок у вивчення хімії клітини, внесений дослідженням білків, включаючи нуклеїнові речовини»
1919	Жуль Борде	«За відкриття, пов'язані з імунітетом»
1920	Август Крог	«За відкриття механізму регуляції просвіту капілярів»
1922	Арчибалд Гілл	«За відкриття у галузі теплоутворення у м'язі»
	Отто Меєргоф	«За відкриття тісного взаємозв'язку між процесом поглинання кисню та метаболізмом молочної кислоти у м'язі»
1923	Фредерик Бантинг, Джон Маклеод	«За відкриття інсуліну»
1929	Христіан Ейкман	«За внесок у відкриття вітамінів»
	Фредерик Гоулєнд Гопкінс	«За відкриття вітамінів, що стимулюють процеси росту»
1930	Карл Ландштейнер	«За відкриття груп крові людини»
1933	Томас Хант Морган	«За відкриття, пов'язані з роллю хромосом у спадковості»
1936	Генрі Дейл, Отто Леві	«За відкриття, пов'язані з хімічною передачею нервових імпульсів»
1943	Генрик Карл Петер Дам	«За відкриття вітаміну К»
	Едуард Адальберт Дойзі	«За відкриття хімічної структури вітаміну К»

Продовження таблиці

Рік	Ім'я	Тема
1945	Александр Флемінг, Ернст Боріс Чейн, Говард Волтер Флорі	«За відкриття пеніциліну і його цілющого впливу при різних інфекційних хворобах»
1946	Герман Джозеф Мьоллер	«За відкриття появи мутацій під впливом рентгеновського випромінювання»
1947	Карл Фердинанд Корі, Герті Тереза Корі	«За відкриття каталітичного перетворення глікогену»
	Бернардо Альберто Усай	«За відкриття ролі гормонів передньої частки гіпофізу у метаболізмі глюкози»
1949	Волтер Гесс	«За відкриття функціональної організації проміжного мозку як координатора активності внутрішніх органів»
1950	Едуард Кендалл, Тадеуш Рейхштейн, Філіп Хенч	«За відкриття, що стосуються гормонів кори надниркових залоз, їхньої структури і біологічних ефектів»
1953	Ганс Адольф Кребс	«За відкриття циклу цитринової кислоти»
	Фріц Альберт Ліпман	«За відкриття коферменту А і його значення для проміжних стадій метаболізму»
1955	Гуґо Теорель	«За відкриття, що стосуються природи й механізму дії окислювальних ферментів»
1958	Джордж Бідл, Едуард Тейтем	«За відкриття, що стосуються ролі генів у специфічних біохімічних процесах»
1959	Северо Очоа, Артур Корнберг	«За відкриття механізмів біологічного синтезу рибонуклеїнової і дезоксирибонуклеїнової кислот»
1962	Френсіс Крік, Джеймс Ватсон, Моріс Вілкінс	«За відкриття, що стосуються молекулярної структури нуклеїнових кислот і їх значення для передачі інформації у живих системах»
1963	Джон Еклс, Алан Ходжкін, Ендрю Філдінг Хакслі	«За відкриття, що стосуються іонних механізмів збудження й гальмування у периферичних і центральних ділянках нервових клітин»
1964	Конрад Блох, Феодор Лінен	«За відкриття, що стосуються механізмів і регуляції обміну холестерину і жирних кислот»
1965	Франсуа Жакоб, Андре Львов, Жак Моно	«За відкриття, що стосуються генетичного контролю синтезу ферментів і вірусів»
1968	Роберт Голлі, Гар Хорана, Маршалл Ніренберг	«За розшифрування генетичного коду і його ролі в синтезі білків»
1969	Макс Дельбрюк, Алфред Херші, Сальвадор Лурія	«За відкриття, що стосуються механізму реплікації і генетичної структури вірусів»
1972	Джералд Едельман, Родні Портер	«За відкриття, що стосуються хімічної структури антитіл»

Рік	Ім'я	Тема
1973	Карл фон Фріш, Конрад Лоренц, Ніколаас Тінберген	«За відкриття, пов'язані зі створенням і встановленням моделей індивідуальної та групової поведінки тварин»
1974	Альбер Клод, Кристіан де Дюв, Джордж Паладе	«За відкриття, що стосуються структурної та функціональної організації клітини»
1980	Барух Бенасерраф, Жан Доссе, Джордж Снелл	«За відкриття, що стосуються генетично визначених структур на клітинній поверхні, що регулюють імунні реакції»
1981	Роджер Сперрі	«За відкриття, що стосуються функціональної спеціалізації півкуль головного мозку»
	Девид Хьюбел, Торстен Візел	«За відкриття, що стосуються принципів обробки інформації у нейронних структурах»
1983	Барбара Мак-Клінток	«За відкриття транспозиційних генетичних систем»
1986	Стенлі Коен, Ріта Леві-Монтальчіні	«У знак визнання відкриттів, що мають найвагоміше значення для розкриття механізмів регуляції росту клітин та органів»
1993	Річард Робертс, Філіпп Шарп	«За відкриття, незалежно один від одного, переривчастої структури гена»
1995	Едвард Льюїс, Крістіана Нюсляйн-Фольхард, Ерік Вішаус	«За відкриття, що стосуються генетичного контролю на ранній стадії ембріонального розвитку»
1996	Пітер Доерті, Рольф Цинкернагель	«За відкриття у галузі імунної системи людини, зокрема її здатностей виявляти клітини, уражені вірусом»
1997	Стенлі Прузінер	«За відкриття пріонів, нового біологічного принципу інфекції»
	Ерік Кандел	«За відкриття молекулярних механізмів роботи синапсів»
2001	Леланд Гартвелл, Тимоті Хант, Пол Нерс	«За відкриття ключових регуляторів клітинного циклу»
2002	Сідні Бреннер, Роберт Горвіц, Джон Салстон	«За відкриття у галузі генетичного регулювання розвитку людських органів»
2006	Ендрю Фаєр, Крейг Мелло	«За відкриття РНК-інтерференції – можливості контролю активності певних генів»
2008	Люк Монтаньє і Франсуаза Барр-Сінуссі, Гаральд цур Гаузен	«За вивчення вірусу імунодефіциту людини (ВІЛ) і папіломавірусу»
2009	Елізабет Блекбурн і Керол Грейдер, Джек Шостак	«За відкриття того, як хромосоми захищені теломерами та ензимом теломерази»
2010	Роберт Джеффрі Едвардс	«За розвиток запліднення in vitro»

ЗМІСТ

<i>Дорогі одинадцятикласники!</i>	3
---	---

Тема 4. Розмноження організмів

§ 1. Типи розмноження організмів. Нестатеве розмноження	4
§ 2. Статеве розмноження організмів	9
§ 3. Будова статевих клітин. Гаметогенез	12
<i>Лабораторна робота № 1. Будова статевих клітин</i>	18

Тема 5. Закономірності спадковості

§ 4. Генетика – наука про закономірності спадковості і мінливості організмів	20
§ 5. Методи генетичних досліджень	27
§ 6. Закономірності спадковості, встановлені Г. Менделем. Статистичний характер законів спадковості та їхні цитологічні основи	33
§ 7. Явище зчепленого успадкування. Хромосомна теорія спадковості	41
§ 8. Генетика статі. Успадкування, зчеплене зі статтю	46
§ 9. Генотип як цілісна система. Цитоплазматична спадковість	52
<i>Практична робота № 1. Розв'язання типових задач з генетики (моно- і дигібридне схрещування)</i>	59

Тема 6. Закономірності мінливості

§ 10. Модифікаційна мінливість – наслідок взаємодії генотипу та умов довкілля	62
§ 11. Мутаційна мінливість	67
§ 12. Причини мутацій. Закон гомологічних рядів спадкової мінливості	73
<i>Лабораторна робота № 2. Спостереження нормальних і мутантних форм дрозофіл, їх порівняння</i>	78
<i>Лабораторна робота № 3. Вивчення мінливості у рослин. Побудова варіаційного ряду і варіаційної кривої</i>	78
<i>Практична робота № 2 (виконують учні академічного рівня навчання). Розв'язання типових задач на визначення виду мутацій</i>	79

Тема 7. Генотип як цілісна система

§ 13. Основні особливості геному вірусів і прокариотів	81
§ 14. Основні закономірності функціонування генів у еукаріотів.....	84
§ 15. Генетика людини	89

§ 16. Роль генотипу і факторів навколишнього середовища у формуванні фенотипу людини. Медична генетика	93
§ 17. Завдання та методи сучасної селекції	99
§ 18. Особливості селекції рослин, тварин і мікроорганізмів. Біотехнологія. Генна і клітинна інженерія	107

Тема 8. Індивідуальний розвиток організмів

§ 19. Запліднення у різних груп організмів	117
§ 20. Етапи індивідуального розвитку організмів. Початкові стадії ембріонального розвитку тварин	121
§ 21. Формування органів у зародка. Явище взаємодії частин зародка	126
§ 22. Особливості ембріонального розвитку людини. Ембріотехнології	130
§ 23. Післязародковий розвиток і ріст організмів. Поняття про життєвий цикл	135
<i>Лабораторна робота № 4. Ембріогенез хордових</i>	<i>143</i>

Розділ IV. НАДОРГАНІЗМОВІ РІВНІ ЖИТТЯ

Тема 1. Популяція. Екосистема. Біосфера

§ 24. Екологічні фактори та їхня класифікація. Закономірності дії екологічних факторів на організми та їхні угруповання	145
§ 25. Наземно-повітряне та водне середовища життя	151
§ 26. Ґрунт та живі організми як середовище життя	158
§ 27. Біологічні адаптивні ритми організмів	162
§ 28. Популяція: її характеристики та структура. Популяційні хвилі. Гомеостаз популяцій	166
§ 29. Багатовидові угруповання організмів: біоценози, біогеоценози, екосистеми	171
§ 30. Різноманітність, розвиток і продуктивність екосистем	175
§ 31. Біосфера та її межі. Роль організмів у біосфері	183
§ 32. Вплив діяльності людини на стан біосфери	188
§ 33. Охорона біосфери	192
<i>Практична робота № 3. Розв'язування задач з екології</i>	<i>199</i>

Розділ V. ІСТОРИЧНИЙ РОЗВИТОК ОРГАНІЧНОГО СВІТУ

Тема 1. Основи еволюційного вчення

§ 34. Становлення еволюційних поглядів	202
§ 35. Чарльз Дарвін та основні положення його еволюційного вчення	208
§ 36. Подальший розвиток дарвінізму. Адаптації як результат еволюційного процесу	211
§ 37. Основні положення синтетичної гіпотези еволюції	218
§ 38. Вид і його критерії. Видоутворення	224

§ 39. Макроеволюційні процеси	229
§ 40. Сучасні уявлення про фактори еволюції: синтез екології та еволюційних поглядів.....	238
<i>Практична робота № 4. Порівняння природного та штучного добору</i>	<i>244</i>

Тема 2. Історичний розвиток і різноманітність органічного світу

§ 41. Гіпотези виникнення та початкові етапи розвитку життя на Землі	246
§ 42. Розвиток життя протягом палеозойської ери	252
§ 43. Розвиток життя протягом мезозойської ери	261
§ 44. Еволюційні події кайнозойської ери	268
Узагальнення курсу	278
Тлумачний словник термінів і понять	282
Додаток. Нобелівські лауреати, які зробили відкриття в біології	298

Навчальне видання

БАЛАН Павло Георгійович
ВЕРВЕС Юрій Григорович

БІОЛОГІЯ

11 клас

Рівень стандарту, академічний рівень

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Редактор *Людмила Мялківська*
Обкладинка, художнє оформлення,
комп'ютерна обробка ілюстративного матеріалу *Юлії Куц*
Комп'ютерна верстка *Олени Білохвост*
Коректори *Алла Кравченко, Любов Федоренко*

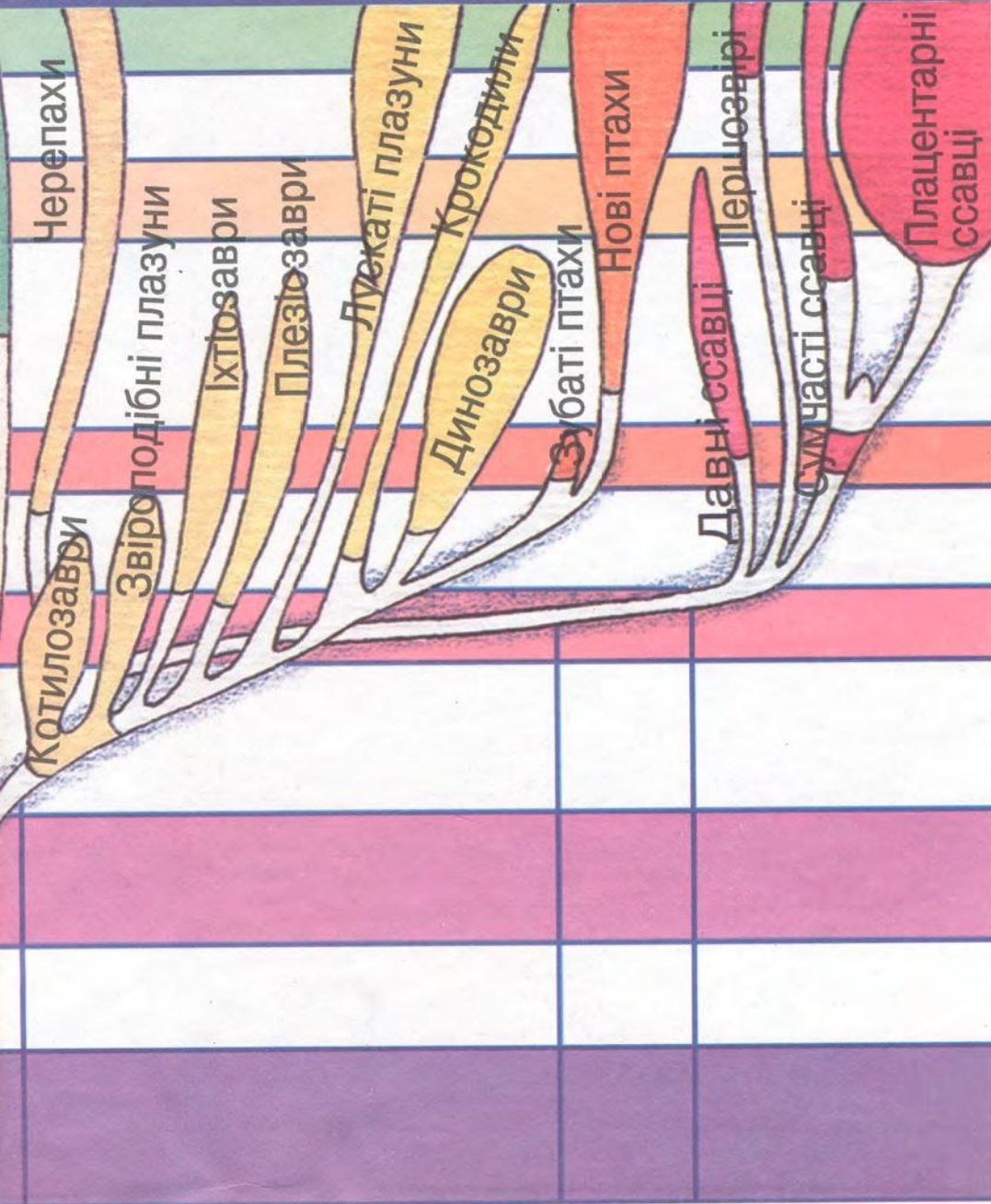
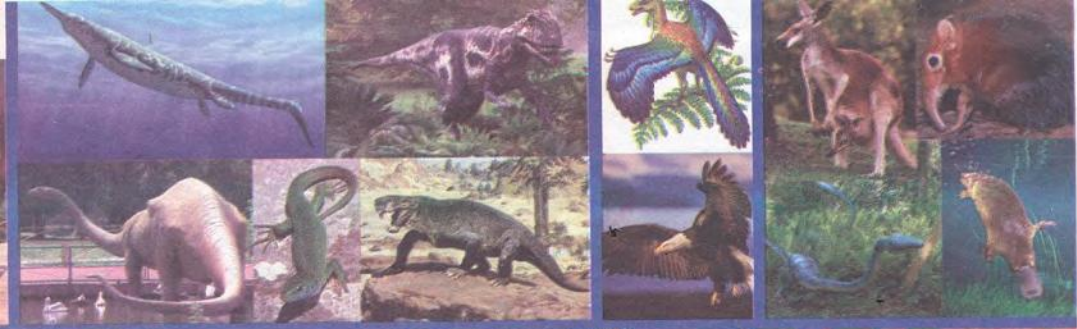
Формат 70×100/16.
Умовн. друк. арк. 24,70. Обл.-вид. арк. 21,85.
Тираж 127 823 прим. Вид. № 1107.
Зам. № 11-0116.

Видавництво «Гене́за», вул. Тимошенка, 2-л, м. Київ, 04212.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців серія ДК № 3966 від 01.02.2011 р.

Віддруковано з готових позитивів у
ТОВ «ПЕТ» вул. Ольмінського, 17, м. Харків, 61024.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців серія ДК № 3179 від 08.05.2008.

Періоди





ФІЛОГЕНЕТИЧНЕ ДЕРЕВО ХРЕБЕТНИХ ТВАРИН

22-00



Видавництво «ГЕНЕЗА»

пропонує навчально-методичний

комплект до підручника

П.Г. Балана, Ю.Г. Вєрвеса

«БІОЛОГІЯ», 11 клас

(рівень стандарту, академічний рівень)

П.Г. Балан

«Тести для контролю знань з біології»

(рівень стандарту, академічний рівень)



ISBN 978-966-11-00 61-8



9 789661 100618 >