К. М. Задорожний

Біологія і екологія

11 Рівень стандарту

Підручник для 11 класу
закладів загальної середньої освіти

Харків
Видавництво «Ранок»
2019

УДК 57:502:37.016(075.3)

Задорожний К. М.

Біологія і екологія (рівень стандарту) : підруч. для 11 кл. закл. загал. серед. освіти / К. М. Задорожний. — Харків : Вид-во «Ранок», 2019. — с.: іл.

ISBN

УДК 57:502:37.016(075.3)

Інтернет-підтримка

Електронні матеріали
до підручника розміщено на сайті
interactive.ranok.com.ua

ISBN

© Задорожний К. М., 2019
© ТОВ Видавництво «Ранок», 2019

Зміст

Знайомство з підручником 5

Тема 5. Адаптації

1 Адаптація як властивість біологічних систем 6
2 Закономірності формування та властивості адаптацій 10
3 Преадаптація та постадаптація. Стратегії адаптацій 14
4 Адаптивна радіація 16
5 Екологічно пластичні та непластичні види 20
6 Середовища існування та адаптації до них 22
7 Адаптації на молекулярному та клітинному рівнях 26
8 Способи терморегуляції організмів 32
9 Життєві форми організмів 36
10 Екологічна ніша як наслідок адаптацій 38
11 Коеволюція та коадаптація 42
12 Форми співіснування видів 44
13 Паразитизм. Організм як середовище існування 46
14 Взаємодія паразитів з організмом хазяїна 50
15 Адаптивні біологічні ритми 54
Основні положення теми «Адаптації» 56

Тема 6. Біологічні основи здорового способу життя

16 Науки про здоров'я. Здоровий спосіб життя 58
17 Складові здорового способу життя 60
18 Статева культура і безпека для здоров'я .....
19 Небезпека алкоголю, паління та наркоманії .....
20 Стресові фактори середовища та здоров'я .....
21 Імунна система. Робота імунної системи .....
22 Профілактика неінфекційних захворювань .....
23 Профілактика інфекцій та інвазій .....
Основні положення теми «Біологічні основи здорового способу життя» .....

Тема 7. Екологія

24 Завдання та методи екології .....
25 Екологічні чинники .....
26 Вплив екологічних чинників на організми .....
27 Популяції .....
28 Регуляція процесів у популяціях .....

29 Екосистеми
30 Екологічні сукцесії
31 Агроценози
32 Біосфера та біогеохімічні цикли
33 Вчення В. Вернадського про біосферу та ноосферу
Основні положення теми «Екологія»

Тема 8. Сталий розвиток та раціональне природокористування

34 Сучасні екологічні проблеми
35 Якість довкілля. Критерії забруднення
36 Види забруднення
37 Забруднення атмосфери та її охорона
38 Забруднення гідросфери та її охорона
39 Забруднення ґрунтів та їх охорона
40 Біорізноманіття та його збереження
41 Охорона природи в Україні
42 Концепція сталого розвитку
43 Екологічне мислення
Основні положення теми «Сталий розвиток та раціональне природокористування»

Тема 9. Застосування результатів біологічних досліджень у медицині, селекції та біотехнології

44 Завдання та досягнення сучасної селекції
45 Сучасні методи селекції
46 Явище гетерозису
47 Гомологічні ряди спадкової мінливості. Походження культурних рослин
48 Генна та клітинна інженерія в сучасній селекції
49 Генна інженерія людини. Біоетичні проблеми
50 Сучасна біотехнологія
51 Біологічна небезпека та біологічний захист
Основні положення теми «Застосування результатів біологічних досліджень у медицині, селекції та біотехнології»

Узагальнення

52 Біологія та глобальні проблеми людства

Практикум
Алфавітний показчик

Знайомство з підручником

Шановні одинадцятикласники! Цього року ви закінчуєте вивчення шкільного курсу біології та екології. З деякими темами ви вже знайомилися в курсі біології та основ здоров'я, а якісь вивчатимете вперше.

Ми намагалися так подати матеріал, щоб вам було цікаво і легко навчатися. Ознайомтеся зі структурою підручника.

Підручник містить 52 параграфи

- Схеми й малюнки унаочнять матеріал
- Запитання на початку параграфа підкажуть, що необхідно повторити
- Цікавий додатковий матеріал. Запам'ятовувати не потрібно
- Запитання цієї рубрики наголошують на основному в параграфі. Давши відповіді на них, ви самі підсумуєте вивчене
- А це компетентнісні завдання

А також:

- узагальнюючі розвороти в кінці тем;
- довідникові та енциклопедичні розвороти;
- додатки (практикум, відомості про вчених-біологів, алфавітний покажчик).

Як працювати з електронним додатком

На сторінках підручника ви знайдете посилання на сторінку Інтернету, де розміщено тестові завдання для контролю знань за вивченими темами.

Умовні позначення в підручнику

— «Дізнайтеся більше»;

— посилання на електронні матеріали до підручника.

Сподіваємося, вам буде зручно та легко працювати з нашим підручником.

Бажаємо вам успіхів у навчанні!

Тема 5

Адаптації

1 Адаптація як властивість біологічних систем

Які особливості будови риб допомагають їм добре плавати? Як ссавці підтримують постійну температуру свого тіла? Чому дуб і бук скидають восени листя? Які схожі та відмінні риси є в будові крил комах і птахів? Чому листки кактусів перетворилися на колючки?

Поняття адаптації

Ви вже знаєте, що живі організми протягом усього свого життя перебувають у певному середовищі існування. А неживі та живі компоненти (або фактори) середовища здійснюють на них різноманітні впливи. Результатом таких впливів є зміни живих організмів, які не дають їм загинути під дією факторів середовища. Такі зміни називають пристосуваннями до певних умов існування.

Процес пристосування живих організмів до дії факторів навколишнього середовища називають **адаптацією**. Цим терміном також позначають ті зміни в будові, поведінці або процесах життєдіяльності організмів, які виникли як результат пристосування до певних умов існування.

Принцип єдності організмів та середовища існування

Слід зауважити, що адаптації в певного виду виробляються протягом його еволюції. Завдяки адаптаціям він пристосовується до свого середовища існування (мал. 1.1). У своєму середовищі він живе і залишає потомство. Але в разі зміни умов середовища (наприклад потрапляння в інше середовище) в організму можуть виникнути проблеми, і він навіть може померти, бо його адаптації відповідають тому середовищу, до якого він пристосовувався.

Це явище називають *принципом єдності організму і середовища*.

Мал. 1.1. Адаптації будови тіла птахів до польоту

Генетична основа формування адаптацій

Як ви знаєте, програма розвитку ознак організму зберігається в його геномі, який він отримує від батьківського покоління. Потім ця програма передається його нащадкам, і так далі. Таким чином, вона може існувати тривалий час, залишаючись майже незмінною. Тому організми одного виду мають схожий вигляд і поведінку. Але, як ви знаєте, у кожного організму є свої невеликі відмінності в генетичному матеріалі, які сприяють його пристосуванням до умов середовища. Таких відмінностей у геномі може бути багато, але «спрацьовують» лише ті, завдяки яким він вижив. Тому в процесі еволюції закріплюються такі варіації генів, які спричинили кращу адаптацію виду. І потім саме ці гени передаються нащадкам.

Нагадуємо, що зміни в геномі можуть бути пов'язані зі зміною послідовності нуклеотидів ДНК (делеції, дуплікації, інверсії, заміни нуклеотидів) або кількості чи структури хромосом (анеуплоїдія, поліплоїдія, транслокація тощо) (див с. 8–9). Також суттєві зміни в геномах можуть відбуватися в результаті процесів генетичної регуляції (наприклад, епігенетичних процесів).

Отже, тепер ви знаєте

1. Що таке адаптація? 2. Навіщо організмам потрібно адаптуватися до навколишнього середовища? 3. Що є генетичною основою формування адаптацій? 4*. Які генетичні процеси можуть бути основою для формування адаптацій?

Запитання та завдання

5. Наведіть приклади адаптацій до умов існування тварин: а) кота, б) окуня, в) бджоли (за зразком, поданим на мал. 1.1). 6. На двох-трьох конкретних прикладах поясніть принцип єдності організмів та середовища існування.

Мутації – матеріал для адаптацій

Мутацією (від латин. *mutatio* — зміна) називають зміну ознаки організму, яка зумовлена зміною спадкових структур, перебудовою генетичного апарату. Вони виникають раптово й зумовлюють появу в організмі ознак, відмінних від вихідної форми.

Класифікації мутацій

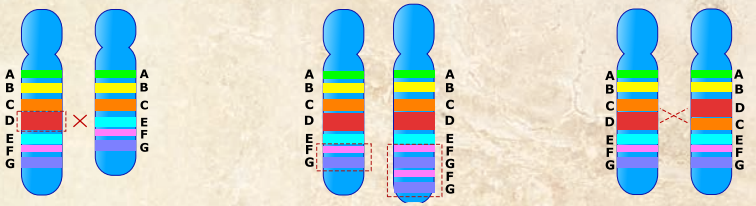
За типом прояву ознаки	За локалізацією в клітині	Залежно від причини виникнення	За рівнем організації спадкового матеріалу
Домінантні (спричиняють появу домінантної ознаки) *Рецесивні* (спричиняють появу рецесивної ознаки)	*Ядерні* (змінюють гени, розташовані в ядрі клітини) *Цитоплазматичні* (змінюють гени, розташовані в цитоплазмі клітини)	*Спонтанні* (причини їх виникнення на сьогодні не встановлено) *Індуковані* (виникають унаслідок дії на генетичний матеріал зовнішніх факторів)	*Точкові, або генні* (заміна, втрата чи додавання пари нуклеотидів) *Хромосомні* (заміна, втрата, додавання чи зміна місця розміщення ділянки хромосоми) *Геномні* (зміна кількості окремих хромосом чи всього хромосомного набору)

Точкові мутації

	Норма	Точкові мутації			
		Сайлент (Silent)	Нонсенс (Nonsense)	Міссенс (Missense)	
				Консервативні	*Неконсервативні*
дНК	TTC	TTT	ATC	TCC	TGC
мРНК	AAG	AAA	UAG	AGG	ACG
Білок	Lys	Lys	STOP	Arg	Thr

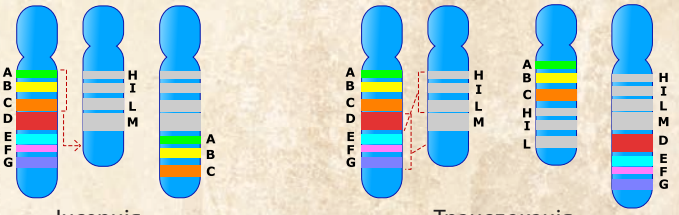
Хромосомні мутації

Порушення будови однієї хромосоми



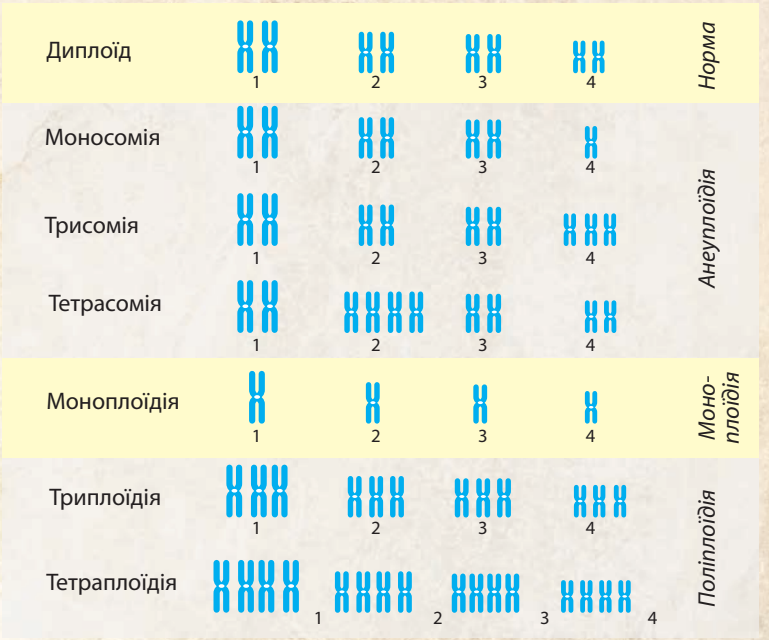
Делеція Дуплікація Інверсія

Порушення будови одночасно двох хромосом



Інсерція Транслокація

Геномні мутації



2 Закономірності формування та властивості адаптацій

Чому дельфіни мають обтічну форму тіла? Як організми підтримують свій гомеостаз? Які тварини здійснюють міграції і навіщо? Чому ведмеді впадають у сплячку і які переваги вони тим самим отримують? Чому у різних видів птахів різна форма крил?

Форми адаптацій

За механізмом пристосування адаптації бувають морфологічні, фізіолого-біохімічні або етологічні (поведінкові). *Морфологічні* адаптації відбуваються шляхом зміни особливостей будови тіла. Так, видовження шиї жирафи забезпечує доступ до листків із верхніх ярусів дерев. *Фізіолого-біохімічні* адаптації відбуваються за рахунок змін внутрішніх процесів організму. Наприклад, у риб, які заходять для нересту з моря в річки, починають діяти фізіологічні механізми, які перешкоджають виведенню солей з організму і запобігають порушенню гомеостазу.

Поведінкові адаптації утворюються за участі центральної нервової системи. Прикладом такої адаптації є поведінка слонів в Анголі. Під час громадянської війни в цій країні слони часто підривалися на протипіхотних мінах. Але через деякий час вони навчилися впізнавати заміновані місця (скоріше за все, за запахом) і стали обходити їх.

Більшість адаптацій є поєднанням названих форм. Вони можуть стосуватися і будови тіла, і поведінки, і зовнішнього вигляду, і біохімічного складу клітин (мал. 2.1).

Морфологічні адаптації:
- обтічна форма тіла (здатність до польоту);
- довгі крила (швидкий політ);
- широкий рот (ловля літаючих комах).

Фізіолого-біохімічні адаптації:
здатність пташенят впадати в анабіоз під час різкого зниження температури.

Поведінкові адаптації:
сезонні перельоти в місця зимівлі (восени) і гніздування (весною).

Мал. 2.1. Адаптація серпокрильця до умов існування

Властивості адаптацій

Основними властивостями адаптацій можна вважати такі:

— до дії одного й того самого фактора адаптація може здійснюватися різними шляхами;

— будь-яка адаптація є відносною.

Прикладами різних шляхів адаптації до дії одного фактора є адаптації різних тварин до низьких зимових температур на території Євразії. Так, із настанням холодів у зайців виростає тепле й густе зимове хутро (структурна адаптація), ведмеді впадають у сплячку, суттєво вповільнюючи свій обмін речовин (фізіологічна адаптація), а лелеки перелітають у південні регіони (поведінкова адаптація).

Адаптації відносні, тому що фактори, до дії яких організми адаптуються, не є незмінними. І певні зміни в середовищі існування можуть спричинити навіть вимирання виду, хоча раніше він набув адаптацій, що були необхідні для виживання в цьому середовищі. Так, білий колір зимового хутра зайця-біляка суттєво підвищує його шанси на виживання, бо він менш помітний для хижаків на фоні снігу. Але в ситуації зміни клімату, коли сніг випадає дуже пізно, ця адаптація стає недоліком. Бо зайця з білим хутром у лісі з опалим листям без снігу видно набагато краще.

Будь-які адаптації живих організмів ґрунтуються на законах фізики й хімії. Тому аналіз виявлених ученими закономірностей у формуванні адаптацій дозволяє вивчити механізми, на яких вони засновані. Прикладами таких закономірностей є правила Бергмана і Алена.

Правило Бергмана

Це правило було запропоновано німецьким ученим-екологом К. Бергманом (1847 р.). Воно пов'язує розмір тіла тварин із впливом на них температури. Згідно з правилом Бергмана, розмір тіла тварин одного виду (або кількох близьких видів одного роду) є більшим у холодніших частинах ареалу і меншим у тепліших його частинах.

Правило Бергмана добре проявляється у представників роду Ведмідь (*Ursus*) (мал. 2.2). Наприклад, середня маса тіла білого ведмедя, який живе в полярних регіонах, дорівнює приблизно 300–400 кг. Бурий ведмідь живе південніше за білого і має масу тіла в середньому 200–250 кг. А у мешканця найбільш південних районів Євразії — гімалайського ведмедя — середня маса тіла є найменшою — 135 кг.

Правило Бергмана засновано на різниці втрати тепла в тіл різного розміру. За умови збільшення розмірів тіла у тварин їхній об'єм збільшується набагато швидше, ніж площа поверхні. І тепло, яке виробляється в організмі, має менше можливостей для виходу з організму.

Мал. 2.2. Прояв правила Бергмана на прикладі білого, бурого й гімалайського ведмедів

В умовах холодного клімату така адаптація дозволяє ефективно економити ресурси організму. А в умовах жаркого клімату більш вигідним є менше тіло. У цьому випадку співвідношення поверхня/об'єм змінюється на користь поверхні. Вироблене в результаті обміну речовин тепло легше виводиться з організму, що вберігає його від перегріву.

Правило Алена

Правило Алена було сформульовано американським ученим-екологом Дж. Аленом (1877 р.). Це правило пов'язує розмір виступаючих частин тіла (наприклад вух) теплокровних тварин із температурними особливостями клімату. Згідно з правилом Алена, найменші розміри виступаючих частин тіла мають тварини, які живуть у найбільш холодних регіонах, а найбільші — жителі найбільш теплих країв.

Так, серед лисиць (мал. 2.3) найменший розмір вушних раковин має песець, який живе в полярних регіонах. У лисиці, мешканки помірної зони, вуха трішки більші. А найбільші вуха в цій групі має фенек, ареал якого охоплює пустелі Північної Африки.

Правило Алена, як і правило Бергмана, також відображає адаптації тварин до обміну тепла з навколишнім середовищем. Виступаючі частини тіла можуть суттєво збільшувати площу його поверхні без суттє-

Мал. 2.3. Прояв правила Алена на прикладі лисиць: песця, звичайної лисиці і фенека

вого збільшення об'єму. Тому великі виступаючі частини тіла є гарною адаптацією до жарких умов існування, коли організму треба швидко позбуватися зайвого виробленого тепла. А в холодних умовах такі поверхні краще максимально зменшити, щоб забезпечити збереження тепла в організмі.

Отже, тепер ви знаєте

1. Які бувають адаптації? 2. Чому адаптації є відносними? 3. У чому полягає правило Бергмана? 4. У чому полягає правило Алена?

Запитання та завдання

5*. Дві екологічні групи рослин — ефемери й сукуленти — успішно адаптувалися до умов життя в пустелі. Але їх адаптації є різними. Поясніть різницю між їхніми способами адаптації до умов життя в пустелі. 6. Який із підвидів тигра — суматранський чи уссурійський,— згідно з правилом Бергмана, повинен мати більший розмір тіла і чому? 7*. На конкретних прикладах поясніть, як тварини адаптуються до умов життя в пустелях за допомогою структурних, фізіологічних і поведінкових адаптацій.

3 Преадаптація та постадаптація. Стратегії адаптацій

Що таке мікроеволюція? Що таке макроеволюція? Як рухаються риби? Як рухаються амфібії? Навіщо жирафі потрібна довга шия? Чому листяні породи дерев перед початком зимового сезону скидають листя, а хвойні, які ростуть поряд із ними, залишають свої голки на гілках?

Преадаптації

Адаптації живих організмів не виникають із нічого. Їхній розвиток базується на тих структурах і можливостях, які вже є в цих організмів. Якщо для адаптації до певних умов потрібно утворити складну структуру, то часто буває набагато простіше змінити функцію вже існуючої структури або органа. Ознаки організму (його структури, біохімічні або фізіологічні особливості тощо), які потенційно можуть стати основою пристосувань у змінених умовах існування, називають **преадаптаціями**.

Прикладом преадаптації можуть бути м'ясисті плавці кистеперих риб. Вони виконували функцію забезпечення маневрування під час плавання. Але, коли ці риби поселилися на мілководді, вони почали виконувати допоміжну функцію — забезпечення повзання на мулистому дні там, де плавати було неможливо. У процесі пристосування кистеперих риб до життя на суходолі й перетворення їх на амфібій плавці втратили свою стару основну функцію. А допоміжна функція стала для них новою основною. Плавці перетворилися на лапи, що дозволило їм адаптуватися до життя на суходолі. Кількість плавців визначила і кількість лап у нащадків цих риб. Усі вони стали чотирилапими.

Постадаптації

Адаптації, що виникли в організмі, не є завершеними, вони постійно вдосконалюються. Еволюційні зміни, які вдосконалюють уже існуючі адаптації організмів, називають **постадаптацією**. Постадаптації можуть формуватися як у межах одного виду, так і під час утворення нових видів шляхом мікроеволюції.

У випадку постадаптації не виникає нових пристосувань. Але суттєво вдосконалюються ті пристосування, які вже є в цієї систематичної групи організмів.

Прикладом постадаптації є пристосування представників родини Жирафові до харчування листям дерев. Для успішного їх споживання була потрібна видовжена шия, яка дозволяла діставати листя з верхньої частини крон. Адаптацією до цього типу живлення було видовження шиї. А от ступінь видовження залежав уже від форми і розмірів крони дерев, листя яких споживали тварини. Тому довжина шиї в окапі, які живуть у лісах, є меншою, ніж у жирафів, які об'їдають високі дерева в саванах.

Стратегії адаптацій організмів

Адаптації до умов існування можуть утворюватися різними шляхами. Певний шлях, яким відбувається адаптація організму до середовища, називають **стратегією адаптації**. Так, рослини в лісі можуть адаптуватися до різних варіантів умов середовища: або стають високими і займають верхні яруси лісу, або низькими і займають його нижні яруси. Тому світлолюбні рослини адаптуються до умов гарного освітлення, а тіньовитривалі — до умов із низьким рівнем освітлення. Кожний із цих варіантів потребує цілого комплексу специфічних пристосувань, які є характерними для рослин, що вибрали конкретну адаптаційну стратегію.

Ще одним прикладом стратегій адаптації є *Q*- та *r*-стратегії розмноження. Тварини, яким притаманна *r*-стратегія, народжують багато нащадків (риба-місяць відкладає до 300 млн ікринок). Але ці нащадки дрібні, й батьки про них не піклуються або піклуються мало. Тому до репродуктивного віку доживає дуже мало новонароджених.

Тварини з *Q*-стратегією розмноження народжують мало нащадків (самка слона народжує одного малюка). Але ці нащадки більш розвинені або батьки проявляють велику турботу про них. Тому до репродуктивного віку доживає значна частина з них.

Отже, тепер ви знаєте

1. Що таке преадаптація? 2. Що таке постадаптація? 3. Поясніть, що таке стратегія адаптації організмів. 4. Наведіть приклади різних стратегій адаптації до життя у водному середовищі. 5*. Які стратегії розмноження є в організмів? Наведіть свої приклади цих стратегій.

Запитання та завдання

6. Чому різні стратегії розмноження можуть бути однаково успішними? 7*. Запропонуйте два-три приклади преадаптацій в еволюції тварин і обґрунтуйте свою точку зору.

4 Адаптивна радіація

Як утворюються нові види живих організмів? Чи може з одного виду виникнути кілька нових видів? Які існують способи видоутворення? Чи можливе виникнення нового виду в один момент без тривалого процесу ізоляції та спеціалізації?

Поняття адаптивної радіації

Як ви вже знаєте, під час пристосування до різних умов існування популяції певного виду або види однієї систематичної групи виробляють різноманітні адаптації. І ці адаптації можуть суттєво різнитися між собою, бо умови існування в різних місцях є різними. Результатом цього є те, що організми стають дедалі більш несхожими одні на одних. Цей процес називають **адаптивною радіацією**.

Результатом адаптивної радіації є утворення нових форм живих організмів. Залежно від того, на якому рівні відбуваються адаптації, можуть утворюватися нові підвиди, види або систематичні групи більш високого рангу. Так, появу різноманітних порід собак (мал. 4.1) можна розглядати як штучну адаптацію людиною різних популяцій цього виду під свої різноманітні потреби.

Мал. 4.1. Різні породи собак належать до одного виду, але адаптовані вони для виконання різних задач

Приклади адаптивної радіації організмів

Існує багато прикладів адаптивної радіації організмів. Фактично будь-яка систематична група виникає як результат адаптивної радіації. Класичним прикладом цього процесу є галапагоські зяблики (або в'юрки). Їх часто називають зябликами Дарвіна, бо Чарльз Дарвін займався їх дослідженням.

Галапагоські зяблики є невеликими птахами з ряду Горобцепо-

Мал. 4.2. Галапагоські зяблики

дібні й походять від одного предкового виду. Приблизно 2–3 млн років тому їхній предок потрапив на Галапагоські острови і заселив їх. На кожному з островів птахам довелося адаптуватися до дещо різних умов існування. Вони адаптувалися до різних типів харчування та місць проживання. Результатом адаптивної радіації одного предкового виду стало утворення 14 нових видів, які різняться розміром, формою дзьоба, забарвленням і співом (мал. 4.2).

Наслідком адаптивної радіації було й формування різноманіття хвойних дерев (мал. 4.3). Сосни пристосовувалися до більш посушливих умов і великої кількості світла. Ялини адаптувалися до зростання в більш вологих умовах і щільному насадженні, де світла обмаль. Модрина пристосовувалася до життя у важких умовах навколополярного регіону.

Сосна Ялина Модрина

Мал. 4.3. Хвойні дерева адаптовані до різних умов існування

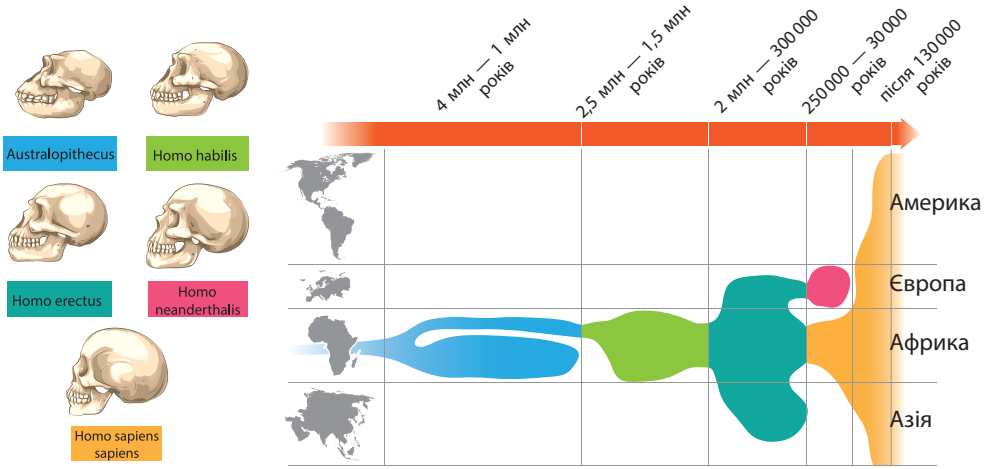
Мал. 4.4. Результати адаптивної радіації у приматів

Адаптивна радіація в еволюції людини

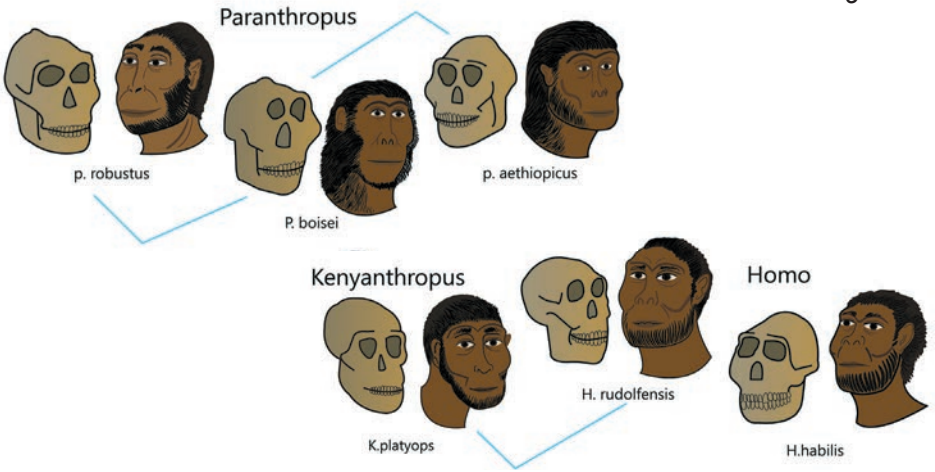
Адаптивна радіація відіграла суттєву роль і в еволюції людини. Після утворення еволюційної лінії людиноподібних мавп різні її представники адаптувалися до різних умов. Орангутани й гібони залишилися жити на деревах. Гібони водночас виробили дуже специфічний спосіб пересування по деревах за допомогою передніх кінцівок — брахіацію.

Шимпанзе стали досить багато часу проводити не на деревах, а на землі. А горили майже повністю перейшли на наземний спосіб життя. Ці два види залишилися жителями тропічного лісу й почали пересуватися по землі, спираючись на фаланги пальців передніх кінцівок.

Люди перейшли до прямоходіння на задніх кінцівках і переселилися в савани. Усе це позначилося на будові скелетів цих організмів (мал. 4.4).



Мал. 4.5. Поширення предків людини по різних континентах



Мал. 4.6. Різна будова черепів родів *Paranthropus* і *Homo* — наслідок дії адаптивної радіації

Адаптивна радіація мала місце і на більш пізніх етапах еволюції. Наразі еволюційна лінія людини нараховує сім родів і приблизно тридцять видів. Хоча всі інші види, крім *Homo sapiens*, є вимерлими. У процесі еволюції наші предки поширювалися на різних континентах і адаптувалися до різних умов (мал. 4.5).

Так, нащадки роду Австралопітек розділилися на дві групи — рід *Paranthropus* (парантропи) і рід *Homo* (люди), які адаптувалися до різних типів харчування. Парантропи харчувалися майже повністю або переважно рослинною їжею, а люди були всеїдними із суттєвою часткою м'яса в раціоні. Різні способи харчування позначилися на будові черепа цих гомінід (мал. 4.6).

Отже, тепер ви знаєте

1. Що таке адаптивна радіація? 2. Чому виникає адаптивна радіація? 3. Які приклади адаптивної радіації можна навести: а) у тварин; б) у рослин? 4. Як відбувалася адаптивна радіація в еволюції людини? 5*. Які морфологічні ознаки згаданих у параграфі хвойних рослин (мал. 4.3) свідчать про їхню адаптацію до вказаних для них умов існування?

Запитання та завдання

6. Де адаптивна радіація групи дасть більше нових форм — у тропічному лісі чи в тундрі? Чому? 7*. Виберіть одну із систематичних груп організмів і поясніть на її прикладі явище адаптивної радіації.

5 Екологічно пластичні та непластичні види

Наведіть приклади видів тварин і рослин, поширених: а) у межах одного з континентів або навіть кількох континентів; б) на дуже обмеженій території. Наведіть приклади видів всеїдних тварин і тварин, що живляться тільки одним видом їжі.

Адаптивний потенціал

Різні види живих організмів завдяки особливостям своєї будови, обміну речовин та адаптаційної стратегії мають різні можливості пристосування до існування в різноманітних умовах. Деякі з них можуть легко пристосовуватися до зміни умов існування, а інші гинуть навіть за їх незначної зміни. Міру пристосувальних можливостей виду в мінливих умовах довкілля називають **адаптивним потенціалом виду**. Чим вищий у виду адаптивний потенціал, тим легше він адаптується до зміни умов.

Крім адаптивного потенціалу, види живих організмів мають іще одну важливу властивість — екологічну пластичність. **Екологічна пластичність** — це здатність організму існувати в певному діапазоні значень екологічного чинника. Чим більший діапазон значень, тим вища екологічна пластичність виду за певним чинником.

За рівнем екологічної пластичності виокремлюють еврибіонтів (види, які здатні існувати в широкому діапазоні умов) і стенобіонтів (види, які здатні існувати тільки у вузькому діапазоні умов).

Коала

Вельвічія

Мал. 5.1. Представники стенобіонтів

Екологічно непластичні види

Стенобіонти є видами з низькою екологічною пластичністю (мал. 5.1). Для нормальної життєдіяльності таких організмів потрібен вузький діапазон одного або кількох факторів середовища. Ці фактори можуть бути різними. Так, у коали таким фактором є їжа. Цей вид адаптований до споживання листя евкаліптів і не може використовувати інші джерела їжі.

Фактори, які обмежують поширення вельвічії, — температура і вологість. Ці рослини адаптувалися до дуже сухих і жарких умов пустель південно-західної Африки і в більш вологих або прохолодних умовах рости не можуть.

Але вузький діапазон умов існування не завжди означає невеликий ареал виду. Наприклад, паразитичні черви, такі як свинячий ціп'як, можуть жити тільки в сталих умовах середовища кишечника ссавців. Але разом зі своїми хазяями ці паразити поширилися по всіх континентах.

Подорожник

Вовк

Мал. 5.2. Представники еврибіонтів

Екологічно пластичні види

Еврибіонти є видами з високою екологічною пластичністю, вони можуть успішно жити в різноманітних умовах середовища (мал. 5.2). Так, подорожник поширився разом з європейськими колоністами по різних континентах. А ареал вовка нещодавно охоплював усю Євразію і Північну Америку і зменшився лише під активним тиском людини.

Та найбільш екологічно пластичним видом можна вважати людину. Людина заселила всі континенти нашої планети. Люди навчилися виживати навіть в Антарктиді. Це пов'язано з тим, що людина використовує для адаптації до різноманітних умов середовища не тільки біологічні, але й культурні механізми. Крім того, люди навчилися змінювати середовище під свої потреби і будувати споруди зі штучним середовищем.

Еврибіонти зазвичай мають більший адаптивний потенціал, ніж стенобіонти. Це не дивно, бо, якщо ти пристосований до широкого спектру умов середовища, то й до змін самого середовища пристосуватися буде набагато легше.

Отже, тепер ви знаєте

1. Що таке адаптивний потенціал? 2. Хто такі стенобіонти? 3. Хто такі еврибіонти? 4. Які види організмів є стенобіонтами? еврибіонтами? 5*. Які особливості людини роблять її екологічно пластичним видом?

Запитання та завдання

6. Чи можуть стенобіонти мати високий адаптивний потенціал? Чому? 7*. Проаналізуйте перелік видів: росичка, пирій, сосна, пацюк, панда велика, ведмідь бурий. Укажіть, до якої групи — стенобіонтів чи еврибіонтів — можна віднести кожний із цих видів. Обґрунтуйте свою точку зору.

6 Середовища існування та адаптації до них

Які систематичні групи живих організмів ви знаєте? Чому рослини не можуть жити на великих глибинах, а тварини можуть? У тварин, які живуть у воді, дихання набагато частіше здійснюється за допомогою зябер, а не легень. Із чим це може бути пов'язано?

Єдність організмів і середовища існування

Будь-який організм не може існувати сам по собі, окремо від середовища, у якому він живе. Організм — це складна відкрита система, що пов'язана із середовищем величезною кількістю зв'язків. Він отримує з нього речовини для побудови свого тіла та енергію для забезпечення процесів життєдіяльності. На нього впливають фактори середовища. Він сам може впливати на нього, а в деяких випадках навіть суттєво змінювати його.

Наявність таких взаємних зв'язків між організмом і середовищем, які зумовлюють їх єдність, називають **правилом** (або **законом**) **єдності організму й середовища існування**.

Ця єдність має місце в усіх середовищах існування організмів. Але в кожного з них є свої особливості, тому взаємозв'язки організмів із різними середовищами мають характерні саме для них риси.

Водне середовище існування

Водне середовище існування містить усю гідросферу нашої планети. Саме це середовище вважають місцем зародження життя на планеті. Воно є досить сталим щодо температурних коливань і має велику щільність. Це дозволяє організмам виростати до великих розмірів, бо, згідно із законом Архімеда, на них діє сила, спрямована вгору. Це суттєво знижує навантаження на опорні структури організму.

Організми у водному середовищі можуть активно плавати, пасивно парити у товщі води або мешкати на дні (мал. 6.1). На життєдіяльність організмів у цьому середовищі суттєво впливають такі фактори, як солоність, наявність мінеральних речовин у доступній формі, можливість появи льодового покриву та насиченість води киснем.

Тунець

Краб

Саргасум

Мал. 6.1. Мешканці водного середовища

Різні організми по-різному адаптуються до умов середовища. Активно плаваючі мають обтічну форму тіла, у сидячих або вільно дрейфуючих форм симетрія тіла є радіальною. Ті, хто живуть на дні, мають сплощене тіло і вміють гарно маскуватися.

Цікаві адаптації до життя у водному середовищі виробляють рослини. Для них дуже важливим фактором існування є сонячне світло, яке забезпечує енергією процес фотосинтезу. Як відомо, різні частини сонячного спектра потрапляють на різну глибину в товщі води, що спричинило появу різних наборів пігментів у пластидах водоростей, які живуть на різних глибинах. Така адаптація дозволяє водоростям існувати на різних глибинах і ефективно використовувати енергію світла.

Наземно-повітряне середовище існування

Наземно-повітряне середовище є найбільш різноманітним за сукупністю фізичних параметрів. У різних його регіонах суттєво різняться температурний режим, рівень зволоженості та рельєф. Крім того, у багатьох місцевостях спостерігаються різкі сезонні коливання умов (наприклад, у регіонах із різко континентальним кліматом).

Організми в цьому середовищі можуть вести прикріплений спосіб життя, активно рухатися або літати (мал. 6.2). На їхню життєдіяльність впливають такі фактори, як освітленість, клімат, сезонні зміни погоди, наявність джерел доступної води тощо.

Шляхи адаптації до умов існування в наземно-повітряному середовищі є найбільш різноманітними. Літаючі організми виробляють вигідну аеродинамічну форму тіла. Бігаючі або стрибаючі форми мають добре розвинені кінцівки. Ті, хто не можуть активно рухатися, виробляють пасивні форми захисту, накопичуючи отруйні речовини, тощо. Важливими є також поведінкові адаптації, які, наприклад, стають

Сарна

Синиця

Липа

Мал. 6.2. Мешканці наземно-повітряного середовища

причиною міграцій тварин і допомагають їм уникати несприятливих умов існування в конкретній місцевості.

Адаптацію рослин до наземно-повітряного середовища добре видно на прикладі дерев, таких як дуб або липа. Ці дерева мають морфологічні адаптації. Тіло цих рослин поділене на органи — корінь і пагін, які виконують різні функції. Корінь забезпечує мінеральне живлення, а пагін – фотосинтез. В організмі цих дерев багато механічних тканин, що дозволяють ефективно протидіяти силі тяжіння та захищають від механічних пошкоджень. Крім того, вони мають і фізіолого-біохімічні адаптації. Так, скидання листя восени забезпечує видалення продуктів обміну і захист від сніголамів через накопичення снігу в кронах.

Ґрунтове середовище існування

Ґрунтове середовище існування є дуже специфічним. Воно менш мінливе, ніж наземно-повітряне. Але це середовище є найщільнішим серед усіх інших. Організми, які в ньому живуть, повинні або рити ходи, як кріт або вовчок, або протискатися між частками ґрунту, як дощовий черв'як (мал. 6.3).

На життєдіяльність мешканців ґрунтів впливають такі фактори, як склад ґрунту, його щільність, зволоженість, наявність жорстких прошарків, рівень ґрунтових вод тощо.

Організми адаптуються до цього середовища завдяки виникненню спеціальних органів для риття ходів, зміні форми тіла й утворенню спеціальних зовнішніх покривів тощо. У них суттєво змінюється роль різних органів чуттів. Зір утрачає значення. А от слух і дотикова чутливість виходять на перший план.

Добре пристосованими до життя у ґрунті організмами є гриби та грибоподібні організми. Їхнє тіло представлено міцелієм і є дуже роз-

Кріт

Вовчок

Дощовий черв'як

Мал. 6.3. Мешканці ґрунтового середовища

галуженою структурою, яка складається з великої кількості тоненьких ниток — гіф. Така структура забезпечує найкраще співвідношення поверхня/об'єм і дозволяє цим організмам ефективно добувати з ґрунту потрібні їм поживні речовини.

Схожу адаптацію мають рослини. Їхні корені вкриті великою кількістю кореневих волосків, що дає змогу легко видобувати з ґрунту потрібну кількість вологи і мінеральних речовин.

Кріт і сліпак живуть під землею і риють довгі підземні ходи. Форма тіла в них схожа. А от спосіб рихлення ґрунту для риття ходів у цих тварин різний. Кріт використовує для цього свої передні лапи, а сліпак – різці.

Унікальним середовищем існування є мангрові ліси. Вони розташовані на межі суходолу й океану і затоплюються солоною водою під час припливів. Тому деревам у цих лісах довелося виробити унікальні адаптації. Різні види використовують різні способи пристосування, але всі вони здатні витримувати тимчасове затоплення, високу солоність середовища і дефіцит кисню в ґрунті.

Отже, тепер ви знаєте

1. Про що свідчить принцип єдності організму і середовища існування? 2. У яких середовищах живуть живі організми? 3. Які організми мешкають у водному середовищі? 4. Які фактори діють на організми в наземному середовищі існування? 5*. Які морфологічні ознаки вказують на пристосування крота до життя у ґрунті?

Запитання та завдання

6. Порівняйте адаптацію хребетних і членистоногих до водного середовища існування. 7*. На прикладі однієї з груп організмів покажіть, як відбувається пристосування до літаючого способу життя в наземно-повітряному середовищі.

7 Адаптації на молекулярному та клітинному рівнях

Як реалізується генетична інформація? Які функції виконують органели клітини? Які існують типи фотосинтезу? Представникам якої з груп — прокаріотів чи еукаріотів — властиве більше різноманіття біохімічних процесів у клітинах? Із чим це може бути пов'язано?

Рівні адаптації живих організмів

Адаптації живих організмів до умов середовища можуть відбуватися на всіх рівнях організації живого. Досить легко помітити адаптації на організмовому рівні, коли відразу видно зв'язок між будовою тіла організму та його середовищем існування.

Прикладами цього є обтічна форма тіла активно плаваючих водних, літаючих наземних організмів та пристосовані до риття нір передні кінцівки крота.

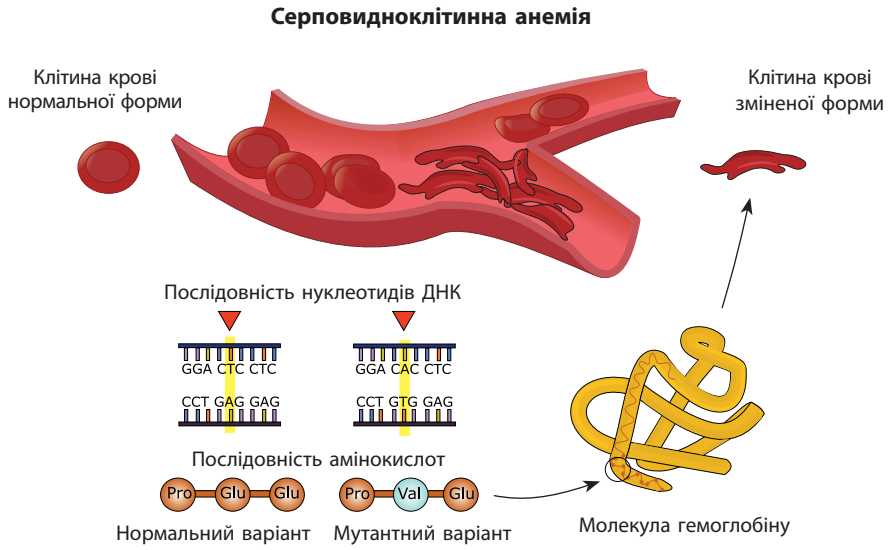
Але не менш важливі адаптації відбуваються на молекулярному й клітинному рівнях. Хоча їх помітити не завжди легко. Це можуть бути зміни в перебігу деяких біохімічних процесів, видозміни органел клітин, синтез нових сполук тощо.

Адаптації на молекулярному рівні

На молекулярному рівні адаптації можуть відбуватися дуже швидко. Невеличка зміна всього в одній молекулі може стати причиною суттєвих змін у шансах виживання організмів.

Прикладом такої адаптації є зміна форми молекул гемоглобіну в результаті заміни однієї пари нуклеотидів відповідного гена (мал. 7.1). Ця мутація стає причиною заміни однієї з амінокислот у молекулі білка на іншу, що змінює його конформацію. Молекули гемоглобіну зі зміненою формою гірше переносять кисень. Але гетерозиготні за цим геном особини мають значно більші шанси на виживання в разі зараження малярією.

Ще один характерний приклад молекулярного механізму адаптації — зміна форми виведення з організму продуктів обміну Нітрогену (мал. 7.2). У риб ці продукти виводяться у вигляді амоніаку, який дуже добре розчиняється, але є токсичною сполукою і потребує для виведення великої кількості води.



Мал. 7.1. Мутація гена гемоглобіну та її наслідки

У процесі пристосування до життя на суходолі хребетним довелося адаптуватися до життя в умовах дефіциту вологи. І витрати такої великої кількості води для виведення амоніаку були нераціональними. Ссавці адаптувалися до такої ситуації, замінивши амоніак сечовиною, яка набагато менш токсична. Вона потребує й набагато менше води для свого виведення, хоча розчинність її нижча, ніж в амоніаку.

Мал. 7.2. Організми з різними варіантами виведення продуктів обміну Нітрогену

Мал. 7.3. Скоротлива вакуоля амеби — адаптація до життя у прісних водоймах

Ще радикальніше розв'язали цю проблему птахи. У них продукти обміну Нітрогену виводяться у вигляді сечової кислоти, яка не є токсичною і потребує дуже мало води для виведення з організму.

Адаптації на клітинному рівні

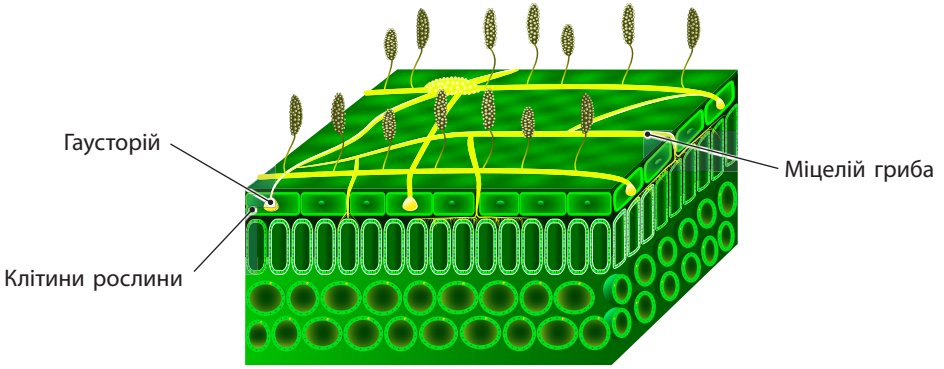
Адаптації на клітинному рівні пов'язані зазвичай з особливостями будови або функціонування окремих органел чи інших структур клітини. Наприклад, під час адаптації одноклітинних організмів до життя у прісній воді виникла проблема надмірного надходження води в клітину за рахунок явища осмосу. Цю проблему вирішує поява скоротливої вакуолі, через яку зайва вода постійно виводиться з клітини (мал. 7.3).

Цікавим варіантом адаптації на клітинному рівні стало вироблення рослинами альтернативних варіантів фотосинтезу. У більшості рослин світлова й темнова фази фотосинтезу відбуваються одночасно в одному хлоропласті (так званий C_3-фотосинтез). У цьому випадку вуглекислий газ для темнової фази надходить прямо через відкриті продихи. Але через відкриті продихи випаровується багато води, що небажано для рослин із посушливих умов існування. Тому в них виникли два варіанти адаптацій для економії вологи.

В обох випадках світлова й темнова фази фотосинтезу розділяються. У першому варіанті в рослин з C_4-фотосинтезом (мал. 7.4) світлова й темнова фази фотосинтезу рознесені просторово й відбуваються в різних клітинах. Для забезпечення вуглекислим газом невеликої кількості клітин рослина може розкривати лише частину продихів.

Мал. 7.4. Кукурудза — рослина з C_4-фотосинтезом

Мал. 7.5. Кактус опунція — рослина із САМ-метаболізмом

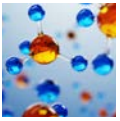


Мал. 7.6. Проникнення гаусторіїв грибів у клітини рослини

У другому варіанті у рослин із САМ-метаболізмом (мал. 7.5) фази фотосинтезу рознесені в часі. Світлова фаза відбувається вдень, а темнова — вночі. Продихи відкриваються тільки вночі й випаровують набагато менше вологи.

Адаптацією на клітинному рівні є також утворення гаусторіїв у паразитичних грибів. Гаусторії — це бічні вирости гіф, які проникають усередину клітини організму-хазяїна (мал. 7.6). Вони є єдиною структурою, яка забезпечує живлення гриба завдяки поглинанню потрібних йому речовин з клітин хазяїна. У гаусторіях відбуваються активні біохімічні процеси. У них міститься велика кількість рибосом та мітохондрій, а також зазвичай добре розвинена ендоплазматична сітка. Гаусторії утворюються в таких представників грибів, як борошнисторосяні гриби, сажкові гриби тощо.

Отже, тепер ви знаєте



1. На яких рівнях організації живого відбуваються адаптації? 2. На якому рівні організації живого можна легко помітити адаптації? 3. Які адаптації можуть відбуватися на молекулярному рівні? 4. Які адаптації можуть відбуватися на клітинному рівні? 5*. Як пов'язані між собою виведення птахами продуктів обміну Нітрогену у вигляді сечової кислоти та відсутність у них сечового міхура?

Запитання та завдання

6*. Рослини з C_4-фотосинтезом поширені переважно в більш південних регіонах і рідко трапляються у високих широтах. Запропонуйте й обґрунтуйте пояснення цього факту.

Преадаптація до прямоходіння

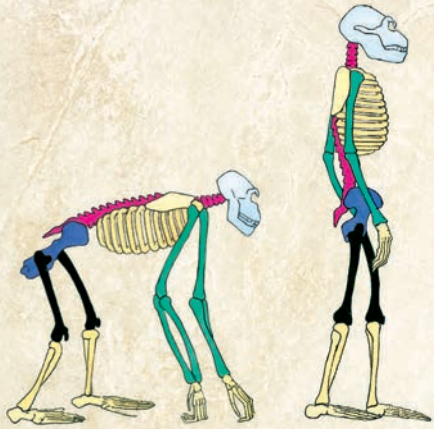
Вертикальне положення тіла під час локомоції почало формуватися у предків людини ще під час життя на деревах. Перші ознаки цього помітні в найбільш раннього представника цієї еволюційної лінії — **сахельантропа** (жив 7 млн років тому). У нього вперше серед приматів почалося переміщення потиличного отвору із задньої частини черепа на нижню, що є свідченням адаптації до випрямленого пересування.

Череп та реконструкція сахельантропа

Реконструкція ардипітека

Аналіз скелета **ардипітека**, який жив на 2 млн років пізніше, свідчить про те, що він був ще більше пристосований до прямоходіння, ніж сахельантроп. І хребет, і таз ардипітека вже мали особливості, які свідчили про пересування у випрямленому стані, але будова кінцівок ясно вказувала на те, що ардипітеки жили і живилися переважно на деревах.

І лише нащадки ардипітеків — **австралопітеки** — мали нижні кінцівки, пристосовані для переміщення переважно земною поверхнею, а не по деревах. Здатність пересуватися у вертикальному положенні виявилася надзвичайно вдалим пристосуванням до життя в савані. Це полегшувало орієнтування, дозволяло переносити дитинчат і їжу та вивільняло передні кінцівки для використання палок та каменів як знарядь для захисту від хижаків. Тому за порівняно короткий час (приблизно 300 тис. років) будова нижніх кінцівок змінилася, що дозволило австралопітекам успішно перейти до життя на просторах саван.



Порівняння скелетів шимпанзе та австралопітека (кольором позначено ділянки, що забезпечують рух)

Один із способів локомоції орангутана

Відповідь на запитання, яким чином сформувалася така преадаптація, була отримана під час спостереження за **орангутанами**. Виявилося, що ці мавпи періодично пересуваються вертикально. У цьому випадку ноги забезпечують утримання на гілках, а руками мавпи можуть збирати плоди або підтримувати рівновагу. Скоріш за все, у предків людини цей спосіб пересування по деревах став основним, а після зміни середовища існування з деревного на наземний виявився дуже вдалою передумовою для життя в новій екологічній ніші.

Адаптація на молекулярному рівні

Адаптація до нового середовища існування під час переходу до життя в саванні відбувалася у предків людини на різних рівнях організації, зокрема і на молекулярному. Для ефективного виживання в нових умовах суттєво зростала роль соціальних стосунків і взаємопідтримки особин у групах, тому з'явилася необхідність у зниженні агресивності поведінки. Одним із можливих шляхів стало зниження рівня тестостерону в організмі. Зовнішньою ознакою такої зміни стало зменшення розмірів ікол у представників еволюційної лінії людини.

Розмір ікол шимпанзе і людини

Адаптація до екологічної ніші. «Полуденний хижак»

Безволосе тіло і пишне волосся на голові — адаптація до полуденної активності

Однією з цікавих гіпотез, яка пояснює зовнішній вигляд **сучасної людини**, є гіпотеза зайняття нашими предками екологічної ніші «полуденного хижака». В умовах африканської савани період часу всередині дня є періодом зниженої активності більшості мешканців савани через сильну жару і ризик перегріву у випадку активних рухів. Утрата волосяного покриву на тілі та сильний розвиток потових залоз дозволили предкам людини ефективно запобігати перегріву в найбільш жаркий період доби, а наявність густого волосся на голові вберігала від перегріву мозок. Це дозволило різко підвищити ефективність полювання, бо через ризик перегріву їхні жертви не могли довго втікати, а хижаки — нападати.

8 Способи терморегуляції організмів

Чому більша частина видів рептилій живе в теплих регіонах? Узимку можна бачити, як качки стоять на льоду біля ополонок і почуваються доволі добре. Хоча на їхніх лапах відсутні покриви, які зберігають тепло. Як качкам вдається не втрачати надто багато тепла через свої лапи?

Різноманіття способів терморегуляції

Терморегуляція — це сукупність процесів, які дозволяють підтримувати температуру тіла організму на певному рівні. Терморегуляція є одним із найважливіших механізмів адаптації організмів до середовища існування. Існує багато способів терморегуляції, які притаманні різним організмам, але всі ці способи можна поділити на три великі групи: хімічні, фізичні та поведінкові.

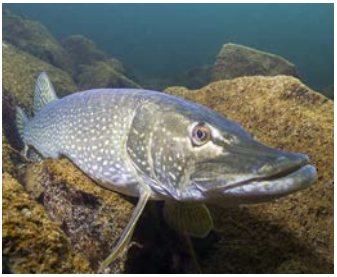
Хімічні способи терморегуляції здійснюються завдяки зміні інтенсивності окисних процесів у клітинах організму. За умови підвищення інтенсивності (наприклад, у випадку активної роботи м'язів) теплопродукція зростає.

Фізичні способи регулюють інтенсивність втрат тепла. Це може відбуватися за рахунок утворення спеціальних структур, які заважають виведенню тепла з організму (хутро ссавців, пір'я птахів) або, навпаки, сприяють втратам тепла (великі вуха слонів, лисиць-фенек). Регуляція об'єму крові, яка надходить до зовнішніх покривів тіла, потовиділення також є прикладами фізичних способів регуляції тепловіддачі.

Поведінкові способи терморегуляції здійснюються шляхом певних дій особини, що можуть бути як рефлекторними, так і нерефлекторними. Пошук тваринами затінку в жарку погоду або їх вихід на місця, що прогріваються сонцем, у холодну пору року є прикладами поведінкової терморегуляції.

Пойкілотермні організми

За здатністю підтримувати температуру тіла на певному рівні незалежно від умов навколишнього середовища організми поділяються на дві великі групи — пойкілотермні й гомойотермні. Раніше часто використовували терміни «теплокровні» і «холоднокровні» організми.


Щука

Ропуха

Гадюка

Мал. 8.1. Пойкілотермні організми

Але використання цих термінів не завжди є коректним, бо температура тіла «холоднокровної» ящірки, яка сидить на нагрітому камені влітку, може бути вищою, ніж температура тіла «теплокровної» миші, яка сидить поряд із нею.

Пойкілотермні організми (мал. 8.1) не можуть підтримувати температуру тіла вищою від температури навколишнього середовища більш ніж на 1–2 градуси. Відповідно, температура їхнього тіла змінюється разом із температурою середовища. До цієї групи відносять членистоногих, більшість риб і рептилій, земноводних, молюсків тощо.

Особливостями пойкілотермних тварин є те, що ферменти їхніх клітин можуть працювати в достатньо широкому діапазоні температур. А їхні потреби в енергії відносно невеликі, тому і їжі вони споживають менше, ніж гомойотермні тварини однакових із ними розмірів.

Удосконалення терморегуляції

У деяких випадках пойкілотермні організми у процесі адаптації до свого способу життя можуть набувати більших можливостей у регулюванні температури тіла. Це відбувається у формі виникнення різноманітних постадаптацій.

Наприклад, тунець мешкає в холодних водах і має високу швидкість пересування. Для забезпечення такого способу життя йому необхідно підтримувати більш високу температуру м'язів, очей, внутрішніх органів порівняно з температурою навколишнього середовища. Цьому сприяє будова його кровоносної системи, що стала саме такою в процесі адаптації до умов існування. Вона має спеціальну сітку з кровоносних судин, у якій венозна кров, що зігрілася в активно працюючих м'язах, нагріває артеріальну, яка потім потрапляє в м'язи та інші органи. Це дозволяє підтримувати температуру потрібних органів на кілька градусів вищою, ніж температура навколишнього середовища.

Ластівка

Дельфін

Кабан

Мал. 8.2. Гомойотермні організми

Ще один спосіб регуляції температури використовують пойкілотермні соціальні комахи. Наприклад, бджоли підтримують достатньо сталою температуру не окремих особин, а всього бджолиного рою за рахунок роботи м'язів окремих бджіл. Бджоли утворюють скупчення, усередині якого підтримується досить висока і відносно стала температура. Періодично бджоли із зовнішніх частин скупчення міняються місцями з особинами, які перебували всередині, що забезпечує рівномірне зігрівання всіх членів рою.

Гомойотермні організми

Гомойотермні організми (мал. 8.2) можуть підтримувати сталу температуру найважливіших частин тіла незалежно від умов навколишнього середовища. До цієї групи належать представники птахів і ссавців та деякі інші тварини, наприклад шкіряста черепаха.

Шкіряста черепаха для підтримання температури тіла використовує явище *інерційної гомойотермії* (мал. 8.3). Завдяки великим розмірам співвідношення поверхня/об'єм у тіла черепахи такі, що тепло, яке виділяється під час звичайних біохімічних процесів, утрачається організмом дуже повільно. Це підтримує сталу температуру тіла без спеціальних витрат енергії на теплопродукцію. Саме цей спосіб терморегуляції використовували такі великі вимерлі рептилії, як динозаври (мал. 8.4).

Мал. 8.3. Шкіряста черепаха адаптована до інерційної гомойотермії

Гомойотермні тварини застосовують усі можливі способи терморегуляції. Їхньою перевагою

- Відсутня теплоізоляція для запобігання перегріву
- Низький рівень обміну речовин, як у рептилій
- Постійна температура тіла, як у ссавців
- Мале відношення площі тіла до його об'єму для збереження тепла

Мал. 8.4. Великий розмір тіла динозаврів є адаптацією до інерційної гомойотермії

є більша витривалість, ніж у пойкілотермних тварин, і менша залежність від температурних умов середовища. До недоліків гомойотермності відносять високі енергетичні витрати й значно більшу потребу в їжі. Крім того, ферментні системи гомойотермних організмів працюють тільки в дуже вузькому інтервалі температур. Тому навіть незначна зміна температури тіла може різко погіршувати їхню роботу і збільшувати ризик загибелі організмів у результаті перегріву або переохолодження.

Маленьким ссавцям для підтримки постійної температури тіла доводиться витрачати дуже багато енергії. Адже співвідношення площі поверхні до об'єму тіла в них дуже високе. Тому мідиця (бурозубка) мала, яка важить усього 2,6–6,1 г, повинна їсти не рідше, ніж кожні дві години.

Отже, тепер ви знаєте

1. Що таке терморегуляція? 2. Які існують способи терморегуляції організмів? 3. Які організми називають пойкілотермними? 4. Що таке інерційна гомойотермія? 5*. Проаналізуйте перелік видів: горобець, крокодил, сом, кішка, бджола, людина. Укажіть, до якої групи за здатністю підтримувати температуру тіла на певному рівні незалежно від умов навколишнього середовища вони належать. Обґрунтуйте свою точку зору.

Запитання та завдання

6. Чому шкіра на поверхні тіла ссавців може бути холодною? 7*. Які недоліки має явище інерційної гомойотермії з точки зору ефективності процесів терморегуляції?

9 Життєві форми організмів

Чим між собою відрізняються шипшина і яблуня, які є представниками однієї родини? Чому акули й дельфіни зовні схожі між собою, хоча є представниками різних систематичних груп? Карась і морський коник — представники кісткових риб. Карась має обтічну форму тіла, а морський коник — ні. Чому?

Життєві форми організмів

Живі організми адаптуються до певних умов існування незалежно від свого систематичного положення. Часто адаптація до однакових умов існування стає причиною появи схожих морфологічних форм різних організмів. Схожі морфологічні типи організмів, які утворюються незалежно від систематичної належності організмів, називають **життєвими формами**. Слід зазначити, що, залежно від умов існування, один вид може утворювати кілька життєвих форм.

Життєві форми рослин

Традиційними варіантами життєвих форм для рослин називають форми: дерева, чагарники і трав'янисті рослини. Але в сучасних класифікаціях кількість життєвих форм рослин є більшою. Існує кілька варіантів класифікації. Одну з них запропонував учений-еколог І. Г. Серебряков (1962 р.). У її основу він поклав ознаку тривалості життя всієї рослини та її скелетних осей.

Життєві форми рослин (класифікація І. Г. Серебрякова)

Життєва форма	Характерні особливості	Представники
Деревні рослини	Багаторічні рослини, які мають здерев'янілі стебла. У дерев стебло одне, у чагарників є кілька приблизно однакових стебел	Дуб, сосна, ясен, шипшина, жовта акація
Напівдеревні рослини	Багаторічні рослини (напівчагарники), у яких стебла дерев'яніють тільки в нижній частині	Ефедра, деякі астрагали, чебрець
Наземні трави	Багаторічні або однорічні рослини, стебла яких не дерев'яніють і можуть відмирати	Пирій, кульбаба, тюльпан
Водні трави	Багаторічні або однорічні рослини, які представлені земноводними або плаваючими формами	Очерет, рогіз, сальвінія

Життєві форми тварин

Класифікації життєвих форм тварин, як і рослин, є вкрай різноманітними. Дуже часто їх поділяють на групи відповідно до середовища існування та характеру руху в ньому. Таку класифікацію запропонував О. М. Формозов (1929 р.). Згідно з нею, життєві форми є такими: наземні, водні, деревні, повітряні, підземні тварини.

Між цими формами існують перехідні варіанти. І кожна з форм поділяється на більш дрібні (наприклад, наземні тварини можуть бути бігаючими, стрибаючими або повзаючими тощо).

Життєві форми тварин (класифікація О. М. Формозова)

Життєва форма	Характерні особливості	Представники
Наземні	Тварини, які мають пристосування до бігу, ходіння або стрибків поверхнею землі	Кінь, носоріг, лисиця, щур
Водні	Тварини, здатні до плавання, з обтічною формою тіла і добре розвиненими пристосуваннями до руху у воді — хвостом, плавцями або ластами	Дельфін, кашалот, морж, тюлень
Деревні	Тварини, адаптовані для пересування по деревах. Мають чіпкі кінцівки, дрібні представники активно використовують хвіст	Гібон, орангутан, білка, сумчаста білка
Повітряні	Тварини, адаптовані до активного польоту. Мають розвинені крила й максимально полегшене тіло	Кажан, синиця, курка, крилан
Підземні	Пристосовані до підземного способу життя, мають спеціалізовані органи (лапи, зуби) для риття підземних ходів	Кріт, сумчастий кріт, сліпак

Отже, тепер ви знаєте

1. Що таке життєва форма організмів? 2. Чому до однієї життєвої форми можуть відносити організми з різних систематичних груп? 3. Які існують життєві форми рослин? 4. Які існують життєві форми тварин? 5*. Чому існує кілька різних класифікацій життєвих форм рослин і тварин?

Запитання та завдання

6*. Складіть схему комплексу адаптацій, який є характерним: а) для водних рослин; б) для літаючих тварин.

10 Екологічна ніша як наслідок адаптацій

Які ресурси потрібні тваринам для забезпечення їхньої життєдіяльності? Чи різняться рослини й тварини ресурсами, які їм потрібні? У чому гриби і рослини схожі за особливостями своєї життєдіяльності? Якими особливостями різняться між собою сумчасті і плацентарні ссавці?

Поняття екологічної ніші

Наслідком адаптації будь-якого виду до середовища існування є формування ним власної екологічної ніші. **Екологічна ніша** — це місце виду в екосистемі, яке визначається його зв'язками з іншими живими організмами та факторами середовища. Екологічна ніша показує розташування виду в харчових ланцюгах, його взаємовідносини з конкурентами, межі дії факторів середовища (наприклад температури, вологості, солоності), у яких вид може вижити, тощо.

Не слід плутати екологічну нішу з місцем проживання виду. Відомий американський еколог Ю. Одум указав, що місце проживання виду — це його «адреса», а екологічна ніша — це його «професія».

Організми можуть жити в досить широкому діапазоні параметрів середовища. Повний набір усіх можливих варіацій умов середовища, у якому можливе існування виду, називають **теоретично можливою нішею**. Але в реальності вид ніколи всю таку нішу не займає. Причина цього — взаємодія з іншими організмами, яка може відбуватися в різних формах. Ту частину теоретичної ніші, яку вид реально зайняв, називають **реалізованою нішею**.

Параметри екологічної ніші

Кожну екологічну нішу можна схарактеризувати за допомогою певних параметрів. Основними параметрами є її ширина і перекриття з іншими нішами. **Ширина ніші** — це відносний параметр, і визначається він у порівнянні з іншими видами. Широку нішу мають види, які здатні жити у великому діапазоні значень певного параметра (види *еврибіонти*), а вузьку — види, діапазон існування яких є вузьким (*стенобіонти*).

Перекриття ніш виникає, коли різні види починають використовувати однаковий ресурс. Відповідно, між ними виникає конкуренція

за цей ресурс. Конкуренція між двома видами може виникати за кілька ресурсів, але вона ніколи не охоплює всі ресурси певного виду, бо екологічна ніша кожного виду є унікальною.

Правило обов'язкового заповнення екологічної ніші

Існує **правило обов'язкового заповнення екологічної ніші**, яке стверджує, що не існує ніші без виду і виду без ніші. Згідно з цим правилом, усі екологічні ніші в екосистемі є зайнятими, а вільних ніш не існує. У випадку зникнення виду з екосистеми (наприклад, у результаті його вимирання) екологічна ніша, яка належала йому, буде зайнята іншими видами або поділена між ними.

Так, у Євразії і Австралії однакові ніші зайняті різними видами (мал. 10.1). Наприклад, вомбат і бабак займають нішу норних травоїдних відносно великого розміру, а коні й руді кенгуру — нішу травоїдних, які швидко бігають на відкритих просторах. Причиною стало

Бабак

Вомбат

Коні

Руді кенгуру

Мал. 10.1. Подібні ніші Євразії та Австралії зайняті різними видами

те, що в Євразії сумчасті ссавці вимерли, і плацентарні зайняли всі екологічні ніші. А в Австралії плацентарних ссавців не було, й існуючі ніші так і займають сумчасті.

Наслідки перекривання екологічних ніш

Перекривання екологічних ніш означає, що види використовують однакові ресурси (мал. 10.2). До поняття «ресурси» входять не тільки джерела харчування. Це може бути, наприклад, джерело води або зручне місце для вирощування нащадків. Важко знайти види, у яких екологічні ніші взагалі не перекривалися б з іншими видами. Але зазвичай у сталих екосистемах перекриття ніш між двома видами є незначним.

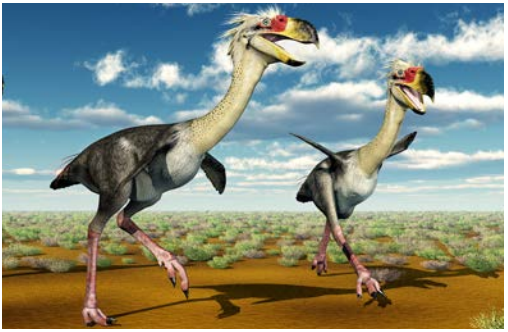
Ситуації значного перекривання ніш можуть виникати в разі появи нових видів у результаті еволюційних процесів. Якщо два види походять від спільного предка, то, зрозуміло, їхні екологічні ніші будуть подібними і можуть суттєво перекриватися. Як, скажімо, сталося з двома видами роду Людина — неандертальцями і сапієнсами (мал. 10.3). Наслідком стала дуже сильна конкуренція між видами. Можливих результатів два: або види еволюціонують далі й розширюють свої ніші в різні сторони, поки рівень конкуренції за ресурси не знизиться, або один із двох видів вимре.

Ситуація зі значним перекриванням ніш одразу в багатьох видів може виникати і з географічних причин. Коли утворився сухопутний міст між Північною та Південною Америкою, відбувся контакт екосис-

Мал. 10.2. Травоїдні різних видів конкурують між собою за харчові ресурси і воду

Неандерталець Сапієнс

Мал. 10.3. Види, екологічні ніші яких перекривалися



Фороракус

Смілодон

Мал. 10.4. Екологічну нішу найбільшого хижака в Південній Америці займав фороракус, а в Північній Америці — смілодон

тем, у яких схожі екологічні ніші займали види з різних систематичних груп (мал. 10.4). Результатом стала хвиля масового вимирання на обох континентах (хоча більше постраждала фауна Південної Америки).

В оселях людини на території Європи живуть два види тарганів — чорний і рудий. Їхні екологічні ніші досить сильно перекриваються. Тому один із цих видів став витісняти інший. І, як не дивно, програв чорний тарган, хоча розміри його тіла є більшими.

Отже, тепер ви знаєте

1. Що таке екологічна ніша? 2. Які параметри має екологічна ніша? 3. Поясніть правило обов'язкового заповнення екологічної ніші. 4. Чому може виникати суттєве перекривання екологічних ніш? 5*. На конкретному прикладі поясніть, якими можуть бути наслідки суттєвого перекривання екологічних ніш двох видів.

Запитання та завдання

6*. В еволюції людини був випадок, коли різні нащадки однієї групи (австралопітеків) тривалий час існували поряд (представники родів Людина і Парантроп). Запропонуйте та обґрунтуйте гіпотезу, яка б пояснювала, чому в цій ситуації перекриття екологічних ніш не завершилося вимиранням однієї з груп. 7*. Бродячі коти є звичними жителями сучасного міста. Декому вони подобаються, а декому ні. Уявіть, що бродячі коти зникли з якогось міста. До яких наслідків це може призвести?

11 Коеволюція та коадаптація

Наведіть приклади взаємовигідного співіснування різних видів. Якими способами може здійснюватися запилення квіток? Які організми, крім комах, можуть здійснювати запилення квіток? Чому деякі квітки можуть запилюватися тільки певними видами?

Коеволюція

Будь-який вид живих організмів адаптується до умов навколишнього середовища, у тому числі й до взаємодії з іншими видами. Ті види, з якими він взаємодіє, також адаптуються до нього. Як результат, відбувається процес спільної еволюції різних видів, у ході якого види можуть суттєво змінюватися. Цей процес називають **коеволюцією**.

Коеволюція відбувається за різних типів міжвидових взаємодій. Хижаки полюють на своїх жертв і стають швидкими, щоб їх наздогнати. Жертви втікають від хижаків і теж стають більш швидкими, щоб мати можливість утекти від хижака.

Рослиноїдні організми поїдають листя, а рослини у відповідь виробляють речовини, які є отруйними для таких фітофагів. У свою чергу, фітофаги виробляють стійкість до токсичної дії захисних речовин і навіть накопичують їх для власного захисту. Паразити пристосовуються до імунної системи організму-хазяїна, а той у відповідь винаходить нові форми захисту.

Не менш цікавою є коеволюція організмів, які безпосередньо не пов'язані харчовими ланцюгами. Суттєві еволюційні зміни може спричинити міжвидова конкуренція за певні ресурси. Наприклад, конкуренція за траву, яка є харчовим ресурсом для парнокопитних і непарнокопитних. Дуже сильно коеволюція проявляється у випадку формування взаємокорисних відносин між видами, коли два різні види сприяють виживанню один одного, як, скажімо, у комах-запилювачів та рослин, які вони запилюють.

Коадаптація

Наслідком коеволюції видів є виникнення в них комплексів взаємних адаптацій, які дозволяють їм взаємодіяти найбільш ефективно. Такі комплекси взаємних адаптацій називають **коадаптаціями**. Прикладом коадаптації може бути комплекс взаємних пристосувань у птахів колібрі та рослин, квітки яких колібрі запилюють (мал. 11.1).

Рослини формують у квіток довгі трубчасті віночки, проникнути по яких до нектарників може лише довгий дзьоб колібрі. А колібрі, крім форми дзьоба, виробили ще й здатність зависати в польоті на одному місці для забезпечення можливості набирати нектар.

Мал. 11.1. Коадаптація колібрі й квіток зробила можливим ефективне запилення

Ще один приклад коадаптації — поселення мітохондрій усередині клітин предка еукаріотів. Водночас більша частина геному предкової для мітохондрій бактерії була перенесена в ядро клітини, а сама мітохондрія стала виконувати функцію забезпечення клітини енергією. Клітина ж почала забезпечувати життєдіяльність мітохондрій за рахунок своїх ресурсів.

Основа функціонування стабільних екосистем

Коеволюція з наступним утворенням коадаптацій є основою стабільного функціонування екосистеми. Будь-яка екосистема є відкритою, і в ній відбувається дуже багато динамічних процесів. Якщо ці процеси є врівноваженими, то система може залишатися стабільною протягом тривалого часу. А врівноваженість процесів досягається саме завдяки коадаптації компонентів екосистеми.

Якщо, наприклад, коадаптація між хижаком і жертвою буде неуспішною, то надто успішний хижак знищить усіх представників виду жертви. Але вид-жертва пов'язаний в екосистемі не тільки з хижаком. Відповідно, виникнуть порушення і в інших видів. Та й сам хижак утратить один із ресурсів, що забезпечують його існування. Наслідком може бути порушення багатьох процесів в екосистемі й навіть вимирання видів.

Отже, тепер ви знаєте

1. Що таке коеволюція? 2. Що таке коадаптація? 3. Які коадаптації можуть виникнути між видами тварин? Наведіть приклади. 4. Чому коеволюція є основою функціонування стабільних екосистем? 5*. Наведіть власні приклади коеволюції організмів із різних систематичних груп.

Запитання та завдання

6. Виберіть пару хижак-жертва і покажіть, які коадаптації виникли в цих видів. 7*. Які коадаптації можуть виникнути у видів-конкурентів у разі споживання ними одного харчового ресурсу? Поясніть на конкретному прикладі.

12 Форми співіснування видів

Які є приклади взаємовигідного співіснування двох видів? Які переваги для рослин має запилення їхніх квіток за допомогою комах? Яку користь можуть приносити для зайців їх взаємодія з вовками? Чи можна назвати взаємовідносини між людиною та кішкою взаємовигідними? Чому?

Взаємовідносини між організмами

Як ви вже знаєте, різні види живих організмів в одній екосистемі можуть взаємодіяти між собою. Така взаємодія може бути корисною для видів, шкідливою або не мати для них ніякого значення. Залежно від цього виокремлюють різні типи взаємодії.

Кооперація є взаємовигідним співіснуванням двох видів. Але для їх виживання воно не обов'язкове, тобто обидва види можуть нормально існувати без взаємодії між собою. Так, дельфіни й баклани інколи влаштовують спільне полювання на косяк риби, атакуючи його з повітря і з-під води одночасно.

У випадку **аменсалізму** один із видів завдає шкоди іншому, не маючи будь-якої вигоди для себе. Дерева, які формують перший ярус у лісі, затіняють усі рослини, які є нижчими за них, і роблять дуже проблемним виживання світлолюбних рослин.

Конкуренція є прикладом взаємодії, за якої різні види використовують один і той самий ресурс. Таким ресурсом може бути їжа (приміром, трава для коней і корів), місце проживання (наприклад, місце для гнізд на пташиних базарах, якщо їх утворюють різні види птахів), вода в умовах пустелі, укриття від сонця в жарких умовах, мінеральні речовини ґрунту для рослин тощо.

Якщо взаємодія приносить вигоду хоч одному з видів і є обов'язковою умовою для його існування, то такий тип взаємодії називають **симбіозом**. Залежно від особливостей взаємодії між організмами розрізняють кілька форм симбіозу: мутуалізм, коменсалізм, паразитизм та інші.

Мутуалізм

Мутуалізм є взаємовигідною формою співіснування двох видів у природі (мал. 12.1). За такої форми окреме існування одного з видів неможливе. Мутуалізм дає суттєві переваги для обох видів. Так, терміти

не можуть виробляти ферменти, що розщеплювали б целюлозу. А живляться вони рослинами. Вирішення цієї проблеми забезпечують мутуалістичні мікроорганізми, що живуть у їхньому кишечнику. Терміти забезпечують їх їжею та місцем проживання, а мікроорганізми розщеплюють для них целюлозу.

Коменсалізм

Коменсалізм надає певні переваги одному з видів і ніяк не впливає на життєдіяльність іншого (мал. 12.2). Так, рослини епіфіти тропічних лісів використовують стовбури та гілки великих дерев для свого розміщення на них. Вони не завдають деревам шкоди, проте й не надають їм якихось переваг. А от для себе епіфіти отримують суттєві вигоди. Вони мають кращі умови освітлення, ніж ті рослини, що ростуть на поверхні ґрунту. І рослиноїдним тваринам до них також складніше діставатися.

Отже, тепер ви знаєте

1. Назвіть види взаємодії організмів. 2. На конкретних прикладах поясніть, що таке коменсалізм, аменсалізм та конкуренція. 3. Що таке симбіоз? 4. Які існують форми симбіозу? 5. Наведіть власні приклади різних форм симбіозу. 6*. До якого типу симбіозу можна віднести взаємовідносини людини й корови. Відповідь обґрунтуйте.

Запитання та завдання

6. Чому взаємовідносини людини й міської ластівки можна вважати коменсалізмом? Який із цих видів отримує вигоду у взаємовідносинах і в чому полягає ця вигода? 7*. Наведіть приклади мутуалістичних взаємовідносин між видами, які можна спостерігати у вашій місцевості.

Мал. 12.1. Приклади мутуалізму: джмелі та конюшина, яку вони запилюють (*а*), деякі види крабів та актинії (*б*)

Мал. 12.2. Приклади коменсалізму: рослини-епіфіти і дерева (*а*), риба-прилипала й акула (*б*)

13 Паразитизм. Організм як середовище існування

Як живляться блохи? Які пристосування для свого способу живлення вони мають? Чим живлення блох відрізняється від живлення бабок? Що таке симбіоз? Які види симбіозу ви знаєте?

Паразитизм

Як вам уже відомо, однією з форм симбіозу є паразитизм — певний вид взаємовідносин між організмами, за якого один з організмів (паразит) живе за рахунок іншого (хазяїна) (мал. 13.1). Паразит отримує певну вигоду від взаємовідносин: поживні речовини, місце проживання та захист від умов середовища. У той же час хазяїн від паразита отримує шкоду, і його життєдіяльність ускладнюється.

Прикладом паразитизму є взаємодія вошей і людини. Воші використовують людину як джерело харчування (висмоктують її кров) і місце проживання (живуть на її тілі). Крім того, на тілі людини вони захищені від хижаків і мають комфортну температуру для розвитку. А от людина страждає від самих укусів вошей, утрати крові та інфекцій, які передаються за допомогою вошей.

Паразитизм дещо схожий на хижацтво, коли жертва також є джерелом їжі для хижака. Але паразит не вбиває жертву миттєво. Його діяльність може стати причиною загибелі хазяїна, однак це відбудеться через досить тривалий час після початку взаємодії.

Воша і людина

Пасовищний кліщ і собака

Опеньок і сосна

Мал. 13.1. Приклади видів паразитів

Блоха

П'явка

Десмод

Мал. 13.2. Представники ектопаразитів

Ектопаразитизм та ендопаразитизм

Існує кілька форм паразитизму. Основними з них є ектопаразитизм і ендопаразитизм. Ці форми різняться між собою за характером взаємодії з хазяями. **Ектопаразити** (мал. 13.2) живуть на поверхні тіла хазяїна або взагалі контактують із ним тільки в період свого харчування. Представниками ектопаразитів є блохи, воші, клопи, медичні п'явки, самки багатьох видів комарів та інших двокрилих. До цієї ж групи належать десмоди — представники рукокрилих із Південної Америки, які живляться кров'ю птахів і ссавців.

Ектопаразити мають багато різноманітних адаптацій, які дозволяють їм непомітно прикріплятися до хазяїна і живитися на ньому. Для багатьох дрібних ектопаразитів характерна сплощена форма тіла й вироблення спеціальних речовин, які запобігають зсіданню крові й знеболюють місця укусів.

Ендопаразити (мал. 13.3) живуть усередині організму хазяїна. До них належать гельмінти (паразитичні черви), деякі личинки комах (наприклад оводів), паразитичні гриби та бактерії. Ці паразити можуть розміщуватися тільки в певних органах, як аскариди або ціп'яки, що живуть у кишечнику, або можуть потрапляти в будь-який орган,

Ехінокок

Аскарида

Личинка підшкірного овода

Мал. 13.3. Представники ендопаразитів

Зозуля

Сомик *Syndontys*

Джміль-зозуля

Мал. 13.4. Представники видів, що використовують гніздовий паразитизм

як, приміром, личинки ехінокока в організмі людини. Зазвичай ендопаразити мають щільні зовнішні покриви, які вберігають їх від дії імунної системи хазяїна.

Інші форми паразитизму

Ще один вид паразитизму — *гніздовий*, за якого тварина використовує гніздо тварин іншого або свого виду для вирощування своїх нащадків, яких вигодовують ті тварини, котрі будували гнізда. Якщо використовуються гнізда тварин іншого виду, то це *міжвидовий паразитизм*, якщо свого, то *внутрішньовидовий*.

Традиційним представником паразитів такого типу є зозулі. Хоча і не всі представники зозуль паразити, але для 40 видів такий спосіб розмноження є звичайним (мал. 13.4).

Крім зозуль, гніздовий паразитизм властивий для деяких ткачиків, трупіалів та інших птахів. Він трапляється також у комах і риб. У комах це джмелі-зозулі, які паразитують у гніздах інших видів джмелів, деякі види мух, ос та мурах.

Існують також інші форми паразитизму. У разі *соціального паразитизму* паразит не завдає безпосередньої шкоди окремим особинам виду, але він споживає ресурси колонії, яку можна розглядати як надорганізм. Скажімо, певні види жуків живляться в колоніях мурах, імітуючи членів цієї колонії.

Серед мурах трапляється цікавий варіант соціального паразитизму. Мурахи-рабовласники крадуть лялечок робочих особин у мурах інших видів. Після народження вкрадені мурахи виконують функції робочих особин у гнізді мурах-рабовласників.

Цікавим випадком паразитизму є *надпаразитизм*, за якого хазяїном паразита стає інший паразит, що паразитує на якомусь виді непаразитичних організмів. Надпаразитизм поширений серед представників їздців з ряду Перетинчастокрилі.

Особливості організму як середовища існування

Організм, як середовище існування для паразитів, має свої характерні особливості. Він забезпечує для них сталі умови існування. Температура, вологість, рівень pH та інші параметри такого середовища існування змінюються в дуже вузьких межах. Це відбувається за рахунок підтримання організмом власного гомеостазу. Перебуваючи в організмі хазяїна, паразит не має хижаків, і він захищений від дії несприятливих неорганічних факторів середовища (вітру, опадів тощо).

Організм також забезпечує паразита великою кількістю поживних речовин без потреби їхнього пошуку і добування, що суттєво знижує витрати паразита на здійснення своїх процесів життєдіяльності.

Але проживання в організмі хазяїна має і свої проблеми. Імунна система організму-хазяїна постійно бореться з паразитами, і останні вимушені захищатися від її дії. Серйозною проблемою для них також є потрапляння в організми нових хазяїв. Різні види паразитів використовують для цього різні способи, з якими ви вже знайомилися раніше. Наприклад, аскариди продукують велику кількість яєць, які можуть потрапляти в організм хазяїна разом із частинами рослин, на які вони осідають. А такі плоскі черви, як свинячий ціп'як, використовують проміжних хазяїв, із м'ясом яких потрапляють в організм основного хазяїна.

Отже, тепер ви знаєте

1. Які особливості притаманні паразитизму як типу взаємодії організмів? 2. Які бувають форми паразитизму? Наведіть приклади. 3. До якої форми паразитизму можна віднести взаємини пасовищного кліща і людини? Відповідь обґрунтуйте. 4. Назвіть характерні ознаки організму як середовища існування.

Запитання та завдання

5. Чи можна крадіжку у представників свого виду тварин вважати прикладом соціального паразитизму? Відповідь обґрунтуйте. 6. На прикладі одного з паразитів людини поясніть, які адаптації дозволяють йому ефективно співіснувати з людиною. 7*. На конкретних прикладах розгляньте, які переваги має ендопаразитизм порівняно з ектопаразитизмом.

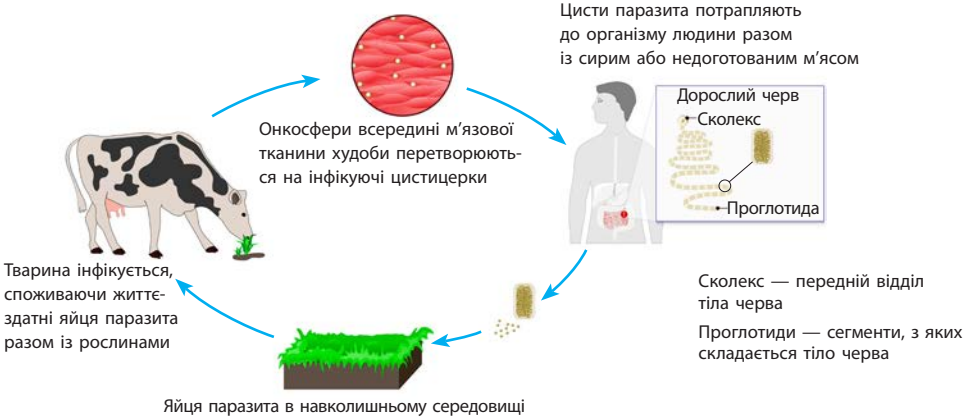
14 Взаємодія паразитів з організмом хазяїна

Наведіть приклади організмів, що належать до ендопаразитів. Які тварини є ектопаразитами? Які адаптації можуть мати ектопаразити для ефективного нападу на хазяїна? Які особливості будови бліх свідчать про їхнє пристосування до ектопаразитизму?

Рівні взаємодії паразита й хазяїна

Взаємодія паразита й хазяїна відбувається відразу на кількох рівнях. На молекулярному рівні і паразит, і хазяїн виділяють речовини, які полегшують їм захист (для хазяїна) або напад (для паразита). На клітинному рівні види-хазяї можуть формувати спеціальні поверхневі структури, які запобігають проникненню паразита в клітини (наприклад, товста клітинна стінка). А паразити утворюють спеціальні рецептори, які здатні ідентифікувати потрібні клітини в організмі хазяїна.

На рівні організму у тварин захист від паразитів забезпечує імунна система. А рослини можуть створювати структури з мертвих клітин (як, скажімо, пробку або восковий шар на листках), що перешкоджає проникненню паразита в організм. У відповідь на це паразити формують спеціальні структури (такі як гаусторії у грибів), за допомогою яких вони проникають до організму хазяїна.



Мал. 14.1. Життєвий цикл паразита зі зміною хазяїв

На рівні популяцій та екосистем взаємодія паразитів і хазяїв може відбуватися у формі чергування хазяїв у життєвих циклах паразита (мал. 14.1). Взаємодія паразитів і їхніх хазяїв є одним із найважливіших механізмів регуляції процесів в екосистемах.

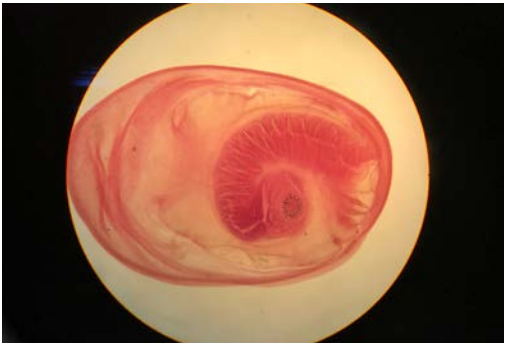
Результати взаємодії паразита і хазяїна

Як ви вже знаєте, результатом взаємодії паразита з хазяїном на рівні організму є погіршення стану хазяїна. Зазвичай наслідком цього є зниження його життєздатності. В організмі хазяїна під впливом паразита можуть, наприклад, утворюватися специфічні структури, такі, як фіни паразитичних червів у тканинах хазяїна або гали на листках дерев навколо личинок паразитичних комах (мал. 14.2). Ці структури можуть бути дуже важливими для паразитів. Так, фіни є формою, у якій личинка може зберігатися тривалий час і чекати на потрапляння в організм основного хазяїна. А гали утворюються як результат розростання тканин рослин під впливом речовин, що виділяє личинка паразита. І такі тканини є дуже зручним запасом поживних речовин для личинок.

Взаємодія паразита і хазяїна може закінчуватися загибеллю хазяїна, але в багатьох випадках їх еволюція відбувається саме в напрямку зменшення шкоди паразита і збільшення можливостей для опору хазяїна. Причиною цього є те, що в такій ситуації паразит може тривалий час жити в організмі без серйозних наслідків для хазяїна.

Але існують варіанти, коли взаємодія паразита з хазяїном закінчується загибеллю останнього. У такому випадку паразит теж може загинути разом із хазяїном, як, наприклад, чумні бактерії після загибелі людини, яка захворіла на чуму. А може і не загинути, якщо його життєвий цикл розрахований на загибель хазяїна. Прикладом цього

Гали на листках



Фіни ціп'яків у тканинах хазяїна

Мал. 14.2. Специфічні структури в організмі хазяїна, утворені паразитами

є паразитичні комахи, личинки яких поїдають хазяїна, а потім перетворюються на імаго і шукають нові жертви для свого розмноження.

На рівні популяції та екосистеми результат взаємодії паразита й хазяїна не завжди є негативним для виду-хазяїна. Більш того, така взаємодія може бути корисною для всієї екосистеми. Якщо вид-хазяїн надмірно розмножиться, то ураження його представників паразитом може скорегувати чисельність популяції до оптимального рівня і зберегти рівновагу в екосистемі.

Управління поведінкою хазяїна

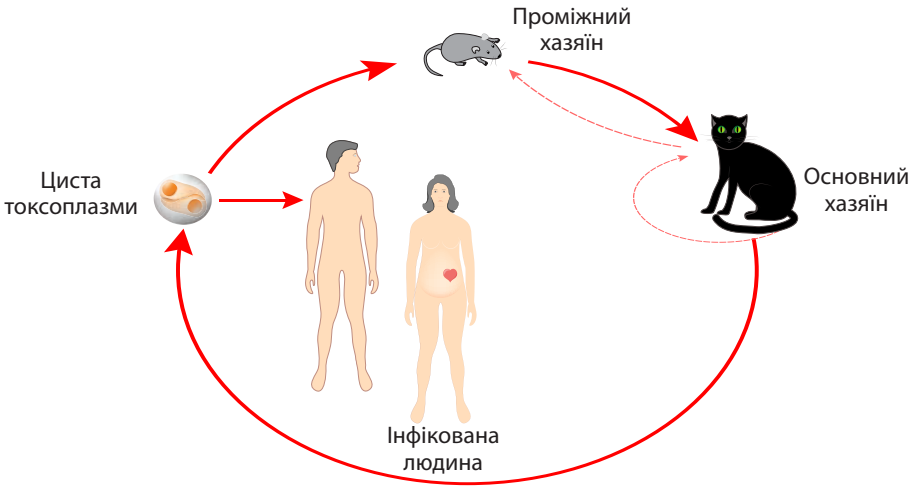
У сучасній біології проблемам взаємодії паразитів та їхніх хазяїв приділяють багато уваги. Численні дослідження дозволили встановити чимало деталей цих процесів. Як виявилося, паразити досить часто можуть впливати на поведінку своїх хазяїв і навіть повністю її контролювати в деяких випадках (мал. 14.3).

Такі здатності виявили у смарагдової оси, личинки якої паразитують у тарганах. Доросла комаха атакує таргана і вводить йому в голову отруту, яка блокує роботу певних структур мозку. Через деякий час тарган утрачає можливість самостійно контролювати свої рухи, але залишається живим. Після цього оса спрямовує таргана у свою нірку і відкладає на нього яйця. З яєць потім виходять личинки, які живляться тканинами таргана.

Ще одним прикладом впливу на поведінку хазяїна (хоч і не таким явним) є взаємодія токсоплазми, одноклітинного еукаріотичного паразита, з мишами. Основний хазяїн токсоплазми — кішка, а проміжний — мишоподібний гризун.

Цисти токсоплазми потрапляють в організм гризуна. Там паразит розмножується нестатевим способом і виробляє речовини, які діють на його мозок. Під дією цих речовин гризуни втрачають страх перед запахом кішок. Окрім того, цей запах починає їх приваблювати. Отже, різко

Мал. 14.3. Плоский черв лейкохлоридій, смарагдова оса та паразитичний гриб кордицепс управляють поведінкою своїх хазяїв



Мал. 14.4. Токсоплазма здатна змінювати поведінку миші, щоб потрапити в організм кішки

збільшуються шанси на те, що кішка впіймає і з'їсть такого гризуна, і це, власне, дозволить токсоплазмі потрапити в організм основного хазяїна, де вона буде розмножуватися вже статевим шляхом (мал. 14.4).

Токсоплазма може уражати не тільки мишей, але й людину. В організмі здорової дорослої людини токсоплазми зазвичай переходять у форму цисти і не впливають на здоров'я. Але в разі зараження вагітної жінки цей паразит може впливати на ембріон. Зокрема, проникнення токсоплазми в мозок стає причиною імунної реакції і підвищеного вироблення дофаміну. Наслідком цього є певні зміни в поведінці людини.

Отже, тепер ви знаєте

1. На яких рівнях взаємодіють паразити і хазяї? 2. Як саме паразити й хазяї взаємодіють на молекулярному і клітинному рівнях? Наведіть приклади. 3. Як паразити й хазяї взаємодіють на організмовому рівні? 4. Якими можуть бути результати взаємодії паразита й хазяїна? 5*. Чому паразиту може бути вигідним впливати на поведінку хазяїна?

Запитання та завдання

6. На конкретному прикладі поясніть, у яких випадках вплив паразита на хазяїна може бути корисним для хазяїна. 7*. Чому тіло блохи сплющене з боків, а воші — зверху і знизу?

15 Адаптивні біологічні ритми

Які сезонні зміни існують у житті живих організмів? Які зміни в організмі людини відбуваються циклічно протягом доби? Які тварини і чому можуть впадати у сплячку? Чому багато рослин на території України восени скидають листя? Чому тварини здійснюють міграції?

Біологічні ритми та їхня роль в адаптації організмів

У нашому Всесвіті надзвичайно багато періодичних явищ. Земля обертається навколо своєї осі й навколо Сонця за певні проміжки часу. Місяць робить оберт навколо Землі протягом певного терміну. Активність Сонця змінюється з визначеною періодичністю.

Усі ці процеси чинять вплив на живі організми. І, відповідно, живі організми адаптуються до таких періодичних процесів. Їхні фізіологічні й біохімічні процеси відбуваються з певною періодичністю, причому на всіх рівнях життя — від молекулярного до біосферного. Такі циклічні зміни процесів у біологічних системах називаються **біологічними ритмами**.

Типи біологічних адаптивних ритмів

Біологічні адаптивні ритми поділяють на внутрішні й зовнішні. Внутрішні біоритми визначаються біохімічними й фізіологічними процесами в організмі. До них належать ритмічність дихання, періодичність серцевих скорочень, процеси травлення тощо.

Зовнішні біоритми визначаються дією зовнішніх геофізичних факторів, таких як зміна дня й ночі, зміна сезонів, багаторічні цикли активності Сонця тощо.

Основні зовнішні біологічні ритми

Тип біологічного ритму	Приклади
Добові	Чергування сну і неспання, годування дитинчат у ссавців
Припливно-відпливні	Затоплення та осушення прибережних біотопів під час припливів і відливів
Сезонні	Міграції птахів у теплі краї і назад
Річні	Коливання чисельності й активності тварин протягом року
Багаторічні	Зміна інтенсивності розмноження комах, пов'язана з 11-річним циклом сонячної активності

Крім того, біологічні ритми поділяють за частотою на ритми високої (дихання, скорочення серця), середньої (сон) і низької (сезонні явища) частоти.

Сон і неспання тварин

Закриття й відкриття квіток упродовж доби

Мал. 15.1. Приклади прояву фотоперіодизму у тварин і рослин

Фотоперіодизм

Одним із найбільш помітних факторів у добових ритмах є **добовий ритм освітлення**, який визначається співвідношенням тривалості дня і ночі. Відповідно до добового ритму освітлення більшість живих організмів змінюють інтенсивність своїх фізіологічних процесів. Сукупність змін фізіологічних реакцій на зміни освітлення називають **фотоперіодизмом**.

Фотоперіодизм характерний і для тварин, і для рослин (мал. 15.1). У тварин багато процесів життєдіяльності пов'язано з певними періодами доби і режимом освітлення. Це процеси полювання, відпочинку, соціальних взаємодій тощо. Також добовий ритм освітлення може відігравати роль механізму, який розпочинає процеси шлюбної поведінки, міграцій, линяння тощо.

У рослин добовий ритм освітлення також відіграє важливу роль, бо тільки за умов освітлення можливе здійснення процесу фотосинтезу. Рослини є дуже чутливими до довжини світлового дня. І це створює певні труднощі за умови їх штучного вирощування в незвичних для них широтах. Фотоперіодичні процеси стають сигналом для утворення рослинами квіток і початку плодоношення.

Отже, тепер ви знаєте

1. Що таке адаптивні біологічні ритми? 2. Які бувають адаптивні біологічні ритми? 3. Які ритми є сезонними? 4. Що таке фотоперіодизм? 5. Чому фотоперіодизм має для багатьох організмів велике адаптивне значення?

Запитання та завдання

6. У яких випадках фотоперіодизм не буде мати для організмів адаптивного значення? 7*. Виберіть один із видів організмів та на його прикладі поясніть, як біологічні ритми впливають на конкретний вид.

Основні положення теми «Адаптації»

Адаптації	Типи адаптацій
Адаптація — це процес пристосування живих організмів до дії факторів навколишнього середовища шляхом вироблення певних пристосувань	*Морфологічні* адаптації відбуваються шляхом зміни особливостей будови тіла. *Фізіолого-біохімічні* адаптації відбуваються за рахунок змін внутрішніх процесів організму. *Поведінкові* адаптації утворюються за участю центральної нервової системи

Преадаптації	Постадаптації
Ознаки організму (його структури, біохімічні або фізіологічні особливості тощо), які потенційно можуть стати основою пристосувань у змінених умовах існування	Еволюційні зміни, які вдосконалюють уже існуючі адаптації організмів

Правило Бергмана

Розмір тіла тварин одного виду (або кількох близьких видів одного роду) є більшим у більш холодних частинах ареалу і меншим у більш теплих його частинах.

Правило Алена

Найменші розміри виступаючих частин тіла мають тварини, які живуть у найбільш холодних регіонах, а найбільші — жителі найбільш теплих країв.

Середовища існування живих організмів

- Водне
- Підземне
- Наземно-повітряне
- Тіла живих організмів

Терморегуляція — це сукупність процесів, які дозволяють підтримувати температуру тіла організму на певному рівні. Терморегуляція є одним із найважливіших механізмів адаптації організмів до середовища існування. **Способи терморегуляції:** фізичні, хімічні, поведінкові.

Пойкілотермні організми

Температура тіла залежить від температури середовища і змінюється разом із нею.

Представники: щука, ропуха, гадюка, коник, рак.

Гомойотермні організми

Можуть підтримувати сталу температуру найважливіших частин тіла незалежно від умов навколишнього середовища.

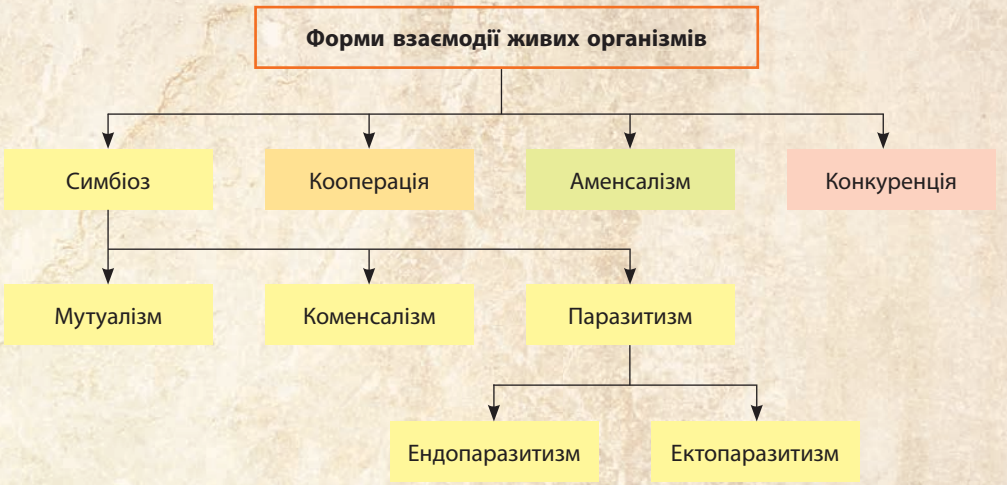
Представники: ластівка, дельфін, кабан, шкіряста черепаха, шимпанзе.

Життєві форми рослин (класифікація І. Г. Серебрякова)

Деревні, напівдеревні, наземні трави, водні трави.

Життєві форми тварин (класифікація О. М. Формозова)

Наземні, водні, деревні, повітряні, підземні.



Перевірте свої знання з теми «Адаптації».

Тема 6

Біологічні основи здорового способу життя

16 Науки про здоров'я. Здоровий спосіб життя

У якому віці люди частіше хворіють: у дитячому чи в похилому? Чому? Які фактори впливають на здоров'я людини? Які адаптації в людини допомагають їй не захворіти в умовах низьких температур? Які ви можете назвати показники здоров'я?

Поняття здоров'я

Здоров'я є однією з головних цінностей життя людини і займає дуже високе місце в ієрархії її потреб. Наявність здоров'я завжди розглядалося як обов'язковий компонент щасливого життя. Крім того, здоров'я населення — важлива умова успішного соціального та економічного розвитку суспільства.

Здоров'я є комплексним поняттям. Це не лише відсутність захворювань та фізичних вад організму, це ще й повне психічне та соціальне благополуччя. Здоров'я кожної людини залежить від її генетичних особливостей, які вона отримує у спадок від батьків. Але реальний стан здоров'я формується протягом існування кожного з нас і суттєво залежить від того способу життя, звичок, поведінки і соціальних умов, у яких ми перебуваємо.

Стан, у якому опиняється організм, коли порушено його будову, обмін речовин чи власне функціонування в цілому або його частин, називають *хворобою*. Причини такого процесу можуть бути різні. Інколи вони пов'язані зі спадковими особливостями організму, але в більшості випадків хвороби виникають як реакції на певний спосіб життя людини, її необачну поведінку, фактори зовнішнього середовища тощо.

Науки, що вивчають здоров'я людини

Назва науки	Що вивчає
Генетика	Спадковість і мінливість ознак організму людини, механізми реалізації спадкової інформації, регуляцію прояву спадкових ознак
Біохімія	Біохімічні реакції в організмі людини, їх регуляцію та механізми порушення, вплив на організм людини різноманітних речовин
Фізіологія	Фізіологічні реакції в організмі людини, їх регуляцію та механізми порушення, вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на процеси в організмі людини
Цитологія	Клітини людини, життєдіяльність клітин та фактори, які можуть на неї впливати, взаємодію клітин між собою
Психологія	Психічні процеси в нервовій системі людини, дію на них зовнішніх і внутрішніх факторів, взаємодію людей між собою
Медицина	Причини виникнення захворювань людини, способи лікування захворювань і мінімізації їх негативних наслідків, способи профілактики захворювань

Здоровий спосіб життя

Аби зберегти здоров'я, людина повинна дотримуватися певних правил у своєму повсякденному житті. Ці правила дають можливість суттєво зменшувати ризик погіршення здоров'я і дозволяють людині прожити довге і щасливе життя. Спосіб життя, що ґрунтується на розумному використанні свого життєвого потенціалу і дотриманні науково виважених рекомендацій із різних сфер життєдіяльності, називають **здоровим способом життя (ЗСЖ).**

Принципи здорового способу життя складаються з певних правил щодо харчування, фізичної активності, особистої гігієни, психічного стану, життєвих звичок та інших аспектів життєдіяльності людини.

Отже, тепер ви знаєте

1. Що таке здоров'я? 2. Які науки вивчають здоров'я людини? 3. Що таке здоровий спосіб життя? 4*. Поясніть, чому порушення соціального або психічного благополуччя людини може бути причиною погіршення її здоров'я.

Запитання та завдання

5. Чому для деяких професій існують певні вимоги до стану здоров'я тих, хто займається цією роботою? 6*. На території України 150 років тому половина новонароджених помирала у віці до одного року. Зараз такі трагедії стаються вкрай нечасто. Як ви гадаєте, з чим це пов'язано? Назвіть наукові і соціальні фактори, що впливають на поліпшення ситуації.

17 Складові здорового способу життя

Які сполуки потрібні людині для повноцінного харчування? Чому в продуктах харчування повинні міститися вітаміни? Що таке гіпотонія і які її можливі наслідки? Чому в деяких місцевостях у людей часто розвивається зоб і порушується робота щитоподібної залози?

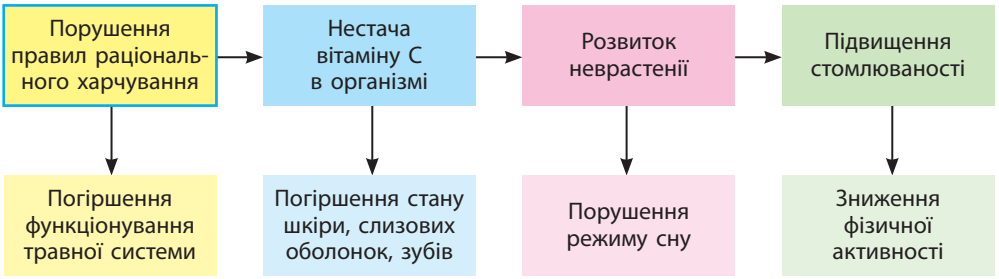
Формування здорового способу життя

Як ви вже знаєте, здоровий спосіб життя (ЗСЖ) є комплексом заходів, які охоплюють різні аспекти життя людини. До основних складових ЗСЖ належать раціональне харчування, дотримання особистої гігієни та гарного психічного стану, виважена оптимальна фізична активність, боротьба зі шкідливими звичками, правильна організація роботи і відпочинку та ін.

Часто проблеми з однією складовою ЗСЖ порушують роботу всієї системи. Так, недотримання правил раціонального харчування людиною може стати причиною виникнення в неї цілого комплексу проблем (мал. 17.1).

Гігієна і харчування

Сьогодні особиста гігієна стала особливо актуальною в наш час через високу щільність людських поселень, що сприяє поширенню хвороботворних організмів. Одним із найефективніших засобів перешкодити цьому є дотримання правил особистої гігієни. Просте миття рук стає нездоланною перешкодою на шляху багатьох інфекцій.



Мал. 17.1. Приклад наслідків порушення правил раціонального харчування