

Рецензенти:

Волков К. С. — доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри гістології Тернопільського державного медичного університету імені І. Я. Горбачевського

Турчин О. В. — методист лабораторії природничо-математичних дисциплін Тернопільського обласного комунального інституту післядипломної педагогічної освіти

Козловська Л. П. — методист ІМЦО управління освіти м. Тернополя, вчитель-методист вищої категорії

Редагування: Володимир Тернопольський
Літературне редагування: Інна Атаманюк
Дизайн обкладинки: Віталій Нехай

Барна І.

Б24 Біологія: міні-довідник для підготовки до зовнішнього незалежного оцінювання. — Тернопіль: Підручники і посібники, 2021. — 496 с.

ISBN 978-966-07-3775-4

У посібнику вміщено довідковий матеріал з усіх розділів біології. Довідковий матеріал підбрано відповідно до програми зовнішнього незалежного оцінювання з біології 2019 року.

Для випускників шкіл, гімназій, ліцеїв, училищ, учителів біології.

УДК 575 + 371.671

ВСТУП

Фундаментальні властивості 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 — під-

тримання *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.). Усередині процесів 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 пагона верби з часом виростає нове дерево.

Характерна риса організмів — здатність до руху. 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 *адаптація*ми 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 водолюбивих 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 надорганізовмі системи — це цілісні біологічні системи, здатні до самооновлення, саморегуляції та самовідтворення.

Життя на Землі є повсюдним. Живі організми заселяють усі середовища та усі вільні екологічні ніші як у горизонтальному, так і у вертикальному напрямках. Обмеженнями для розповсюдження живих істот є агресивні умови середовища, як от: низькі й високі температури, відсутність рідкої води, відсутність кисню, низький атмосферний тиск, висока концентрація хімічних речовин, жорстке космічне випромінювання тощо.

Частина атмосфери, населену живими організмами, називають *аеробіосферою*. Однак, вона заселена неоднорідно: що ближче до поверхні Землі, то більше живих організмів трапляється в атмосфері. Живі організми не можуть постійно перебувати у товщі повітря, оскільки, за своєю суттю, є субстратними істотами, тому вони тут не живуть, а лише тимчасово перебувають у товщі атмосфери. В атмосфері перебувають птахи, рукокрилі, комахи, гриби, бактерії, віруси, пилок рослин, біогенні речовини тощо.

Частина літосфери, населену живими організмами, називають *літотбіосферою*. Її товщина, нижче поверхні ґрунту, становить від 3,5 км на дні океану, і до 7,5 км на континентах. Вона визначається температурою переходу води в пару і температурою денатурації білків, однак в основному поширення живих організмів обмежується вглиб кількох метрів.

Найбільш щільно заселена живими організмами поверхня літосфери, яка включає рослинний покрив та кількадеметровий ґрунтовий шар. У її межах сконцентровано більше половини усіх видів організмів на Землі.

Гідросфера — єдина географічна оболонка Землі цілковито і повсюдно заселена живими організмами.

Фотобіосфера океану щільно населена організмами. Тут відбуваються активні процеси утворення первинної біомаси та фотосинтезу морських фотосинтетички виділяють понад половину усього річного об'єкту на Землі. Світло короткохвильових довжин проникає до глибини приблизно 200 м. Це межа фотобіосфери, нижче якої міститься дисфотобіосфера, де фотосинтез у його «класичному» вигляді не відбувається, проте, він можливий у бактерій, які використовують слабке світло гідротермальних джерел. Однак, у товщу дисфотобіосфери частково проникає світло довгохвильової частини спектру, що дозволяє фотосинтез і поширення червоних водоростей до глибини 250–300 м. Нижня межа дисфотобіосфери пролягає на глибині близько 1 км, куди світло не проникає з поверхні світового океану. Первинна біомаса в афотобіосфері утворюється за рахунок різних типів хемосинтезу.

Рівні організації життя біологічних систем

Рівні організації живої матерії — ієрархічно супідрядні рівні організації біосистем, що відображають рівні їх ускладнення. Слід підкреслити, що побудова універсального списку рівнів біосистем неможливе. Виділяти окремий рівень організації доцільно в тому випадку, якщо 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 організмовий 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, організмовий, 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*.

Організмовий 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 організмовий рівень збігається з клітинним). Таке функціонування насамперед пов'язане зі здійсненням обміну речовин та перетворенням енергії, що забезпечує сталість внутрішнього середовища.

Організмовий 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 плідних 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 підтримують біологічне різноманіття нашої планети.

Популяційно-видовий рівень організації характеризується високим біорізноманіттям. На нашій планеті існує майже 2,5 млн видів бактерій, ціанобактерій, рослин, грибів, тварин.

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 речовинами між живою та неживою частинами біогеоценозів, тобто *колообіг речовин*.

Біосферний рівень. Окремі екосистеми нашої планети разом утворюють *біосферу* — частину оболонки 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. Надорганізмові рівні організації живої матерії — популяційні екосистеми та біосферу в цілому — вивчає *екологія*.

Методи досліджень у біології

Метод спостереження дає можливість аналізувати й описувати біологічні явища. Щоб з'ясувати суть явища, необхідно насамперед зібрати фактичний матеріал та описати його. Цей метод доволі поширений у зоології, ботаніці, екології.

Збирання та отискування фактів, що були основними методами дослідження на ранніх етапах розвитку біології — не втратили свого значення й сьогодні. Для опису та дослідження біологічних процесів біологи застосовували хімічні, фізичні, математичні методи, що сприяло виникненню суміжних дисциплін — біохімії, біофізики, біокібернетики, біоніки.

Порівняльний метод дає можливість шляхом зіставлення вивчати глибокість та відмінність організмів. На принципах цього методу була заснована *систематика* та зроблено одне з найбільших біологічних узагальнень — створена *клітинна теорія*.

Історичний метод з'ясує закономірності появи і розвитку організмів, становлення їхньої структури і функцій. Історичний метод запропонував Ч. Дарвін.

Експериментальний метод дослідження явищ пов'язаний з активним впливом на них дослідника в необхідному йому напрямку. При цьому визначають оптимальні умови та стежать за змінами перебігу процесів. Розрізняють експерименти польові та лабораторні. Польові експерименти у природних екосистемах або агроценозах. Наприклад, на експериментальних ділянках вивчають вплив певних речовин на ріст рослин, випробовують заходи боротьби зі шкідниками, досліджують вплив господарської діяльності людини на природні екосистеми. Лабораторні експерименти проводять у спеціально обладнаних приміщеннях — лабораторіях. Найчастіше там досліджують об'єкти на молекулярному, клітинно-тканинному рівнях чи на рівні організму. У таких дослідженнях використовують організми, які спеціально розводять й утримують у лабораторних умовах. Виникла навіть ціла біологічна галузь — розведення лабораторних культур і організмів.

Моделювання — метод дослідження та демонстрації структур, функцій, процесів за допомогою їхньої спрощеної імітації. Моделювання є важливим етапом багатьох наукових досліджень, оскільки дає можливість вивчати об'єкти та процеси, які неможливо безпосередньо спостерігати чи відтворити експериментально. Моделювання має виняткове значення, оскільки сприяє прогнозуванню можливих наслідків різних процесів або явищ. Особливе місце належить математичному моделюванню, завдяки якому можна проаналізувати складні кількісні взаємозв'язки за закономірності.

Математична модель — це вираження у вигляді системи рівнянь арних зв'язків (наприклад, залежність чисельності популяції рослиноїдної тварини від чисельності популяції хижака). Змінюючи числове значення одного з параметрів, уведених до моделі, можна спостерігати, яким чином змінюватимуться інші, тобто як поводитиме себе змодельована система за даних умов. Передумовою створення правильної математичної моделі слугує точна інформація про явища чи процеси, які моделюють. Математичне моделювання (як і будь-які інші сучасні наукові дослідження) неможливе без застосування електронно-обчислювальної техніки.

Метод моніторингу — це постійне стеження за перебігом певних процесів в окремих екосистемах, біосфері в цілому чи за станом конкретних біологічних об'єктів. Моніторинг дає змогу не тільки визначити стан певних об'єктів, але й прогнозувати певні зміни та аналізувати їхні можливі наслідки (наприклад, зміни клімату планети: накопичення в атмосфері діоксиду карбону, загальне потепління). Завдяки моніторингу є можливість розробляти заходи охорони окремих популяцій організмів, екосистем і біосфери в цілому.

Математичні методи обробки результатів необхідні для перевірки ступеня вірогідності одержаних результатів і правильного їх узагальнення. Застосування математичних методів у біології створило її перетворенню з опосової галузі в точну, яка ґрунтується на детальному аналізі одержаних даних. Цим займається *статистичний метод*.

Наукові поняття біології — форма мислення, за допомогою якої пізнають сутність явищ, процесів, узагальнюють їхні істотні ознаки. Будь-яка наука оперує певними поняттями, такими, як науковий факт, гіпотеза, закон, теорія, і повинна опиратися лише на встановлені наукові факти.

Науковий факт — це те, що дійсно встановлене (структура, подія, явище), але потребує наукового пояснення. На наукових фактах ґрунтуються гіпотези.

Поняття — форма узагальнення предметів і явищ. Істотні зв'язки між поняттями виражають закони.

Гіпотеза — науково обгрунтоване припущення, яке висувають для пояснення факту, що безпосередньо не спостерігається. Наприклад, гіпотеза чистоти гамет (Г. Мендель), гіпотези виникнення життя на Землі (О. Опарін, Дж. Холдейн, С. Фокс, С. Міллер).

Наукова теорія — це узагальнення певної системи фактів та законів. Наприклад, клітинна теорія М. Шлейдена, Т. Шванна, теорія еволюції Ч. Дарвіна, хромосомна теорія спадковості Т. Морган. Будь-яку теорію можна вважати науковою лише після того, як вона підтвердилась на практиці.

Статистично вірогідну закономірність у біології можна вважати **правилом**, або законом.

Біологічні закони — це закономірності, що, як правило, не мають винятків і можуть тлумачитися лише певним чином. Наприклад, біогенний закон Е. Геккеля та Ф. Мюллера, закон гомологічних рядів у спадковій мінливості М. Вавилова тощо. На відміну від інших наук (математики, філософії), у біології поняття «правило» та «закон» досить близькі, іноді взаємозамінні. Наприклад, закономірність, встановлену Г. Менделем, щодо однанантності гібридів першого покоління, у деяких випадках називають першим законом спадковості, а інколи — правилом.

ХІМІЧНИЙ СКЛАД КЛІТИНИ

Класифікація хімічних елементів за вмістом в організмах

Хімічний склад живих організмів відносно сталий. У найбільшій кількості в них наявні чотири хімічні елементи: Гідроген, Карбон, Нітроген і Оксиген. Їхня частка у хімічному складі клітини становить майже 98 %, і вони належать до **макроелементів**. Їх називають також **органогенними**, оскільки насамперед вони входять до складу органічних сполук.

До макроелементів також належать Фосфор, Калій, Сульфур, Хлор, Кальцій, Магній, Натрій і Ферум, їхня сумарна частка становить до 1,9 %. Понад 50 хімічних елементів відносять до мікроелементів (Йод, Кобальт, Манган, Купрум, Молібден, Цинк тощо). Їхній вміст у клітині — від 10^{-12} до 10^{-3} %. Ще менше у клітині ультрамікроелементів: Плюмбуму, Броду, Аргентуму, Ауруму та ін. Хімічні елементи, що містяться в клітині, входять до складу органічних та неорганічних сполук або перебувають у вигляді йонів.

Хімічний склад усіх живих організмів відносно подібний. Натомість, у різних компонентів неживої природи він різний. Наприклад, у водній оболонці Землі (гідросфері) переважають Гідроген і Оксиген, у газоподібній (атмосфері) — Оксиген і Нітроген, у твердій (літосфері) — Силіцій, Оксиген та інші.

Наслідки нестачі деяких елементів в організмі людини

Дефіцит **Йоду** в організмі людини спричиняє низку патологічних станів: викидні, мертворожденість, вроджені вади розвитку; у немовлят — ендемічний неврологічний кретинізм; у дітей та підлітків — задержка фізичного та психічного розвитку, погіршення інтелектуальних здібностей, у дорослих — **гінотиреоз**, зоб, зниження розумової активності, безпліддя.

Для масової профілактики йододефіциту застосовують йодування харчової солі. Можливе також використання спеціальних (йодованих) харчових продуктів.

Нестача **Флуору** в питній воді (менш 0,5 мг/л) підвищує розчинність зубної емалі і, як наслідок, — ураження зубів карісом. Тому у флуородефіцитних місцевостях питну воду фторують.

У разі дефіциту **Феруму** в організмі погіршується клітинне дихання, що призводить до дистрофії тканин, органів та порушення стану організму. Гострий дефіцит Феруму призводить до гіпохромної анемії. Причина її — у недостатньому надходженні Феруму з їжею. Усуненню ферумдефіцитних станів сприяє вживання м'яса, квасолі, гречки, вітамінів, кровотворних мікроелементів.

За нестачі **Кальцію** в організмі спостерігаються: тахікардія, аритмія, побіління пальців рук і ніг, біль у м'язах, блювота, закрепи, ниркова колька, печінкова колька, підвищена дратівливість, галюцинації, помутніння свідомості, втрата пам'яті, тупість. Волосся випадає; нігті стають ламкими; шкіра потовщується і грубішає; на емалі зубів з'являються ямки та жолобки; очний кристалик втрачає прозорість. Нестача Кальцію в організмі може спричинити демінералізацію кісток, остеопороз, а в людей похилого віку — порушення функцій залоз внутрішньої секреції. Нестача Кальцію та вітаміну D у дітей призводить до рахітичних змін.

Добова потреба в Кальції для дорослої людини становить 0,8–1,2 г, а для вагітних жінок і жінок, що годують грудьми, — до 2,0 г. Вона забезпечується вживанням продуктів, багатих на Кальцій (молоко та молочні продукти, бобові, горіхи, пегрушка), та перебуванням на сонці, бо під його дією в шкірі виробляється вітамін D, який, у свою чергу, сприяє засвоєнню Кальцію.

Недостатня кількість **Калію** в організмі призводить до пониження тиску, аритмії, збільшення рівня холестерину в крові, м'язової слабкості, підвищення крихкості кісток, порушення роботи нирок, розвитку безсоння і депресії. У цих випадках для відновлення нормального балансу Калію не обійтись без вживання калійвмісних продуктів: картоплі, квасолі, абрикосів, слив, винограду.