

Розділ I

МОЛЕКУЛЯРНИЙ РІВЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИТТЯ

ХІМІЧНИЙ СКЛАД ЖИВИХ ОРГАНІЗМІВ. БІОЛОГІЧНО ВАЖЛИВІ РЕЧОВИНИ

Особливості хімічного складу живих організмів

До складу живих організмів входить близько 90 хімічних елементів періодичної системи Д. І. Менделєєва. Біологічні функції виявлені лише в 30 з них. Усі ці елементи трапляються і в неживій природі, що свідчить про єдність живої та неживої природи.

Однак співвідношення хімічних елементів у живих організмів інше, ніж в об'єктах неживої природи. Всі живі організми різко відрізняються від навколишньої неорганічної природи за кількісним складом елементів. Наприклад, у ґрунті Карбону менше ніж 1 %, а в рослинах — близько 18 %; уміст Силіцію в ґрунті — 33 %, а в рослинах — 0,15 %.

Це вказує на вибіркочну здатність організмів використовувати лише певні хімічні елементи, які необхідні для побудови і життєдіяльності клітини.

Якщо хімічний склад живих організмів відносно подібний, то компонентів неживої природи — різний.

Наприклад, у літосфері переважає Si, Al, O₂, у гідросфері — H₂ і O₂, в атмосфері — N₂, O₂.

Залежно від вмісту елементів в організмах живих істот їх можна поділити на групи.

I. Органогенні елементи — O₂, C, H₂, N₂. На них припадає майже 98 % хімічного вмісту клітини.

Оксиген (O₂) — вміст у клітині — 65–75 %; входить до складу молекул води й органічних сполук; забезпечує реакції окиснення.

Карбон (C) — вміст у клітині — 15–18 %; входить до складу молекул органічної речовини, кісток, черепашок.

Гідроген (H₂) — вміст у клітині — 8–10 %; компонент води та органічних сполук.

Нітроген (N₂) — вміст у клітині — 1,5–10 %; структурний компонент амінокислот, білків, нуклеїнових кислот, АТФ, хлорофілу, вітамінів.

II. Макроелементи — P, K, S, Cl₂, Ca, Na, Mg, Fe, масова частка яких становить 1,9 %.

Калій (K) — основний позитивно заряджений йон в організмі тварин; забезпечує транспортування речовин через клітинні мембрани; зумовлює нормальний ритм серцевої діяльності.

Сульфур (S) — входить до складу амінокислот, білків, вітаміну B₁ і деяких ферментів.

Хлор (Cl₂) — основний негативно заряджений йон в організмі тварин та людини; входить до складу хлоридної кислоти шлункового соку.

Кальцій (Ca) — входить до складу клітинної стінки рослин, кісток, зубної емалі, черепашок молюсків; активує зсідання крові; регулює скорочення м'язів, діяльність серця людини й тварин.

Натрій (Na) — головний внутрішньоклітинний позитивно заряджений йон; забезпечує транспортування речовин через клітинні мембрани, нормальний ритм серцевої діяльності.

Магній (Mg) — структурний компонент хлорофілу, а також кісток і зубів; активує енергетичний обмін, синтез ДНК.

Ферум (Fe) — входить до складу багатьох ферментів, гемоглобіну; бере участь у синтезі хлорофілу, процесі дихання і фотосинтезу.

III. Мікроелементи — Zn, Mn, Co, Cu, Mo, Cr, Br, J (усього близько 50). Уміст кожного з них у клітині менший за 0,01 %. Відіграють важливу роль у процесах життєдіяльності — входять до складу ферментів, гормонів, дихальних пігментів, емалі зубів.

IV. Ультрамикроелементи — U, Ag, Au, Be, Ra, Pb та інші. Уміст кожного з них у клітині — менш ніж 0,001 %. Більшість із них визнані необхідними для життєдіяльності рослин і тварин, хоча їх фізіологічну роль в організмах поки що не встановлено. Деякі з цих елементів входять до складу ферментів.

Одні й ті ж мікро- й макроелементи в різних організмах можуть виконувати різні біологічні функції. Наприклад, Магній у хребетних тварин сприяє розвитку кісткової тканини, тоді як у рослин він бере участь у процесі фотосинтезу.

У різних організмах уміст елементів може суттєво відрізнятися. Наприклад, у бурих водоростях накопичується багато Йоду, у молюсків — Купруму, у сіркобактерій — Сульфур, у хвощів — Силіцію і Хрому, у жовтецевих — Літію, у болотній рящі — Радію, у хребетних — Феруму, у деяких бактерій — Мангану.

Роль і функції окремих хімічних елементів

Елемент	Входить до складу	Функція	Хвороби, пов'язані з нестачею	
			у рослин	у тварин
N	нітратів, амонію, всіх нуклеїнових кислот, пігментів (хлорофілу, гемоглобіну)	Бере участь у синтезі білків	Пригнічення росту, пожовтіння листя (хлороз)	Нестача трапляється рідко
P	АТФ, АДФ, нуклеотидів, коферментів НАД, НАДФ, фосфоліпідів, у мінеральній формі тощо	Бере участь у синтезі білків, фосфоліпідів тощо	Пригнічення росту, зокрема коріння	Нестача трапляється рідко
K	у вигляді йонів усередині клітини	Утворення електричного потенціалу у клітинах на мембранах, підтримка осмотичного тиску, бере участь у процесі фотосинтезу, зумовлює нормальний ритм серцевої діяльності, активує ферменти білкового синтезу	Пожовтіння та побуріння листя по краях	Нестача трапляється рідко, можлива при застосуванні сечогінних препаратів
Na	у вигляді йонів усередені клітини	Утворення електричного потенціалу на мембранах, підтримання осмотичного тиску, грає роль у регуляції водного обміну, впливають на синтез гормонів, бере участь у підтриманні й регуляції кислотно-лужного балансу організму	Нестача трапляється рідко	М'язові судоми
S	амінокислот (цистеїну, метіоніну, цистину), вітаміну В ₁ , деяких ферментів	Бере участь в утворенні сірковмісних амінокислот, у процесах хемосинтезу сіркобактерій, у печінці утворює продукти знезараження отруйних речовин	Хлороз	
Cl	у вигляді аніонів солей Натрію, Калію, Кальцію, Магнію тощо, хлоридної кислоти шлункового соку	У складі хлоридної кислоти бере участь у травленні, відіграє роль у формуванні осмотичного потенціалу плазми крові та інших рідин	Нестача трапляється рідко	М'язові судоми
Mg	молекул хлорофілу, солей з пектиновими речовинами	Активує енергетичний обмін і синтез ДНК, бере участь у фотосинтезі, входить до складу кісток, з'єднує дві субодиниці рибосом	Хлороз	
Ca	у вигляді йонів, солей пектинових речовин, що з'єднують рослинні клітини, солей Кальцію кісток, оболонки деяких водоростей, черепашок молюсків, коралових поліпів тощо	Бере участь у процесі утворення жовчі, підвищує рефлекторну збудливість спинного мозку, бере участь у передачі нервових імпульсів, зсідання крові, сполученні ДНК з білками, у механізмі м'язового скорочення, входить до складу кісток	Пригнічення росту	Поганий ріст кісток, рахіт; втрата свідомості, погане зсідання крові
Mn	деяких пігментів	Підвищує діяльність деяких ферментів (карбоксилази), сприяє фотосинтезу, диханню, бере участь у розвитку кісток	Плямистість листя (хлороз)	Поганий розвиток кісток

Fe	молекул хромопротеїдів — гемоглобіну й міоглобіну, окислювальних ферментів — цитохромів, каталази, пероксидази, ферредоксину, залізовмісного білка феритину	Бере участь у біосинтезі хлорофілу, у процесах дихання, зберігається у печінці, селезінці у вигляді феритину	Сильний хлороз, зокрема молодого листя	Недокрів'я
Co	вітаміну B ₁₂	Бере участь у розвитку еритроцитів	Нестача трапляється рідко	Анемія
Cu	гемоціанінів безребетних, деяких ферментів (оксидаз)	Переносить кисень, сприяє процесам кровотворення, синтезу гемоглобіну, цитохромів, сприяє реакціям фотосинтезу у темновій фазі, визначає забарвлення тіла тварин	Порушення розвитку насіння	Викликає анемію, порушення травлення, кровотворення, захворювання серця тощо; у великій кількості токсична
Zn	деяких ферментів	Активує розщеплення карбонатної кислоти, сприяє синтезу рослинних гормонів — ауксинів, амінокислоти проліну, анаеробному диханню рослин, транспорту вуглекислого газу у крові, поділу клітин, розпаду органічних речовин у водному середовищі тощо	Деформація листків	Затримання росту
Mo	деяких ферментів	Сприяє азотному живленню рослин, підвищує стійкість рослин до грибних захворювань, бере участь у процесі відновлення нітратів, синтезі амінокислот у рослин, фіксації Нітрогену атмосфери, утилізації спиртів	Уповільнення росту; за відсутності не поселяються бульбачкові бактерії, погіршується діяльність продихового апарату, уповільнюється синтез білків	Затримання росту
B		Впливає на ростові процеси, особливо рослин, нормальний поділ клітин рослин	Відмирання верхівок пагонів, квітів, зав'язі, провідних тканини, гниття буряків; погано розвиваються бульбачки на коренях бобових рослин	
F	у вигляді нерозчинних солей Кальцію зубів і кісток	Входить до складу кісток, зубної емалі	Нестача трапляється рідко	Виникає карієс; Надлишок викликає плямистість зубної емалі
I	гормону тироксину щитоподібної залози	Бере участь у регуляції енергетичного обміну	Нестача трапляється рідко	Ендемічний зоб, кретинізм у дітей

Елементи можуть входити до складу неорганічних або органічних сполук, бути або у вигляді іонів, або складниками різних сполук.

Уміст основних органічних та неорганічних сполук у клітині

Речовини	Уміст, %
<i>Органічні:</i>	
білки	10–20
вуглеводи	0,2–2,0
жири	1–5
нуклеїнові кислоти	1,0–2,0
АТФ та інші низькомолекулярні органічні речовини	0,1–0,5
<i>Неорганічні:</i>	
вода	70–80
мінеральні речовини	1,0–1,5

ВОДА

Вода є найважливішою неорганічною сполукою: жоден із існуючих організмів не може обходитися без води, тому що вона бере участь в усіх процесах життєдіяльності. У середньому в клітинах організмів - близько 80 % води. Вміст води в різних тканинах й органах рослини може змінюватися від 3–9 % у сухій насінині до 80–95 % у молодих листочках. Що більше у клітині води, то інтенсивніший у ній обмін речовин: у 1,5-місячного ембріона людини вміст води становить 97, 5%, у новонародженої дитини — 74 %, у дорослої людини — в середньому 66 %, а в клітинах людей похилого і старечого віку — 60 %.

Уміст води в різних тканинах та органах (% сирої маси):

- склисте тіло ока — 98,5 %;
- кров цільна — 82 %;
- мозок — 80 %;
- м'язи — 75 %;
- печінка — 75 %;
- кістки — 45 %;
- жирова тканина — 30–40 %;
- дентин — 10 %;
- емаль — 3 %;
- листя салату, цибулі,
пліди помідорів, огірки — 95 %;
- листя капусти, редиска,
м'якуш кавуна — 92 %;
- листя трав'янистих рослин, яблука,
груші, бульби картоплі — 75–80 %;
- стовбури дерев — 40–50 %;
- зерна злаків — 12–15 %;
- мохи, лишайники — 5–7 %;
- водні рослини, гриби — понад 80 %;
- хвоя — 50–70 %;
- сухе насіння — 12–20 %.

Насичувальний уміст води (% до сухої речовини):

- аерофільна водорість (*Pleurococcus vulgaris*) — 60 %;
- кущові та листуваті лишайники — 170–300 %;
- листяні та печінкові мохи — 300–500 %;
- бурі водорості — 400 %;
- вищі рослини-суккуленти — до 1 600 %;
- шапкові гриби — 1 000–2 000 %;
- желатин — 500 %;
- агар-агар — 700 %.

Деякі тварини, втрачаючи більшу частину води, втрачають ознаки життя. Такий стан називають *анабіозом*. У стані анабіозу клітини можуть перебувати дуже довго (іноді роки). Після зволоження вони пробуджуються і стають активними. Тварини особливо чутливі до нестачі води. Обмеження, а особливо повне позбавлення води, людина й тварини переносять значно важче, ніж часткове або повне голодування. Втрата понад 20 % маси за рахунок втрати води для людини смертельна.

Структура води

Розгляд деяких особливостей внутрішньомолекулярної структури води важливий для розуміння її біологічних властивостей. За даними рентгеноструктурного аналізу, обидва атоми Гідрогену в молекулі води розміщені на однаковій відстані від атома Оксигену (0,098 нм), але не на одній лінії з