

ВИДАВНИЦТВО  
**РАНОК**

Костянтин Задорожний

  
Інтернет-  
підтримка

**11**  
КЛАС

# Біологія і екологія

Рівень стандарту



УДК 57:502:37.016(075.3)  
З-15

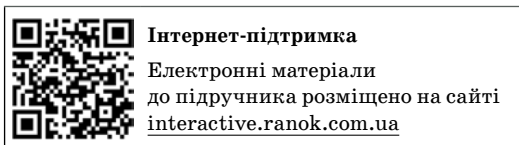
**Рекомендовано Міністерством освіти і науки України**  
(наказ Міністерства освіти і науки України від 12.04.2019 № 472)

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

**Задорожний К. М.**  
З-15 Біологія і екологія (рівень стандарту) : підруч. для 11 кл. закл. загал. серед. освіти / Костянтин Задорожний. — Харків : Вид-во «Ранок», 2019. — 208 с. : іл.

ISBN 978-617-09-5189-2

УДК 57:502:37.016(075.3)



ISBN 978-617-09-5189-2


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

## Знайомство з підручником

Шановні одинадцятикласники і одинадцятикласниці! 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

- 
- Запитання на початку параграфа підкажуть, що необхідно повторити
  - Схеми й малюнки унаочнюють матеріал
  - 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 електронний додаток

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

*Бажаємо вам успіхів у навчанні!*



# 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 організмі 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 пристосуванню 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 окремих нуклеотидів ДНК (генні мутації), структури чи кількості хромосом (хромосомні та геномні мутації) (див с. 8–9) або в результаті функціональних змін у роботі геному без структурних порушень (генетична регуляція, наприклад, епігенетичні процеси).

*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) ката, 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)

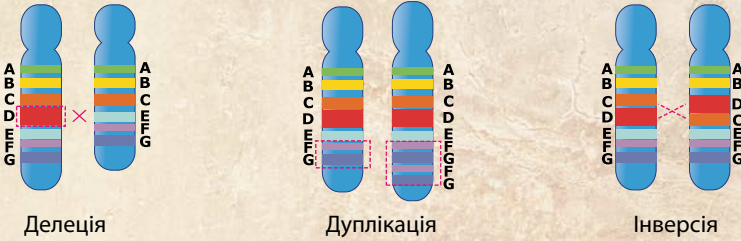
## Точкові мутації

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

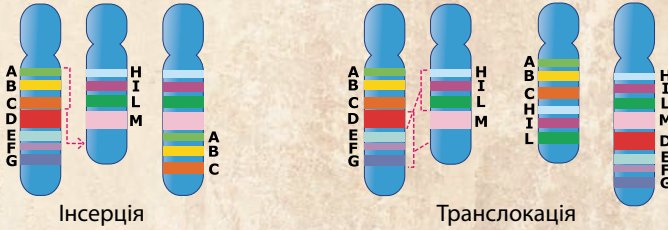


## Хромосомні мутації

### Порушення будови однієї хромосоми



### Порушення будови одночасно двох хромосом



## Геномні мутації

Диплоїдія		1	2	3	4	Норма
Моносомія		1	2	3	4	Анеуплоїдія
Трисомія		1	2	3	4	
Тетрасомія		1	2	3	4	
Моноплоїдія		1	2	3	4	Моно- плоїдія
Триплоїдія		1	2	3	4	Поліплоїдія
Тетраплоїдія		1	2	3	4	

## 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 в 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 зимовий сон, 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 недопоміжною. 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, с. 10). 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 в 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 зберігає 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 й фенека

вого збільшення об'єму. Тому великі виступаючі частини тіла є гарною адаптацією до жарких умов існування, коли організму треба швидко позбутися 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 предків амфібій, які походять від кистеперих риб. Вони виконували функцію забезпечення маневрування під час плавання. Але після переселення на мілководдя вони почали виконувати допоміжну функцію — забезпечення повзання на мулистому дні там, де плавати було неможливо. У процесі пристосування кистеперих риб до життя на суходолі плавці втратили свою стару основну функцію. А допоміжна функція стала для них новою основною. Плавці перетворилися на лапи, що дозволило тваринам адаптуватися до життя на суходолі. Кількість плавців визначила і кількість лап у нащадків цих риб. Усі вони стали чотирилапами.

## 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  $K$ - 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  $K$ -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

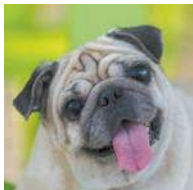


1. Що таке преадаптація? 2. Що таке постадаптація? 3. Поясніть, що таке стратегія адаптації організмів. 4. Наведіть приклади різних стратегій адаптації до життя у водному середовищі. 5\*. Які стратегії розмноження є в організмів? Наведіть свої приклади цих стратегій.

### 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 завдань

## 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 їй 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 децю 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

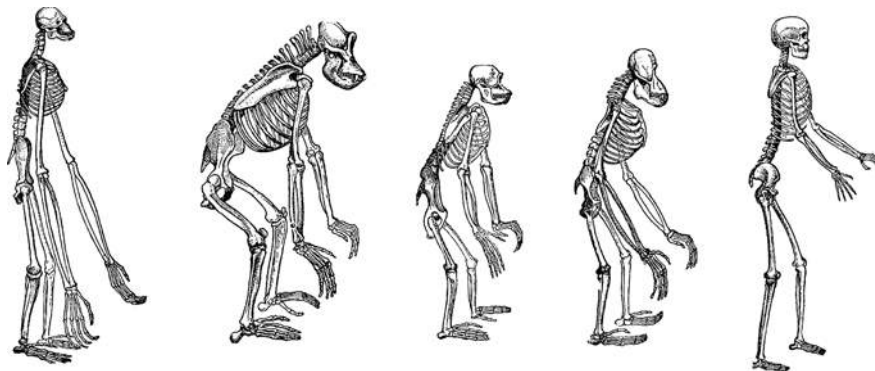


Ялина



Модрина

**Мал. 4.3.** Хвойні дерева адаптовані до різних умов існування



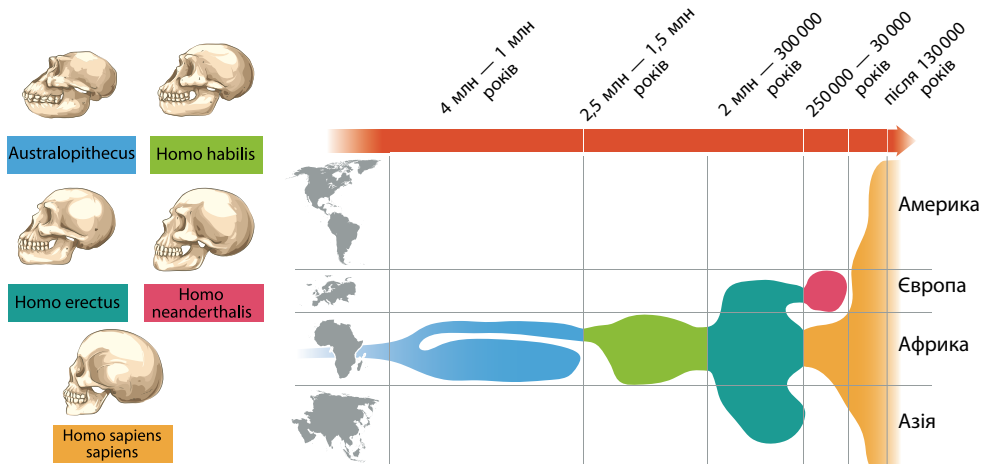
Мал. 4.4. Результати адаптивної радіації у приматів

### 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.

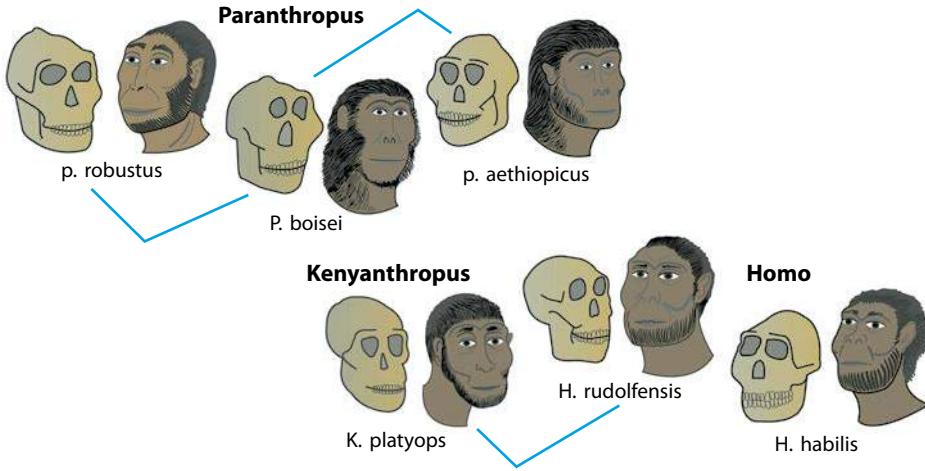
Шимпанзе стали досить багато часу проводити не на деревах, а на землі. А горили майже повністю перейшли на наземний спосіб життя. Ці два види залишилися жителями тропічного лісу й почали пересуватися по землі, спираючись на фаланги пальців передніх кінцівок.

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



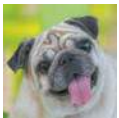


**Мал. 4.6.** Різні будова черепів родів *Paranthropus* і *Homo* — наслідок дії адаптивної радіації

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 їх 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 усеїдних 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 докільця називають **адаптивним потенціалом виду**. Чим вищий у виду адаптивний потенціал, тим легше він адаптується до зміни умов.



Коала



Вельвічія

Крім адаптивного потенціалу, види живих організмів мають ще 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 еврибонтів (види, які здатні існувати в широкому діапазоні умов) і стенобонтів (види, які здатні існувати тільки у вузькому діапазоні умов).

## 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 евкالیптів і не може використовувати інші джерела їжі.

Мал. 5.1. Представники стенобіонтів

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.

Один 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.

### 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 спектра 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.



Подорожник



Вовк

Мал. 5.2. Представники еврибіонтів

## 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 вирости 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 істотно впливають такі фактори, як солоність, наявність мінеральних речовин у доступній формі, можливість появи льодового покриву та насиченість води киснем.



Тунець



Краб



Сапрасум

**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 сплюснене 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, с. 22). 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 чи 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

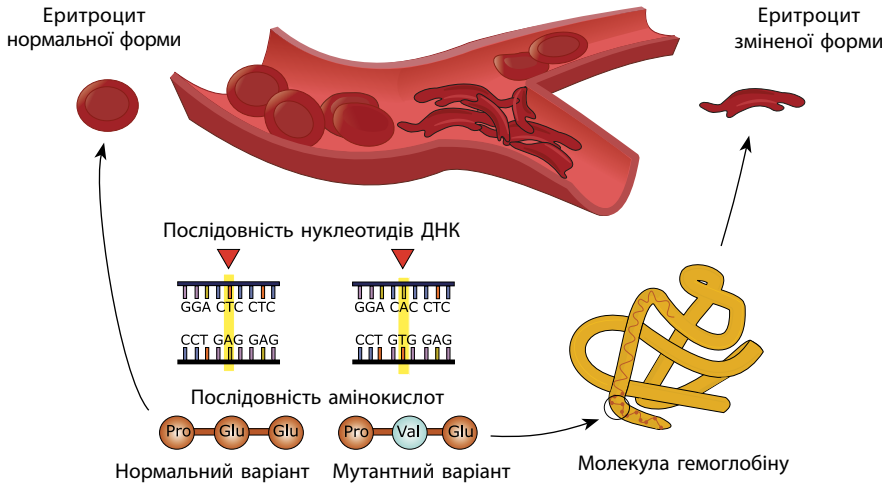
На молекулярному рівні адаптації можуть відбуватися дуже швидко. Невеличка зміна всього в одній молекулі може стати причиною суттєвих змін у шансах виживання організмів.

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.



### Серповидноклітинна анемія



Мал. 7.1. Мутація гена гемоглобіну та її наслідки

У процесі пристосування до життя на суходолі хребтним 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 темної фази надходить прямо через відкриті продиhi. Але через відкриті продиhi випаровується багато води, що небажано для рослин із посушливих умов існування. Тому в них виникли два варіанти адаптацій для економії вологи.

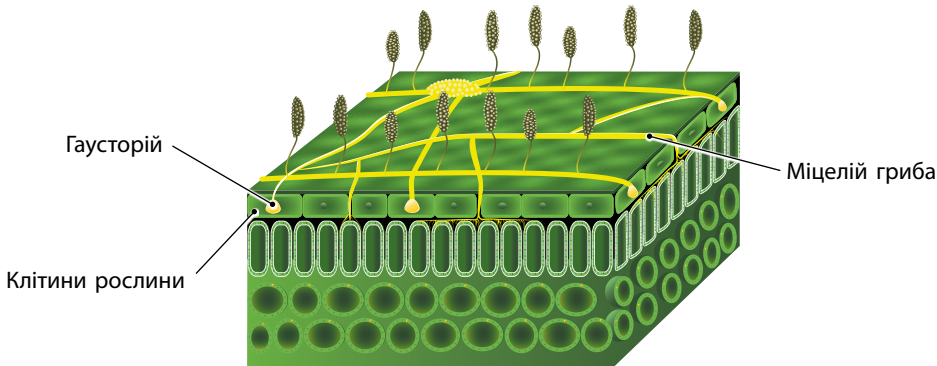
В обох випадках світлова й темнова фази фотосинтезу розділяються. У першому варіанті в рослин з  $C_4$ -фотосинтезом (мал. 7.4) світлова й темнова фази фотосинтезу рознесені просторово й відбуваються в різних клітинах. Для забезпечення вуглекислим газом невеликої кількості клітин рослина може розкривати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



**Мал. 7.4.** Кукурудза — рослина з  $C_4$ -фотосинтезом



**Мал. 7.5.** Кактус опунція — рослина із CAM-метаболизмом

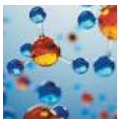


**Мал. 7.6.** Проникнення гаусторіїв грибів у клітини рослини

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 із 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.

# Адаптації в еволюції людини

## 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.



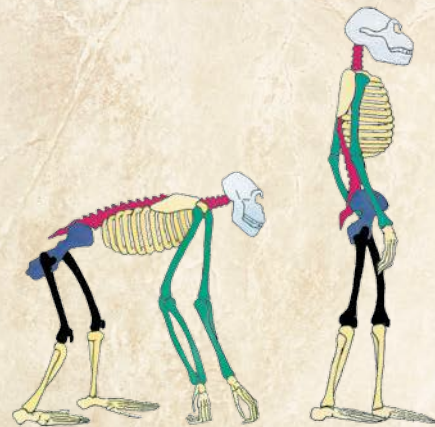
Череп та реконструкція сахельантропа



Реконструкція ардипітека

І лише нащадки ардипітеків — **австралопітеки** — мали нижні кінцівки, пристосовані для переміщення переважно землею 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 і 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.

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.



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 вони 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 вдалою передумовою для життя в новій екологічній ніші.

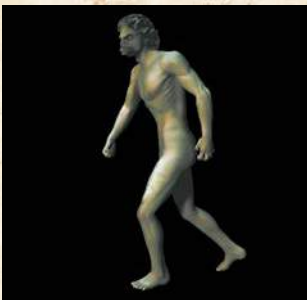
## Адаптація на молекулярному рівні

Адаптація до нового середовища існування під час переходу до життя в савані 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 ополонка і почувуються доволі добре, хоча на їхніх лапах відсутні покриття, які зберігають тепло. Як качкам вдається не втратити 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-фенеків). Регуляція об'єму крові, яка надходить до зовнішніх покриттів тіла, потовиділення також є прикладами фізичних способів регуляції тепловіддачі.

**Поведінкові способи** терморегуляції здійснюються шляхом певних дій особини, що можуть бути як рефлекторними, так і нерекфлекторними. 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 — пойкилотермні й гомойотермні. Раніше часто використовували терміни «тепнокровні» 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, моллюсків тощо.

Особливостями пойкилотермних 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 пойкилотермні 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 пойкилотермні 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. Гомойотермія може бути справжньою (як у птахів і ссавців) або інерційною (як у шкірястої черепахи).

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

Тварини зі *справжньою гомойотермією* застосовують усі можливі способи терморегуляції. Їхньою



- 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

перевагою є більша витривалість, ніж у пойкилотермних 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 украй високе. Тому мідія (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 пойкилотермними? 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 є 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 лапами	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 кількістю 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 трав'янистих відносно великого розміру, а коні й руді кенгуру — нішу трав'янистих, які швидко бігають на відкритих просторах. Причиною стало те,



Бабак



Вомбат



Коні



Руді кенгуру

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

що в Євразії сумчасті ссавці вимерли, і плацентарні зайняли всі екологічні ніші. А Австралія відділилася від інших материків до появи на ній плацентарних ссавців, тому існуючі ніші на ній 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-

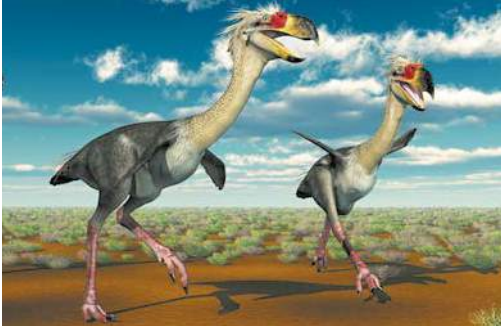


**Мал. 10.2.** Трав'ядні різних видів конкурують між собою за харчові ресурси і воду



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 витіснати 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.

Ще один приклад коадаптації — виникнення ендосимбіозу між бактерією та еукаріотичною клітиною, наслідком чого стало утворення мітохондрій. У цьому випадку метаболізм бактерії був підпорядкований потребам усєї клітини для забезпечення її енергією, а більша частина її геному була перенесена в ядро клітини. А клітина ж почала забезпечувати життєдіяльність мітохондрій за рахунок своїх ресурсів.



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

### 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 їм 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

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



**Мал. 12.1.** Приклади мутуалізму: джмелі та конюшина, яку вони запилюють (а), терміти та мікроорганізми їхнього кишечника (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 навколишнього 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 (всмоктують 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, втрати 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 хазяїнами. **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 прикріпитися до хазяїна і живитися на ньому. Для багатьох дрібних ектопаразитів характерна сплюснена 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 рибах. 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 іздців 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 рН 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 їх 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 ендopазитизм порівняно з ектопаразитизмом.

# 14 Взаємодія паразитів з організмом хазяїна

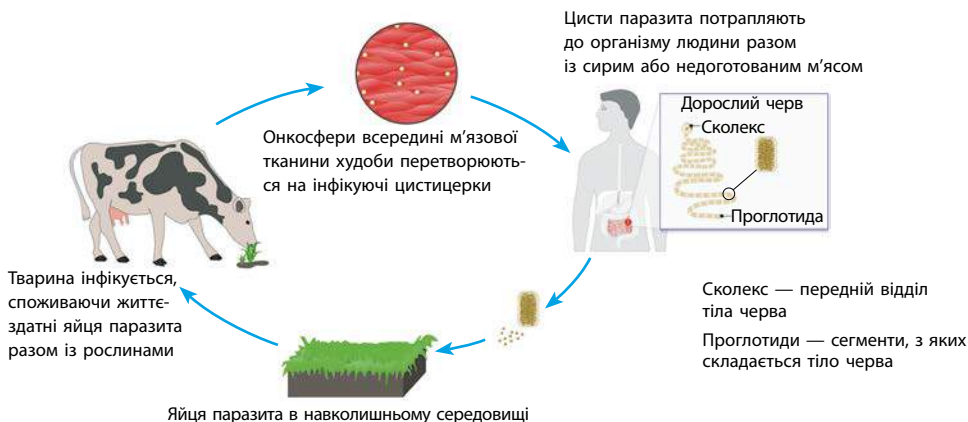


Наведіть приклади організмів, що належать до ендopаразитів. Які тварини є ектопаразитами? Які адаптації можуть мати ектопаразити для ефективного нападу на хазяїна? Які особливості будови бліх свідчать про їхнє пристосування до ектопаразитизму?

## 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, корок) 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 черв'яків 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 личинковою стадією розвитку цестод, яка перед тим, як потрапити в організм основного хазяїна, може тривалий час зберігатися у тканинах. 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.

Проте 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



Гали на листках



Фіни цїп'яків у тканинах хазяїна

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

життєвий цикл розрахований на загибель хазяїна. Прикладом цього 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 виявилось, паразити досить часто можуть впливати на поведінку своїх хазяїв і навіть повністю її контролювати в деяких випадках (мал. 14.3).

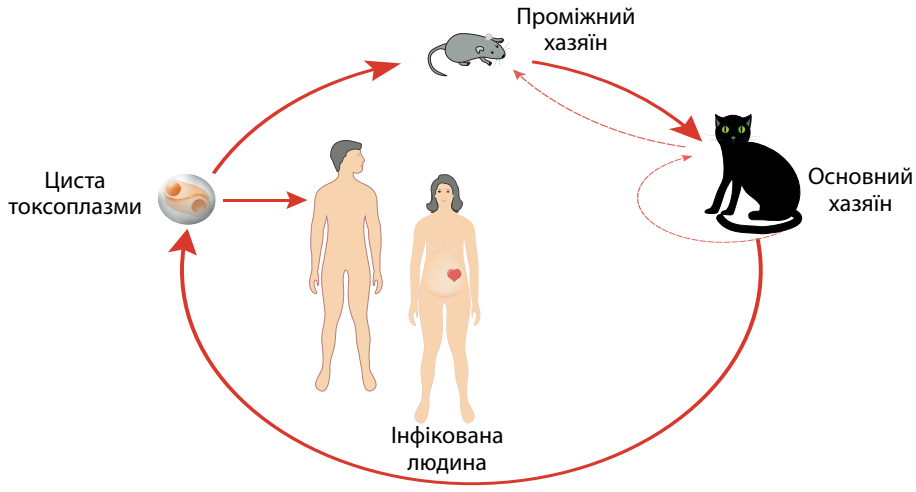
Такі здатності виявили у смарагдової оси, личинки якої паразитують у тарганах. Доросла комаха атакує таргана і вводить йому в голову отруту, яка блокує роботу певних структур мозку. Через деякий час тарган утрачає можливість самостійно контролювати свої рухи, але залишається живим. Після цього оса спрямовує 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 запа-



**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

хом кішок. Окрім того, цей запах починає їх приваблювати. Отже, різко 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 сплюснене 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.

### 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 не звичних 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.



Сон і неспання тварин



Закриття й відкриття квіток  
упродовж доби

**Мал. 15.1.** Приклади прояву фотоперіодизму у тварин і рослин

# Основні положення теми «Адаптації»

## Адаптації

Адаптація — це процес пристосування живих організмів до дії факторів навколишнього середовища шляхом вироблення певних пристосувань

## Типи адаптацій

*Морфологічні* адаптації відбуваються шляхом зміни особливостей будови тіла.

*Фізіолого-біохімічні* адаптації відбуваються за рахунок змін внутрішніх процесів організму.

*Поведінкові* адаптації утворюються за участі центральної нервової системи

## Преадаптації

Ознаки організму (його структури, біохімічні або фізіологічні особливості тощо), які потенційно можуть стати основою пристосувань у змінених умовах існування

## Постадаптації

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.

## Пойкілотермні організми

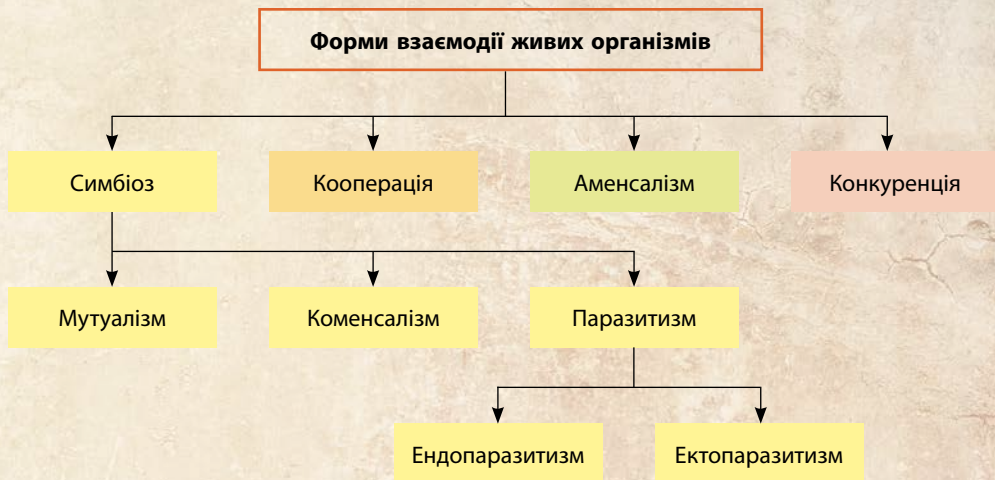
Температура тіла залежить від температури середовища і змінюється разом із нею.

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

## Гомойотермні організми

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

Поділяються на тварин зі справжньою (ластівка, дельфін, кабан) та інерційною (шкіряста черепаха) гомойотермією.



### Завдання до теми

#### Завдання для індивідуальної роботи

1. На прикладі конкретного виду (бджола медоносна, ящірка прудка або ропуха зелена) поясніть, як пойкилотермні тварини здійснюють терморегуляцію.
2. Виберіть одну з груп живих організмів (дельфіни, сови, кактуси або кроти) та поясніть, як її представники адаптувалися до свого середовища існування.
3. Поясніть, що буде відбуватися, якщо на одній території опиняться два види живих організмів (рудий та чорний таргани або чорний і сірий пацюки), екологічні ніші яких сильно перекриваються.
4. Обґрунтуйте адаптивне значення фотоперіодизму для живих організмів.

#### Завдання для роботи в групах

5. Проаналізуйте способи руху тварин як адаптацію до різних середовищ існування та зробіть презентацію на основі власного бачення цієї проблеми.

### Теми навчальних проектів

1. Еволюція зорової сенсорної системи.
2. Формування умовних рефлексів у домашніх тварин.
3. Добові біоритми в рослин і тварин.



Перевірте свої знання з теми «Адаптації».



# 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 зуб і порушується робота щитоподібної залози?*

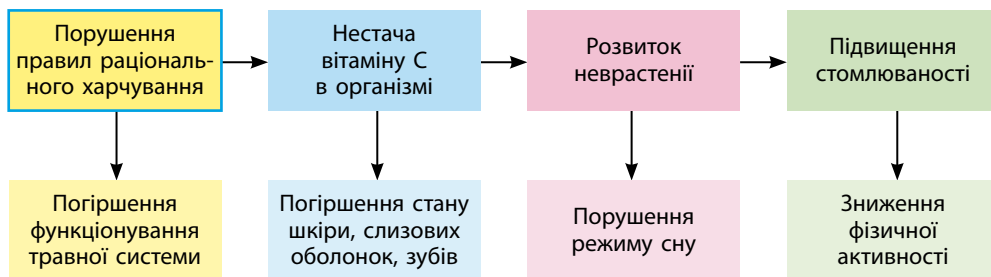
### Складові здорового способу життя

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 може стати причиною виникнення в людини цілого комплексу проблем (мал. 17.1).

### Гігієна

Гігієна є розділом медицини, який вивчає вплив особливостей життя людини на її здоров'я і розробляє комплекси правил, дотримання яких дозволяє запобігати захворюванням людини. Особливо актуальними ці правила є сьогодні через високу щільність людських поселень. Така ситуація призводить до поширення хвороботворних організмів і погано впливає на стан імунної системи людини.




Мал. 17.1. Приклад наслідків порушення правил раціонального харчування

У гігієні виокремлюють кілька розділів. Так, *особиста гігієна* вивчає проблеми догляду за тілом (шкірою, волоссям, нігтями, зубами тощо) та процесів життєдіяльності людини. Основною метою особистої гігієни людини є збереження її здоров'я та покращення якості життя. *Побутова гігієна* розглядає питання, пов'язані з оточенням людини — предметами, меблями, житлом, населеними пунктами тощо. А *гігієна харчування* займається питаннями безпеки та якості продуктів харчування і готової їжі. Дотримання правил, розроблених різними розділами гігієни, знижує ризик розвитку захворювань та сприяє покращенню якості й тривалості життя людини.

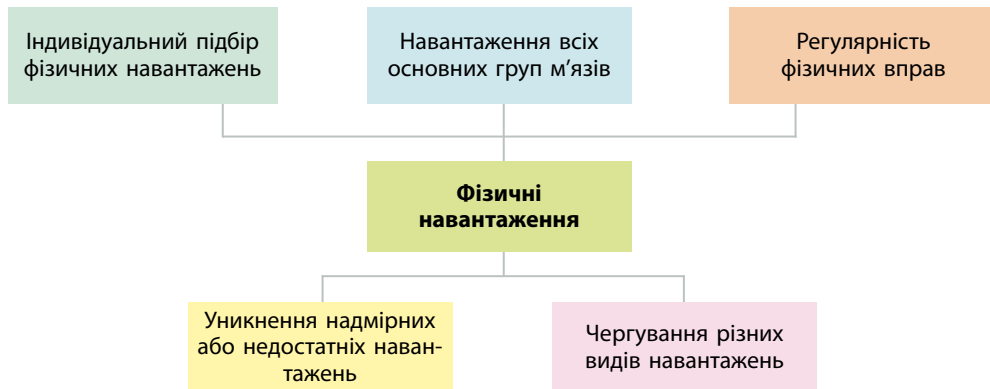
### Раціональне харчування

Не менш важливою складовою ЗСЖ є раціональне харчування. Як ви вже знаєте, організм людини повинен отримувати потрібні йому речовини в певних пропорціях. А до складу їжі входять не тільки білки, ліпіди та вуглеводи, а ще й вітаміни та мікроелементи. Вони потрібні в незначній кількості, але без них людина не може бути здоровою. **Раціональне харчування** є комплексом правил, які дозволяють людині отримувати в процесі харчування всі потрібні їй компоненти в оптимальній кількості. Крім того, раціональне харчування враховує енергетичну цінність продуктів, бо з їжею до організму людини повинна надходити певна кількість енергії.

#### Основні правила харчування

Неправильно	Правильно
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Недостатній сніданок</li> <li>• Харчування «на бігу»</li> <li>• Дуже ситна вечеря</li> <li>• Значне споживання солодощів і солодких напоїв</li> <li>• Регулярне споживання алкоголю та слабких алкогольних напоїв</li> <li>• Голодування, переїдання, недоїдання</li> <li>• Харчування у закладах, де порушують кулінарні технології</li> </ul>	<div style="text-align: center;"></div> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Збалансований склад харчових продуктів (органічні речовини, вітаміни, неорганічні сполуки)</li> <li>• Рівновага спожитих та витрачених калорій (після досягнення дорослого віку)</li> <li>• Різноманітне харчування</li> <li>• Індивідуальний підбір режиму харчування</li> <li>• Дотримання правил кулінарної обробки продуктів харчування</li> </ul> <div style="text-align: center;"></div>

Основою раціонального харчування є дотримання балансу між витратами речовин та енергії і їх надходженням в організм у складі їжі. Таке харчування потребує індивідуального підходу з урахуванням віку, статі та способу життя людини. На ефективність раціонального



**Мал. 17.2.** Основні правила адекватних фізичних навантажень

харчування впливають генетичні особливості людини та мікроорганізми, які живуть у тілі людини. Тому навіть у близьких родичів однакове харчування може давати різний ефект (схуднення або збільшення ваги тіла). Але деякі правила раціонального харчування, напевне, слід рекомендувати для більшості людей.

### *Фізичні навантаження*

Еволюція людини відбувалася протягом мільйонів років. І весь цей час основою виживання людини була висока фізична активність. Тому не дивно, що людський організм для своєї нормальної роботи потребує фізичних навантажень, що позитивно впливає на роботу внутрішніх органів. Тоді покращується кровообіг, стимулюється робота імунної системи та краще відбувається процес обміну речовин. Поміrkована фізична активність також позитивно впливає на тривалість життя людини.

Для багатьох жителів сучасних міст великою проблемою в житті стала гіподинамія. Недостатня рухова активність є причиною багатьох захворювань. Особливо страждають серцево-судинна й опорно-рухова системи.

Але надмірні фізичні навантаження теж можуть бути шкідливими для здоров'я: у результаті надто важкої фізичної праці з'являються проблеми опорно-рухового апарату. Страждають суглоби і кістки, підвищується ризик пошкодження м'язів. Як і в ситуації з іншими складовими ЗСЖ, найбільш оптимальною рекомендацією буде дотримання помірних навантажень, адекватних фізичному стану конкретної людини (мал. 17.2).

## Робота і відпочинок. Психологічні аспекти ЗСЖ

Важливою складовою ЗСЖ є регулярне чергування роботи і відпочинку. Безперервне й постійне навантаження не лише погано позначається на фізичному стані людини, а й має вкрай негативні психічні наслідки. Мозок людини теж повинен відпочивати. Коли, окрім розумової діяльності, є в житті й інші речі, це позитивно позначається на стані людини. Та й ефективність роботи після відпочинку суттєво збільшується.

### Правила чергування роботи й відпочинку

- Чергування роботи і відпочинку повинно бути раціональним.
- Слід урахувувати вплив конкретних умов праці на організм.
- Перерви на відпочинок мають бути регулярними, а не довільними.
- Характер відпочинку і його тривалість повинні забезпечувати максимальне відновлення працездатності організму.

Ще однією важливою складовою ЗСЖ є психічне здоров'я. Психіка людини є складною системою. Тому негативні впливи на неї (психологічні травми, негативні емоції тощо) можуть мати тяжкі наслідки для життєдіяльності людини і її взаємодії зі світом. Існує багато прикладів, коли психологічні травми в дитячому віці ставали причиною великих проблем у поведінці дорослої людини.

У психологічному стані людини є важливими як її внутрішня гармонія, так і взаємодія із соціумом, до складу якого входять і близькі родичі, і колеги, і знайомі, і зовсім сторонні люди. Тому питання психологічного комфорту людини завжди оцінюють із погляду її соціальних взаємодій.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Чому треба дотримуватися правил особистої гігієни?
2. Як харчування може вплинути на здоров'я людини?
3. Чому для здоров'я людини корисні регулярні фізичні навантаження?
4. Чи можуть для людини бути шкідливими надмірні тренування? Чому?
5. Як психічний стан людини може вплинути на її здоров'я?
6. Які порушення можуть виникнути в організмі людини у випадку, якщо вона не буде чергувати роботу і відпочинок?

### Запитання та завдання

7. Чому здоровий спосіб життя повинен охоплювати всі аспекти життєдіяльності людини?
8. Як взаємопов'язані різні складові здорового способу життя? Наведіть приклади.
9. Складіть власні правила здорового способу життя.

## 18

## Статева культура і безпека для здоров'я



*Чому організми чоловіка і жінки різняться між собою? У який момент і яким чином визначається стать людини? Які статеві ознаки називають первинними, а які — вторинними? Які статеві гормони є в людині?*

### Статева культура та її значення

Статева культура є однією з найважливіших складових здорового способу життя. Йдеться як про культуру взаємовідносин людей різної чи однієї статі в повсякденному житті, так і про культуру власне сексуальних стосунків.

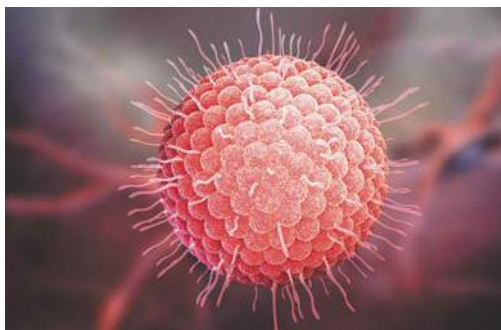
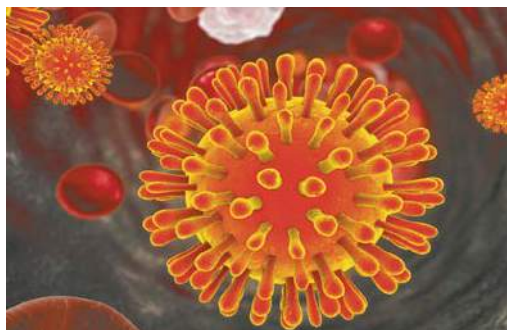
Важливість статевої культури полягає в тому, що вона зумовлює репродуктивний успіх не тільки окремої людини, але й різних людських популяцій та всього виду в цілому. На статева культура суттєво впливають, зокрема, національні традиції різних народів, особливості певних соціальних груп та ін. Статева культура населення істотно впливає на соціальні процеси в суспільствах та індивідуальне життя кожної людини.

### Захворювання, що передаються статевим шляхом

Дуже небезпечними для здоров'я людини є захворювання, які передаються статевим шляхом (ЗПСШ). Організм людини не виробляє імунітету до цих захворювань, тому навіть після одужання людина може знову на них захворіти. Збудники цих захворювань проникають в організм через статеві шляхи і, крім статевих, можуть також порушувати функціонування інших органів.

Перелік відомих захворювань, що передаються статевим шляхом, не дуже великий, але насправді цей шлях поширення використовують багато збудників інфекцій. Причин є кілька. Це і схожість симптомів різних захворювань із цієї групи, і часта відсутність зовнішніх проявів (наприклад, у випадку хламідіозу), і переважання інших способів зараження (у випадку туберкульозу).

Захворювання, що передаються статевим шляхом, поділяють на окремі групи за систематичною приналежністю. Збудниками найбільш відомих інфекцій із цієї групи є віруси й бактерії (мал. 18.1, 18.2).



Мал. 18.1. Збудники вірусних ЗПСШ (ВІЛ та вірус герпесу)

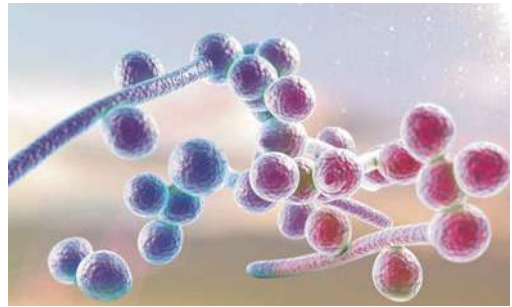


Мал. 18.2. Збудники бактеріальних ЗПСШ (гонокок та біда трепонема)

### Збудники захворювань, що передаються статевим шляхом

Вірусні захворювання		Бактеріальні захворювання	
Збудник	Захворювання	Збудник	Захворювання
ВІЛ	ВІЛ-інфекція	Гонокок	Гонорея
Вірус герпесу	Герпес	Біда трепонема	Сифіліс
Папіломавірус людини	Генітальна папілома	Хламідія	Хламідіоз
Вірус гепатиту В	Гепатит В	Хемофіліс	М'який шанкр
Вірус гепатиту С	Гепатит С	Мікоплазма	Мікоплазмоз
Вірус контагіозного молюска	Контагіозний молюск	Уреаплазма	Уреаплазмоз

Статевим шляхом можуть передаватися й інші інфекції, які зазвичай поширюються інакше. Так, статевим способом може передаватися



Мал. 18.3. Еукаріотичні одноклітинні збудники ЗПСШ (трихомонада і кандиди)

збудник туберкульозу (паличка Коха), що може стати причиною туберкульозу статевих органів.

Значна кількість збудників захворювань, що передаються статевим шляхом, є представниками еукаріотів. Більшість із них — гриби та одноклітинні еукаріоти (кандиди, трихомонади тощо) (мал. 18.3). Але трапляються і багатоклітинні паразити (коростяний свербун, лобкова воша) (мал. 18.4). Ці організми є збудниками таких захворювань, як кандидоз (молочниця), трихомоноз, короста, педикульоз тощо.

### *Безпека для здоров'я у статевих відносинах*

Захворювання, що передаються статевим шляхом, не єдина загроза для здоров'я людини, пов'язана із сексуальними взаємовідносинами. Суттєвою загрозою для здоров'я людини є сексуальне насильство, наслідком якого можуть бути важкі фізичні та психологічні травми. У багатьох випадках має місце небажана вагітність. Тому невід'ємною частиною безпечної сексуальної поведінки є знання методів контрацепції, які дозволяють запобігати цьому. Не менш важливий чинник —



Мал. 18.4. Еукаріотичні багатоклітинні збудники ЗПСШ (коростяний свербун і лобкова воша)



розуміння небезпеки нерозбірливих статевих контактів. Під час таких контактів стрімко підвищується ризик зараження ЗПСШ та загроза сексуального насильства.

ЗПСШ можуть передаватися під час усіх видів статевих контактів. Крім того, ними можна заразитися під час процедур татуажу, манікюру й педикюру. Для попередження поширення цих захворювань Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) сформулювала правила *безпечної статевої поведінки*:

- правильне і регулярне використання презервативів;
- правильне застосування місцевих бактерицидних засобів;
- періодичне обстеження в спеціалізованих лабораторіях;
- спеціальне лікування в разі діагностування захворювання;
- обов'язкове інформування статевих партнерів (у випадку наявності інфекції);
- вакцинація проти збудників, для яких створено вакцини (гепатит В, папіломовірус);
- статева стриманість.



Епідемія сифілісу в Європі виникла на початку XVI століття. До появи антибіотиків надійного методу лікування цього захворювання не існувало. Певний лікувальний ефект мали препарати на основі сполук Меркурію. Але самі ці препарати були дуже токсичними, і пацієнт мав великі шанси померти скоріше від лікування, ніж від захворювання.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Чому сексуальна культура населення є важливою для суспільства? 2. Що таке ЗПСШ? 3. Наведіть приклади вірусних і бактеріальних ЗПСШ. 4. Чи можуть гриби бути причиною ЗПСШ? 5\*. Які фактори можуть перешкоджати боротьбі з поширенням ЗПСШ?

### Запитання та завдання

6. Обґрунтуйте правила безпечної статевої поведінки, які запропонувала ВООЗ. 7\*. Один штам гриба, який є збудником кандидозу, може викликати класичну клінічну картину цього захворювання в однієї людини і ніяк не проявити себе в організмі іншої. З чим це може бути пов'язано? 8. Кількість захворювань, що передаються статевим шляхом, постійно зростає. Так, вірус імунодефіциту людини проник у людську популяцію та опанував такий спосіб свого поширення тільки на початку XX століття. Які переваги перед іншими способами передачі інфекцій має статевий шлях?

# 19

## Небезпека алкоголю, куріння та наркотиків



Чи може вживання алкоголю впливати на благополуччя родини? Які негативні соціальні наслідки має вживання наркотичних речовин? На які системи органів найбільше діє процес паління? Який орган тіла людини максимально знешкоджує алкоголь, що потрапляє в організм?

### Вплив на здоров'я куріння

Тютюнопаління стає шкідливою звичкою через звикання людини до нікотину, який міститься в тютюні. Нікотин насамперед діє на клітини нервової системи, але й органи дихання й травлення також страждають.

Продукти куріння потрапляють в організм через органи дихальної системи, тому вони потерпають найбільше. Самі продукти куріння є дуже різноманітними, але в усіх випадках їх потраплення в організм стає причиною порушень роботи багатьох систем органів (мал. 19.1).

Ще одним недоліком куріння є те, що людина може постраждати від нього, навіть якщо сама не палить. Так званими пасивними паліями є ті, хто тривалий час перебуває поряд із людьми, які палять (активними



Склад тютюнового диму	Синильна кислота	Полоній	СО	Канцерогенні смоли	Стирол	Нікотин
Захворювання, розвиток яких спричиняє куріння	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Серцеві захворювання</li> <li>• Психічні розлади</li> <li>• Порушення обміну речовин</li> <li>• Захворювання крові</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Рак легень</li> <li>• Пошкодження зубної емалі</li> <li>• Атеросклероз</li> <li>• Захворювання шлунка та кишечника</li> </ul>		

Мал. 19.1. Продукти куріння та його негативні наслідки

курцями). У пасивних паліїв продукти куріння потрапляють в організм із повітрям, яке вони вдихають.

Великою проблемою тютюнопаління є звикання людини до нього. За своїм механізмом воно відповідає процесам формування наркотичної залежності. Основною речовиною, яка спричиняє звикання до куріння, є нікотин. У випадку потраплення в організм нікотин стимулює вироблення речовин, які викликають ейфорію та покращують настрій. Цей стан і призводить до формування спочатку психічної, а згодом і фізичної залежності. На рівні психічної залежності відмова від куріння цілком можлива. А от у випадку формування фізичної залежності відмовитися від куріння набагато важче. Бо тоді відсутність можливості палити стає причиною фізичних страждань, і людина почуває себе погано.

### Вплив на здоров'я алкоголю

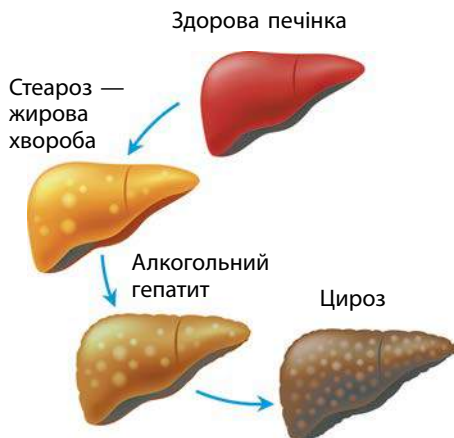
Ви вже знаєте, що споживання алкоголю негативно позначається на організмі людини (мал. 19.2). Найбільші проблеми в разі надмірного вживання алкоголю виникають у роботі нервової, серцево-судинної і травної систем. Часто страждає також видільна система.

Алкоголь порушує роботу центральної нервової системи. Він може бути причиною галюцинацій, неадекватного сприйняття дійсності, психічних розладів. Під впливом алкоголю людина часто перестає контролювати свої дії. У неї погіршуються координація рухів і реакція на подразнення. Усе це створює небезпеку як для самої людини, так і для сторонніх.

Під впливом алкоголю найбільше страждає печінка. У результаті дії алкоголю клітини печінки починають гинути. Вони заміщуються



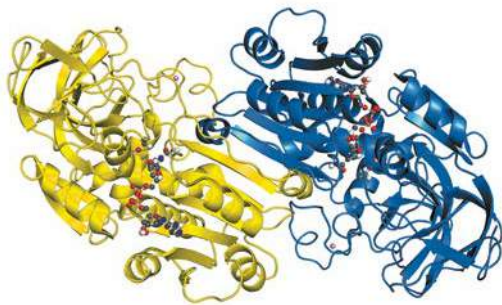
Мал. 19.2. Негативні наслідки впливу алкоголю на організм



**Мал. 19.3.** Розвиток цирозу печінки (заміна гепатоцитів клітинами сполучнотканинної строми) як результат алкоголізму

ня, — один із варіантів формування наркотичної залежності. На жаль, алкоголь досить доступний. Слабоалкогольні напої можна легко купувати і споживати. І звичка до їх споживання може сформуватися дуже швидко.

Свого часу (приблизно 10 млн років тому) предки людини виробили стійкість до дії етилового спирту, щоб отримати можливість поїдати плоди дерев, у яких після падіння на землю вже почалися процеси бродіння. Це дозволило суттєво розширити харчову базу і сприяло адаптації до наземного способу життя. Для знешкодження спирту, який для більшості мавп є небезпечною отрутою, у людини існує цілий комплекс ферментів. Одним із ключових ферментів комплексу є алкогольдегідрогеназа (мал. 19.4). Цей фермент є каталізатором процесу окиснення спирту і виробляється переважно клітинами печінки.



**Мал. 19.4.** Схема будови молекули алкогольдегідрогенази

на жирову тканину; печінка руйнується (мал. 19.3). Найгіршим наслідком може бути цироз печінки і повна її загибель.

Дуже погано алкоголь впливає на серце. Його споживання підвищує ризик розвитку серцево-судинних захворювань. Через алкоголізм порушуються обмін речовин та робота імунної системи.

### Формування залежності від алкоголю

Найбільша проблема споживання алкоголю є звикання людини до нього. Механізм такого звикання, як і у випадку куріння, — один із варіантів формування наркотичної залежності. На жаль, алкоголь досить доступний. Слабоалкогольні напої можна легко купувати і споживати. І звичка до їх споживання може сформуватися дуже швидко.

Кожен із ферментів комплексу представлений кількома варіантами, які є продуктами різних алелів одного гена. Варіанти різняться між собою за швидкістю та ефективністю роботи. Реакція людини на алкоголь є похідною від того, які саме варіанти ферментів присутні в її геномі.

Саме генетичні відмінності у складі ферментної системи визначають шанси захворювання на алкоголізм у людини. В одних людей залежність від алкоголю розвивається швидко (інколи дуже швидко), а інші можуть уживати алкоголь без звикання більш тривалий час. Але слід пам'ятати, що захворіти на алкоголізм може будь-яка людина. Питання тільки в часі, який потрібен для формування залежності. Її формування може розпочатися з дуже незначної кількості алкоголю у складі слабоалкогольних напоїв.

### Вплив на здоров'я наркотиків

Наркотичні речовини впливають на клітини мозку, і їхня дія може легко стати причиною формування залежності від наркотичних речовин. Вживання наркотичних речовин створює проблеми для всіх систем органів організму людини. Порушується робота серця, органів травлення, нирок і печінки, але найсильніше уражається мозок.

Під впливом наркотичних речовин відбувається руйнація особистості. Людина часто втрачає відчуття реальності, а її поведінка стає непередбачуваною. Після розвитку наркотичної залежності навіть короткотермінова затримка з прийомом чергової дози викликає сильні страждання (абстинентний синдром).

Механізм звикання до прийому наркотиків є аналогічним механізмам звикання у випадках куріння та вживання алкоголю. Але щодо наркотичних речовин можливий варіант формування звикання навіть після одного-єдиного прийому наркотичної речовини. Тому не варто і пробувати. Лікування наркоманії є процедурою складною, дорогою і дуже болісною. А якщо організм не лікувати, то, на жаль, він гине.

Слід зазначити, що наркотичні речовини, алкоголь і тютюнопаління мають ще одну дуже неприємну спільну рису. Вони можуть впливати на процеси запліднення, росту і розвитку плоду, що може бути причиною уроджених вад.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Чому куріння негативно впливає на органи дихальної системи?
2. Як алкоголізм впливає на травну систему людини?
3. Чому алкоголь шкідливий для серця?
4. Які наслідки впливу наркотичних речовин на мозок людини?
5. Чому від дії алкоголю дуже сильно страждає насамперед печінка?

### Запитання та завдання

6. Які схожі риси є в дії на організм людини алкоголю і наркотичних речовин?
- 7\*. Чому людині важко відмовитися від споживання наркотичних речовин після формування залежності до їхньої дії?

# 20 Стресові фактори середовища та здоров'я



*Що таке фактори середовища? На які групи поділяють фактори середовища? Які небіологічні фактори можуть впливати на стан здоров'я людини? Які біологічні фактори можуть негативно впливати на людський організм? Які функції в організмі людини виконують гормони?*

## Стрес та його причини

Ви вже знаєте, що **стрес** — це неспецифічна нейрогуморальна відповідь організму людини на вплив несприятливих факторів, які порушують його гомеостаз. Стресом також називають стан організму в цілому і його нервової системи зокрема в період такої нейрогуморальної відповіді. Фактори, дія яких може стати причиною такої відповіді організму, називають стресовими.

Стресові фактори бувають різної природи. Вони є частиною навколишнього середовища і дуже різноманітні за своїм походженням. Їх джерелами можуть бути живі організми або явища неживої природи. Дуже часто стресові фактори виникають у результаті діяльності людини.

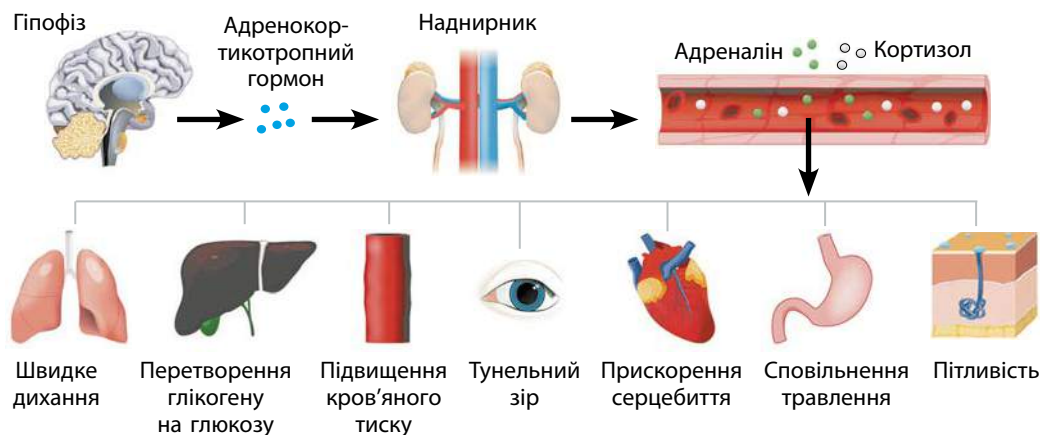
Залежно від того, що є причиною стресу, розрізняють *фізіологічний* і *психоемоційний* стрес. Причини фізіологічного стресу зовнішні. Це землетрус, аварія, сильний дощ тощо. Психоемоційний стрес виникає під дією факторів, які є важливими для конкретної людини і можуть не впливати або не суттєво впливати на інших людей. Причиною такого стресу можуть бути погана оцінка в школі, образа на вчинок друга, програш улюбленої команди тощо.

## Реакція організму на стрес

Розрізняють три стадії стресу: тривоги, опору, виснаження. У відповіді організму на дію стресового фактора беруть участь багато органів (мал. 20.1). Передовсім, це мозок і ендокринна система. Також активно задіяні серцево-судинна і дихальна системи.

На *стадії тривоги* організм відчуває, що виникла ситуація, яка може йому чимось загрожувати. Водночас здатність організму до опору зовнішнім впливам спочатку трохи знижується, а потім починає посилюватися.

На *стадії опору* через мобілізацію ресурсів організму під впливом нервової і гуморальної систем його здатність до опору збільшується.



Мал. 20.1. Відповідь організму на дію стресового фактора

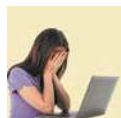
Ця стадія є найуспішнішою для подолання дії стресового фактора. Якщо організму не вдалося вирішити проблеми, настає *стадія виснаження*. Організм відчуває нестачу ресурсів, а його здатність до опору знижується.

### Наслідки постійного стресу

Стрес є якимось захворюванням. Це нормальний механізм розв'язування проблемних ситуацій організмом. Повна відсутність стресу негативно позначається на стані організму людини.

Але проблемою може стати постійний стрес. Адже для подолання дії стресового фактора організм використовує свої резерви. У випадку постійного стресу ці резерви не встигають відновлюватися. Тому тривалий стрес суттєво виснажує організм, що, звичайно, ще більше погіршує стан здоров'я і здатність організму до опору негативним впливам середовища.

### Отже, тепер ви знаєте



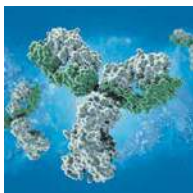
1. Що таке стрес і які стадії він має? 2. Які фактори можуть бути причиною стресу? 3. Які існують види стресу залежно від причини виникнення? 4. Які системи органів задіяні у відповіді на стрес? 5\*. Чому одна й та сама стресова ситуація може по-різному впливати на різних людей?

### Запитання та завдання

6\*. Проаналізуйте мал. 20.1 і складіть перелік органів, задіяних у відповіді на стрес, та вкажіть зміни, які виникають у цих органах під впливом стресу. 7\*. Запропонуйте способи подолання постійного стресу та обґрунтуйте свою точку зору.

## 21

## Імунна система. Робота імунної системи

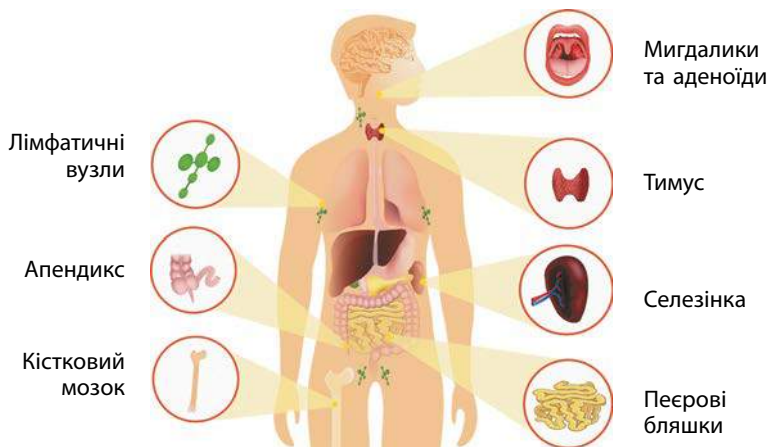


*Як організм людини регулює процеси, які в ньому відбуваються? Що таке імунна регуляція? Що таке імунитет? Які існують види імунітету? Навіщо людям роблять щеплення? Що таке антиген? Що таке антитіло? Чи має місце імунна регуляція у тварин?*

### Склад імунної системи людини

Органи імунної системи людини поділяють на центральні та периферичні. Центральними органами є тимус і кістковий мозок (мал. 21.1). Усі інші органи (селезінка, мигдалики, лімфатичні вузли, апендикс, пейєрові бляшки) є периферичними. Особливістю центральних органів імунної системи є те, що вони розташовані в тих зонах організму, які надійно захищені від зовнішніх впливів (тимус — у грудній порожнині, а кістковий мозок — усередині кісток). Таке розміщення зумовлене певною необхідністю, бо ці органи — місце диференціювання лімфоцитів, і будь-який зовнішній вплив на цей процес має бути мінімізованим. Периферичні органи імунної системи розташовуються на шляхах можливого поширення патогенів, які можуть проникнути в організм людини.

Основою органів імунної системи є лімфатична тканина. В організмі її досить багато (приблизно 1% маси тіла). До її складу входять рети-



Мал. 21.1. Складові імунної системи людини



кулярні волокна, лімфоцити, макрофаги. У цій тканині відбувається утворення лімфоцитів, концентруються антигени і відбувається їх контакт із клітинами.

Тимус — це залоза, яка дуже активно працює у людей молодого віку, а потім знижує свою активність. У ньому відбувається дозрівання і «навчання» Т-лімфоцитів, які після цього набувають здатності розпізнавати певні антигени.

Найбільший орган імунної системи — селезінка. Вона активно виробляє лейкоцити й бере участь у знешкодженні мікроорганізмів та небезпечних речовин у крові, яка проходить через неї. Ще одним джерелом утворення лейкоцитів є кістковий мозок.

Мигдалики — це скупчення лімфатичних вузликів у слизовій оболонці на межі ротової порожнини і глотки. Вони розпізнають мікроорганізми, що потрапляють в організм людини через рот і ніс, та розпочинають боротьбу з ними.

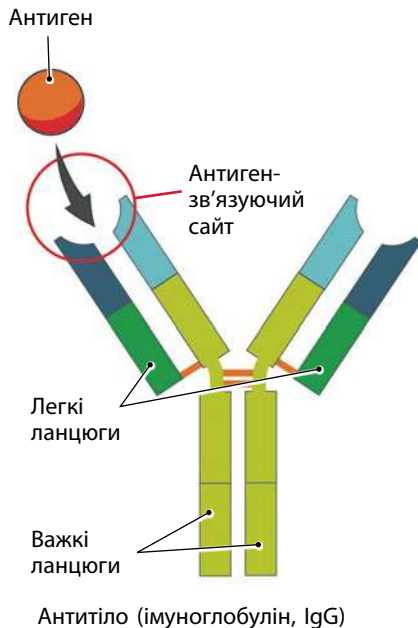
Але найбільш масовою структурою імунної системи є лімфатичні вузли. Вони формуються в місцях злиття кількох лімфатичних судин і є бар'єрами для поширення інфекцій в організмі.

### Особливості роботи імунної системи

Імунна система підтримує сталість внутрішнього середовища організму (здійснює імунну регуляцію) за допомогою двох основних механізмів — клітинного і гуморального імунітетів. І забезпечують їх білі клітини крові — В- і Т-лімфоцити.



Гуморальний імунітет працює завдяки діяльності В-лімфоцитів. Ці клітини містять рецептори, здатні розпізнавати антигени. Після розпізнавання антигену В-лімфоцити розмножуються і виробляють антитіла — високоспецифічні білки, які можуть взаємодіяти лише з певними молекулами антигенів. Антитіла взаємодіють тільки з одним антигеном і нейтралізують його токсичну дію або полегшують поглинання клітин із цим антигеном фагоцитами.



Мал. 21.2. Взаємодія антигена з антитілом

*Імунокорекція* — це сукупність способів і методів лікування і профілактики порушень роботи імунної системи людини, за якої виробляється несприйнятливість організму (імунітету) до низки захворювань (пригнічує або стимулює імунітет). Також цим терміном називають галузь імунології, яка займається розробкою цих способів і методів.

Імунокорекція та імунотерапія мають єдину мету — забезпечити людину здоров'ям через знищення хвороботворних організмів у її тілі. Але досягають вони цього різними шляхами. У процесі імунокорекції здійснюється стимуляція структур імунної системи. Вони починають працювати більш активно і знищують патогенів, які містяться в організмі людини. Для активації імунної системи використовують спеціальні речовини — імуномодулятори (імуностимулятори). Ці речовини можуть бути природного або штучного походження.

Під час імунотерапії об'єктом дій є не імунна система, а самі патогени. Вакцини, сироватки, бактеріофаги та інші засоби, які використовує імунотерапія, діють виключно на патогенні організми і знищують їх.

Клітинний імунітет забезпечується Т-лімфоцитами, нейтрофілами та макрофагами. Вони мають на своїй поверхні рецептори, здатні розпізнавати певний антиген. У разі взаємодії з цим антигеном Т-лімфоцити починають посилено розмножуватися, утворюючи велику кількість клітин, що знищують мікроорганізми, які несуть цей антиген.

### Імунокорекція та імунотерапія

Дослідженням роботи імунної системи людини та лікуванням захворювань, пов'язаних з імунною системою, займається окрема медична дисципліна — **імунологія**. Одними з головних галузей імунології є імунотерапія та імунокорекція.

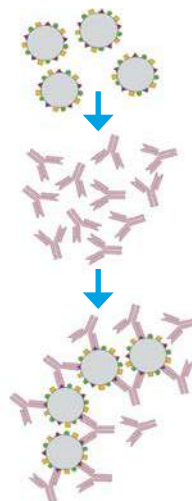
*Імунотерапія* — це галузь імунології, яка займається дослідженням і застосуванням способів лікування з використанням імунобіологічних препаратів (вакцин, сироваток, інтерферонів, бактеріофагів тощо).

### Механізм взаємодії антиген-антитіло

Одним із ключових елементів знешкодження антигенів, які потрапили в організм, є взаємодія цих антигенів з антитілами. Як ви вже знаєте, антитіла виробляють В-лімфоцити.

Антитіло за своєю формою нагадує літеру «Y». Воно складається з двох важких і двох легких поліпептидних ланцюгів. На кінцях розташованих паралельно ланцюгів утворюється активний центр, який дуже специфічно зв'язується з антигеном (мал. 21.2). Фрагменти антитіла гнучко зв'язані між собою, що дозволяє їм легко взаємодіяти з молекулами антигенів.

Взаємодія антигена й антитіла може завершуватися кількома способами. Антитіла можуть зумовлювати аглютинацію (злипання у грудочки) мікроорганізмів, що мають певні антигени, та сприяти руйнуванню антигенів або випадінню їх в осад (мал. 21.3).



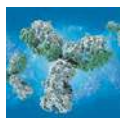
Мал. 21.3. Аглютинація антигенів як результат взаємодії з антитілами



Клітинний імунітет був відкритий І. Мечниковим, а гуморальний — П. Ерліхом. Суперечка між цими вченими тривала досить довго, і кожний із них наводив аргументи на користь своєї гіпотези. Після того, як було доведено, що в людини є обидва механізми імунітету, і Мечников, і Ерліх отримали Нобелівську премію 1908 року.

У людини розрізняють п'ять класів антитіл (імуноглобулінів), які позначають літерами латинського алфавіту: G, M, A, D, E (IgG, IgM, IgA, IgD, IgE). Найпоширенішими серед них є імуноглобуліни класу G (IgG).

### Отже, тепер ви знаєте



1. Які органи входять до складу імунної системи людини?
2. Які функції виконує імунна система?
3. Як працює механізм клітинного імунітету?
4. Що таке імунокорекція та імунотерапія?
- 5\*. Чи можлива ситуація, коли один тип антитіл буде взаємодіяти з різними мікроорганізмами?

### Запитання та завдання

6\*. Чому тимус у людини редукується після досягнення підліткового віку? 7\*. Яким чином, маючи не дуже багато генів, що кодують білки антитіл, організму людини вдається створювати специфічні антитіла для дуже великої кількості антигенів, із якими організм взаємодіє протягом свого життя?

# 22 Профілактика неінфекційних захворювань



*Які захворювання людини не пов'язані з діяльністю хвороботворних організмів? Чим різняться між собою доброякісні та злоякісні пухлини? Які фактори спричиняють розвиток серцево-судинних захворювань? Що таке здоровий спосіб життя? Які основні складові має здоровий спосіб життя?*

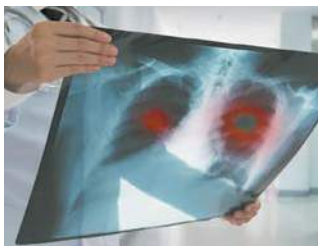
## Неінфекційні захворювання людини

Раніше основною причиною смерті людей були захворювання, причиною яких ставали різноманітні інфекції. Але зараз ситуація змінилася, і значно більшою проблемою для людства стали неінфекційні захворювання.

**Неінфекційними** називають незаразні захворювання, розвиток яких не пов'язаний із будь-яким інфекційним агентом (мал. 22.1). Причини розвитку цих захворювань можуть бути різними. Частково вони мають спадкову природу. Значна частина виникає під впливом факторів навколишнього середовища, а деякі є наслідком порушення здорового способу життя і шкідливих звичок (куріння, алкоголізм тощо). Та найчастіше розвиток неінфекційних захворювань є результатом дії комплексу генетичних, фізіологічних, екологічних та поведінкових факторів.

## Значення неінфекційних захворювань

За даними ВОЗ (2018 рік), щорічно у світі від неінфекційних захворювань помирає 41 млн людей, що становить понад 70% усіх смертей у світі.



**Мал. 22.1.** Поширеними неінфекційними захворюваннями людини є серцево-судинні, онкологічні захворювання і діабет

Найбільш поширеними неінфекційними захворюваннями є захворювання серцево-судинної системи, ракові захворювання, респіраторні захворювання (наприклад, астма) та діабет (див. с. 78–83). Їм належить 81 % від кількості всіх неінфекційних захворювань.

Неінфекційні захворювання значно впливають на економіку країни, бо їх лікування коштує великих грошей. Окрім цього, вони стають причиною непрямих втрат, бо люди, які страждають від таких захворювань, дуже часто повністю чи частково втрачають працездатність.

### Заходи профілактики неінфекційних захворювань

Заходи профілактики неінфекційних захворювань спрямовані на зниження факторів ризику. До таких факторів належать куріння, ожиріння, вживання алкоголю, недостатня фізична активність. Найкращим профілактичним заходом для таких захворювань є здоровий спосіб життя.

Не менш важливою для профілактики неінфекційних захворювань є рання їх діагностика. У багатьох випадках виявлення захворювання на ранній стадії дозволяє вчасно вилікувати його. А от пізніші стадії можуть погано піддаватися лікуванню або взагалі бути невиліковними. Для виконання ранньої діагностики велике значення має обстеження груп ризику. Її успіх також залежить від кваліфікації лікарів та наявності відповідної діагностичної апаратури й інших діагностичних засобів.

Суттєвим фактором, який сприяє розвитку багатьох неінфекційних захворювань, є довготривалий стрес. Найбільше від цього страждають нервова і кровоносна системи. Тому один із важливих напрямів профілактики таких захворювань — запобігання тривалому стресу.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Які захворювання називають неінфекційними? 2. Які неінфекційні захворювання є найбільш поширеними? 3. Яке значення мають неінфекційні захворювання? 4. Яких заходів профілактики слід дотримуватися у випадку неінфекційних захворювань? 5\*. Як неінфекційні захворювання можуть впливати на економіку країни?

### Запитання та завдання

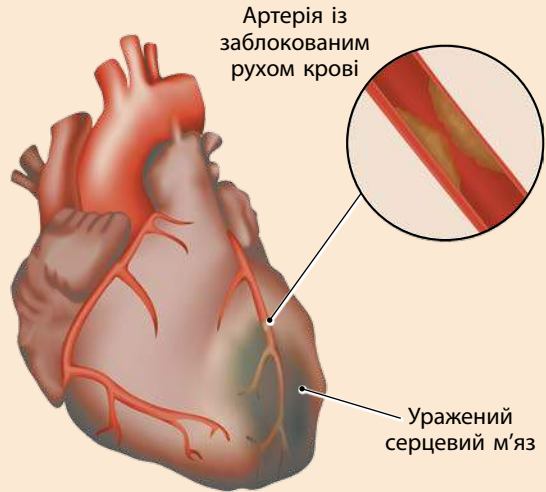
6. Чому, на вашу думку, перше місце за кількістю хворих серед неінфекційних захворювань займають саме серцево-судинні захворювання? 7\*. Чому кількість захворювань на рак суттєво збільшилася у XX столітті?

# Інфаркт міокарда

**Інфаркт міокарда** — це захворювання, яке спричинене загибеллю ділянки серцевого м'яза внаслідок порушення кровообігу. Клітини, що залишилися без кровопостачання, гинуть та замінюються сполучною тканиною, нездатною до скорочень.

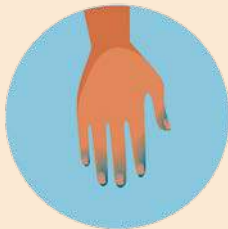
## Причини інфаркту міокарда

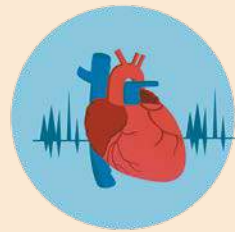
- тромбоз (перекриття судини згустком крові — тромбом)
- раптове зниження артеріального тиску
- спазм судини
- вроджена вада серця



## Ознаки інфаркту міокарда

- довготривалий біль у грудях; він є досить сильним, може віддавати в руку, шию чи спину
- раптове прискорення або уповільнення пульсу
- потовиділення, нудота; людина може відчутти запаморочення, їй стає важко дихати





- дискомфорт у тілі — слабкість, біль або неприємні відчуття у тілі під час руху, тремтіння

### Профілактика

- відмовитись від шкідливих звичок; куріння та зловживання алкоголем підвищують ризик інфаркту міокарда
- контролювати вагу тіла; у людини із зайвою вагою посилюється навантаження на серце, збільшується ризик захворіти на цукровий діабет
- час від часу перевіряти артеріальний тиск, кількість глюкози і холестерину в крові
- знизити кількість стресу та надавати перевагу активному відпочинку

### Перша допомога у випадку інфаркту

- викликати швидку допомогу
- перевірити ознаки життєдіяльності
- перевірити дихання
- повернути на бік, забезпечити вільний доступ повітря



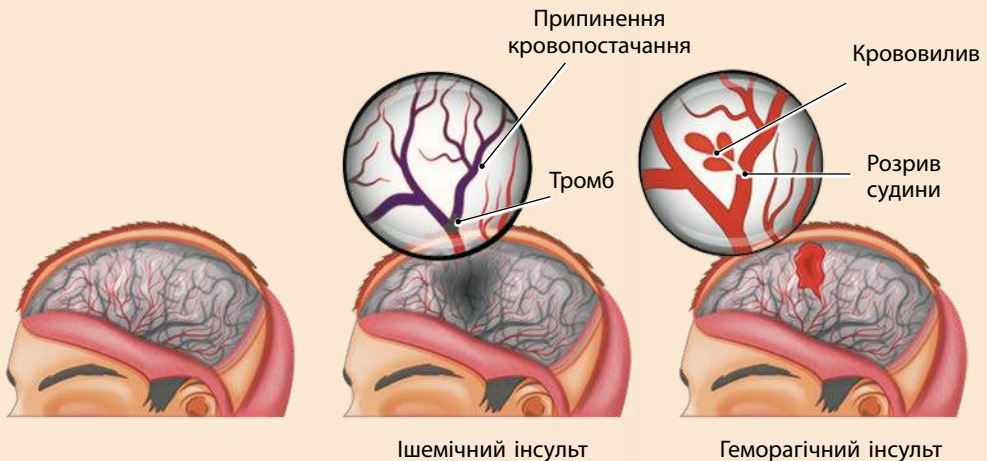
**Інсульт** — це гостре порушення мозкового кровообігу, що призводить до пошкодження та загибелі нервових клітин. Інсульт може бути ішемічним (виникає внаслідок перекриття судини) та геморагічним (крововилив у мозок унаслідок розриву судини).

## Причини ішемічного інсульту

- тромбоз (перекриття судини згустком крові — тромбом)
- раптове зниження артеріального тиску
- спазм судини
- вроджена вада серця

## Причини геморагічного інсульту

- важка травма
- вроджені вади (слабкі стінки судин)
- стійке підвищення кров'яного тиску (артеріальна гіпертензія)

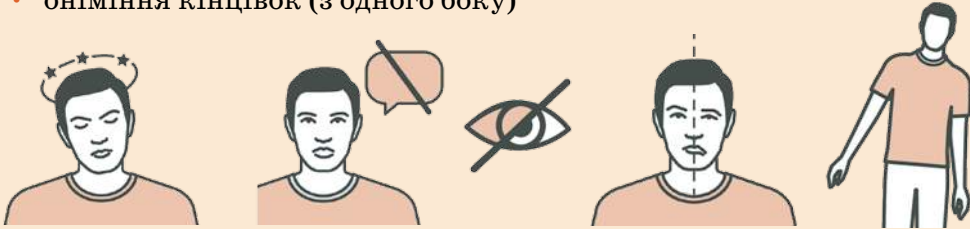




## Ознаки інсульту

---

- раптова слабкість, параліч м'язів обличчя або кінцівок, переважно з одного боку
- порушення мовлення
- стрімке погіршення зору
- несподіване запаморочення, втрата координації або рівноваги
- гострий головний біль без будь-якої причини
- оніміння кінцівок (з одного боку)



## Профілактика

---

- відмовитись від шкідливих звичок; куріння та зловживання алкоголем підвищують ризик інсульту
- час від часу перевіряти артеріальний тиск; у людини, яка слідкує за тиском та здійснює заходи для підтримання його в нормі, ризик інсульту значно нижчий
- знизити кількість стресу та надавати перевагу активному відпочинку

## Перша допомога у випадку інсульту

---

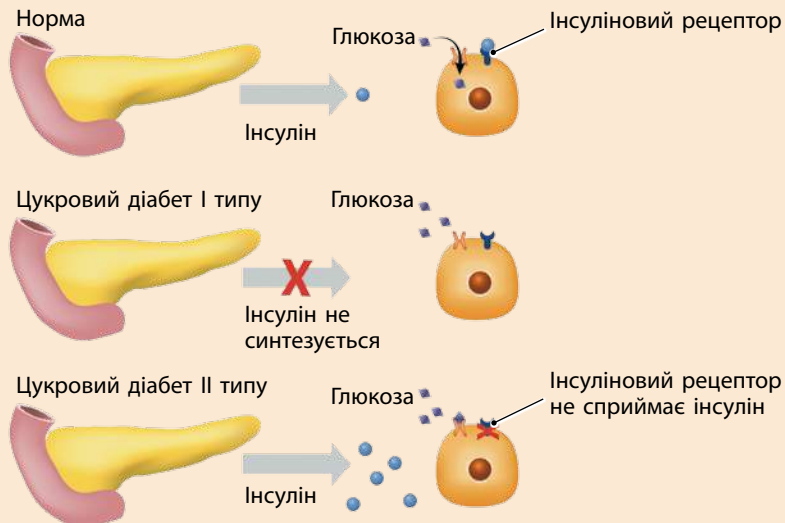
- негайно викликати швидку медичну допомогу
- хворого покласти, під голову і плечі підкласти подушку
- розстебнути комір, ремні, зняти вузькі речі
- забезпечити доступ свіжого повітря
- за можливості поміряти кров'яний тиск

# Цукровий діабет

**Цукровий діабет** — хронічне захворювання, що виникає через нездатність клітин організму засвоювати глюкозу. Він може виникати через недостатню кількість гормону інсуліну як наслідок загибелі бета-клітин підшлункової залози, які його виробляють (цукровий діабет I типу). Також глюкоза не може засвоюватися в разі зниження чутливості клітин тканин до інсуліну (цукровий діабет II типу).

## Причини цукрового діабету

- спадкові порушення роботи підшлункової залози, за яких інсулін утворюється в недостатній кількості або не утворюється взагалі
- пошкодження клітин підшлункової залози, за яких інсулін утворюється в недостатній кількості
- набута резистентність до інсуліну, за якої утворений інсулін не сприймається організмом
- вірусні інфекції — гепатит, вітряна віспа, грип,— одним із наслідків яких може стати діабет
- висока ступінь ожиріння в деяких випадках також призводить до діабету



## Ознаки цукрового діабету



Високий рівень  
глюкози в складі крові



Повільне  
загоєння ран



Втрата  
маси



Часте сечо-  
випускання



Постійна  
спрага



Постійний  
голод



Періодично  
виникаюча нудота



Розмитий зір



Слабкість



Тремтіння рук

## Профілактика

- час від часу перевіряти рівень глюкози в крові; це допоможе раніше виявити діабет та уникнути ускладнень
- контролювати вагу тіла; у людини з ожирінням значно вищий ризик захворіти на діабет
- своєчасно лікувати вірусні інфекції, запобігати виникненню ускладнень
- знизити кількість стресу та надавати перевагу активному відпочинку

# 23 Профілактика інфекцій та інвазій



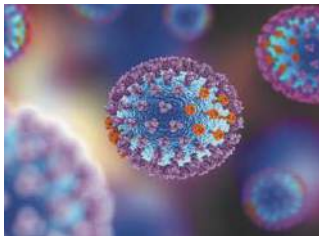
*Які організми називають паразитами? Чи можуть бути паразитами багатоклітинні тварини? Збудниками яких захворювань людини є віруси? Причиною яких пандемій були бактерії? Що таке неспецифічний імунітет? У яких випадках у людини виробляється специфічний імунітет?*

## Інфекції та інвазії людини

Крім неінфекційних, у людини бувають інфекційні захворювання і паразитарні інвазії. **Інфекційними захворюваннями** називають хвороби, які спричиняють паразитичні організми. Частіше цей термін застосовують у більш вузькому розумінні, називаючи інфекціями захворювання, збудниками яких є віруси або бактерії (мал. 23.1). За захворювання, збудниками яких є еукаріотичні організми, частіше називають **інвазіями**, або паразитарними інвазіями. Збудниками інвазій є одноклітинні еукаріоти, гриби або багатоклітинні тварини (мал. 23.2).

### Інфекції та інвазії людини

Тип ураження	Інфекції		Інвазії		
	Віруси	Бактерії	Одноклітинні еукаріоти	Багатоклітинні тварини	Гриби
<b>Збудники</b>	Віруси	Бактерії	Одноклітинні еукаріоти	Багатоклітинні тварини	Гриби
<b>Захворювання</b>	Сказ Грип Кір Гепатит А	Чума Холера Сальмонельоз Гонорея	Малярія Сонна хвороба Трихомоноз	Теніоз Ехінококоз Аскаридоз	Кандидоз Аспергільоз Онїхомікоз



Вірус грипу



Холерний вібріон



Паличка Коха

Мал. 23.1. Приклади збудників інфекцій: грипу, холери і туберкульозу



Малярійний плазмодій



Аскарида людська



Свинячий ціп'як

Мал. 23.2. Приклади збудників інвазій: малярії, аскаридозу і теніозу

### Значення інфекцій та інвазій

Інфекції та інвазії займають друге місце серед причин смерті сучасної людини і можуть бути причиною від 20 до 30% смертей. Як і неінфекційні хвороби, ця група захворювань завдає економіці різних країн суттєвих збитків. І ці збитки також не вичерпуються витратами на лікування тих, хто захворів.

Для профілактики таких захворювань потрібні значні витрати (щеплення, дезінфекція, розробка вакцин і ліків тощо). Під час лікування людина не може працювати, а після видужування може потребувати часу на реабілітацію або взагалі частково чи повністю втратити працездатність. А це теж витрати. І зовсім немалі. Ще одна проблема — карантини й обмеження переміщення людей і вантажів в умовах розвитку епідемій.

### Класифікація збудників інфекційних захворювань

Існує кілька різних класифікацій збудників інфекційних захворювань. За середовищем проживання збудника виокремлюють сапронози, зоонози і антропонози. Збудники сапронозних інфекцій (правця, легіонельозу) живуть у природних неживих (абіотичних) місцях проживання (грунт, водойма тощо). Збудники зоонозних інфекцій (чума, ящур) у природному середовищі живуть в організмах певних видів тварин (гризунів, копитних, кліщів тощо). Збудники антропонозних інфекцій (кір, вітряна віспа) живуть тільки в організмі людини і поза ним через певний час гинуть.

### Шляхи зараження інфекційними захворюваннями

Від середовища проживання збудника часто суттєво залежать шляхи зараження людей. Так, зоонозні інфекції здебільшого передаються через переносника (кліщів, комарів, бліх тощо). Сапронозні інфекції називають інфекціями немитих рук, і вони потрапляють в організм оральним шляхом (холера) або через пошкодження покривів тіла (правець).

Антропонозні передаються за безпосереднього контакту через органи дихання (кір) або статеві органи (гонорея).

Можуть бути й інші варіанти. Так, грип передається через органи дихання, а його природним осередком є популяції птахів і свиней. Збудники інвазій (наприклад, гельмінти) можуть потрапляти в організм з їжею (свинячий ціп'як) або за допомогою переносників, наприклад комарів (малярійний плазмодій).

### Середовище проживання та шляхи потрапляння в організм збудників захворювань

Захворювання	Збудник	Середовище проживання	Шляхи потрапляння в організм людини
<b>Сапронозні інфекції</b>			
Холера	Бактерія	Водойми	Фекально-оральний
Правець	Бактерія	Ґрунт	Через пошкодження шкіри
Ботулізм	Бактерія	Ґрунт	Фекально-оральний
Легіонельоз	Бактерія	Водойми	Повітряно-крапельний
Газова гангрена	Бактерія	Ґрунт	Через пошкодження шкіри
<b>Зоонозні інфекції</b>			
Чума	Бактерія	Гризуни (бабаки, ховрахи, пацюки тощо)	Через переносника (блохи), пошкодження шкіри, дихальну систему
Сказ	Вірус	Хижі тварини (собаки, вовки, лисиці та ін.), кажани тощо	Через укуси хворих тварин
Сибірська виразка	Бактерія	Рогата худоба, коні, олені, зайці тощо	Через пошкодження шкіри або слизові оболонки
Грип	Вірус	Птахи, свині	Повітряно-крапельний
Кліщовий енцефаліт	Вірус	Дикі копитні та інші ссавці	Через переносника (кліщі)
<b>Антропонозні інфекції</b>			
Кір	Вірус	Організм людини	Повітряно-крапельний
Черевний тиф	Бактерія	Організм людини	Фекально-оральний
Гепатит А	Вірус	Організм людини	Фекально-оральний
Сифіліс	Бактерія	Організм людини	Під час статевих контактів, через слизові оболонки і пошкодження шкіри
Гепатит В	Вірус	Організм людини	Через кров



Вдягати маску в місцях великого скупчення людей



Прикривати ніс і рот серветкою під час чхання або кашляння



Частіше мити руки з милом



Уникати контакту з тваринами



Уникати руко-стискання та обіймів



Уникати близького контакту з хворими та їхніми речами



Уникати прямого контакту рук із носом та ротом



Уникати напівсирого м'яса та яєць, немитих фруктів



Не ділитися столовим приладдям, чашками, рушниками

**Мал. 23.3.** Найпростіші заходи профілактики інфекцій та інвазій

### Заходи профілактики інфекцій та інвазій

Профілактика цих захворювань може бути неспецифічною або специфічною. Неспецифічна профілактика передбачає заходи, які спрямовані на загальні принципи попередження інфекційних захворювань. Такі заходи можуть бути індивідуальними (загартування організму, дотримання правил особистої гігієни, уникнення зон підвищеного ризику за захворюваннями тощо) або колективними (побудова каналізації, забезпечення медичної допомоги, пропагування медичних знань тощо) (мал. 23.3).

Специфічна профілактика спрямована на попередження конкретного захворювання. Складовими такої профілактики зазвичай є профілактична вакцинація та застосування сироваток. Вакцинація використовується для створення активного штучного імунітету, а сироватки — для забезпечення пасивного штучного імунітету.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Які захворювання називають інфекційними? 2. На які групи поділяються інфекційні захворювання? 3. Яке значення мають інфекційні захворювання? 4. Які існують шляхи зараження інфекційними захворюваннями? 5\*. Чому грип або вітряну віспу не лікують за допомогою антибіотиків?

### Запитання та завдання

6\*. До яких наслідків може призвести масова відмова від вакцинації? 7\*. Наприкінці XIX століття на території України в середньому до 15 років доживала лише третина дітей. Із чим це було пов'язано?

## Здоров'я і хвороба

Здоров'я — це стан повного фізичного, душевного і соціального благополуччя, а не тільки відсутність хвороб і фізичних вад. Якщо цей стан порушиться, то людина захворіє. Хвороба — це процес, який проявляється в порушенні будови, обміну речовин та функціонуванні організму або його частин.

## Здоровий спосіб життя

Це спосіб життя на основі розумного використання свого життєвого потенціалу і дотримання науково обґрунтованих рекомендацій із різних сфер життєдіяльності.



## Статева культура

Статева культура — це культура як власне сексуальних відносин, так і взаємовідносин людей різної чи однієї статі в повсякденному житті. Статева культура населення суттєво впливає на соціальні процеси в суспільствах та індивідуальне життя кожної людини.

## Правила безпечної статевої поведінки

- правильне і регулярне використання презервативів
- правильне застосування місцевих бактерицидних засобів
- періодичне обстеження в спеціалізованих лабораторіях
- спеціальне лікування в разі діагностування захворювання
- статева стриманість
- обов'язкове інформування статевих партнерів, якщо є проблема
- вакцинація проти збудників, для яких створено вакцини (гепатит В, папіломовірус)



## Імунітет

### Гуморальний

Забезпечується В-лімфоцитами

### Клітинний

Забезпечується Т-лімфоцитами

Імуноterapia — це галузь імунології, яка займається дослідженням і застосуванням способів лікування з використанням імунобіологічних препаратів (вакцин, сироваток, інтерферонів, бактеріофагів тощо)

Імунокорекція — це сукупність способів і методів лікування і профілактики порушень роботи імунної системи людини. Також цим терміном називають галузь імунології, яка займається розробкою цих способів і методів

## Завдання до теми

### Завдання для індивідуальної роботи

1. На конкретних прикладах обґрунтуйте необхідність дотримання принципів особистої гігієни для профілактики захворювань (корости, педикульозу, онихомікозу або сальмонельозу).

2. Зробіть власну оцінку впливу регулярних тренувань на здоров'я людини.

3. Наведіть приклади заходів профілактики інвазійних захворювань та обґрунтуйте їх.

4. Поясніть, чому в сучасному світі ризик виникнення нових і поширення старих вірусних інфекцій людини суттєво більший, ніж триста років тому.

### Завдання для роботи в групах

5. Проаналізуйте перспективи ліквідації в усьому світі найбільш небезпечних інфекцій (чуми, СНІДу, холери, туберкульозу, гарячки Ебола) та зробіть презентацію на основі власного бачення цієї проблеми.

## Теми навчальних проектів

1. Особиста програма зміцнення здоров'я.
2. Критерії вибору продуктів харчування у процесі їх купівлі.
3. Укуси отруйних тварин. Запобігання та перша допомога.



Перевірте свої знання з теми «Біологічні основи здорового способу життя».



## Екологія

# 24 Завдання та методи екології



*Які методи досліджень використовує біологія? Які закони існують у біології? Як людина може впливати на стан навколишнього середовища? Як людина взаємодіє з іншими живими організмами? Чому суспільство зараз активно обговорює питання охорони природи?*

### Місце екології в системі наук

Екологія є наукою, яка вивчає взаємодію живих організмів між собою та навколишнім середовищем. Вона тісно співпрацює з такими науками, як біологія, хімія, фізика, математика, географія тощо, і об'єднує різні галузі та підрозділи природничих, гуманітарних і технічних наук. Саме тому її можна віднести до комплексної науки, що розвивається на основі всіх трьох напрямків і використовує їхні теоретичні та практичні напрацювання.

На сьогодні екологія набуває гуманітарно-технологічних рис у процесі еволюційного розвитку і стає міждисциплінарною наукою.

Використання екологічних знань стає нагальною потребою в процесах розробки нових транспортних технологій, технологій видобутку корисних копалин, побудови і забезпечення діяльності великих міст (особливо мегаполісів). Суттєво зростає роль екологічних знань у галузі виробництва продуктів харчування, бо традиційні підходи вже не здатні забезпечити людство продовольством, а їх подальше поширення загрожує існуванню більшості сучасних екосистем.

### Основні завдання екології:

- дослідження впливу середовища існування на особливості будови і життєдіяльності організмів;



**Мал. 24.1.** В екології широко використовуються як лабораторні, так і польові дослідження

- дослідження впливу людини на природні системи;
- встановлення механізмів адаптації до життя організмів в умовах певного середовища;
- прогнозування й оцінювання можливих наслідків для природного середовища від діяльності людини;
- відновлення порушених природних систем та збереження еталонних ділянок біосфери;
- формування екологічного мислення та розвиток екологічної культури в населення.

### *Розділи екології*

Як і будь-яка сучасна наука, екологія поділяється на окремі підрозділи. Основними напрямками сучасної екології є загальна, спеціальна і прикладна, що мають свої окремі галузі.

**Загальна екологія** вивчає загальні проблеми екосистем різного рівня. Її основними галузями є:

- аутоекологія (екологія особин);
- демоекологія (екологія популяцій);
- синоекологія (екологія угруповань);
- екосистемологія (екологія екосистем);
- глобальна екологія та ноосферологія (екологія біосфери та ноосфери).

**Спеціальна екологія** вивчає екологію окремих систематичних (тварин, рослин, грибів тощо) чи екологічних (паразити, гідробіонти тощо) груп організмів або конкретних типів екосистем (урбоекологія, наприклад, вивчає екологію міст).

**Прикладна екологія** вивчає дію окремих чинників на екосистеми, вона спрямована на розв'язання практичних питань. До цього напрямку відносять техноекоекологію, сільськогосподарську екологію, екологічну токсикологію тощо.

## Методи екології

Екологія за час свого існування розробила багато методів, які дозволяють здійснювати дослідження та отримувати достовірні результати. Екологічні дослідження можуть здійснюватися як у польових умовах, так і в лабораторіях (мал. 24.1, с. 91).

Екологія використовує велику кількість методів досліджень, які дозволяють ефективно вирішувати її основні завдання:

- спостереження;
- експеримент;
- порівняння;
- статистика;
- моделювання;
- моніторинг;
- біоіндикація;
- мікроскопія;
- опис;
- рентгеноструктурний аналіз;
- ізоферментний аналіз;
- аналіз ДНК.

Класичними методами екології є *спостереження, експеримент і порівняння*. Для оцінювання достовірності отриманих даних широко використовують *статистичні* методи. Велике значення в сучасній екології має метод *моделювання*, який дозволяє прогнозувати майбутні зміни в екосистемах.

Надзвичайно ефективним методом досліджень виявився *моніторинг* — система регулярних періодичних спостережень за певними об'єктами. Дані, отримані в результаті моніторингових досліджень, є базою для інших екологічних методів дослідження.

Екологічний моніторинг може здійснюватися на різних рівнях:

- глобальний (у межах усїєї планети);
- національний (у межах окремої держави);
- регіональний (у межах великого регіону однієї держави або кількох сусідніх держав);
- локальний (у межах невеликої території);
- точковий (біля окремих джерел забруднення або важливих об'єктів).

Ще одним методом екології є *біоіндикація*. Сутність цього методу полягає у визначенні стану навколишнього середовища та впливу на нього різних факторів за допомогою живих організмів. Біоіндикація є простим у застосуванні методом, бо заснована переважно на зовнішніх спостереженнях за окремими видами організмів (так звані індикаторні види або види-індикатори).

Перевагою цього методу є також те, що він інтегративний. Тобто вплив усіх факторів, які діють у певній системі, узагальнюється. Для біоіндикації характерна також висока чутливість. З її допомогою можна виявити навіть незначні впливи факторів на живі організми.

## Екологічні закони

Багаторічна праця вчених-екологів дозволила їм виявити чимало закономірностей в екологічних процесах. Вони були сформульовані у вигляді окремих законів. Ці закони дозволяють аналізувати процеси в екосистемах та робити прогнози на майбутнє. Завдяки їм можна передбачити наслідки прийнятих рішень та здійснених заходів.

Найбільш відомими законами екології є такі.

**Закон оптимуму** — будь-який екологічний фактор має певні межі позитивного впливу на живі організми. Наприклад, для людини без одягу найбільш комфортна температура середовища становить 24–27°C. А у випадку підвищення або зниження температури на 10°C фактор температури досягне межі свого позитивного впливу.

**Закон взаємокомпенсації** екологічних факторів — відсутність або нестача деяких екологічних факторів може в певних межах компенсуватися іншими (аналогічними) факторами. Так, у випадку зниження температури середовища забезпечення нормальної життєдіяльності людини може здійснюватися за рахунок посиленого харчування. Тоді додаткова частина їжі буде витрачатися на підтримання температури тіла за рахунок біохімічних реакцій.

**Закон мінімуму Лібіха** — найбільш значущим для організму буде той фактор, який максимально відхиляється від свого оптимального значення для цього організму. Наприклад, в умовах крайньої Півночі виживання людських популяцій зумовлено, в першу чергу, температурою середовища. Більша частина ресурсів як окремих особин, так і всієї популяції в цілому витрачається саме на подолання наслідків низької температури повітря.

## Отже, тепер ви знаєте



1. Що таке екологія? 2. З якими науками взаємодіє екологія? 3. На які галузі поділяють екологію? 4. Що стверджує закон оптимуму? 5\*. Які фактори, згідно із законом Лібіха, будуть найбільш значущими для організмів, які живуть: а) в Азовському морі; б) у пустелі Сахара; в) у Гренландії.

## Запитання та завдання

6. Для чого в екологічних дослідженнях можна використовувати лабораторні дослідження, а для чого — польові? Наведіть конкретні приклади і розкрийте своє бачення. 7. На своєму прикладі поясніть, як діє закон взаємокомпенсації екологічних факторів. 8\*. Чому екологія в сучасному світі стала однією з провідних наук?

# 25 Екологічні чинники



*Які фактори навколишнього середовища можуть вплинути на життєдіяльність людини? Чи можуть мати вплив на людину фактори неживої природи? Які фактори, створені людиною, можуть діяти на неї негативно? Як на людину можуть впливати живі організми?*

## Різноманіття та взаємодія екологічних чинників

**Екологічними чинниками** (екологічними факторами, факторами середовища) називають будь-які фактори, які можуть вплинути на живий організм або екологічну систему, у відповідь на дію яких організм або екосистема виробляє адаптацію (приспосовується до дії фактора). Вони є вирішальними факторами у визначенні видового різноманіття та чисельності окремих видів у конкретній екосистемі.

Ці чинники можуть мати різну природу. Їх поділяють на три великі групи: біогенні, абіогенні та антропогенні.

Крім того, вони зазвичай взаємодіють між собою, що суттєво впливає на живі організми. Так, одночасна дія на організм тварини низької температури і високої вологості повітря різко підвищує ефект від охолодження, а поєднання низької температури і низької вологості, навпаки, такий ефект зменшує.

## Абіогенні чинники

**Абіогенні** чинники є факторами неживої природи. Їх визначають фізичні та хімічні умови середовища. До абіогенних чинників належать температура, вологість, світло, рух повітряних мас (вітер), течія й со-



Мал. 25.1. Приклади абіогенних чинників: повінь, клімат, рельєф

лоність води, опади, повені, пожежі, сніговий покрив, магнітне поле Землі, рельєф місцевості тощо (мал. 25.1).

Ці чинники можуть діяти на організми постійно (як рельєф або клімат) або тільки інколи (повені, пожежі тощо). Залежно від особливостей змін екологічні чинники поділяються на періодичні (припливи і відливи), неперіодичні (пожежа) і довготривалі (клімат). Їх раптовий вплив може різко змінювати умови життя організмів. Так, виверження вулкана може створити нові місця для проживання організмів, а може знищити цілу екосистему.

Значення абіогенних чинників для живих організмів добре видно на прикладі такого показника, як рельєф місцевості. Якщо рельєф є рівнинним, він не створює суттєвих перешкод для пересування живих організмів. Тому живі організми рівнин часто можуть розвивати високу швидкість бігу та витримувати тривалі міграції. Рельєф це дозволяє.

А от в умовах гір підтримувати високу швидкість на великих дистанціях немає потреби. Бігати просто ніде. Але виникає необхідність в умінні пересуватися крутими схилами, скелями і навіть сніговими вершинами. У горах також можна потрапити в умови, де важко дихати через розріджене повітря. Наявні більш різкі перепади температури.

Ще один важливий абіотичний чинник — структура ґрунту. Цей чинник є важливим для всіх живих організмів (тварин, рослин, грибів, мікроорганізмів). У цільних ґрунтах рослинам важче проростати, але для тварин вони забезпечують надійну опору під час пересування. Хоча для тих тварин, які живуть у самому ґрунті (кроти, сліпаки, дощові черви), пересування утруднюється. У рихлих піщаних ґрунтах тваринам легше рости, але вони є біднішими на поживні речовини.

### Біогенні чинники

Під **біогенними** чинниками середовища розуміють вплив одних організмів на інші (мал. 25.2). Умовно біотичні чинники можна поділити на внутрішньовидові та міжвидові. *Внутрішньовидові* чинники



Мал. 25.2. Дія біогенних чинників: хижака, паразита, конкурента



**Мал. 25.3.** Дія антропогенних чинників: забруднення, знищення середовища існування, полювання

проявляються через вплив особин певного виду одне на одного й конкуренцію за різні ресурси. Проявом цих чинників є боротьба за територію, їжу, статевого партнера.

*Міжвидові* чинники дуже різноманітні. У процесі еволюції сформувалося декілька типів міжвидових взаємовідношень (конкуренція, хижацтво, паразитизм, коменсалізм тощо). Усі вони є міжвидовими біотичними чинниками.

Слід зазначити, що в багатьох випадках дія внутрішньовидових чинників є сильнішою, ніж міжвидових. Це пов'язано з тим, що в особин одного виду потреби в середовищі однакові. Тому конкуренція між ними за ресурси (територію, партнера для розмноження, їжу тощо) завжди є більш жорсткою, ніж між особинами різних видів.

### *Антропогенні чинники*

**Антропогенними** (антропічними) називають чинники, зумовлені діяльністю людини. До них належать забруднення середовища, необмежене полювання, руйнування середовища існування, опис нових видів тощо (мал. 25.3).

Людина почала впливати на екосистеми досить давно. Вона, як мінімум, активно сприяла вимиранню плейстоценової мегафауни, полюючи на тварин, а можливо, була й основною причиною цього процесу. Але дійсно великими ці масштаби стали після початку господарської діяльності людини, особливо після початку промислової революції. У сучасному світі діяльність людини стала одним із найсильніших екологічних факторів, який впливає на всі існуючі екосистеми.

Разом із тим, не можна сказати, що антропогенні чинники мають лише негативний вплив. До позитивного впливу людини на довкілля можна віднести систему захисту навколишнього середовища в різних



країнах, створення охоронних територій (заповідників, заказників, національних парків) тощо.

Крім того, частина видів адаптувалася до життя поряд із людиною, і для цих організмів антропогенні фактори часто є позитивними. Так, домашні тварини й культурні рослини за допомогою людини суттєво збільшили свою чисельність і розширили ареал проживання.

Ті організми, які адаптувалися до життя в умовах людських поселень, отримали нові місця проживання з гарною харчовою базою та зменшеним тиском хижаків. Це такі види, як ластівки, горобці, таргани, бур'яни, дереворуйнівні гриби тощо. Сприятливі умови людина створила і для власних паразитів. Збудники захворювань людини поширилися по всій планеті. Те саме сталося і зі шкідниками та збудниками захворювань культурних рослин і домашніх тварин. Ці види тільки виграли від дії антропогенних факторів.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Що таке екологічні чинники? 2. На які групи їх поділяють?
3. Які чинники є абіотичними, біотичними? 4. Чому антропогенні чинники можна виокремити в іншу групу? 5\*. Чим різняться між собою внутрішньовидові й міжвидові біотичні чинники?

### Запитання та завдання

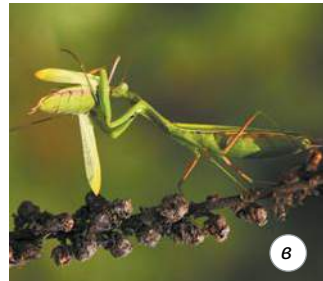
6\*. Проаналізуйте мал. 25.2 і вкажіть, які із зображених чинників є внутрішньовидовими, а які — міжвидовими. Наведіть по два власні приклади вказаних на малюнку взаємодій. 7\*. Складіть перелік антропогенних чинників, які найсильніше впливають на екосистеми у вашій місцевості. 8\*. Розгляньте живі організми, зображені на мал. 25.4. Для кожного з них визначте, які екологічні біотичні та абіотичні чинники впливають на нього. Поясніть, як можуть впливати антропогенні чинники на організми, які зображені на цьому малюнку.



а



б



в

Мал. 25.4. Живі організми і фактори середовища

# 26 Вплив екологічних чинників на організми



*Які існують види екологічних чинників? До якого виду чинників для кабанів можна віднести полювання людини на них? Які види називають стенобіонтами, а які еврибіонтами? Наведіть по два приклади видів для кожної з цих груп.*

## Екологічні чинники та окремі види

Дія екологічних чинників є визначальною для процесів адаптації живих організмів. Саме через них умови середовища здійснюють вплив на організми. Тільки пристосувавшись до них, вид має шанси на виживання.

Здатність організмів витримувати несприятливі умови навколишнього середовища називають **екологічною толерантністю**. Різні організми можуть пристосовуватися до різних відхилень чинників від оптимальних.

Механізмом адаптації видів до дії чинника є природний добір. Завдяки різноманітності організмів серед нащадків під дією чинника виживають лише ті, хто найкраще до нього пристосований. Вони передають вдалі комбінації і варіанти генів, які виникли в результаті мутацій у відповідь на дію певного чинника, своїм нащадкам. І через кілька поколінь види пристосовуються до дії цього чинника.

Наприклад, ті групи людей, які почали жити в умовах Крайньої Півночі, вимушені були перейти майже виключно на споживання м'яса, бо рослинної їжі там практично немає. Це стало причиною адаптації таких груп до особливої дієти з великим умістом м'яса і жиру. І така адаптація була цілком успішною, хоча в процесі пристосування частина особин у кількох поколіннях поспіль гинула.

## Обмежувальні чинники

Чинник, який найбільше впливає на виживання організму, називають **обмежувальним**. Залежно від умов середовища і систематичної групи організмів обмежувальними можуть бути різні чинники (навіть в умовах однієї екосистеми). Наприклад, в естуаріях річок, де відбувається зміна солоності води, для риб саме солоність буде обмежувальним чинником. А для птахів, які полюють на риб, солоність значення не має. У них обмежувальним чинником може бути недостатня кількість місць для гніздування, розташованих у цьому естуарії.



**Мал. 26.1.** Обмежувальними чинниками торф'яного болота є висока вологість і кисле середовище існування



**Мал. 26.2.** Нестача води впливає на угруповання видів савани

Обмежувальними можуть бути одночасно і декілька чинників. Так, у торф'яних болотах для рослин такими чинниками можна вважати високу вологість ґрунтів і їхню високу кислотність (мал. 26.1). Тобто вижити в такому болоті можуть тільки ті рослини, які здатні витримувати такі умови існування.

### Екологічні чинники та угруповання видів

Слід відзначити, що екологічні чинники діють не лише на окремі види організмів, але й на угруповання різних видів. Так, в умовах посухи в савані кількість джерел води стає меншою, і різні види організмів вимушені конкурувати або взаємодіяти між собою для забезпечення доступу до водопою (мал. 26.2).

Угруповання організмів можуть реагувати на дію чинника не тільки напрямом, змінюючи адаптованість конкретних видів. Усередині угруповання може змінюватися також співвідношення окремих видів. Так, за умови посилення сухості клімату зменшується кількість вологолюбних видів рослин і збільшується кількість посухостійких.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Як екологічні чинники діють на окремі види організмів? 2. Як взаємодіють чинники і види живих організмів? 3. Які чинники називають обмежувальними? 4. Чи може один чинник бути обмежувальним для різних видів організмів? 5\*. Які способи реагування на дію чинників середовища існують в угруповань організмів?

### Запитання та завдання

6. Які чинники можуть бути обмежувальними для трав'янистих рослин в умовах мішаного лісу? 7\*. На прикладі однієї з екосистем вашого регіону поясніть, як може відбуватися адаптація угруповання організмів із цієї екосистеми до процесів потепління клімату.

# 27 Популяції



*Які рівні організації живих організмів існують? Який рівень організації живих організмів утворює сукупність усіх одноклітинних і багатоклітинних організмів, котрі живуть в одній печері? Які особливості притаманні організмівому, популяційно-видовому та екосистемному рівням організації?*

## Визначення та характеристики популяцій

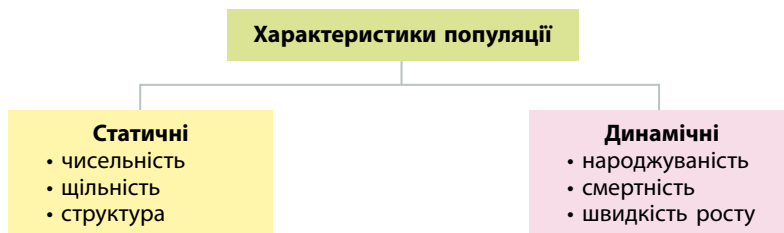
**Популяція** — це сукупність особин одного виду, які здатні до самовідтворення протягом великої кількості поколінь і тривалий час займають певну територію, функціонуючи й розвиваючись в одному або кількох угрупованнях живих організмів.

У популяції особини не є незалежними, а взаємодіють між собою. Вони можуть конкурувати за ресурси та об'єднуватися для підвищення шансів виживання. У роздільностатевих видів важливою частиною екологічної взаємодії є утворення пар для процесу розмноження.

Кожній популяції властиві певні характеристики, за допомогою яких можна визначати її стан (мал. 27.1). Статичні характеристики популяцій визначають її стан у конкретний момент часу, а динамічні — за певний період часу.

**Чисельність популяції** — це загальна кількість особин на певній території, які належать до однієї популяції. **Щільність популяції** визначається як середня кількість особин виду на одиницю площі чи об'єму. Наприклад, якщо чисельність популяції синиць у парку площею 25,6 гектара становить 256 особин, то щільність цієї популяції — 10 особин на гектар (мал. 27.2).

**Структура** — співвідношення груп організмів у популяції за різними ознаками. Залежно від вибраної ознаки виокремлюють просторову, статеву, вікову, генетичну та інші структури популяції.



Мал. 27.1. Основні характеристики популяцій



Мал. 27.2. Види з високою щільністю популяцій

**Народжуваність** — кількість нових особин, які з'являються за одиницю часу внаслідок розмноження (мал. 27.3).

**Смертність** — кількість особин, які загинули в популяції за одиницю часу.

**Приріст популяції** — різниця між кількісними показниками народжуваності й смертності. Якщо смертність у популяції перевищує народжуваність, то приріст популяції буде від'ємним.

**Швидкість (темп росту)** — середній приріст популяції за одиницю часу. Швидкість росту популяції є комплексним показником і залежить не тільки від народжуваності. За невеликої народжуваності і незначної смертності швидкість росту може бути вищою, ніж у випадку з високою народжуваністю і високою смертністю. Крім цих показників, на швидкість росту популяцій можуть впливати міграції організмів.

### Класифікація популяцій

Популяції можна класифікувати за їхньою просторовою та віковою структурами, за щільністю, за сталістю чи зміною середовища проживання, за здатністю самовідновлюватися та за іншими екологічними критеріями.



Мал. 27.3. Види з низькою (слони) і високою (таргани) народжуваністю

### Типи популяцій за здатністю до самовідтворення

Тип популяції	Характеристика типу
Незалежні	Мають високий потенціал розмноження, здатні до самовідтворення без притоку мігрантів з інших популяцій
Напівзалежні	Здатні до самовідтворення, але мають низький потенціал розмноження через низьку чисельність. Імміграція поліпшує стан таких популяцій
Залежні	Народжуваність у таких популяціях нижча, ніж смертність. Можуть існувати тривалий час тільки за наявності притоку мігрантів з інших популяцій
Псевдопопуляції	Утворюються групами особин, які не мають можливості розмножуватися за рахунок міграції з інших популяцій
Періодичні популяції	Виникають за межами ареалу виду або в нових біотопах і існують тільки за наявності сприятливих умов. У разі погіршення умов зникають, але можуть утворюватися знову, коли ситуація покращується

### Функціональне значення популяцій в екосистемах

Популяції є частиною екосистем і виконують у них функцію окремих компонентів.

Саме завдяки функціонуванню популяцій створюються умови, сприятливі для життя на нашій планеті. Популяції займають певний простір, будують притулки, переміщуються, використовують ті чи інші види харчування і тим самим впливають на навколишню природу.

Від популяцій залежить колообіг речовин, енергетичний обмін між живою і неживою природою. Спільна діяльність популяцій визначає багато важливих властивостей біотичних спільнот і екологічних систем.

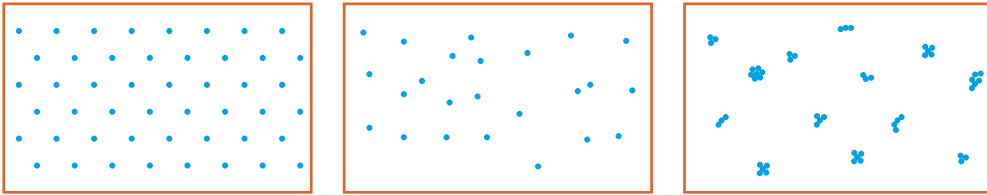
### Просторова структура популяції

Під **просторовою структурою** популяції розуміють характер розміщення особин у межах території проживання. Вона може бути різною (мал. 27.4).

Рівномірна структура спостерігається в популяціях організмів, особини яких розподілені по всьому ареалу рівномірно. Але така структура трапляється доволі рідко і переважно в мікроорганізмів.

У більшості ж випадків особини популяції розподілені по території проживання нерівномірно. Вони утворюють скупчення в місцях, найбільш сприятливих для проживання, і рідко трапляються на інших територіях ареалу.

Рівномірна структура популяції також часто використовується в екосистемах штучного походження (агроценозах). Такий розподіл особин можна спостерігати в лісових насадженнях, на полях сільськогос-



**Мал. 27.4.** Рівномірний, випадковий та агрегований (групами) розподіл особин популяції у просторі

подарських культур, у теплицях, у місцях розміщення пасік біля поля. Основна причина цього — технологічна. Для забезпечення нормальної життєдіяльності популяцій в агроценозах людина повинна здійснювати регулярний догляд за ними. А найзручніше його здійснювати у випадку рівномірного просторового розподілу особин у популяції.

Просторова структура популяції може змінюватися з часом. Наприклад, у разі зміни русла річки вона може підмивати береги й утворювати нові круті схили там, де їх раніше не було. Це дозволяє береговим ластівкам утворювати нові колонії та змінює просторову структуру популяції цього виду. Всихання групи дерев може створити нові осередки в популяціях дереворуйнівних грибів та комах, які живуть у мертвій деревині.

З часом змінюється просторова структура популяцій і в агроценозах. Дуже добре це можна спостерігати на прикладі парків або лісових насаджень. Протягом багатьох років існування таких агроценозів їхня структура стає все менш регулярною як наслідок загибелі частини особин або господарської діяльності людини.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Що таке популяція? 2. Які характеристики використовують для аналізу популяцій? 3. Які існують типи популяцій? 4. Що показує щільність популяції? 5. Якою може бути просторова структура популяції? 6\*. На конкретних прикладах поясніть відмінність псевдопопуляції і періодичної популяції.

### Запитання та завдання

7. Чи можуть впливати на чисельність популяції абіотичні чинники? Наведіть приклади і поясніть свою думку. 8\*. Виберіть один із варіантів просторової структури популяції із зображених на малюнку 27.4 і знайдіть вид, який має таку структуру популяцій. Поясніть, чому така структура є оптимальною для цього виду.

# 28 Регуляція процесів у популяціях



*Що таке популяція? Що таке екосистема? Які екологічні групи організмів входять до складу екосистеми змішаного лісу? До якого віку можуть доживати живі організми? Які фактори можуть впливати на тривалість їхнього життя?*

## Вікова і статеві структура популяції

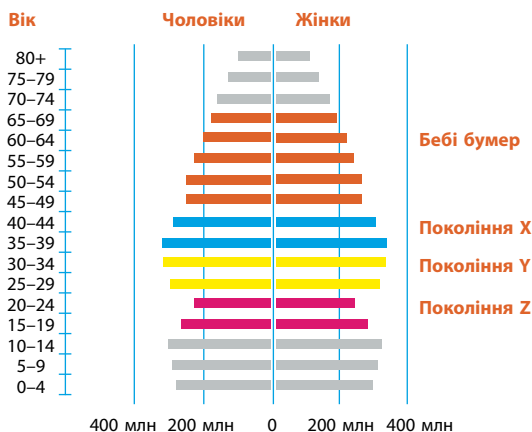
Співвідношення чоловічої і жіночої статей у популяції має важливе екологічне значення. Воно безпосередньо пов'язане з потенціалом її розмноження. Співвідношення статей визначається як відношення кількості самців до кількості самиць або кількості самців до загальної кількості самців і самиць.

Дуже важливим показником для популяції є її вікова структура. Це співвідношення чисельності особин різних вікових класів і поколінь. Не обов'язково популяція має складатися з особин різного віку. Наприклад, усі особини в популяціях однорічних рослин мають однаковий вік.

Статеві й вікові структури популяції відображають її здатність до розмноження (мал. 28.1). Наприклад, якщо в популяції переважають старі особини або дуже мало самиць, швидко чисельність популяції збільшуватися не буде.

Співвідношення чоловічої і жіночої статей у популяції має важливе екологічне значення, оскільки воно безпосередньо пов'язане з потенціалом її розмноження, а отже, впливом на життєдіяльність усієї екосистеми.

Вікова структура популяцій різних видів може суттєво різнитися між собою (мал. 28.2). Це пов'язано з особливостями життєдіяльності видів та стратегією їх розмноження. У видів, які народжують велику кількість нащадків, але майже не

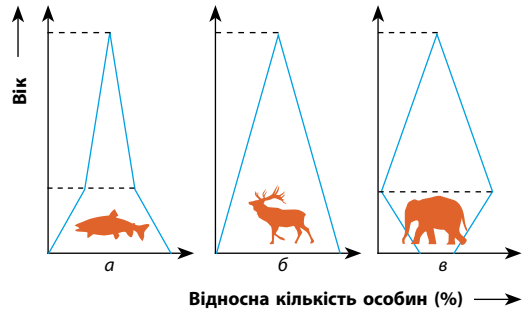


Мал. 28.1. Вікова й статеві структура людської популяції



підключаються про них, найбільша кількість особин буде мати молодий вік. Але в молодому віці у таких видів і шанси на загибель найвищі. А от після того, як організм стає дорослим, його шанси на загибель суттєво зменшуються. Така структура популяцій притаманна багатьом видам риб, молюсків, земноводних.

У випадку, коли народжуваність є низькою, а турбота про нащадків значною (слони, кити тощо), кількість молодих особин у популяції невелика і переважають особини середнього віку. У видів, для яких шанси загибелі не залежать від віку тварини, кількість особин із віком зменшується рівномірно (гідри, таргани, клопи тощо).



- а — переважає чисельність молодих особин
- б — кількість особин із віком рівномірно знижується
- в — переважає чисельність особин середнього віку

**Мал. 28.2.** Вікова структура популяцій різних видів



Чисельність чоловіків в Україні на 1 січня 2018 року становила 19 558,2 тис. осіб, а жінок — 22 658,6 тис.

В Україні сформувалася структура населення, для якої характерна висока питома вага осіб старшого віку і низька — молодшого. На 1 січня 2018 року чисельність осіб у віці 0–15 років становила 16,3% від загальної чисельності постійного населення, у віці 60 років і старше — 22,9%, у віці 16–59 років — 60,8%. (За даними сайту [ukrstat.org](http://ukrstat.org))

### Регуляція щільності та чисельності популяцій

Чисельність і щільність популяцій є важливими показниками для їхнього існування. Ріст цих показників свідчить про благополуччя популяції. Але необмежений ріст популяцій є неможливим. Після досягнення своєї певної чисельності популяція повністю вичерпує ресурс, потрібний для її існування. Це може бути їжа, питна вода, місце гніздування тощо. Вичерпання ресурсів підсилює внутрішньовидову конкуренцію і спричиняє збільшення смертності особин.

Повне вичерпання ресурсів може стати причиною загибелі популяції. Тому в природних популяціях організмів існують механізми регуляції їх чисельності і підтримання її на оптимальному рівні. Ці механізми можуть бути як внутрішньовидовими (зменшення народжуваності через гормональні зміни), так і відбуватися на рівні екосистеми.



**Мал. 28.3.** Хижаки і паразити є одними з найбільш ефективних механізмів регуляції чисельності популяції

На рівні екосистеми регуляція чисельності здійснюється переважно за рахунок дії на особин виду хижаків і паразитів. Чим більше особин виду, тим більше їжі для хижаків і паразитів, що стимулює їх розмноження. Прикладом такого регулятора може бути трипаносома, яка є паразитом, наприклад, копитних у південних регіонах Африки (мал. 28.3).

Живі організми використовують й інші способи регуляції чисельності (мал. 28.4). Найбільш поширені — регуляція за допомогою інших видів (насамперед хижаків і паразитів). Крім того, ефективним механізмом є міграції, коли частина особин популяції переміщується в інші місцевості. Регулювати чисельність своїх популяцій у деяких випадках тварини можуть за допомогою канібалізму (поїдання особин власного виду). Можлива і регуляція на гормональному рівні, коли починають працювати інстинктивні програми обмеження розмноження і частина особин не залишає нащадків через порушення в роботі репродуктивної системи організму.

У деяких випадках перед людиною постає проблема регуляції чисельності популяцій організмів, які були штучно завезені в нові регіони. Прикладом таких ситуацій є масове розмноження кроликів та території Австралії. Їх завезли на новий континент ще в ХІХ столітті. Планувалося використати їх як об'єкт полювання. Але відсутність природних регуляторів чисельності стала причиною дуже інтенсивного розмноження цього виду. Це стало причиною суттєвого порушення місцевих біоценозів і завдало значних збитків господарствам Австралії. Механічні заходи боротьби — полювання на кроликів та побудова огорож проти їх проникнення — виявилися безрезультатними.

Ефективного успіху вдалося досягти тільки за рахунок природних регуляторів чисельності цих видів, які довелося штучно завозити. Чисельність кроликів вдалося зменшити шляхом зараження їх вірусом міксоматозу. Але згодом у них почала вироблятися стійкість до цього



**Мал. 28.4.** Регуляція чисельності популяцій у тварин: міграція і канібалізм

захворювання і для подальшої регуляції чисельності їхньої популяції застосували інший вірус.

### *Мінімально життєздатна популяція*

Для кожного виду організмів є певний мінімальний розмір популяції, який здатен підтримувати її чисельність на стабільному рівні. Популяцію такого розміру називають **мінімально життєздатною**. Для кожного окремого виду розмір такої популяції визначається індивідуально.

На розмір такої популяції впливає як статева, так і просторова структура виду, його здатність до міграцій та утворення щільних поселень у межах ареалу. Визначення цього показника є надзвичайно актуальним для охорони зникаючих видів, бо дозволяє більш реально розраховувати ризики вимирання для конкретних видів.

### *Отже, тепер ви знаєте*



1. Що відображає вікова структура популяції?
2. Яким чином може регулюватися чисельність популяції?
3. Яке значення має регуляція чисельності популяції для виживання виду?
4. На конкретному прикладі поясніть, як паразит може регулювати чисельність популяції свого хазяїна.
- 5\*. Чи можуть різні популяції одного виду мати неоднакову статеву структуру?

### *Запитання та завдання*

6. Чи можуть впливати на чисельність популяції абіотичні чинники? Поясніть на конкретних прикладах.
7. Знайдіть два-три приклади видів, у яких статева структура популяції є нерівномірною і особин однієї статі значно більше, ніж іншої.
- 8\*. Складіть у вигляді таблиці перелік внутрішньовидових способів регуляції чисельності популяції та обґрунтуйте пункти цього переліку.

## 29

## Екосистеми



Яким чином живі організми отримують енергію для своєї життєдіяльності? Чим різняться процеси отримання енергії в рослин, тварин і грибів? Які організми називають хемоавтотрофами і до яких доменів клітинних організмів вони можуть належати?

### Колообіг речовин в екосистемі

**Екосистема** — це сукупність живих організмів, які мешкають у певному середовищі існування й утворюють з ним одне ціле. Будь-яка екосистема містить у своєму складі два головні компоненти — біотичний і абіотичний. *Біотичний компонент* екосистеми — це всі живі організми, які входять до її складу (тварини, рослини, бактерії тощо). А *абіотичний* — це компоненти неживої природи (каміння, вода, повітря тощо). Екосистеми бувають природними (екосистеми лісу, озера, пустелі) і штучними (саду, городу, акваріуму).

У біосфері відбувається постійний колообіг елементів, які переходять від організму до організму, у неживу природу і знову до організму. Елементи, які вивільняються мікроорганізмами, наприклад, під час гниття, надходять у ґрунт і атмосферу, знову беруть участь у колообігу речовин біосфери, поглинаючись живими організмами.

Для функціонування екосистем найважливішими є колообіги елементів, які є основними компонентами живих організмів, — Карбону, Нітрогену, Оксигену, Сульфуру, Фосфору.

### Властивості екосистем

Основними властивостями екосистем є цілісність, стійкість, самовідтворення та саморегуляція тощо.

**Цілісність** — здатність підтримувати взаємозв'язки між компонентами екосистеми та з природним середовищем, перш за все, завдяки потокам речовини і енергії. Якщо якісь речовини вилучаються із колообігу (разом із ними і потік енергії переривається), цілісність екосистеми порушується і вона може загинути.

**Стійкість** екосистеми — здатність зберігати свою структуру і функціональні особливості під впливом зовнішніх факторів (наприклад, дощ чи вітер не порушують структуру і функціонування екосистеми

лісу). Найбільш стійкими екосистемами є ті, які мають багатий видовий склад (наприклад, екосистема тропічного лісу). Найменш стійкі — ті, що створені штучно (наприклад, екосистеми саду чи акваріуму), без підтримки людини вони зовсім не можуть існувати.

**Самовідтворення екосистеми** — це її здатність тривалий час існувати, підтримуючи свій склад і функціонування. Для тривалого існування будь-якої екосистеми необхідно, щоб у ній постійно відтворювалися всі її ресурси: організми, склад ґрунту і води, кисень у повітрі тощо. Аби постійно відтворювалися організми, необхідні умови для їхнього існування (джерела їжі, вода, сонячна енергія тощо). Усередині будь-якої екосистеми постійно відбувається, наприклад, заміна старих особин на молодих, хворих — на здорових. Це все можливо лише за умови своєчасного самовідтворення.

**Саморегуляція екосистеми** означає її здатність самостійно «управляти» життям усередині екосистеми, щоб забезпечити її тривале існування. Наприклад, хижаки можуть поїдати травоядних тварин певного виду до того часу, поки їх чисельність не скоротиться. Далі, якщо є різноманітність видів, вони переключаються на інше джерело їжі (наприклад, на інший вид травоядних). Таким чином, вони повністю не знищують вид, а лише залишають його у спокої, поки його чисельність не відновиться.



Цікавий факт трапився в Німеччині. Місцеві жителі вирубали ліс на одному зі схилів гірського масиву Шпессарт. А потім вирішили його відновити. Дерева, які там раніше росли, — дуби — чомусь не приживалися. Потім виявилось, що разом із деревами були знищені й олені, послід яких відігравав важливу роль в екосистемі лісу. Організми, які жили в ґрунті, «переробляли» його і тим самим підтримували певний його склад. Після знищення лісу склад ґрунту змінився, і на ньому вже не могли рости дерева, що були там раніше.

### *Зв'язки між популяціями в екосистемах*

Відповідно до способу отримання органічних речовин живі організми в екосистемах поділяють на екологічні групи: продуценти, консументи і редуценти. **Продуценти** — це автотрофні організми, які продукують органічні речовини (мал. 29.1, с. 110). До них належать, наприклад, дерева, водорості та інші рослини.

**Консументи** є гетеротрофними організмами екосистем, які отримують органічні речовини, живлячись іншими живими організмами (мал. 29.2, с. 110). Вони можуть споживати як продуцентів (наприклад, травоядних тварин), так і інших консументів (як хижаки, які поїдають травоядних).

**Редуценти** — це гетеротрофні організми екосистем, які отримують органічні речовини, живлячись рештками живих організмів або



Мал. 29.1. Продукенти (мох та чорниця)

продуктів їхньої життєдіяльності. Редуценти перетворюють мертву органіку на прості органічні та неорганічні речовини.

Популяції видів із різних екологічних груп можуть взаємодіяти між собою різними способами. Основним видом зв'язків між ними є трофічні (харчові). Так, консументи поїдають продуцентів та інколи й редуцентів. А редуценти використовують залишки загиблих продуцентів та консументів для свого живлення. Перероблені редуцентами в неорганічні речовини залишки організмів продуценти можуть використовувати для побудови свого тіла. Між організмами з однієї або різних груп також можливі конкурентні відносини, якщо вони споживають однакові ресурси.

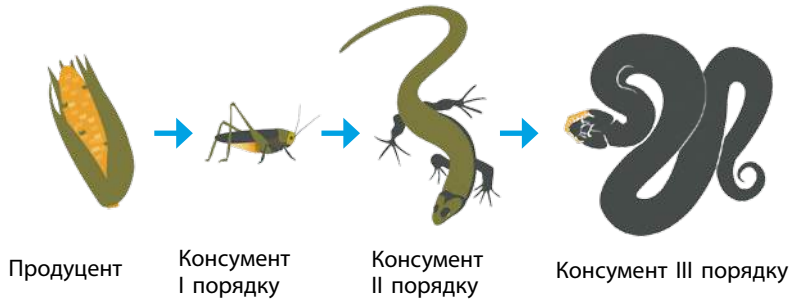
### Передача та розподіл енергії в екосистемах

Поїдаючи один одного, живі організми стають ланками трофічних ланцюгів. **Трофічний ланцюг** — це взаємини між організмами під час перенесення енергії їжі від її джерела (автотрофного організму) через низку організмів, що відбувається шляхом поїдання одних організмів іншими (мал. 29.3).

У трофічному ланцюзі кожний вид займає певну ланку. Зв'язки між видами в цьому ланцюзі називаються *трофічними*, а ланки —



Мал. 29.2. Консументи (олень і турун)



**Мал. 29.3.** Енергія в екосистемах переходить по трофічних ланцюгах

*трофічними рівнями.* На початку ланцюгів живлення, як правило, перебувають продуценти, тобто автотрофні організми, які продукують органічні речовини.

Наступні ланки ланцюга становлять консументи. Залежно від місця ланки розрізняють консументів різних порядків. Так, травоядні, які споживають продуцентів, є консументами I порядку. Хижаки, які їдять травоядних, — консументами II порядку. А паразити, які живуть в організмі хижаків, — консументами III порядку.

Редуценти руйнують мертві залишки й продукти життєдіяльності організмів усіх трофічних рівнів. В органічних речовинах автотрофні організми запасують енергію, яку й використовують гетеротрофи. Під час перенесення цієї енергії від ланки до ланки трофічного ланцюга переважна її частина (80–90%) губиться у вигляді теплоти.

У будь-якій екосистемі різні ланцюги живлення не існують окремо один від одного, а перетинаються між собою, створюючи *трофічну сітку*. Це відбувається тому, що організми певного виду можуть бути ланками різних трофічних ланцюгів.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Що таке екосистема? 2. Як взаємодіють між собою популяції в екосистемах? 3. Назвіть і поясніть основні властивості екосистем. 4. Живі організми постійно вилучають із навколишнього середовища хімічні елементи для побудови свого тіла, але в середовищі ці елементи не зникають. Чому? 5. На які екологічні групи поділяють організми в екосистемі? 6. Навіщо в екосистемі потрібні редуценти і консументи? 7\*. На конкретному прикладі поясніть, як один вид може входити до складу різних трофічних ланцюгів.

### Запитання та завдання

8. Складіть трофічну сітку конкретної екосистеми вашої місцевості.  
9\*. До яких наслідків для екосистеми може призвести раптове зникнення всіх редуцентів?

# 30 Екологічні сукцесії



*Що таке біоценоз? Які чинники можуть впливати на зміну видового складу екосистеми? Які екологічні групи організмів входять до складу екосистем? Як живі організми з різних екологічних груп можуть взаємодіяти між собою в складі конкретної екосистеми?*

## Сукцесії як процеси саморозвитку екосистем

Екосистеми не можуть існувати нескінченно довго. Час їхнього існування в деяких випадках може складати мільйони років, але потім умови середовища неодмінно змінюються. Материка рухається по поверхні планети. Відбуваються процеси гороутворення та опускання суші під воду. Змінюється клімат, відбуваються катастрофічні події (пожежі, виверження вулканів, повені тощо). Усе це змушує екосистеми змінюватися і міняти видовий склад своїх біоценозів, формуючи нові.

Процес поступової, закономірної і необоротної зміни біоценозів на певній ділянці території називають **сукцесією**. Сукцесія є нормальним процесом, який відбувається в природних екосистемах і пов'язаний зі зміною умов існування.

Завершальним етапом будь-якої сукцесії є формування так званої **клімаксної екосистеми**, яка для певних умов довкілля є найбільш оптимальною. Склад клімаксної екосистеми визначається поєднанням багатьох факторів, насамперед кліматичних.

Розвиток сукцесії відбувається в кілька етапів:

- утворення відповідної ділянки земної поверхні;
- заселення ділянки першими видами організмів;
- загострення міжвидової конкуренції і витіснення частини видів;
- зростання біорізноманіття і формування стабільної екосистеми.

## Первинні сукцесії

Первинні сукцесії виникають на тих ділянках території, на яких до цього не існувало ніяких екосистем. Їх утворення відбувається паралельно з процесом формування ґрунтів і на перших етапах із досить низькою конкуренцією між організмами.

Прикладом первинної сукцесії є заселення організмами нових островів або ділянок суходолу, утворених процесами, що відбуваються у природі, або завдяки діяльності людини (мал. 30.1).





**Мал. 30.1.** Формування місця для первинної сукцесії завдяки дії природних факторів



**Мал. 30.2.** Створення умов для вторинної сукцесії

Первинні сукцесії в сучасних екосистемах відбуваються нечасто. Але кожна із сучасних ділянок земної поверхні колись пройшла через первинну сукцесію.

### Вторинні сукцесії

Вторинна сукцесія відбувається в тому випадку, коли на її території зберігається ґрунт, насіння попереднього біоценозу і, можливо, мікроорганізми, личинки, цисти тощо. Саме тому вже на перших етапах вторинної сукцесії конкуренція між організмами є досить значною.

Вторинні сукцесії виникають в умовах часткового (хоча, можливо, і дуже сильного) руйнування попередньої екосистеми (мал. 30.2). Така ситуація може виникати як наслідок вирубки лісу, повені, пожежі тощо. Після того як припиняється експлуатація сільськогосподарських земель, на них також відбувається вторинна сукцесія.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Чому може відбуватися зміна екосистем на певній території? 2. Що таке сукцесія? 3. Які бувають сукцесії? 4. Коли виникає первинна і вторинна сукцесії? 5\*. Чому на перших етапах вторинної сукцесії конкуренція між організмами є вищою, ніж за первинної сукцесії?

### Запитання та завдання

6. Які екосистеми можуть утворитися в результаті вторинних сукцесій у вашому регіоні? Обґрунтуйте свою точку зору. 7\*. Які чинники можуть впливати на швидкість сукцесії? Поясніть на конкретних прикладах.

# 31

## Агроценози



*Що таке система? Чому і окремий організм, і популяція є системами? Що таке екосистема? Які штучні екосистеми може створювати людина? Які фактори можуть впливати на врожайність сільськогосподарських культур? Яким чином людина може підвищувати їхню врожайність?*

### Структура агроценозів

Штучні екосистеми часто розглядають як окремий тип екосистем (агроценози). Вони створюються людиною й використовуються нею для господарських цілей (мал. 31.1). До агроценозів належать поля сільськогосподарських культур, городи, теплиці, сади, морські ферми, виноградники, парки тощо.

Агроценози містять такі самі екологічні групи організмів, як і природні екосистеми, — продуценти, консументи і редуценти. Але в них один вид суттєво переважає за кількістю особин. Агроценози й створюються задля одержання людиною продукції від цього виду. Консументи у складі агроценозів представлені людиною і шкідниками та збудниками

захворювань виду, який є об'єктом вирощування. Фактично, шкідники і збудники захворювань — це конкуренти людини зі споживання ресурсів певного агроценозу.

### Особливості функціонування агроценозів

Існувати без підтримки людини такі екосистеми не можуть. У них переважають організми одного виду, і вони не здатні до саморегуляції або така здатність є слабкою. Регуляцію цих систем здійснює людина.

Основний спосіб регуляції — ліквідація конкуруючих видів та створення сприятливих умов для вирощування корисних видів. Це досягається



Мал. 31.1. Агроценози в морі і на суходолі

або агротехнічними прийомами (обробка ґрунту для збереження вологи, снігозатримання, прополювання тощо), або використанням хімічних препаратів (гербіцидів, фунгіцидів, акарицидів, родентицидів тощо).

Регуляція процесів в агроценозах ускладнюється тим фактом, що наявність великої кількості особин одного виду, ще й розташованих із великою щільністю, створює сприятливі умови для поширення шкідників і захворювань. Для представників цих видів агроценози є величезним харчовим ресурсом, наявність якого дає гарні можливості для їх швидкого розмноження.

І ще один фактор впливає на цей процес. Генетичне різноманіття культурних організмів є меншим, ніж у диких видів. Причина цього — жорсткий відбір для використання людиною лише певних генетичних варіантів. Тому будь-якому патогену набагато легше пристосуватися до систем захисту організмів культурних видів.

### Підвищення продуктивності агроценозів

Людина постійно вилучає з агроценозу речовини (коли споживає вирощену в них продукцію). Тому ці речовини доводиться постійно поновлювати (наприклад, вносити добрива). Без внесення добрив продуктивність агроценозу протягом кількох років суттєво знижується.

Для агроценозів можуть використовуватися як природні, так і синтетичні добрива. Кожен із цих типів добрив має свої переваги та недоліки.

Крім внесення добрив, існують й інші способи підвищення продуктивності агроценозів. У першу чергу, це селекційна робота, яка дозволяє отримувати сорти рослин і породи тварин зі значно більшою продуктивністю. Крім того, велике значення має технологія сівозмін. Чергуючи на одній території різні агроценози, можна підтримувати загальну продуктивність такої системи протягом тривалого часу і з високою ефективністю.

### Отже, тепер ви знаєте



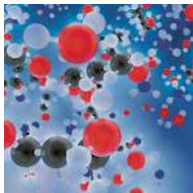
1. Що таке агроценози? 2. Які існують відмінності між агроценозами і природними екосистемами? 3. Як людина регулює процеси в агроценозах? 4. Яким чином можна збільшити продуктивність агроценозів? 5\*. Чи можна збільшити продуктивність агроценозу, використовуючи лише один метод (наприклад, внесення добрив)?

### Запитання та завдання

6\*. Які властивості повинні мати шкідники для ефективного поширення в агроценозах? 7\*. Різке збільшення продуктивності агроценозів спостерігається протягом останніх 150 років. З чим це може бути пов'язано?

## 32

## Біосфера та біогеохімічні цикли



*Що таке екосистема? Чи є екосистемою Чорне море? Які особливості має біосферний рівень організації живого? Чи можуть взаємодіяти між собою екосистеми з різних куточків планети? Які організми є продуцентами, консументами і редуцентами?*

### Структура і межі біосфери

Як ви вже знаєте, **біосфера** — це одна з оболонок Землі, глобальна екосистема, яка об'єднує всі екосистеми нашої планети. Поняття «біосфера» (від грецьк. біос — життя) запропонував 1875 року австрійський геолог Е. Зюсс. Учення про біосферу як особливу частину Землі, населену живими організмами, сформулював український науковець В. І. Вернадський, хоча раніше над цим працював французький біолог Ж.-Б. Ламарк.

Біосфера не утворює окремої оболонки Землі, а є частиною геологічних оболонок земної кулі, заселених живими організмами. Вона займає верхню частину літосфери, усю гідросферу та нижній шар атмосфери. Це єдина глобальна екосистема вищого порядку.

Біосфера складається з чотирьох основних компонентів:

- жива речовина;
- біогенна речовина;
- косна речовина;
- біокосна речовина.

До *живої* речовини належать усі живі організми (бактерії, гриби, рослини, тварини тощо), а до *біогенної* речовини — уся речовина, створена або перероблена живими організмами (вугілля, торф, кисень тощо). *Косна* речовина утворилася без участі живих організмів (базальт, граніт тощо), а *біокосна* створюється за одночасною участю живих організмів і факторів неживої природи (ґрунт, мул тощо).

### Основні біоми Землі

Основу біосфери Землі складають великі об'єднання екосистем її природно-кліматичних зон, які називають **біомами**. Існує кілька класифікацій біомів. Як правило, окремо розглядають водні й наземні біоми (мал. 32.1).



Мал. 32.1. Деякі наземні біоми: тундра, степ і пустеля

### Класифікація наземних біомів

Біом	Характеристика
Тундра	Біом навколополярних регіонів розташований у зоні вічної мерзлоти. Лісові масиви відсутні, рослинність переважно трав'яниста, утворена мохами, лишайниками і низькорослими травами та невеликими чагарниками
Хвойні ліси	Біом утворений переважно хвойними лісами без домішок або з малими домішками листяних порід. Розташований переважно в регіонах із помірним або континентальним кліматом. Значна частина таких лісів у деяких регіонах планети має штучне походження
Листопадні ліси	Біом утворений переважно листяними лісами, які скидають листя перед початком холодного сезону. Розташований зазвичай ближче до екватора, порівняно з хвойними лісами. Відрізняється від хвойних лісів більшим видовим різноманіттям
Тропічні ліси	Біом розташований у тропічній зоні планети в місцях із високою вологістю і високими цілодобовими температурами повітря. Мають найвище видове різноманіття серед біомів
Степи	Біом помірного поясу північної і південної півкуль, для якого є характерним домінування трав'янистої рослинності і менша кількість опадів, ніж для лісових біомів
Пустелі	Біоми зі значним дефіцитом вологи, населені організмами, які пристосувалися до ксерофітних умов існування. Характеризуються дуже низькою щільністю організмів і розрідженим рослинним покривом. Як окремий вид пустель часто визначають снігові пустелі Арктики та Антарктики

На основі солоності водні біоми поділяють на біоми солоних і прісних вод. Серед біомів прісних вод розрізняють біоми стоячих і проточних вод (мал. 32.2, с. 118), а біоми солоних вод поділяють на прибережні та океанічні.

Важливим показником, який визначає особливості водних біомів, є насиченість води киснем. Найбільша насиченість киснем у прісноводних біомах характерна для мілких річок зі швидкою течією. У стоячих



Мал. 32.2. Деякі прісноводні біоми: річки зі швидкою та повільною течією і стояча водойма

водоймах уміст кисню найменший. Через нестачу кисню в таких біомах живе велика кількість анаеробних мікроорганізмів.

У морських екосистемах також можлива наявність біомів із низьким рівнем умісту кисню. Але виникає вона за специфічних умов. Наприклад, безкисневою є глибоководна частина Чорного моря.

Ще один важливий для водних біомів показник — забезпеченість поживними і мінеральними речовинами. У більшості випадків вони потрапляють у біом із прибережних екосистем або підіймаються висхідними течіями з більш глибоких районів океану. У тих місцях водних біомів, де таке надходження речовин практично відсутнє, різноманіття живих організмів низьке, а їхня кількість дуже мала.

### Ключові біогеохімічні цикли

Як і будь-яка інша екосистема, біосфера може існувати лише за рахунок безперервних потоків речовини та енергії, які проходять через неї та утворюються всередині неї. Одними з основних таких потоків є біогеохімічні цикли хімічних елементів.

Вони — необхідна умова існування всієї біосфери, тому що елементи цих циклів входять до складу живих організмів. Їх безперервне використання організмами без існування циклів колообігу дуже швидко вичерпало б ресурси планети і зробило життя на Землі неможливим.

Основними елементами, які беруть участь у біогеохімічних циклах, є Нітроген, Сульфур, Фосфор, Карбон тощо (мал. 32.3). В основі цих циклів лежать процеси отримання живими організмами потрібних елементів, їх використання ними, переміщення цих елементів по трофічних ланцюгах до редуцентів і повернення редуцентами елементів до неживих компонентів екосистем.

В усіх біогеохімічних циклах мають місце як процеси, які здійснюються живими організмами, так і процеси видозмінювання та міграцій неорганічних речовин. Наприклад, у циклі Нітрогену основним джере-

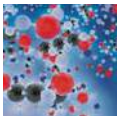


**Мал. 32.3.** Біогеохімічні цикли Карбону і Нітрогену

лом його сполук для біоценозів є атмосферний азот. Нітроген з азоту може переходити у форму, придатну для споживання організмами двома шляхами — за рахунок діяльності азотфіксуючих мікроорганізмів і під дією блискавок. Вуглекислий газ утворюється в результаті дихання живих організмів та під час розкладання мертвої органіки. Але він може надходити в атмосферу і у складі вулканічних газів.

Суттєвий вплив на біогеохімічні цикли має діяльність людини. Так, значна частина Карбону в попередні геологічні епохи була виведена з колообігу у вигляді покладів кам'яного вугілля. Але людина почала активно використовувати ці запаси як паливо. Це стало причиною інтенсивних викидів вуглекислого газу в атмосферу і, як результат, включення раніше вилучених запасів Карбону в сучасні біогеохімічні процеси.

*Отже, тепер ви знаєте*



1. Що таке біосфера? 2. Які компоненти входять до складу біосфери? 3. Які межі має біосфера? 4. Які існують біоми?
5. Які хімічні елементи беруть участь у біогеохімічних циклах?

*Запитання та завдання*

6. На прикладі одного з хімічних елементів складіть схему його біогеохімічного циклу. 7\*. Які фактори до сих пір заважають створити повністю автономну штучну екосистему?

## 33

Вчення В. Вернадського  
про біосферу та ноосферу

*Як людина впливає на біосферу нашої планети? Чому протягом останніх кількох сотень років вплив людини на біосферу суттєво збільшився? Яким чином зміни в біосфері можуть впливати на життєдіяльність людини? Чи можуть впливати на стан біосфери домашні тварини?*

### Поняття ноосфери

В. І. Вернадський ще в першій половині ХХ століття передбачав, що біосфера розвинеться в ноосферу (термін запропонували 1927 року французькі вчені Е. Леруа та П. Т. де Шарден). Спочатку В. І. Вернадський розглядав ноосферу (від грецьк. ноос — розум) як особливу «розумову» оболонку Землі, що розвивається поза біосферою. Однак згодом він дійшов висновку, що ноосфера — це певний стан біосфери, за якого розумова діяльність людини стає визначальним фактором її розвитку. Характерною рисою ноосфери є екологізація всіх сфер людського життя. До вирішення будь-яких проблем людина повинна підходити з позиції екологічного мислення, тобто збереження і поліпшення стану природного середовища.

### Застосування екологічних закономірностей людиною

Наша планета є унікальною. Це накладає величезну відповідальність на людство загалом. Бо необережна діяльність людини здатна знищити ті екосистеми, які роблять існування нашого виду на планеті можливим. Щоб не завдати шкоди екосистемі своєю діяльністю, перспективним є урахування екологічних закономірностей в усіх сферах життя людини.

Розуміння цих закономірностей має також велике значення для створення принципів раціонального природокористування. З їх допомогою можна суттєво полегшити вирощування сільськогосподарської продукції. Вони є абсолютно необхідними для створення систем утилізації та переробки відходів, які утворюються в результаті діяльності людини в різних сферах.

Важливе значення має знання екологічних закономірностей під час проведення процедур рекультивації після використання людиною якихось ділянок поверхні планети. Наприклад, відновлення екосистем після завершення видобутку корисних копалин (мал. 33.1).





Мал. 33.1. Після видобутку корисних копалин екосистеми потребують відновлення

### Шляхи уникнення глобальної екологічної кризи

Для захисту й збереження біосфери використовують багато технологій. Для цього на різних рівнях (науковому, законодавчому, господарському тощо) уживають цілу низку заходів зі збереження як окремих видів, так і цілих екосистем. Здійснюють активну громадську роботу. Створюють так звані Червоні книги.

Червона книга — це затверджений перелік рідкісних видів і таких, що зникають, який містить короткі відомості про їхню біологію, поширення та вжиті заходи охорони. А для збереження екосистем виділяють природоохоронні території.

Суттєвою тенденцією в діяльності людини, яка сприяє уникненню глобальної екологічної кризи, є розвиток екологічного мислення та повертання уваги до проблем на рівні урядів та міжнародних організацій. Їх співпраця в галузі збереження та відновлення екосистем може вирішувати велику кількість екологічних проблем.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Хто запропонував поняття ноосфери? 2. Що таке ноосфера? 3. Навіщо потрібно знати екологічні закономірності? 4. Як люди використовують екологічні закономірності? 5\*. Які ознаки глобальної екологічної кризи ви можете спостерігати

навколо себе?

### Запитання та завдання

6\*. Що треба робити для вирішення екологічних проблем у вашій місцевості? Відповідь обґрунтуйте. 7\*. Як може ваша особиста діяльність вплинути на вирішення глобальних екологічних проблем?

# Основні положення теми «Екологія»

## Екологія

Загальна екологія

Спеціальна екологія

Прикладна екологія

### Галузі загальної екології

- аутоекологія (екологія особин)
- демекологія (екологія популяцій)
- синекологія (екологія угруповань)
- екосистемологія (екологія екосистем)
- глобальна екологія та ноосферологія (екологія біосфери та ноосфери)

### Екологічні закони

Закон оптимуму — будь-який екологічний фактор має певні межі позитивного впливу на живі організми.

Закон взаємокомпенсації екологічних факторів — відсутність або нестача деяких екологічних факторів може в певних межах компенсуватися іншими (аналогічними) факторами.

Закон мінімуму Лібіха — найбільш значущим для організму буде той фактор, який максимально відхиляється від свого оптимального значення для цього організму.

### Екологічні чинники

Біогенні

Абіогенні

Антропогенні

### Популяції

Популяція — це сукупність особин одного виду, які відтворюють себе протягом великої кількості поколінь і тривалий час займають певну територію, функціонуючи й розвиваючись в одному або кількох угрупованнях живих організмів.

### Характеристики популяцій

- чисельність
- щільність
- розподіл особин за віком і статтю
- характер розміщення в межах проживання (просторова структура)
- тип росту

## Типи популяцій

Тип популяції	Характеристика типу
Незалежні	Мають високий потенціал розмноження, здатні до самовідтворення без притоку мігрантів з інших популяцій
Напівзалежні	Здатні до самовідтворення, але мають низький потенціал розмноження через низьку чисельність. Імміграція поліпшує стан таких популяцій
Залежні	Народжуваність у таких популяціях нижча за смертність. Можуть існувати тривалий час тільки внаслідок притоку мігрантів з інших популяцій
Псевдо-популяції	Утворюються групами особин, які не мають можливості розмножуватися за рахунок міграції з інших популяцій
Періодичні популяції	Виникають за межами ареалу виду або в нових біотопах і існують лише за наявності сприятливих умов. Коли умови погіршуються, такі популяції зникають, але можуть утворюватися знову в разі покращення ситуації

### Завдання до теми

#### Завдання для індивідуальної роботи

1. Поясніть на конкретних прикладах (дефіцит Кальцію для побудови раковин молюсків, дефіцит світла під час розвитку рослин у парнику тощо) явище взаємокомпенсації екологічних факторів.
2. Обґрунтуйте необхідність екологічних знань для ведення бізнесу у сфері виробництва автотранспорту, молочних продуктів та будівництва.
3. На конкретному прикладі (поле пшениці і степ, рибна ферма і озеро тощо) порівняйте особливості організації та функціонування агроценозу і природної екосистеми.
4. Поясніть, чому для збереження виду тварин, якому загрожує вимирання, необхідно встановлювати характеристики мінімальної життєздатної популяції.

#### Завдання для роботи в групах

5. Проаналізуйте залежність життєдіяльності організмів від середовища існування на прикладі різних середовищ (глибоководного, крон дерев, ґрунту, печер, деревини) та зробіть презентацію на основі власного бачення цієї проблеми.

### Теми навчальних проектів

1. Дослідження особливостей структури місцевих природних екосистем.
2. Дослідження особливостей структури місцевих штучних екосистем.
3. Вторинні сукцесії у своєму регіоні.



Перевірте свої знання з теми «Екологія».



## Сталий розвиток та раціональне природокористування

### 34 Сучасні екологічні проблеми



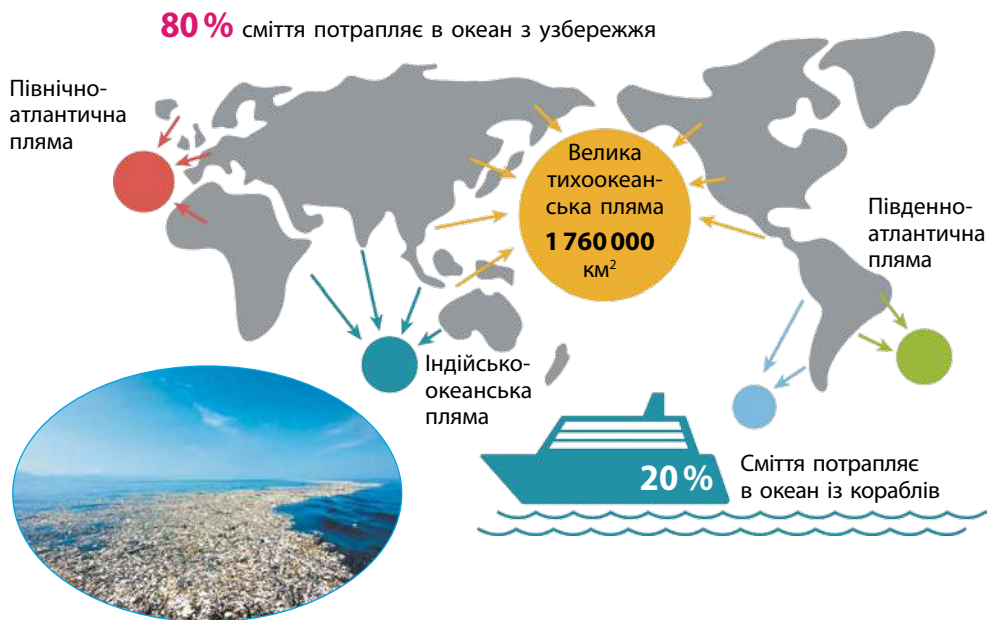
*Що таке система? Як оболонки Землі (атмосфера, літосфера, гідросфера, біосфера) взаємодіють між собою? Що вивчає екологія? На які розділи поділяється екологія? Які екологічні фактори можуть діяти на живі організми?*

#### *Планета Земля – єдина Велика екосистема*

Планета Земля має кілька оболонок, розташованих на її поверхні. Це атмосфера, гідросфера, літосфера. Ці оболонки не існують окремо одна від одної. Вони тісно взаємодіють, і процеси в одній позначаються на стані інших. Виверження вулкана спричиняє викид газів і твердих речовин (пилу) в атмосферу. Звідти вони разом з опадами потрапляють у гідросферу і на суходіл, де і впливають на організми, які є компонентами біосфери.

Усі компоненти верхніх шарів планети поступово переміщуються й обмінюються між собою речовинами та енергією. Вугілля, яке мільйони років тому утворилося з мертвих дерев і стало частиною літосфери, добувається людиною, тобто воно опиняється на поверхні. Вугілля згорає й утворює вуглекислий газ, який потрапляє в атмосферу, а потім він знову поглинається рослинами.

Тому наслідки будь-якої значної події, яка відбувається на поверхні планети, рано чи пізно досягнуть усіх її куточків і матимуть вплив на стан середовища. Викидаючи пластикову пляшку або пакет, людина не думає, що це може створити велику проблему. Але пластик потрапляє в річки, а з них — у моря й океани (мал. 34.1). У Тихому океані утво-



Мал. 34.1. Пластикове сміття дрейфує в океані й створює скупчення — сміттєві плями

рилася велика сміттєва пляма, загальна площа якої вже перевищила 700 тис. км<sup>2</sup>, що більше, ніж площа всієї України.

### Екологічні проблеми різних рівнів

**Екологічна проблема** — це ситуація, причиною якої є зміна природного середовища, а наслідком — порушення структури й функціонування природної екосистеми. Їхніми причинами можуть бути дія абіогенних, біогенних та антропогенних факторів. *Абіогенними факторами*, які створюють екологічні проблеми, є, наприклад, виверження вулканів (особливо великих), падіння на планету астероїдів, дрейф континентів та інші геологічні процеси тощо. *Біогенними факторами*, які впливають на екологію, можуть бути інвазія видів на нові території, виникнення успішних форм паразитів або збудників захворювань тощо. Але найбільш актуальними на сьогодні стали екологічні проблеми, які виникають під впливом *антропогенних чинників*.

Екологічні проблеми поділяються за своїм масштабом на три великі групи: локальні, регіональні та глобальні. *Локальні* проблеми мають місцеве значення і є актуальними для конкретного населеного пункту або біоценозу. *Регіональні* стосуються окремої області або регіону певної



Глобальне потепління



Виснаження природних ресурсів



Кислотні дощі



Утилізація відходів



Знищення лісів



Забруднення повітря



Забруднення води



Виснаження озонового шару



Зростання чисельності населення планети

Мал. 34.2. Глобальні екологічні проблеми

країни. *Глобальні* проблеми — це проблеми всього людства (мал. 34.2). Вони охоплюють усі біоми нашої планети.

### *Екологічні проблеми України*

В Україні порушення рівноваги у взаємодії людини і природи стало причиною багатьох проблем. Серед них є і глобальні екологічні проблеми, які діють на Україну так само, як і на інші регіони планети. А є екологічні проблеми місцевого рівня, багато з яких є особливо актуальними тільки для певних областей.

Проблемами всієї України глобального рівня можна назвати забруднення водойм і ґрунтів, деградацію ґрунтів і знищення лісів. Забруднення повітря також є актуальним для всієї території України (як одна з найбільших проблем), але ступінь цього забруднення значно різниться в різних регіонах. Безумовно, утилізація побутових відходів — це ще одна глобальна світова проблема, яку має вирішувати держава (мал. 34.3).

До проблем, актуальних для певних регіонів, належить знищення степів. Вона є найбільш наболілою для південних регіонів. Наслідки Чорнобильської катастрофи, насамперед, є проблемою для півночі країни. Небезпечні геологічні процеси (наприклад, просідання поверхні



**Мал. 34.3.** Значні екологічні проблеми України: знищення лісів, утилізація побутових відходів, забруднення ґрунтів і водойм, засолення ґрунтів

ґрунту, зсуви тощо) відбуваються там, де здійснювали видобуток корисних копалин або порушували правила забудови.

Військові дії на Сході держави стали причиною руйнування екосистеми в цьому регіоні та виникнення цілої низки екологічних проблем. Крім безпосереднього впливу на екосистеми (дія вогнепальної зброї, мін, військової техніки), велике значення мають і опосередковані ефекти. Так, продукти розпаду багатьох вибухових речовин є токсичними, а паливно-мастильні матеріали, які потрапляють у ґрунти під час експлуатації або знищення техніки, створюють локальні зони забруднень. У багатьох випадках стає неможливим здійснення технічного догляду за господарськими і промисловими спорудами. Саме тому затоплюються шахти, змінюється рівень ґрунтових вод, виходять із ладу гідроспоруди тощо.

### *Отже, тепер ви знаєте*



1. Що таке екологічна проблема? 2. Якими вони бувають?
3. Назвіть основні екологічні проблеми України та всього світу.
4. Чому локальні екологічні проблеми призводять до глобальних екологічних проблем? 5\*. Складіть перелік основних екологічних проблем вашого регіону.

### *Запитання та завдання*

6\*. Проаналізуйте з точки зору виникнення та вирішення можливих екологічних проблем у рамках Європи використання вирощених та штучних новорічних ялинок (якщо врахувати, що ялинки вирощують на ґрунті, не придатному для промислових лісових насаджень). 7\*. Доведіть на конкретних прикладах, що проблема забруднення атмосфери є дійсно глобальною.

## 35

## Якість довкілля. Критерії забруднення



*Які ресурси довкілля споживає людина? Які компоненти довкілля необхідні людині для нормальної життєдіяльності? Які чинники природного та антропогенного середовища діють на людину позитивно, а які — негативно? Які негативні чинники створює сама людина?*

### Якість довкілля

Кожна людина живе в певному середовищі. Вона є його частиною, взаємодіє з різними його компонентами, може впливати на середовище і змінювати його. Але й середовище впливає на людину. І дуже важливо, щоб цей вплив був сприятливим. А сприятливим він буде в тому випадку, якщо якість середовища буде високою.

Міністерство охорони здоров'я України дає таке визначення: *якість природного середовища* — це стан природних та трансформованих людиною екосистем, що зберігає їхню здатність до постійного обміну речовин та енергії, а також відтворення життя. Воно характеризує придатність довкілля до збереження здоров'я людини і є інтегративним показником, який узагальнює вплив усіх можливих факторів цього середовища на людину.

Якщо стан довкілля такий, що здоров'я людини зберігається або покращується, то це середовище вважається *здоровим* або *задовільним*. Якщо стан здоров'я людини через нього погіршується, то стан довкілля характеризують як *незадовільний*. А якщо перебування людини в середовищі може призвести до тяжких незворотних наслідків, то стан довкілля вважається *екстремальним*.

У сучасному світі якість довкілля значною мірою залежить від діяльності самої людини. Більшість проблем, які впливають на здоров'я людини, на жаль, виникає в результаті антропогенної діяльності. Одним із найнебезпечніших негативних факторів є забруднення середовища продуктами діяльності людини.

### Забруднення довкілля

Забруднення довкілля — це процес зміни складу і властивостей однієї чи кількох сфер Землі (атмосфери, гідросфери, літосфери або біосфери) під впливом певного фактора. Забруднення може бути природним або антропогенним. До моменту, коли людська цивілізація почала



розвиватися, забруднення довкілля було тільки природним (виверження вулканів, падіння метеоритів, діяльність організмів тощо). Але нині найбільшим за масштабом на планеті є антропогенне забруднення.

Антропогенне забруднення стає більш масштабним, охоплює всю територію планети і впливає на все, чим вона багата. Воно може бути як прямим (відходи виробництва викидають у річку), так і опосередкованим (інсектициди потрапляють у місця, де їх не застосовували, через трофічні ланцюги).

### Критерії забруднення

У випадку спроби оцінювання забруднення виникає питання критерію. Яку кількість певної речовини вважати забрудненням? Зрозуміло, що кілька молекул амоніаку в озері проблеми не створюють. А скільки створюють? І чи буде проблемою, якщо у воду потрапить однакова кількість різних речовин? А яка кількість вплине на різні організми?

Для розв'язання цього питання було введено поняття гранично допустимої концентрації (ГДК). **Гранично допустима концентрація** — це максимальна кількість шкідливої речовини в одиниці об'єму або маси середовища, яка за умови щоденного впливу протягом тривалого часу не викликає змін в організмі людини, спадкових змін у нащадків і не порушує нормальне відтворення основних ланок певної екосистеми.

ГДК визначається окремо для кожної речовини. Її значення встановлюють у законодавчому порядку і вказують у відповідних нормативах. ГДК і є критеріями забруднення. Якщо вміст шкідливої речовини перевищив ГДК, забруднення є, якщо не перевищив, забруднення немає.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Що таке якість довкілля? 2. Що таке забруднення? 3. Які бувають забруднення? 4. Що таке ГДК? 5\*. Чому кількість певної речовини, що можна вважати шкідливою, буде різною для різних організмів? 6\*. Чому ГДК для двох різних шкідливих речовин, які діють на один організм, може бути різною?

### Запитання та завдання

7. У тканинах тіла пінгвінів з Антарктиди під час дослідження було виявлено пестициди, які застосовувалися для обробки сільськогосподарських культур за кілька тисяч кілометрів від місця проживання цих птахів. Як ці речовини могли потрапити до їхніх організмів? 8. Чи буде ГДК для однієї речовини однаковою для водного середовища і для ґрунту? 9\*. Якщо в середовище потрапить кілька шкідливих речовин, концентрація яких перевищить ГДК, то чи може їхня спільна дія на екосистему відрізнятись від дії кожної з них поодиноці? Чому?

# 36 Види забруднення



*Що таке токсичні речовини? Які речовини можуть бути токсичними для живих організмів? Як живі організми можуть уникати отруєння токсичними речовинами? Як токсичні речовини можуть виводитися з організму людини? Які антропогенні джерела можуть бути причиною забруднення середовища?*

## Види забруднення довкілля

Забруднення довкілля може бути дуже різноманітним. Відповідно до природи забруднення розрізняють три його види: фізичне, хімічне й біологічне (мал. 36.1). Спільним у всіх видів є те, що вони змінюють параметри середовища.

**Фізичними** забрудненнями є такі, що впливають на середовище шляхом зміни його фізичних параметрів. **Хімічні** забруднення змінюють властивості середовища в результаті потрапляння до нього (у воду, ґрунти чи повітря) різних шкідливих речовин (як органічної, так і неорганічної природи). **Біологічні** забруднення виникають у випадку



Мал. 36.1. Види забруднень

потрапляння в екосистеми живих організмів, не властивих для них. Найчастіше біологічним забрудненням вважають внесення в екосистему мікроорганізмів (передовсім хвороботворних). Але негативно впливати на екосистеми і бути біологічними забруднювачами можуть будь-які організми (зокрема, гриби, рослини та тварини).

Хоча про деякі з цих типів забруднень не дуже часто згадують у засобах масової інформації, але наслідки їхньої дії можуть бути значними. Так, у випадку теплового забруднення водойм може підвищуватися температура води, що стає причиною її цвітіння або перешкоджає нересту тих видів риб, для яких потрібна більш низька температура води в сезон розмноження. Ще одна проблема може виникати в тих тварин, у яких стать майбутньої особини визначається залежно від температури розвитку зародка (як, наприклад, у крокодилів). Наслідком теплового забруднення середовища для них стає народження особин тільки однієї статі, що створює загрозу існуванню цього виду.

Великою проблемою, пов'язаною з хімічними забрудненнями, є здатність багатьох хімічних забруднювачів накопичуватися в організмах і по трофічних ланцюгах переміщуватися на великі відстані. Тому навіть невелика кількість забруднювача в середовищі може стати причиною загибелі деяких організмів унаслідок отруєння.

### *Джерела забруднення довкілля*

Як ви вже знаєте, джерел антропогенного забруднення середовища існує дуже багато. Вони можуть виробляти різні види забруднень: тверді відходи, рідкі відходи, газоподібні викиди (мал. 36.2). Навіть ті електростанції, які видобувають електроенергію з відновлювальних джерел, є джерелами електромагнітного і теплового забруднень (хоча і дуже помірних).



**Мал. 36.2.** Джерела забруднення довкілля



**Мал. 36.3.** Звалище електронних пристроїв та їх організоване збирання для подальшої переробки

Крім тих джерел забруднення, які існують дуже давно (наприклад, промислових підприємств), постійно з'являються нові. Це пов'язано з появою сучасних технологій, розвитком науки і промисловості. Так, інтенсивний розвиток комп'ютерних технологій швидко робить електронні пристрої застарілими. А від застарілої техніки позбавляються, викидаючи її на сміттєзвалища (мал. 36.3).

Через наявність у таких пристроях шкідливих речовин ці звалища, часто за невелику плату, влаштовують у бідних країнах (наприклад, африканських), бо це є більш дешевим рішенням, ніж утилізація застарілої техніки. Утилізація таких звалищ зазвичай відбувається шляхом спалювання, що стає причиною небезпечного забруднення повітря і ґрунту.

Ще одна велика проблема — забруднення середовища пластиком. Переважно це одноразовий посуд та пластикова упаковка. Пластик є небезпечним для життєдіяльності багатьох організмів (наприклад, він стає причиною загибелі китів, які ковтають його з їжею). А під час його згоряння утворюються дуже отруйні сполуки.

Значними джерелами забруднень є населені пункти. Звалища, які утворюються поблизу них, містять велетенську кількість токсичних речовин, що забруднюють територію. У деяких випадках місцева влада намагається вирішити проблему шляхом вивезення побутових відходів за кордон на звалища в бідні країни. Це полегшує ситуацію в місцях утворення сміття, але погіршує стан екосистем у країнах, куди воно вивозиться.

Повсякденне життя жителів міст та інших населених пунктів вимагає безперервного водопостачання і, відповідно, утворення стічних вод із великим умістом речовин побутової хімії. У багатьох країнах (особливо в бідних) існують проблеми із системами очищення таких стічних вод, унаслідок чого серйозно страждають місцеві екосистеми.

## Необхідність утилізації відходів

Таке велетенське виробництво відходів від рівня звичайного будинку до масштабів великого промислового комбінату породжує проблему відходів. І ці відходи треба утилізувати, бо їхня кількість стрімко збільшується. Складувати їх на звалищах немає сенсу, бо площі під звалища в короткі терміни можуть перевищити площу міст, біля яких вони розташовані.

Поширена зараз практика спалювання відходів — не найкращий варіант. У процесі звичайного їх згоряння утворюється багато токсичних речовин, які забруднюють середовище і є небезпечними для всього живого. Ефективним варіантом вирішення цієї проблеми є сучасні сміттепереробні заводи (мал. 36.4).

Ще один аргумент на користь утилізації відходів — їхня цінність. Насправді, з точки зору екології, відходів немає. Є велетенський цінний ресурс, який не використовується. Відходи містять велику кількість потрібних і корисних речовин. Їх тільки слід звідти вилучити і використовувати знову. Найбільш перспективним було б створення кругообігу потрібних людині речовин і енергії на зразок природних екосистем, у яких речовини постійно циркулюють між окремими ланками, а не накопичуються, утворюючи звалища.

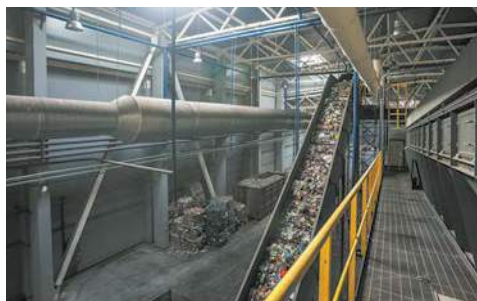
## Отже, тепер ви знаєте



1. Які бувають види забруднень?
2. Які забруднення є фізичними, хімічними, біологічними?
3. Чому старі електронні пристрої небезпечні для екосистем?
4. Джерелом яких забруднень є великі міста?
5. Навіщо потрібно утилізувати відходи?

## Запитання та завдання

6. Які з видів забруднень є найбільш поширеними у вашій місцевості? 7\*. Класифікуйте джерела забруднень на ваших територіях за ступенем небезпеки для здоров'я населення й обґрунтуйте результати.



Мал. 36.4. Сучасні заводи з переробки сміття

## 37

## Забруднення атмосфери та її охорона



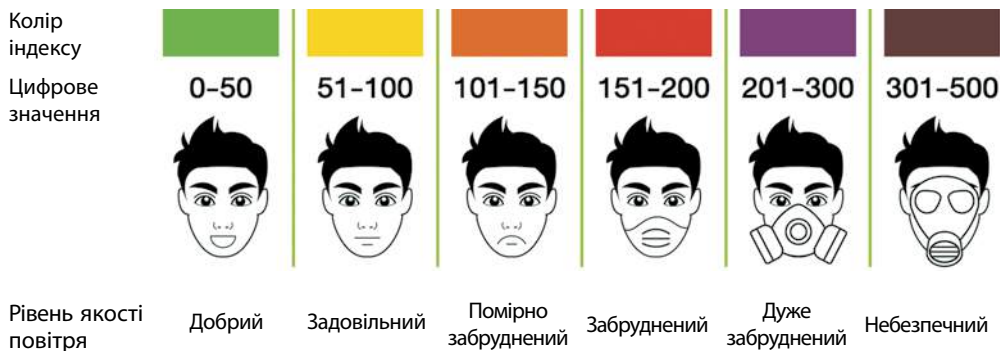
Які речовини рослини і тварини поглинають із повітря і виділяють у нього? Які збудники захворювань людини передаються повітряно-крапельним шляхом? Чому наявність у повітрі деяких речовин може бути причиною алергії в людини?

## Вплив людини на атмосферу

Забруднення атмосфери є одним із найбільших за масштабом антропогенних забруднень. В атмосферу потрапляють усі види забруднень — фізичні, хімічні й біологічні. Загальні обсяги викидів усіх речовин щорічно сягають кількох мільярдів тонн. Це часто стає причиною виникнення небезпеки для здоров'я людини. Для інформування населення про ступінь ризику забруднення повітря для здоров'я використовують індекс якості повітря (мал. 37.1). Індекс якості повітря — це індекс, який свідчить про щоденну якість повітря. Він повідомляє, наскільки чистим або забрудненим є повітря і який вплив на здоров'я воно може мати. Ступінь небезпеки за цим індексом часто позначають певним кольором.

Основні речовини, які в надмірній кількості потрапляють в атмосферу:

- карбон(IV) оксид  $\text{CO}_2$ ;
- карбон(II) оксид  $\text{CO}$ ;
- оксиди Нітрогену;



Мал. 37.1. Значення індексу якості повітря (AQI)

- оксиди Сульфуру;
- метан;
- ароматичні вуглеводні;
- промисловий пил тощо.

Крім викидів різноманітних речовин, існують теплове, світлове і шумове забруднення атмосфери.

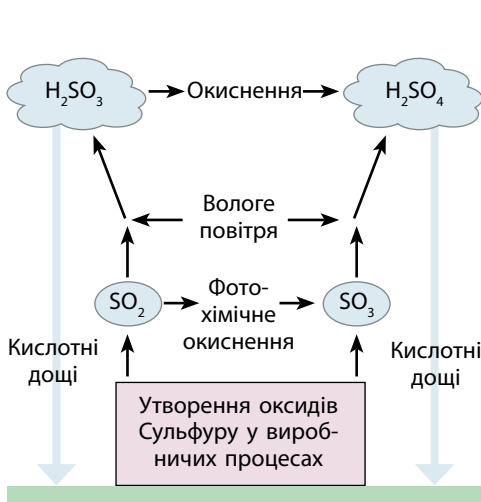
Основними джерелами забруднення є промислові виробництва в галузі металургії та хімічних виробництв, теплові електростанції, транспорт (особливо автомобільний). Суттєво забруднюють атмосферу тваринницькі ферми (жуйні тварини є одними з найбільших виробників метану) та звалища (мікроорганізми у процесі переробки відходів виробляють значні кількості метану,  $\text{CO}_2$  та інших газів).



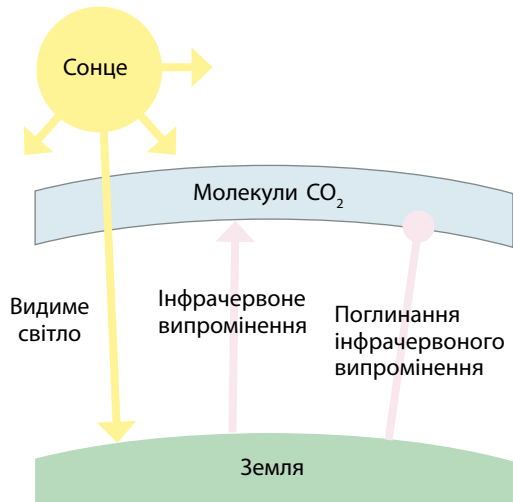
Дізнатися індекс якості повітря в будь-якій точці світу можна на сайті [www.airvisual.com](http://www.airvisual.com). Але, на жаль, з українських міст інформація доступна лише щодо Києва.

### Наслідки забруднення атмосфери

Наслідки забруднення атмосфери є дуже неприємними. Оксиди Сульфуру і Нітрогену, які потрапляють в атмосферу, взаємодіють із водяною парою в повітрі й утворюють кислоти. Це спричиняє появу кислотних дощів (мал. 37.2). Опادي з підвищеною кислотністю погіршують стан екосистем, стають результатом деградації лісів і руйнують штучні споруди (зокрема, історичні пам'ятки, старі будинки тощо).



Мал. 37.2. Механізм утворення кислотних опадів



Мал. 37.3. Механізм затримання енергії парниковими газами

Ще один украй негативний наслідок забруднення атмосфери — збільшення в ній концентрації парникових газів. Молекули цих газів затримують енергію сонячних променів, які відбиваються від поверхні планети (мал. 37.3, с. 135). За їхньої високої концентрації тепло починає накопичуватися в атмосфері, що стає однією з головних причин глобального потепління. Найважливішими парниковими газами є вода, вуглекислий газ і метан.

Ще однією проблемою щодо забруднення атмосфери стало руйнування озонового шару. Шар озону ефективно захищає поверхню планети від ультрафіолетового випромінювання, і його пошкодження призводить до різкого збільшення ризику раку шкіри та цілої низки мутацій. На стан озонового шару негативно впливають також викиди фреонів (їх використовують у холодильниках), які взаємодіють з озоном, та польоти реактивних літаків (озон руйнується під час згоряння палива в їхніх двигунах).

### Утворення смогу

Одним із найважчих наслідків забруднення атмосфери стало утворення смогу. Смог є аерозолем, який складається з диму, пилу й туману та виникає у великих містах за умов штильової погоди і великої кількості атмосферних викидів (мал. 37.4). Утворюватися смог може через рельєф місцевості та особливості міської забудови, які ускладнюють продування вулиць вітром і сприяють концентрації забруднюючих речовин на певній території. В утворенні смогу беруть участь вихлопні гази транспорту та пил, який підіймається під час його руху, викиди опалювальних систем та промислових підприємств.

Смог надзвичайно шкідливий для здоров'я людей. Під впливом смогу погіршується самопочуття тих, хто має серцево-судинні та алергічні захворювання, астму та ін. У багатьох мешканців міст виникає



Мал. 37.4. Утворення смогу в різних умовах та захист від нього



запалення слизових оболонок, сильно страждають очі. Під час смогу різко зростає смертність уразливих категорій населення.

Крім шкоди для здоров'я людей, смог може негативно впливати на будівлі та пам'ятники. Агресивні хімічні речовини, які входять до складу аерозолі, прискорюють корозію металевих елементів та погіршують стан інших компонентів будівель і пам'яток.

Щоб зменшити шкідливий вплив смогу на організм, бажано дотримуватися деяких рекомендацій:

- уникати прогулянок у ранковий час, зменшувати своє перебування на вулиці в цей період доби;
- обмежити час перебування поза приміщенням на період смогу;
- захищати органи дихання (респіратор, маска тощо);
- періодично промивати водою ніс і горло;
- тримати закритими вікна і двері, ізолювати їх вологою тканиною;
- у випадку наявності алергій або хронічних захворювань органів дихання бажано покинути місто на період смогу.

### Охорона атмосфери

Для охорони атмосфери необхідне застосування як технічних, так і законодавчих заходів. Основний її напрямок — зменшення масштабів забруднення. Але заходи щодо захисту атмосфери в межах однієї країни є малоєфективними, бо всі зусилля будуть марними через забруднення атмосфери в інших країнах.

Тому 1997 року на сесії Генеральної Асамблеї ООН був прийнятий відповідний документ, який визначає та координує напрямки роботи національних урядів у межах програми щодо підтримання чистоти атмосфери. Також 1997 року було прийнято Кіотський протокол — міжнародний документ, спрямований на регулювання викидів у атмосферу парникових газів.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Які речовини потрапляють в атмосферу в результаті діяльності людини?
2. Які існують основні джерела забруднень атмосфери?
3. Що таке кислотні дощі і як вони утворюються?
4. Що треба робити у випадку виникнення смогу для зменшення шкоди здоров'ю?
- 5\*. Чому зникнення озонового шару є небезпечним для живих організмів?

### Запитання та завдання

6\*. До яких наслідків може призвести теплове і світлове забруднення атмосфери? 7\*. Складіть перелік основних джерел викидів парникових газів в атмосферу для вашої місцевості.

# 38

## Забруднення гідросфери та її охорона



*Які речовини поглинаються з води рослинами і тваринами? Які проблеми можуть виникнути в рослин і тварин через нестачу води? Що таке гідросфера? Які компоненти входять до складу гідросфери? Які хребетні тварини живуть у водоймах вашого регіону?*

### Вплив людини на гідросферу

Забруднення гідросфери відбувається в дедалі більших масштабах (мал. 38.1). У якості забруднювачів у гідросферу потрапляють усі види забруднень — фізичні, хімічні й біологічні. За місцем потрапляння забруднень виділяють забруднення підземних вод, забруднення прісних вод і забруднення океанів.

Основні речовини, які потрапляють у гідросферу:

- глина, мул та інші речовини;
- нафтопродукти;
- солі важких металів;
- поверхнево-активні речовини;
- пестициди;
- мікроорганізми (з харчових виробництв та стічних вод);
- радіонукліди;
- побутове сміття, поліетилен тощо.

Але тільки забрудненням дія людини на гідросферу не обмежується. Побудова гідроелектростанцій, каналів і плотин стала причиною різкої зміни водного режиму багатьох річок. Створення водоймищ



Мал. 38.1. Викиди у водойми

та осушення сільськогосподарських угідь призвели до зміни рівня ґрунтових вод.

### Наслідки забруднення гідросфери. Дефіцит водних ресурсів

Наслідки впливу людини на гідросферу позначилися на стані як водних, так і наземних екосистем. Велика кількість забруднювачів стала причиною масової загибелі організмів у прісних і солоних водоймах. Гинули як тварини, так і рослини та мікроорганізми. У багатьох випадках суттєво змінювався видовий склад екосистем.

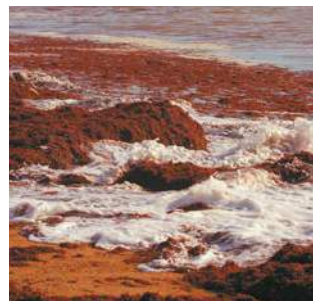
Через накопичення в організмах представників водних екосистем шкідливих речовин страждали і наземні тварини. Вони поїдали рибу та інших водних жителів і отруювалися накопиченими в них шкідливими сполуками.

Теплове забруднення водойм водами із систем охолодження електростанцій і промислових підприємств ускладнило процеси розмноження багатьох видів та спричинило збільшення кількості випадків і інтенсивності цвітіння води. Греблі гідроелектростанцій перекрили шлях до місць нересту прохідним риbam.

Надмірне забруднення і порушення гідрологічного режиму значно збільшило масштаби ще однієї проблеми — дефіциту питної води. Води на нашій планеті багато. Але більша її частина є солоною або міститься у складі льодовиків полярних регіонів та гірських місцевостей. А для нормального життя і господарської діяльності людям потрібна прісна вода. У багатьох регіонах планети вода стала найбільш дефіцитним ресурсом. Дефіцит водних ресурсів у багатьох південних регіонах робить неможливим вирощування культурних рослин і розведення тварин.

### Цвітіння води

Явище **цвітіння води** виникає в результаті швидкого надмірного розмноження водоростей, велика кількість яких змінює колір поверхневих



Мал. 38.2. Цвітіння води за участі різних водоростей

шарів води у водоймах (мал. 38.2, с. 139). Саме це явище може виникати і без участі людини, але сільськогосподарська та промислова діяльність стрімко підвищують ризик його виникнення. Причиною такого ефекту є велика кількість речовин, які потрапляють у водойми в результаті антропогенної діяльності і створюють гарні умови для росту і розмноження водоростей. До таких речовин належать сполуки Фосфору, Нітрогену та Карбону.

Швидке розмноження водоростей призводить до високої їх концентрації в поверхневих шарах води. Частина водоростей гине і починає розкладатися, зв'язуючи розчинений у воді кисень. Результатом цього стає загибель багатьох водних організмів від задухи. Деякі водорості також можуть виділяти у воду токсини, що збільшує масштаби загибелі організмів.

Крім надходження потрібних для водоростей речовин, антропогенна діяльність спричиняє цвітіння вод за допомогою ще кількох факторів. Інтенсивні водозабори стають причиною обміління водойм, а наявність гребель електростанцій, мостів та різноманітних гідротехнічних споруд уповільнює течію. Усе це сприяє розмноженню водоростей і збільшує ризик цвітіння води.

Ефект цвітіння води може виникати ще як результат розмноження водоростей із різних систематичних груп. Це і прокаріотичні ціанобактерії, і різноманітні одноклітинні еукаріотичні водорості (наприклад, діатомові), і навіть багатоклітинні водорості великих розмірів. Але в кожному конкретному випадку переважає певний вид або група видів водоростей.

Цвітіння води може відбуватися як у солоних, так і в прісних водоймах. Колір води у випадку цвітіння залежить від того, які саме водорості розмножуються. Він може бути зеленим, жовтим, коричневим, червоним (червоні припливи) або навіть чорним.



**Мал. 38.3.** Сучасний сміттєспалювальний завод *Amager Bakke* у Копенгагені перероблює сміття на теплову й електричну енергію і є місцем відпочинку

## Оцінка екологічного стану водойм і охорона гідросфери

Охорона гідросфери потребує міжнародних зусиль і виконання низки як технічних, так і законодавчих заходів. До того ж основні зусилля спрямовують на перешкоджання потраплянню забруднень у водне середовище. Необхідні широке впровадження безвідходних технологій та побудова сучасних комплексів з очищення викидів (мал. 38.3).

Ефективна охорона водних ресурсів неможлива без адекватної оцінки стану водойми. Але спеціального показника для цього не існує, й оцінювання виконується на основі комплексного підходу за системою показників (фізичних, хімічних, мікробіологічних).

На щастя, світовий досвід свідчить, що успішна охорона та відновлення водних ресурсів можливі. Прикладом такого успіху є екологічна проблеми річки Рейн, однієї з найбільших річок Європи. 1987 року у Швейцарії сталася аварія, наслідком якої було потрапляння в Рейн великої кількості пестицидів та ртуті. Як результат, виникла проблема з водопостачанням у багатьох містах, розміщених на берегах річки, та загибель більш ніж півмільйона риб. Окрім того, деякі види риб узагалі зникли.

Ця екологічна катастрофа привернула увагу до екологічного стану річки, який і так був у край незадовільним. Незабаром було розроблено міжнародну програму дій, яка передбачала покращення екологічного стану Рейну до 2000 року таким чином, щоб до нього повернувся лосось, який є дуже чутливим до наявності у воді забруднень. Наслідком втілення в життя цієї програми стало зменшення надходження забруднювачів у Рейн у межах від 50 до 100 % для різних сполук. Лосось повернувся до Рейну навіть раніше запланованого — у 1997 році.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Які речовини потрапляють у гідросферу в результаті діяльності людини? 2. Які існують основні джерела забруднень гідросфери? 3. Що може бути джерелами теплового забруднення водойми? 4. Що слід робити для охорони водойм? 5. Чому виникає дефіцит водних ресурсів? 6\*. Які заходи слід застосовувати для подолання дефіциту вологи?

### Запитання та завдання

7\*. До яких наслідків може призвести порушення гідрологічного режиму річки (на прикладі Дніпра)? 8\*. Складіть перелік основних джерел викидів у водойми для вашої місцевості.

## 39

## Забруднення ґрунтів та їх охорона



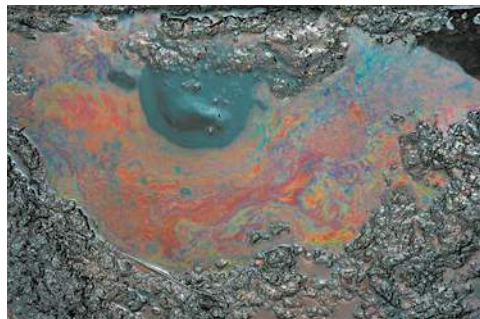
*Які речовини поглинають із ґрунту рослини і тварини? Які проблеми можуть виникнути в рослин через погіршення якості ґрунту? Чому в процесі вирощування культурних рослин необхідно вносити у ґрунт добрива? Чи можуть автотрофні організми рости без ґрунту?*

### Вплив людини на ґрунти

Забруднення ґрунтів стало значною проблемою для багатьох регіонів планети. Через нераціональну господарську діяльність людини у ґрунти потрапляють усі види забруднень — фізичні, хімічні (неорганічні й органічні) й біологічні (мал. 39.1).

Окрім цього, великою проблемою стала деградація ґрунтів — явище погіршення корисних властивостей та родючості ґрунту (мал. 39.2). Вона може бути наслідком як природних процесів, так і антропогенного впливу. Зараз антропогенні причини деградації ґрунтів переважають. Це:

- сільськогосподарська діяльність із використанням застарілих агротехнологій;
- знищення лісів;
- видобуток корисних копалин;
- випасання домашньої худоби;
- невдала меліорація;
- забруднення твердими побутовими відходами;
- поширення інвазивних видів.



Мал. 39.1. Забруднення ґрунтів побутовими відходами і нафтопродуктами



Мал. 39.2. Деградація ґрунтів через невдалу меліорацію та обробку під сільськогосподарські культури

### Поширені забруднювачі ґрунтів

Забруднювач	Джерело забруднення
Мінеральні добрива в надмірних кількостях	Сільське господарство
Пестициди	Сільське господарство
Неорганічні кислоти і луги	Промислові підприємства
Солі важких металів	Промислові підприємства, побутові відходи
Поверхнево-активні речовини	Стічні води
Мікроорганізми	Підприємства харчової та фармацевтичної промисловості, сільськогосподарські підприємства, медичні установи
Нафтопродукти і барвники	Промислові підприємства, транспорт, сільськогосподарські підприємства

### Наслідки впливу людини на ґрунти

Наслідків впливу людини на ґрунти багато, і переважно вони є дуже негативними. Під впливом дій людини підсилюється вітрова та водна ерозія ґрунту. Фізичні, хімічні й біологічні (а відповідно, й економічні) властивості ґрунтів погіршуються. Рослинний покрив знищується і може зникати надовго. Це значно підсилює процеси деградації ґрунтів, що стає причиною погіршення їхньої родючості, наслідком чого є зменшення врожаїв та підвищення дефіциту продовольства в деяких регіонах (наприклад, в окремих країнах Африки та Азії).

Невдала меліорація часто закінчується засоленням ґрунтів (мал. 39.3, с. 144). Надмірний випас худоби знищує трав'яний покрив і спричиняє знищення родючого шару ґрунту шляхом ерозії. Знищення лісів створює проблеми для всього регіону навіть на далеких від місць вирубки відстанях.



**Мал. 39.3.** Засолення ґрунтів як результат помилок у сільськогосподарській діяльності



**Мал. 39.4.** Використання раціональних сівозмін для збереження ґрунтів

Великою проблемою є техногенні аварії і катастрофи. Результатом звичайної автомобільної аварії може стати потрапляння в ґрунт відносно невеликої кількості паливно-мастильних матеріалів та електроліту з акумулятора. Але таких аварій стається, на жаль, багато, і їхній сумарний внесок у забруднення ґрунтів є досить значним.

Великі за масштабом аварії на підприємствах можуть бути причиною жахливих наслідків. Найбільш значною з таких аварій на території України була катастрофа на Чорнобильській АЕС. Як результат — величезні території, на яких ґрунти були забруднені радіонуклідами.

На стані ґрунтів погано позначається і ведення бойових дій. Вибухові речовини, які широко використовують, потрапляють у ґрунти, бо під час будь-якого вибуху абсолютно повного згоряння вибухівки не відбувається. У багатьох випадках продукти згоряння таких речовин також є досить токсичними. Крім того, у ґрунт потрапляють залишки паливно-мастильних матеріалів та інших речовин від знищеної техніки, не слід забувати також і про техногенні аварії, які супроводжують бойові дії.

### *Охорона ґрунтів*

Охорона ґрунтів потребує міжнародних зусиль, хоча може бути ефективною і в межах однієї країни. Але деградація ґрунтів у інших країнах усе одно впливатиме на ситуацію, бо країнам із деградованими ґрунтами загрожуватиме голод.

Для здійснення охорони ґрунтів слід виконувати низку як технічних, так і законодавчих заходів, коли основні зусилля спрямовуються на перешкодження потраплянню забруднень у ґрунти. Необхідне ши-



роке впровадження безвідходних технологій та побудова сучасних комплексів очищення викидів.

Важливим фактором, який дозволяє зберігати і навіть відновлювати родючість ґрунтів, є дотримання правильної сівозміни під час вирощування сільськогосподарських культур (мал. 39.4). В основу правильної сівозміни покладено явище природного відновлення родючості ґрунтів. Враховуючи те, що родючість ґрунту створюється значною мірою завдяки діяльності живих організмів, їх правильне використання може цю родючість і відновлювати.

Правильна сівозміна передбачає чергування різних культур на певних ділянках. Деякі з них можуть збагачувати ґрунт певними речовинами (наприклад, бобові збагачують ґрунти сполуками Нітрогену за рахунок діяльності симбіотичних бактерій) (мал. 39.5). Крім того, велике значення мають періодичні перерви у вирощуванні культур (тримання землі «під паром»). У такі періоди мікробіоценози ґрунту можуть без перешкод відновлювати його родючість.

Суттєвий вплив на стан ґрунтів можуть мати і способи їх обробки, для яких використовують спеціальну техніку та знаряддя. Важливим є і правильне використання добрив (як мінеральних, так і органічних). Їх використання створює оптимальні умови для життєдіяльності ґрунтового біоценозу і вирощування рослин.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Які речовини потрапляють у ґрунти в результаті діяльності людини?
2. Які існують основні джерела забруднень ґрунтів?
3. Що може бути джерелами фізичного забруднення ґрунтів?
4. Що слід робити для охорони ґрунтів?
5. Чому виникає деградація ґрунтів?

### Запитання та завдання

- 6\*. Запропонуйте способи утилізації відходів, які дозволять зменшити забруднення ґрунтів у вашій місцевості.
- 7\*. Складіть перелік основних джерел забруднень ґрунтів для вашої місцевості.



Мал. 39.5. Бульбочкові бактерії на коренях бобових рослин збагачують ґрунти сполуками Нітрогену

## 40

## Біорізноманіття та його збереження



*Які найбільші систематичні групи існують серед живих організмів? Які представники ссавців живуть на території України? Які групи спорових рослин представлені у флорі України? Чому різноманіття амфібій є набагато більшим у тропічних регіонах порівняно з навколополярними?*

### Вплив людини на біорізноманіття

Людина значну частину своєї еволюційної історії була звичайною ланкою екосистем савани і впливала на видовий склад цих біомів не більше, ніж інші види. Але після розвитку технологій, виготовлення більш досконалих знарядь і прийомів колективного полювання людина стала дуже ефективним хижаком. І вимирання багатьох видів кінця епохи зледеніння пов'язують саме з успішним полюванням людей на ці види.

Значно більший вплив людини на біорізноманіття розпочався після виникнення землеробства. Тепер під антропогенним тиском опинилися види, які людина і не помічала. Але вона розширювала площі під посіви і знищувала середовище існування багатьох видів.

Після початку промислової революції вплив на біорізноманіття посилювався за рахунок стрімкого збільшення шкідливих викидів відходів виробництва. І це стало ще однією причиною вимирання видів. Дуже погано на біорізноманіття впливає видобуток ресурсів (вирубання лісу, добування корисних копалин тощо). Порушення гідрологічного



**Мал. 40.1.** Приклади негативного (вирубання лісів) і позитивного (забезпечення вільних міграцій) впливу людини на екосистеми

режиму річок завдає шкоди річковим екосистемам, а створена система автомобільних доріг — наземним.

Але людина може здійснювати і корисний вплив на біорізноманіття (мал. 40.1). Створення природоохоронних територій, штучне розмноження видів, які опинилися під загрозою вимирання, збереження рідкісних тварин у зоопарках, а рослин — у ботанічних садах, створення природоохоронного законодавства — усі ці заходи підтримують і зберігають існуюче біорізноманіття.

Також людина почала активно винищувати види, які вважала своїми конкурентами. Насамперед це стосується хижаків, які полювали чи потенційно могли полювати на одомашнених тварин. Так, починаючи з виникнення землеробства, невпинно скорочувався ареал вовків. А після заселення білими переселенцями великого острова Тасманія знадобилося приблизно сто років для повного винищення тасманійського сумчастого вовка (мал. 40.2). Фермери вважали, що він може бути потенційною загрозою для овець.

Суттєву шкоду біорізноманіттю багатьох островів завдав розвиток мореплавання. Люди заселяли острови і легко знищували невеликі за чисельністю популяції місцевих видів тварин і рослин. Навіть якщо острів не заселявся, періодичні відвідини його мореплавцями завдавали шкоди екосистемі, бо ніяких обмежень у винищенні тварин і рослин люди не дотримувалися.

У випадку заселення островів великою загрозою для місцевих тварин ставали ті тварини, які завозилися на острови людиною (мал. 40.3).



Мал. 40.2. Вимерлий сумчастий вовк тилацин



Мал. 40.3. Тварини, завезені людиною, які знищували острівні види організмів: кози, свині, пацюки

Свині, кішки, собаки, пацюки розорювали гнізда птахів, ловили та їли дорослих тварин усіх місцевих видів. Острівні мешканці просто не встигали виробити способи захисту від нових хижаків і масово гинули.

Поганою ідеєю було завезення на острови кіз. На ненаселених островах їх просто випускали, щоб вони там жили і розмножувалися. А мореплавці, які потім припливали до таких островів, на них полювали і запасали м'ясо. На островах, заселених людьми, кіз тримали як домашніх тварин. Але кози — чудові скалолази, вони підіймаються на дерева й об'їдають листя. Надмірне розмноження цього виду без контролю хижаків перетворило багато островів на голі скелі з майже відсутньою рослинністю, що призводило до спустошення й загибелі інших видів.

### Акліматизація та реакліматизація видів

Вплив людини на біорізноманіття може бути і непрямим. За рахунок переміщення (цілеспрямованого або випадкового) людиною видів у нові регіони можуть виникати проблеми для аборигенних видів від видів-вселенців. Заселення видів на нові території називають **інтродукцією**.

Під час інтродукції організми пристосовуються до кліматичних умов нових регіонів. Цей процес називають **акліматизацією**. Прикладом акліматизації є вирощування на території України кукурудзи і соняшника (рослини, батьківщиною яких є Америка) та інших видів (мал. 40.4).

Якщо організм колись жив у цьому регіоні і його завезення було повторним, то такий процес називають **реакліматизацією**. Так, під час плейстоценового вимирання мегафауни вівцебики вимерли на півночі Євразії, але збереглися на півночі Північної Америки. Цей вид знову завезли до Євразії, і він почав поширюватися територіями, на яких жив раніше.



Мал. 40.4. Американські види, що були акліматизовані на території України: соняшник, ондатра і робінія (біла акація)

Основною причиною реакліматизації є намагання відновити втрачене біорізноманіття. Поява реінтродукованих видів дозволяє відновити втрачені зв'язки між видами в екосистемах. Крім того, вона може мати й економічний ефект, якщо такі види можуть використовуватися людиною.

### Потреба у збереженні біорізноманіття

Біорізноманіття є дуже цінним ресурсом нашої планети. Наявність великої кількості видів робить зв'язки в екосистемах більш різноманітними. Різноманітні зв'язки і розгалужені трофічні сітки збільшують стійкість екосистем до зовнішніх впливів. Тому збереження окремих видів збільшує стійкість і всієї екосистеми, а їх вимирання, навпаки, цю стійкість зменшує.

Крім того, чимало організмів можуть виробляти важливі для людини речовини, цінність яких поки невідома, але може стати необхідною для майбутніх поколінь. Наприклад, зараз у фармакологічних препаратах широко застосовують речовини, отримані з дерева гінкго. Але ця рослина свого часу майже повністю вимерла і збереглася лише в умовах штучного вирощування. Якби гінкго в давні часи не стали вирощувати як декоративну рослину, ми б не отримали цілу низку корисних медичних препаратів.



Маврикійський дронт (або додо) був уперше описаний 1598 року на острові Маврикій. Для його знищення знадобилося менше ста років. На цього великого (до 20 кг) нелітаючого представника голубоподібних полювали заради м'яса. А гнізда птаха винищувалися свинями та собаками, яких завезли на острів.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Як людина впливає на біорізноманіття? 2. Коли вплив людини на біорізноманіття став значним? 3. Що таке акліматизація? 4. Що таке реакліматизація? 5\*. Наведіть п'ять-шість прикладів видів організмів, які потрапили у ваш регіон з інших континентів.

### Запитання та завдання

6\*. Чому занесення видів може стати причиною екологічної катастрофи в новому для них регіоні? Поясніть на конкретних прикладах. 7\*. Виберіть один із видів організмів, який було завезено та акліматизовано в Україні (мал. 40.4), і поясніть, чому він успішно поширився на нашій території. 8\*. Виберіть один із видів організмів вашого регіону і спрогнозуйте, якими будуть наслідки його зникнення для місцевого біоценозу.

## 41

## Охорона природи в Україні



*Які види тварин і рослин, занесені до Червоної книги України, є у вашому регіоні? Яких заходів слід уживати для охорони цих видів? Які екологічні проблеми є найбільш актуальними для вашого регіону і яким чином їх можна вирішити?*

### Екологічний стан території України

Екологічний стан території України характеризується наявністю як спільних для всієї території проблем, так і великої кількості регіональних особливостей. Проблемами всієї території країни є значне антропогенне навантаження, недостатня кількість і якість очисних споруд, нераціональне природокористування в багатьох галузях господарства тощо.

До специфічних регіональних проблем належить забруднення певними шкідливими речовинами (для різних регіонів вони різні). Так, для зони навколо місця аварії на Чорнобильській АЕС характерне забруднення радіонуклідами, для областей із високою концентрацією промислових виробництв (Дніпропетровська, Запорізька) — важкими металами.

Карпатський регіон страждає від надмірного вирубування гірських лісів і, відповідно, посилення ерозійних процесів та повеней. Для південних регіонів наявна проблема дефіциту водних ресурсів. На сході країни серйозну екологічну небезпеку створюють бойові дії.

### Напрямки охорони природи

Основним напрямком охорони природи в Україні, як і в усьому світі, залишається максимально можливе збереження природних екосистем, охорона біорізноманіття, зниження рівня антропогенного впливу на природу. Перспективними напрямками є створення безвідходних виробництв, вторинна переробка відходів і раціональне природокористування. І ще один актуальний напрям — використання альтернативних джерел енергії.

Сучасна охорона природи побудована на комплексному підході, коли охороняються всі компоненти довкілля. Можна заборонити полювання на якийсь вид тварин. Але це не буде мати сенсу, якщо знищуватимуться

місця існування цього виду. Він усе одно вимре, але трохи пізніше. Якщо зберегти місце проживання, але знищити вид, яким ця тварина харчується, чи довести викиди у воду, яку вона п'є, до токсичного рівня, то результат буде той самий — вимирання.

### Природоохоронне законодавство

В Україні створено систему законів та постанов, які забезпечують охорону природи. Державній охороні й регулюванню підлягає використання природних ресурсів. На законодавчому рівні заборонена діяльність, яка може шкідливо вплинути на стан ґрунтів, повітря, водойм або знищити тварин і рослин чи цінні природні об'єкти. Україна також уклала цілу низку міжнародних угод у галузі охорони довкілля.

Для збереження біорізноманіття створено природоохоронні території (заповідники, природні парки, заказники, пам'ятки природи тощо) та затверджено кілька державних документів. Одним із таких документів є Червона книга України — офіційний перелік видів та підвидів організмів, які перебувають під загрозою зникнення на території України. Також створено ще один перелік — Зелену книгу України. У ньому наведено список рідкісних і типових природних рослинних угруповань (понад 120), які потребують охорони на території України. На жаль, існує і так званий «чорний» список видів. Це перелік видів організмів, які вимерли вже в наш час (починаючи з 1600 року). Зараз до цього списку занесено більше 800 видів.



Першу Червону книгу в Україні було видано 1980 року (Червона книга Української РСР). У 1994 році було видано Червону книгу України. Наступне видання побачило світ 2009 року. До нього було занесено 542 види тварин і 826 видів рослин і грибів.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Які екологічні проблеми є актуальними для всієї території України? 2. Які проблеми є особливо гострими для окремих регіонів України? 3. Що таке Червона книга України? 4. Що занесено до Зеленої книги України? 5\*. Кількість видів тварин, занесених до другого видання Червоної книги України, більша, ніж занесених до першого. Чому?

### Запитання та завдання

6\*. Складіть перелік природоохоронних територій вашого регіону.  
7\*. Складіть карту екологічного стану свого регіону.

## 42

## Концепція сталого розвитку



*Які існують глобальні екологічні проблеми? Чому для вирішення глобальних проблем недостатньо зусиль окремих країн? Чому вирубування лісів Амазонії на території Бразилії може вплинути на екологічну ситуацію на території Європи?*

### Сталий розвиток

Розвиток людства відбувався протягом усієї його історії переважно екстенсивним способом за рахунок розширення районів проживання і господарської діяльності та збільшення кількості ресурсів, які споживаються. Але нині звичний тип розвитку став неможливим через обмеженість багатьох ресурсів нашої планети. Виникла потреба в переході до сталого розвитку.

**Сталий розвиток** — це розвиток людства, який відбувається з урахуванням великої кількості факторів, що впливають як на суспільство, так і на природу. Використання сучасних інформаційних технологій та моделювання процесів дозволяє достатньо точно передбачати наслідки прийнятих рішень. Це робить такий розвиток керованим і дозволяє ефективно планувати діяльність людства.

### Концепція сталого розвитку

Концепцію сталого розвитку було сформульовано в рішеннях Конференції ООН із навколишнього середовища та розвитку (Ріо-де-Жанейро, 1992 р.). На цій конференції голови 179 держав ухвалили план дій щодо сталого розвитку, який отримав назву «Порядок денний на XXI століття». Його було прийнято у зв'язку зі стрімким погіршенням екологічної ситуації і прогнозом про можливу глобальну катастрофу у XXI ст., яка здатна призвести до загибелі всього живого на планеті. Людство зіткнулося з гострим протиріччям між людськими потребами, які постійно зростають, і нездатністю біосфери забезпечити їх.

Концепція сталого розвитку передбачає позитивний синтез і системне вирішення екологічних, економічних, соціальних і культурних проблем сучасності. Основною ідеєю Концепції стало те, що розвиток повинен задовольняти потреби нинішнього покоління без шкоди для майбутніх поколінь.



Природокористування розглядається в рамках Концепції як процес, який не може не відбуватися. І це є логічним, бо для свого існування людина повинна використовувати природні ресурси. Але ресурси планети є обмеженими, і ними слід користуватися таким чином, щоб підтримувати баланс і мати можливість їх відновити. Адже ми не можемо залишити майбутні покоління без будь-яких ресурсів для життя.

### Втілення концепції сталого розвитку

Концепція сталого розвитку активно втілюється в життя. Прикладів реалізації її компонентів і основних підходів досить багато. Вона впроваджується в галузях економіки, суспільства, транспорту, управління, енергозбереження, обмеження викидів, переробки відходів тощо (мал. 42.1). Так, під час будівництва доріг у багатьох країнах, згідно з Концепцією, висаджують додаткові зелені насадження. Таким чином компенсується вилучення частини території екосистеми під потреби людини і зберігається стан довкілля.

Ще один важливий момент — вирощування зернових культур. У традиційному землеробстві вирощування зерна супроводжується значним виснаженням ґрунту. Для запобігання цьому використовують новітні агротехнології. Так, урожайність знижується несуттєво, а родючість ґрунту поступово відновлюється.

Крім сучасних способів обробки ґрунту, новітні агротехнології передбачають раціональний полив (наприклад, крапельний). Такий полив дозволяє суттєво економити водні ресурси, дефіцит яких стає все більшим. Також важливою їх складовою є розумне використання добрив. Без добрив в агроценозах обійтися неможливо, бо частина ресурсів



Мал. 42.1. Шляхи реалізації Концепції сталого розвитку

щорічно вилучається з певного біоценозу разом із врожаєм. Але шляхи внесення добрив можуть бути різними. І різною може бути ефективність внесення. Якщо вносити мало добрив, то знизиться врожайність, якщо багато — виникне загроза забруднення ґрунтів і вод. Сучасні агротехнології дають можливість запобігати виникненню таких проблем.

### *Сталий розвиток – проблема спільна*

Одним із найбільш важливих шляхів утілення Концепції сталого розвитку є зміна ставлення населення до проблем, які ця Концепція намагається вирішити. Концепцію не можна буде втілити без розуміння того, що всі ідеї не спрацюють без їх сприйняття населенням.

Неможливо змусити людей сортувати сміття, якщо вони не розуміють необхідності цього. Неможливо втілити енергозберігальні технології, якщо виборці не будуть підтримувати тих політиків, які хочуть прийняти відповідні закони. Неможливо зберігати біорізноманіття, якщо суспільство не буде засуджувати тих, хто його знищує. Кожна людина на планеті повинна розуміти, що без її конкретного невеликого внеску втілити цю Концепцію в життя буде надзвичайно складно, а може, і взагалі нездійсненно.

Реалізація завдань сталого розвитку може здійснюватися на різних рівнях. Але всі ці рівні потребують тісної кооперації між різними людьми. Відрізняються лише масштаби цієї кооперації. Найпростіша кооперація відбувається на рівні родини, коли люди спільно приймають рішення про роздільний збір сміття або утеплення власної оселі. Хоча вже на цьому рівні потрібні взаємопорозуміння і вміння діяти разом.

Більш складним є розв'язання проблем для втілення Концепції сталого розвитку на рівні місцевих громад, окремих будинків або населених пунктів. У такому випадку успіх неможливий без участі органів місцевого самоврядування та взаємодії великої кількості людей. Але й результати будуть більш масштабними. Уже стає можливим при-



**Мал. 42.2.** Реалізація концепції сталого розвитку на місцевому рівні

йняття рішень про переробку побутових відходів, будівництво очисних споруд, просвітницьку роботу в галузі екології тощо (мал. 42.2).

На рівні окремих держав або великих регіонів держави аналіз інформачії та прийняття рішень відбувається через законодавчі та виконавчі органи влади. І безпосередній вплив на них населення можливий через механізм виборів та систему громадських зв'язків. На цьому етапі суттєво зростає роль експертів у галузі екології, бо далеко не завжди наявні проблеми мають просте й очевидне рішення.

На міжнародному рівні кооперація для реалізації Концепції сталого розвитку потрібна для здійснення великих проєктів, як, наприклад, очищення великих річок, економічна та природоохоронна політика в межах континенту і всієї планети та ін. На цьому рівні прийняття важливих рішень без якісної екологічної експертизи кількома групами різних спеціалістів є смертельно небезпечним.

### Державні стандарти

Сучасним прикладом утілення Концепції сталого розвитку на державному рівні може бути питання прийняття екологічних стандартів, які регулюють вміст шкідливих речовин у вихлопних газах. Такі стандарти діють у країнах Європи з 1988 року. Останнім прийнятим стандартом є Євро-6, який набув чинності 2015 року. Згідно з цим стандартом, викиди вуглекислого газу легкових автомобілів не повинні перевищувати 130 г на кілометр шляху.

Такі вимоги стандарту змушують виробників автомобілів змінювати їхню конструкцію, удосконалювати економічність двигунів за витратами пального, шукати нові види палива і принципи роботи двигунів. Такі рішення не тільки покращують екологічну ситуацію в країні, але й стимулюють розвиток сучасних технологій.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Що таке Концепція сталого розвитку? 2. Коли було сформовано Концепцію сталого розвитку? 3. Які основні положення Концепції сталого розвитку? 4. Яке місце займає в Концепції сталого розвитку природокористування? 5. Наведіть приклади впровадження в життя Концепції сталого розвитку.

### Запитання та завдання

6. Поясніть, чому ефективне втілення в життя Концепції сталого розвитку є можливим тільки зусиллями багатьох країн? 7\*. Запропонуйте шляхи вирішення однієї з екологічних проблем вашого регіону й обґрунтуйте свою точку зору.

## 43

## Екологічне мислення



*Що таке раціональне природокористування? Чому можливість подальшого існування людства часто пов'язують із Концепцією сталого розвитку? Які існують негативні наслідки впливу людини на природу? Чи можуть знання людини впливати на її поведінку по відношенню до природи?*

### Потреба в екологічних знаннях

Фраза «Незнання закону не звільняє від відповідальності» є особливо актуальною, якщо зважати на екологічні знання. Можна не знати законів екології та особливостей взаємодій в екосистемах, але тоді слід бути готовими до ситуації, коли дія без урахування такого закону стане причиною катастрофічних наслідків.

Прикладів цього в історії людства є багато. Так, у середині ХХ століття в Радянському Союзі панувала думка, що хижі птахи заважають мисливцям масово полювати на дичину. Тому було розгорнуто компанію під гаслом «Вбивайте хижих птахів». Але екологічні закони політичною постановою не відмінити. Знищення хижих птахів стало причиною численного розмноження гризунів, кількість яких вони контролювали. Як результат — колосальні втрати врожаю і нова компанія під гаслом «Бережіть хижих птахів».

Не менш масштабною помилкою виявилось і завезення в Австралію кактуса опунції для створення живих огорож. Без контролю чисельності природними регуляторами вид став масово розростатися і пере-



**Мал. 43.1.** Зарості опунції в Австралії та личинки комахи, яка змогла вирішити цю проблему

творив поля країни на кактусові хащі (мал. 43.1). У цих хащах застрягали навіть трактори. Вирішити проблему вдалося тільки завезенням з Америки природного регулятора чисельності опунції — метелика кактусової молі. Личинки цієї комахи живляться тканинами опунції та можуть контролювати її поширення.

Цікава проблема, пов'язана з незнанням деяких екологічних аспектів, виникла під час заселення Австралії. Для кращої годівлі завезеної худоби австралійські фермери почали висівати конюшину. Але конюшина на їхніх полях ніяк не хотіла розмножуватися, хоча і росла добре. Причиною цього стала відсутність джмелів. Тільки джмелі мали достатньо довгий хоботок, щоб мати можливість досягати нектарників квіток конюшини і здійснювати її запилення (мал. 43.2). Бджоли це зробити не могли. Довелося завозити в Австралію і джмелів. Це дало змогу вирішити таку важливу сільськогосподарську проблему.



Мал. 43.2. Запилення конюшини джмелем

Відсутність екологічних знань часто стає причиною появи так званих видів-вселенців (інвазійних видів). Такі види часто завозять із господарськими цілями, але, потрапивши в нові умови, вони починають необмежено розмножуватися і стають причиною вимирання місцевих видів. Це сталося, приміром, з одним із американських видів раків. Його завезли в Європу через стійкість до захворювань і швидкий ріст. Однак цей рак створив серйозну проблему не тільки для місцевого широкопалого рака, але й для видів, на які він полює.

### Екологічне мислення

Отже, без усебічних знань з екології взаємодія людини з природними екосистемами може ставати причиною справжніх екологічних катастроф. Результатом цього є винищення живих організмів, порушення взаємозв'язків між компонентами в екосистемах та загроза для здоров'я і життя людей.

Для врахування законів екології людині в сучасному світі слід розвивати своє екологічне мислення. **Екологічне мислення** — це розгляд явищ і подій та прийняття рішень з урахуванням взаємодій людини і людства з природним середовищем на основі різноманітних і глибоких знань про навколишнє середовище та відповідального ставлення до природи і здоров'я людини.

Екологічне мислення дозволяє розуміти, що всі організми та процеси на нашій планеті пов'язані між собою. Відповідно, стає зрозумілою потреба в міжнародній співпраці для вирішення екологічних проблем, бо поодиноці це зробити неможливо.

Екологічне мислення потрібне для критичного сприйняття інформації. Воно дозволяє робити правильні висновки і приймати адекватні рішення. Це спонукає людину зберігати як свої життя і здоров'я, так і життя та здоров'я інших людей.

### *Практичне застосування екологічного мислення*

Сучасні засоби масової інформації подають велику кількість відомостей, зокрема й тих, що пов'язані з екологічною проблематикою. Але така інформація часто спрямована на досягнення певної мети — політичної або економічної. Адже таким чином можна впливати на прийняття рішень споживача. Екологічне мислення дозволяє критично сприймати інформацію та приймати правильні рішення.

Гарним прикладом можливості застосування екологічного мислення є аналіз різноманітних міфів, які поширюються через телебачення та в мережі Інтернет. Наприклад, досить часто можна почути, що людина здатна знищити все живе на Землі. Так точка зору ніяк не узгоджується з реальністю. Навіть за найгірших умов ядерної війни на планеті залишаться екосистеми, які здатні тривалий час існувати відносно самостійно. Це екосистеми великих печер, підводні екосистеми, утворені навколо «чорних паліїв», продуцентами яких є хемоавтотрофи, екосистеми підземних вод тощо. Усі вони мають досить високий шанс на виживання за найгірших умов.

А от екосистеми, які є комфортними для проживання людства, сама людина може знищити досить легко. Тому більш коректно казати, що людина може знищити людство загалом та умови для свого існування на Землі зокрема.

Не менш популярним міфом є твердження про те, що все природного походження — це добре. Насправді в природі виробляється велика кількість небезпечних для здоров'я і життя людини продуктів (токсини бактерій і грибів, алкалоїди рослин, продукти розпаду мертвої органіки тощо). Тому і до природних продуктів та матеріалів слід ставитися обережно.

Свого часу відсутність екологічного мислення стала причиною виникнення великої кількості проблем під час будови Дніпровського каскаду електростанцій. Побудовані греблі перекрили русло Дніпра, сховали дніпровські пороги і забезпечили електричною енергією багато металургійних підприємств (мал. 43.3). Але наслідком цього стало

затоплення великих площ із родючими ґрунтами, потреба в переселенні великої кількості населених пунктів, утруднення процесів самоочищення Дніпра і перепони для нересту риб у верхів'ях ріки. Можливо, інші варіанти побудови гідроелектростанцій на Дніпрі заповдіяли б менше шкоди місцевим екосистемам.

Але і виправлення такого роду помилок потребує застосування екологічного мислення. Бо бездумність у цьому разі може завдати великої шкоди. Так, якщо зараз одночасно ліквідувати всі греблі електростанцій, нічого доброго для місцевих екосистем не відбудеться. Місцеві екосистеми вже давно адаптувалися до існуючого рівня ґрунтових вод. Після знищення гребель цей рівень суттєво впаде. Результатом буде масове всихання лісових масивів по всьому басейну Дніпра, бо дерева просто не встигнуть перебудувати свою кореневу систему під нове розташування водних горизонтів. Відповідно, постраждають і лісові тварини, а екологічна катастрофа матиме великі масштаби.

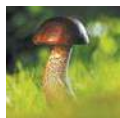


Мал. 43.3. Гребля Дніпровської гідроелектростанції



Класичним прикладом реалізації екологічного мислення стало розуміння ролі холодильників у виникненні проблеми озонового шару атмосфери. Використання фреону як теплоносія виявилось дуже зручним технологічним рішенням. Але після закінчення експлуатації холодильників фреон потрапляв в атмосферу і руйнував озоновий шар. А це створювало пряму загрозу для здоров'я населення всіх країн. Вихід вдалося знайти шляхом заміни фреону іншими теплоносіями.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Навіщо потрібні екологічні знання? 2. Що таке екологічне мислення? 3. Які переваги в повсякденному житті дає екологічне мислення? 4. Чому вирішення екологічних проблем потребує міжнародної співпраці? 5. Де можна застосовувати екологічне мислення?

### Запитання та завдання

6\*. Наведіть власні приклади виникнення екологічних проблем, пов'язаних з незнанням законів екології. 7\*. Критично проаналізуйте твердження про повну безпечність органічних продуктів харчування. Поясніть, чи згодні ви з таким твердженням, і обґрунтуйте свою точку зору.

# Основні положення теми «Сталий розвиток»

## Екологічні проблеми

Екологічна проблема — це зміна природного середовища, наслідком якої є порушення структури і функціонування природних екосистем.

Екологічні проблеми за масштабом поділяють на локальні, регіональні та глобальні.

## Глобальні екологічні проблеми

- глобальне потепління
- дефіцит чистої води
- знищення лісів
- деградація ґрунтів
- руйнування озонового шару
- зниження видового біорізноманіття
- зростання чисельності населення планети

## Екологічні проблеми України

- забруднення водою
- забруднення повітря
- знищення лісів
- зниження біорізноманіття
- забруднення ґрунтів
- деградація ґрунтів
- погана утилізація побутових відходів

## Шляхи реалізації Концепції сталого розвитку

- зниження викидів CO<sub>2</sub>
- захист і збереження навколишнього середовища
- переробка побутових відходів
- розвиток соціальної справедливості в суспільстві
- зниження шкідливого впливу транспорту на довкілля
- побудова економіки на раціональному використанні обмежених ресурсів
- впровадження енергозберігальних технологій та використання відновних джерел енергії

## Види забруднення довкілля

Фізичне	Хімічне	Біологічне
<ul style="list-style-type: none"><li>• радіоактивне</li><li>• світлове</li><li>• шумове</li><li>• електромагнітне</li><li>• теплове</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• пестицидами</li><li>• важкими металами</li><li>• поверхнево-активними речовинами (ПАР)</li><li>• антибіотиками</li><li>• токсинами</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• сапротрофними мікроорганізмами</li><li>• сапротрофними грибами</li><li>• паразитами</li><li>• збудниками захворювань</li><li>• адвентивними видами рослин</li></ul>



## Завдання до теми

### Завдання для індивідуальної роботи

1. Поясніть, які природні ресурси найбільш активно використовуються у вашому регіоні і як їх використання впливає на місцеві екосистеми.
2. Поясніть, які способи утилізації відходів будуть найбільш оптимальними для вашого регіону, та обґрунтуйте свою точку зору.
3. Проаналізуйте, які види забруднень є найбільш поширеними у вашому регіоні, і визначте їхні основні джерела.
4. Складіть карту екологічного стану свого регіону.

### Завдання для роботи в групах

5. Проаналізуйте вплив діяльності людини на стан різних компонентів навколишнього середовища (джерел, ґрунтів, лісів, повітря, рослин) у вашому регіоні та зробіть презентацію на основі власного бачення цієї проблеми.
6. Оцініть ступінь забруднення території вашого регіону різними видами забруднювачів (важкими металами, пестицидами, нафтопродуктами тощо) і встановіть основні джерела забруднення для кожного з цих забруднювачів. Результати свого дослідження представте у вигляді презентації.
7. Складіть перелік способів застосування екологічних знань у повсякденній діяльності та на конкретних прикладах для кожного із способів покажіть, які позитивні наслідки може мати таке застосування. Результати свого дослідження представте у вигляді презентації.

## Теми навчальних проєктів

1. Шляхи розв'язання екологічних проблем свого регіону.
2. Раціональне природокористування на прикладі свого регіону.
3. Оптимальні способи утилізації побутових відходів.



Перевірте свої знання з теми «Сталий розвиток та раціональне природокористування».



## Застосування результатів біологічних досліджень у медицині, селекції та біотехнології

### 44 Завдання та досягнення сучасної селекції



*Які сорти яблук ви найчастіше споживаєте і чим вони різняться між собою? У чому різниця між дикою грушею і культурними сортами груш? Чому існує стільки порід собак? Які злакові рослини вирощують на території вашого регіону? Яких домашніх тварин розводять у господарствах у вашій місцевості?*

#### Селекція як наука

**Селекція** — це наука про методи створення нових і вдосконалення існуючих сортів рослин, порід тварин і штамів мікроорганізмів. Завдяки селекції вдалося отримати велику різноманітність форм одомашнених живих організмів.

Селекція виникла давно, ще в період, коли людина тільки почала опановувати землеробство та тваринництво. На перших етапах селекції наукові методи не застосовувалися, але це компенсувалося багатим практичним досвідом людей, які займалися цим усе життя, і значною тривалістю селекційного процесу.

Поступово сформувалися певні правила та прийоми селекції. Так, уже за часів Давньої Фінікії (більше трьох тисяч років тому) застосовувалися методи штучного запилення фінікових пальм (мал. 44.1). До XIX століття практика селекції, зокрема, містила складання родо-водів у тварин цінних порід та планування пар для схрещування.

Інтенсивність роботи селекціонерів суттєво зросла після того, як виникла генетика. Саме тоді селекція отримала теоретичне підґрунтя для своєї роботи. Було встановлено характер успадкування ба-

гатьох ознак у культурних рослин і домашніх тварин. Почали практикувати індукований мутагенез, коли на рослини або тварин діяли хімічними чи радіаційними мутагенами, отримуючи велику кількість нових форм серед їхніх нащадків. А після встановлення структури ДНК розпочалася ера молекулярно-біологічних методів у селекції.

Залежно від об'єктів, із якими працюють селекціонери, виокремлюють кілька галузей селекції: тварин, рослин, мікроорганізмів тощо.

### Завдання селекції

Дослідження селекції спрямовані на задоволення потреб життєдіяльності людини: отримання високоякісної сільськогосподарської продукції, зокрема продуктів харчування і технічних культур.

Основними завданнями селекції є:

- виведення сортів рослин із високою врожайністю;
- виведення порід тварин із високою продуктивністю;
- виведення стійких до захворювань та дії несприятливих факторів форм рослин і тварин;
- забезпечення адаптації сортів і порід до умов сучасного сільськогосподарського виробництва;
- зниження витрат на вирощування рослин і тварин.

### Досягнення селекції

Результати роботи селекціонерів стали запорукою підвищення ефективності сільського господарства. Якщо у XIX столітті середня врожайність пшениці становила не більше 5–8 центнерів із гектара, то на початку XXI століття в країнах ЄС вона досягла 55 центнерів із гектара.

Саме завдяки копіткій селекційній роботі в середині XX століття у світовому сільському господарстві вдалося здійснити «Зелену революцію», результатом якої було значне підвищення у світі виробництва сільськогосподарської продукції. На той момент без такої революції було б неможливо забезпечити населення планети (яке стрімко зростало) достатньою кількістю продовольства.

Результатом селекційної роботи стало утворення тисяч сортів культурних рослин та десятків і сотень порід домашніх тварин.



Мал. 44.1. Фінікова пальма — один із найперших об'єктів селекції

## Досягнення селекції деяких домашніх тварин

Вид	Кількість порід
Коза	665
Вівця	1385
Курка	1671
Качка	278
Гуска	205

Вид	Кількість порід
Собака	337
Кішка	58
Велика рогата худоба	1196
Кінь	828
Свиня	610

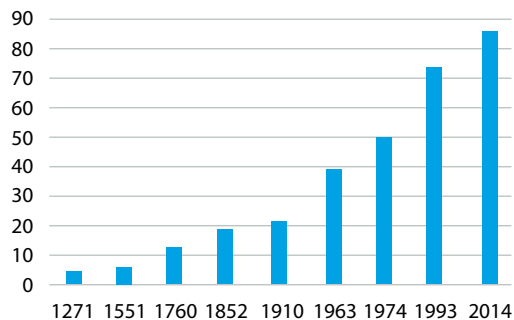
## Досягнення селекції деяких культурних рослин

Вид	Кількість сортів
Яблуна	2500
Груша	3000
Манго	283
Вишня	1200
Огірок	7000

Вид	Кількість сортів
Рис	40000
Батат	7000
Томат	10000
Банан	1000
Перець чілі	6200

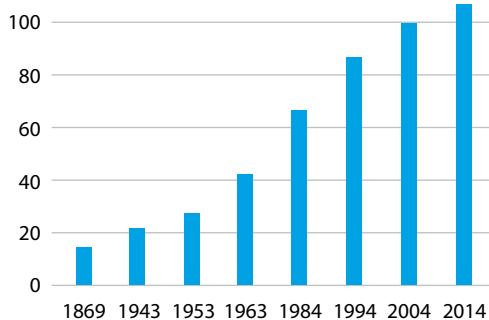
Наочним доказом ефективної роботи селекціонерів є зростання середньої врожайності сільськогосподарських культур у різних країнах (мал. 44.2, 44.3). У пшениці були два періоди різкого зростання — у середині XIX та в середині XX століть. У картоплі і кукурудзи також наявний значний приріст урожайності у 40–60-ті роки XX століття. Це було наслідком «Зеленої революції» і дуже добре засвідчує успіхи селекційної роботи, побудованої на технологіях класичної генетики.

Урожайність пшениці у Великій Британії за роками (ц/га)



Мал. 44.2. Зміни з часом урожайності пшениці у Великій Британії

Урожайність кукурудзи у США за роками (ц/га)



Мал. 44.3. Зміни з часом урожайності кукурудзи в США



**Мал. 44.4.** Плоди дикого банана містять багато насінин, менші за розміром і не такі смачні



**Мал. 44.5.** Фрагмент картини Джованні Станкі «Натюрморт із кавунами» (близько 1645–1672 рр.)

Ще одним досягненням селекції є покращення якісних показників одомашнених видів (мал. 44.4). Наприклад, якщо порівняти кавуни, зображені на картині XVII століття (мал. 44.5), із сучасними кавунами, можна побачити, що чотириста років тому їстівної м'якоти в кавунах було дуже мало. Шкірка в них була товстою, а насіння чимало. Сучасні кавуни їсти набагато приємніше і зручніше завдяки наполегливій праці селекціонерів.



• На сьогодні картопля і соняшник є важливими харчовими рослинами. Але в той період, коли вони потрапили в Європу з Америки, їх не використовували в їжу. Обидві ці культури спочатку були декоративними рослинами.

• Перші одомашнені свині потрапили в Європу з Близького Сходу і походили з Азії. Але протягом приблизно 500 років ці свині були витіснені одомашненими формами європейського кабана. І до початку нашої ери всі свині Європи були вже місцевого походження. Лише 300–400 років тому в Європу знову почали завозити свиней з Азії і використовувати їх для схрещувань із місцевими породами.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Що таке селекція? 2. Коли людина розпочала роботу із селекції культурних рослин? 3. Як пов'язані між собою генетика і селекція? 4. Які основні завдання селекції? 5. Що таке «Зелена революція», що вона дала людству? Які основні досягнення селекції на сьогодні?

### Запитання та завдання

6\*. Складіть перелік сортів однієї з культурних рослин, які вирощують у вашій місцевості. 7\*. Які селекційні установи існують у вашому регіоні й селекцією яких культур вони займаються?

## Установи



### **Інститут овочівництва і баштанництва Національної академії аграрних наук України**

Інститут засновано в 1947 році. Розташований у с. Селекційне (Харківський район, Харківська область). Основні напрями діяльності: створення високоякісних і стійких проти шкідників, хвороб і абіотичних факторів сортів і гібридів овочевих та баштанних культур для відкритого і закритого ґрунту, удосконалення технологій їх вирощування та створення генетичного банку овочевих і баштанних рослин.



### **Національний науковий центр «Інститут виноградарства і виноробства ім. В. Є. Таїрова» Національної академії аграрних наук України**

Інститут засновано в 1905 році. Розташований у смт Таїрове (Одеська область). Основні напрями діяльності: створення високоякісних сортів винограду, удосконалення технологій їх вирощування, забезпечення виноградарських господарств якісним посадковим матеріалом, розробка та вдосконалення технологій виноробства.



### **Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України**

Інститут засновано в 1977 році. Розташований у с. Сонячне (Запорізький район, Запорізька область). Основні напрями діяльності: створення нових сортів олійних культур (соняшника, рицини, сої тощо), розробка та вдосконалення технології їх вирощування, захист олійних культур від захворювань та шкідників, удосконалення прийомів насінництва олійних культур.



### **Інститут картоплярства Національної академії аграрних наук України**

Інститут засновано в 1933 році. Розташований у смт Немішаєве (Бородянський район, Київська область). Основні напрями діяльності: створення високоякісних сортів картоплі, удосконалення технологій їх вирощування, насінництво, оздоровлення та прискорене вирощування посадкового матеріалу, діагностика ураження патогенами.



### **Інститут кормів та сільського господарства Поділля Національної академії аграрних наук України**

Інститут засновано в 1973 році. Розташований у м. Вінниця. Основні напрями діяльності: створення нових сортів і гібридів кормових, зернобобових та інших культур, розробка та вдосконалення технології їх вирощування, захист кормових культур від захворювання та шкідників, удосконалення прийомів насінництва кормових, зернобобових та інших культур.

## Учені-селекціонери

### **Алексєєва Олена Семенівна (1926–2006)**



Видатна українська вчена. Докторка сільськогосподарських наук, професорка. Заслужена діячка науки і техніки України. Нагороджена орденом Трудового Червоного Прапора та медалями. Працювала в галузі селекції гречки. Створила світову колекцію генофонду гречки в Україні. Є засновником наукової школи вчених із селекції, насінництва та технології вирощування гречки. За участі О. С. Алексєєвої засновано Тернопільську науково-виробничу систему «Гречка», виведено й передано на сортовипробування 30 сортів гречки, 12 із яких районовано. Авторка понад 350 наукових праць.

### **Бордонос Марія Григорівна (1907–1997)**

Видатна українська вчена. Кандидатка біологічних наук, старша наукова співробітниця. Працювала в галузі селекції цукрового буряка. Великою заслугою М. Г. Бордонос є створення нової форми рослини — однонасінневого цукрового буряка. Під час політичного переслідування генетики в Радянському Союзі на кілька років була відсторонена від роботи. Авторка понад 20 наукових праць.

### **Ремесло Василь Миколайович (1907–1983)**



Видатний український учений. Доктор сільськогосподарських наук, академік. Працював у галузі селекції пшениці. Великою заслугою вченого є розробка та впровадження в селекційну практику методу отримання високоврожайних сортів озимої пшениці за підвищеною стійкістю до екстремальних умов. Створив і районував 20 сортів озимої пшениці, у тому числі відомий сорт «Миронівська-808». Автор понад 200 наукових праць.

### **Сенченко Григорій Іванович (1917–2006)**



Видатний український учений. Доктор сільськогосподарських наук, професор. Працював у галузі селекції конопель. Працював у Глухівському НДІ луб'яних культур. Створив і районував 10 сортів конопель. Під його керівництвом уперше у світі було виведено сорти коноплі з низьким умістом наркотичних сполук.

### **Юр'єв Василь Якович (1879–1962)**



Видатний український учений. Доктор сільськогосподарських наук, академік. Займався питаннями методики й організації селекції, сортовипробування і насінництва сільськогосподарських культур. Вивів багато сортів озимої і ярої пшениці, проса, кукурудзи тощо. Автор майже 100 наукових публікацій.

## 45

## Сучасні методи селекції



*Чому досі існує потреба у виведенні нових сортів рослин і порід тварин, хоча існує велике їх різноманіття? Які фактори збільшують кількість мутацій у живих організмів? Що таке природний добір? Які фактори природного добору розглядають у сучасній еволюційній теорії?*

### Різноманіття методів селекції

Методи селекції рослин, тварин і мікроорганізмів достатньо різноманітні, і використовуються вони з урахуванням особливостей біології кожної з цих груп. Тому технології селекційних досліджень для всіх цих організмів дещо різняться.

Методи селекції можна поділити на класичні методи і методи з використанням сучасних біотехнологій. Слід відзначити, що класичні методи в сучасній селекції продовжують широко використовувати. Наявність молекулярно-біологічних методів тільки розширила можливості селекційної роботи.

### Класичні методи селекції організмів

Метод селекції	Сутність методу	Де застосовується
Масовий добір	Добір особин із потрібними ознаками без урахування ознак батьків. Найдавніший і найпростіший метод селекції	Переважає в селекції рослин і мікроорганізмів. У селекції тварин дуже рідко через малу кількість у них нащадків
Індивідуальний добір	Добір особин із потрібними ознаками з урахуванням ознак батьків і складанням родоводів (у селекції тварин)	У селекції тварин і рослин
Створення чистих ліній	Виведення гомозиготних особин з одним геномом за великою кількістю генів	У селекції рослин і тварин. У прокариотів усі лінії чисті, бо вони є гаплоїдами
Гібридизація	Схрещування особин із різними генотипами, які є представниками одного виду	У селекції тварин і рослин
Віддалена гібридизація	Схрещування особин, які є представниками різних видів	Переважає в селекції рослин. У тварин більша частина таких гібридів є неплідною



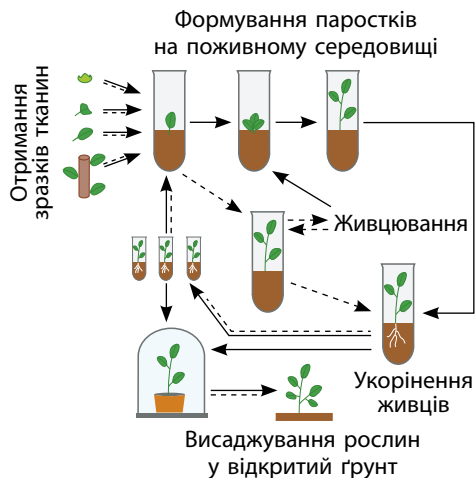
Метод селекції	Сутність методу	Де застосовується
Споріднене схрещування (інбридинг)	Схрещування особин однієї породи або навіть з однієї родини	У селекції тварин
Неспоріднене схрещування (аутбридинг)	Схрещування особин різних порід	У селекції тварин

### Деякі методи селекції з використанням сучасних біотехнологій

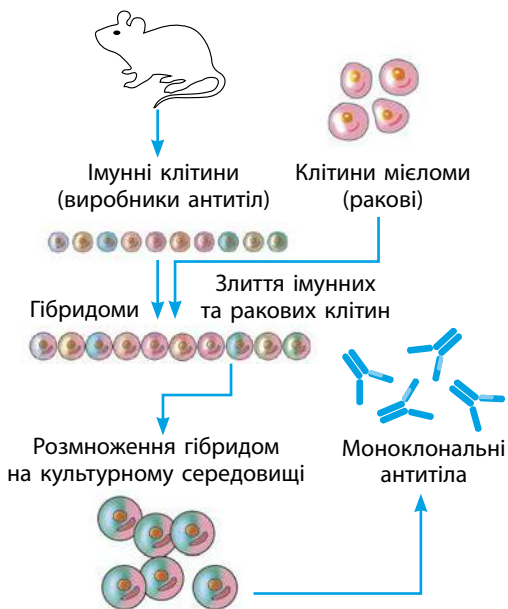
#### Метод швидкого мікроклонального розмноження

Одним із найбільш перспективних сучасних методів селекції є метод *швидкого мікроклонального розмноження*. Він полягає у вирощуванні культури клітин рослин на поживних середовищах (мал. 45.1). Для цього шматочки калусної (недиференційованої) тканини рослини розміщують на поживному середовищі, де під впливом доданих фітогормонів відбувається диференціація клітин і утворюються корінь і пагін нової рослини. Метод отримав назву мікроклонального через дуже малі розміри зразків тканин (у малини — 2 мм, у хмелю — 0,1 мм тощо), потрібних для вирощування нової рослини. Головними перевагами методу є можливість здійснювати дослідження (або вирощувати нові організми) протягом усього року незалежно від зовнішніх умов, і це потребує незначної площі. Крім того, ця технологія дозволяє швидко розмножувати деревні рослини, яким за звичайних умов для розмноження потрібно багато років.

До переваг методу належить і можливість швидкого розмноження рослин, які погано розмножуються вегетативно або взагалі не здатні до такого виду розмноження. Таким чином вдається розмножувати, наприклад, хвойні рослини, живці яких у природі укорінюються вкрай повільно (більше року). Значно полегшує така технологія і поширення цікавих генетичних форм для селекційної роботи. З одного унікального зразка рослини можна виростити кілька тисяч екземплярів, не змінюючи унікального генотипу в процесі статевого розмноження.



Мал. 45.1. Вирощування рослин із культури тканин



Мал. 45.2. Технологія отримання моноклональних антитіл

застосовують для діагностики і лікування багатьох захворювань (онкологічних захворювань, ревматоїдного артриту, бронхіальної астми тощо).

Гібридоми об'єднали в собі здатність лімфоциту утворювати необхідні антитіла (одного типу, так звані моноклональні антитіла) і здатність пухлинних клітин безкінечно довго розмножуватись на штучних середовищах. За допомогою гібридом можна отримати антитіла необхідного типу в необмежених кількостях (мал. 45.2).

### Застосування методів селекції на прикладі цитрусових\*

Цитрусові — це велика група рослин із родини Рутові, найвідоміші представники якої належать до роду Цитрус (*Citrus*). Лимони, мандарини, грейпфрути, апельсини — усі вони є добре відомими представниками цього роду рослин.

Цитрусові виникли на території Південно-Східної Азії і були одомашнені в тому ж регіоні. Основними методами селекції в цій групі були гібридизація та відбір мутантних варіантів переважно соматичного походження. Крім видів із роду Цитрус, до селекції домашніх рослин цієї групи залучалися представники інших родів із групи цитрусових, таких як кумкват або мікранта (деякі дослідники і ці рослини відносять до роду Цитрус).

\* Не для обов'язкового вивчення.

### Метод соматичної гібридизації

Ще один дуже перспективний метод, який активно використовується в селекції, — це *соматична гібридизація*. Вона відбувається шляхом злиття соматичних клітин. Таким способом можна отримувати навіть гібриди між тими організмами, які не здатні до схрещування (пацюка і миші, вівса і кукурузи тощо), або між клітинами різних тканин представників одного виду.

Одним із перспективних напрямів соматичної гібридизації є отримання *гібридом* (гібридних клітин, які створюються шляхом злиття лімфоцитів і ракових клітин). Гібридоми використовуються в галузі біотехнології під час створення вискоєфективних ліній клітин для виробництва цінних препаратів, які

Вихідними формами для селекції цитрусових були три види: цитрон (*Citrus medica*), мандарин (*Citrus reticulata*) і помело (*Citrus maxima*). Більшість культурних цитрусових (лимон, грейпфрути, апельсини тощо) є гібридами цих трьох видів. Вони гібридизувалися в різній послідовності та різних напрямках і містять різний відсоток генів кожного з видів (мал. 45.3).

Частина цитрусових є гібридами двох видів. Так, помаранч є гібридом помело і мандарина, червоний лимон — мандарина і цитрона, каламондин — кумквата і мандарина. Цікава історія створення різних сортів апельсину. Вони походять від єдиного гібриду мандарина, помело і цитрона, але утворилися в результаті різних соматичних мутацій, які могли виникати в певній частині дерева або навіть в окремій гілці. А грейпфрут утворився в результаті гібридизації апельсина і помело.

Досить заплутаною виявилася генетична історія мандаринів. Їх можна поділити на три групи. Перша з них утворена мандарином Тачибану та кількома китайськими сортами. Її представники є вихідною формою для цитрусових і не мають ознак схрещування з іншими видами. Друга і третя групи сортів мандаринів виникли в результаті гібридизації мандаринів першої групи з помело. Вони різняться між собою за вмістом генів помело. У мандаринів другої групи таких генів до 10%, а в мандаринів третьої — від 12 до 38%.

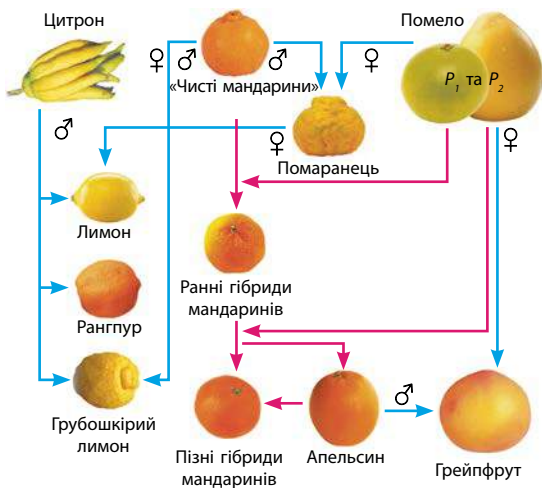
Отже, тепер ви знаєте



1. Які методи застосовує сучасна селекція? 2. Які методи селекції належать до класичних? 3. У чому сутність методу індивідуального добору? 4. Де застосовують метод імбридингу? 5\*. Які переваги може надати в селекційному процесі віддалена гібридизація?

Запитання та завдання

6. Чому мікроклональне розмноження рослин може забезпечити більш швидке збільшення чисельності сорту? 7. Які переваги має метод соматичної гібридизації в порівнянні з іншими методами селекції?



Мал. 45.3. Схема схрещувань у процесі селекції цитрусових

# 46 Явище гетерозису



Що таке гібридизація? Що таке гомозигота? Що таке гетерозигота? Що таке чиста лінія? Для чого здійснюють штучне запилення? Що таке епігенетика? Які існують типи схрещування?

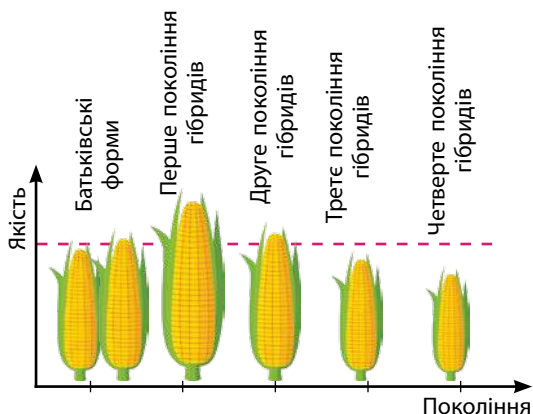
## Що таке гетерозис

Ще здавна люди помітили одну цікаву закономірність. Якщо схрещувати різні породи тварин або сорти рослин, то можна отримати нащадків, які будуть перевищувати за певними ознаками обох своїх батьків. Але тривалий час такі результати не вдавалося передбачити, бо інколи ефект спостерігався, а інколи ні.

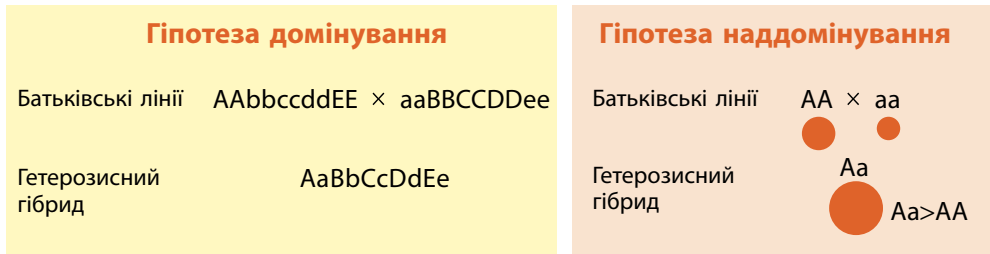
Ситуацію вдалося зрушити з місця тільки з початком наукової організації селекційного процесу. Саме тоді й було доведено, що перше покоління гібридів, одержаних у результаті неспорідненого схрещування, має цілу низку цінних показників, за якими воно значно перевищує обох своїх батьків. Такими показниками були життєздатність, продуктивність, ріст, стійкість до захворювань тощо. Для опису цього ефекту американський генетик Г. Шелл запропонував термін «гетерозис» (1914). Характерною рисою гетерозису було те, що найбільше він

проявлявся в першому поколінні гібридів. У наступних поколіннях (другому, третьому тощо) прояв гетерозису поступово зменшувався, а потім і зовсім зникав (мал. 46.1).

У рослин розрізняють три основні типи гетерозису відповідно до тих показників, які спостерігаються в певного гібриду найбільше: репродуктивний, соматичний та адаптивний. *Репродуктивний* гетерозис проявляється у збільшенні виробництва насіння і врожайності. Рослини із *соматичним* гетерозисом мають значно більшу



Мал. 46.1. Прояв ефекту гетерозису та його поступове зникнення в гібридів кукурудзи



Мал. 46.2. Гіпотези, які пояснюють ефект гетерозису

вегетативну масу та більші лінійні розміри. *Адаптивний* гетерозис проявляється у збільшенні стійкості рослин до дії несприятливих факторів середовища (як фізичних, так і біологічних).

### Генетичні основи гетерозису

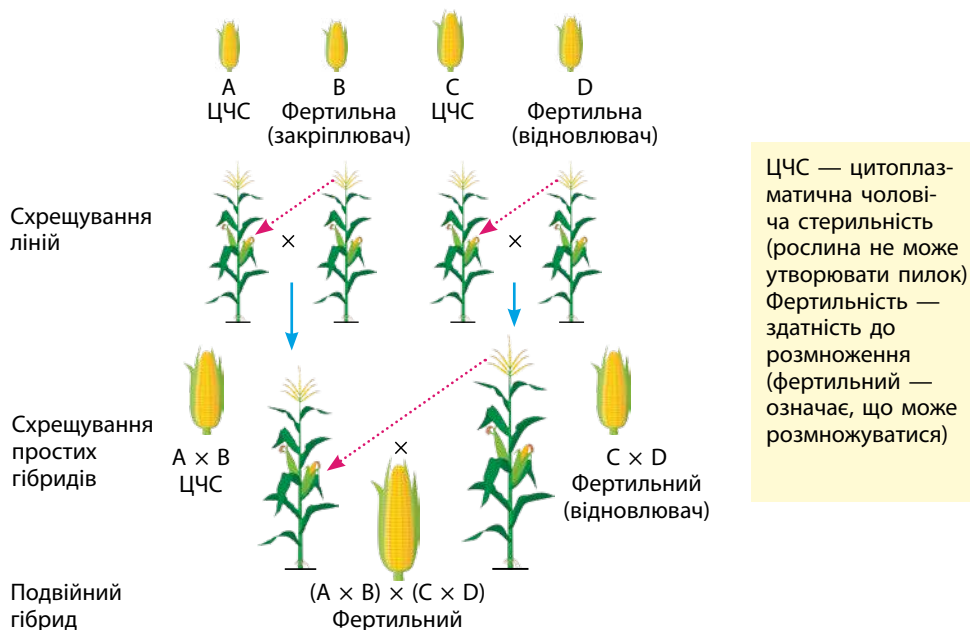
Для пояснення явища гетерозису було запропоновано дві основні гіпотези, які, до речі, не виключали одна одну (мал. 46.2). Перша з них — *гіпотеза домінування*. Основна її ідея — блокування дії рецесивних алелів генів, які зумовлюють несприятливий ефект, домінантними алелями цього ж гена. Гіпотеза виходила з того, що у двох батьківських лініях у стані гомозиготи за рецесивним алелем будуть перебувати різні гени. І після схрещування більшість генів матиме хоч один домінантний алель, який не дасть проявитися негативному впливу рецесивного алеля. Ця гіпотеза добре пояснювала той факт, що ефект гетерозису починав різко знижуватися вже у другому поколінні гібридів і через кілька поколінь зникав узагалі.

Другою була *гіпотеза переваги (наддомінування)*. Вона стверджувала, що перевагу гетерозисним гібридам дають унікальні комбінації алелей, які утворювалися в результаті такого схрещування, тобто гетерозигота  $Aa$  дає більший ефект, ніж гомозиготи  $AA$  або  $aa$ . Ця гіпотеза теж адекватно пояснювала зменшення ефекту гетерозису в наступних поколіннях гібридів.

Тривалі дослідження виявили деяку перевагу гіпотези домінування. Але і гіпотеза переваги отримала кілька експериментальних підтверджень на свою користь. А вже у XXI столітті з'явилися дані, які свідчать про значний внесок у це явище епігенетичних механізмів.

### Практичне значення гетерозису

Явище гетерозису широко використовується в сільськогосподарській практиці. Його застосовують під час вирощування кукурудзи, рису, цукрових буряків та інших зернових і овочів. Майже вся кукурудза,



Мал. 46.3. Схема виробництва гібридів кукурудзи на основі інбредних ліній

яка зараз вирощується у світі, є гетерозисною. Гібридною є і значна частина рису, який вирощується в Китаї та Індії.

Для отримання гібридних рослин у насінних господарствах вирощуються спеціальні так звані *інбредні* лінії рослин, у яких шляхом постійного самозапилення підтримується високий рівень гомозиготності (мал. 46.3). Для одержання насіння гетерозисних гібридів різні інбредні лінії кожного року схрещуються між собою, а насіння, яке утворилося в результаті схрещування, використовується для одержання високих урожаїв.



Мал. 46.4. Гетерозисні гібриди молочних корів

Використовують явище гетерозису і у тваринництві. Воно дає гарний ефект для деяких гібридів великої рогатої худоби і свиней (мал. 46.4). Застосовують гетерозисні гібриди і на птахофермах для отримання гібридів курей. Нещодавно було проведено цікаве дослідження гібридів собак. У його

процесі було встановлено, що гібридні породи собак живуть у середньому на 1,2 роки довше, ніж чисті породи.

### Переваги й недоліки використання ефекту гетерозису в сільському господарстві

Переваги	Недоліки
<ul style="list-style-type: none"> <li>• суттєве збільшення врожайності рослин порівняно з батьківськими формами</li> <li>• більша стійкість гібридних рослин до захворювань</li> <li>• утворення гібридними рослинами більшої кількості зеленої маси, яку можна використовувати у тваринництві</li> <li>• отримання гібридів тварин із більшими темпами росту</li> <li>• збільшення продуктивності гібридних тварин (м'ясної, молочної тощо)</li> <li>• більша стійкість гібридних тварин до захворювань і несприятливих умов існування</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• суттєве зниження ефекту гетерозису починаючи з другого покоління гібридів</li> <li>• потреба в утриманні і розведенні інбредних ліній для забезпечення прояву ефекту гетерозису і їх гібридів</li> <li>• неможливість передбачити ступінь прояву ефекту гетерозису і його напрям (підвищиться стійкість, темп росту чи врожайність), що потребує здійснення попередніх досліджень для розробки потрібної схеми схрещувань</li> </ul>



Різні сорти одного виду рослин або породи одного виду тварин можуть давати під час схрещувань різні ефекти гетерозису. В одних схрещуваннях гібриди будуть мати більші розміри, в інших — більшу стійкість до захворювань або високу врожайність. А в деяких випадках після схрещувань ефект гетерозису може не проявлятися.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Що таке гетерозис? 2. Які типи гетерозису було виявлено в рослин? 3. У яких галузях сільського господарства застосовується ефект гетерозису? 4. Яке пояснення явища гетерозису пропонують гіпотези домінування та наддомінування?

### Запитання та завдання

5\*. Часто можна почути про те, що бродячі собаки та коти мають більше шансів вижити у випадку генного інфекційного захворювання, ніж породисті тварини. Чи згодні ви з такою думкою? Обґрунтуйте свою точку зору. 6\*. Поясніть, які проблеми створює явище гетерозису у випадку його використання в сільському господарстві. 7\*. Однією з головних проблем використання ефекту гетерозису є практична неможливість передачі цього ефекту наступним поколінням. Запропонуйте та обґрунтуйте свій спосіб подолання цієї проблеми.

## 47

Гомологічні ряди спадкової мінливості.  
Походження культурних рослин

Коли людство почало переходити до сільського господарства й осілого способу життя? У яких регіонах і коли відбувався цей процес? Що таке спадковість? Що таке мінливість? Які типи мінливості існують? Від яких факторів залежить урожайність сільськогосподарських рослин?

### Явище гомологічних рядів спадкової мінливості

На початку ХХ століття М. І. Вавилов досліджував мінливість ознак у кількох родів злаків. Він звернув увагу на те, що у представників різних родів мінливість ознак відбувається схожим чином. Якщо в одному роді є карликові форми або форми з довгою остю, то ці ж варіанти можна буде виявити і в інших родах (мал 47.1). Таких ознак було багато, і вони утворювали цілі послідовності тотожних варіантів мінливості.

Власне, саме це явище на той час було вже відоме. Його, наприклад, описував у своїй роботі ще Ч. Дарвін, посилаючись на більш ранні дослідження інших учених. Але М. І. Вавилов уперше сформулював його у вигляді окремого закону гомологічних рядів мінливості і дав генетичне пояснення цьому явищу. Формулювання цього закону є таким: «Генетично близькі роди і види мають схожі ряди спадкової мінливості. Знаючи, які існують форми в одного виду, можна передбачити існування таких самих форм у інших, споріднених із ним, видів і родів».

Він уважав, що наявність таких рядів мінливості у споріднених родів є наслідком їх походження від спільного предка. Цей предок передав своїм нащадкам дуже схожі набори генів, кожний із яких може



Мал. 47.1. Гомологічні ряди спадкової мінливості у трьох видів злаків



змінюватися тільки в певних межах. Тому мінливість у споріднених систематичних груп є схожою. І чим більша спорідненість, тим більш схожі ряди мінливості.

Наявність такої закономірності М. І. Вавилов запропонував використовувати в практичній роботі селекціонерів. Знаючи, які варіанти трапляються в близьких родів, можна було цілеспрямовано шукати потрібні форми у виду, з яким проводилася селекційна робота.

Знання цього закону йому вдалося використати для аналізу процесів одомашнення культурних рослин і встановлення центрів їх походження.

### Одомашнення культурних рослин

**Одомашнення** — це процес змін популяцій рослин або тварин, завдяки якому вони стають пристосованими до утримання в неволі й використання їх людиною. Одомашнення відбувається з метою отримання від рослин і тварин продуктів харчування, промислової продукції (шкіра, волокно тощо) або в інших цілях (транспорт, охорона та ін.) (мал. 47.2). Більша частина видів була одомашнена в період від 2 до 12 тисяч років тому.

Одомашнення рослин людиною відбувалося незалежно в різних регіонах нашої планети. І всі ці регіони мали певні особливості. Крім сприятливих кліматичних умов, потрібна була ще наявність деяких видів рослин із досить великими плодами й достатня кількість населення та певні соціальні умови для можливості утворення осілих поселень. Наприклад, клімат певних регіонів Австралії є дуже сприятливим для вирощування зернових. Але всі австралійські види злаків мають дуже дрібне насіння. І вирощувати їх для отримання зерна немає сенсу. А от після привезення в цю країну зерна злаків із Європи ситуація змінилася, і Австралія стала одним зі світових лідерів із виробництва зерна.

Тому існувало лише кілька центрів походження рослин. Виявив ці центри видатний учений, генетик і селекціонер М. І. Вавилов.

### Центри походження культурних рослин

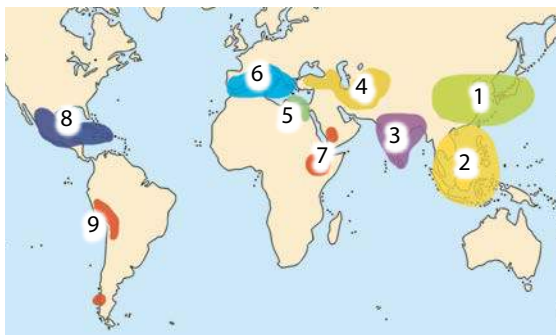
Найдавнішим центром походження культурних рослин вважають регіон «Родючого півмісяця», названого так за силует цього регіону



Мал. 47.2. Дика і одомашнена форми кукурудзи



Мал. 47.3. Силует «Родючого півмісяця» на карті



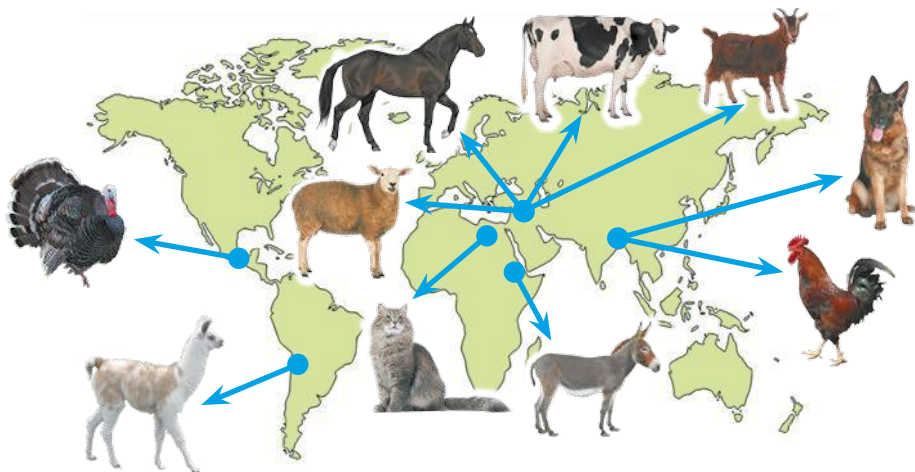
Мал. 47.4. Центри походження культурних рослин

відповідної форми на карті (мал. 47.3). Перехід до вирощування культурних рослин стався там приблизно 10–12 тисяч років тому. Усі інші центри походження рослин виникли пізніше.

#### Основні центри походження культурних рослин

№ з/п	Назва центру	Місце розташування (мал. 47.4)	Рослини, які походять із цього центру
1	Східноазійський	Китай	Просо, соя, мандарин, ліщина, волоський горіх
2	Індо-малайський	Малайський архіпелаг, Філіппіни, Індокитай	Банан, кокосова пальма, помаранча, чорний перець, рис
3	Індійський	Індія, Мьянма	Баклажан, лимон, манго, гречка, огірок
4	Середньоазійський	Частина Пакистану, Афганістан, Таджикистан, Узбекистан	Диня, цибуля городня, часник, конопля
5	Передньоазійський («Родючий півмісяць»)	Мала Азія, Іран, Єгипет	Пшениця, полба, жито, ячмінь, горох, слива, груша, фінікова пальма, льон, інжир
6	Середземноморський	Балкани, Греція, Італія	Оливкове дерево, виноград, гірчиця, капуста, морква, буряк, кріп
7	Ефіопський	Ефіопія, Судан, Еритрея	Сорго, кава, кавун, кола, кунжут
8	Центральноамериканський	Центральна Америка, Антільські острови	Кукурудза, какао, батат, соняшник, тютюн
9	Південноамериканський	Гірські області Колумбії, Еквадору, Перу, Болівії	Картопля, помідор, арахіс, ананас, гевея

Великого значення для розвитку цивілізацій у регіонах центрів походження культурних рослин набула кількість одомашнених видів. Чим більшу кількість видів було одомашнено, тим більш різноманітним і зба-



Мал. 47.5. Центри походження домашніх тварин

лансованим ставало харчування населення. Відповідно, кращим був стан здоров'я населення, а його чисельність збільшувалася великими темпами.

Слід відзначити, що з центрами походження культурних рослин збігаються і центри походження домашніх тварин (мал. 47.5). Хоча не в усіх центрах походження рослин відбувалося одомашнення тварин. Це було пов'язано з наявністю в регіоні одомашнення рослин тих видів тварин, яких можна було одомашнювати. Ці два процеси відбувалися паралельно і впливали один на одного. Наприклад, одомашнення великої рогатої худоби і коней на території Євразії дозволило створити систему обробки землі сохою або плугом, які могли тягти воли чи коні. В Америці таких тварин не було, і вирощування злаків там потребувало великих об'ємів ручної праці.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Про що йдеться в законі гомологічних рядів спадкової мінливості? 2. Чому мінливість у близьких за походженням родів дає багато схожих форм? 3. Коли відбувалося одомашнення рослин? 4. Де люди вперше одомашнили рослини? 5\*. Чому центри походження рослин розташовані тільки в певних регіонах?

### Запитання та завдання

6\*. Складіть перелік із 10 видів рослин, продукти з яких продаються в магазинах вашого регіону, і визначте, звідки походять ці рослини. 7\*. Які фактори могли сприяти тому, що найдавніший перехід до землеробства стався саме в регіоні «Родючого півмісяця»?

# 48 Генетична та клітинна інженерія в сучасній селекції



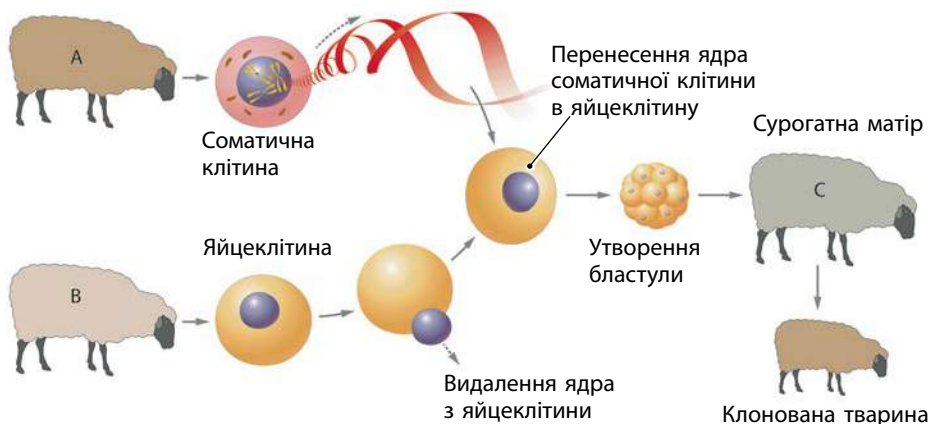
Які клітини називають стовбуровими? Чим стовбурові клітини відрізняються від звичайних клітин організму людини? Як віруси проникають у клітини живих організмів? Навіщо деякі віруси вбудовуються в ДНК клітини-хазяїна?

## Клітинна інженерія

**Клітинна інженерія** — це галузь біотехнології, яка розробляє й використовує технології культивування клітин і тканин поза організмом у штучних умовах. Окрім того, у межах клітинної інженерії розробляють і використовують технології гібридизації клітин.

Одним із напрямів клітинної інженерії є *клонування* тварин і рослин (мал. 48.1). Клонування рослин, наприклад, дозволяє дуже швидко розмножувати найбільш цінні особини рослин, які характеризуються високою врожайністю, підвищеною стійкістю до захворювань або іншими якостями. Часто клонування використовують для розмноження унікальних декоративних форм рослин.

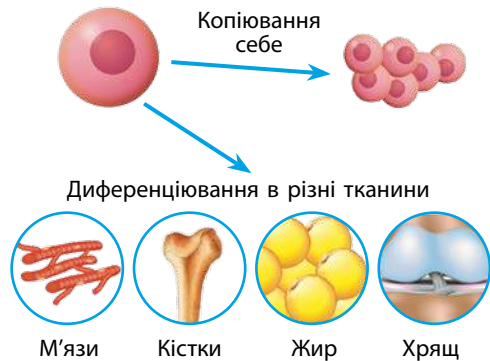
Одним із досягнень клітинної інженерії стала розробка методів використання *стовбурових клітин* у лікуванні людини (мал. 48.2). Здатність до необмеженого поділу і до перетворення на різні типи клітин (так зва-



Мал. 48.1. Технологія клонування тварин

на *плюрипотентність*) робить їх ідеальним матеріалом для трансплантаційних методів терапії. Найбільш доступними вважаються стовбурові клітини дорослого організму. Однак реальний потенціал їх диференціювання ще слабо вивчений. Надзвичайно привабливі для використання в медицині є ембріональні стовбурові клітини людини: з них можна отримувати будь-які типи клітин організму.

Потрапляючи в організм під час трансплантації, стовбурові клітини продовжують ділитися й самі знаходять місце, де їхня допомога найпотрібніша. Ця здатність стовбурових клітин отримала назву **хоумінг**.



**Мал. 48.2.** Перетворення стовбурових клітин на інші типи клітин організму

### Генетична інженерія

**Генетична (генна) інженерія** — це галузь біотехнології, яка розробляє й використовує технології виділення генів з організмів і окремих клітин, їх видозмінення й уведення в інші клітини або організми.

Суть генетичної інженерії полягає в штучному створенні генів із потрібними властивостями і введення їх у відповідну клітину. Перенесення гена здійснює вектор (рекомбінантна ДНК) — спеціальна молекула ДНК, сконструйована на основі ДНК вірусів або плазмід, яка містить потрібний ген і здатна транспортувати його до клітини та забезпечити його вбудування в її генетичний апарат. Генетична інженерія широко використовується як у наукових дослідженнях, так і в новітніх методах селекції.

Використання генної інженерії в галузі селекції стало причиною активних суперечок. Різні вчені та активісти громадських організацій наводили аргументи як «за», так і «проти» застосування цієї технології. Серед позитивних аргументів — підвищена врожайність, екологічні переваги, захист від шкідників. З іншого боку — невпевненість частини споживачів у безпечності нових технологій.

Теоретично, негативний вплив, наприклад, рослин, які отримані за допомогою технології генетичної інженерії, на інші організми можливий через наявність в організмі рослин біологічно активних речовин (інсектициди, фунгіциди та ін.). Вплив цих речовин може бути прямий або опосередкований через трофічні ланцюги. Однак до сьогодні достовірних експериментальних даних про негативний вплив таких організмів на нецільові види не отримано.

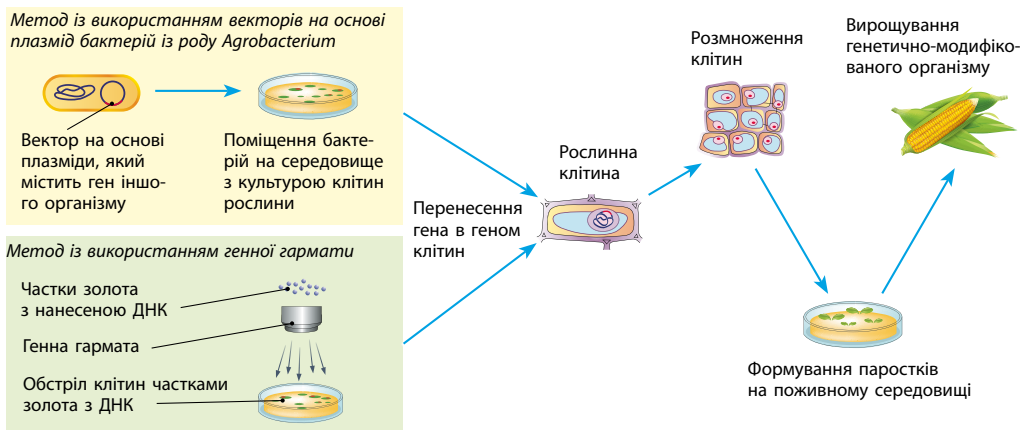
У Європі використовувати змінені за допомогою методів генної інженерії рослини сої та кукурудзи для виготовлення харчових продуктів дозволено з 1997 року, а харчові ферменти, добавки, одержані в результаті генної інженерії, використовують понад двадцять років. Проте в багатьох європейських країнах законодавчі акти з харчових продуктів містять вимоги щодо безпечності продуктів такого походження.

### Генетично модифіковані організми

**Генетично модифіковані організми (ГМО)** — це організми, генотип яких було змінено за допомогою методів генетичної інженерії з використанням технології рекомбінантних ДНК. Інша назва генетично модифікованих організмів — *трансгенні організми*. Для створення генетично модифікованих організмів часто використовують такі методи перенесення генів, як створення вектора на основі бактеріальної плазмиди та обстріл клітин із генної гармати (мал. 48.3).

Як ви вже знаєте, вектор є молекулою ДНК, яка здатна вбудовуватися в геном клітини і містить сторонній для цієї клітини ген. Такі вектори можна створювати на основі бактеріальних плазмід бактерії з роду *Agrobacterium*. Це зумовлено тим, що такі бактерії в природних умовах виробили здатність активно здійснювати горизонтальне перенесення генів між своїми клітинами і клітинами рослини, на якій вони паразитують (мал. 48.4). Якщо помістити в одну культуру бактерії та клітини рослин, то вектори на основі бактеріальних плазмід перенесуть ген у геном клітин рослини.

Генна гармата використовує для внесення в геном клітин дуже дрібні частки важких металів (золота, срібла, вольфраму), на яких



Мал. 48.3. Технології створення генетично модифікованих організмів

наноситься ДНК. Ці частки вистрілюють по культурі клітин за допомогою стисненого повітря. Частина клітин у цьому випадку гине, але частина залишається живою й отримує чужий ген.

### Використання ГМО

Такі організми можуть мати велике значення для підвищення ефективності сільського господарства та під час досліджень у галузі молекулярної біології. Перші генетично модифіковані організми, які одержали за допомогою методів молекулярної біології, з'явилися у світі лише у 80-х роках ХХ століття.

Зараз у різних галузях господарства широко використовуються генетично модифіковані організми, які належать до мікроорганізмів, тварин і рослин. Мікроорганізми використовують для синтезу людських білків (інсуліну, гормону росту тощо), які застосовують у медицині. Прикладом генетично модифікованих тварин є лосось (вбудований у геном ген забезпечив високу швидкість росту риби) та кози (новий ген забезпечує вироблення її молочними залозами молока з цінними для здоров'я речовинами). Генетично модифіковані рослини (соя, кукурудза тощо) мають підвищену стійкість до дії шкідників, захворювань і несприятливих погодних умов.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Що таке клітинна інженерія і які проблеми вона вирішує? 2. Як технології клітинної інженерії використовують у сучасній селекції? 3. Де застосовують генетичну інженерію? 4. Що таке генетично модифіковані організми? 5\*. Чому використання методів генетичної інженерії для вирощування сільськогосподарських культур стало причиною дискусій наукової спільноти й громадськості?

### Запитання та завдання

6\*. Які недоліки має технологія використання стовбурових клітин? 7\*. Наведіть приклади природних процесів, які є аналогами генетичної модифікації організмів у лабораторних умовах. Поясніть значення таких процесів у природі. 8\*. Які екологічні проблеми сучасного людства можна вирішити (хоча б частково) за допомогою методів генної інженерії?



Мал. 48.4. Рослина, уражена бактеріями з роду *Agrobacterium*

## 49

## Генетична інженерія людини. Біоетичні проблеми



*Що таке спадкові захворювання? Які спадкові захворювання людини вам відомі? Чи можна їх лікувати? Як можна попередити народження дитини зі спадковим захворюванням? Що таке соматичні клітини? Що таке вектор? Чим генні мутації відрізняються від хромосомних і геномних мутацій?*

### Використання технологій генетичної інженерії людини

Генетична (генна) інженерія надзвичайно широко використовується в сучасній біології та медицині. У наукових дослідженнях генетична інженерія дозволяє цілеспрямовано «вимикати» або «вмикати» потрібні гени. Це допомагає досліджувати їхні функції.

Активно використовують технології генетичної інженерії для діагностики захворювань. Діагностувати таким чином можна інфекційні, спадкові захворювання, а також різні форми раку. Ця діагностика ґрунтується на розпізнаванні специфічних ділянок нуклеїнових кислот — ДНК або РНК. Такий метод має дуже велику чутливість і високу надійність. Наприклад, для визначення конкретного збудника ангіни традиційними методами потрібно кілька днів, бо культуру бактерій спочатку треба вирощувати і лише потім визначати. А за допомогою аналізу ДНК збудника можна визначити в день взяття зразків.

### Генна терапія

Логічним розвитком технологій генетичної інженерії людини було створення нового напрямку в медицині — генної терапії. **Генна терапія** є сукупністю технологій, яка забезпечує внесення змін у генетичний апарат соматичних клітин людини. Головне її призначення — лікування спадкових захворювань і захворювань, які пов'язані з порушенням регуляції роботи генів (наприклад, онкологічних). У цій галузі постійно виникають нові напрями досліджень, а їхня загальна кількість щороку збільшується (мал. 49.1).

Основна ідея, покладена в основу технологій генної терапії, — заміна дефектного гена в клітинах на нормальний. Існує два основні методи, які використовують для цього. Перший — уведення гена до потрібних клітин прямо в організмі за допомогою вектора. Другий — уведення





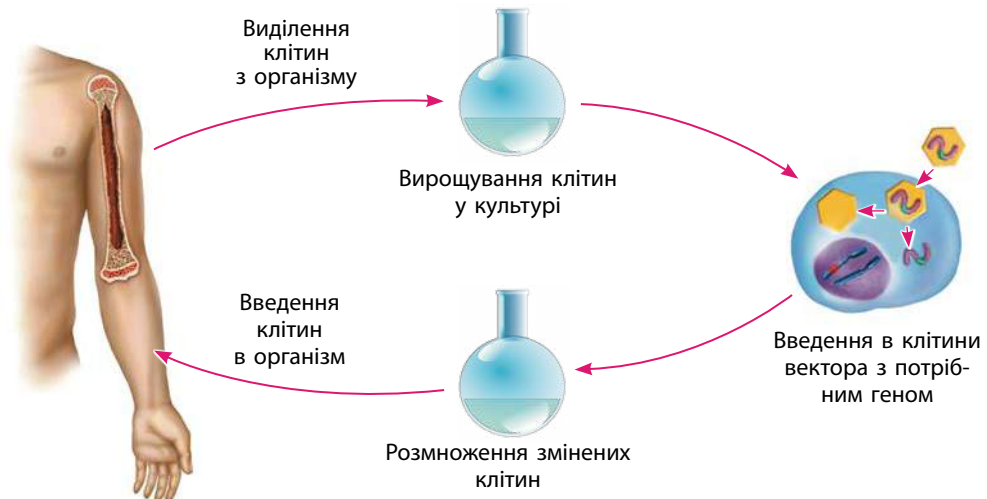
Мал. 49.1. Основні напрями досліджень і їхня частка в галузі генної терапії (2015 рік)

гена в клітині, які попередньо виділяють з організму, а потім знову вводять назад (мал. 49.2).

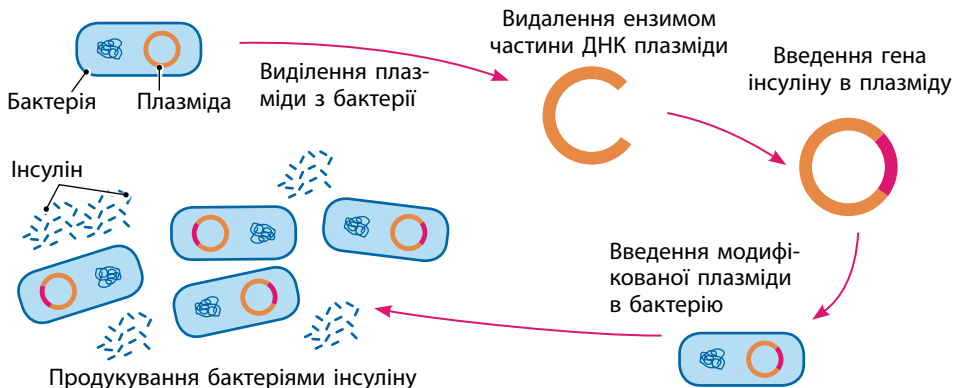
Генна терапія вже має приклади успішного застосування, але поки що всі ці дослідження експериментальні (тільки на добровольцях). Адже технологія є складною й потребує докладного вивчення можливих ризиків і негативних наслідків.

### Технологія CRISPR

Одним із найновіших методів генної терапії стала технологія CRISPR (*Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*). Цю систему відкрили у 2012 році. Її використовують бактерії для захисту від вірусів бактеріофагів. Принцип роботи цієї системи такий. Бактерія вбудовує у свою ДНК невеличкий шматочок ДНК вірусу і створює складний



Мал. 49.2. Схема здійснення генної терапії



**Мал. 49.3.** Схема виробництва інсуліну

білковий комплекс, який містить цю послідовність. За допомогою такої маркерної послідовності білковий комплекс легко ідентифікує ДНК вірусу, який може проникнути в клітину, і знешкоджує її.

Головна перевага такої системи — здатність до ідентифікації дуже маленької ділянки ДНК. Тому створені на основі цієї технології методи генної терапії мають можливість знайти в геномі клітини конкретну ділянку певного гена і вирізати її або замінити на іншу. Система CRISPR стала дуже точним інструментом, що може працювати як з окремими генами, так і з їх ділянками.

Протягом останніх років було надруковано кілька статей про вдале використання цього методу. Так, науковцям із США вдалося успішно виправити дефектний ген на стадії одноклітинних ембріонів людини. Це вдалося зробити у 42 ембріонів із 58.

### *Виготовлення лікарських препаратів*

Ще одним напрямком використання технологій генетичної інженерії стало виробництво лікарських препаратів для терапевтичного лікування. Деякі із сучасних препаратів просто неможливо отримати в інший спосіб. Використовують такі ліки вже досить давно. З 1982 року розпочалося масове застосування інсуліну, виробленого генетично модифікованою бактерією (мал. 49.3). Ген людського інсуліну згадуваній бактерії дістався штучно. До цього в лікуванні діабету використовували інсулін свиней і телят, який часто спричиняв ускладнення й алергічні реакції.

Крім інсуліну, за допомогою генетично модифікованих організмів виробляють гормон росту, інтерферон, препарати для лікування інфаркту міокарда, муковісцидозу, низки форм раку та інших захворювань.

## Біоетичні проблеми сучасної медицини

Сучасні біотехнології широко використовуються в медицині. Завдяки їм стала можливою трансплантація тканин і органів, отримання стовбурових клітин, лікування великої кількості захворювань, які ще донедавна вважалися невиліковними. Але всі ці напрями роботи сучасної медицини роблять актуальною проблему біоетики — моральних аспектів застосування цих технологій.

Основними проблемами біоетики на сьогодні є:

- взяття матеріалу для трансплантації органів і тканин;
- використання людських ембріонів у дослідженнях;
- використання людських ембріонів як джерела стовбурових клітин;
- втручання в генетичний апарат ще ненароджених дітей;
- клонування людини;
- сурогатне материнство.

Основні принципи біоетики, яких бажано дотримуватися для недопущення етичних проблем, запропонували американські вчені Т. Л. Бічамп і Дж. Ф. Чілдрес (1985 р.). Принципи біоетики:

- принцип автономії (індивід має право розпоряджатися своїм здоров'ям);
- принцип «не зашкодь» (вимагає мінімізації шкоди за медичного втручання);
- принцип блага (лікар зобов'язаний вчиняти дії, спрямовані на покращення стану пацієнта);
- принцип справедливості (вимагає рівного ставлення до всіх пацієнтів і рівного доступу до ресурсів для медичної допомоги).

## Отже, тепер ви знаєте



1. Для чого використовують технології генетичної інженерії людини? 2. Як за допомогою генетично модифікованих бактерій отримують людський інсулін? 3. Що таке генна терапія? 4. Які біоетичні проблеми спричинили сучасні технології? 5\*. На прикладі однієї з наведених проблем біоетики поясніть, які моральні питання пов'язані з використанням нових технологій у біології та медицині.

## Запитання та завдання

6. Чому розвиток сучасної медицини став причиною загострення питання біоетики? 7\*. До яких наслідків у галузі медицини може призвести заборона використання препаратів, створених за участі генетично модифікованих організмів? 8\*. Виберіть одне з невиліковних поки що захворювань та поясніть, які принципи новітніх біотехнологій можуть бути використані в процесі пошуку способів лікування цього захворювання.

# 50 Сучасна біотехнологія

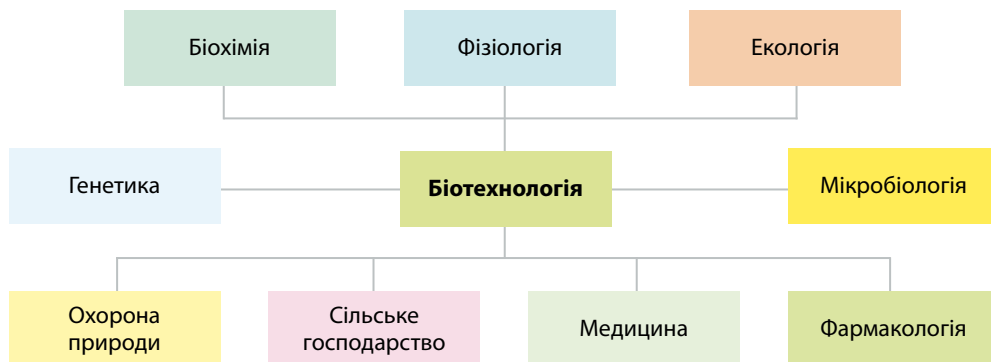


*У яких давніх процесах виробництва продуктів харчування задіяні мікроорганізми? До яких систематичних груп ці організми належать? Які потрібні продукти людина отримує за допомогою живих організмів?*

## Біотехнологія та її напрями

Біотехнологія — це сукупність промислових методів, які застосовують для виробництва різних речовин із використанням живих організмів, біологічних процесів чи явищ. Сам термін «біотехнологія» з'явився в 70-х роках ХХ століття. Але насправді біотехнологічні принципи людина розробила вже давно. Низка продуктів харчування вироблялися за допомогою мікроорганізмів ще в Давньому Єгипті. Біотехнологія тісно пов'язана з іншими науками. Вона розвивається на основі досягнень багатьох наукових галузей і сама сприяє їхньому розвитку (мал. 50.1).

Сучасні біотехнології широко використовують у різних галузях: медицині, виробництві різноманітних харчових і нехарчових продуктів, для захисту навколишнього середовища і в межах концепції раціонального природокористування тощо (мал. 50.2).



Мал. 50.1. Зв'язок біотехнології з іншими галузями



Мал. 50.2. Галузі застосування біотехнології

Традиційні галузі застосування мікроорганізмів наразі розширюються. За допомогою мікроорганізмів отримують лікарські препарати (наприклад, гормональні препарати, засоби для лікування інфарктів та спадкових захворювань тощо). Уся лимонна кислота, яка продається в наших магазинах, вироблена мікроорганізмами. Таким самим способом одержують і натрій глютамат, який є підсилювачем смаку й широко застосовується як харчова добавка.

Живі організми використовують і як засоби боротьби зі шкідниками та хворобами рослин. Використання природних збудників захворювань шкідників є набагато безпечнішим, ніж обробка отрутохімікатами. Хоча цей метод має свої недоліки — повільну дію, наприклад. І ще одна новітня галузь — виробництво ферментів для побутової хімії. Щоразу, коли ви купуєте, скажімо, пральний порошок із ферментами, ви користуєтеся продуктами біотехнології.

Біотехнології також активно використовуються в галузі захисту навколишнього середовища. Значна частина сучасних систем очищення води має у своєму складі комплекси біологічного очищення, у яких знешкодження шкідливих речовин здійснюють мікроорганізми. Часто з цією метою використовують і вищу водну рослинність (технологія біоплато). Висадження лісових насаджень є одним зі способів вилучення з атмосфери вуглекислого газу, що може зменшити темпи глобального потепління.



**Мал. 50.3.** Схема штучного інтракорпорального запліднення

Вона базується на використанні найновіших розробок з ендокринології, хірургії, генетичної інженерії та інших галузей.

Гарно відпрацьованими і популярними технологіями репродуктивної медицини є технології штучного запліднення — *екстракорпоральне* (поза організмом жінки) та *інтракорпоральне* (в організмі жінки) запліднення (мал. 50.3). Для цього довелося вирішити велику кількість проблем, у тому числі проблеми отримання статевих клітин людини, оцінки їхнього стану, тривалого зберігання та виправлення наявних генетичних дефектів (за потреби).

**Трансплантація** — це пересадка реципієнту органа або тканини, які були взяті з організму донора. Пересаджувані органи й тканини називають *трансплантатами*. Для трансплантації можуть використовуватися як органи свого організму (наприклад, шкіра), так і органи та тканини інших людей або навіть деяких тварин.

Основною проблемою трансплантації є подолання імунного бар'єру. Будь-які чужі органи й тканини імунна система організму розпізнає й починає атакувати, намагаючись знищити чужорідні клітини. Це стає причиною загибелі й відторгнення трансплантатів. Для попередження цього процесу лікарям доводиться пригнічувати в пацієнта роботу імунної системи за допомогою спеціальних препаратів. Але зворотним ефектом такого пригнічення є збільшення ризику розвитку інфекційних та онкологічних захворювань.

Для уникнення проблеми імунного бар'єру потенційно найкращою технологією трансплантації може стати створення нових органів із використанням стовбурових клітин самого пацієнта шляхом 3D-друку.

## Досягнення біотехнології в медицині

Біотехнологічні методи широко використовуються в таких галузях медицини, як репродуктивна медицина і трансплантологія. **Репродуктивна медицина** займається профілактикою, діагностикою та лікуванням безпліддя в людини. Ця проблема стала актуальною у зв'язку зі збільшенням кількості випадків безпліддя через постійний вплив на популяції антропогенних факторів, насамперед фізичного, хімічного і біологічного забруднення сере-

## Успіхи у створенні генетично модифікованих організмів

Генетично модифіковані організми стали успішною основою багатьох проєктів, пов'язаних із вирішенням продовольчих та медичних проблем. Першим великим успіхом було створення генетично модифікованих бактерій, які виробляли людський інсулін. До цього хворим на діабет доводилося робити ін'єкції інсуліну, який добували з підшлункових залоз свиней і телят. А він досить часто міг давати алергічні реакції.



Мал. 50.4. «Золотий рис»

Значним досягненням стало створення генетично модифікованого сорту рису, відомого, як «золотий рис» (мал. 50.4). Завдяки генам із нарцису та бактерії ервінії цей рис отримав здатність виробляти бета-каротин і став чудовим джерелом вітаміну А. Щороку у світі через дефіцит цього вітаміну в продуктах харчування помирає від 1 до 2 млн людей. Свою назву цей сорт рису отримав завдяки золотистому кольору свого насіння.

Генетично модифіковані тварини використовуються не менш активно, ніж рослини. Так, у 2009 році було схвалено застосування ліків, які виробляються з молока генетично модифікованих кіз. До складу молока цих кіз входить речовина, яка є антикоагулянтом і знижує ризик утворення тромбів під час та після хірургічних операцій.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Що таке біотехнологія? 2. Для чого потрібна біотехнологія? 3. У яких галузях медицини широко застосовують біотехнологічні методи? 4. Навіщо потрібні репродуктивна медицина та трансплантація? 5\*. Чому трансплантація органів може становити небезпеку для самого пацієнта?

### Запитання та завдання

6\*. Які переваги і недоліки мають методи біотехнології у випадку їх застосування для охорони довкілля, зокрема для очищення стічних вод? 7\*. Чому застосування мікроорганізмів для синтезу органічних речовин часто є вигіднішим, ніж хімічний синтез? 8\*. Які переваги дає прийом ліків у складі молока генетично модифікованих кіз порівняно з традиційними способами їх використання?

## 51

Біологічна небезпека  
та біологічний захист

*Які небезпечні тварини і рослини трапляються у вашому регіоні? Чому вони є небезпечними для людини? Які захворювання людини може отримувати від тварин? Як збудники цих захворювань потрапляють в організм людини? Які багатоклітинні тварини можуть бути збудниками захворювань людини?*

**Біологічна небезпека**

На жаль, взаємодія живих організмів із людиною може давати не тільки позитивний ефект. Тому було запропоновано поняття **біологічної небезпеки** — негативної дії біологічних об'єктів, яка створює небезпеку в медико-соціальной, технологічній, сільськогосподарській або комунальній сферах (мал. 51.1).

Джерелом біологічної небезпеки можуть бути представники будь-якої групи живих організмів (мал. 51.2). Передовсім це, звичайно, хвороботворні *мікроорганізми* — віруси, бактерії, паразитичні гриби та одноклітинні еукаріоти. Вони можуть бути причиною виникнення епідемій і, можливо, загибелі великої кількості людей. Слід зазначити, що значну біологічну небезпеку можуть створювати і непатогенні мікроорганізми. Наприклад, клостридії, які виробляють ботулотоксин, не є паразитами. Вони живляться мертвою органікою, а отруту виділяють для того, щоб їм конкуренти не заважали її їсти. Але консерви також є мертвою органікою, бактерії можуть поселитися в них і виробляти ботулотоксин, який і стає причиною ботулізму.

Біологічна небезпека може виникати і як побічний ефект життєдіяльності мікроорганізмів, із якими людина навіть не конкурує. Так, «цвітіння» води в результаті масового розмноження мікроскопічних водоростей негативно впливає на здоров'я людей, які перебувають у такий момент біля водойми. Причиною цього є не лише токсичні речовини, які виділяють водорості, але й продукти розпаду тіл організмів, що загинули внаслідок «цвітіння» води.



Біологічна небезпека

**Мал. 51.1.** Офіційний знак біологічної небезпеки





Мал. 51.2. Організми, які можуть бути джерелом біологічної небезпеки

### Джерела біологічної небезпеки

Групи організмів	Представники
Організми, які можуть нанести фізичні пошкодження	Хижі тварини (тигри, акули, ведмеді), травоядні тварини великих розмірів (корови, коні, слони), тварини з механічними засобами захисту (дикобрази, їжаки) тощо
Збудники захворювань	Віруси (ВІЛ, вірус сказу), бактерії (паличка Коха, бліда трепонема, холерний вібріон), еукаріоти (малярійний плазмодій, ехінокок, бичачий ціп'як)
Переносники захворювань	Комарі, кліщі, москіти, молюски, собаки, коти, кажани тощо
Виробники токсинів	Отруйні членистоногі (каракурт, шершень) та інші представники безхребетних (медузи, молюски) (мал. 51.3), отруйні хребетні (гадюка, скат-хвостокол), отруйні рослини (дурман, цикута), отруйні гриби (бліда поганка, мухомор смердючий), деякі мікроорганізми тощо
Організми, побічні продукти діяльності яких можуть бути небезпечними	Продукти алергенів (тополя, полин, пилові кліщі, домашні тварини), організми, які є причиною «цвітіння» води (динофітові, діатомові та зелені водорості, ціанобактерії) тощо



Мал. 51.3. Біологічна небезпека молюсків може бути пов'язана як із їхньою здатністю виробляти отруту, так і зі здатністю інколи накопичувати токсини (наприклад, у цілком їстівних молюсків-фільтраторів)

## Біологічний тероризм

Біологічний тероризм є різновидом тероризму, за якого проти населення застосовується біологічна зброя. Зазвичай як біологічну зброю використовуються збудників небезпечних інфекцій або токсини, які були ними вироблені.

Біотероризм може здійснювати напад або безпосередньо на населення (використовуючи збудників таких захворювань, як сибірська виразка, чума, віспа тощо), або на економіку певного регіону. В останньому випадку використовуються не збудники захворювань людини, а організми, які уражають сільськогосподарських тварин або культурні рослини. Такий варіант діє повільніше, але є більш безпечним для самих терористів.

Протягом останніх років було здійснено кілька терористичних атак із використанням біологічної зброї:

1972 рік — США, Чикаго. Спроба зараження міської системи водозабезпечення збудниками черевного тифу. Терористи арештовані до початку теракту, постраждалих немає.

1984 рік — США, Орегон. Зараження сальмонелами приміщень барів, ресторанів і магазинів. Захворіла 751 людина. Загиблих не було.

1993 рік — Японія, Токіо. Спроба зараження місць скупчення людей збудниками сибірської виразки. Постраждалих немає.

2001 рік — США. Розсилання листів зі збудниками сибірської виразки. Загинуло 5 осіб.

## Біологічний захист та біологічна безпека

Для запобігання негативним наслідкам біологічної небезпеки та біологічного тероризму створюють системи біологічного захисту. **Біо-**



Мал. 51.4. Карантин і вакцинація — важливі складові системи біологічного захисту

**логічний захист** — це система комплексних заходів, спрямована на своєчасне виявлення біологічної небезпеки та забезпечення захисту від неї населення на відповідних територіях (мал. 51.4).

Біологічний захист передбачає здійснення адміністративно-господарських, режимно-обмежувальних і спеціальних протиепідемічних і медичних заходів.

У більшості країн сучасні системи охорони здоров'я створюють достатньо надійні комплекси біологічного захисту. Системи спостережень за поширенням небезпечних інфекцій дозволяють вчасно виявляти випадки захворювань і обмежувати їх поширення. А оповіщення через засоби масової інформації сприяє правильним діям населення в умовах небезпеки.

Залежно від виду біологічної небезпеки, дії для зменшення її впливу на людей будуть різні. Так, поширення респіраторних інфекцій вимагає широкого застосування респіраторів або інших засобів захисту дихальних шляхів. А інфекції, які потрапляють в організм із їжею, потребують контролю продуктів харчування та дотримання правил особистої гігієни.

Обов'язковим компонентом біологічного захисту населення є систематична та вчасна вакцинація населення. Саме масова вакцинація перешкоджає поширенню інфекцій. Тому вчасне проведення щеплень є дуже важливим для збереження життя і здоров'я населення.

Ще одним важливим поняттям є поняття біологічної безпеки. **Біологічною безпекою** називають такий стан середовища життєдіяльності людини, за якого відсутній будь-який шкідливий вплив факторів цього середовища на саму людину та її майбутніх нащадків. У такому середовищі також відсутній негативний вплив на біологічні об'єкти природного (організми природних екосистем) і штучного (домашні тварини, культурні рослини) середовища.

### Отже, тепер ви знаєте



1. Що таке біологічна небезпека, безпека, біологічний тероризм? 2. Збудники яких захворювань можуть використовуватися з метою біологічного тероризму? 3. Навіщо потрібен біологічний захист? 4. Які компоненти біологічного захисту існують у системі охорони здоров'я нашої країни? 5\*. Чому зниження рівня вакцинації населення суттєво збільшує біологічну небезпеку для регіону чи країни, де це відбувається?

### Запитання та завдання

6\*. Запропонуйте спосіб оцінювання ступеня небезпеки від різних тварин або рослин. Обґрунтуйте свій варіант відповіді.

# Основні положення теми «Застосування»

## Основні завдання селекції

- виведення сортів рослин із високою врожайністю
- виведення порід тварин із високою продуктивністю
- виведення стійких до захворювань та дії несприятливих факторів форм рослин і тварин
- забезпечення адаптації сортів і порід до умов сучасного сільськогосподарського виробництва
- зниження витрат на вирощування рослин і тварин

## Методи селекції

- масовий відбір
- індивідуальний добір
- створення чистих ліній
- гібридизація
- віддалена гібридизація
- споріднене схрещування (інбридинг)
- неспоріднене схрещування (аутбридинг)
- метод швидкого мікроклонального розмноження
- отримання гібридом
- генетична модифікація організмів
- клонування

## Центри походження культурних рослин

Назва центру	Рослини, які походять із цього центру
Східноазійський	Просо, соя, мандарин, ліщина, волоський горіх
Індо-малайський	Банан, кокосова пальма, помаранча, чорний перець, рис
Індійський	Баклажан, лимон, манго, гречка, огірок
Середньоазійський	Диня, цибуля городня, часник, конопля
Передньоазійський («Родючий півмісяць»)	Пшениця, полба, жито, ячмінь, горох, слива, груша, фінікова пальма, льон, інжир
Середземноморський	Оливкове дерево, виноград, гірчиця, капуста, морква, буряк, кріп
Ефіопський	Сорго, кава, кавун, кола, кунжут
Центральноамериканський	Кукурудза, какао, батат, соняшник, тютюн
Південноамериканський	Картопля, помідор, арахіс, ананас, гевея

## Галузі застосування сучасної біотехнології

- виробництво харчових продуктів
- виробництво лікарських препаратів
- виробництво засобів побутової хімії
- боротьба зі шкідниками та хворобами рослин
- селекція
- репродуктивна медицина
- трансплантологія
- генна терапія
- наукові дослідження

## Завдання до теми

### Завдання для індивідуальної роботи


1. Обґрунтуйте власну позицію щодо дотримання біоетики в біологічних та біомедичних дослідженнях.
2. Сучасна біологічна зброя часто діє не на людину, а на домашніх тварин або культурні рослини. Які проблеми виникають для населення у випадку такого застосування біологічної зброї?
3. На конкретних прикладах розкрийте внесок вітчизняних науковців у розвиток селекції, біотехнології і медицини.
4. Поясніть, які основні проблеми потрібно розв'язати, щоб масово впровадити технології 3D-друку органів людини.

### Завдання для роботи в групах

5. Проаналізуйте перспективи різних напрямів селекції рослин (злакові, плодові, технічні культури, бобові) та зробіть презентацію на основі власного бачення цієї проблеми.
6. Проаналізуйте перспективи напрямів селекції різних домашніх тварин (корів, овець, коней, кіз, собак, кішок тощо) та зробіть презентацію на основі власного бачення цієї проблеми.

## Теми навчальних проєктів

1. Клонування організмів.
2. Нанотехнології в біології.
3. Трансгенні організми: за і проти.
4. Чужі гени в геномі людини.

 Перевірте свої знання з теми «Застосування результатів біологічних досліджень у медицині, селекції та біотехнології».



## 52 Біологія та глобальні проблеми людства



*Які науки входять до складу біології? Які методи дослідження використовує біологія? Які проблеми вивчає екологія? Чому в сучасному світі екологічні проблеми є дуже актуальними? Чому екологічні проблеми, пов'язані з виробництвом та експлуатацією автотранспорту, є глобальними?*

### Глобальні проблеми сучасності

Сучасне суспільство вимушене вирішувати різноманітні проблеми. Але частина цих проблем стала глобальною й охоплює всю планету. Це, наприклад, нестача продуктів харчування, порушення людиною екосистем, забруднення середовища продуктами діяльності та зміна клімату.

На жаль, не можна об'єктивно оцінити, як ці проблеми впливають на розвиток людини. І не для всіх проблем можна знайти надійний алгоритм вирішення. Але в багатьох випадках на допомогу людині може прийти біологія. Живі організми існують на нашій планеті вже кілька мільярдів років, і весь цей час вони шукають шляхи розв'язання величезної кількості питань. Жива природа має гарний потенціал, який можна використати для вирішення проблемних моментів.

Уже зараз живі організми відіграють свою важливу роль для очищення стічних вод та відновного джерела енергії шляхом вироблення біогазу мікроорганізмами (мал. 52.1).

### Продовольча проблема

Проблема нестачі продуктів харчування стосується насамперед людини і не дуже тісно пов'язана з існуванням біосфери. Але слід ураховувати, що ресурси для отримання продуктів харчування людство бере з біосфери. На планеті вже практично не залишилося вільних місць, придатних для збільшення площ сільськогосподарського виробництва. Тому далі не можна збільшувати виробництво продовольства шляхом розширення сільськогосподарських угідь. Крім того, ще одним важливим



**Мал. 52.1.** Промислові комплекси для біологічного очищення стічних вод та добування біогазу

завданням, яке пов'язано з продовольчою проблемою, є забезпечення повноцінного харчування, тобто продукти харчування кожної людини повинні бути різноманітними і містити всі необхідні їй речовини.

Біологія вже один раз розв'язувала таку задачу. У середині ХХ століття «зелена революція» дозволила зняти актуальність загрози голоду за допомогою значного підвищення врожайності культурних рослин. Це вдалося зробити, використовуючи методи класичної селекції та хімізації сільського господарства. Нині різке збільшення продуктивності культурних рослин можливе за умови запровадження технологій молекулярної біології, зокрема створення генетично модифікованих організмів.

### *Порушення екосистем*

Ріст населення і збільшення промислового виробництва — чи не головні чинники посилення тиску людини на природні екосистеми. Наслідком такого тиску стало вимирання багатьох видів організмів, порушення трофічних зв'язків в екосистемах і підвищений рівень ризику руйнації та зникнення окремих екосистем (мал. 52.2).



**Мал. 52.2.** Порушення лісових та морських екосистем у результаті діяльності людини



Мал. 52.3. Джерела забруднення середовища

Можливим варіантом вирішення цієї проблеми є впровадження раціонального природокористування та розширення мережі природоохоронних територій. Такі території стануть місцем збереження біорізноманіття і джерелом відновлення природних екосистем у випадку здійснення відновних заходів на територіях, які можуть бути вилучені з експлуатації. Подібні варіанти вирішення проблеми порушення екосистем оптимально вписуються у програму реалізації Концепції сталого розвитку.

### Забруднення середовища

Ще одним наслідком інтенсивного розвитку промисловості стало різке збільшення забрудненості середовища продуктами людської діяльності. Це відходи виробництва, сміття, результати аварій та катастроф (мал. 52.3).

На сьогодні значна частина цих продуктів не переробляється або переробляється живими організмами дуже повільно. Але перспективи розвитку методів молекулярної біології і генної інженерії дають надію на те, що стане можливим створення організмів, які змогли б швидко й ефективно переробити це сміття.



Особливістю процесу зміни клімату є те, що він відбувається з прискоренням. Підвищення температури стає причиною танення льодовиків. Відповідно, менша площа льодовиків відбиває в космос менше сонячних променів. Ці промені нагрівають поверхню ґрунту і ще більше підвищують її температуру. Тому ті льодовики, які ще залишилися, тануть швидше. І цей процес прискорюється.

### Зміни клімату

Ще одна велика проблема сучасного людства — зміна клімату. І хоча зрозуміло, що людина зробила свій внесок у цей процес, але конкретна величина цього внеску все ще активно обговорюється.





Мал. 52.4. Наслідки глобальних змін клімату

Наслідками змін клімату стало масове танення льодовиків, вік яких становить від сотень тисяч до кількох мільйонів років. Це, у свою чергу, спричинює цілу низку суттєвих екологічних змін. Танення льодовиків насичує океан великою кількістю води. Відповідно, рівень океанів підіймається, а прибережні території затоплюються. А в потенційній зоні затоплення розташовано багато великих міст і ще більша кількість малих поселень. Результатом підйому рівня океану буде вимушене переселення сотень мільйонів людей і втрата частини сільськогосподарських територій.

Від зміни клімату також сильно постраждали деякі внутрішні водойми (наприклад, Аральське море), які пересихають через дефіцит вологи (мал. 52.4), що, як результат, впливає на навколишні сільськогосподарські угіддя і стає причиною деградації ґрунтів на велетенських площах.

Для вирішення цієї проблеми основним завданням залишається утилізація надлишкових кількостей парникових газів, передовсім вуглекислого газу і метану. Зараз науковці здійснюють активні пошуки організмів, які могли б це робити з високою ефективністю.

### *Отже, тепер ви знаєте*



1. Які глобальні проблеми постали нині перед людством?
2. Яка роль людини у виникненні цих проблем?
3. Як біологія може допомогти у вирішенні продовольчої проблеми?
- 4\*. Що може зробити людство для зменшення негативних наслідків своєї діяльності для різних екосистем на планеті?

### *Запитання та завдання*

5. Які шляхи переробки відходів є найбільш перспективними? Обґрунтуйте свою точку зору.
- 6\*. Як потепління клімату вплине на життя людей у тропічному регіоні?

## Практична робота 1

- Тема.** Визначення ознак адаптованості різних організмів до середовища існування.
- Мета:** удосконалити вміння розпізнавати ознаки адаптованості організмів до середовища існування.
- Обладнання та матеріали:** малюнки та фотографії організмів із різних середовищ існування.

### Хід роботи

1. Розгляньте малюнки та фотографії організмів і визначте, у якому середовищі живе кожний із них. Заповніть таблицю:

Характеристика	Зображення організмів			
	1	2	3	4
Назва організму				
Середовище існування				
Морфологічні адаптації				
Фізіолого-біохімічні адаптації				
Поведінкові адаптації				

2. Підбийте підсумок роботи.

## Практична робота 2

- Тема.** Розробка рекомендацій щодо профілактики захворювань.
- Мета:** закріпити знання про основні заходи профілактики інфекційних захворювань.
- Обладнання і матеріали:** додаткові матеріали щодо інфекційних захворювань та основних заходів профілактики для них, підручник, робочий зошит.

### *Хід роботи*

1. Виберіть захворювання, для профілактики якого розроблятимете рекомендації.
2. За наданими матеріалами ознайомтеся з особливостями біології збудника, способами зараження та основними шляхами поширення інфекції.
3. Визначте, на яких етапах життєвого циклу збудника можна найбільш ефективно запобігти поширенню інфекції.
4. Враховуючи отриману інформацію, складіть рекомендації щодо найбільш ефективних заходів профілактики цього захворювання.
5. Підбийте підсумок роботи.

## *Практична робота 3*

**Тема.** Оцінка екологічного стану свого регіону.

**Мета:** закріпити знання про способи оцінювання екологічного стану, докладно ознайомитися з екологічною ситуацією у своєму регіоні.

**Обладнання і матеріали:** додаткові матеріали щодо способів оцінювання екологічного стану та інформація про екологічний стан свого регіону, підручник, робочий зошит.

### *Хід роботи*

1. Ознайомтеся із географічними характеристиками свого регіону та особливостями екосистем, які в ньому розташовані.
2. За наданими матеріалами ознайомтеся з інформацією про найбільш актуальні екологічні проблеми регіону та їхнім значенням для різних частин регіону.
3. Визначте, які з проблем створюють найбільшу загрозу для екосистем і населення регіону.
4. Враховуючи отриману інформацію, оцініть стан регіону з позиції екології.
5. Підбийте підсумок роботи.

# Алфавітний покажчик

CRISPR 185

**А**біогенні чинники 94  
Австралопітек 17  
Агроценози 102  
Адаптації 4  
Адаптивна радіація 14  
Адаптивний потенціал виду 18  
Акліматизація 148  
Ален Дж. 10  
Аменсалізм 42  
Антропогенні чинники 96  
Аутекологія 91

**Б**ергман К. 9  
Біогенні фактори 95  
Біоіндикація 92  
Біокосна речовина 116  
Біологічні забруднення 130  
Біологічні ритми 52  
Біосфера 116  
Біохімія 57  
**Б**ернадський В. І. 120  
Вікова структура популяції 104  
Внутрішньовидовий паразитизм 46  
Водні тварини 35  
Водні трави 34

**Г**енетика 57  
Генетична (генна) інженерія 180  
Генетично модифіковані організми (ГМО) 182  
Генна терапія 184  
Геномні мутації 7  
Гібридизація 164  
Гібридома 170  
Глобальна екологія 91  
Гомойотермні організми 32  
Гуморальний імунітет 73

**Д**емекологія 91  
Деревні рослини 34

Добовий ритм освітлення 53  
Домінантні мутації 6

**Е**врибіонти 19  
Екологічна ніша 36  
Екологічна пластичність 18  
Екологічна проблема 121  
Екологічна толерантність 98  
Екологічні чинники 94  
Екологія 90  
Екосистема 108  
Екосистемологія 91  
Екстракорпоральне запліднення 190

**Ж**ива речовина 116  
Життєві форми 34

**З**абруднення довкілля 128  
Закон взаємокомпенсації екологічних факторів 93  
Закон оптимуму 93  
Захворювання, що передаються статевим шляхом (ЗПСШ) 62  
Здоровий спосіб життя (ЗСЖ) 57  
Здоров'я 56

**І**мунологія 74  
Імунотерапія 74  
Інвазії 84  
Індуковані мутації 6  
Інтракорпоральне запліднення 190  
Інтродукція 148  
Інфекційні захворювання 84

**К**лімаксна екосистема 112  
Клітинна інженерія 180  
Клітинний імунітет 73  
Клонування 180  
Коеволюція 40  
Коменсалізм 43  
Конкуренція 42  
Кооперація 42

**М**етод швидкого мікроклонального розмноження 169

Міжвидовий паразитизм 46

Моніторинг 92

Морфологічні адаптації 8

Мутації 6

Мутуалізм 42

**Н**адпаразитизм 47

Наземні тварини 35

Наземні трави 34

Напівдеревні рослини 34

Наркотичні речовини 69

Народжуваність 101

Неінфекційні захворювання 76

**О**бмежувальний чинник 98

Одомашнення 177

**П**аразитизм 44

Перекриття екологічних ніш 36

Підземні тварини 35

Плюрипотентність 181

Поведінкові адаптації 8

Поведінкові способи терморегуляції 30

Повітряні тварини 35

Пойкілотермні організми 31

Популяція 100

Постадаптації 12

Правило Алена 10

Правило Бергмана 9

Правило обов'язкового заповнення екологічної ніші 37

Преадаптації 12

Приріст популяції 101

Просторова структура популяції 100

Психічне здоров'я 61

Психоемоційний стрес 70

Психологія 57

**Р**аціональне харчування 59

Реакліматизація 148

Репродуктивна медицина 190

Рецесивні мутації 6

**С**амовідтворення екосистеми 102

Саморегуляція екосистеми 109

Селекція 162

Середовище існування 20

Синекологія 91

Смертність 101

Соматична гібридизація 170

Спонтанні мутації 6

Сталий розвиток 152

Статеві культура 88

Статеві структура популяції 104

Стійкість екосистеми 108

Стовбурові клітини 180

Стратегія адаптації 13

Стрес 70

Сукцесія 112

**Т**емп росту популяції 101

Терморегуляція 30

Тимус 73

Точкові (генні) мутації 6

Трансплантація 190

Трофічний ланцюг 110

Трофічні рівні 111

Тютюнопаління 66

**Ф**ізичні забруднення 130

Фізичні способи терморегуляції 30

Фізіологічний стрес 70

Фізіологія 57

Фізіолого-біохімічні адаптації 8

Фотоперіодизм 53

**Х**імічні забруднення 130

Хімічні способи терморегуляції 30

Хромосомні мутації 7

**Ц**итологія 57

Цитоплазматичні мутації 6

Цілісність екосистеми 108

**Ч**ервона книга 121

Чисельність популяції 100

**Ш**ирини екологічної ніші 36

**Щ**ільність популяції 100

**Я**дерні мутації 6

Якість природного середовища 128

# Зміст

Знайомство з підручником.....	3
-------------------------------	---

## Тема 5. Адаптації

1 Адаптація як властивість біологічних систем.....	4
2 Закономірності формування та властивості адаптацій.....	8
3 Преадаптація та постадаптація. Стратегії адаптацій.....	12
4 Адаптивна радіація.....	14
5 Екологічно пластичні та непластичні види.....	18
6 Середовища існування та адаптації до них.....	20
7 Адаптації на молекулярному та клітинному рівнях.....	24
8 Способи терморегуляції організмів.....	30
9 Життєві форми організмів.....	34
10 Екологічна ніша як наслідок адаптацій.....	36
11 Коеволюція та коадаптація.....	40
12 Форми співіснування видів.....	42
13 Паразитизм. Організм як середовище існування.....	44
14 Взаємодія паразитів з організмом хазяїна.....	48
15 Адаптивні біологічні ритми.....	52
Основні положення теми «Адаптації».....	54

## Тема 6. Біологічні основи здорового способу життя

16 Науки про здоров'я. Здоровий спосіб життя.....	56
17 Складові здорового способу життя.....	58
18 Статева культура і безпека для здоров'я.....	62
19 Небезпека алкоголю, куріння та наркотиків.....	66
20 Стресові фактори середовища та здоров'я.....	70
21 Імунна система. Робота імунної системи.....	72
22 Профілактика неінфекційних захворювань.....	76
23 Профілактика інфекцій та інвазій.....	84
Основні положення теми «Біологічні основи здорового способу життя».....	88

## Тема 7. Екологія

24 Завдання та методи екології.....	90
25 Екологічні чинники.....	94
26 Вплив екологічних чинників на організми.....	98
27 Популяції.....	100
28 Регуляція процесів у популяціях.....	104

29	Екосистеми.....	108
30	Екологічні сукцесії .....	112
31	Агроценози.....	114
32	Біосфера та біогеохімічні цикли.....	116
33	Вчення В. Вернадського про біосферу та ноосферу .....	120
	Основні положення теми «Екологія» .....	122

### *Тема 8. Сталий розвиток та раціональне природокористування*

34	Сучасні екологічні проблеми.....	124
35	Якість довкілля. Критерії забруднення.....	128
36	Види забруднення .....	130
37	Забруднення атмосфери та її охорона .....	134
38	Забруднення гідросфери та її охорона.....	138
39	Забруднення ґрунтів та їх охорона .....	142
40	Біорізноманіття та його збереження .....	146
41	Охорона природи в Україні.....	150
42	Концепція сталого розвитку.....	152
43	Екологічне мислення.....	156
	Основні положення теми «Сталий розвиток та раціональне природокористування» .....	160

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

44	Завдання та досягнення сучасної селекції.....	162
45	Сучасні методи селекції.....	168
46	Явище гетерозису .....	172
47	Гомологічні ряди спадкової мінливості. Походження культурних рослин .....	176
48	Генетична та клітинна інженерія в сучасній селекції .....	180
49	Генетична інженерія людини. Біоетичні проблеми.....	184
50	Сучасна біотехнологія .....	188
51	Біологічна небезпека та біологічний захист.....	192
	Основні положення теми «Застосування результатів біологічних досліджень...» .....	196

### *Узагальнення*

52	Біологія та глобальні проблеми людства .....	198
	Практикум .....	202
	Алфавітний показчик.....	204

## Відомості про користування підручником

№ з/п	Прізвище та ім'я учня / учениці	Навчальний рік	Стан підручника	
			на початку року	в кінці року
1				
2				
3				
4				
5				

Навчальне видання

*ЗАДОРЖНИЙ Костянтин Миколайович*

**«БІОЛОГІЯ І ЕКОЛОГІЯ (РІВЕНЬ СТАНДАРТУ)»  
підручник для 11 класу закладів загальної середньої освіти**

**Рекомендовано Міністерством освіти і науки України**

Видає за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Редактор *І. Г. Шахова*. Технічний редактор *А. В. Плisko*.  
Комп'ютерна верстка *А. О. Цибаня*. Коректор *Н. В. Красна*.  
Художнє оформлення *В. І. Труфена*.

Окремі зображення, що використані в оформленні підручника,  
розміщені в мережі Інтернет для вільного використання.

Підписано до друку 30.05.2019. Формат 70×90/16.

Папір офсетний. Гарнітура Шкільна. Друк офсетний.

Ум. друк. арк. 15,21. Обл.-вид. арк. 17,40. Тираж 64687. прим. Зам. № 10705-2019.

ТОВ Видавництво «Ранок»,

вул. Кібальчича, 27, к. 135, Харків, 61071.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 5215 від 22.09.2016.

Адреса редакції: вул. Космічна, 21а, Харків, 61145.

E-mail: office@ranok.com.ua. Тел. (057) 719-48-65, тел./факс (057) 719-58-67.

Підручник надруковано на папері українського виробництва

Надруковано у друкарні ТОВ «ТРИАДА-ПАК»,

пров. Сімферопольський, 6, Харків, 61052.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 5340 від 15.05.2017.

Тел. +38 (057) 712-20-00. E-mail: sale@triada.kharkov.ua