

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

О.В. Данилова
С.А. Данилов
Ю.О. Березницька

БІОЛОГІЯ

МОЛЕКУЛЯРНИЙ РІВЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИТТЯ

Конспект лекцій в двох частинах

Частина 1

для студентів, які навчаються за напрямом підготовки
6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища
та збалансоване природокористування»

Київ 2012

УДК 57
ББК Б63
Д17

Рецензент: В.М. Удод, доктор біологічних наук, професор

Затверджено на засіданні вченої ради санітарно-технічного факультету, протокол № 9, від 20 квітня 2011 року.

Данилова О.В.

Д17 Біологія. Молекулярний рівень організації життя: конспект лекцій в двох частинах – Ч. 1. / О.В. Данилова., С.А. Данилов., Ю.О. Березницька. – К.: КНУБА, 2012.– 32 с.

Розміщено тексти лекцій з курсу «Біологія» по розділу «Молекулярний рівень організації життя». Розглянуто основні поняття системи біологічних наук, сучасні методи біологічних досліджень, завдання сучасної біології, зв'язок біології з екологією, рівні організації життя. Розглянуто хімічний склад живих організмів; елементний склад живих організмів, процеси регуляції вмісту хімічних елементів в організмах; неорганічні речовини, що входять до складу живих організмів.

Призначено для студентів, які навчаються за напрямом підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування».

УДК 57
ББК Б63

© Ю.О. Березницька,
С.А. Данилов, О.В. Данилова, 2012

© КНУБА, 2012

ЗМІСТ

| | Стор. |
|--|-------|
| Передмова..... | 4 |
| Лекція 1. Біологічна наука..... | 5 |
| Лекція 2. Неорганічні речовини, що входять до складу живих організмів... | 15 |
| Запитання для самоконтролю..... | 28 |
| Список літератури..... | 30 |

Передмова

Конспект лекцій призначений для студентів, які навчаються за напрямом підготовки «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Завдання курсу «Біологія» для студентів кафедри «Охорони природи та навколишнього середовища» – опанування загальними закономірностями існування живої природи, сутності життя та його різноманітності; формування у спеціалістів–екологів цілісного уявлення про природничо-наукову картину світу, роль і місце людини в природі, набуття ключових компетенцій, яких потребує існування в сучасних умовах. Зважаючи на цілісність і системність живої природи, навчальний матеріал вибудовується за лінійно-концентричним принципом і генерується навколо змістовних ліній, в основі яких закладені рівні організації життя:

- молекулярний рівень;
- клітинний рівень;
- організменний рівень;
- надорганізменний рівень;
- різноманітність органічного світу, його історичний розвиток.

Структурування навчального матеріалу навколо цих біологічних ідей утворює стрижень навчального предмета «Біологія», що сприяє об'єднанню знань про окремі явища природи в систему, забезпечує їхню інтеграцію і сприяє розвитку теоретичного мислення.

Лекція 1. БІОЛОГІЧНА НАУКА

План лекції:

1. Система біологічних наук.
2. Методи біологічних досліджень.
3. Завдання сучасної біології.
4. Зв'язок біології і екології.
5. Рівні організації життя.

Завданням курсу «Біологія» є вивчення загальних закономірностей життя, що є спільними для всіх живих систем. Пізнаючи це спільне, сучасна біологія починає змінювати і кардинально змінить життя людства. Людство зупинить необмежене використання природних ресурсів. Аби ці зміни були гармонійними — такими, що дадуть змогу людству існувати — кожен має розуміти закономірності існування живої природи і ті взаємозв'язки, що поєднують нас з нею.

1. Система біологічних наук

Живі істоти мешкають, як ми поки що знаємо, тільки на планеті Земля. Товщина шару, в якому є життя, становить всього трохи більше 20 км — від дна найбільш глибокої океанської впадини до найвищої гірської вершини. Для наукового пізнання обов'язковим є визначення:

- об'єктів дослідження;
- проблем дослідження;
- методів дослідження.

Об'єктом вивчення біологічних наук є живі істоти (тварини, рослини, гриби, бактерії, віруси). За об'єктом вивчення розрізняють зоологію, ботаніку, мікробіологію тощо. В кожній з цих наук виділяють більш конкретні науки. Наприклад, в зоології можна назвати такі науки, як іхтіологія (вивчає риб) або орнітологія (птахів) тощо.

За проблемою, яка вивчається, біологічні науки поділяються по-іншому. Так, будову організмів та їх складових вивчають морфологічні науки (наприклад, анатомія людини, тварин, рослин), їхнє функціонування вивчають фізіологічні науки (фізіологія людини, тварин, рослин). Хімічний склад організмів вивчає біохімія, взаємодію молекул в складі організмів вивчає молекулярна біологія. Проблему взаємозв'язків організмів між собою і навколишнім середовищем вивчає екологія.

Біологія (гр. *біос* – життя; логос — наука) – це система наук про живу природу, її форми, їх різноманітність і закономірності існування та розвитку.

2. Методи біологічних досліджень

Становлення біології як науки відбулося тоді, коли свої умовиводи вчені стали доводити на основі спостережень і дослідів, використовуючи принцип «Нічого не приймай на віру». Необхідність побудови достовірного знання має вирішальне значення для людства. Удосконалення методів дослідження дає нові знання, які стають теоретичною основою для вирішення практичних завдань людства. Звичайно, ви ознайомитеся тільки із загальними для всієї системи біологічних наук методами, вони є такими і для інших природничих наук. Є і спеціальні методики дослідження, які використовують окремі біологічні науки.

Побудова достовірного знання ґрунтується на наукових фактах. Науковими фактами є результати лише тих спостережень або експериментів, які можуть бути відтворені та підтверджені. Одне й те саме спостереження можна по-різному тлумачити. Аристотель встановив, що в прісних водах ніколи не зустрічаються вугрі з ікрою або молочком. Він припустив, що вугрі зароджуються з «ковбасок» мулу, які утворюються при терті дорослої риби об дно. Зараз ми знаємо, що прісноводні вугрі нерестяться в Атлантичному океані, в Саргасовому морі. На відміну від здогадки Аристотеля, сучасне знання підтверджене багатьма спостереженнями й експериментами, встановило достовірний науковий факт про розмноження вугрів.

Для пояснення наукових фактів формулюється гіпотеза – наукове припущення. Гіпотеза перевіряється в ході здобуття нових наукових фактів. Наприклад, коли були відкриті антибіотики, було висловлено припущення, що можна вилікувати всі інфекційні хвороби, які викликаються хвороботворними бактеріями. Чи так сталося? Ні, під впливом антибіотиків з'явилися нові штами бактерій, на які вони не діють, наприклад, різновид туберкульозної палички. Тепер в світі майже припиняють розробляти нові антибіотики і шукають інших шляхів вирішення проблеми. Коли нові факти суперечать гіпотезі, її відкидають й висувають інші. Якщо гіпотеза добре узгоджується з наявними фактами і дозволяє робити прогнози, що згодом підтверджуються, вона може стати теорією - частиною наукового пізнання. Наукова теорія повинна бути доступною для перевірки, навіть правильна теорія в майбутньому іноді потребує уточнення або заміни на іншу. Важлива особливість наукового знання полягає в тому, що воно весь час перевіряється на відповідність новим фактам. Узагальненням фактів є закони і правила в

природознавстві – теорії, які встановлюють стійки зв'язки між різними явищами природи. Наприклад, закон (правило) необоротності еволюції, згідно з яким організм не може повернутися до стану його предків.

2.1. Емпіричні методи дослідження

Існують різні класифікації методів наукового дослідження. Наведемо найпростішу з них. Наукове дослідження може бути емпіричним і теоретичним. Застосовуючи емпіричний метод (гр. емпірія — дослід), дослідник працює з природними об'єктами (різними мікроорганізмами, грибами, рослинами, тваринами та їх угрупованнями), визначаючи їхні властивості. Методи емпіричного дослідження можна поділити на дві великі групи: спостереження та експеримент. У процесі спостереження дослідник реєструє природний хід процесу, що вивчається. Спостереження буває суто описовим, при якому описується будова організмів, молекул, явищ природи тощо і порівняльним. Експеримент (лат. експериментум — дослід, практика) дає можливість не тільки реєструвати наявність ознаки чи природний хід процесу, але й активно втручатися в нього. Експеримент – зміна дослідником умов існування об'єкта чи його самого і спостереження за наслідком змін.

2.2. Теоретичні методи дослідження

У процесі теоретичного вивчення дослідник не працює безпосередньо з об'єктами вивчення. Досліджуються фізичні чи математичні моделі природних об'єктів, уявлення про них. Метод моделювання (лат. *модулюс* – зразок) – це створення або використання спрощених моделей об'єкта для вивчення його властивостей і складання прогнозу щодо його поведінки в різних умовах.

Розглянемо приклад моделювання біологічних систем.

Звичайний ставок складається з популяцій рослин, тварин і мікроорганізмів, ґрунту, води і розчинених речовин. У ставок потрапляє сонячне світло, ґрунтові води і гази з атмосфери. Компоненти ставка взаємопов'язані. Так, від кількості сонячного світла і розчинених речовин залежить кількість фітопланктону (дрібних водоростей, які плавають у товщі води). Фітопланктоном живиться зоопланктон, що є кормовою базою молоді риби. Дослідження даної системи має практичне значення. Наприклад, важливо знати, що станеться, якщо спустити в ставок стоки тваринницької ферми, виловити значну частину риби, або влаштувати на місці заростей очерету пляж. Один із найефективніших способів дістати відповіді на такі питання — створення математичної моделі ставка. Це система рівнянь, пов'язаних одне з одним, аналогічна до частин об'єкта вивчення. Так, зростання параметра, що описує кількість фітопланктону, має викликати збільшення параметра, що пов'язаний із зоопланктоном.

Змінюючи значення параметрів такої моделі, можна вивчати вплив цих змін на інші характеристики системи.

Зверніть увагу: за своєю природою модель не обов'язково має бути такою, як об'єкт дослідження. Існують моделі не тільки математичні, а й фізичні, біологічні тощо. Головне — подібність зв'язку між частинами моделі та досліджуваного об'єкта.

Важлива частина теоретичних досліджень – математична оцінка і прогнозування результатів, наприклад, статистична. Статистика – це розділ математики, якій використовує методи описання і тлумачення результатів дослідження. Це дозволяє робити висновки відносно явищ, про які неможливо зібрати повну інформацію.

Методи статистики використовуються для оцінки вірогідності того чи іншого явища. Наприклад, треба з'ясувати чи пов'язано паління з частотою виникнення раку легень. Треба проаналізувати дві групи людей – тих, що палять і тих, що не палять. Вік, стать, інші умови життя піддослідних повинні бути однаковими. Після цього ми висуваємо «нульову» гіпотезу, згідно з якою різниця в частоті виникнення раку в обох групах однакова. Вважається, що нульову гіпотезу можна відкинути, якщо ймовірність випадкового виникнення знайдених відмінностей не перевищує 5 із 100, тобто, якщо із 100 піддослідних, які палять, 5 захворіли на рак легенів. Статистично достовірними вважаються результати дослідження, коли захворілих більше ніж 5. Тоді робиться висновок, що паління може стати причиною захворювання на рак.

За допомогою методів статистики можна робити кореляційний аналіз. Такий аналіз потрібен для визначення можливого зв'язку між двома показниками.

Статистичний метод дає можливість проаналізувати отримані результати, оцінити їх вірогідність і зробити узагальнення.

2.3. Спеціальні методи дослідження

Ми розглянули методи, які використовують всі біологічні науки, але, зрозуміло, що кожна біологічна наука використовує і власні методи. Наприклад, будову клітин різних організмів вивчають за допомогою метода світлової мікроскопії, але органели клітин стало можливим вивчати, коли винайшли електронний мікроскоп. Тепер створені такі мікроскопи, за допомогою яких можна вивчати окремі молекули та їх взаємодію. Таким чином, розширюються знання про життєдіяльність клітин, їх взаємодію, пошкодження під час дії чинників навколишнього

середовища. Крім мікроскопічного цитологи застосовують і інші методи дослідження: хімічні, математичні, моделювання тощо.

3. Завдання сучасної біології

Перед людством завжди було багато проблем, від вирішення яких залежало його існування. І, якщо деякі з них тепер не є вирішальними (наприклад, захист від хижих тварин, морозів або спеки), з'явилося багато нових проблем, що пов'язані з розвитком суспільства. Назвемо декілька з них, які безумовно вам вже відомі, і вивчення біології та застосування її досягнень є основою для вирішення цих проблем. У зв'язку зі створенням штучних, більш комфортних умов існування, людина менше залежить від примх природи. Але в багатьох бідних країнах забезпечення населення необхідною кількістю якісної збалансованої їжі все ще є нерозв'язаною проблемою. Використання традиційних методів одержання необхідної кількості продуктів сільського господарства (застосування добрив, хімічних регуляторів росту рослин і тварин, хімічних препаратів для захисту від шкідників тощо) майже вичерпано – немає вільних земель, ми обмежені в застосуванні хімічних речовин, бо вони можуть негативно впливати на людину і природу. Тому постала проблема інтенсифікації сільськогосподарського виробництва на основі застосування новітніх технологій. І тут виникають нові проблеми, наприклад, необхідність встановлення можливостей для використання продуктів від генетично-модифікованих організмів (ГМО). Накреслити шляхи вирішення цих проблем в сільському господарстві може біологія.

Біологія є і теоретичною основою сучасної медицини. Для багатьох країн (наприклад, України) характерним є скорочення чисельності населення. Зрозуміло, що причиною є не тільки велика смертність, а й мала народжуваність, пов'язана з невирішенням соціальних проблем. Сучасна біологія вивчає можливості подовження тривалості активного життя людини, коли вона зберігає здатність працювати, розробляє біологічні основи новітніх систем профілактики і лікування будь-яких захворювань.

Вивчення життєдіяльності живих істот, їх залежності від умов навколишнього середовища (глобальних кліматичних змін, забруднення середовища) є основою екології та охорони природи. Чому зникли і зникають багато організмів? Вважають, що тільки в тундрі на півночі Сибіру в ґрунті знаходиться до 10 млн. заморожених туш мамонтів. Що є причиною загибелі багатьох видів? Люди чи кліматичні зміни чи обидва чинники? Палеонтологи доводять, що природна частота вимирання видів

складає в середньому один вид на чотири роки. Тепер ми кожного дня втрачаємо різні види організмів. З появою людини цей процес дуже пришвидшився.

Велика роль біології навіть в таких галузях господарства як енергетика, розвідування і добича корисних копалин. Вичерпання природних ресурсів потребує їхньої заміни альтернативними джерелами. Якщо людина зрозуміє, що є життям, вона буде цілеспрямовано шукати його в Космосі. Вирішення цих та інших проблеми суспільства, безпосередньо пов'язані з розвитком біології. Не випадково в переліку світових науково-технологічних пріоритетів, які отримують і будуть отримувати найбільше фінансування, багато таких, що використовують вивчення біологічних закономірностей (таблиця 1).

Таблиця 1

Провідні технологічні напрями або топ-технології сучасного світу

| Технології | Рівень розвитку |
|---|-----------------|
| 1 | 2 |
| Дешева сонячна енергія. Безпровідний зв'язок у сільській місцевості. Генетично-модифіковані зернові культури. Технології фільтрації і очистки води. Дешево автономне забезпечення приватних господарств | Низький |
| Методи швидкого визначення біологічних субстанцій. Скорочення кількості відходів і токсичних речовин. Радіочастотна ідентифікація продуктів і індивідуумів. Гібридні транспортні засоби. | Середній |
| «Цільова доставка» лікарських препаратів в органи і тканини. Покращені методи діагностування, лікування та хірургії. Квантова криптографія | Високий |
| 1 | 2 |
| Засоби доступу до інформації «завжди і всюди». Виробництво тканин живих організмів для імплантації. Універсальні сенсори для забезпечення безпеки. Персональні комп'ютери (зокрема у вигляді одягу, прикрас та інші) | Дуже високий |

4. Зв'язок біології і екології

Екологія як наука історично виникла понад 100 років тому в надрах біології. Вона є основою екологічних досліджень, вивчає живе в усіх його проявах. Екологія вивчає взаємодію організмів і надорганізменних систем з навколишнім середовищем. Отже об'єктом вивчення екології є біологічні макросистеми і середовище їхнього існування. В складі екології є окремі галузі – аутоекологія (екологія організмів); синекологія (екологія

надорганізмних систем), екологія рослин, грибів тощо;
середовищезнавство – вивчення середовища; охорона природи.

5. Рівні організації життя

5.1. Визначення життя.

У буквальному перекладі з грецької «біологія» означає «наука про життя». Але що таке життя? Питання про сутність життя належить до «вічних» і не має вичерпної відповіді. Можна запропонувати три основні шляхи вирішення цього питання.

Перший шлях – пошук певної окремої якості, яка властива тільки тілам живої природи і відсутня у тіл неживої природи. На жаль знайти таку якість дуже важко. Живі істоти мають особливий хімічний склад, що включає білки й нуклеїнові кислоти. Однак суміш цих речовин не є живою. Однією з головних особливостей організмів є їхня здатність синтезувати білки за програмами, закодованими в нуклеїнових кислотах, та синтезувати нуклеїнові кислоти за допомогою білків. Тому правомірним може бути таке визначення:

Живими називають системи, які мають у своєму складі нуклеїнові кислоти та білки і здатні самі синтезувати ці речовини.

Це визначення відповідає майже всім живим істотам Землі, але несправедливе для вірусів, організмів періоду виникнення життя та можливих неземних істот.

Другий шлях – спроба охарактеризувати комплекс ознак відомих нам носіїв життя. Особливістю організмів є обмін речовин. Але уявіть собі звичайну калюжу: випадання опадів, випаровування води й реакції між розчиненими у воді речовинами мають багато спільного з обміном речовин в організмі. Живі істоти, завдяки обміну речовин, підтримують та посилюють свою впорядкованість. Наприклад, тварини розкладають складні речовини їжі на прості (CO_2 , H_2O та ін.), отримують з цього енергію, яку витрачають на підвищення власної впорядкованості. В тілах неживої природи процеси відбуваються тільки в напрямі зменшення впорядкованості. Скеля з часом перетворюється в пил і пісок, які вже не можуть скластися в скелю. Сонячне світло, потрапляючи на ґрунт, перетворюється у тепло, але тепло ґрунту вже не може перетворитися на світло. Чому ж існує така розбіжність? Саме тому, що живі істоти на підтримання своєї впорядкованості використовують отриману ззовні енергію. При цьому вони зменшують впорядкованість оточуючого середовища – в нашому прикладі тварини замість складних сполук повертають у середовище прості сполуки і тепло (енергія в крайній невпорядкованій формі).

Тому можна запропонувати таке визначення життя.

Життя — це підтримання та самовідтворення специфічної структури живих систем за рахунок енергії, що надходить ззовні.

Третій шлях – визначення загальних властивостей, які притаманні будь-якій живій системі. Нам відоме тільки земне життя, перерахуємо основні властивості організмів, бо життя не існує саме по собі, воно завжди пов'язане з організмом. Мабуть найважливішою характеристикою живих систем є їх впорядкованість. Властивості організмів: певний хімічний склад, саморегуляція, які можливі завдяки тому, що організми відокремлені від зовнішнього середовища власними покривами. Можливо і перша одноклітинна жива істота з'явилася внаслідок випадкового утворення з окремих молекул якоїсь відокремлюючої плівки. Організмам властиві також подразливість, здатність до розмноження, розвитку.

Спробуємо об'єднати ці міркування. Визначення життя можна сформулювати так: **життя — це підтримка і відтворення характерних властивостей живих систем, завдяки зовнішнім джерелам речовини і енергії і власним спадковим програмам.**

5.2. Живі (біологічні) системи

Усі ми часто стикаємося зі словом «система». Це одне з основних понять сучасної науки. Кожна система складається з частин, що пов'язані одна з одною. Навіть слово „система ” — в перекладі з грецької мови означає об'єднання, тобто щось, що створене з частин. Аристотелю належать слова “ціле більше суми своїх частин”. Властивості системи не можна звести до властивостей її складових. Важливі властивості популяції (швидкість розмноження, співвідношення статей і поколінь) відсутні у окремих особин популяції. Властивості системи та її частини можуть бути навіть протилежними. Популяція, яка складається із смертних особин, - потенційно безсмертна. Властивості системи є наслідком взаємодії її частин. Саме цим система відрізняється від суми непов'язаних одиниць. Системою називають впорядковане ціле, яке складається із взаємопов'язаних частин.

В середині ХХ ст. в біології склалося уявлення про рівні організації живих систем як конкретного відображення їх впорядкованості. Головні з них такі: молекулярний, клітинний, органо-тканевий, організменний, популяційний, екосистемний, біосферний. Зверніть увагу – не завжди можна виділити саме такий набір рівнів організації життя. У одноклітинних організмів, наприклад, в амеби, клітинний і організменний рівні збігаються, а органо-тканевий зовсім відсутній. Інколи виділяють додаткові рівні, бо вони мають властивості, які відсутні на інших рівнях. За більш дрібної класифікації виділяють рівень органел клітини, тканин, органів, систем органів для більш конкретного вивчення їх властивостей.

Молекулярний рівень організації життя

Хімічний склад різних організмів дуже одноманітний – вода, невелика кількість інших неорганічних речовин та органічні речовини. А чим відрізняються організми один від одного на цьому рівні? Подивіться для початку на склад цих двох молекул білкового гормону вазопресину і з'ясуйте чим вони відрізняються.

Склад молекули вазопресину:

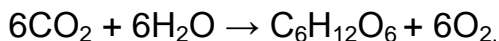
у людини: цистеїн – тирозин – фенілаланін - аспарагін - гліцин – пролін – аргінін – гліцин;

у корови: цистеїн – тирозин – фенілаланін - аспарагін - гліцин – пролін – лізин – гліцин.

Ці дві молекули відрізняються тільки однією амінокислотою, але якщо людині ввести коров'ячий гормон, у неї може виникнути імунна реакція.

Зрозуміло, що у різних організмів однаковий набір класів органічних речовин (білки, полісахариди, нуклеїнові кислоти), а відрізняються вони за їх індивідуальним складом. Неорганічні речовини живих істот майже однакові, відрізняються вони тільки за їх кількістю.

Схожі і біохімічні реакції, які відбуваються в організмах. Наприклад, фотосинтез властивий всім рослинам і деяким бактеріям:



Більшість з них для фотосинтезу використовують енергію Сонця, але деякі бактерії – енергію перетворення хімічних речовин.

Чи можуть окремі молекули самі по собі рухатися, розмножуватися, розвиватися? Мабуть ні. Отже на цьому рівні не проявляються всі властивості життя. Це, скоріше, не перший рівень прояву життя, а перший рівень його вивчення.

Клітинний рівень організації життя

Все ж таки першим рівнем організації життя, на якому проявляються всі його властивості є клітинний. Тому клітини називають найменшою (елементарною) одиницею життя. Доказом цього є те, що клітини можуть існувати як окремі організми. Ви знаєте одноклітинні водорості, гриби, тварини.

Це, звичайно, не означає, що будь-яка клітина багатоклітинного організму може існувати самотійно, але якщо вмістити її в поживне середовище, яке вчасно оновлювати, а також забезпечити надходження кисню, відповідну температуру, вона може жити досить довго. Наприклад, одна з ліній клітин існує в культурі понад 100 років. Щоправда, це особливі клітини, які не втратили здатність до розмноження. Кожна клітина – це цілісна система, яка має багато взаємопов'язаних складових, кожна з яких виконую певну функцію. Є два типи організації клітин –

прокаріотичний (мають поверхневий апарат і цитоплазму) і еукаріотичний (мають поверхневий апарат, цитоплазму і ядро, а також мембранні органели).

Тканинний і органний рівні організації життя

З клітин у багатоклітинних рослин і тварин побудовані тканини. На цьому рівні організації життя клітини втрачають повну самостійність і підпорядковуються впливу всього організму і поруч розташованих клітин. Клітини багатоклітинного організму не можуть самостійно розмножуватися, якщо не отримали відповідного сигналу. У них більше розвинуті спеціальні властивості (м'язові клітини можуть скорочуватися, нервові – проводити збудження). У ссавців налічують близько 200 різних типів клітин, з яких побудовані тканини. Об'єднання різних типів клітин в різні тканини робить їх роботу більш ефективною. Тканинний рівень організації відсутній у багатьох багатоклітинних організмів, наприклад, у водоростей немає справжніх тканин, так само як і у грибів.

Тканини утворюють нову систему – органи, а органи в свою чергу утворюють системи органів, які спрямовані на виконання певних функцій.

Організменний рівень організації життя

Організм – окрема жива істота, самостійна одиниця життя. Саме на цьому рівні спостерігається найбільша різноманітність форм життя. На Землі описано близько 2-х млн. різних видів живих істот, але вчені постійно відкривають нові.

Популяційно-видовий рівень організації життя

Організми кожного виду об'єднуються в популяції, які існують на певній території, відокремлено від інших популяцій цього виду. Наприклад, це можуть бути дельфіни білобочки, які мешкають в одному морі. Отже, популяція – найменша (елементарна) одиниця виду.

Екосистемний рівень організації життя

Популяції організмів різних видів разом з навколишнім середовищем утворюють екосистеми. Екосистема – сукупність популяцій різних видів, які пов'язані між собою і з навколишнім середовищем обміном речовин, енергії та інформації.

Біосферний рівень організації життя

Біосфера — найбільша екосистема, оболонка Землі, яка розвивається під впливом живих істот, вона складається з окремих екосистем.

Кожен рівень організації життя має властивості, які він набуває внаслідок взаємодії біологічних систем на попередніх рівнях. Властивості біологічних систем, які виникають на окремих рівнях організації життя наведено в таблиці 2.

**Властивості біологічних систем,
які виникають на окремих рівнях організації життя**

| Рівень | Приклад біосистеми | Властивості |
|------------------|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Молекулярний | Молекула білка | Має характерну просторову організацію, здатну до виконання визначених функцій в клітині |
| Клітинний | Клітина | Має основні властивості живих систем. У одноклітинних організмів має властивості організму, у багатоклітинних – виконує окремі функції організму |
| Органо-тканинний | Нейронна сітка | Здатна до обробки інформації і регулювання окремих функцій організму шляхом регулювання роботи клітин і органів |
| Організменний | Особина | Має унікальність, яка виникає внаслідок індивідуального розвитку (онтогенезу) |
| Популяційний | Популяція роздільностатевих організмів | Має потенційну безсмертність і здатність до еволюції. Характеризується статевою, віковою, просторовою та ієрархічною структурою |
| Екосистемний | Екосистема лісу | Здатна до розвитку, здійснює частково замкнений кругообіг речовин |
| Біосферний | Біосфера Землі | Здійснює замкнені біогеохімічні цикли, регулює деякі властивості планети, здатна до еволюції |

Висновки

1. Біологія – це система наук про живу природу, її форми, різноманіття і закономірності існування та розвитку. Біологія є теоретичною основою розвитку медицини, сільського господарства, біотехнологій, екології та охорони природи – необхідних для створення умов виживання людства.

2. Наукове дослідження буває теоретичним та емпіричним. При теоретичних дослідженнях використовують математичні методи й моделювання; емпіричні дослідження можна поділити на експерименти та спостереження; спостереження буває описовим та порівняльним.

3. Життя — це підтримка і відтворення характерних властивостей живих систем, завдяки зовнішнім джерелам речовини і енергії і власним спадковим програмам. Прояви життя пов'язані з певними властивостями живих систем. Абсолютних відмін живих та неживих систем не існує.

4. Виділяють такі головні рівні організації живих систем: молекулярний, клітинний, організменний, популяційно-видовий, екосистемний, біосферний.

Лекція 2. НЕОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ ЖИВИХ ІСТОТ

План лекції:

1. Хімічний склад організмів.
2. Елементний склад організмів.
3. Макроелементи.
4. Мікроелементи.
5. Регуляція вмісту хімічних елементів в організмах.
6. Неорганічні речовини в складі організмів.

1. Хімічний склад організмів

Фізики стверджують, що Всесвіт з'явився у наслідок великого вибуху дуже маленького і щільного об'єкту приблизно 14 млрд. років тому. В перші миті не було навіть атомів і молекул. Всесвіт стрімко розширявся і охолоджувався. В якусь мить з'явилися елементарні частинки, з яких утворилися атоми гідрогену; скупчення атомів перетворилися на зірки першого покоління. В них відбувалася реакція ядерного синтезу, в ході якої водень перетворювався на гелій, а потім і на більш важкі елементи. Всі необхідні для життя хімічні елементи (карбон, кисень, нітроген, фосфор, сірка та ін.), крім гідрогену, утворилися в надрах зірок. Отже зірки першого покоління стали фабрикою по виробництву атомів, які були необхідні для майбутнього життя. Внаслідок вибухів зірок атоми розсіювалися в просторі. З нових скупчень атомів утворилися зірки другого покоління, в тому числі і наше Сонце та його планети. У кожному з нас відображений весь Всесвіт. Навіть у кожній нашій клітині можна знайти майже всі елементи таблиці Менделєєва. Розглянемо одну з клітин людського організму — еритроцит. Найбільше в еритроциті карбону, гідрогену, нітрогену, кисню, феруму та інших макроелементів, але є й інші атоми. У середньому кожен еритроцит містить 7×10^5 атомів купруму, стільки ж атомів арсену, 3×10^5 атомів бору та алюмінію, 1×10^5 — стануму, 7×10^4 — плюмбуму, 2×10^4 — аргентуму та нікелю. З усіх елементів таблиці Менделєєва до урану незначним в еритроциті є лише вміст актинію, полонію, паладію та радію — менше одного атома на клітину.

Для хімічного складу організмів характерні дві особливості. По-перше, вони складаються головним чином із води. По-друге, більшість їхніх функцій визначається органічними речовинами, основою яких є атоми карбону (таблиця 3).

Приблизний хімічний склад клітин

| Молекули | Вміст у клітині |
|---|-----------------|
| Неорганічні: | 71 % |
| зокрема вода | 70 % |
| Малі органічні молекули: | 7 % |
| зокрема: ліпіди | 2 % |
| моносахариди | 3 % |
| амінокислоти | 0,5 % |
| нуклеотиди | 0,5 % |
| Макромолекули (білки, нуклеїнові кислоти, полісахариди) | 22 % |

2. Елементний склад організмів

Зрозуміло, що всі молекули, які входять до складу організмів, складаються з хімічних елементів. Хімікам відомо понад 100 елементів, що зустрічаються на Землі. Більшість з них входять до складу живих організмів. Чим же відрізняються живі організми від тіл неживої природи? Тіла живої і неживої природи мають в своєму складі однакові хімічні елементи, а відмінність пов'язана тільки з їх кількістю. Звичайно не всі хімічні елементи постійно входять до складу організмів, але вони можуть потрапити в нього з навколишнього середовища, тому що будь-який організм є відкритою системою. На сьогодні з'ясовано біологічні функції лише приблизно 30 елементів з таблиці Менделєєва. Крім того, різні організми відрізняються за кількістю хімічних елементів. Наприклад, у водорості морській капусті накопичується багато йоду, а звичайна капуста (родини капустяні) багата на калій. Деякі рослини використовують для пошуку корисних копалин. На ґрунтах, які містять багато цинку росте гамалійна фіалка, нікелю і хрому – серпентінітова папороть, селену – селеновий астрагал тощо. Одні і ті ж самі хімічні елементи в різних організмах можуть грати різну роль. Марганець у рослин бере участь в процесах фотосинтезу, а у хребетних тварин сприяє нормальному розвитку кісток.

В залежності від вмісту елементів в організмах вони поділяються на дві групи: макро- та мікроелементи. Макроелементи містяться в кількостях понад 0,01% від загальної кількості атомів, мікроелементи — звичайно менше 0,01%.

3. Макроелементи

Вміст кисню, карбону, гідрогену і нітрогену переважає у всіх організмів. Тому їх називають органогенами. Крім органогенів до макроелементів у ссавців належать ще фосфор, хлор, магній, натрій, калій, кальцій, інколи їх разом з мікроелементами називають біогенами.

Основні властивості живого визначаються органогенами: воднем, киснем, вуглецем і азотом. Із чим пов'язано кількісне переважання цієї «четвірки»? Організми — складні системи. Це означає, що хімічні сполуки, з яких вони утворені, мають бути дуже різноманітними. Щоб ці сполуки зберігали свої властивості, їм треба мати стійку структуру. Таким чином, хімічні зв'язки, за допомогою яких утворюються ці речовини, мають бути міцними. Який же з типів хімічного зв'язку відповідає цим вимогам? Звичайно, ковалентний зв'язок! Саме тому в організмах переважають вуглець, водень, кисень і азот, які легко утворюють ковалентні зв'язки.

Наведемо приклади значення деяких макроелементів для функціонування організмів.

Кальцій необхідний організму для формування кісток, він приймає участь в скороченні м'язів, рухах інших клітин, великих молекул і структур всередині клітин та інших процесах. Основним джерелом кальцію для людини є питна вода, молочні продукти. Добова норма кальцію для дорослої людини – 0,8 г, для дітей і підлітків – 1 г. Вміст кальцію в крові людини підтримується на постійному рівні, якщо навіть деякий час їжа містить його замало. Це означає, що організм може регулювати його кількість. Важливим регулятором є ультрафіолетова частина сонячних промінів. Під впливом ультрафіолету в підшкірній жировій клітковині утворюється вітамін D, виводиться у кров і потрапляє в печінку і нирки. Тут він активується гормоном паращитоподібної залози, перетворюючись у вітамін D3. Током крові цей гормон розноситься по всьому організму. У кишечнику він сприяє всмоктуванню кальцію в кров. У випадку, коли в організм з водою і їжею потрапляє мало кальцію, вітамін D3 уповільнює його виведення нирками і відкладання у кістках. Так рівень кальцію в крові підвищується. При надлишку кальцію в крові інший гормон кальцітонін (виробляється у людини в щитоподібній залозі) пригнічує всмоктування кальцію в кишечнику, стимулює його виведення нирками і відкладання в кістках. При нестачі сонячного світла або ненадходженні кальцію в організм спостерігаються такі зовнішні прояви: деформація кісток, у дітей розвивається рахіт, у жінок може звужуватися таз, при цьому нормальні пологи стають неможливими. При вивченні вимерлої колонії вікінгів знайдені скелети молодих жінок з деформаціями тазу. Археологи вважають, що порушення обміну кальцію могло бути причиною зникнення колонії.

Ферум. Добова потреба здорової людини у ферумі складає біля 15 мг. Ферум входить до складу деяких білків – ферментів, гемоглобіну. Коли ці білки замінюються новими такими самими, ферум вивільнюється і

використовується для синтезу нових молекул. Не зважаючи на це, інколи цього елемента не вистачає для нормального функціонування організму. У таких випадках розвивається недокрів'я - залізодефіцитна анемія, яка складає 80% всіх відомих анемій. У середні віки цю хворобу називали «бліда німеч». Найпростіша причина цього захворювання - нестача феруму в їжі. Таке явище відбувається, наприклад, у вегетаріанців, у вагітних жінок, при голодуванні тощо. Основним джерелом феруму є яловичина, печінка, бобові, гречиха, житній хліб. У молочних продуктах феруму практично немає. Існує думка, що багато заліза містять яблука, але насправді по-перше це твердження є вірним не для всіх сортів яблук, а по-друге, з кількості заліза, яке міститься у яблуках, організмом може засвоюватись не більше 2 -6 %.

4. Мікроелементи

Мікроелементи містяться в організмах у кількості меншій від 0,01 %. Біологічну роль деяких з них встановлено, хоча для більшості вона невідома. Наприклад, лікарі-гомеопати начебто успішно використовують деякі мікроелементи для лікування різних захворювань. Зокрема препарати золота використовують для профілактики склерозу судин, хоча механізм їхньої дії зовсім невідомий. Розглянемо значення мікроелементів на прикладі йоду. Йод входить до складу гормонів щитоподібної залози. Дефіцит йоду під час внутрішньоутробного розвитку та в дитячому віці приводить до затримки росту, порушення формування скелету, затримці психічного розвитку, у тяжких випадках – до кретинізму. Згідно з дослідженнями вчених, рівень інтелекту у мешканців регіонів з постійною нестачею йоду на 10% нижчий порівняно з населенням благополучних районів. Дефіцит на йод є і в регіонах України. На старовинних іконах православної церкви часто можна спостерігати ознаки зоба у зображених людей. Отже, якщо у воді і ґрунтах міститься мало йоду, у людини виникає йододефіцит, щитоподібна залоза розростається і виникає зоб. Боротьба з нестачею йоду у більшості країн відбувається централізовано. Найбільш надійний спосіб – це йодування кухонної солі. Треба тільки виконувати правила її зберігання. Йодовану сіль треба зберігати у щільно закритому посуді, тому що при тривалому зберіганні йод може вивітрюватись.

Радіоактивні хімічні елементи. Після аварії на Чорнобильській АЕС в навколишнє середовище потрапив радіоактивний йод (один із продуктів розпаду ядерного палива). Накопичення його в тканинах щитоподібної залози людей, які потерпіли від аварії, призвело до збільшення

опромінення щитоподібної залози та зростання частоти виникнення пухлин. Ліквідаторам аварії давали препарати йоду, для того щоб у їх організмі накопичувалися звичайні, а не радіоактивні атоми цього елемента. Радіоактивний йод швидко розпадається (декілька тижнів), і тепер у довкіллі його майже немає. Із радіонуклідів (лат. радіаціо — сьайво; нуклеус — ядро), тобто радіоактивних атомів, що залишилися після Чорнобильської аварії, зараз найнебезпечнішими є радіоактивні цезій та стронцій. Річ у тім, що за своїми хімічними властивостями (див. таблицю Менделєєва) цезій нагадує калій, а стронцій — кальцій. Тому організм може «помилитися» й концентрувати ці радіонукліди замість необхідних йому макроелементів. Несприятливо діє на організм заміщення кальцію в кістках навіть звичайним, нерадіоактивним стронцієм. Кістки від цього стають більш ламкими. У випадку, коли до організму потрапляє радіоактивний стронцій, випромінювання вражає насамперед кістковий мозок — кровотворну тканину.

5. Регуляція вмісту хімічних елементів в організмах

Для організмів важливе значення має сталість вмісту в них багатьох елементів. Часто і нестача і надлишок якогось елемента стають причиною захворювань. Так, кобальт, що входить до складу вітаміну В12 стимулює кровотворення. Водночас надлишок його в організмі нерідко спричиняє розвиток злоякісних пухлин. Процес регулювання вмісту хімічних елементів вже був розглянутий на прикладі кальцію, феруму та йоду. Крім того, в клітинах тварин є білки (металотіоніни), що зв'язують «зайві» та шкідливі важкі метали. Проте при надмірному надходженні таких елементів ці системи вже не можуть виконувати свої функції, що призводить до захворювань.

6. Неорганічні речовини в складі організмів

Хімічні елементи входять до складу органічних і неорганічних речовин або знаходяться у формі іонів. Ліпіди й вуглеводи побудовані переважно з вуглецю, водню та кисню; у складі білків до цих елементів додаються азот та сірка, а в нуклеїнових кислотах — азот і фосфор.

Кисень. Більшість видів, які є на нашій планеті є аеробними організмами, бо вони в процесі дихання використовують кисень. Ті, які живуть у наземно-повітряному середовищі або в ґрунті під час газообміну отримують кисень з повітря, більшість тих, що живуть у водному середовищі використовують кисень, який розчинений у воді. Кисню в повітрі близько 23%, його кількість може зменшуватися або збільшуватися в дуже невеликих межах. Наприклад, інколи у нас болить голова в

приміщеннях, що не провітрені, або під час змін погодних умов (циклон, інтенсивні опади), оскільки при таких умовах спостерігається зменшена кількість кисню в повітрі і мозок відчуває кисневе голодування. Отже, не треба ковтати пігулки, краще провітрити кімнату і більше часу проводити на свіжому повітрі. Аеробні організми використовують кисень для окиснення органічних сполук, внаслідок розщеплення яких вивільнюється енергія, яка використовується на всі процеси життєдіяльності.

Вода. Для хімічного складу організмів характерною є наявність великої кількості води. Крім того вода для багатьох організмів є також середовищем існування. Її вміст у різних організмах і навіть у різних тканинах одного організму (таблиця 4) може бути різним.

Таблиця 4

Приблизний вміст води в деяких тканинах людини

| Тканина | Вміст |
|--------------|-------|
| Нервова | 85 % |
| Кісткова | 20 % |
| Епітеліальна | 70 % |
| Жирова | 4 % |

Кількість води залежить також від віку, статі та статури організму. Будь-якому організму, зокрема й людському, життєво необхідно підтримувати сталість внутрішнього середовища - гомеостаз. Його важливою характеристикою є кількість води в організмі. Можна порахувати приблизний вміст води у власному тілі, якій у молодій людині складає 70% від маси тіла. Щодня у спокійних умовах людина втрачає кількість води, яка дорівнює 4% вихідної маси тіла. Можете порахувати скільки ви втрачаєте води кожного дня. Основні шляхи виведення води — це нирки (близько 48 % або 1,2 л на добу), легені (близько 13 % або 0,32 л на добу), шкіра (близько 34 % або 0,85 л на добу) та випорожнення (близько 5 % або 0,13 л на добу). Середня добова норма надходження води для дорослої людини складає 30-40 г на кілограм ваги, отже, це приблизно 2,5 л. Вода в організм надходить здебільшого у вигляді напоїв, а також з їжею. Дивовижно, але в «сухій» їжі міститься 50-60 % води, а в кашах міститься до 80 % води. Близько 0,3 л води утворюється в результаті біохімічних процесів у самому організмі. Унаслідок окиснення 100 г жирів утворюється 107 г води, а в результаті окиснення 100 г глюкози — 55,5 г води. Людина гостро відчуває нестачу води в організмі. Без поповнення її запасу можна прожити лише кілька днів. Втрата 2% води (від маси тіла) спричиняє спрагу, 6-8% — напівпритомний стан, 10% — галюцинації, а 20% — смерть. Але і вживання занадто великої кількості води (один або декілька літрів одночасно) є шкідливим для організму. При

надлишковому вживанні води з організму разом з рідинами виводяться солі, зокрема натрію і калію, які необхідні для роботи будь-якої клітини. В такому випадку людину може спіткати серцева недостатність. Тому у спеку краще вгамувувати жагу столовою (але не лікувальною) мінеральною водою, яка містить різні солі.

В Україні діють певні нормативні акти, що обумовлюють вимоги до якості питної води. Вода повинна бути прозорою, без смаку та запаху. Забарвленість воді можуть надавати залізо, різноманітні органічні речовини тощо. Крім того, що вони надають воді неприємний вигляд, вони можуть викликати небажані наслідки. На забрудненість води органікою (наприклад, стічними водами) вказує її підвищена здатність пов'язувати кисень, підвищений вміст сполук нітрогену (аміаку, нітритів, нітратів). Важливим показником є й жорсткість води – рівень вмісту солей кальцію та магнію. У жорсткій воді погано мильється мило, довше варяться овочі та м'ясо. Крім того підвищений рівень певних солей може стати причиною захворювань. Для господарських потреб допускається вода із концентрацією солей до 14 мг/л. Показник рН повинен знаходитись у межах 6,5-9,5. Малі значення цього критерію призводять до корозії труб та відповідно появи у воді небажаних сполук. Також вода може бути забруднена мікробіологічно. Для пиття допускається наявність не більше 100 бактерій на 1 мл води. При цьому кишкових паличок не повинно бути більше, ніж 3 на 1 літр.

Вода – це єдина речовина на Землі, яка в межах коливань температур і атмосферного тиску знаходиться в трьох агрегатних станах – твердому, рідкому та газоподібному. Густина води найбільша при 4°C, замерзає вона при 0°C, а густина льоду менша від густини води. Зазвичай під час замерзання у воді утворюються кристали льоду. Утворення таких кристалів у клітинах ушкоджує клітинні мембрани та спричиняє загибель клітин. Відомо, що розчини різних речовин замерзають за нижчої температури, ніж чиста вода. Тому деякі організми накопичують у своїх тканинах речовини, які запобігають замерзанню або обумовлюють замерзання без утворення кристалів льоду. Так, жаби здатні оживати після заморожування в льоді. Це забезпечується підвищеним вмістом у їх клітинах глюкози та деяких інших речовин.

Більш детально властивості води та їх значення для існування живих організмів наведені в таблиці 5.

Таблиця 5

Властивості води, їх значення для існування організмів

| Властивості води | Значення для організмів |
|---|--|
| 1 | 2 |
| Висока теплопровідність і теплоємність, зумовлена наявністю слабких водневих зв'язків між молекулами води | Забезпечує рівномірний розподіл тепла по всій воді, яка є в організмі або водоймі, дозволяє зберігати відносну сталість температури при коливаннях температури навколишнього середовища |
| Здатність до випаровування. Висока теплота випаровування | Забезпечує ефективний механізм тепловіддачі шляхом, наприклад випаровування поту або слини; використовується для охолодження тіла, є складовою транспірації у рослин |
| Висока температура кипіння | Температура на поверхні Землі рідко сягає точки кипіння води, що дуже важливо для організмів. |
| Висока температура замерзання Низька густина льоду порівняно з водою при 40С. | Повільне промерзання водойм. Під льодом довго зберігається шар води з плюсовою температурою. Це рятує взимку життя багатьом водним організмам |
| Високий поверхневий натяг в зв'язку з утворенням водневих зв'язків між молекулами, капілярність води | Дрібні комахи можуть триматися на поверхні води; вода може підніматися по щілинах ґрунту до коренів рослин і далі по судинах і трахеїдах рослин до листків |
| Взаємодія молекул води з молекулами інших речовин внаслідок того, що молекулі води є диполем | Чудовий розчинник для полярних речовин, зокрема тих, що утворюють у розчині іони (солі, кислоти, луги), а також сполук, молекули яких мають заряджені ділянки (спирти, цукрі, тощо). Реакційна здатність речовин у водному розчині багаторазово зростає у порівнянні з їх безводним станом. Це набагато прискорює хімічні реакції в організмах та водоймах. Впливає на функції біологічних макромолекул |
| Може розщеплюватися під дією різних чинників. | Джерело кисню, який утворюється як побічний продукт фотосинтезу |
| Вода є учасником багатьох хімічних реакцій. | Реакції розщеплення органічних речовин відбуваються за участю води (реакції гідролізу) $R_1-R_2 + HOH \rightarrow R_1H + R_2OH$ При фотосинтезі відбувається розщеплення води під впливом енергії сонячного світла (фотоліз води): $2 H_2O \rightarrow 4H^+ + O_2$ і синтез глюкози (сумарне рівняння фотосинтезу) $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6 O_2$ |

Взаємодія води та інших речовин. Молекули води є диполями, тобто мають полюси з позитивним та негативним зарядами. Тому, вони немов би «розтягують» молекули полярних речовин або іони, які потрапили до води. Полярні молекули і іони вбудовуються в структуру водневих зв'язків — відбувається розчинення. Полярні і іонні речовини, що взаємодіють з водою, називають гідрофільними (гр. гідор— вода; філео — люблю). Гідрофільними є багато неорганічних й органічних речовин. Гідрофільні органічні молекули можуть бути малими, як, наприклад, молекули сахарози, або великими, як молекули нуклеїнових кислот і більшості білків. На відміну від полярних і іонних речовин, молекули неполярних речовин не мають заряджених ділянок. Неполярні молекули, що опинилися у воді, заважають утворенню водневих зв'язків між її молекулами. Тому молекули води намагаються витискувати

неполярні молекули, групуючи їх між собою. Отже, неполярні молекули ніби уникають води, звідси і їх назва — гідрофобні (гр. гідор — вода; фобос — страх). Амфіфільними називають молекули, які містять полярні гідрофільні і неполярні гідрофобні групи. Вода взаємодіє тільки з полярними групами таких молекул.

Дифузія в розчині. Осмос і осмотичний тиск. Дифузією називають переміщення молекул за рахунок теплового руху (лат. розтікання). Оскільки тепловий рух хаотичний, молекули при дифузії переміщуються у випадкових напрямках. Найважливіший наслідок дифузії – вирівнювання концентрації розчинених речовин в розчині. Для біологічних систем велике значення має дифузія не тільки розчинених у воді речовин, а й самого розчинника – води. Важливу роль у життєдіяльності клітин відіграють мембрани. Вони пропускають крізь себе молекули води, але непроникні для багатьох розчинених в ній речовин. Вода переходить із зони з низькою концентрацією розчинених речовин у зону з їх високою концентрацією через напівпроникну мембрану. Цей процес називають осмосом (гр. осмос – тиск). Перехід води крізь напівпроникну мембрану припиняється в одному з двох випадків. Перший – коли вирівнюється концентрація розчинів по обидва боки мембрани. Другий – коли підвищується тиск у більш концентрованому розчині внаслідок надходження води. Таке може бути в клітинах рослин, які оточені клітинною стінкою, яка не дає мембрані прогинатися. Додатковий тиск, який треба прикласти, аби припинити осмос, називається осмотичним тиском. Пружність (тургор) тканин рослин пов'язана саме з осмотичним тиском.

На відміну від рослин клітини тварин не мають жорсткої оболонки, тому їхня форма істотно залежить від осмосу. Еритроциті крові розбухають в воді або гіпотонічному розчині (концентрація солей в якому менша 0,9 %). Вони можуть навіть лопнути при вміщенні в такий розчин. В гіпертонічному розчині (більше 0,9%) еритроцити набувають зіркоподібної форми внаслідок втрати води. І тільки в ізотонічному розчині, в якому концентрація солей однакова з концентрацією в клітині, форма еритроциту не змінюється, бо вода не входить у клітину і не виходить з неї – осмос припинився.

Чи вистачає людству води? Молекули води знайдені навіть у міжзірковому просторі. Вони є в хвостах комет, на деяких планетах Сонячної системи, на деяких їх супутниках, навіть деяких астероїдах, воду знайшли в кратерах вулканів на Луні. Чому її шукають у космосі? Бо на основі вивчення організмів на Землі люди зробили висновок, що життя без води неможливе. $\frac{3}{4}$ площі Землі зайнято океанами і морями; 20% - вкриті снігом і кригою. Загальний об'єм води на нашій планеті - 1 млрд. 386 млн. км³, з них 1 млрд. 338 млн. км³ – це солоні води, і тільки 35 млн. км³ – прісні води. Вчені порахували, що на кожного мешканця Землі

припадає по $0,33 \text{ км}^3$ солоної і $0,008 \text{ км}^3$ прісної води. На жаль велика частина прісної води є важко доступною. Майже 70% її знаходиться в льодовиках полярних широт і гір, близько 30% - у водоносних шарах земної кори, а в річках тільки 0,006 %. За даними ООН кожен день вмирає 6 тисяч людей, головним чином дітей в країнах, що розвиваються. Вони застосовують воду, яка не відповідає санітарним нормам. Постійно з'являються повідомлення про захворювання на холеру, збудник якої тривалий час може перебувати в забруднених водах. Кожен рік гинуть тисячі організмів внаслідок забруднення води. Вже зараз 40% населення нашої планети відчуває нестачу води. За розрахунками вчених через 25 років 8 млрд. людей будуть відчувати її дефіцит. В зв'язку з цим ООН об'явила 22 березня Всесвітнім днем води. В цей день проходять всесвітні, регіональні і місцеві конференції з проблем захисту водних об'єктів, раціонального використання водних запасів, попередження забруднення джерел води тощо. Метою є нагадування кожній людині, що цей ресурс природи є вичерпним.

Оксиди. Організми використовують різні оксиди, які отримують з навколишнього середовища. Для рослин важливим є диоксид карбону CO_2 , який є джерелом карбону при фотосинтезі. Вміст CO_2 в повітрі, з якого фотосинтезуючі організми його отримують біля 0,03%, може коливатися в дуже невеликих межах. Вважають що карбон диоксид значною мірою спричиняє парниковий ефект. Збільшення його вмісту у повітрі за деякими даними (при оцінці мають місце суперечки) на 60% є результатом діяльності людини, і тільки 40% CO_2 утворюється природним шляхом. За думкою вчених наслідком парникового ефекту може бути підвищення температури на Землі. З 1970 р. середня температура на Землі підвищилася на $0,6 - 0,8^\circ \text{C}$. У зв'язку з цією проблемою у 1997 р. був підписаний Кіотський протокол, який вимагає від країн скорочувати викиди CO_2 в атмосферу. Кожна країна отримала відповідну квоту на максимальну кількість CO_2 , яку вона може викинути в атмосферу. Україна також підписала Кіотський протокол, і отримала з такого квотування навіть деякий зиск. Вона не використала в останні роки свою квоту на викиди CO_2 у зв'язку із спадом виробництва і продала частину квоти іншій країні, яка свою квоту перевищила.

Кислоти. Організми містять і деякі кислоти, наприклад, до складу шлункового соку входить хлоридна кислота HCl , яка сприяє перетравленню їжі. У різних людей її концентрація в шлунку може бути різною, вона також може змінюватися при вживанні деяких продуктів. У більшості людей нормальна кислотність шлункового соку. При зниженій кислотності людина більш вразлива до деяких бактеріальних інфекцій, бо багато хвороботворних бактерій гинуть у кислому середовищі, крім того у неї можуть бути проблеми з травленням. При підвищеній кислотності людина більш захищена від бактеріальних захворювань у кишечнику. Але

є бактерії, які можуть жити в дуже кислому середовищі, наприклад, геликобактер, який спричиняє пошкодження стінок шлунку і навіть виникнення виразки. Зовнішнім проявом підвищеної кислотності часто є печія. При будь-яких проблемах з роботою шлунково-кишкового тракту треба звернутися до лікаря, бо рівень кислотності шлункового соку можна корегувати навіть за допомогою дієти. Фосфатна кислота входить до складу нуклеїнових кислот, сульфатна - глікозоаміногліканів, що утворюють міжклітинну речовину в сполучних тканинах.

Солі присутні у вигляді іонів (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , H_2PO_4^- , SO_4^{2-} та ін.) або у нерозчинному стані ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ і CaCO_3) у кістках. Концентрація іонів в організмах і клітинах може істотно відрізнятись від їхньої концентрації у довкіллі. Так, концентрація K^+ вища в клітині, а Na^+ — у позаклітинному середовищі.

Екологічні і ендемічні захворювання. Під впливом чинників навколишнього середовища можуть виникати так звані екологічні захворювання. Їхньою причиною може бути забруднення середовища, наприклад, речовинами, які містять хімічні елементи миш'як, ртуть, свинець та інші важкі метали. В природі вони входять до складу мінералів, часто використовуються в промисловості. Вони можуть зв'язуватися з білками в організмі людини і змінюють їхні властивості. Це призводить до порушення процесів дихання, передачі нервових імпульсів тощо. У 1989 р. в Чернівцях сталося отруєння дітей промисловими викидами талію, яке супроводжувалося випадінням волосся і галюцинаціями. В останні роки важкі метали стали одним з найбільш поширених чинників забруднення навколишнього середовища. Більшість з них не використовуються організмом людини і є для нього отруйними. Наприклад, солі плюмбуму пригнічують функцію статевих залоз, блокують надходження до клітин кальцію, гальмують синтез нуклеїнових кислот, тому можуть викликати мутації. Вони містяться у вихлопних газах автомобілів, які працюють на етильованому бензині, тому у великій кількості містяться в ґрунтах великих населених пунктів, вздовж шосейних доріг. Вони поглинаються рослинами з ґрунтів, потрапляють в організм трав'яних тварин і в організм людини. Не можна збирати плоди з дерев, які ростуть у захисних посадках вздовж доріг. У людей, які працюють на виробництвах, де використовуються солі плюмбуму, по краю слизової оболонки губ може утворюватися сіра кайма – це ознака свинцевої хвороби. На жаль солі плюмбуму зберігаються в ґрунтах до декілька тисяч років. Не зважаючи на те, що деякі країни вже відмовилися від використання його при виготовленні палива, він ще довго буде забруднювачем навколишнього середовища.

З ціллю контролю вмісту шкідливих речовин у воді, повітрі, ґрунті, харчах розроблено спеціальну систему нормування, яка має назву ГДК

(гранично допустима концентрація). ГДК – це кількість шкідливої речовини в середовищі, яка практично не впливає на здоров'я людини і не викликає небажаних наслідків у її потомків. Сьогодні нормативи ГДК використовують для контролю вмісту багатьох хімічних елементів в навколишньому середовищі. Наприклад, у питній воді свинцю не повинно бути більше 0,01 мг/л, алюмінію - не більше 0,2 мг/л. В таблиці 6 наведено гранично допустимі концентрації вмісту хімічних елементів в овочах.

Таблиця 6

Гранично допустима концентрація деяких хімічних елементів овочах

| Назва хімічного елементу | Гранично допустима концентрація (ГДК) |
|--------------------------|---------------------------------------|
| 1 | 2 |
| Fe – ферум (залізо) | ГДК – 11 – 13 мг/кг |
| Zn – цинк | ГДК – 10 мг/кг |
| Cu – купрум (мідь) | ГДК – 2 – 3 мг/кг |
| I – йод | ГДК – 0,2 мг/кг |
| 1 | 2 |
| F – фтор | ГДК – 2 – 3 мг/ кг |
| Mo - молибден | ГДК – 0,15 – 0,3 3 мг/кг |
| Co – кобальт | ГДК – 0,05 – 3 мг/ кг |
| Mn – манган (марганець) | ГДК – 5 – 7 мг/кг |
| Cr – хром | ГДК – 2 мг /кг |

Нестача деяких елементів в навколишньому середовищі окремих природних зон і місцевостей призводить до ендемічних захворювань. Наприклад, дефіцит йоду у воді призводить до виникнення зобу. Вивчаючи проблеми нестачі хімічних елементів у раціоні людини, вчені ввели поняття «добова норма» - це кількість хімічних елементів, яка необхідна для підтримання нормальної життєдіяльності. В таблиці 7 наведено добові норми поглинання хімічних елементів для людини.

Таблиця 7

Добова норма деяких хімічних елементів для людини

| Назва хімічного елементу | Добова норма для людини |
|--------------------------|--|
| P - фосфор | 1,5 г. |
| Ca – кальцій | Доросла людина - 0,8 г Дитина і підліток – 1 г. |
| Na – натрій | Кухонна сіль – 15 г. Під час спеки або інтенсивної фізичної праці багато солі виходить з потом. Тому можна збільшити норму. |

Фізіологічні основи використання добрив

Тварини і людина отримують необхідні хімічні елементи у вигляді органічних і неорганічних сполук з їжею, водою і повітрям. Рослини хімічні елементи отримують з повітря і ґрунту, всмоктуючи їх разом із водою. В природних екосистемах мінеральні речовини, які рослина поглинула з

ґрунту, повертаються до нього з опалим листям і іншими частинами рослин. В штучних екосистемах, коли людина збирає врожаї, повернення мінеральних речовин у ґрунт майже не відбувається. Наприклад, внос кальцію з 1 т продукції складає для зернових 10 кг, для картоплі та овочів може перевищувати 50 кг. На основі співставлення кількості хімічних елементів у ґрунті й в рослині зі збільшенням врожаїв, Ю. Лібіх сформулював закон мінімуму. Згідно з цим законом, врожайність визначається кількістю у ґрунті того елемента, який знаходиться у відносному мінімумі. Збільшення вмісту в ґрунті цього елемента внаслідок внесення добрив, призводить до збільшення врожаю до того часу, коли в мінімумі не опиниться інший елемент. За для того, щоб ґрунт не був виснаженим і врожаї були високими, люди здавна вносили на лани добрива. Найстарішими є органічні добрива – гній, торф, річковий мул, водорості тощо. Біля 5000 років до н.е. у вузькій долині Ніла, яка оточена з усіх боків пустелею, з'явилися перші поселення землеробів. Єгиптяни називали свою країну «Дар Ніла». Все їхнє життя залежало від річки, яка після паводку залишала в долині плодючий мул. Так виникла єгипетська цивілізація. В сучасному сільському господарстві органічні добрива широко використовуються, хоч виникає і ряд труднощів. По-перше таких добрив не вистачає. По-друге, рослини засвоюють неорганічні речовини, які утворюються з органічних добрив внаслідок їхнього розкладання редуцентами (деякі гриби, бактерії). Цей процес може тривати багато часу і залежить від умов, які сприяють розмноженню редуцентів. Дуже важко розрахувати склад і кількість неорганічних речовин в ґрунті при внесенні органічних добрив. По-третє в складі органічних добрив є віруси і бактерії, що викликають захворювання рослин. Важливо також, що ми ніколи не можемо проконтролювати кількість хімічних елементів в цих добривах. А якщо вони отримані з рослин, які росли на ґрунтах з перебільшеною кількістю тих чи інших хімічних елементів?

Вихід з положення був знайдений у застосуванні мінеральних добрив. Тут проблемами є забруднення продуктів харчування не повністю засвоєними рослинами хімічними речовинами. Але реалії сьогодення, коли населення планети швидко збільшується, природні ресурси ґрунтів виснажені, не залишає великого вибору. Заможні країни намагаються вирощувати так звані «біопродукти» без використання «хімії» (добрив, пестицидів, гербіцидів). Але ціни на них дуже високі. Наприклад, «біожито» коштує в 7,29 разів більше, ніж звичайне. Не зважаючи на це мода на «біоовочі», «біофрукти» розповсюджується, хоча платити треба набагато більше. Зрозуміло, що вирішити таким шляхом проблему забезпечення населення Землі «чистими» продуктами неможливо. Треба ще розуміти, що так звані «чисті продукти» містять ті ж самі домішки, що і звичайні, може в трохи меншій кількості, тому що створити повністю

ізолювані від навколишнього середовища сільськогосподарські виробництва вкрай важко. Намагаються вирішити цю проблему розробкою технологій використання мінеральних добрив, внаслідок яких забруднення продуктів можна суттєво знизити. Методом хімічного аналізу елементів визначають хімічний склад ґрунту і хімічний склад листка рослини. На основі цих аналізів розраховують кількість мінеральних добрив, яку треба внести в ґрунт. Необхідно використовувати ті добрива, які містять хімічні елементи, яких не вистачає. Якщо кількість хімічних елементів у добривах перевищує потребу рослин, добрива розчиняються у воді, забруднюючи ґрунти, ґрунтові води, водойми. Використовують науково обґрунтовані сівозміни, тому що окремі види рослин поглинають з ґрунтів різні хімічні елементи; використовують мінеральні добрива у вигляді гранул і інших структур для поступового їх розчинення і запобігання змиву у ґрунтові води тощо. Є багато інших технологій використання мінеральних добрив, зокрема з застосуванням сучасних біотехнологій. Але про це після вивчення можливостей біотехнологій.

Висновки:

1. До складу організмів входять ті самі елементи, які є і в неживій природі. Відмінності між живою та неживою природою пов'язані з кількісними співвідношеннями цих елементів та складом сполук, які вони утворюють.

2. У організмах переважають елементи-органогени: водень, кисень, азот, вуглець. Це пов'язано зі здатністю органогенів утворювати різноманітні, інколи розгалужені молекули, стабілізовані міцними ковалентними зв'язками.

3. Елементи, які входять до складу живих істот, залежно від їхнього вмісту, можна поділити на макроелементи та мікроелементи.

4. Вода — необхідна для всіх організмів речовина. Вона є гарним розчинником, регулює тепловий обмін, підтримує форму клітин, забезпечує транспорт речовин крізь мембран клітин. Завдяки дифузії відбувається розподіл розчинених у воді речовин по всьому об'єму клітини. Осмосом називають переміщення розчинника через напівпроникну мембрану у зону з більшою концентрацією розчинених речовин.

Концентрація іонів в організмах і клітинах може істотно відрізнятись від їхньої концентрації у довкіллі. Так, концентрація K^+ вища в клітині, а Na^+ — у позаклітинному середовищі.

В організмах є й нерозчинні солі. Наприклад, $Ca_3(PO_4)_2$ і $CaCO_3$ входять до складу міжклітинної речовини кісткової тканини та до

черепашок моллюсків. Чимало організмів містять неорганічні кислоти. Так, у шлунку людини є HCl.

Головні тези, які викладені в лекціях 1 та 2

1. До складу організмів входять ті самі елементи, які є і в неживій природі. Відмінності між живою та неживою природою пов'язані з кількісними співвідношеннями цих елементів та складом сполук, які вони утворюють.

2. У живих системах переважають елементи-органогени: C, H, O, N. Це пов'язано зі здатністю органогенів утворювати міцні ковалентні зв'язки.

3. Елементи, з яких побудовані живі системи, залежно від їхнього вмісту можна поділити на макроелементи та мікроелементи.

Головні поняття: біохімія, органогени, макроелементи, мікроелементи.

Запитання для самоконтролю

1. Оберіть тип зв'язку, який є наслідком утворення спільних електронних пар:

- а) іонний;
- б) ковалентний.

2. Назвіть характерні властивості мікроелементів:

- а) характерні для неорганічних сполук;
- б) не виконують жодної біологічної ролі;
- в) необхідні для організмів, але містяться в них у невеликій кількості;
- г) зустрічаються тільки в організмах.

3. Визначте життєво важливу сполуку, до складу якої входить Fe:

- а) гемоглобін;
- б) тироксин;
- в) хлорофіл.

4. Оберіть із запропонованих варіантів вміст води в тілі дорослої людини: а) 50%; б) 60%; в) 65%; г) 70%.

5. Які речовини є і в живій, і в неживій природі?

6. Чому C, H, O та N називаються органогенами?

7. Звідки отримують необхідні їм елементи рослини? Тварини? Гриби?

8. Наведіть приклади взаємозв'язку між хімічним складом організмів та довкілля. Які причини й наслідки такого взаємозв'язку?

9. З якими науками зв'язана біохімія? В яких галузях людської діяльності використовуються її досягнення?

10. Яких елементів більше в неживій природі, а яких — у живій? Поясніть, чому.

11. Одна з глобальних проблем людства — збереження здоров'я людини. На підставі розглянутих у параграфі фактів запропонуйте способи розв'язання цієї проблеми.

12. У періодичній системі Менделєєва Si знаходиться в одній групі з C, але у складі живих систем Землі переважає C. Чому це так?

Список літератури

1. *Довідник з біології*. -К.: Наукова думка, 2004, 686 с.
2. *Данилова О.В.* «Біологія (молекули, клітини, організм)» [Електронний ресурс]: підручник О.В. Данилова, С.А. Данилов, Д.А. Шабанов 80 Min/700 Mb. – К.: КСЕДЕКС, 2006 – 1 електрон. диск (CD-Rom); 12 см. – Систем. вимоги: Pentium; 32 Mb RAM; Windows 97, 98, 2000, XP. – Назва з контейнера.
3. *Войцицький В.М.* Біологія: підручник для вищих навчальних закладів / В.М. Войцицький. – К.: Наукова думка, 2003. – 312 с.
4. *Введение в генетику. Биоинформатика. ДНК-технология. Генная терапия. ДНК-экология. Протеомика. Метаболика.*- К.: Наукова думка, 2003. – 320 с.
5. *Новак В.П.* Цитологія, гістологія, ембріологія: підручник (2-е вид.) / В.П. Новак, Ю.П. Бичков, М.Ю. Пилипенко. – К.: 2008. – 512 с
6. *З.Брайсон Б./* Краткая история всего на свете/ З. Брайсон Б. – М.: Гелеос, 2006, С. 267 – 444.
7. *Довідник з біології*. – К.: Наукова думка, 2004, 686с.
8. *І.В. Мороз та ін.* Ботаніка з основами екології/ І. В. Мороз. – К.: Вища школа, 1994. – 240 с.
9. *Сеник А.Ф.* / Зоологія з основами екології/ А. Ф. Сеник., О.П. Кулаківська. – К.: Урожай, 2000. – 287 с.
10. *Гудзь С.П.* Мікробіологія/ С. П. Гудзь., Р. О. Кузнецова., Р. В. Кучерас та ін. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2005. – 250 с
11. *Пикеринг В.Р.* Биология человека в диаграммах/ В. Р. Пикеринг – М.: «Изд.Астрель», 2003.- XXXIII, 181-Оксфордские учебные пособия. 180 с.
12. *Мікробіологія, вірусологія, імунологія: підручник.* – Тернопіль: Тернопільська ДМА ім. І.Я.Горбачевського, 2005, – 392с
13. *Методичні рекомендації до виконання лабораторних і практичних робіт з дисципліни „Біологія”.* О.В. Данилова, С.А. Данилов, В.В. Трофімович, Ю.О. Березницька. – К: КНУБА, 2008. – 22 с.

Навчальне видання

ДАНИЛОВА Ольга Володимирівна
ДАНИЛОВ Сергій Анатолійович
БЕРЕЗНИЦЬКА Юлія Олегівна

БІОЛОГІЯ

МОЛЕКУЛЯРНИЙ РІВЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИТТЯ

Конспект лекцій в двох частинах

Частина 1

для студентів, які навчаються за напрямом підготовки
6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища
та збалансоване природокористування»

Редагування і коректура А.О. Бакієвої
Комп'ютерне верстання *А.П. Морозюк*

Підписано до друку 23.12.2011. Формат 60x84
Ум. друк. арк. 1,86. Обл.-вид. арк. 2,0,
Тираж 30 прим. Вид. № 31/І-11 Зам. № 225/1-11

КНУБА, Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680

E-mai: red_isdat@ua.fm

Видруковано в редакційно-видавничому відділі
Київського національного університету будівництва і архітектури

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів видавничої справи

ДК № 808 від 13.02.2002р.