

Біосистемна організація життя

Оцінки вчених щодо ймовірної кількості сучасних видів істот на Землі розходяться в межах від 10 млн до 100 млн, що пов'язано з використанням різних розрахункових методик. Автори дослідження, результати якого оприлюднені в 2011, оцінили різноманітність еукаріот планети в 8,74 ($\pm 1,3$) млн видів. З них близько 7,7 млн тварин, 298 000 рослин, 611 000 грибів і 36 400 найпростіших. Тобто сьогодні ми знаємо «в обличчя» близько 14 % видів, що існують на Землі. Частка вивченої фауни еукаріот Океану становить 9 %. Ще один розрахунок, зроблений авторами: за збереження сучасних темпів опису нових видів виявлення повного видового складу наших сусідів по планеті, займе 1200 років і потребуватиме зусиль 303 000 спеціалістів-систематиків.

Співробітники Королівського ботанічного саду в Единбурзі в 2016 р. оприлюднили доповідь, у якій навели точну кількість видів рослин, виявлених на Землі на поточний момент. Вони виявили, що на Землі росте 390 900 рослин різних видів.

Поясніть, чим, на вашу думку, зумовлені розбіжності в даних 2011 й 2016 років щодо кількості видів рослин.

За сучасними уявленнями, усі організми на Землі поділяють на дві великі групи: неклітинне життя та клітинні організми.

Базовою одиницею існування клітинних організмів є клітина, яка може мати різний рівень організації та складність будови. До клітинних організмів належать усі без винятку бактерії, археї — об'єднані під назвою прокаріоти (у клітинах яких немає ядра та мембранних органел), а також еукаріоти (рослини, гриби та тварини), які можуть існувати у формі одноклітинних, тканинних чи системно-органних організмів (у клітинах цих представників є ядро та мембранні органели). Усі сучасні еукаріоти розподілено на п'ять великих груп, які називають супергрупами.

До неклітинних організмів належать істоти, які виявляють ознаки живого лише у внутрішньому середовищі клітинних організмів, а поза ним — ознаки неживих об'єктів. Це віруси та інші мікроорганізми.

Біологічна система будь-якого рівня, будь то клітина, тканина, орган, рослина, тварина чи екосистема, побудована дуже складно. Вона утворена певним чином впорядкованими компонентами, що взаємодіють один з одним і з навколишнім середовищем. Кожен зі складників біологічної системи виконує властиві йому функції. Це й окремі органи у організмі багатоклітинних тварин, й органели в клітині, і навіть молекули в складі клітинних структур. Важливо пам'ятати, що на кожному рівні організації система набуває якісно нових властивостей, яких немає на нижчих рівнях.

З чого складається клітина й організм?

Усі живі організми значно відрізняються від навколишньої неорганічної природи за кількісним хімічним складом. Наприклад, Карбону в рослинах міститься близько 18 %, у ґрунті — менше 1 %, а Силіцію, навпаки, у рослинах — 0,15 %, а в ґрунті — 33 %. Високий уміст Карбону в живих організмах пов'язаний з тим, що їхніми складниками є сполуки Карбону, які називають органічними.

Деякі організми накопичують певні хімічні елементи. Так, водорості накопичують Йод, жовтець — Літій, болотна ряска — Радій тощо. З-поміж неорганічних сполук у клітині найбільше води. Що вища інтенсивність обміну речовин у тій чи тій тканині, то більше вона містить води. Вода виконує в клітинах багато функцій: збереження об'єму, забезпечення пружності клітин, розчинення різних речовин. Крім того, вода — це середовище, у якому відбуваються всі хімічні процеси. Вона безпосередньо бере участь у всіх хімічних реакціях. Так, розщеплення жирів, вуглеводів та інших органічних сполук відбувається в результаті хімічної взаємодії їх з водою. Завдяки високій теплоємності вода

захищає цитоплазму від різких коливань температури, сприяє терморегуляції клітин і організму. Частина молекул води (~15 %) у клітинах перебуває у зв'язаному з білковими молекулами стані. Вони ізолюють білкові молекули одну від одної в колоїдних розчинах. Колоїдний розчин (від грец. *κόλλα* – клей, *λεθεσ* – вид) на відміну від істинних розчинів, містить частинки розміром від 1 нм до 1000 нм, які рівномірно розподілені в однорідному середовищі.

Унаслідок розщеплення вуглеводів і жирів в організмі виділяється велика кількість енергії, необхідної для процесів життєдіяльності

Еукаріотична клітина складається із зовнішньої клітинної мембрани, цитоплазми з органелами та ядра.

Для опису енергетичних процесів важливо пригадати роль мітохондрій і хлоропластів. Хлоропласти — пластиди (двомембранні органели рослинних клітин), які мають зелене забарвлення за рахунок пігменту хлорофілу, вони забезпечують процес фотосинтезу. Мітохондрії — це напівавтономні мембранні структури довгастої форми. Їхня кількість у клітинах — різна, збільшується в результаті поділу. У процесі дихання в них відбувається остаточне окиснення речовин киснем повітря. При цьому виділена енергія запасається в молекулах АТФ, синтез яких відбувається в цих структурах, тому їх називають «енергетичними станціями» клітини. АТФ (аденозинтрифосфатна кислота) — основний переносник енергії в клітині. За своїм складом АТФ — нуклеотид, що включає в себе три фосфатні групи, рибозу (залишок цукру) та аденін (залишок азотистої основи). Будь-якій клітині для забезпечення процесів життєдіяльності необхідна енергія.

Уся енергія безлічі хімічних реакцій, що відбуваються в організмах, акумулюється в енергію хімічних зв'язків молекули АТФ, що робить увесь енергетичний обмін універсальним: є чітко визначений носій енергії. Чому саме АТФ став універсальною «енергетичною валютою» живих систем, наразі до кінця невідомо, проте як функціонує АТФ — досліджено досить добре.

Хімічний склад живих організмів представлений великим різноманіттям хімічних елементів. З них основну частину (98 %) становлять органогенні елементи, тобто ті елементи, що визначають основні властивості організмів, передусім Карбон, Гідроген, Оксиген і Нітроген. Решту хімічного складу (2 %) становлять групи макро- (Фосфор, Сульфур, Хлор, Калій, Натрій, Кальцій, Магній, Ферум), мікро- (Купрум, Цинк, Кобальт, Алюміній, Селен, Йод, Флуор, Бром тощо) та ультрамікроелементів, що різняться вмістом в організмі (10–2–10–12 %). Усі вони забезпечують виконання певних функцій, необхідних для нормального функціонування організму.

Окрім хімічного складу, від неживої матерії організми відрізняються тим, що вони ростуть, розвиваються, рухаються, розмножуються, реагують на зміни навколишнього середовища. Усе це можливо завдяки енергії. Обмін речовин (або метаболізм) і перетворення енергії характерні для всіх біосистем і відбуваються на усіх рівнях їхньої організації. Так, на молекулярному рівні в обміні речовин беруть участь біоелементи, біонеорганічні та біоорганічні речовини. У клітинах обмін речовин та енергії здійснюється за участі ферментів. В організмі відбуваються процеси взаємоперетворення речовин. В екосистемах і біосфері обмін речовин та енергії називають біологічним колообігом, тому що його здійснюють організми в харчових ланцюгах.

Обмін речовин і перетворення енергії в організмі складається з фізіологічних (живлення, травлення, дихання, транспортування речовин, всмоктування, виділення), фізичних (дифузія, осмос, розчинення) і хімічних (окиснення, відновлення, гідроліз, бродіння) процесів. Цю сукупність перетворень розглядають як єдність двох протилежних і взаємопов'язаних процесів — асиміляції (анаболізму) і дисиміляції (катаболізму).

Переважаання анаболічних процесів забезпечує зростання, накопичення маси тіла. Переважаання катаболічних процесів веде до часткового руйнування тканинних структур, зменшення маси тіла. Д того ж відбувається перетворення енергії, перехід потенціальної енергії хімічних сполук, що звільняється внаслідок їхнього розщеплювання, переважно в теплову, і частково — в електричну енергію.

Рослинам достатньо світла та хлорофілу, щоб з води (H_2O) і вуглекислого газу (CO_2) утворити органічну речовину глюкозу ($C_6H_{12}O_6$). Цей процес називають фотосинтезом.

Фотосинтез — основа обміну речовини й енергії у рослин. Під час дослідження фотосинтезу встановлено, що цей процес має світлову й темнову фази. Світлова фаза об'єднує реакції, що відбуваються тільки на світлі в гранах хлоропластів (так називають тилакоїди — спрощені вакуолі або мішечки, які є всередині хлоропластів, складені в стовпчики). Порядок процесів світлової фази фотосинтезу такий:

- 1) світло потрапляє на молекулу хлорофілу, поглинається нею, що приводить її в збуджений стан. Електрон у складі цієї молекули переходить на вищий рівень і бере участь у процесі синтезу;
- 2) відбувається розщеплення води, під час якого протони, під дією електронів перетворюються на атоми Гідрогену, які потім витрачаються на синтез вуглеводів, а кисень, що утворився, виводиться з клітини або використовується для дихання;
- 3) на останньому етапі світлової фази фотосинтезу відбувається синтез АТФ.

Результатом світлової фази фотосинтезу є розщеплення води, виділення кисню, утворення атомів Гідрогену й молекул АТФ. Темнова фаза фотосинтезу перебігає у стромі хлоропластів. Саме під час неї відбувається синтез органічних речовин, зокрема глюкози. Можна подумати, з огляду на назву, що темнова фаза фотосинтезу відбувається лише в темний час доби. Насправді це не так, синтез глюкози триває цілодобово, просто на цьому етапі енергія світла не потрібна. Маленька структура клітини — хлоропласт — є унікальною природною лабораторією, яка поглинає та перетворює сонячну енергію на хімічну енергію, яка так само потрібна для утворення нових органічних сполук — білків, жирів.

Органічні речовини складної будови розкладаються на простіші в процесі окиснення під час дихання:

вуглеводи + кисень → вуглекислий газ + вода + енергія та забезпечують організм енергією, потрібною для всмоктування води коренем, руху поживних речовин до всіх органів, розпускання й закривання пелюсток, проростання насінин тощо.

Найважливіший асиміляційний процес у рослин — фотосинтез. Найважливіший дисиміляційний процес у рослин — дихання.

Рослина дістає будівельний матеріал і енергію для своєї життєдіяльності так: коріння вбирає з ґрунту воду з поживними речовинами, які стеблом піднімаються до листків; у листках під час фотосинтезу утворюються органічні речовини, які також за допомогою стебла поширюються всією рослиною; кисень, що надходить у рослину під час дихання, допомагає розщеплювати органічні речовини й забезпечувати рослину енергією.

Звідки беруть поживні речовини та енергію тварини? Звісно, з їжі, скажете ви. Так, джерелом речовин та енергії для тваринних організмів є білки, жири, вуглеводи, що містяться в їжі. У тваринному організмі вони зазнають складних хімічних перетворень. Розпочинається це в органах травлення, а завершується в клітинах усього тіла тварини. Завдяки травленню великі молекули органічних речовин їжі розпадаються на менші. Це дає їм змогу потрапити до всіх клітин організму й стати своєрідним будівельним матеріалом, з якого утворюються молекули білків, жирів, вуглеводів, властивих цьому організму. Частину з них організм використовує на ріст і розвиток, а інша частина, як і в

рослин, бере участь у диханні, унаслідок чого виділяється енергія, а також вода й вуглекислий газ.

Як бачимо, від фотосинтезу залежить життя не лише рослин, а й інших мешканців нашої планети. Фотосинтез є джерелом органічних речовин — важливих компонентів живлення організмів. Рослини й ціанобактерії синтезують їх самостійно. Тому їх називають автотрофами (від грец. *αυτος* — сам і *τροφη* — живлення), або автотрофними організмами. Тварини, гриби та деякі бактерії використовують готові органічні речовини їжі. Ці організми називають гетеротрофами (від грец. *ετερος* — різний, інший і *τροφη* — живлення), або гетеротрофними організмами.

Завдання

1. Назвіть принципи класифікації живого.
2. Для синтезу нових речовин необхідна енергія. Звідки її отримують клітини?
3. Завдяки яким процесам відбувається синтез АТФ?
4. За яких умов відбувається фотосинтез?
5. У чому полягає планетарна роль фотосинтезу?