

## Частина IV. Завдання 1

### Опишіть основні функції води в біологічних об'єктах

- 1) Водне середовище об'єднує всі структури організму, починаючи від молекул у клітинах і закінчуючи тканинами та органами, в єдине ціле. У тілі рослин водна фаза являє собою безперервне середовище: від вологи, поглинутою коренями з ґрунту, до поверхні розділення рідина — газ у листках, де вона випаровується;
- 2) вода — важливий розчинник і середовище для біохімічних реакцій;
- 3) вода бере участь в упорядкуванні структур у клітинах. Вона входить до складу молекул білка, визначаючи їх конформацію. Видалення води з білків призводить до їх коагуляції і випадання в осад. У підтриманні структур гідрофобних ділянок білкових молекул і ліпопротеїнів істотна роль належить структурованій воді;
- 4) вода — метаболіт і безпосередній компонент біохімічних процесів. Так, під час фотосинтезу вода є донором електронів. Під час дихання, у циклі Кребса, вода бере участь в окиснювальних процесах. Вода необхідна для гідролізу та багатьох синтетичних процесів.
- 5) можливо істотну роль в життєвих явищах, особливо в мембранних процесах відіграє відносно висока протонна й електронна провідність структурованої води;
- 6) вода — головний компонент транспортної системи вищих рослин у судинах ксилеми й ситоподібних трубках флоєми, під час переміщення речовин по симпласту (багатоядерний цитоплазматичний утвір, сукупність протопластів, з'єднаних з плазмолемами) й апопласту (система взаємозв'язаних міжфібрилярних просторів клітинних оболонок та міжклітинників, через яку здійснюється переміщення води в рослині);
- 7) вода — терморегулятор: вона захищає тканини від різких коливань температури завдяки високій теплоємності та високій питомій теплоті пароутворення;
- 8) вода — добрий амортизатор під час механічних впливів на організм;
- 9) завдяки явищам осмосу й тургору вода забезпечує пружний стан клітин і тканин рослинних організмів;

- 10) для водоростей та водних тварин — вода є середовищем існування.
- 11) наземні спорові рослини зберігають запезність від краплинно-рідкої води: їхні гамети рухаються за допомогою джгутиків;
- 12) у насінних рослин існують досконалі механізми надходження й економного використання води, необхідної для їх життєдіяльності.

## Частина IV. Завдання 2

### Схарактеризуйте особливості будови скелета людини, пов'язані з прямоходінням і трудовою діяльністю

Прямоходіння й трудова діяльність істотно вплинули на будову скелета людини. Вертикальне положення тіла, що спирається тільки на нижні кінцівки, збільшило руки від необхідності спиратися на землю під час ходьби. Рука стала органом праці, пальці руки рухливі. Великий палець протиставлений іншим пальцям. Така будова руки дає можливість людині здійснювати й розмахисті рухи, й дрібні маніпуляції.

Масивні кістки нижніх кінцівок людини набагато товщі й міцніші, ніж кістки рук, тому що ноги несуть на собі всю масу тіла. Склепінчаста стопа людини під час ходьби, бігу, стрибків пружинить, пом'якшуючи поштовхи.

У зв'язку з вертикальним положенням тіла людини пояс її нижніх кінцівок дуже широкий і має вигляд чаші, на відміну від ссавців, таз яких значно вузький. У такому положенні таз підтримує внутрішні органи черевної порожнини.

Хребет утворює чотири плавних вигини, які пружинять і пом'якшують поштовхи під час швидких різких рухів, що зазнає тіло. У ссавців, які спираються на чотири кінцівки, хребет таких вигинів не має.

Грудна клітка людини стиснута в спинно-черевному напрямку, а не з боків, як у решти ссавців.

У зв'язку з прямоходінням об'єм мозкового відділу черепа людини переважає об'єм лицьового. У тварин, навпаки, лицьовий відділ черепа розвинений значно більше, ніж мозковий, тому що головний мозок у них відносно невеликий, а щелепи добре розвинені, оскільки є органами здобування їжі й захисту.

## Частина IV. Завдання 3

### Розкажіть про неклітинні форми життя органічного світу

До неклітинних форм життя належать віруси, які утворюють групу Віра (Vira), Віруси проявляють життєдіяльність тільки у стадії внутрішньоклітинного паразитизму. Дуже малі розміри дозволяють їм легко проникати крізь будь-які фільтри, у тому числі каолінові, з найдрібнішими порами, тому спочатку їх називали фільтрівними вірусами. Існування вірусів доведено в 1892 році ботаніком Д. І. Івановським, але побачили їх значно пізніше. Більшість вірусів субмікроскопічних розмірів, тому для вивчення їхньої будови користуються електронним мікроскопом. Зрілі частинки вірусів — віртіони, або віроспори, складаються з білкової оболонки і нуклеокапсиду, в якому зосереджений генетичний матеріал — нуклеїнова кислота. Одні віруси містять ДНК, інші — РНК. На стадії віроспори ніяких проявів життя не спостерігається. Тому немає єдиної думки, чи можна віруси на цій стадії вважати живими. Деякі віруси можуть утворювати кристали подібно до неживих речовин, проте, коли вони проникають у клітини чутливих до них організмів, то виявляють усі ознаки живого. Таким чином, у формі вірусів проявляється ніби «перехідний міст», що зв'язує в єдине ціле світ живих організмів і неживі органічні речовини. Вірус являє собою єдність живого і неживого: поза клітиною — це речовина, у клітині — це істота; тобто він одночасно є неживою речовиною і живою істотою. Віроспора — лише одна зі стадій існування вірусу. У житті вірусів можна виділити такі етапи: прикріплення вірусу до клітини, вторгнення в неї, латентну стадію, утворення нового покоління вірусів, вихід віроспор. Описано сотні вірусів, які спричиняють захворювання у рослин, тварин і людини. До вірусних хвороб людини відносять сказ, віспу, тайговий енцефаліт, грип, епідемічний паротит, кір, вірусний гепатит, поліомієліт, СНІД.

Характерні риси вірусів:

- 1) дуже малі розміри (вимірюються в нанометрах);
- 2) відсутність клітинної будови;
- 3) відносно простий хімічний склад (найпростіші складаються з нуклеїнової

кислоти й білків);

4) не здатні культивуватись на штучних синтетичних середовищах;

5) мають особливий цикл розвитку в організмі хазяїна або частина цього циклу у безклітинному середовищі, яке містить деякі органоїди клітини та речовини, необхідні для синтезу нуклеїнових кислот і білків;

6) деякі з них здатні кристалізуватися за певних умов навколишнього середовища.

## Частина IV. Завдання 4

### Проаналізуйте подібність і відмінність у будові скелетів людини і ссавців

Скелет людини подібний за будовою до скелета ссавців. Він утворений скелетом голови — черепом, скелетом тулуба — хребтом, скелетом вільних кінцівок та їх поясів. Череп складається із двох відділів: мозкового і лицьового; він має великий об'єм черепної, або мозкової, коробки. Частина кісток, що утворюють череп, зрослись між собою. Нижня щелепа складається з одної (зубної) кістки і прикріплюється до парної скроневої кістки. Хребет має 5 відділів: шийний, грудний, поперековий, крижовий і хвостовий. У шийному відділі хребта, як і в усіх ссавців, 7 хребців. Грудний відділ хребта та ребра утворюють грудну клітку. Крижові хребці зрощені між собою. Пояс передніх кінцівок, або плечовий пояс, складається з парних кісток (лопаток і ключиць). До нього прикріплений скелет вільних верхніх кінцівок, утворений плечовою кісткою, двома кістками передпліччя (ліктьовою і променевою) та кістками кисті — зап'ястка, п'ястка і фаланг пальців. Пояс нижніх кінцівок, або тазовий пояс, складається із трьох парних великих кісток (сідничних, лобкових і клубових), які, як і в більшості ссавців, зростаються з крижовими хребцями. До нього прикріплений скелет вільних нижніх кінцівок, утворений стегною кісткою, великою і малою гомілковими кістками та кістками стопи — плесна, передплесна та фаланг пальців.

Однак у будові скелета людини є специфічні особливості, які пов'язані з прямоходінням, використанням верхніх кінцівок — рук як знарядь праці, а також із прогресивним розвитком головного мозку. Тіло людини займає вертикальне положення і спирається тільки на нижні кінцівки. Хребет має 4 вигини: два вперед — шийний і поперековий, і два назад — грудний і крижовий. Завдяки цим вигинам хребет набув S-подібної форми, що забезпечило його пружність при ходьбі та пом'ящило поштовхи тіла. Тіла хребців збільшились за розмірами та масою, починаючи від шийного і закінчуючи крижовим відділом. Це пов'язано зі збільшенням навантаження

на нижні відділи хребта. Вертикальне положення тіла, при якому внутрішні органи тиснуть своєю масою в напрямку, протилежному грудині, спричинило розвиток плоскої та широкої грудної клітки. Одна з найхарактерніших рис скелета людини — будова руки, що стала органом праці. Прогресивного розвитку пізнав перший великий палець, протиставлений іншим, а також диференціювання рухів пальців. За допомогою кисті руки людина виконує різні дії — від найточніших маніпуляцій до сильних захватів.

Пояс нижніх кінцівок людини широкий, чашоподібний. Він є опорою для внутрішніх органів черевної порожнини. Кістки нижніх кінцівок більш масивні, довші й міцніші від кісток рук. Стопа та пальці ноги під час ходьби та бігу витримують вагу, пересувають тіло та зберігають рівновагу при зміні його положення. Пружні подушечки стопи та її склепіння пом'якшують поштовхи тіла під час ходіння, бігу, стрибків. Значний розвиток головного мозку обумовив збільшення (приблизно в 4 рази) об'єму мозкового відділу черепа, порівняно з лицьовим. Нижня щелепа підковоподібна, з виступаючим підборіддям, що пов'язано з мовною діяльністю та розвитком мускулатури язика.

## Частина IV. Завдання 5

### Доведіть, що життя — космічне явище

Життя як біологічна форма руху матерії — найскладніша форма Всесвіту. Воно існує на космічному тілі — планеті Земля — упродовж тривалого історичного періоду. Одним із перших учених, який з'ясував основи планетарно-космічної організації життя, був видатний український дослідник В. І. Вернадський. За різними оцінками вік Землі становить близько 4,5 млрд років. Життя на Землі триває близько 4 млрд років. Таким чином становлення нашої планети й виникнення на ній життя в космічних вимірах часу відбулося майже одночасно. Вочевидь подальша еволюція систем відбувалася за їх тісної взаємодії й мала взаємозумовлений характер. Принципово новий підхід полягав у тому, що В. І. Вернадський об'єднав біоту — живу речовину та сферу її існування — неактивну речовину, в єдине ціле — біосферу, живу оболонку Землі. Жива речовина становить усю сукупність живих організмів планети, що існують у даний момент, незалежно від систематики. Вона біохімічно надзвичайно активна і пов'язана з неживою природою неперервними біогенними потоками атомів і молекул під час реалізації своїх головних функцій — живлення, дихання, виділення, розмноження.

Жива речовина набула та вдосконалила унікальну здатність приймати, акумулювати і трансформувати енергію Сонця. Таким чином, упродовж еволюції Землі виник потужний чинник, що визначив наступні глобальні перебудови її поверхні. Як зазначав В. І. Вернадський, Земля на сучасному історичному етапі, — її ландшапти, газовий склад атмосфери, хімізм океанів — це результат роботи живої речовини, яка надала планеті унікальності не лише в масштабах Сонячної системи, але, ймовірно, і Галактики.

У максимальному наближенні життя — це глобальна планетарна самовпорядкована, енергетично та інформаційно відкрита система, що являє собою велике розмаїття форм єдиної у фізико-хімічному відношенні живої речовини.



## Частина IV. Завдання 6

### Порівняйте періоди онтогенезу людини

Онтогенез — це індивідуальний розвиток організму з моменту його зародження (зиготи) до природної смерті. Виділяють два періоди онтогенезу: ембріональний (зародковий) і постембріональний (післязародковий). Ембріональний охоплює перетворення зиготи на зародок і розвиток зародка та плоду до моменту народження дитини.

Постембріональний починається після його народження.

Протягом життя в організмі людини безперервно відбуваються процеси росту й розвитку. У різні періоди життя інтенсивність цих процесів неоднакова, що зумовлює специфічні анатомічні, фізіологічні та психічні особливості, які називають віковими. Відповідно до вікових особливостей розвитку організму весь життєвий цикл людини поділяють на періоди. Між ними немає чітких меж. До певної міри вони умовні. Але виділення таких періодів необхідне для визначення хронологічного (паспортного) та біологічного віку людини.

У грудний період ріст супроводжується збільшенням довжини й маси тіла. За цей період ріст дитини збільшується приблизно в півтора-два рази.

У віці шість місяців у дитини починають прорізуватись молочні зуби. Значні зміни відбуваються в скелеті дитини. У новонародженого значна частина скелета складається з хрящової тканини. Вона замінюється кістковою протягом багатьох років. Між кістками черепної коробки немовляти є тім'ячка. У цих місцях головний мозок дитини захищений тільки м'якою сполучною тканиною. Ось чому потрібно особливо оберегати від ударів і поштовхів голівку грудної дитини. У новонароджених ще немає типових для людини вигинів хребта. Вони починають формуватися з розвитком м'язової системи.

У дитини віком 2,5-3 місяці зміцнюються шийні м'язи, і вона починає самостійно тримати голівку. Це сприяє утворенню шийного вигину. У п'ятимісячної дитини настільки розвиваються м'язи тулуба, що вона може

самостійно сидіти. Так розвивається грудний вигин. На кінець першого року дитина стає на ніжки. У цей час починає формуватися поперековий вигин хребта. У 1,5–2 роки вже повністю сформовані всі вигини хребта.

Раннє дитинство. У цей період темп росту уповільнюється, але на другому році залишається ще високим (10-11 см за рік), на третьому році — 8 см. У віці двох років закінчується прорізання зубів. У цей період діти інтенсивно розвиваються, особливо швидко розвивається мова, а з нею і мислення. У період першого дитинства (дошкільний період) діти за рік виростають на 5-7 см. У віці 5-6 років з'являються перші постійні зуби. У цей період розвитку дитина сприймає багато інформації про навколишній світ й активно розвивається.

Період другого дитинства (шкільний період) вирішальний у фізичному, розумовому та духовному розвитку людини. Його поділяють на молодший, середній (підлітковий) і старший (юнацький) вікові періоди, кожен з яких має свої особливості. Молодший шкільний період характеризується уповільненням темпів росту. Дитина підростає за рік на 4-5 см. У цей період діти починають навчатися, оволодівати грамотою, читанням, математикою. У процесі навчання спостерігається розвиток розумових здібностей учнів.

Підлітковий (середній шкільний період) збігається з періодом статевого дозрівання, яке супроводжується змінами діяльності залоз внутрішньої секреції. У цей період (з 11-12 років у дівчаток із 13-14 у хлопчиків) спостерігається стрибок у рості (7-8 см за рік); збільшення маси тіла; глибока перебудова організму, пов'язана з початком внутрішньосекреторної функції статевих залоз.

У цьому віці закладається багато рис характеру, властивих конкретній особистості, виробляється вміння контролювати власну поведінку, здатність керувати собою, своїми вчинками і настроєм. Людина стає особистістю в результаті самовиховання. У цей період формуються моральні якості людини, її цілеспрямованість. Під впливом авторитету дорослих і навколишнього середовища формується характер.

Юнацький (старший шкільний період) характеризується тим, що в цьому віці ріст і розвиток організму переважно завершуються, всі системи органів практично досягають своєї зрілості. На сьогодні в більшості дівчат ріст припиняється у 16-17 років, у юнаків — у 18-19 років.

Зрілий вік настає у віці 21 рік. Перший період зрілого віку — до 35 років. Це найпродуктивніший період у житті людини, пора, коли розвиваються її здібності, можливості їхнього прояву в конкретній сфері діяльності. У цей період людина здебільшого створює сім'ю, народжує і виховує дітей. Другий період зрілого віку — від 36 до 60 років у чоловіків і до 55 років у жінок. У цей відрізок часу життя людина намагається реалізувати себе в обраній професії.

Похилий вік починається з 61 року в чоловіків і з 56 років у жінок. Багато людей зберігають у цей період достатньо високу професійну працездатність.

Старечий вік у чоловіків і жінок починається в 75 років. У цьому віці багато людей ще мають ясний розум і здатні до творчої праці.

Старість — етап онтогенезу, віковий період, що характеризується істотними структурними, функціональними та біохімічними змінами в організмі, які обмежують його пристосувальні можливості. Люди віком 100 і більше років — довгожителі, їх на Землі відносно небагато.

Смерть — завершальний етап онтогенезу. У людини розрізняють смерть біологічну (природну), що настає в результаті старіння організму, і патологічну (передчасну) — результат хворобливого стану організму, ураження життєво важливих органів. Передчасна смерть може бути і наслідком нещасного випадку.

## Частина IV. Завдання 7

### Розкажіть про бактеріофаги — віруси бактерій

Бактеріофаг — вірус, що вражає бактерії.

Типова частина бактеріофага має форму «пуголовка» і складається з головки і хвоста. Довжина хвоста звичайно у 2-4 рази більша, ніж діаметр головки. У головці, оточеній капсидом, міститься нуклеїнова кислота. Розрізняють ДНК-вмісні та РНК-вмісні бактеріофаги. Хвіст являє собою продовження білкової оболонки. Існують бактеріофаги з коротким хвостом, без відростка або ниткоподібні. Бактеріофаги— внутрішньоклітинні паразити, їх розмноження відбувається в живій клітині.

За характером взаємодії з мікробною клітиною розрізняють вірулентні й помірні бактеріофаги. Процес взаємодії вірулентного бактеріофага з клітиною складається з кількох стадій: адсорбції, проникнення, біосинтезу нуклеїнової кислоти і білків, складання і вихід з клітини.

Адсорбція, або прикріплення бактеріофага, відбувається до фагоспецифічних рецепторів на поверхні мікробної клітини: хвіст бактеріофага за допомогою ферментів, які є на його кінці, продірявлює оболонку клітини, скорочується, і ДНК з головки бактеріофага прослизає в клітину бактерії. Білкова оболонка бактеріофага залишається ззовні. Згодом настає стадія біосинтезу нуклеїнової кислоти й білків фага. ДНК віруса гальмує синтезуючі механізми клітини, змушуючи її синтезувати ДНК і білки бактеріофага. З утворених у різних частинах клітини в різний час фагової нуклеїнової кислоти й білка формуються нові фагові частинки (складання бактеріофага). Вихід бактеріофага відбувається в результаті руйнування клітини. Увесь цикл розмноження триває 30-40 хв, у результаті якого утворюється до 200 нових фатів. Помірні бактеріофаги інфікують клітину, але не спричиняють її лізису. ДНК бактеріофага, потрапляючи в клітину, інтегрує з її генетичним апаратом і успадковується наступними поколіннями клітин. ДНК бактеріофага, інтегрована з бактеріальною ДНК, називається профагом.

Бактеріальні клітини, які містять профаг, позначають терміном «лізогенні». Лізогенізація бактерій лежить в основі так званої лізогенної, або фагової, конверсії, яка полягає в набутті лізогенними бактеріями різних властивостей. Інтерес до бактеріофагів зріс у зв'язку з можливістю їх застосування проти стійких до ліків форм патогенних і умовно патогенних бактерій. Ефективним є лікування бактеріофагами в поєднанні з антибіотиками.

## Частина IV. Завдання 8

**Які органи в людському організмі не можна, на вашу думку, замінити на штучні й чому?**

До органів людського організму, які не можна замінити на штучні потрібно віднести головний і спинний мозок, печінку, важливі органи внутрішньої секреції — це за межами можливого, виходячи зі стану сучасної науки та її технічних можливостей.

У той же час американські вчені зробили прорив у регенеративній медицині, створивши штучну 3D-нирку. Нове відкриття може позбавити від необхідності використовувати донорські органи в майбутньому.

У ході досліджень експерти з Центру регенеративної медицини Каліфорнії розробили новий метод створення нирки. За допомогою спеціального сканера моделюється 3D-зображення нирки пацієнта, яку необхідно замінити. Потім з хворої нирки береться зразок тканин, розміром менше поштової марки. Далі йде комп'ютеризований процес створення нового органу. Отриманий образ завантажують у тривимірний принтер. Туди ж поміщають невеликий зразок тканини органу.

Запущений пристрій пошарово відтворює структуру заданого органу, створюючи практично точну його копію, включаючи судини. Даний процес займає від шести до семи годин.

## Частина IV. Завдання 9

### Назвіть основні біологічні явища, що характеризують молекулярно-генетичний рівень організації живого

Розвиток хромосомної теорії спадковості, аналіз мутаційних процесів, вивчення будови хромосом, фагів і вірусів розкрили основні риси організації елементарних генетичних структур і пов'язаних з ними явищ. Основні структури на цьому рівні являють собою ДНК, диференційовані на триплети азотистих основ, які утворюють гени. Гени на цьому рівні організації живого — елементарні одиниці. Основними елементарними явищами, пов'язаними з генами можна вважати їх здатність до конваріантної редуплікації, локальних структурних змін (мутацій) і здатність передавати збережену в них інформацію внутрішньоклітинними керівним системам. Конваріантна редуплікація відбувається за матричним принципом шляхом розривання водневих зв'язків подвійної спіралі ДНК за участі фермента ДНК-полімерази. Потім кожна з ниток будує комплементарну собі нитку. Піримідинові й пуринові основи комплементарних ниток з'єднуються водневими зв'язками між собою ДНК-полімеразою.

На збирання ДНК кишкової палички, яка складається приблизно із 40 000 пар нуклеотидів, необхідно приблизно 10 с. Генетична інформація переноситься з ядра молекулами і-РНК до рибосом цитоплазми і там бере участь у синтезі білка. Білок, який складається з 1000 амінокислот, у соматичній клітині синтезується за 5-6 хв, а в бактеріальній — ще швидше. Основні керівні системи, як у разі конваріантної так і внутрішньоклітинної передачі інформації використовують «матричні принципи» для побудови специфічних макромолекул.

Редуплікація, яка базується на матричному копіюванні, зберігає не тільки генетичну норму, але й відхилення від неї, тобто мутації.

## Частина IV. Завдання 10

### Доведіть, що людина — біосоціальна істота

Для того щоб зрозуміти, чому людина — біосоціальна істота, слід розібратися в значенні терміну «біосоціальний». Він передбачає систему поведінки, яка є симбіозом біологічних і соціальних факторів. Говорячи по-іншому, поведінка біосоціальних істот (людей) одночасно визначається природними інстинктами, психологічними характеристиками та соціальними навичками.

Людина як біосоціальна істота — особлива форма буття. Ми є його невіддільною частиною, але одночасно впливаємо на буття, змінюючи його. Ми одночасно об'єкт і суб'єкт пізнання.

Людина, як біосоціальна істота, містить у собі занадто багато аспектів:

- є представником конкретного виду;
- є представником конкретної раси, народності, етносу;
- є особистістю з психікою, талантами, нахилами, потребами.

З одного боку — це хоч і високоорганізована, але тварина, тобто біологічний організм. З іншого — це істота, що володіє соціальними, політичними, культурними, іншими унікальними навичками. Саме ця особливість дозволяє вважати, що людина — біосоціальна істота, або, висловлюючись словами Аристотеля, «політична тварина».

Індивідуум здатний передавати у спадок біологічні ознаки свого виду, має схильність до певної тривалості життя, хвороб, типу поведінки, темпераменту. З іншого боку, людина не має чіткої схильності до денного або нічного способу життя, типу харчування, поводження. Тому розвиватися, на відміну від тварин, вона здатна в будь-якому напрямку.

Потреби людини нерозривно пов'язані з її природою. Тільки природа проявляється у фізіологічних потребах, інстинктах (наприклад, необхідність харчуватися), а соціальне — у свідомості. Однак і природне начало, і соціальне складають єдиний конгломерат, який, за своєю суттю, є буттям.



Одні вчені вважають, що природа людини обумовлена виключно генетикою виду: прямоходінням, диханням за допомогою легень тощо; інші ж включають у поняття й психіку індивіда, його інтелект, емоційний розвиток. Це ще один доказ тієї істини, що людина як біосоціальна істота може розглядатися тільки одночасно з кількох точок зору.

## Частина IV. Завдання 11

### Поясніть функціональне значення основних вітамінів для організму

Вітаміни — це біологічно активні речовини різної хімічної природи, що необхідні для забезпечення важливих фізіологічних і біохімічних процесів в організмі. На відміну від білків, жирів та вуглеводів, вітаміни не є матеріалом для біосинтезу чи джерелом енергії. Однак вони беруть участь в обміні речовин як регулятори процесів життєдіяльності.

Основоположником вчення про вітаміни є російський лікар М. І. Лунін.

Термін «вітаміни» запропонований польським ученим К. Функом у 1912 р. На сьогодні відомо понад 20 вітамінів: А, С, Д, Е, вітаміни групи В (В1, В2, В6, В11, В12) тощо. Вони відрізняються один від одного складністю будови молекул і фізико-хімічними властивостями, з яких найбільше практичне значення має стійкість до дії високих температур, а також вибіркова здатність розчинятись у воді або жирах. Саме це зумовлює різну фізіологічну дію їх на організм.

Вітаміни беруть участь в обміні білків, жирів, вуглеводів (В1), необхідні для синтезу ферментів (В2); беруть участь в обміні білків шкіри, нервової системи, кровотворенні (В6); необхідні для синтезу білків, утворення органічної речовини кісток, підвищують імунітет (С); впливають на ріст і розвиток організму (А); беруть участь у регуляції обміну Фосфору та Кальцію (D); впливають на статеву систему (Е); впливають на зсідання крові (К).

Вітаміни володіють високою біологічною активністю і тому потреба організму в них є незначною: від 0,001-0,003 мг до 1-3 мг за добу для більшості вітамінів і 50-100 мг — для аскорбінової кислоти (вітамін С).

В організмі людини вітаміни не утворюються або утворюються в незначних кількостях, тому надходять вони з харчовими продуктами. Основним джерелом вітамінів є рослини, у яких вони синтезуються. Наприклад, вітамін С міститься у зеленій цибулі, лимонах, смородині, плодах шипшини; вітаміни групи В — у неочищених зернах злаків, насінні бобових, волоських горіхах

тощо. До складу багатьох рослин (морква, шипшина, смородина, помідори) входить провітамін каротин, який в організмі людини розщеплюється з утворенням вітаміну А. Деякі вітаміни є і в харчових продуктах тваринного походження. Зокрема, вітаміни А і В містяться в печінці, яєчному жовтку, риб'ячому жирі; вітамін В<sub>2</sub> — у дріжджах, молоці, м'ясі. Тільки деякі вітаміни можуть частково синтезуватись в організмі людини. Наприклад, вітамін В синтезується з провітаміну у шкірі під впливом ультрафіолетового сонячного опромінення, а вітамін К — деякими бактеріями товстого відділу кишечника.

У разі нестачі в організмі того чи іншого вітаміну, розвивається захворювання гіповітаміноз, при повній відсутності — авітаміноз, а при надлишку — гіпервітаміноз. Гіпо- та авітаміноз можуть розвиватися внаслідок порушень обміну речовин, спричинених відсутністю або нестачею вітамінів і провітамінів у харчових продуктах; при захворюваннях травного тракту, коли вітаміни не всмоктуються; від надмірного вживання антибіотиків чи інших лікарських препаратів, які вбивають бактерії кишечника, що синтезують деякі вітаміни.

При недостатній кількості вітаміну А у харчових продуктах спостерігається сповільнення росту та розвитку як всього організму, так і його органів (зубів, волосся); ураження рогівки ока, шкіри, дихальних шляхів. Авітаміноз А — хвороба «куряча сліпота» (послаблення зору в сутінках).

При недостатній кількості вітаміну D та його відсутності порушується фосфорно-кальцієвий обмін, зменшується мінералізація кісток, що призводить до неправильного формування скелету та затримки його росту; розвивається рахіт.

При недостатній кількості вітаміну порушуються процеси обміну вуглеводнів; уражаються м'язи та нервова система. Авітаміноз В<sub>1</sub> — хвороба бері-бері, що супроводжується схудненням, порушенням рухів, паралічем кінцівок, атрофією м'язів.

При недостатній кількості вітаміну С послаблюється імунітет, уражаються стінки кровоносних судин, порушується розвиток кісток і зубів,

розвивається недокрів'я. Авітаміноз С призводить до запалення суглобів, крововиливів, руйнування ясен, виразки на слизовій рота, випадання зубів; розвивається хвороба цинга.

Для запобігання авітамінозу та гіповітамінозу слід вживати натуральні рослинні та тваринні харчові продукти, що містять увесь комплекс вітамінів та провітамінів.

## Частина IV. Завдання 12

### Назвіть основні біологічні явища, що характеризують популяційно-видовий рівень організації живого

Елементарні структури — популяції. Елементарні явища — видоутворення на підставі природного добору. Популяція — основна одиниця еволюції. Найважливіший еволюційно-генетичний показник популяції — її генофонд. Це — керуюча підсистема рівня. Генофонд визначає еволюційні перспективи та екологічну пластичність популяцій. Є низка чинників, що обумовлюють зміну генофонду популяцій: мутації, комбінативна мінливість, популяційні хвилі, ізоляція. Реалізація змін відбувається шляхом природного добору. На популяційно-видовому рівні особливого значення набувають відносини між особинами всередині популяції та всередині виду. При цьому популяції виступають як елементарні, далі вже неподільні еволюційні одиниці, які являють собою генетично-відкриті системи (особини з різних популяцій іноді схрещуються і популяції обмінюються генетичною інформацією). Види, існуючі як система популяцій, є найменшими природними генетично-закритими системами (схрещування особин різних видів у природі в переважній більшості випадків не дає плодючого потомства). Популяції та види як надіндивідуальні утворення здатні до існування протягом тривалого часу й до самостійного розвитку.

Життя окремої особини при цьому залежить від процесів, які відбуваються в популяціях. Популяції і види, хоча складаються з багатьох особин, — цілісні. Але їх цілісність принципово інша, ніж цілісність особини на молекулярно-генетичному й організмовому рівнях. Популяції й види завжди існують у певному середовищі, яке включає як біотичні, так і абіотичні компоненти. Екологічні проблеми рівня — погіршення екологічних показників популяції (чисельність, щільність, віковий склад).

## Частина IV. Завдання 13

### Схарактеризуйте способи нестатевого розмноження організмів

Нестатеве розмноження в одноклітинних організмів відбувається шляхом поділу їх надвоє (бінарний поділ), множинного поділу (шизогонія), брунькування і спороутворення.

Шляхом бінарного поділу розмножуються прокаріоти, одноклітинні гриби й водорості, найпростіші. Діленню клітин передуює реплікація ДНК, а в еукаріотів також поділ ядра.

Кожна особина ділиться на дві ідентичні, удвічі менші за материнську, дочірні клітини. Материнська клітина може ділитись у будь-якій площині (в амеби-протей) або лише в певній (в евглени зеленої — поздовжнім поділом, інфузорії-туфельки — поперечним).

За сприятливих умов дочірні клітини живляться, ростуть і, досягнувши розмірів материнської, починають розмножуватись. Це призводить до швидкого росту популяції.

Множинний поділ, або шизогонія, притаманний, зокрема, малярійному плазмодію. Настає безпосередньо після зараження хазяїна, коли паразит проникає в печінку. Спочатку багаторазово ділиться клітинне ядро і материнська клітина стає багатоядерною, а вже потім ділиться цитоплазма й утворює багато одноядерних дочірніх клітин (майже 1 тис.), кожна з яких здатна заразити новий еритроцит і утворити шляхом шизогонії ще 24 дочірні клітини.

Брунькування — материнська клітина ділиться на велику й малу дочірні клітини (у дріжджів).

Спороутворення характеризується тим, що в ньому бере участь одна батьківська особина, яка утворює багато спор або зооспор (із джгутиками). Спори — це мікроскопічні одноклітинні утвори, що складаються з незначної кількості цитоплазми і ядра (рідше дво- або багатоклітинні).

Утворення спор спостерігається у бактерій, найпростіших, усіх груп грибів і деяких груп рослин. Спори бактерій і деяких найпростіших слугують не для розмноження, а для виживання в несприятливих умовах та зараження хазяїна. Гриби і рослини за допомогою спор розмножуються і поширюються в природі.

Спори утворюються шляхом мітозу (у грибів, деяких водоростей — хлорели, хламідомонади) або мейозу (у вищих спорових рослин). Шляхом мітозу спори утворюються у звичайних вегетативних клітинах або спеціальних органах — спорангіях та зооспорангіях. Спороутворенню в грибів і рослин часто передує статевий процес: із заплідненої яйцеклітини (зиготи), яка ділиться за допомогою мейозу, формується спорангій, що і продукує спори. У мохоподібних спори утворюються в спорангіях, розміщених у спорогонах; у хвощів і плаунів спорангії розміщені на споролистках, у папоротеподібних — у сорусах.

Рослини можуть бути рівноспоровими та різноспоровими. У різноспорових папоротеподібних, голонасінних і покритонасінних розрізняють мікроспорогенез (утворення дрібних спор, з яких розвивається чоловічий гаметофіт) і мегаспорогенез (утворення великих спор, що дають початок жіночому гаметофіту).

У голонасінних мікроспори утворюються на мікроспорангіях чоловічих шишок, а мегаспори — у мегаспорангіях жіночих шишок. У покритонасінних мікроспори формуються в гніздах пиляків тичинок, а мегаспори — у насінному зачатку зав'язі.

У вищих рослин спори утворюються на нестатевому поколінні (спорофіті), а із спор виростає статеве покоління (гаметофіт). Спори утворюються у великій кількості, мають незначну масу, що полегшує їх поширення вітром, водою та комахами. Переваги розмноження спорами: можливість швидкого розмноження і розселення видів, особливо грибів.

Недоліки: спори дуже дрібні, містять мінімальний запас поживних речовин, більшість із них, потрапляючи в несприятливі для проростання умови, гинуть.

Вегетативне розмноження — це нестатеве розмноження, за якого новий організм утворюється із частини материнського. В основі вегетативного розмноження лежить здатність організмів відновлювати органи під час мітотичного поділу клітини.

До вегетативного розмноження належать: брунькування, фрагментація тіла, розмноження рослин вегетативними органами або їхніми частинами, поліембріонія.

Брунькування — нова особина утворюється у вигляді виросту (бруньки) на тілі материнської особини, а потім відокремлюється від неї, перетворюючись у самостійний організм, повністю ідентичний материнському (у гідри).

У разі неповного відокремлення дочірніх організмів від материнських виникають колонії (морські гідроїдні та коралові поліпи).

Фрагментація — розділення особини на дві або кілька частин, кожна з яких росте й утворює нову особину. Фрагментацію виявлено в нитчастих водоростей (спірогіри, улотриксу), цвілевих грибів (пеніцилу), а з тварин — у кишковопорожнинних, медуз, поліпів, деяких кільчастих багатощетинкових морських червів, морських зірок: їх тіло може легко розриватись на частини, кожна з яких може дати в результаті регенерації нову особину. Нижчі тварини, на відміну від більш високоорганізованих форм, зберігають високу здатність до регенерації з відносно слабо диференційованих клітин.

Під час вегетативного розмноження рослин особини, що утворюються від одного материнського організму, мають однаковий генотип, а їх сукупність називають клоном.

Вегетативне розмноження рослин поділяють на природне і штучне. Природне розмноження у водоростей здійснюється частинами талому, мохоподібних — виводковими бруньками, папоротеподібних — кореневищами. У голонасінних вегетативне розмноження відсутнє, а покритонасінним притаманні найрізноманітніші способи вегетативного розмноження за допомогою їх надземних і підземних органів.



Способи природного вегетативного розмноження покритонасінних рослин: кореневими паростками (вишня, малина); відсадками (агрбус, смородина); кореневищами (м'ята, пирій, конвалія); бульбами (топінамбур); цибулинами (цибуля, тюльпан); живцями (верба); вусами (суниця, жовтець); виводковими бруньками на листках (бріофілюм).

Штучне вегетативне розмноження проводять різними методами: шляхом поділу кущів (смородина, агрбус); бульб (картопля); кореневих бульб (жоржина); кореневищ (м'ята, ірис); живцюванням — кореневими живцями (вишня, малина); стебловими живцями (смородина, троянда); листковими живцями (фіалка); щепленням — копулірування (плодові культури); окулірування (плодові, троянда); аблакування (виноград); культури ізольованих тканин (картопля, суниця, декоративні рослини).

Поліембріонія (багатозародковість)— процес розвитку кількох зародків з однієї заплідненої яйцеклітини (у тварин і людини) або розвиток кількох зародків в одній насінині (у рослин).

Поліембріонія характерна для кишковопорожнинних, війчастих та кільчастих червів, деяких комах (іздців), ссавців (броненосців). Іноді поліембріонія як випадкове явище трапляється і в інших видів ссавців, зокрема у людини. Завдяки поліембріонії народжуються однояйцеві близнюки (особини однієї статі).

Біологічне значення нестатевого і вегетативного розмноження

Сприяє пристосуванню організмів до незмінних умов існування. У деяких груп організмів нестатеве і вегетативне розмноження є єдиними способами розмноження.

Вегетативне розмноження за браком умов для статевого розмноження забезпечує одержання значної кількості нащадків.

Види, здатні до перехресного запилення, у разі просторової ізоляції особин розмножуються завдяки нестатевому або вегетативному способу розмноження.

База усіх збірників, відповідей ДПА 2020 на сайті <https://dpa-zno.info>

Скачати усі збірники ДПА 2020 на сайті <https://dpa-zno.info>

## Частина IV. Завдання 14

### Чим відрізняються роздільностатеві організми та гермафродити?

Статеві клітини (чоловічі й жіночі гамети) можуть утворюватись різними особинами або в одному організмі.

Види, у яких є окремі чоловічі й жіночі особини, називають роздільностатевими. До таких організмів належить більшість тварин і деякі види рослин. Роздільностатеві тварини мають тільки один вид статевих залоз (сім'яники або яєчники) й утворюють лише один вид статевих клітин — сперматозоїди або яйцеклітини.

У роздільностатевих тварин особини різних статей можуть бути подібними між собою (медузи, багатощетинкові черви, двостулкові молюски), однак у більшості видів вони відрізняються одна від одної. Пояснюється це статевим диморфізмом — різною будовою статевих органів і вторинними статевими ознаками, розвиток яких зумовлений впливом статевих гормонів (різні розміри й будова тіла, забарвлення в самців і самок). Вторинні статеві ознаки стимулюють шлюбну поведінку тварин, допомагають особинам різних статей впізнавати одне одного.

Серед рослин теж є роздільностатеві види. В однодомних видів чоловічі й жіночі генеративні органи утворюються на одній і тій же рослині (тичинкові й маточкові квітки — у квіткових рослин, архегонії й антеридії — у спорових, оогонії й антеридії — у водоростей). Прикладом однодомних квіткових рослин є кукурудза, більшість видів гарбузових— огірок, диня, кавун, гарбуз; із дерев'янистих рослин — ліщина, береза, дуб.

У дводомних рослин одні несуть тільки чоловічі генеративні органи, інші — тільки жіночі (коноплі, тополя, верба, маршанція, обліпіха).

Організми, здатні утворювати одночасно чоловічі й жіночі статеві клітини, називають гермафродитними, або двостатевими. Це, зокрема, деякі кишковопорожнинні, більшість червів, п'явки, багато молюсків, деякі ракоподібні, риби, ящірки і більшість квіткових рослин. Гермафродитизм як

аномальне явище спостерігається і в окремих особин роздільностатевих видів.

Гермафродитизм — це пристосування до сидячого, малорухливого або паразитичного способу життя. Однією з його переваг є можливість самозапліднення, що доволі важливо для деяких ендопаразитів (ціп'яків). Але в більшості гермафродитних організмів існують механізми, які запобігають самозаплідненню: особливості будови статеві системи, неодночасне дозрівання чоловічих і жіночих статевих клітин, генетична несумісність.

## Частина IV. Завдання 15

### Чим відрізняється ареал від екологічної ніші?

Ареал (лат. *area* — площа, простір, поверхня, ділянка) — площа земної поверхні (океану), у межах якої трапляється певний таксон чи біоценоз. Отже, ареалом того чи іншого виду називають територію, у межах якої цей вид трапляється. Можна говорити про ареал не лише виду, а й роду, родини та інших таксономічних одиниць. Іноді говорять про ареал окремих рослинних угруповань (верхових боліт, ялинника тощо). У праці Д. В. Панфілова «Про будову та динаміку ареалу видів тварин» дано таке визначення ареалу: «Ареал виду — це простір, у якому і особини виду здатні повністю завершити свій життєвий цикл». У зміст терміну «ареал» не включають місця випадкового потрапляння організмів, оскільки дуже часто в результаті пасивного або активного розселення окремі особини потрапляють за межі ареалів.

Взаємодія популяцій виду з усім комплексом екологічних факторів певного середовища існування, у тому числі з популяціями інших видів, визначає місце його популяцій у системі біогеоценозу — екологічну нішу.

Екологічна ніша — це просторове і трофічне положення популяції певного виду в біогеоценозі, комплекс його взаємозв'язків з іншими видами і вимог до умов довкілля. Екологічна ніша популяції певного виду в даному біогеоценозі визначається як абіотичними факторами, так і біотичними (взаємодіями з популяціями інших видів). Від біотичних факторів залежить, наскільки екологічні можливості певного виду будуть реалізовані в умовах конкретного біогеоценозу. Що ближчі екологічні ніші популяцій різних видів в одному біогеоценозі, то гостріша між ними конкуренція за ресурси.

Внаслідок такої конкуренції або один вид витискує інший з даного біогеоценозу, або їх вимоги до умов довкілля (характеру їжі, просторового розміщення, часу розмноження тощо) змінюються. Наприклад, ярусне розташування різних видів рослин у біогеоценозі знижує їх конкуренцію за світло. Популяції видів із широкими екологічними можливостями в різних біогеоценозах можуть займати різні екологічні ніші. Сукупність екологічних

База усіх збірників, відповідей ДПА 2020 на сайті <https://dpa-zno.info>

ніш, які займають різні популяції певного виду в різних біогеоценозах, становить екологічну характеристику виду.

Скачати усі збірники ДПА 2020 на сайті <https://dpa-zno.info>

## Частина IV. Завдання 16

### Особливості цитоплазматичної спадковості

Крім ядерного спадкового матеріалу, існують ще й цитоплазматичні, або екстраядерні, носії спадковості (так звані плазмогени).

Плазмогени — гени, локалізовані в ДНК органоїдів цитоплазми (мітохондріях, хлоропластах), рідині цитоплазми. Вони мають здатність реплікуватись і передавати спадкову інформацію.

Плазмогени зумовлюють цитоплазматичну спадковість, матеріалізовану у факторах цитоплазми.

Плазмогени передаються нащадкам із цитоплазмою матері через жіночу статеву клітину. Цитоплазматичну спадковість виявляють у реципрокних схрещуваннях (A x B; B x A).

Наступним етапом аналізу цитоплазматичної спадковості є зворотне схрещування гібрида з материнською формою для заміщення ядерного матеріалу матері батьківськими хромосомами. Якщо під час таких схрещувань ознака спадкуватиметься по материнській лінії, то вона спадкується через цитоплазму.

Плазмогени зумовлюють також відхилення від типового менделівського розщеплення ознак у потомстві.

Для цитоплазматичної спадковості характерно:

- успадкування ознак і властивостей тільки по материнській лінії;
- нерівномірний розподіл органоїдів цитоплазми між дочірніми клітинами під час поділу клітини й відхилення з цієї причини розщеплення в F<sub>2</sub> від менделівського;
- взаємодія плазмогенів і ядерних генів, які детермінують розвиток певної ознаки;
- мутації плазмогенів, що зумовлює спадкову мінливість.

Найбільш повно вивчені дві форми цитоплазматичної спадковості: пластидна і цитоплазматична чоловіча стерильність.

Пластидне успадкування вивчали К. Корренс і Е. Баур на рослинах нічної красуні, серед яких траплялись строкатолисті (мали забарвлені й незабарвлені пластиди).

Строкатолистість — хлорофільні мутації, які виникають під впливом мутагенів у клітинах пластид. Учені з'ясували, що в цьому випадку ознаку наявності чи відсутності хлорофілу в пластидах контролюють плазмогени, локалізовані в пластидах, й успадковують нащадки із цитоплазмою яйцеклітини.

Цитоплазматична чоловіча стерильність виявлена в багатьох культур: кукурудзи, соняшнику, буряка, цибулі, моркви та ін. У чоловічо-стерильних рослин у квітках відсутні пиляки або в пиляках утворюється стерильний пилок.



## Частина IV. Завдання 17

### Опишіть рівні організації життя

Рівні організації живої матерії — ієрархічно супідрядні рівні організації біосистем, що відображають рівні їх ускладнення. Слід підкреслити, що побудова універсального списку рівнів біосистем неможлива. Виділяти окремий рівень організації доцільно в тому випадку, якщо на ньому виникають нові властивості, відсутні у систем нижчого рівня. Наприклад, феномен життя виникає на клітинному рівні, а потенційне безсмертя — на популяційному. Під час дослідження різних об'єктів або різних аспектів їх функціонування можуть виділятися різні набори рівнів організації. Наприклад, в одноклітинних організмів клітинний і організмний рівні збігаються. При вивченні проліферації (розмноження) клітин багатоклітинного рівня може виникнути необхідність виділення окремих тканинного і органного рівнів, оскільки для тканини й органу можуть бути характерні специфічні механізми регуляції досліджуваного процесу. Біосистеми різних рівнів можуть бути подібні у своїх істотних властивостях, наприклад, принципах регуляції важливих для їхнього існування параметрів. Розрізняють такі рівні організації живої матерії: молекулярний, клітинний, організмний, популяційно-видовий, екосистемний, або біогеоценологічний, і біосферний.

На молекулярному рівні відбуваються хімічні процеси і перетворення енергії, а також зберігається, змінюється і реалізується спадкова інформація. На молекулярному рівні існують елементарні біологічні системи, наприклад віруси. Цей рівень організації живої матерії досліджують молекулярна біологія, біохімія, генетика, вірусологія.

Клітинний рівень організації живої матерії характеризується тим, що в кожній клітині як одноклітинних, так і багатоклітинних організмів відбуваються обмін речовин і перетворення енергії, зберігається та реалізується спадкова інформація. Клітини здатні до розмноження і передачі спадкової інформації дочірнім клітинам. Отже, клітина є елементарною

одиницею будови, життєдіяльності та розвитку живої матерії. Клітинний рівень організації живої матерії вивчають цитологія, гістологія, анатомія.

Організмний рівень. У багатоклітинних організмів під час індивідуального розвитку клітини спеціалізуються за будовою та виконуваними функціями, часто формуючи тканини. З тканин формуються органи. Різні органи взаємодіють між собою у складі певної системи органів (наприклад, травна система). Цим забезпечується функціонування цілісного організму як інтегрованої біологічної системи (в одноклітинних організмів організмний рівень збігається з клітинним). Таке функціонування насамперед пов'язане зі здійсненням обміну речовин та перетворенням енергії, що забезпечує сталість внутрішнього середовища.

Організмний рівень організації живої матерії вивчає багато наук. Окремі групи організмів досліджують ботаніка (об'єкт дослідження — рослини), зоологія (об'єкт дослідження — тварини), мікологія (об'єкт дослідження — гриби), бактеріологія (об'єкт дослідження — бактерії). Будову організмів вивчає анатомія, а процеси життєдіяльності — фізіологія.

Популяційно-видовий рівень. Усі живі організми належать до певних біологічних видів. Організми одного виду мають спільні особливості будови та процесів життєдіяльності, екологічні вимоги до середовища існування. Вони здатні залишати плодючих нащадків. Особини одного виду об'єднують у групи — популяції, які живуть на певних частинах території поширення даного виду. Популяції одного виду більш-менш відмежовані від інших. Популяції є не тільки елементарними одиницями виду, а й еволюції, оскільки в них відбуваються основні еволюційні процеси. Ці процеси здатні забезпечити формування нових видів, що підтримує біологічне різноманіття нашої планети.

Екосистемний, або біогеоценологічний, рівень. Популяції різних видів, які населяють спільну територію, взаємодіють між собою та з чинниками неживої природи, входять до складу надвидових біологічних систем — екосистем. Екосистеми, які охоплюють територію з подібними фізико-кліматичними умовами, називають також біогеоценозами. Біогеоценози здатні до самовідтворення. Для них характерні постійні потоки енергії між

популяціями різних видів, а також постійний обмін речовиною між живою та неживою частинами біогеоценозів, тобто колообіг речовин.

Біосферний рівень. Окремі екосистеми нашої планети разом утворюють біосферу — частину оболонок Землі, населену живими організмами.

Біосфера становить єдину глобальну екосистему нашої планети. Біосферний рівень організації живої матерії характеризується глобальним колообігом речовин і потоками енергії, які забезпечують функціонування біосфери.

Надорганізміві рівні організації живої матерії — популяції, екосистеми та біосферу в цілому — вивчає екологія.

## Частина IV. Завдання 18

### Розкажіть про взаємозв'язки між популяціями в екосистемах

Взаємозв'язки між популяціями можуть бути різноманітними: прямими й непрямими; антагоністичними, нейтральними та мутуалістичними; трофічними і топічними:

прямі — безпосередні зв'язки двох популяцій екосистеми (хижак — здобич, паразит — хазяїн);

непрямі — популяція одного виду впливає на популяцію іншого опосередковано, через популяцію третього (вплив хижаків на рослини через рослиноїдних гризунів);

антагоністичні — одна популяція зазнає негативного впливу іншої (конкуренція, хижацтво, паразитизм);

нейтральні — кожна співіснуюча популяція не завдає іншій шкоди і не приносить користі;

мутуалістичні — форма співжиття організмів, за якої кожен з організмів приносить іншому певну користь (рак-самітник і актинія);

трофічні — організми одного виду або продукти їхньої життєдіяльності є об'єктом живлення для іншого (рослини і фітофаги, хижак — здобич, паразит — хазяїн);

топічні — види, не пов'язані прямими трофічними зв'язками, але внаслідок життєдіяльності одних видів змінюються умови існування інших (ярусність рослинних угруповань, вусоногі раки на моллюсках і китах тощо).

## Частина IV. Завдання 19

### Поняття про біополімери та їхні мономери

Біополімери — біологічні макромолекули, полімери біологічного походження. Прикладами біополімерів є целюлоза, крохмаль, білки та пептиди, ДНК і РНК тощо. Більшість біополімерів є гетерополімерами, тобто складається з мономерних ланок різного типу.

Целюлоза (клітковина) — головний структурний полісахарид клітинних оболонок рослин. За своєю структурою, це лінійний полімер, мономерами якого слугують залишки глюкози. Вона нерозчинна у воді й лише набрякає в ній.

Крохмаль  $(C_6H_{10}O_5)_n$  є основним запасним полісахаридом у рослин, що нагромаджується в результаті фотосинтезу в плодах, зерні, коренях і бульбах деяких рослин як запасна форма вуглеводів. Кількість залишків глюкози в його молекулах може бути різною. Полісахариди в крохмалі в основному представлені двома компонентами: амілозою (20–30 %) та амілопектином (70–80 %), співвідношення яких залежить від природи рослин. У гарячій воді крохмаль набрякає. При цьому амілоза переходить у розчин, а амілопектин утворює колоїдний розчин (клейстер). Під дією амілаз у травному каналі людини і тварин крохмаль піддається гідролізу та розщеплюється з утворенням глюкози та мальтози, що розщеплюється мальтазою до глюкози, яка засвоюється організмом.

Молекули білків є лінійними полімерами, що складаються з  $\alpha$ -L-амінокислот (які є мономерами цих полімерів) і, у деяких випадках, з модифікованих основних амінокислот (щоправда, модифікації відбуваються вже після синтезу білка на рибосомі).

Пептиди — це речовини, молекули яких побудовані із залишків  $\alpha$ -амінокислот, з'єднаних у ланцюг пептидними (амідними) зв'язками —  $C(O)NH$ —. Це природні або синтетичні сполуки, які містять десятки, сотні або тисячі мономерних ланок— амінокислот. Поліпептиди складаються із сотень амінокислот, на противагу олігопептидам, що складаються з невеликої кількості амінокислот (не більше 10–50), і простим пептидам (до 10).

Дезоксирибонуклеїнова кислота є біополімером, мономерами якого є нуклеотиди. Кожен нуклеотид складається із залишку фосфатної кислоти, приєднаного за 5'-положенням до цукру дезоксирибози, до якого також через глікозидний зв'язок (C—N) за 1'-положенням приєднана одна із чотирьох азотистих основ. Саме наявність характерного цукру і становить одну з головних відмінностей між ДНК і РНК, зафіксовану в назвах цих нуклеїнових кислот (до складу РНК входить цукор рибоза).

## Частина IV. Завдання 20

### Правило екологічної піраміди. Типи екологічних пірамід

Ланцюги живлення в екосистемах переплетені й утворюють харчові, або трофічні, сітки. Харчові сітки всередині кожної екосистеми мають добре виражену структуру, яка характеризується кількістю, розміром і загальною масою організмів — біомасою на кожному рівні ланцюга живлення.

Кількість ланок ланцюга живлення в екосистемі обмежується правилом екологічної піраміди, відповідно до якого загальна біомаса та енергія кожної наступної ланки зменшується.

Це правило можна зобразити у вигляді піраміди, складеної з окремих блоків, що відповідають продуктивності організмів на певному трофічному рівні.

Розрізняють три основні типи екологічних пірамід:

1) піраміда чисел — відображає чисельність окремих організмів на кожному рівні. Часто дотримується у трофічних зв'язках «хижак — жертва» (винятки — 80 більш дрібні хижаки живуть за рахунок групового полювання: зграя вовків — лось); її не можна застосовувати до ланцюгів живлення «паразит — хазяїн»;

2) піраміда біомаси — кількість органічної речовини, синтезованої на кожному рівні. Враховують сумарну масу організмів (біомасу) кожного трофічного рівня; тут бажано порівнювати суху масу після видалення води;

3) піраміда енергії — характеризує величину потоку енергії чи продуктивність її на кожному наступному трофічному рівні. Найбільш правильно відбиває взаємозв'язки між живими організмами на різних трофічних рівнях. Ця піраміда завжди звужується догори.

## Частина IV. Завдання 21

### Підмембранні комплекси клітини

До підмембранних компонентів клітини належать різноманітні структури білкової природи, що утворюють внутрішній каркас клітини, або цитоскелет: мікротрабекулярна система, мікротрубочки і мікронитки (мікрофіламенти).

Функції цитоскелета:

- опорна;
- закріплення в певному положенні органел;
- переміщення органел у клітині.

Мікротрабекулярна система — сітка тонких фібрил (2-3 нм завтовшки), що перетинає цитоплазму в різних напрямках і зв'язує між собою всі внутрішньоклітинні компоненти: мікротрубочки, мікронитки, органели клітини та цитоплазматичну мембрану. Це дуже динамічна система, яка може розпадатись у разі зміни зовнішніх умов і знову збиратися.

Мікротрубочки — компоненти всіх еукаріотичних клітин. Це циліндричні нерозгалужені структури, діаметр яких 10-30 нм; завдовжки до кількох мікрометрів. Мікротрубочки легко розпадаються за підвищеної температури за наявності йонів Кальцію і збираються з молекул глобулярного білка тубуліну за наявності йонів Магнію та АТФ.

Функції мікротрубочок:

- беруть участь у формуванні веретена поділу еукаріотичних клітин, у внутрішньоклітинному транспорті речовин;
- входять до складу джгутиків, війок, центріолей.

Мікронитки, або мікрофіламенти, — тонкі (4-7 нм у діаметрі) ниткоподібні структури, що складаються зі скоротливих білків актину й міозину. Взаємодія актину й міозину лежить в основі скорочення м'язів. Нитки



актину й міозину ковзають одна відносно іншої, унаслідок чого відбувається скорочення або розслаблення складових одиниць м'язів.

Функції мікрониток:

- у взаємодії з мікротрубочками поверхневого шару цитоплазми і плазматичною мембраною забезпечують рухову активність цитоплазми;
- беруть участь у зміні форми клітини;
- входять до складу мікроворсинок епітелію кишечника.

До підмембранних компонентів належить також пелікула — ущільнений зовнішній шар цитоплазми багатьох найпростіших (евглени, інфузорії тощо). Пелікула забезпечує клітині відносну сталість форми й надає міцності поверхневому апарату.

## Частина IV. Завдання 22

### Основні положення еволюційного вчення Ч. Дарвіна

Чарльз Дарвін (1809-1882) — англійський природодослідник. Його теорія є цілісним вченням про історичний розвиток органічного світу, охоплює широке коло проблем, найважливішими з яких є докази еволюції, виявлення рушійних сил еволюції, визначення шляхів і закономірностей еволюційного процесу тощо. Основні положення свого вчення він висловив у працях «Про походження видів шляхом природного добору, або Збереження порід, що опинились у сприятливих умовах» (1859), «Зміни свійських тварин і культурних рослин» (1868), «Походження людини і статевий добір» (1871).

Сутність еволюційного вчення Ч. Дарвіна полягає у таких основних положеннях:

1. Органічні форми повільно і перетворювались і вдосконалювались відповідно до навколишніх умов.
2. В основі перетворення видів у природі лежать такі властивості організмів, як мінливість і спадковість, а також постійно діючий природний добір, який здійснюється через складну взаємодію організмів один з одним і з факторами неживої природи; ці взаємозв'язки Ч. Дарвін назвав боротьбою за існування.
3. Результатом еволюції є пристосованість організмів до умов існування і різноманітність видів у природі.

В еволюційній гіпотезі Ч. Дарвіна передумовою еволюції є спадкова мінливість, а її рушійними силами — боротьба за існування і природний добір.

Під час створення еволюційної теорії Ч. Дарвін багато разів звертався до результатів селекційної практики. Він намагався з'ясувати походження порід свійських тварин і сортів рослин, розкрити причини різноманітності порід і сортів та з'ясувати методи, за допомогою яких вони були одержані. Ч. Дарвін виходив з того, що культурні рослини і свійські тварини за рядом ознак схожі з певними дикими видами, що неможливо пояснити з позиції теорії

творення. Звідси випливала гіпотеза, за якою культурні форми походять від диких видів. З іншого боку, введені в культуру рослини і приручені тварини не залишились незмінними: людина не тільки відбирала з дикої флори і фауни види, що цікавлять її, але й істотно змінила їх в потрібному напрямі, створивши при цьому з небагатьох диких видів значну кількість сортів рослин і порід тварин.

4. Дарвін довів, що основою різноманіття сортів і порід є мінливість.

Мінливість — процес виникнення відмінностей у нащадків порівняно з предками, які обумовлюють різноманітність особин у межах сорту, породи.

Ч. Дарвін вважав, що причинами мінливості є дія на організми факторів навколишнього середовища (пряма або непряма), а також природа самих організмів (оскільки кожен з них специфічно реагує на дію довкілля). Ч.

Дарвін виділяв три форми мінливості: визначену, невизначену та корелятивну.

Визначена, або групова, мінливість виникає під впливом певного чинника середовища, що діє однаково на всі особини сорту або породи і який змінюється у певному напрямі. Прикладами можуть бути збільшення маси тіла в усіх особин при посиленому годуванні, зміна волосяного покриву під впливом клімату тощо. Ця мінливість є масовою, захоплює все покоління і виражається в усіх особин схожим чином. Вона неспадкова, тобто у нащадків зміненої групи при дії на них інших умов середовища набуті батьками ознаки не проявляються.

Невизначена, або індивідуальна, мінливість виявляється специфічно в кожній особині, тобто вона одинична, індивідуальна за своїм характером. При невизначеній мінливості з'являються різноманітні відмінності в особин одного й того ж сорту, породи, якими за схожих умов одна особина відрізняється від інших. Ця форма мінливості невизначена, тобто особина в одних і тих же умовах може змінюватись у різних напрямках. Наприклад, поява в одного сорту рослин особин з різним забарвленням квіток, різною інтенсивністю забарвлення пелюсток тощо. Причини такого явища Дарвін не знав. Невизначена мінливість має спадковий характер, тобто стійко передається потомству.

При корелятивній, або співвідносній, мінливості зміна в одному певному органі є причиною змін в інших органах. Наприклад, у собак з погано розвиненим шерстяним покривом звичайно недорозвинені зуби, голуби з опереними ногами мають перетинки між пальцями, у голубів з довгим дзьобом звичайно довгі ноги, білі коти-самці з блакитними очима звичайно глухі тощо.

Визначивши форму мінливості, Ч. Дарвін зробив висновок, що для еволюційного процесу важливі лише успадковані зміни, оскільки тільки вони можуть нагромаджуватись із покоління в покоління. За Ч. Дарвіном, основні фактори еволюції культурних форм — це спадкова мінливість і добір, який здійснює людина (такий добір Ч. Дарвін назвав штучним).

Пояснення історичної змінності видів Ч. Дарвін вважав можливим тільки через розкриття причин пристосованості до визначених умов. Він дійшов висновку, що пристосованість природних видів, як і культурних форм, — результат добору, який здійснюється не людиною, а умовами середовища.

Однією з найголовніших умов природного добору Ч. Дарвін вважав перенаселення особин видів, що виникає як наслідок геометричної прогресії розмноження. Він звернув увагу на те, що особини видів, які дають навіть відносно невелике потомство, зрештою розмножуються доволі інтенсивно. Однак плодючість організмів у цілому дуже велика, але реально в природі ніколи не спостерігається така кількість особин будь-якого виду, на яку можна було б очікувати. Значна частина потомства з різних причин гине. Ч. Дарвін робить висновок, що перенаселення є основною (хоча і не єдиною) причиною виникнення між організмами боротьби за існування. У поняття «боротьба за існування» він вкладав широке метафоричне значення.

Організмам доводиться боротися як між собою, так і з фізико-хімічними умовами середовища. Це можуть бути безпосередні зіткнення між організмами або частіше непрямі конфлікти. Організми-конкуренти можуть навіть безпосередньо не контактувати один з одним, але перебувати в стані запеклої боротьби. До чинників, що обмежують чисельність видів (і спричиняють боротьбу за існування), він відносив кількість їжі, наявність хижаків, різні захворювання і несприятливі кліматичні умови. Ці чинники

можуть впливати на чисельність видів безпосередньо й опосередковано, через ланцюг складних взаємовідносин. Дуже велику роль в обмеженні чисельності видів відіграють взаємні протиріччя між організмами.

Суперечності між організмами набувають особливої гостроти, якщо вони мають потребу в подібних ресурсах й близьку організацію. Тому боротьба за існування між видами одного роду (міжвидова) запекліша, ніж між видами різних родів. Ще більш гострими й напруженими є суперечності між особинами одного й того ж виду — внутрішньовидова боротьба. Природним результатом суперечностей між організмами і довкіллям є винищування (елімінація) частини особин видів. Боротьба за існування, таким чином, і є елімінуючим чинником. Якщо частина особин кожного виду гине в боротьбі за існування, то інші виявляються здатними подолати несприятливі умови. Виникає питання: чому ж одні особини гинуть, а інші виживають?

У кожному окремому випадку причини різні. Але це явище підкоряється загальним закономірностям: у результаті мінливості особин виникає неоднорідність, наслідком якої є нерівноцінність особин за відношенням до середовища, тобто їх біологічна різноякісність. Таким чином, одні особини з групи більше відповідають середовищу порівняно з іншими, що забезпечує їм успіх у боротьбі за існування. У результаті цього особини, найбільш пристосовані до конкретних умов середовища, виживають, а гинуть менш пристосовані.

Виживання більш пристосованих і загибель менш пристосованих Ч. Дарвін називав природним добром. При цьому слід розуміти, що ми маємо лише природний наслідок загибелі менш пристосованих. Природний добір реалізується через дію природних чинників середовища (температури, вологості, світла, паразитів, конкурентів, труднощів добування їжі і т. п.). Природний добір діє через збереження і накопичення дрібних спадкових змін. Наприклад, навіть незначне подовження хоботка у бджоли удосконалює її здатність до здобування нектару з квіток, не доступних для інших бджіл. Бджоли з подовженим хоботком матимуть перевагу перед тими, у яких спадково зберігається нормальна довжина хоботка.

Добір відбувається протягом низки поколінь, у кожному з яких зберігаються найкращі форми, які в найбільшій мірі відповідають певним умовам.

## Частина IV. Завдання 23

### Хромосоми: особливості будови та хімічного складу

Основу хромосоми становить дволанцюгова молекула ДНК, зв'язана з ядерними білками. Крім того, до складу хромосом входять РНК та ферменти. Молекули ДНК у хромосомах розташовані певним чином. Ядерні 'білки утворюють особливі структури — нуклеосоми, навколо яких наче накручені нитки ДНК. Кожна нуклеосома складається з восьми білкових глобул. Особливі білки зв'язують нуклеосоми між собою. Така організація забезпечує компактне розміщення молекул ДНК у хромосомах, оскільки довжина цих молекул у розгорнутому стані значно перевищує довжину хромосом. Наприклад, довжина хромосом під час поділу клітини в середньому становить 0,5-1 мкм, а розгорнутих молекул ДНК — декілька сантиметрів. Таке пакування молекули ДНК дає їй змогу ефективно керувати процесами біосинтезу білків, процесами власного самоподвоєння, захищає від пошкоджень під час поділу клітини.

Кожна хромосома складається з двох поздовжніх частин — хроматид, з'єднаних між собою в місці, яке називають зоною первинної перетяжки. Вона поділяє хромосоми на дві ділянки — течі. Якщо перетяжка розташована посередині хромосоми, то плечі мають однакові або майже однакові розміри. А якщо перетяжка зсунута до одного з кінців хромосоми, то плечі відрізняються за довжиною. У зоні первинної перетяжки є ділянка хромосоми зі специфічною структурою, що з'єднує сестринські хроматиди, — центромера. На ній формуються білкові структури — кінетохори. Під час поділу клітини до кінетохора приєднуються нитки веретена поділу, що забезпечує впорядкований розподіл цілих хромосом або окремих хроматид між дочірніми клітинами. Деякі хромосоми мають ще й вторинну перетяжку, де розташовані гени, які відповідають за утворення ядерця.

Кожна із хроматид містить по молекулі ДНК з подібним набором спадкової інформації. Під час поділу клітини хроматиди розходяться до дочірніх клітин, а в період між двома поділами число хроматид знову подвоюється. Це відбувається завдяки здатності молекул ДНК до самоподвоєння.

Хромосоми містять гени — ділянки молекули ДНК із закодованою інформацією (генетичний код) про будову молекул білка або РНК. Ділянку, яку займає певний ген у хромосомі, називають локусом.



## Частина IV. Завдання 24

### Розвиток органічного світу в кайнозойську еру

Кайнозойська ера включає три періоди: палеоген, неоген, антропоген. Усі великі таксони виникли в попередні ери. Тому в кайнозойську еру еволюція відбувається шляхом ідіоадаптацій.

Панують покритонасінні рослини, комахи, кісткові риби, птахи, ссавці.

Уже на початку ери рослинність стає близькою до сучасної. Численні ідіоадаптації забезпечили широке розповсюдження покритонасінних рослин з їх різноманітністю способів запилення, квіток, плодів і насіння, листя, корневих систем, пагонів.

На початку ери значно поширились теплолюбні рослини тропічного і субтропічного поясів: бамбук, виноград, лавр, пальми, магнолії, у північніших районах — рослини помірної поясу (бук, дуб, вільха, береза, верба).

Жаркий і вологий клімат поступово змінювався сухішим, континентальним. Це призвело до зменшення площі лісів, появи саван, степів із трав'яною рослинністю.

У другій половині ери клімат став холоднішим, тому зменшилась чисельність вічнозелених рослин. Тропічна і субтропічна рослинність відступає на південь, на її місці з'являється тундрова — полярні мохи, полярна верба, карликова береза. Пізніше з потеплінням клімату тундрові рослини відступили на північ, на їх місці поширилась листяна і хвойна рослинність помірної поясу.

У кайнозої інтенсивною є еволюція комах, ароморфні зміни дали змогу їм ще в палеозої заселити сушу: хітиновий покрив захищав внутрішні органи і виконував роль скелета; членисті кінцівки та м'язи у вигляді пучків забезпечували різноманітніші рухи порівняно із червами; поява крил дозволила їм літати; трахеї забезпечували дихання атмосферним повітрям. Комахи заселяють різні середовища життя, у них формуються пристосування до життя в різних умовах: різноманітні типи забарвлення і форми тіла,

особливості будови кінцівок, ротового апарату, розвиток з повним і неповним перетворенням.

Завдяки численним ідіоадаптаціям (різноманітні форми дзьоба, забарвлення, особливості будови кінцівок) в кайнозої розповсюджуються птахи.

Ще в крейдовому періоді з'явилися яйцекладні, сумчасті і плацентарні ссавці. З яйцекладних до наших днів збереглися лише качконіс і єхидна, що живуть в Австралії. Ці тварини відкладають яйця, у них немає сосків, молоко виділяється на поверхню шкіри, є клоака, температура тіла непостійна. Такі примітивні риси свідчать про стародавність цієї групи ссавців, їхню спорідненість із плазунами.

Примітивну будову мають і сумчасті ссавці, поширені переважно в Австралії, частково — у Південній Америці. Їхня головна особливість полягає в тому, що період внутрішньоутробного розвитку їхніх дитинчат дуже короткий, вони народжуються слаборозвиненими, тому мати доношує їх у сумці.

В антропогені кайнозойської ери сформувався теперішній клімат, сучасні види тварин і рослин, з'явилась людина

## Частина IV. Завдання 25

### Мітотичний поділ клітин еукаріотів

Мітоз, або непрямий поділ клітини, — основний універсальний спосіб збільшення кількості соматичних клітин. Це спосіб поділу клітини, що полягає в точному розподілі генетичного матеріалу між дочірніми клітинами. Він супроводжується утворенням особливого апарату, що забезпечує рівномірний розподіл спадкового матеріалу материнської клітини між двома дочірніми, — хромосом і веретена поділу.

У процесі мітозу з одного ядра з певною кількістю хромосом утворюються два дочірні ядра з такою ж кількістю хромосом у кожному.

Мітоз є безперервним процесом, але залежно від того, де розміщуються і як виглядають у цей період хромосоми під світловим мікроскопом, а також від фізико-хімічного стану цитоплазми та ядра, його умовно розділяють на чотири послідовні стадії — профазу, метафазу, анафазу й телофазу.

Профаза — перша, найдовша стадія мітозу:

- відбувається спіралізація ДНК, хроматиди скорочуються і потовщуються, хромосоми стають помітні під світловим мікроскопом;
- ядерця зникають, бо припиняється синтез рРНК;
- розчиняється ядерна оболонка, хромосоми потрапляють у цитоплазму;
- центріолі клітинного центру тваринних клітин розходяться до полюсів клітини.

Метафаза — стадія безпосередньої підготовки до поділу:

- формується веретено поділу, яке є сукупністю мікротрубочок, що складаються з білка тубуліну;
- кожна хроматида своєю центромерою прикріплюється до однієї з мікротрубочок веретена поділу;
- усі хроматиди шикуються по «екватору» клітини своїми центромерами;
- хроматиди відокремлюються одна від одної.

## Анафаза:

- нитки веретена поділу скорочуються і розтягують хроматиди до різних полюсів клітини;
- хроматиди знову стають хромосомами;
- до закінчення анафази біля кожного полюса клітини збирається диплоїдний набір хромосом.

## Телофаза — остання фаза поділу:

- відбувається деспіралізація ДНК: біля кожного з полюсів клітини хромосоми розкручуються, перетворюючись на деспіралізовану ДНК, з'єднану з білками (хроматин);
- знову з'являється ядерна оболонка;
- в ядрі з'являються ядерця;
- формується перегородка, що розділяє цитоплазму двох дочірніх клітин.

У тварин формування перегородки відбувається від периферії до центру, у рослин — від центру до периферії. У клітинах ссавців профаза триває 25–30 хв, метафаза — 6-15 хв, анафаза — 8-14 хв і телофаза — 10-40 хв.

## Частина IV. Завдання 26

### Принципи класифікації організмів. Таксономічні одиниці

Принципи класифікації організмів. Різноманітність видів вивчає систематика, а екосистем — біогеоценологія та біогеографія. Різні види об'єднують у групи (таксони) різних категорій (рангів), кожна з яких має індивідуальну наукову (латинську) назву. Основні систематичні категорії— це вид, рід, родина, ряд (у ботаніці — порядок), клас, тип (у ботаніці — відділ), царство. Кожен вид слід обов'язково класифікувати, тобто віднести до кожної із згаданих категорій. Наприклад, собака домашній має таку систематичну належність:

Вид собака домашній — *Canis familiaris*;

Рід Собака — *Canis*;

Родина Собачі — *Canidae*;

Ряд Хижі — *Carnivora*;

Клас Ссавці — *Mammalia*;

Тип Хордові — *Chordata*;

Царство Тварини — *Animalia*.

Крім основних, у систематиці деяких груп організмів застосовують і допоміжні категорії. Найуживаніші з них — це підвид, підродина, надродина, підряд, надряд, підклас, надклас, підтип, надтип, підцарство. Наприклад, вид собака належить до надкласу Чотириногі (*Tetrapoda*), підтипу Хребетні (*Vertebrata*) та підцарства Багатоклітинні (*Metazoa*).

Основним критерієм для створення штучної (формальної) системи є ступінь подібності класифікованих об'єктів. При цьому не враховують дані палеонтології та будь-які інші свідчення еволюції. Такі штучні системи створюють через нестачу даних про історичний розвиток, онтогенез, будову та екологічні особливості певних груп організмів. Наприклад, тривалий час виділяли штучний тип Черви чи відділ Папоротеподібні; до першого

відносили плоских, круглих і кільчастих червів та деяких інших червоподібних тварин, до другого — папороті, хвощі та плауни.

Філогенетична, або природна, система базується на кількох принципах: усі сучасні види є нащадками викопних форм, що зумовлене безперервністю життя; видоутворення відбувається переважно завдяки дивергенції, тому кожна систематична група походить від спільного предка, тобто має монофілетичне походження; кожен тип (відділ) має властивий лише йому загальний план будови, який докорінно відрізняється від інших; як нині існуючі, так і вимерлі види входять в єдину класифікацію живого, тобто систематичне місце виду не залежить від часу його існування.

Отже, природна класифікація ґрунтується на розумінні того, що ступінь подібності видів є результатом їхнього історичного походження від спільного предка. Ступінь подібності видів тим менший, що більше розійшлися ознаки порівнюваних видів унаслідок послідовних дивергенцій у минулому.

## Частина IV. Завдання 27

### Мейотичний поділ клітин

Мейоз — особливий поділ клітини, що відбувається на певних етапах життєвого циклу організмів, які розмножуються статевим шляхом. Він пов'язаний із процесами розмноження грибів, рослин, тварин і відбувається в циклі розвитку кожного організму під час утворення статевих клітин.

Мейоз — це незвичайний механізм, що забезпечує зменшення хромосомного набору статевих клітин і кількості ДНК удвічі порівняно з нестатевими, щоб після злиття ядер чоловічої та жіночої статевих клітин при статевому розмноженні відновити кількість хромосом у клітинах організму.

Мейоз — сукупність двох послідовних поділів клітини, за яких ядро ділиться двічі, а хромосоми — один раз, унаслідок чого відбувається редукція (зменшення) їх кількості. Редукція кількості хромосом удвічі і перехід клітини з диплоїдного стану в гаплоїдний є наслідком мейозу. З однієї материнської клітини з диплоїдним набором хромосом ( $2n$ ) виникають чотири гаплоїдні ( $n$ ) клітини — гамети або спори. Мейоз забезпечує рівномірний розподіл генетичного матеріалу в кількох поколіннях організмів.

Місце мейозу в життєвому циклі організмів

Мейоз відбувається в:

- клітинах статевих залоз тварин і людини;
- клітинах насінних зачатків і пиляків вищих насінних рослин;
- материнських клітинах спор вищих спорових рослин;
- зиготах грибів і водоростей;
- найпростіших.

Мейоз в усіх живих організмів здійснюється за єдиною схемою, однак у різних організмів він буває на різних етапах розвитку.

Біологічне значення мейозу

Мейоз, насамперед, забезпечує підтримання сталої кількості хромосом в усіх поколіннях організмів, які розмножуються статевим шляхом. Дозрілі статеві клітини одержують гаплоїдний набір хромосом, а під час запліднення відновлюється диплоїдний набір, притаманний даному виду організмів. Так зберігається постійний для кожного виду набір хромосом (каріотип) та кількість ядерної ДНК.

Під час послідовних поділів мейозу відбувається перекомбінація генетичного матеріалу між утворюваними гаметами — перехрест хромосом, обмін ділянками між гомологічними хромосомами і незалежне розходження кожної пари гомологічних хромосом до різних дочірних клітин. Це забезпечує комбінативну мінливість і визначає закономірності спадкової передачі ознаки від батьків до нащадків. Природним доказом цього є двояйцеві близнюки або діти одних і тих же батьків.



## Частина IV. Завдання 28

### Кон'югація гомологічних хромосом. Кросинговер

Під час профазі першого мейотичного поділу (профаза I) хромосоми ущільнюються, набуваючи вигляду паличкоподібних структур. Потім гомологічні хромосоми зближуються і ніби злипаються (кон'югують) між собою. Під час кон'югації може відбуватися кросинговер: обмін ділянками між гомологічними хромосомами. Унаслідок кросинговеру виникають нові комбінації спадкового матеріалу, тому гомологічні хромосоми часто відрізняються за спадковою інформацією. Отже, кросинговер слугує джерелом спадкової мінливості.

Величина кросинговеру вимірюється відношенням кількості рекомбінантних (кросоверних) особин до загальної кількості особин у потомстві. У гомогаметної та гетерогаметної статі частота кросинговеру буває різною. Частота кросинговеру залежить від різних факторів середовища. Він властивий людині, усім тваринам, рослинам і мікроорганізмам. За частотою кросинговеру можна визначити відстань між зчепленими генами, що дозволяє будувати генетичні карти.

## Частина IV. Завдання 29

### Макроеволюція

Макроеволюція — процес еволюції всередині більш високих систематичних одиниць, ніж вид, утворення з видів нових родів; із родів — нових родин тощо аж до царства. Супідрядність менших одиниць систематики вищим встановлюється на підставі їх історичної спорідненості.

Макроеволюція відбувається в історично грандіозні проміжки часу і на великих просторах, а тому недоступна для безпосереднього вивчення.

В основі макроеволюційних процесів лежать мікроеволюційні (боротьба за існування і природний добір). Як і мікроеволюція, макроеволюція має дивергентний характер. Макроеволюція може здійснюватись кількома способами.

Еволюцію більшості рослин і тварин характеризує адаптивна радіація — утворення різноманітних форм організмів у межах споріднених систематичних одиниць. Ч. Дарвін першим висловив думку про адаптивну радіацію і назвав цей процес дивергенцією.

Дивергенція — основний спосіб здійснення макроеволюції, незалежне утворення різних ознак у споріднених організмів. Під час дивергенції подібність між організмами пояснюється спільністю їх походження, а відмінність — пристосуванням до різних умов середовища. Дивергенція спостерігається у тих випадках, коли внаслідок конкурентної боротьби за їжу та життєвий простір організми займають якомога більше доступних екологічних ніш.

Дивергенція будь-якого надвидового масштабу — результат дії ізоляції і в кінцевому результаті природного (групового) добору. У результаті дивергенції у споріднених форм виникають гомологічні органи (спільні за походженням, подібні за зовнішньою будовою).

Другий спосіб макроеволюції — паралелізм — процес еволюційного розвитку в подібному напрямку двох або кількох початково дивергентних форм (ласти у китоподібних і ластоногих).

У макроеволюції може також спостерігатись конвергенція — процес еволюції двох або більше неспоріднених груп у подібному напрямку. Конвергенція зумовлена однаковим середовищем існування, куди потрапляють неспоріднені організми (торпедоподібне тіло акули, іхтіозавра і дельфіна). Під час конвергентного способу еволюції виникають аналогічні органи (різні за походженням, але подібні за зовнішньою будовою й виконують однакові функції).

## Частина IV. Завдання 30

### Джерела енергії для організмів. Автотрофи та гетеротрофи

Відповідно до закону збереження енергії, усі функції живого організму, що потребують затрат енергії, повинні в кінцевому результаті здійснюватися за рахунок зовнішніх джерел енергії.

За характером живлення і джерелами використання енергії при обміні речовин усі організми поділяють на дві групи: автотрофи й гетеротрофи. Автотрофи — організми, здатні синтезувати органічні речовини із простих неорганічних сполук ( $\text{CO}_2$  та  $\text{H}_2\text{O}$ ), використовуючи при цьому енергію Сонця (фотосинтезуючі автотрофи) або енергію екзотермічних реакцій окиснення неорганічних речовин (хемосинтезуючі автотрофи, або хемотрофи). Фототрофи — усі зелені рослини, ціанобактерії, пурпурні й зелені сіркобактерії. Хемотрофи — азотфіксуючі, нітрифікуючі, залізо- та сіркобактерії тощо.

Гетеротрофи — організми, які споживають готові органічні сполуки, створені іншими істотами, що слугують для них джерелом енергії та будівельним матеріалом.

Якщо гетеротрофи отримують готові органічні речовини від живих організмів, то їх відносять до хижаків (хижі тварини, шкідники рослин) або паразитів (віруси, хвороботворні бактерії, гриби-паразити, рослини-паразити, тварини-паразити); від мертвих — до сапрофітів (бактерії бродіння та гниття, цвілеві та дріжджові гриби; багато видів тварин).

До гетеротрофних організмів належать і симбіонти — організми, що живляться за рахунок інших, але не паразитують на них, а перебувають з ними у взаємовигідних відносинах — симбіозі (водорості та гриби в лишайнику, бульбочкові бактерії та бобові рослини).

## Частина IV. Завдання 31

### Які захворювання можна лікувати, пересаджуючи стовбурові клітини хворому?

Стовбуровими клітинами вважають недиференційовані клітини, здатні до самовідновлення та продукування хоча б одного типу високо диференційованих нащадків. Процес багаторазового відновлення клітин називають проліферацією. Одна з основних властивостей стовбурових клітин та, що вони не мають жодних тканино-специфічних структур, які дозволили б їм виконувати спеціалізовані функції. Учені шукають чинники, які дозволяють стовбуровим клітинам залишатися недиференційованими. Важливою ділянкою наукових досліджень є вивчення сигналів у тканинах та органах дорослого організму, які призводять до проліферації популяції стовбурових клітин і залишають їх не диференційованими поки вони не стануть потрібними, поки вони не стануть потрібними для генерації визначеної тканини.

Процеси, під час яких неспеціалізовані стовбурові клітини дають початок спеціальним клітинам, називають диференціальними. Тільки відносно недавно розпочалося вивчення сигналів, які запускають цей процес. Їх поділяють на внутрішні та зовнішні. Внутрішні сигнали контролюються генами і клітинами, які несуть закодовані інструкції для всіх структур і функцій клітин. Зовнішні сигнали включають хімічні речовини інших клітин, фізичний контакт із сусідніми клітинами, деякі молекули позаклітинного середовища. Дослідження сигналів диференціації стовбурових клітин необхідне і це допоможе вирощувати клітини або тканини для лікування багатьох захворювань.

Зрілі стовбурові клітини продукують клітини визначеної тканини, в яких вони знаходяться.

Наприклад, зрілі стовбурові клітини в кістковому мозку дають початок багатьом типам клітин крові. Донедавна вважалося, що гемопоетичні стовбурові клітини не можуть давати початок диференційованим клітинам інших тканин, наприклад, нервових. Численними експериментами показано,

що стовбурові клітини походять з однієї тканини, а дають початок клітинам зовсім іншої тканини. Такий феномен одержав назву пластичності. Так, кровотворні клітини дають початок нейронам або клітинам серцевого м'яза, клітини печінки трансформуються в клітини, що продукують інсулін. Стовбурові клітини людини можуть використовуватися для перевірки нових лікарських препаратів. Найважливішим потенціальним застосуванням людських стовбурових клітин і тканин, які могли б використовуватись для терапії хвороб Паркінсона та Альцгеймера, ушкодження спинного мозку, опіків, захворювань серця, цукрового діабету, остеоартриту та ревматоїдного артрити.

## **Частина IV. Завдання 32**

**Чи змінюється співвідношення між асиміляцією та дисиміляцією в різні періоди життя людини? Чому?**

Обмін речовин та енергії — життєво важливий процес, що відбувається в кожній клітині організму і виконує функції забезпечення її будівельним матеріалом та енергією. Він складається з двох нерозривно пов'язаних але протилежних процесів: асиміляції (пластичного обміну) та дисиміляції (енергетичного обміну). На процеси біосинтезу використовується енергія, що вивільняється в ході реакцій енергетичного обміну, а для здійснення реакцій енергетичного обміну необхідні ферменти, що синтезуються в ході реакцій пластичного обміну.

Діти й підлітки потребують більше поживних речовин, тому що їх організм розвивається, росте. Рухливий 10-річний хлопчик споживає приблизно стільки ж калорій, як 50-річний чоловік, а 10-річній дівчинці щодня необхідно на 400 калорій більше, ніж її 35-річній мамі.

## **Частина IV. Завдання 33**

### **Чи можна вважати гіпервітаміноз корисним для організму? Чому?**

Надлишкове надходження в організм вітамінів може призводити до гіпервітамінозу. При поступанні водорозчинних вітамінів у дозах, що перевищує добову потребу, ці речовини можуть швидко виводитися з організму. При цьому яких-небудь ознак гіпервітамінозу не відмічається. Проте, встановлено, що споживання великих кількостей вітаміну В<sub>6</sub> може супроводжуватись порушенням функцій периферичної нервової системи. Гіпервітаміноз вітаміну К супроводжується порушенням функцій шлунково-кишкового тракту й анемією.



## Частина IV. Завдання 34

### **Чому організм людини під час голодування легше переносить втрату жирів і білків, ніж втрату води?**

Вода в організмі відіграє надзвичайно важливу роль. Усі без винятку біохімічні реакції, що лежать в основі життя, відбуваються лише у водному розчині. Вода крові й тканинної рідини здійснює транспорт речовин між клітинами та органами, бере участь у створенні й регуляції осмотичного тиску, підтримує температурний гомеостаз. Втрата ваги тіла на 20 % за рахунок тільки втрати води для людини — смерть.

Центр регуляції обміну ліпідів так само, як і центр обміну вуглеводів знаходиться в гіпоталамусі. Сигналом для центру регуляції обміну ліпідів є рівень глюкози в крові, який сприймається гіпоталамічними глюкорецепторами. Зниження концентрації глюкози через гіпоталамус стимулює розщеплення ліпідів і гальмує синтез їх, а в разі підвищення рівня глюкози в крові активізується процес синтезу ліпідів і гальмують розщеплення ліпідів.

У регуляції обміну ліпідів бере участь симпатична і парасимпатична нервова система, і перша мобілізує жирові запаси для використання, а друга посилює синтез ліпідів. В організмі відбувається постійний обмін білків: вони руйнуються, розщеплюються до амінокислот, які дезамінуються й окиснюються, виділяючи енергію. Центр регуляції обміну білків розміщений в гіпоталамусі; також впливають і гуморальні чинники і звідси видно, що при голодуванні втрата води переноситься набагато важче.

## Частина IV. Завдання 35

### **Спрогнозуйте наслідки для здоров'я людини незбалансованого харчування, у якому переважають вуглеводи**

Вуглеводи у вигляді поліцукридів входять як складова частина до клітинних мембран, є обов'язковим компонентом нуклеїнових кислот, тобто відіграють певну структурну роль. Проте головна їх функція — забезпечення енергетичних потреб організму. Це пов'язано насамперед з тим, що вуглеводи легко й швидко мобілізуються, окиснюються, а також відновлюються шляхом ресинтезу з продуктів їх розщеплення. До того ж вуглеводи здатні давати енергію і в процесі анаеробного гліколізу, хоча і в значно меншій кількості.

Частка енергії, вироблюваної в організмі з вуглеводів, досягає 65 % загальної енергії спожитих органічних речовин. За добу людина споживає залежно від енерговитрат 400-500 г вуглеводів. Серед них є поліцукрид (крохмаль, глікоген), дицукриди (цукроза, мальтоза, лактоза) і моноцукриди (глюкоза, фруктоза).

Найпоширеніший у рослинній їжі поліцукрид — целюлоза — людиною і більшістю тварин майже не засвоюється, через те, що у травних соках усіх хребетних і більшості безхребетних тварин немає ферменту, що його розщеплює — целюлази. Її виробляють лише деякі бактерії та окремі види комах і молюсків. Решта рослиноїдних тварин засвоюють целюлозу завдяки симбіозу з целюлозобактеріями. Поліцукриди й дицукриди їжі розщеплюються амілазами травних соків до моноцукридів, останні всмоктуються з кишок у кров і надходять до печінки. У печінці певна частина глюкози полімеризується й депонується у вигляді поліцукриду глікогену. Невелика кількість глікогену відкладається у скелетних м'язах. Усього в організмі дорослої людини міститься близько 400 г глікогену. У крові здорової людини в нормі міститься 4,4-6,5 ммоль/л (80-120 мг %) глюкози. Коли вміст глюкози в крові не виходить за межі норми, йдеться про глікемію, якщо він нижчий за норму — гіпоглікемію, а вищий — гіперглікемію. Під час травлення з кишок у кров всмоктується глюкоза і її

рівень у крові, що відтікає від кишок, може різко зростати. Однак печінка затримує надлишок глюкози, перетворюючи її на глікоген і від печінки відтікає кров з нормальним вмістом глюкози. При вживанні великої кількості вуглеводів (цукру, солодоців) печінка може не встигати переробляти глюкозу, і тоді рівень глюкози в крові перевищує нормальний — виникає аліментарна (харчова) гіперглікемія.



## **Частина IV. Завдання 36**

### **Доведіть, що людина — відкрита біологічна система**

Клітина є відкритою системою, тому що вона не ізольована від зовнішнього середовища. Для життя та функціонування клітинам потрібно постійно взаємодіяти з навколишнім середовищем. Зокрема між середовищем і клітинами постійно відбувається обмін речовиною, енергією та інформацією. Ці процеси забезпечують упорядкований у часі та просторі координований перебіг усіх метаболічних і фізіологічних процесів. Організм людини складається з великої кількості клітин, які різняться розмірами, структурою і функціями. Отже, людина є біологічною системою. В термодинамічному відношенні біологічна система є відкритою системою, яка реалізує незворотні процеси і для здійснення функцій використовує енергію навколишнього середовища. Людина, як і все живе може активно існувати тільки в біосфері.

## Частина IV. Завдання 37

### Доведіть, що людський організм — самовідновлювальна система

Людина — складова біосфери, виду, і тому в процесі життєдіяльності вона має зважати на закони природи як системи вищого порядку. Людині притаманні загальні властивості живих систем:

- самоорганізація— внутрішня упорядкованість, яка виявляється через взаємодію її складових, що забезпечують цілісність системи, надають їй якісно нових властивостей;
- обмін речовин, енергії та інформації, що виявляється в процесах живлення, дихання, виділення, а також у сприйнятті впливів зовнішнього середовища;
- самовідновлення — регенерація багатьох (не всіх!) функцій, структур та енергетичних витрат;
- ріст і розвиток — кількісні та якісні зміни як окремих складових, так і організму загалом;
- подразливість — здатність відповідати на вплив умов зовнішнього середовища та зміни внутрішнього середовища;
- самовідтворення (розмноження) — здатність організмів відтворювати собі подібних;
- спадковість і мінливість — здатність зберігати ознаки й набувати нових;
- саморегуляція — здатність підтримувати сталість хімічного складу, фізичних властивостей та цілісності організму;
- адаптація — здатність пристосовуватись до умов навколишнього середовища.

Окрема властивість живого не відображає цілісно сутність біологічної системи. Лише взаємопов'язана сукупність цих ознак характеризує її як цілісність.

## Частина IV. Завдання 38

### Назвіть основні біологічні явища, що характеризують клітинний та організмовий рівні організації живого

Елементарні структури — клітини. Елементарні явища — життєві цикли клітин. Клітина перетворює речовини й енергію, що надходять до організму, у форму, придатну для використання, і таким чином забезпечує процеси життєдіяльності. Кожна клітина — відносно автономна, самостійно функціонуюча одиниця. У складі цілісного організму клітини об'єднуються у тканини й системи органів. Між ними налагоджена система фізіолого-біохімічних і структурно-функціональних зв'язків, яка є характерною для тканин даного організму. Екологічні проблеми рівня: ріст клітинної патології внаслідок забруднення середовища, порушення відтворення клітин.

Елементарні структури — організми та системи органів, з яких вони складаються. Елементарні явища — комплекс фізіологічних процесів, що забезпечують життєдіяльність. На даному рівні здійснюються механізми адаптації і формується певна поведінка живих істот у конкретних умовах середовища. Спадкова інформація закодована в генотипі, реалізується певними фенотипними проявами. Керуюча система — генотип.

Одноклітинний організм хоч і складається лише з однієї клітини, але функціонує як цілісна самостійна біологічна система та виконує усі життєво необхідні функції.

Одноклітинні організми є як у тваринному (амеби, інфузорії, форамініфери, радіолярії), так і в рослинному (водорості) світі та серед грибів. Серед них є прокаріоти та еукаріоти, вільноживучі та паразитичні види. Екологічні проблеми рівня: зниження адаптаційних можливостей організмів, розвиток граничних станів у людини (стан між здоров'ям і хворобою).

На організмовому, а по суті онтогенетичному рівні одиницею життя є особина з моменту її виникнення до смерті; це процес розгортання реалізації спадкової інформації, закованої в керівних структурах зародкової клітини.

На організмовому (онтогенетичному) рівні відбувається не тільки реалізація спадкової інформації, але й апробація її шляхом перевірки відповідності спадкових ознак і роботи керівних систем особливим вимогам середовища. Через випробування організму в процесі добору відбувається перевірка життєздатності даного генотипу в даних умовах. Онтогенез виник після доповнення конваріантної редуплікації. Новими етапами розвитку з'являється і поступово ускладнюється шлях від генотипу до фенотипу, від гену — до ознаки. Онтогенез відбувається внаслідок роботи саморегульованої ієрархічної системи в межах особини. Особини в природі не абсолютно ізольовані одна від одної, а об'єднані більш високим рангом біологічної організації — популяційно-видовим.

## Частина IV. Завдання 39

### Назвіть основні біологічні явища, що характеризують біогеоценотичний та біосферний рівні організації живого

Популяції різних видів утворюють у біосфері Землі складні угруповання — біогеоценози.

Біогеоценоз — сукупність рослин, тварин, грибів і прокариот, які населяють ділянку суші або водойми і перебувають у певних відношеннях між собою. Разом з конкретними ділянками земної поверхні, які займають біогеоценози, та прилягаючою атмосферою вони утворюють екологічні системи (екосистеми). Такі екосистеми можуть бути різного масштабу: від краплини води або мурашника до системи острова, річки, континенту або біосфери в цілому. Екосистема — взаємообумовлений комплекс живих і косних компонентів, пов'язаних між собою обміном речовин і енергії. Екосистема — «безрозмірне» поняття, але існує клас екосистем, які мають певні розміри і принципове значення «цеглинок» в організації всієї біосфери — біогеоценоз. Біогеоценоз — це така екосистема, усередині якої немає біоценотичних, мікрокліматичних, ґрунтових і гідрологічних кордонів: біогеоценоз — одна з найбільш складних природних систем. Зовні помітні межі біогеоценозів найчастіше співпадають з межами рослинних угруповань (фітоценозів). Усі групи екосистеми — продукт історичного розвитку різних за систематичним положенням видів, які пристосувались до сумісного існування.

Першоосновою формування біогеоценозів слугують рослини і прокариоти — продуценти органічної речовини (автотрофи). Найчастіше заселення рослинами і мікроорганізмами певної ділянки біосфери передують заселенню її тваринами. Рослини і мікроорганізми створюють середовище життя для тварин-гетеротрофів. Біогеоценози — середовище для еволюції популяцій, що їх складають. Популяції різних видів у біогеоценозах впливають одна на одну за принципом прямого та зворотного зв'язку. Загалом життя біогеоценозу регулюється переважно силами, які діють усередині самої системи, тобто йдеться про саморегуляцію біогеоценозу. Автономність і саморегуляція біогеоценозу обумовлюють його важливе положення в



біосфері планети як елементарної одиниці на біогеоценотичному рівні організації живого.

Біогеоценози, утворюючи біосферу планети, взаємозв'язані колообігом речовин та енергії. Життя в цьому коловороті виступає як провідний компонент біосфери. Біогеоценоз являє собою незамкнуту систему, яка має енергетичні «входи» і «виходи», що зв'язують її із сусідніми біогеоценозами. Речовини, якими обмінюються сусідні біогеоценози можуть перебувати в газуватому, рідкому або твердому стані, а також у вигляді живої речовини (міграція тварин).

Між біогеоценозами відбувається не тільки матеріально-енергетичний обмін, але й постійна конкурентна боротьба, що надає біосфері загалом великої динамічності. Екологічні проблеми рівня: збільшення кількості антропоценозів та їх глобальне поширення, забруднення середовища, руйнування озонового екрану Землі. Біологічні рівні організації живої природи взаємно пов'язані між собою принципом біологічної ієрархії. Система нижчого рівня обов'язково включається до рівня вищого ґатунку. Ідея біологічних рівнів, з одного боку поділяє живу природу на окремі складові — дискретні одиниці, а з іншого — пояснює її цілісність як системи взаємозв'язаних частин, починаючи від органічних макромолекул і закінчуючи живою оболонкою Землі — біосферою.

## Частина IV. Завдання 40

### Опишіть клонування організмів

Клон (від грецьк. klon — нащадок, гілка) — це група клітин або організмів, що утворились від загального предка шляхом безстатевого розмноження і є генетично ідентичними. Прикладом клону можна назвати групу бактеріальних клітин, що утворились у результаті поділу вихідної клітини; нащадків морської зірки, одержаних із частин розділеного материнського організму; клоном також є всі кущі або дерева, отримані шляхом вегетативного розмноження.

Клонування — система методів, які застосовують для отримання клонів. З точки зору молекулярної біології — це система методів, що застосовуються для отримання клонованої ДНК, або отримання генетично ідентичного матеріалу у великому обсязі. Розрізняють клонування генів, молекулярне клонування та клонування організмів. Під час клонування генів виділяють та багато разів копіюють окремі гени клітини. Цю технологію можна використовувати для отримання значної кількості білка, що кодується цим геном. Такий захід є цінним для фармації, бо дозволяє штучно створити необхідний для організму білок, якщо його природний синтез пошкоджений. Під час молекулярного клонування здійснюється розмноження молекул ДНК у складі вектора, який є плазмідом або фагом. Цю технологію використовують з подальшим уведенням клонованої ДНК у певну клітину-хазяїна, наприклад у клітину кишкової палички *E. coli*, яка починає продукувати невластивий їй білок. Перше практичне використання рекомбінантної ДНК пов'язано з отриманням у промислових масштабах деяких важливих білків.

У 1982 р. виданий патент на виробництво першого такого білка — інсуліну, який необхідний для мільйонів хворих на діабет. До того весь інсулін отримували з підшлункових залоз корів та свиней, що було дорого і складно. Розроблені також методи отримання інтерферонів — білків, що пригнічують розмноження вірусів. Клоновану рекомбінантну ДНК використовують також для отримання вакцин та інших фармацевтичних препаратів.

Клонування багатоклітинних організмів базується на пересадці донорського ядра у клітину-реципієнт, активація цього цибриду до поділу, його розвиток поза організмом та трансплантація в матку тварини для подальшого розвитку. Клонування буває ембріональне та соматичне. Як клітини-реципієнти в обох випадках використовують енуклійовані ооцити (з видаленим ядерним матеріалом). При ембріональному клонуванні донорами ядер є клітини морул або бластоцист, а при соматичному— соматичні клітини. Соматичне клонування більш молодий напрямок порівняно з ембріональним.

Перше успішне соматичне клонування пов'язане з отриманням вівці Доллі. Була також клонована трансгенна вівця Поллі, у якої був активним ген фактора згортання крові людини, при цьому продукт цього гена виділявся з молоком. Під час клонування кіз були створені генетично модифіковані тварини, у яких активно працював трансген синтезу людського тромбіну. Таким чином, клоновані трансгенні організми можуть служити живим «фармацевтичним заводом», який природним шляхом виробляє ті чи інші речовини, що використовують у фармації для лікування генетично обумовлених або набутих хвороб людини.

## Частина IV. Завдання 41

### Схарактеризуйте чергування поколінь у життєвому циклі рослин

Гетерофазне чергування поколінь, коли статеве покоління — гаплоїдне, а нестатеве — диплоїдне, властиве більшості водоростей і вищих рослин. Диплоїдне покоління — спорофіт — утворює спори, з яких виростає гаметофіт, що продукує гамети. Із заплідненої гамети (яйцеклітини) знову виростає спорофіт. Таким чином, спорофіт закономірно змінюється гаметофітом, а останній — знову спорофітом (спорофіт → гаметофіт → спорофіт).

У багатьох водоростей спорофіт і гаметофіт є самостійними організмами — зовні однаковими або різними за розмірами та будовою.

В усіх наземних рослин гаметофіт і спорофіт завжди істотно відрізняються один від одного.

У мохів гаметофіт переважає над спорофітом — власне зеленою рослиною в них є гаплоїдний гаметофіт. На ньому формуються архегонії й антеридії, які утворюють яйцеклітини і сперматозоїди. Диплоїдний спорофіт — спорогон — розвивається на гаметофіті, тобто в мохів статеве і нестатеве покоління просторово не розділені. У спорангіях шляхом мейозу утворюються спори, які поширюються і під час проростання дають початок новому поколінню гаметофітів.

У хвощів, плаунів і папоротеподібних (вищих спорових рослин) гаметофіт та спорофіт відрізняються. Гаметофіт (заросток) — невелика зелена пластинка (3-30 мм), а спорофіт — звичайна зелена рослина.

Для насінних рослин характерним є значний ступінь редукції гаметофіта — до кількох клітин. Так, у квіткових рослин жіночий гаметофіт — зародковий мішок — семиклітинний, а чоловічий — пилкове зерно — двоклітинний.

## Частина IV. Завдання 42

### Схарактеризуйте генетичну та клітинну інженерію

Генетична (генна) інженерія

Основними методами біотехнології є генетична (генна) і клітинна (тканинна) інженерія.

Генетична (генна) інженерія — це маніпуляції на рівні геномних ДНК, цілих хромосом або їх фрагментів з метою створення рекомбінантних ДНК. Можна проводити також і на рівні клітин.

Термін «генетична інженерія» доволі широкий, він вбирає в себе і поняття «генна інженерія», і відповідає поняттю «селекційна біотехнологія».

Генетична інженерія стала ефективним засобом аналізу структури та функцій гена. Сьогодні можна сконструювати будь-який мутантний чи рекомбінантний ген, ввести його в будь-який хромосомний локус організму і спостерігати ефект на рівні клітини чи організму.

Генна інженерія — маніпуляції на рівні окремих генів, їх комплексів і фрагментів. Завдяки їй людина може свідомо втручатись у закономірності функціонування генетичних структур клітини і спрямовувати їх у бажаному напрямку.

Методи генної інженерії дають можливість:

- виділити певні гени з генотипів донорських клітин;
- штучно синтезувати потрібний ген;
- копіювати і розмножувати виділені чи штучно синтезовані гени;
- одержати рекомбінантні молекули ДНК;
- ввести природні чи штучні гени в геном реципієнтних клітин за допомогою молекул-векторів, якими є плазміди або інші елементи клітини.

Виділення генів можна здійснювати за допомогою ферментів рестрикції — ендонуклеаз, які здатні розрізати нитки ДНК з певними нуклеотидними

послідовностями, що розпізнаються відповідними ферментами рестриктазами.

Уперше з допомогою ферментів рестрикції ген лактозного оперона кишкової палички виділив Дж. Беквіт зі співробітниками 1969 року.

Виділити гени легко з порівняно невеликих геномів дріжджів, дрозофіли, дріжджів і важко — зі складних геномів еукаріотів.

Уперше штучно синтезував ген Г. Хорана (1969) з гена аланінової іРНК дріжджів. Він містив лише інформаційну частину (без регуляторної) і тому працювати не міг. У 1976 р. учений синтезував ген, що складався зі структурної й регуляторних (промотора і термінатора) частин, увів його в бактеріальну клітину, де він працював як природний.

Оскільки штучно синтезувати можна лише невеликі за розміром гени прокариотів, гени еукаріотів на практиці створюють ферментативним методом.

Ферментативний синтез генів відбувається за допомогою ферментів іРНК-залежних ДНК-полімераз. Скорочено їх називають зворотними транскриптазами, або ревертазами. Здійснюють ферментативний синтез гена у пробірці так:

- на матриці іРНК за допомогою ферменту транскриптази (ревертази) синтезується комплементарна їй нитка ДНК;
- синтезується двонитчаста молекула ДНК;
- після цього фермент рибонуклеаза руйнує іРНК.

Одержану таким чином ДНК називають ДНК-копією (кДНК); вона не має інтронів.

Гени, синтезовані за допомогою ревертази, не мають регуляторної частини і можуть функціонувати лише в бактеріальних клітинах, у клітинах тварин такий ген не здатний працювати.

Ферментативним шляхом були синтезовані гени гемоглобіну в людини, кроля, голуба.

## Клітинна (тканинна) інженерія

Клітинна інженерія — метод конструювання клітин нового типу на основі їх культивування, гібридизації та реконструкції. Базується на використанні культури клітин і тканин.

У культурі *in vitro* проводять дослідження як з тваринними, так і з рослинними клітинами й тканинами.

Під час культивування соматичних клітин тварин *in vitro* було виявлено їх здатність зливатись між собою, що нагадує соматичну гібридизацію.

Шляхом гібридизації лімфоцитів (клітин, які синтезують антитіла, але повільно і недовго ростуть у культурі) з пухлинними клітинами, що мають потенції нескінченно тривалого й необмеженого росту на штучному живильному середовищі, створено клітини гібридами, здатні синтезувати високоспецифічні антитіла певного типу.

На початку 1980-х рр. було створено гібридами за участі клітин людини, які продукують специфічні антитіла проти різних інфекційних хвороб.

Здатність зливатись у культурі *in vitro* виявляють також клітини рослин. Для цього їх обробляють ферментами пектиназою та целюлазою, що спричиняє руйнування целюлозно-пектинових оболонок клітин. Такі клітини без целюлозно-пектинових оболонок називають пропластами. Протопласти обробляють поліетиленгліколем, який сприяє процесу їх злиття.

Шляхом клітинної інженерії створено гібриди томату і картоплі (помата), кавуна і гарбуза (кавбуз), яблуні й вишні.

Культури клітин і тканин поділяють на дві групи: селекційну, яку використовують для індукування мінливості й наступного добору (злиття клітин *in vitro*), і технологічну, метою якої є прискорення розмноження найцінніших, дефіцитних генотипів, оздоровлення існуючих сортів-клонів від вірусних хвороб.

Метод культивування апікальної верхівкової меристеми в культурі *in vitro* на поживних середовищах з метою отримання найцінніших, дефіцитних

генотипів, безвірусного посадкового матеріалу є основним у вирощуванні саджанців винограду, бульб насінневої картоплі, суниці, квіткових рослин.



## Частина IV. Завдання 43

### Опишіть форми біотичних зв'язків між організмами

Вплив особин одного виду на особини іншого виду (міжвидові відносини) може бути нейтральним, сприятливим або несприятливим.

Нейтралізм — коли обидва види незалежні один від одного і не впливають один на одного (лось і білка).

Конкуренція — це взаємодія, коли один організм споживає ресурс, який міг би бути використаний іншим організмом (широкопалий та довгопалий річкові раки).

Мутуалізм — це один з видів співіснування, при якому два різні організми покладають один на одного регуляцію своїх взаємовідносин із середовищем, отримуючи від цього обопільну вигоду (рак-самітник та актинія).

Протокооперація — угруповання, утворене двома видами, що дає змогу обом видам краще пристосуватись до умов середовища (спільне життя крячок і чапель, що дає їм можливість краще захищатись від ворогів).

Коменсалізм — взаємозв'язок, у якому один вид (коменсал) одержує користь від співжиття з іншим видом, а останній користі від співжиття не має.

Аменсалізм — один вид (аменсал) відчуває на собі пригнічення росту та розмноження, а інший вид (інгібітор) таких незручностей не відчуває.

Конкретним і найпоширенішим випадком аменсалізму є алелопатія, що полягає в гальмуванні росту одного виду (аменсала) продуктами виділення іншого виду (інгібітора). Наприклад, нечуйвітер здатний витіснити інші рослини та утворювати зарості на великих площах.

Хижацтво — один вид (хижак) живиться особинами іншого виду (жертва), вбиваючи їх.

Паразитизм — один вид (паразит) живиться живою органічною речовиною іншого виду (хазяїна), не вбиваючи його або вбиваючи поступово. У реальних природних умовах різниця між хижацтвом і паразитизмом не завжди чітко простежується, оскільки існують перехідні форми, які важко

віднести до того чи іншого способу взаємодії. Наприклад, деякі паразитичні види комах не чіпають до певного часу життєво важливі органи хазяїна, а під кінець свого розвитку (або масово розмножившись) з'їдають його.

Багато тварин живляться тканинами живих рослин; такі тварини називаються рослиноїдними, а їхні відносини з рослинами — виїданням. Виїдання на пасовиськах певних видів рослин та оминання інших (отруйних або гірких на смак) може призвести з часом до зміни видового складу рослин на цій ділянці. У рослин є пристосування до захисту від виїдання: пекучі волоски у кропиви; колючки у кактусів, акацій, глоду; шипи у шипшини тощо.

## Частина IV. Завдання 44

### Популяційні хвилі

Розміри популяції (просторові та за кількістю особин) завжди змінюються. Періодичні коливання чисельності популяції отримали назву хвилі життя, або популяційні хвилі. Поняття про популяційні хвилі розробив російський біолог С. С. Четвериков. Чисельність популяції будь-якого виду тварин або рослин залежить, у першу чергу, від балансу народжуваності та смертності. Але в природі постійно є причини, які викликають хвилі життя: вороги, патогенні мікроорганізми, наявність їжі, конкуренти, волога, світло, температура, стихійні лиха тощо. Члени однієї популяції впливають один на одного не менше, ніж фізичні чинники середовища чи інші види організмів, які існують поряд.

Популяційні хвилі можуть бути: сезонними— пов'язаними зі щільністю популяції, спричиняються особливостями життєвих циклів або сезонною зміною 100 кліматичних факторів (розмноження організмів у найбільш сприятливу пору року і підвищена смертність у несприятливий період); несезонними — зумовлюються змінами абіотичних (зміною клімату впродовж значного історичного періоду), біотичних (інтенсивний вплив хижаків або паразитів), антропогенних (господарська діяльність людини) чинників.

Популяція може зростати як унаслідок збільшення народжуваності, так і через зменшення кількості загиблих. Різниця між народжуваністю і смертністю визначає приріст популяції. Позитивний приріст — народжуваність перевищує смертність, негативний — навпаки. Тривалий негативний приріст популяції може спричинити її вимирання.

Низька густина популяції тварин сприяє підвищенню народжуваності, надмірна — виснаженню ресурсів існування. Популяція приречена на загибель, якщо густина падає нижче певного рівня, здатного забезпечити зустріч особин різної статі для розмноження.

Густота популяції залежить від ємності середовища існування, змін інтенсивності кліматичних умов, тривалості життя, взаємозв'язків з популяціями інших видів, поведінки особин у популяції, територіальності, стресовості поведінки, розселення, впливу людини тощо.

- Популяції живих організмів прагнуть зберегти відносну динамічну збалансованість (постійність), тому її відновлення у випадку порушення можливе за допомогою власних регуляторних механізмів.

## Частина IV. Завдання 45

### Вчення В. І. Вернадського про біосферу

Поява й розвиток життя на Землі призвели до утворення якісно нової земної оболонки — біосфери. Уявлення про те, що живі істоти нашої планети взаємодіють з навколишнім середовищем і змінюють його, виникли давно на основі спостережень природних явищ.

Уперше ідеї про біосферу виклав у своїх працях французький учений-еволюціоніст Ж.-Б. Ламарк.

Термін «біосфера» запропонував австрійський геолог Е. Зюсс (1875 р.), але він не розвинув учення про біосферу і не дав точного її визначення.

Основоположниками вчення про біосферу є В. І. Вернадський і Т. де Шарден. Вони обґрунтували високу хімічну та геологічну активність живої речовини біосфери, наголосивши, що розвиток життя на планеті забезпечують особливі фізичні властивості біосфери.

Першу працю, у якій було викладено основи вчення про біосферу, академік В. І. Вернадський опублікував 1926 р., останню — 1944 р.

За В. І. Вернадським, виділяють 6 основних типів речовин біосфери:

— жива речовина, представлена організмами різних видів, — сукупність усіх живих організмів планети в певний момент, чисельно виражена в елементарному хімічному складі, масі, енергії;

— біогенна речовина, що є продуктом життєдіяльності організмів (кам'яне вугілля, торф);

— нежива (косна) речовина, в утворенні якої живі організми участі не брали (гірські породи та мінерали);

— біокосна речовина, що сформувалась за рахунок взаємодії живої та косної речовин (ґрунт);

— радіоактивна речовина;

— космічна речовина (метеорити тощо).

Біосфера (від грецьк. *bios* — життя, *spheres* — куля) — територія існування й функціонування організмів, що нині існують; поверхня, яка охоплює нижню частину атмосфери, усю гідросферу, поверхню суходолу та верхні шари літосфери.

Біосфера — термодинамічна оболонка земної кулі з температурою від +50 °С до -50 °С і тиском близько однієї атмосфери; склад, структура й енергетика якої визначаються сукупною діяльністю живих організмів.

Більшість сучасних екологів розуміє біосферу як об'єднання всіх живих організмів, що перебувають у взаємозв'язку з фізичним середовищем Землі; із цього погляду біосфера становить собою сукупність екосистем нашої планети.

Біосферу розділяють на біогеосферу (суходіл) і біогідросферу (усі види водойм), у яких зосереджена основна маса живої речовини.

На думку В. І. Вернадського людина перебере на себе управління всіма процесами в біосфері, спрямовує її розвиток у потрібному для себе напрямі. На зміну «дикій» біосфері прийшла нова оболонка - ноосфера, тобто якісно новий стан біосфери, переробленої, перебудованої розумом людини та її працею. Основоположники вчення про ноосферу вірили, що її становлення веде до впорядкування природної і соціальної дійсності, до досконаліших форм буття. Цей процес В. І. Вернадський і навіть П. Тейяр де Шарден пов'язувати із соціалістичною організацією життя людей. У деяких випадках ноосфера розглядалася як повне усунення зла, як загальна гармонія, що особливо типово для її космічних варіантів.

Екологічні тенденції сучасності, однак, настільки тривожні, що вимагають мислити і діяти, незважаючи на теоретичні стереотипи. Потрібна докорінна зміна уявлень про ноогенез — вчення про ноосферу із самого початку мало елементи утопії. Але нині є загроза існуванню природи як самостійної цілісності. Тим часом ставлення до ноосфери продовжує залишатися переважно захопленим, ніби її розвиток жодним чином не пов'язаний з кризою сучасної цивілізації. За В. І. Вернадським, «ноосфера— це гармонійне поєднання природи і суспільства, торжество розуму і гуманізму, де

зіллються воєдино наука, суспільний розвиток і державна політика на благо людини, це світ без зброї, війн і екологічних проблем, це мрія, мета, що стоїть перед людьми доброї волі, це віра у велику місію науки і людства, озброєного наукою». Подібне некритичне ставлення до ноосфери, на жаль, й досі панує у нашій повсякденній свідомості.

Перш, ніж приступати до вироблення нових етичних імперативів і норм взаємовідносин людини з природою, необхідно, образно кажучи, «розчистити їм місце», критично переглянувши і проаналізувавши колишні (тобто сучасні) догми екологічної свідомості. Не претендуючи на вичерпну характеристику, можна виділити наступні найважливіші постулати сучасної масової екологічної свідомості.

1. Першочерговим завданням є збереження природи. Своєю матеріально-виробничою діяльністю людина перетворює природу, тобто змінює її, не заради цікавості, а внаслідок суті свого буття. Зміна, а не збереження, є способом життєдіяльності людини. Інша справа, що людина для підтримки нормальних умов існування повинна постійно компенсувати свій дестабілізуючий вплив на природу іншими перетвореннями.

Першочергове завдання людства — це забезпечення стабільності свого розвитку, динамічної рівноваги системи «природа — суспільство». Причому, по мірі свого розвитку людина вимушена все більше брати на себе управління станом природи, оскільки її власні сили вже не можуть компенсувати антропогенний вплив.

2. Екологічні проблеми — породження сучасного світу: ще в недавньому минулому відносини з природою були гармонійними. Це розуміння породжує ідеалізацію минулого життєвого укладу, лежить в основі гасла «Назад до природи!». Людство протягом всього свого існування стикалося і більш або менш успішно вирішувало екологічні проблеми. Відмінність нашого періоду в тому, що ці проблеми набули глобального характеру.

3. У майбутньому можна повністю вирішити екологічні проблеми. При цьому випускається з уваги, що всяке досягнення техніки нарівні з корисним ефектом дає і, побічний, екологічний вплив якого спочатку непередбачуваний. Наприклад, навіть найбільш чиста енергетика (сонячна)

дає побічний продукт у вигляді теплового забруднення, тому також має екологічні межі свого розвитку.



## Частина IV. Завдання 46

### Норма реакції організму

Фенотипні зміни під впливом факторів середовища в кожного організму коливаються у певних межах. Це називають нормою реакції.

Межі норми реакції є вродженими, тому що визначаються генотипом. Для вивчення норми реакції використовують генетично однорідний матеріал, який поміщають в різні умови зовнішнього середовища. Прикладом однорідного матеріалу в рослин є клони (потомство однієї рослини, одержане вегетативним розмноженням), чисті лінії (потомство самозапильної рослини), у мікроорганізмів — такі ж клони, у тварин і людини — однойцеві близнята.

Різні ознаки мають різну широту норми реакції. Наприклад, у великої рогатої худоби широку норму реакції має молочна продуктивність. Ця ознака значною мірою залежить від умов утримання й харчового раціону.

Практично не змінюється ні за яких умов, тобто характеризується однозначною нормою реакції, колір шерсті. Вузькою нормою реакції характеризується жирність молока, яка менше залежить від умов годування.

До ознак, яким властива широка норма реакції, у людини належать: зріст, маса тіла, ступінь розвинутості м'язів, кількість еритроцитів, лейкоцитів та інші.

Однозначну норму реакції в людини мають: група крові, колір райдужної оболонки ока, колір волосся тощо. Вузьку норму реакції мають показники кислотно-лужної рівноваги внутрішнього середовища (рН, концентрація йонів  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  тощо). Вивчення норми реакції має важливе значення в рослинництві (для одержання високих врожаїв), у тваринництві (для підвищення продуктивності тварин), а також у медичній практиці (для визначення нормальних показників фізіологічного стану в здоровій людини, вивчення адаптивних механізмів під час зміни умов середовища).

## Частина IV. Завдання 47

### Аеробне й анаеробне дихання

Дихання з використанням кисню повітря називається аеробним, а без використання атмосферного повітря — анаеробним.

Аероби — організми, здатні жити та розвиватись тільки за умови наявності в середовищі кисню, який вони використовують як окиснювач. Аеробами є всі рослини, майже всі гриби, більшість тварин та багато мікроорганізмів.

За аеробного дихання виділяється значно більша кількість енергії, ніж за анаеробного. Біологічне окиснення в аеробів відбувається за допомогою клітинного дихання. Кінцевими продуктами окиснення є  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$ .

Анаероби — організми, які можуть жити та розвиватися в середовищі без вільного кисню. Більшість анаеробів — прокаріоти. Серед еукаріотів без вільного кисню можуть існувати лише окремі форми — дріжджі, деякі найпростіші й паразитичні черви (стьожаки, аскариди). Необхідний для життя кисень вони отримують унаслідок розщеплення оксигеновмісних органічних сполук. Енергію анаероби одержують також у результаті бродіння — енергетично не вигідного процесу, оскільки під час бродіння утворюються лише дві молекули АТФ. Види бродіння: молочнокисле, спиртове, маслянокисле, пропіоновокисле, унаслідок яких утворюються молочна кислота, спирт, масляна кислота. Побічні (другорядні) продукти бродіння можуть бути шкідливими для організму людини і тварин.

Інші анаероби (денітрифікуючі, сульфатвідновлюючі та інші) використовують неорганічні окиснювачі — нітрати, сполуки Сульфуру, вуглекислий газ. Окрему групу анаеробів становлять фототрофні бактерії.

Використовуючи різні джерела енергії і користуючись різними способами її добування, живі організми заселяють усі середовища існування.

## Частина IV. Завдання 48

### Роль солей та інших неорганічних сполук в організмі

Хімічні елементи містяться в клітині й у вигляді неорганічних речовин, головним чином — різних солей.

З катіонів, що є в клітині, найбільш важливі:  $K^+$ ;  $Na^+$ ;  $Ca^{2+}$ ;  $Mg^{2+}$ ; з аніонів:  $PO_4^{3-}$ ;  $H_2PO_4^-$ ;  $Cl^-$ ;  $HCO_3^-$ .

Вміст аніонів і катіонів у клітині зазвичай значно відрізняється від вмісту їх у міжклітинній рідині: концентрація йонів  $K^+$  всередині клітини дуже висока, а  $Na^+$  — низька. У м'язових клітинах вміст  $K^+$  у 30 разів вищий, ніж у крові, а вміст  $Na^+$  — удесятеро менший.

Доки клітина жива, ця різниця в концентрації йонів  $K^+$  і  $Na^+$  між клітиною і середовищем стійко зберігається.

Після смерті клітини вміст йонів  $K^+$  і  $Na^+$  у ній і в середовищі швидко вирівнюється. Вміст у клітині і в навколишньому середовищі вказаних йонів має велике значення для нормального функціонування клітини. Через те ці йони повинні бути в усякій кровозамінній рідині.

Коли їх немає, клітина втрачає свої функціональні властивості й гине.

У багатьох клітинах солі є не тільки в розчиненому стані. Міцність і твердість кісткової тканини, а також черепашок моллюсків залежить від нерозчинного кальцій ортофосфату, який міститься в них.

Якщо в їжі людини, тварин або живленні рослин недостатньо P, K, Na, Ca, Cu, Co, Mo тощо, то порушується утворення кісткової тканини, затримується синтез таких важливих сполук, як нуклеїнові кислоти, гемоглобін, хлорофіл, тироксин, унаслідок чого виникають різні захворювання, затримуються ріст і розвиток.

Залишки ортофосфатної кислоти, приєднуючись до деяких білків клітини, змінюють їхню фізіологічну активність. Залишки сульфатної кислоти, приєднуючись до нерозчинних у воді чужорідних речовин, надають їм розчинності, що сприяє виведенню їх із клітин та організму.

Луги — гідроксиди лужних і лужноземельних елементів та амонію — теж відіграють важливу біологічну роль, оскільки під час дисоціації утворюють йони  $\text{OH}^-$ , амонію та відповідних металічних елементів.

## Частина IV. Завдання 49

### Трофічний рівень і трофічна сітка

Функціональною основою будь-якого біогеоценозу є трофічні та супутні їм енергетичні зв'язки. У ньому постійно відбувається перенесення речовин і енергії, які містяться в їжі, створеній переважно рослинами. Перенесення потенційної енергії їжі, створеної рослинами, через ряд організмів шляхом поїдання одних видів іншими називають ланцюгом живлення, або харчовим ланцюгом, а кожен його ланку — трофічним рівнем. Перший трофічний рівень утворюють продуценти (рослини), другий — первинні консументи (травоїдні тварини), третій — вторинні консументи (м'ясоїдні тварини та паразити). Оскільки кожний організм має декілька джерел живлення і сам є продуктом живлення для інших численних організмів з одного й того ж або навіть з різних харчових ланцюгів (всеїдні організми, наприклад людина, ведмідь, горобець споживають як продуцентів, так і консументів, тобто живуть на різних трофічних рівнях), ланцюги живлення багаторазово розгалужуються і переплітаються у складні харчові мережі.

У будь-якому біогеоценозі різні ланцюги живлення не існують окремо один від одного, а переплітаються між собою. Це відбувається тому, що організми певного виду можуть бути ланками різних ланцюгів живлення. Наприклад, особини одного виду птахів можуть споживати як рослиноїдні (консументи II порядку), так і хижі види комах (консументи III порядку) тощо. Отже, переплітаючись, різні ланцюги живлення формують трофічну сітку біогеоценозу. Розгалужені трофічні сітки забезпечують стійкість біогеоценозів, оскільки при зменшенні чисельності певних видів (чи навіть за умови їхнього зникнення з даного біогеоценозу) види, які ними живляться, можуть переключатись на інші об'єкти живлення. Унаслідок цього сумарна продуктивність біогеоценозу залишається стабільною.

## Частина IV. Завдання 50

### Білки: особливості будови та властивості

Серед органічних сполук, що входять до складу клітин, білки становлять 18-21 % загальної сирої маси організму людини і до 50 % його сухої маси.

Білки — високомолекулярні органічні нітрогеновмісні сполуки. Крім Нітрогену, до складу всіх білків входять Карбон, Гідроген і Оксиген, а також Сульфур. Деякі білки містять Фосфор, Ферум, Купрум і Цинк. Відносна молекулярна маса білків коливається в широких межах — від кількох тисяч до сотень мільйонів. Так, відносна молекулярна маса міоглобіну м'язів становить 16 900, а білка вірусів грипу — 332 млн.

Білки виконують багато різних функцій. Найбільшу та найважливішу за своїм біологічним значенням групу білків становлять ферменти. Сьогодні відомо понад тисячу різних ферментів, кожен з яких каталізує певну хімічну реакцію.

Білки є основними структурними елементами живих організмів. Вони входять до складу сполучної та кісткової тканин. Серед найбільш поширених клітинних білків — білки мембран, які разом з ліпідами утворюють основу клітин. Окремі типи білків є обов'язковими компонентами скорочувальних і рухових систем. Наприклад, актин і міозин — основні елементи скорочувальної системи м'язів. Інші білки виконують транспортну функцію. Вони можуть зв'язувати й переносити з потоком крові певні молекули. Гемоглобін, що міститься в еритроцитах хребетних тварин, переносить від легень до тканин кисень, а з тканин до легень — вуглекислий газ. Білок міоглобін утримує в м'язах кисень, створюючи таким чином його запас.

Речовинами білкової природи є численні гормони, яким властива висока біологічна активність. До них належать: соматотропін — гормон передньої долі гіпофіза, що стимулює ріст; інсулін, який утворюється в острівцевій тканині підшлункової залози і регулює вуглеводний обмін в організмі, та ряд інших.

Білки виконують в організмі також енергетичну функцію. За рахунок їх окиснення утворюється 10-15 % усієї енергії.

Серед багатьох білків, що містяться в живих організмах, є білки особливого типу, на яких уперше була показана їх видова специфічність. Ці білки називають антитілами. Вони виробляються в організмі у відповідь на появу стороннього білка. Таким чином, білки виконують захисну функцію. Вони забезпечують також зсідання крові у випадку ушкодження судин. Це обумовлено наявністю в складі крові специфічних білків — фібриногену та тромбіну.

Різноманітні отрути, що виділяються бактеріями та містяться в деяких рослинах, а також зміїні отрути є речовинами білкової природи і таким чином виконують токсичну функцію.

У результаті досліджень, проведених на початку ХІХ ст., було встановлено, що білки, які мають велику відносну молекулярну масу, під час кислотного гідролізу розпадаються на більш прості сполуки — амінокислоти, які відрізняються одна від одної за будовою. Нині відомо понад 150 амінокислот. Проте структурними елементами тваринних білків можуть бути тільки 20 різних  $\alpha$ -амінокислот.

Слід підкреслити, що всі білки, які виконують найрізноманітніші функції, у тому числі й білки, яким властива висока біологічна активність або токсична дія, містять один і той же (але в різних комбінаціях) набір з 20 амінокислот. Останні самі по собі не мають ні тієї біологічної активності, ні токсичності, яка властива білкам. Специфічну функцію білкам надає їх просторова конфігурація, яка, відповідно, обумовлена певною послідовністю амінокислот у білковій молекулі.

Найбільш характерними фізико-хімічними властивостями білків є: висока в'язкість розчинів, незначна дифузія, здатність до значного набрякання, оптична активність, рухливість в електричному полі, низький осмотичний і високий онкотичний тиск, здатність до поглинання ультрафіолетових променів з довжиною хвилі приблизно 280 нм.

Білки, як і амінокислоти, амфотерні завдяки наявності вільних  $\text{NH}_2$ -груп і  $\text{COOH}$ -груп і характеризуються відповідно всіма властивостями кислот і основ. Білки мають гідрофільні властивості. Молекули білка не здатні проходити крізь напівпроникні штучні мембрани (целофан, пергамент, колодій), а також мембрани рослинних і тваринних клітин. Білки належать до високомолекулярних сполук, до складу яких входять сотні й навіть тисячі амінокислотних залишків, об'єднаних у макромолекулу. Відносна молекулярна маса білків коливається від 6000 Да (нижня межа) до 1 000 000 Да і вище — залежно від кількості поліпептидних ланцюгів у складі єдиної молекули білка.

Такі поліпептидні ланцюги одержали назву субодиниць. Їх відносна молекулярна маса також коливається в широких межах: від 6000 Да до 100 000 Да.



## Частина IV. Завдання 51

### Поняття про ген

Ген є елементарною структурно-функціональною одиницею спадковості, що визначає розвиток певної ознаки клітини або організму. Унаслідок передачі генів у низці поколінь забезпечується спадкоємність ознак батьків.

Г. Мендель був першим, хто в 1865 році стверджував про одиницю спадковості, називаючи її «спадковим фактором». Слово «ген» було введено В. Йоганнсенном 1909 року для позначення одиниці спадковості, яка займає особливе місце (локус) у хромосомі. У 1948 році Дж. Бідл і Е. Тейтем запропонували гіпотезу «один ген — один білок» і розглядали ген як одиницю спадкового матеріалу, що містить інформацію для утворення одного білка. Відповідно до сучасної концепції, гени — це ділянки ДНК, що мають унікальну послідовність нуклеотидів, які кодують певні іРНК, тРНК або рРНК. За допомогою трьох різновидів РНК відбувається синтез білків, які здійснюють метаболізм і зумовлюють розвиток ознак. Гени в ДНК розташовані у лінійному порядку. За способами організації нуклеотидів у ДНК, їх можна розділити на такі фрагменти: 1) структурні гени; 2) регуляторні гени; 3) сателітна ДНК; 4) спейсерна ДНК; 5) кластери генів; 6) повторювані гени.

Функціональні характеристики гена.

1. Гени є дискретною складовою одиницею спадкового матеріалу — ділянкою ДНК.
2. Певний ген кодує синтез одного білка. Окремий білок може зумовлювати певну ознаку. Так формуються моногенні ознаки.
3. Клітина, орган або організм мають багато ознак, які складаються із взаємодії багатьох генів, — це полігенні ознаки.
4. Дія гена специфічна тому що ген може кодувати тільки одну амінокислотну послідовність і регулює синтез одного конкретного білка.

5. Деякі гени мають таку властивість, як плейо-тропність дії — визначають розвиток кількох ознак (наприклад, синдром Марфана).
6. Дозованість дії гена залежить від інтенсивності прояву ознаки (експресивність) та від кількості певного алеля (наприклад, багато хвороб у гетерозиготному стані виявляються менше, ніж у гомозиготному).
7. На активність гена може впливати як зовнішнє, так і внутрішнє середовище.
8. Конститутивні гени — це гени, що постійно експресуються, тому що білки, які ними кодуються, необхідні для постійної клітинної діяльності. Вони забезпечують синтез білків рибосом, цитохромів, ферментів гліколізу, переносників іонів тощо. Ці гени не потребують спеціальної регуляції.
9. Неконститутивні гени — це неактивні гени, вони експресуються тільки тоді, коли білок, який вони кодують, потрібний клітині. Ці гени регулюються клітиною або організмом. Синтезовані за їх участі білки забезпечують диференціацію і специфічність структури та функцій кожної клітини.
10. Сегменти ДНК можуть бути також класифіковані за допомогою процесів, у яких вони беруть участь.

Мобільні генетичні елементи. Тривалий час вважали, що всі нуклеотидні послідовності мають стале розташування й опосередковано беруть участь у синтезі поліпептидів. Але існують мобільні гени, кожен з яких складається з кількох тисяч ланок. На обох кінцях такого елемента розташовані однакові ділянки. Вони забезпечують рухливість генів і включають ген у роботу.

## Частина IV. Завдання 52

### Основні ознаки живого

Хоча біологія досліджує різні прояви життя протягом багатьох сторіч, навіть на сучасному етапі її розвитку важко дати чітке й стисле визначення поняття «життя». Тому перелічимо основні властивості, притаманні живій матерії.

Кожна жива істота, або організм, складається з окремих часток — клітин. Неживі предмети (за винятком решток організмів) клітинної будови не мають. Таким чином, клітина — це структурно-функціональна одиниця організації живих істот. Неклітинні форми життя — віруси — здатні виявляти ознаки життєдіяльності лише всередині клітин тих організмів, у яких вони паразитують.

Організми та неживі об'єкти відрізняються співвідношенням хімічних елементів, що входять до їхнього складу. До складу живих істот входять ті ж хімічні елементи, з яких складаються й неживі об'єкти. Проте хімічний склад усіх організмів відносно подібний, тоді як у різних компонентів неживої природи він відрізняється. Наприклад, у водній оболонці Землі (гідросфері) переважають Гідроген та Оксиген, у газоподібній (атмосфері) — Оксиген і Нітроген, у твердій (літосфері) — Силіцій, Оксиген тощо. Натомість у складі всіх живих істот переважають чотири хімічні елементи: Гідроген, Карбон, Нітроген та Оксиген.

Живій матерії притаманний обмін речовинами та енергією з навколишнім середовищем. Живі організми здатні засвоювати органічні сполуки, причому деякі з них синтезують ці речовини з неорганічних (рослини, ціанобактерії, деякі бактерії та одноклітинні тварини). Поживні речовини (а також  $H_2O$ ,  $CO_2$  і  $O_2$ ) живі істоти отримують з довкілля, тобто живляться та дихають. Сполуки, які надходять до живих організмів, зазнають у них змін. Частина їх використовується для забезпечення власних потреб в енергії, а інша частина — як будівельний матеріал, необхідний для росту та оновлення окремих клітин і організму в цілому. Енергія виділяється внаслідок розщеплення органічних сполук.

Процеси обміну речовин (метаболізму) становлять сукупність фізичних і хімічних процесів, що відбуваються як в окремих клітинах, так і в цілісному багатоклітинному організмі. Кінцеві продукти обміну речовин організми виводять у довкілля. Туди ж виділяється й частина енергії. Отже, будь-який організм є відкритою системою. Це означає, що він може функціонувати тривалий час лише за умов надходження ззовні енергії, поживних та інших речовин.

Кожна біологічна система здатна до саморегуляції. Обмін речовин забезпечує одну з найголовніших умов існування живих істот — підтримання гомеостазу — здатності біологічних систем зберігати відносну сталість свого складу та властивостей за змін умов навколишнього середовища. Підтримання гомеостазу забезпечують системи, які регулюють життєві функції. У багатьох тварин до регуляторних систем належать нервова, імунна та ендокринна, у рослин — окремі клітини, які виділяють біологічно активні речовини (фітогормони, фітонциди та ін.). Усі процеси життєдіяльності відбуваються узгоджено.

Біологічним системам притаманна здатність до підтримання своєї специфічної структури. Біологічним системам — від неклітинних форм життя (вірусів) до надорганізованих угруповань (популяцій, екосистем, біосфери в цілому) — властива чітка внутрішня структура. Наприклад, багатоклітинні організми здатні до регенерації— відновлення втрачених або ушкоджених структур.

Іноді здатність до регенерації може бути дуже яскраво вираженою: деяких губок можна розтерти в ступці до кашкоподібного стану; при вміщенні такої «кашки» у водне середовище окремі клітини знову об'єднуються, формуючи згодом цілісний організм. А з прикопаного невеликого пагону верби з часом виростає нове дерево.

Характерна риса організмів — здатність до рухів. Рух властивий не лише тваринам, а й рослинам. Багато мікроскопічних одноклітинних водоростей, одноклітинних тварин чи бактерій рухаються у воді за допомогою органел руху — джгутиків.

Живій матерії притаманна здатність сприймати подразники зовнішнього та внутрішнього (тобто ті, що виникають у самому організмі) середовища і певним чином на них реагувати (подразливість). Наприклад, дотик до листка мімози соромливої (зростає в Криму) спричинює його провисання. У тварин реакції на подразники, які здійснюються за участі нервової системи, називають рефлексами.

Усім біологічним системам притаманна здатність до самовідтворення. Завдяки здатності до розмноження існують не лише окремі види, а й життя взагалі.

Живі організми здатні до росту та розвитку. Завдяки росту організми збільшують свої розміри та масу. При цьому одні з них (наприклад, рослини, риби) ростуть протягом усього життя, інші (наприклад, птахи, ссавці, людина) — упродовж лише певного часу. Ріст зазвичай супроводжується розвитком — якісними змінами, пов'язаними з набуттям нових рис будови та особливостей функціонування.

Існування організмів тісно пов'язане зі збереженням спадкової інформації та її передачею нащадкам під час розмноження. Це забезпечує стабільність існування видів, адже нащадки зазвичай схожі на своїх батьків.

Водночас живим істотам притаманна й мінливість — здатність набувати нових ознак протягом індивідуального розвитку. Завдяки мінливості організми здатні набувати нових ознак і пристосовуватися до змін довкілля. Це необхідна передумова як для виникнення нових видів, так і для розвитку життя на нашій планеті.

Біологічні системи здатні до адаптацій. Нагадаємо, що адаптаціями називають виникнення пристосувань у живих систем у відповідь на зміни, які відбуваються в їхньому зовнішньому чи внутрішньому середовищах. Адаптації можуть бути пов'язані зі змінами особливостей будови (плавальні перетинки у водоплавних птахів чи крокодилів), процесів життєдіяльності (зимова сплячка бурих ведмедів), поведінки (перельоти птахів) тощо. Адаптації визначають можливість існування живих істот у різноманітних умовах довкілля.

Отже, живі організми та надорганізові системи — це цілісні біологічні системи, здатні до самооновлення, саморегуляції та самовідтворення.

## Частина IV. Завдання 53

### Порівняльна характеристика клітин прокариотів і еукаріотів

За особливостями будови клітин усі організми поділяють на два надцарства — Прокаріоти та Еукаріоти. Надцарство Прокаріоти включає лише одне царство — Дроб'янки, до якого входять відділи Бактерії та Ціанобактерії, або Синьо-зелені водорості.

Прокаріоти — організми, які не мають сформованого клітинного ядра. Замість ядра в клітинах прокариотів є одна чи кілька ядерних зон зі спадковим матеріалом. Ядерна речовина має вигляд кільцевих молекул ДНК (рідше РНК), включених безпосередньо в цитоплазму і не відокремлених від неї мембранами. Ядерну зону прокариотів називають нуклеоїдом. Нуклеоїд є аналогом ядра в еукаріотів.

Поверхневий апарат клітини прокариотів включає плазматичну мембрану, клітинну стінку, іноді слизову капсулу. Плазматична мембрана може утворювати гладенькі чи складчасті впинання в цитоплазму — мезосоми. На складчастих впинаннях мембрани можуть розміщуватись ферменти, рибосоми, а на гладеньких мембранах у фотосинтезуючих прокариотів — фотосинтезуючі пігменти.

У цитоплазмі прокариотів, крім великої кількості дрібних рибосом, містяться різноманітні включення, а в деяких (пурпурових бактерій) — хроматофори, що являють собою кулясті замкнені структури, утворені впинаннями плазматичної мембрани, у яких містяться фотосинтезуючі пігменти.

Деякі бактерії мають органели руху: один, кілька або багато джгутиків. Нитчасті та трубчасті утвори на поверхні клітин бактерій забезпечують прикріплення їх до субстрату або беруть участь у передаванні спадкової інформації.

Життєві форми прокариотів: у більшості — одноклітинні організми, рідше — колоніальні форми у вигляді ниток, грон тощо. Іноді такі скупчення оточені загальною слизовою оболонкою — капсулою.

За формою одноклітинні бактерії поділяють на коки (кулясті), бацили (паличкоподібні), вібріони (комоподібні), спірили (у вигляді спірально закручених паличок).

Живлення. Серед прокариотів є автотрофи і гетеротрофи. До автотрофних прокариотів належать фотосинтезуючі (зелені та пурпурові сульфурбактерії, ціанобактерії) та хемосинтезуючі (нітрифікуючі, ферум- і сульфурбактерії). Фотосинтезуючі бактерії синтезують органічні речовини з неорганічних за рахунок енергії світла, а хемосинтезуючі — за рахунок енергії, що вивільняється під час хімічних реакцій.

Гетеротрофні прокариоти живляться готовими органічними речовинами. До гетеротрофних належать сапрофіти (бактерії гниття та бродіння) і паразити (живляться органічною речовиною живих організмів).

Дихання. За відношенням до кисню бактерій поділяють на аеробні та анаеробні.

Аероби використовують для дихання вільний атмосферний кисень і одержують необхідну їм енергію завдяки окисненню певних хімічних сполук.

Анаероби живуть у безкисневому середовищі (бактерія ботулізму тощо).

Енергію одержують за рахунок безкисневого розщеплення органічних сполук, нагромаджуючи різні проміжні продукти: молочну кислоту, спирт, ацетон.

Розмноження. Основним способом розмноження прокариотів є нестатевий спосіб шляхом поділу клітини навпіл з попереднім подвоєнням спадкового матеріалу (молекули ДНК).

У прокариотів спостерігається і найпримітивніший статевий процес — кон'югація. Під час кон'югації дві бактерії зливаються одна з одною і через цитоплазматичний місток обмінюються спадковою інформацією у вигляді фрагментів молекули ДНК.

Спороутворення і цистоутворення. У несприятливих умовах деякі прокариоти утворюють спори: клітина ущільнюється, втрачає воду, вкривається захисною оболонкою і переходить у стан спокою до появи



сприятливих умов. Спори можуть зберігатись десятки й сотні років, здатні витримувати тривале кип'ятіння, висушування, заморожування, дію хімічних речовин. Спори можуть утворюватись всередині материнської клітини, а у деяких бактерій — унаслідок брунькування.

Деякі прокаріоти здатні до інцистування, коли щільною оболонкою вкривається вся клітина. Цисти прокаріотів стійкі до висушування, дії радіації, але не витримують високих температур.

Особливості будови клітин еукаріотів

Надцарство Еукаріоти включає царства Гриби, Рослини і Тварини. Серед еукаріотів є одноклітинні, колоніальні та багатоклітинні форми.

Еукаріоти — організми, клітини яких мають чітко сформоване ядро, оточене двома мембранами й відмежоване ними від цитоплазми. Генетичний матеріал еукаріотів зосереджений в парних хромосомах клітинного ядра. Деякі клітини еукаріотів (ситоподібні трубки вищих рослин, еритроцити більшості ссавців) у процесі свого розвитку ядро втрачають. Цитоплазма клітин еукаріотів поділена клітинними мембранами на окремі функціональні ділянки (компарменти) і містить різноманітні органели мембранної (одно- і двомембранні) та немембранної (включення тощо) природи.

Процес поділу клітин еукаріотів супроводжується утворенням особливого веретена поділу, що забезпечує точний розподіл спадкової інформації між дочірніми клітинами (непрямий поділ, або мітоз).

## Частина IV. Завдання 54

### Біологічний прогрес і регрес

Процес еволюції безперервно відбувається у напрямі максимального пристосування живих організмів до умов навколишнього середовища (тобто збільшується пристосованість нащадків порівняно з предками). Таке удосконалювання пристосованості організмів до навколишнього середовища О. М. Северцев назвав біологічним прогресом. Він забезпечує збільшення чисельності, ширше розповсюдження певного виду (або групи видів) у просторі та розпад його на підлеглі групи. Таким чином, критеріями біологічного прогресу є: збільшення чисельності; розширення ареалу; прогресивна диференціація — збільшення числа систематичних груп, які утворюють даний таксон.

Еволюційне значення виділених критеріїв полягає в тому, що виникнення нових пристосувань знижує елімінацію особин, у результаті середній рівень чисельності виду зростає. Стійке підвищення чисельності нащадків, порівняно з предками, збільшує щільність населення, що через загострення внутрішньовидової конкуренції призводить до розширення ареалу. Цьому ж сприяє і більша пристосованість. Унаслідок розширення ареалу вид під час розселення зазнає впливу нових факторів середовища, до яких необхідно пристосовуватись. Так відбувається диференціація виду, посилюється дивергенція і, врешті-решт, збільшується кількість дочірніх таксонів. Таким чином, біологічний прогрес — це найзагальніший шлях біологічної еволюції.

Біологічний регрес — явище, протилежне біологічному прогресу. Характеризується зворотними ознаками: зниженням чисельності особин, звуженням ареалу, поступовим або швидким зменшенням видової різноманітності групи. Може призводити до вимирання виду. Загальна причина біологічного регресу — відставання темпів еволюції групи від швидкості змін навколишнього середовища. Еволюційні фактори діють безперервно, унаслідок чого відбувається вдосконалення пристосувань до умов середовища. Проте коли умови змінюються раптово (дуже часто внаслідок непередбаченої діяльності людини), види не встигають сформувати

відповідні пристосування. Це призводить до скорочення їх чисельності, звуження ареалів, загрози вимирання. Біологічний регрес не слід плутати з регресом морфофізіологічним — спрощенням у будові організмів того або іншого виду в результаті мутацій. Пристосування, що формуються на базі таких мутацій, можуть за відповідних умов вивести групу на шлях біологічного прогресу, якщо вона потрапить у відповідне середовище існування (наприклад, паразитичні організми).

Релікти — рослини і тварини, що входять до складу рослинного покриву або тваринного світу даної країни або області, як пережитки флори і фауни минулих геологічних епох, і які знаходяться в деякій невідповідності з сучасними умовами існування.

Релікти названі по їх зв'язках з рослинним або тваринним світом минулих епох, або з певними типами рослинності. Наприклад, лісовими реліктами в Арктиці є види, що просунулися далеко на північ під час теплішої післяльодовикової епохи, і що утрималися там в оточенні тундри (ліннея, чорниця, деякі грушанки).

Біологічний прогрес досягається різними шляхами. О. М. Северцев назвав їх головними напрямками еволюційного процесу. Зараз виділяють такі шляхи біологічного прогресу: арогенез, алогенез і катагенез.

Арогенез (морфофізіологічний прогрес) — шлях перетворень, що супроводжуються виникненням значних морфофізіологічних змін, завдяки яким формуються широкі адаптації (пристосування). Значні морфофізіологічні зміни називають ароморфозами. Ароморфози, за О. М. Северцевим, — це такі зміни будови та функцій органів, які мають загальне значення для організму в цілому і піднімають енергію його життєдіяльності на новий якісний рівень. Вони характеризуються підвищенням організації, розвитком універсальних пристосувань, розширенням середовища існування.

Ароморфози є окремими конкурентоздатними морфофізіологічними змінами, які визначають арогенез тієї чи іншої групи. Типовими ароморфозами у безхребетних є: статеве диференціювання, поява

білатеральної організації, виникнення трахейної системи дихання, концентрація центральної нервової системи, перехід до легеневого дихання; у ссавців — розділення серця на праву й ліву половини з диференціацією двох кіл кровообігу, збільшення робочого об'єму легень. Наслідком цих ароморфозів є досконаліше окиснення сполук та достатнє постачання органів киснем, тобто інтенсифікація їх функцій. Диференціювання і спеціалізація органів травлення забезпечують повніше використання поживних речовин, що сприяє посиленню процесів метаболізму, підвищенню загальної активності, виникненню теплокровності, активізації рухових органів та вдосконаленню їх конструкції. Ароморфозом є утворення поперечносмугастої мускулатури, а розвиток ходильних кінцівок і крил у комах дав їм можливість опанувати сушу і частково повітря (порівняно із зябродишними членистоногими). Ароморфозами в розвитку рослин були: виникнення епідермісу, продихів, провідної і механічної систем, закономірна зміна поколінь у циклі розвитку, утворення квіток, плодів тощо. Ароморфози формуються на основі спадкової мінливості та природного добору і є пристосуваннями широкого значення. Вони забезпечують перевагу в боротьбі за існування і відкривають можливості освоєння нового, раніше непридатного середовища існування. Шляхом ароморфозів утворюються великі систематичні групи — типи та класи.

Алогенез — розвиток групи організмів (родини, ряду, класу, типу та ін.) усередині однієї адаптивної зони з виникненням багатьох близьких форм, які відрізняються пристосуваннями одного масштабу.

Цей шлях досягнення біологічного прогресу пов'язаний із проникненням організмів у певні вузькі (диференційовані) умови середовища в результаті розвитку окремих пристосувань. Такі окремі пристосування називають аломорфозами, або ідіоадаптаціями. Ідіоадаптації — дрібні еволюційні зміни, які сприяють пристосуванню до певних умов середовища існування і не супроводжуються загальним підвищенням рівня організації. Завдяки формуванню різних ідіоадаптацій тварини близьких видів можуть жити в найрізноманітніших географічних зонах. Прикладами ідіоадаптацій є різні типи дзьобів у птахів або різні пристосування до запилення і

розповсюдження насіння у рослин. У результаті ідіоадаптацій виникають дрібні систематичні групи.

Катагенез (морфофізіологічний регрес) — шлях еволюційних перетворень, що супроводжується втратою яких-небудь морфологічних або фізіологічних особливостей у зв'язку з паразитичним або прикріпленим способом життя.

Цей шлях біологічного прогресу О. М. Северцев назвав загальною дегенерацією. Дегенерація звичайно супроводжується зникненням ряду органів. Наприклад, у деяких паразитичних червів немає кишечника, слабо розвинена нервова система. Проте їм властива дуже висока плодючість, що забезпечує збереження і процвітання видів. У деяких вусоногих рачків, що паразитують на інших тваринах, немає кишечника, кінцівок. Деякі паразитичні рослини втратили хлорофіл, кореневу систему.

Загальна дегенерація може бути підґрунтям біологічного прогресу (у паразитичних організмів). Катагенез доволі поширений шлях еволюції.

Паразитичні форми є в 2500 родах рослин, в усіх класах найпростіших, у 13 із 14 класів червів, у 5 з 9 класів членистоногих. Як ароморфоз, так і загальна дегенерація дають змогу організмам розширити свої адаптаційні можливості за допомогою ідіоадаптацій.

## Частина IV. Завдання 55

### Біосинтез білків та його етапи

ДНК бере участь у синтезі всіх білків, визначає їх будову та функції. Дослідження вказують, що сама ДНК безпосередньо не може бути матрицею для синтезу білків. В усіх клітинах, крім бактеріальних, майже вся ДНК міститься в хромосомах клітинного ядра. У той же час відомо, що синтез білка відбувається головним чином у цитоплазмі, де ДНК міститься в надзвичайно малих кількостях.

Отже, факт просторового розділення ДНК, яка міститься в ядрі, і білків, синтезованих у цитоплазмі, вказує на існування якоїсь проміжної матриці, що переносить генетичну інформацію з ядра до цитоплазми — місця синтезу білків. У клітинах бактерій, які не мають ядра, ДНК і РНК просторово не розділені, тому наявність проміжної матриці для перенесення генетичної інформації довести набагато складніше. Проте саме на бактеріях в експерименті Е. Волкіна та Л. Астрахана вперше було встановлено, що проміжною матрицею в процесі біосинтезу білка є РНК.

У цьому досліді ДНК фага дозволяли проникнути в клітини бактерій, а через певний час, коли синтез клітинної РНК припинявся, у середовище вводили ортофосфатну кислоту, мічену радіоактивним Фосфором. Виявилось, що РНК, яка утворюється у вихідній клітині, за складом основ була подібна до фагової ДНК, на якій вона, очевидно, і синтезувалася. ДНК фага мала комплементарність основ:  $A = T$  і  $G = C$ , а новоутворена РНК у клітинах бактерій була подібна до неї за складом основ і виявила таку ж комплементарність:  $A = U$  і  $G = C$ .

Переконали докази того, що безпосередньо на ДНК білок не синтезується і проміжною матрицею в цьому процесі, без сумніву, є РНК, були одержані в досліді з використанням радіоавтографії. Точними дослідіми встановлена пряма залежність між вмістом у клітинах РНК і кількістю синтезованого ними білка. Клітини, багаті РНК, синтезують більше білка, ніж клітини, які мають понижений її вміст.

Реплікація — процес самоподвоєння ДНК, у якому роль матриці відіграє сама молекула ДНК. Загнута стрілка означає, що під час реплікації молекули ДНК розмножуються шляхом самокопіювання.

Транскрипція — перенесення (переписування) інформації про нуклеотидну будову ДНК на РНК. Стрілка вказує, що РНК утворюється на ДНК-матрицях.

Трансляція — процес, у якому матрицею для біосинтезу білка слугує РНК. Вона визначає послідовність амінокислот в усіх білках. Стрілка вказує, що відбувається трансляція або переведення інформації про нуклеотидну будову РНК на амінокислотну будову білка. Значить, ДНК, входячи до складу ядра клітини, завдяки властивості само подвоєння, зберігає свою постійну кількість під час поділу клітини, визначає структуру та регулює синтез утворених у клітині білків. Молекули ДНК не є безпосередніми матрицями в процесі синтезу білка. Спочатку відбувається перенесення генетичної інформації про нуклеотидну будову ДНК і РНК. Далі РНК сама стає матрицею й відповідно до інформації, одержаної від ДНК, визначає послідовність з'єднання амінокислот у білковій молекулі.

## Частина IV. Завдання 56

### Як відбувається видоутворення?

На відміну від мікроеволюції, видоутворення має необоротний характер, оскільки види — це генетично закриті системи. Наприклад, якщо між ізольованими популяціями різних підвидів поновиться обмін спадковою інформацією, вони можуть втратити свої відмінності й повернутись до попереднього стану. Але види до цього не здатні, бо кожен з них містить багато алелей, відсутніх в інших, що спричинює репродуктивну ізоляцію і формування власної екологічної ніші.

Нові види можуть виникати з популяцій, що займають різні географічні ареали або живуть на одній території. Залежно від цього виділяють способи видоутворення: алопатричне (географічне) і симпатричне.

При алопатричному (географічному) видоутворенні новий вид виникає в результаті розширення або розчленування початкового ареалу. Наприклад, конвалія була значно поширеною в широколистяних лісах Євразії. Потім, унаслідок зледеніння, клімат змінився і площа широколистяних лісів зменшилась. Вони збереглись там, де не було зледеніння: на Далекому Сході, у Закавказзі, Південній Європі. У кожній із трьох популяцій конвалії, що залишились, добір закріплював певні спадкові зміни, що призвело до зміни генофонду та формування трьох видів конвалії: у далекосхідної конвалії ширший віночок, є значний восковий наліт на листі; конвалії Закавказзя, порівняно з європейськими, більшого розміру.

Алопатричне видоутворення — процес доволі тривалий і відбувається дуже поволі.

При симпатричному видоутворенні новий вид формується в межах ареалу материнського виду. При цьому різні популяції одного виду існують в різних екологічних умовах. Наприклад, дуже близькі види звичайних європейських біланів — капустяного, бруквяного і чортополохівка — утворились від одного початкового виду в результаті живлення різною їжею на личинковій стадії розвитку: гусениці білана капустяного і чортополохівки живляться



культурними, а білана бруквяного — виключно дикими видами хрестоцвітих.

Способи видоутворення розрізняються за швидкістю: раптове і поступове. Поступове видоутворення здійснюється упродовж багатьох років, протягом зміни багатьох поколінь, а раптове пов'язане зі швидкою перебудовою всього генотипу, наприклад у результаті поліплоїдії, алополіплоїдії або перебудови хромосом.

## Частина IV. Завдання 57

### Фотосинтез

Фотосинтез є окисно-відновним процесом, у якому вода слугує відновником, а вуглекислий газ — окиснювачем. У процесі фотосинтезу хлорофіл відіграє роль фотосенсибілізатора (речовини, що поглинає світло), за допомогою енергії якого здійснюються хімічні перетворення інших речовин.

У хлоропластах хлорофіл й інші пігменти занурені в тилакоїди, зібрані у функціональні одиниці, так звані фотосистеми. Кожна фотосистема містить близько 250-400 молекул пігментів. Усі пігменти фотосистеми можуть поглинати фотони, але тільки одна молекула хлорофілу даної фотосистеми може використовувати поглинуту енергію у фотохімічних реакціях.

Цю молекулу хлорофілу називають реакційним центром фотосистеми, а інші молекули пігментів — антенними, оскільки вони, як антени, збирають світло.

Світлова енергія, поглинута молекулою пігменту, переноситься на інші молекули, доки не досягне реакційного центру, де локалізована спеціальна молекула хлорофілу а. Коли ця молекула поглинає принесену енергію, електрони піднімаються на вищий енергетичний рівень і переносяться на молекулу акцептора, обумовлюючи потік електронів. Таким чином молекула хлорофілу окиснюється і стає позитивно зарядженою. Є докази існування двох типів фотосистем. У фотосистемі I реакційний центр утворений специфічною молекулою хлорофілу а і позначається як P700 (P — означає «пігмент», 700 — оптимум поглинання, нм).

Реакційний центр фотосистеми II також утворений специфічною молекулою хлорофілу а і позначається P680. Обидві фотосистеми працюють синхронно й безперервно. Але фотосистема I може також функціонувати окремо.

Розщеплення молекул води під дією світла називають фотолізом. Ферменти, які здійснюють фотоліз води, локалізовані на внутрішній стороні мембрани тилакоїдів. Отже, під час фотолізу води утворюється градієнт протонів через мембрану. Електрони «спускаються» по електронно-транспортному ланцюзі

до фотосистеми I. Компоненти цього ланцюга світлових реакцій нагадують компоненти електронно-транспортного ланцюга дихання: до його складу входять цитохроми, білки (містять Ферум і Сульфур), хінони, а також хлорофіл і білок пласто116

ціанін, який містить Купрум. Електронно-транспортний ланцюг між фотосистемами побудований так, що АТФ може утворюватися з АДФ і фосфатної кислоти, причому цей процес аналогічний до окиснювального фосфорилування, який відбувається в мітохондріях. Цей процес у хлоропластах називають фотофосфорилуванням. У фотосистемі I енергія світла передає електрони від P700 на електронний акцептор P430, який, вірогідно, є білком, що містить Ферум і Сульфур. Наступний електронний переносник (ферредоксин) відрізняється від P430. Ферредоксин передає свої електрони на кофермент НАДФ, який відновлюється до НАДФН<sub>2</sub>, у результаті чого окиснюється молекула P700. Електрони молекули P700 заміщуються електронами фотосистеми II. Таким чином на світлі електрони переміщуються від молекул води до фотосистем II і I та НАДФ. Цей спрямований потік електронів від молекул води до НАДФ називають нециклічним потоком електронів, а процес утворення АТФ, який при цьому відбувається, — нециклічним фотофосфорилуванням. Зміна вільної енергії для реакції  $H_2O + НАДФ = НАДФН_2 + 1/2O_2$  становить 51 ккал/моль. Енергія, еквівалентна 1 моль фотонів світла з довжиною хвилі 700 нм, дорівнює 40 ккал/Е. Необхідно 4 фотони для перенесення двох електронів на рівень НАДФН<sub>2</sub>, тобто 160 ккал. Приблизно третина енергії запасється у формі НАДФН<sub>2</sub>. Загальний енергетичний вихід нециклічного потоку електронів (12 пар електронів переноситься від H<sub>2</sub> до НАДФ) становить 12 АТФ і 12 НАДФН<sub>2</sub>. Як уже говорилося, фотосистема I може працювати незалежно від фотосистеми II. У цьому процесі, який називається циклічним потоком електронів, електрони передаються від P700 на P430 під час освітлення фотосистеми I. Замість того, щоб переміщуватись до НАДФ, електрони рухаються по «запасному шляху», зв'язаному з першою та другою фотосистемами, і згодом повертаються в реакційний центр фотосистеми I. У результаті утворюється АТФ. Оскільки синтез АТФ спряжений з циклічним

потокелектронів, його називають циклічним фотофосфорилуванням. Вважають, що це найпримітивніший механізм, який, очевидно, притаманний деяким фотосинтезуючим бактеріям.

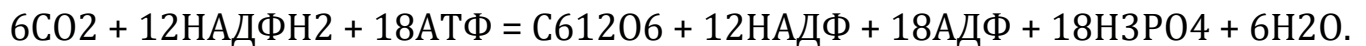
Еукаріотні клітини також здатні синтезувати АТФ під час циклічного перенесення електронів. Але тут не відбувається розкладання  $H_2O$ , виділення  $O_2$  й утворення НАДФН<sub>2</sub>. Вважають, що циклічне транспортування електронів і фотофосфорилування відбуваються в тому випадку, коли клітина з надлишком постачається відновником у формі НАДФН<sub>2</sub>, але для цього додатково потрібна АТФ для інших метаболічних реакцій.

На другій стадії фотосинтезу хімічна енергія, накопичена у світлових реакціях, використовується для відновлення Карбону. Карбон, доступний для фотосинтезуючих клітин, надходить у складі вуглекислого газу. Виявлено, що водорості й ціанобактерії засвоюють двоокис карбону, розчинений у воді. Наземні рослини отримують  $CO_2$  через продири листків і зелених стебел.

Відновлення Карбону відбувається у стромі хлоропласта в циклі реакцій, відомих як цикл Кальвіна (названий на честь М. Кальвіна, який одержав Нобелівську премію за його відкриття). Цикл Кальвіна аналогічний до циклу Кребса, оскільки в кінці циклу відбувається регенерація вихідної сполуки. Вихідна (і кінцева) сполука циклу Кальвіна — п'ятикаброневий цукор із двома фосфатними групами — рибулозо-1,5-біфосфат (РБФ). Процес починається, коли двоокис карбону входить у цикл і фіксується на РБФ. Утворена таким чином сполука згодом розщеплюється на дві молекули 3-фосфогліцерату. (Кожна молекула 3-фосфогліцерату складається із трьох атомів Карбону; звідси походить друга назва циклу Кальвіна — С<sub>3</sub>-шлях).

Рибулозобіфосфаткарбоксилаза — фермент, що каталізує ці ключові реакції, — становить 15% білка хлоропласту. Цей фермент локалізований на поверхні тилакоїдних мембран. У повному циклі Кальвіна, як і в циклі Кребса, кожна окрема реакція каталізується специфічним ферментом. Під час кожного перебігу циклу одна молекула  $CO_2$  відновлюється, а молекула РБФ регенерується.

Необхідно здійснити шість циклів з поглинанням шести атомів Карбону, щоб утворився шестикарбоновий цукор— глюкоза. Сумарне рівняння синтезу глюкози можна записати так:



Проміжний продукт циклу — гліцеральдегід-3-фосфат. Ця ж сполука утворюється в процесі гліколізу під час розщеплення фруктозо-1,6-бісфосфату. В аналогічних, але зворотних, реакціях відбувається синтез глюкози із гліцеральдегад3-фосфату з використанням енергії фосфатних зв'язків.

Цикл Кальвіна — не єдиний шлях фіксації Карбону в темнових реакціях. У деяких рослин перший продукт фіксації не трикарбонова молекула 3-фосфогліцерату, як в циклі Кальвіна, а чотирикарбонова сполука— оксалоацетат (який утворюється! в циклі Кребса).

Такі рослини називають С4-рослинами, на відміну від С3-рослин, де функціонує тільки цикл Кальвіна (С4-шлях називають також циклом Хетча — Слека на честь австралійських фізіологів рослин, яким належить вирішальна роль у його відкритті). Оксалоацетат утворюється, коли С02 фіксується на фосфоенолпіруваті. Ця реакція каталізується ферментом фосфоенолпіруват-карбоксилазою. Оксалоацетат потім відновлюється до малата або перетворюється, приєднуючи аміногрупу на аспартат. Ці реакції відбуваються в клітинах мезофілу. Наступний етап: малат або аспартат (залежно від виду рослини) переміщується із клітин мезофілу в клітини обкладок судинних пучків листка, у яких декарболізується з утворенням С02 і пірувату.

Далі С02 вступає в цикл Кальвіна, реагує з РБФ з утворенням фосфогліцерату й інших проміжних сполук циклу, тоді як піруват повертається в клітини мезофілу, де реагує з АТФ, утворюючи фосфоенолпіруват.

Отже, анатомія рослини сприяє просторовому розділенню С4-шляху і циклу Кальвіна в листках С4-рослин.

## Частина IV. Завдання 58

### Опишіть види природного добору

У будь-якому біогеоценозі суперечності між особинами одного і різних видів розв'язуються в боротьбі за існування. Закономірним її результатом є загибель одних особин популяції і виживання та розмноження інших, тобто природний добір.

Природний добір — це процес, у результаті якого виживають і залишають потомство переважно особини з корисними в певних умовах середовища спадковими змінами. Усі зміни контролюються природним добором. Роль відбираючого чинника відіграють умови навколишнього середовища: висока або низька температура, надлишок або нестача вологи, наявність їжі. Добір у природі здійснюється таким чином:

1. В особин з'являються спадкові зміни: корисні, шкідливі, нейтральні.
2. У результаті боротьби за існування і природного добору зберігаються переважно особини з корисними в даних умовах середовища спадковими змінами.
3. Особини з корисними змінами розмножуються, їх чисельність у популяції збільшується.
4. Серед потомства в результаті природного добору знов виживають переважно особини зі змінами, відповідними середовищу життя, які розмножуються, передаючи корисні ознаки частині нащадків.
5. Корисна в певних умовах середовища спадкова зміна розповсюджується в популяції.

Розрізняють декілька форм природного добору, які залежать від умов навколишнього середовища: стабілізуючий, рушійний, розриваючий (дизруптивний).

Стабілізуючий добір спрямований на підтримку в популяціях середньої, раніше сформованої, ознаки. Вчення про стабілізуючий відбір розробив І.І. Шмальгаузен. Стабілізуючий добір відбувається в тих випадках, коли

фенотипні ознаки оптимально відповідають умовам середовища і конкуренція відносно слабка. Він діє в усіх популяціях, знищуючи особин з крайніми відхиленнями ознак у випадку, якщо умови середовища довго не змінюються. Наприклад, квітки ротиків запилюють джмелі. Розміри квіток відповідають розмірам тіла джмелів. Усі рослини, що мають дуже великі або дрібні квітки, не запилюються і не утворюють насіння, тобто усуваються стабілізуючим добром. У будь-якій популяції через її генетичну різноякісність з'являються особини, що мають різний ступінь прояву тієї чи іншої ознаки, тобто певну норму реакції. Таку різноманітність особин за будь-якою ознакою забезпечують генетико-екологічні фактори. Стабілізуючим добром усуваються лише мутації, які проявляються фенотипно. У гетерозиготних особин зберігаються рецесивні мутації, які служать основою генетичної різноманітності популяції. Тому у відносно незмінних умовах у популяціях «під прикриттям» стабілізуючого добору накопичуються мутації, які можуть бути використані при зміні умов довкілля.

Рушійний добір призводить до усунення особин зі старою нормою реакції і формування популяції особин з новими ознаками, відбувається в умовах середовища, що поволі змінюються. Прикладом дії рушійного відбору є зміна забарвлення крил у метелика березового п'ядуна. Метелики, що живуть на стовбурах берез, мають світле забарвлення. Серед них час від часу з'являлись темнозабарвлені форми, яких знищували птахи. У зв'язку з розвитком промисловості і забрудненням повітря стовбури берез набули сіруватого відтінку. Птахи знищували світлозабарвлених метеликів, помітних на темному тлі, а темнозабарвлені особини зберігалися добром. Через певний час усі метелики популяції стали темнозабарвленими. У генотипі березового п'ядуна є гени, що визначають темне й світле забарвлення. Тому в популяції з'являються і світлі, і темні особини. Переважання тих чи інших фенотипів залежить від умов середовища. Механізм рушійного добору полягає в збереженні особин з корисними відхиленнями від колишньої норми й усуненні особин з колишньою нормою реакції.

Рушійний добір таким чином спричинює еволюційні зміни, справляючи на популяцію такий тиск, який сприяє збільшенню в ній частоти нових алелей. Після того як нова середня норма прояву ознаки (середній фенотип) прийде в оптимальну, відповідну до нових умов середовища, почне діяти стабілізуючий добір.

Розриваючий (дизруптивний) добір проявляється в знищенні особин з середньою нормою реакції та збереженні крайніх відхилень від неї. Він спрямований проти середніх і проміжних форм у разі дуже різких змін місця існування. Наприклад, унаслідок масового застосування отрутохімікатів збереглися стійкі до них групи комах. Кожна така група стала самостійним селективним центром, у межах якого вже стабілізуючий добір зберігає стійкість до пестицидів. Іншим прикладом є нелітаючі комахи або комахи з добре розвиненими крилами — мешканці океанічних островів, де дмуть сильні вітри. Тобто в результаті розриваючого добору з однієї форми виникає відразу декілька. Це відбувається тоді, коли дві або більше генетично різні форми набувають переваги в різних умовах існування. Результатом розриваючого добору може бути поліморфізм виду — виникнення кількох різних фенотипів в одній популяції.

Творча роль природного добору полягає у формуванні нових форм, які краще пристосовані до змін умов довкілля. Це відбувається в ході рушійного та розриваючого добору.



## Частина IV. Завдання 59

### Означте роль вірусів у природі та житті людини

Віруси є внутрішньоклітинними паразитами різноманітних видів прокариотів та еукаріотів. Тому поширення вірусів у біосфері визначене ареалами сприйнятливих до них організмів.

Певні види вірусів завжди мають певну сукупність (коло) видів хазяїв. Цікаво, що віруси рослин не інфікують людину, тварин і бактерії, віруси бактерій — відповідно рослини і тварини, віруси людини і тварин — рослини та бактерії.

Але організми одного виду (наприклад, людина) можуть уражатися вірусами багатьох видів, які паразитують у клітинах різних тканин та органів (як-от: вірусні інфекції дихальних шляхів, органів травлення, нервової системи, шкіри тощо). Деякі вірусні інфекції характерні тільки для людини (наприклад, гепатит В) або лише певних видів тварин (ящур, чума собак), рослин, грибів чи бактерій. Відомі віруси із широким колом хазяїв, наприклад спільні для людини та різних видів диких або свійських тварин (кліщового енцефаліту, сказу, жовтої пропасниці).

Пристаосування вірусів до паразитизму виявляються в різноманітності способів ефективного зараження хазяїв. Віріони збудників захворювань органів дихання потрапляють до хазяїв повітряно-крапельним шляхом (грип); органів травлення — з їжею та водою (гепатит А); покривів тіла — через слизові оболонки (герпес, папілома).

Переносниками віріонів часто слугують різні членистоногі, зокрема кровосисні комарі (жовта пропасниця, лихоманка Західного Нілу) та кліщі (тайговий, або кліщовий, енцефаліт). Зараження можливе також при недотриманні санітарних норм під час переливання крові або хірургічних операцій (віруси гепатиту В). Для деяких вірусів встановлена можливість передачі при статевих контактах (герпес, імунодефіцит людини, гепатит С).

Не завжди потрапляння вірусу до організму призводить до розвитку хвороби. Це залежить від чутливості хазяїна, стану його імунної системи,

концентрації вірусних частинок та їхньої патогенності (здатності спричиняти патологічний процес).

Доволі часто виникають сприятливі умови для поширення вірусів, що призводить до спалахів епідемій інфекційних захворювань (грипу, кору).

Епідемічний процес виникає і підтримується за умови спільної дії таких первинних чинників: наявності джерела збудника; здійснення механізму його передачі; високого ступеня сприйнятливості популяції хазяїв до інфекції. Якщо вилучити хоча б один із цих чинників, епідемічний процес припиняється. Саме на цьому ґрунтуються засоби попередження (профілактики) інфекційних захворювань.

Для здійснення профілактичних заходів необхідно правильно визначити (діагностувати) збудника захворювання. Така діагностика дає змогу зрозуміти біологію вірусу: шляхи його передачі, здатність уражати ті чи інші клітини та органи, а також правильно застосовувати засоби профілактики.

## Частина IV. Завдання 60

### Загальна характеристика прокариотів (бактерії, ціанобактерії)

Характерними рисами прокариотів є особливості їхньої клітинної будови. Вони не мають ядра, пластид, мітохондрій, комплексу Гольджі, ендоплазматичної сітки, лізосом. Прокариоти — одноклітинні чи колоніальні організми, розміри яких зазвичай не перевищують 10-20 мкм. Розмножуються лише нестатево (в окремих представників відомий обмін спадковою інформацією у формі кон'югації).

До царства Еубактерії, або Справжні бактерії, надцарства Прокариотів належать різноманітні за формою клітин та особливостями процесів життєдіяльності прокариоти, яких налічують близько 30 тис. видів. Серед них відомі одноклітинні та колоніальні (стрептококи, стафілококи тощо) форми. Одні із цих бактерій нерухомі, інші здатні пересуватись за допомогою джгутиків чи виділяючи слиз. У деяких бактерій рух доволі швидкий; відомі клітини, що за секунду здатні долати відстань, яка дорівнює приблизно 20 їхнім діаметрам.

Особливе місце серед справжніх бактерій належить ціанобактеріям, яких налічують понад 2 тис. видів. Тривалий час, на підставі того, що ці прокариоти, подібно до водоростей і вищих рослин, здійснюють фотосинтез за допомогою хлорофілу а з виділенням кисню, їх відносили до царства Рослини під назвою «синьо-зелені водорості». Але клітинна стінка ціанобактерій містить сполуку муреїн, притаманну прокариотам. Зовні від стінки розташований шар з пектинових речовин і білків, зокрема скоротливих. Ядра немає. За рахунок вп'ячувань плазматичної мембрани утворюються поодинокі тилакоїди, у яких розташований фотосинтетичний апарат. Ціанобактерії трапляються переважно в прісних водоймах та ґрунті, деякі — у морях; відомі види, здатні вступати в тісне співжиття (симбіоз) з іншими організмами (наприклад, разом із грибами можуть входити до складу лишайників, трапляються в клітинах діатомових водоростей). Окремі клітини та колонії забарвлені в різні кольори: від синьо-зеленого, звідки й походить стара назва, до червоного, чорного тощо. Таке забарвлення є

наслідком одночасної наявності в клітині хлорофілу та інших яскраво забарвлених пігментів.