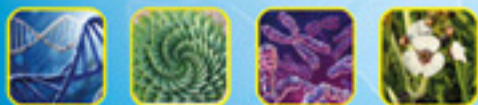
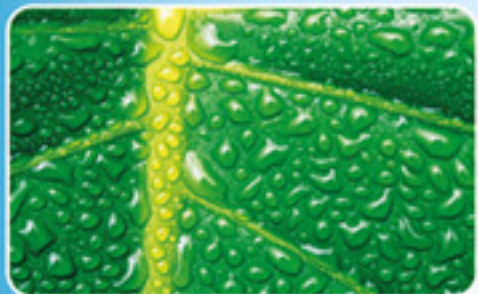


БІОЛОГІЯ

В.І. Соболев

9



Біологія

В.І. Собо́ль

«Біологія»
підручник для 9 класу загальноосвітніх
навчальних закладів

ББК 28.6я721
С54

Соболь В.І.

С54 Біологія : підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл./
Валерій Соболь. – Кам'янець-Подільський : Абетка, 2017. –
298 с. : іл.

© Соболь В.І., 2017
© ТзОВ «Абетка», 2017
© ТзОВ «Абетка», оригінал-макет, 2017

ЯК ПРАЦЮВАТИ З ПІДРУЧНИКОМ?

ЖИТТЯ! Яким багатогранним, різноманітним і складним є це поняття. Чи можна вивчити життя у всій його різнобарвності? Відповідь однозначна. Його можна вивчати навчаючись і навчатись мудрості життя на кожному кроці пізнання цього явища.

Зміст підручника організований на засадах продуктивного вивчення біології і має на меті не лише нові сучасні знання, але й завдання, що допоможуть вам сформуванню *власні способи діяльності*, для того щоб ви змогли реалізувати одну з найвищих людських потреб – потребу творити.

Матеріал підручника поділено на теми й окремі параграфи. Основними частинами параграфів підручника є рубрики:

Вступна частина містить цитату до параграфа, рубрики «*Основне поняття і ключові терміни*», «*Пригадайте*», «*Знайомтеся*», «*У світі цікавого*», «*Новини науки*», «*Поміркуйте*» та ілюстративні завдання, ввідні вправи, класичні експерименти для формування мотивації навчання. У цій частині є завдання, кольорові ілюстрації, відомості про живу природу, кросворди для зацікавлення, що є потужним стимулом діяльності.



«**ЗМІСТ**» – містить матеріал, спрямований на організацію засвоєння й формування знань, умінь, навичок, способів діяльності, ставлення й переконань. Вчитель *пояснює, демонструє, ілюструє, навчає називати, наводити приклади, розпізнавати, характеризувати, описувати* тощо, але робить все це *обов'язково з вами*. У змісті великими буквами синього кольору виділені **ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ**, що організовують найважливішу інформацію, а малими синіми буквами – **ключові терміни**, що узагальнюють якусь частину інформації. Основні поняття й ключові терміни є обов'язковими для запам'ятовування, на відміну від понять, поданих курсивом. З їхньою допомогою виділяються визначення, назви явищ, поняття, що будуть вивчатися пізніше. Матеріал змісту поділений на розділи, до яких подається запитання, а в кінці – узагальнюючий висновок. Велика увага у підручнику приділена ілюстративному апарату, який допомагає задіювати різні види пам'яті.



«**ДІЯЛЬНІСТЬ**» – містить матеріал для формування *способів продуктивної діяльності*, розвитку творчої активності й дослідницьких умінь, здійснення міжпредметного поєднання знань тощо.

Метою цієї частини параграфа є зміцнення, поглиблення, розширення знань шляхом самостійного виконання завдань та створення *власних освітніх продуктів*, якими є: *проекти, малюнки, рисунки, висновки, дослідження, здобута інформація, презентація, власні рекомендації* тощо. Ця частина містить теми проектів, творчі завдання, міжпредметні завдання «Біологія+...» тощо. Для формування практичних й дослідницьких умінь у рубриці «*Навчаємось пізнавати*» подані інструктивні картки практичних робіт, дослідницькі завдання і лабораторні дослідження.



«**РЕЗУЛЬТАТ**» – містить завдання для закріплення, контролю й корекції знань та самооцінки навчальної діяльності. Ці завдання подаються з поступовим ускладненням та із зазначенням рівня їх складності й оцінки в балах.

Після кожної теми є блок найважливішої інформації, що містить цитату, таблицю чи схему, загальний тематичний висновок. Все це подається під рубрикою «*Узагальнення знань теми*». Для перевірки якості засвоєння матеріалу теми у рубриці «*Самоконтроль знань*» пропонуються нові й цікаві для вас види тестів: тести-конструювання, тести-співвіднесення, тести-застосування, тести-узагальнення, тести-оцінювання.

Щиро зичимо вам успіхів у навчанні й здійсненні власних інтелектуальних відкриттів!



ВСТУП

Корені наук гіркі, але солодкими є плоди їх.

П. Буаст

§ 1. БІОЛОГІЯ ЯК НАУКА

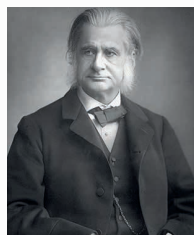
Основні поняття й ключові терміни: **БІОЛОГІЯ. Біологічні системи. Рівні організації життя**

Пригадайте! Що вивчає біологія?



Поміркуйте!

Томас Гекслі (1825–1895) – видатний англійський природознавець, автор наукових праць із зоології, порівняльної анатомії, палеонтології, антропології. Спробуйте пояснити значення його цитати. *«Для людини, не знайомої з біологією, перебування серед живої природи буде нагадувати відвідини художньої галереї, в якій більшість витворів мистецтва обернені обличчям до стіни».*



ЗМІСТ

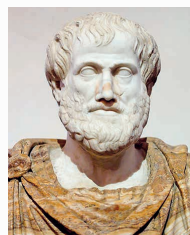
Які особливості сучасної біології?

БІОЛОГІЯ (від гр. *bios* – життя, *logos* – вчення) – наука, яка вивчає життя у всіх його проявах. «Батьком» біології називають давньогрецького натурфілософа Арістотеля (384–322 рр. до н.е.), але сам термін «біологія» запропонував у 1802 році французький вчений Ж.-Б. Ламарк (1744–1829).

Об'єктом біологічного пізнання є **ЖИТТЯ** як особлива форма існування матерії Всесвіту, як те, що є «найпотаємнішим на Землі, поки що унікальним у Всесвіті і найважчим для розуміння». Предметом пізнання біології є прояви життя у всій своїй різноматності.

Мета і завдання сучасної біології спрямовані на вирішення екологічних, демографічних, економічних, соціальних та інших проблем, пов'язаних із збереженням природи й біорізноманіття, здоров'я та умов існування людини, а також розвитком різних галузей людської діяльності (спорту, мистецтва, медицини, промисловості, охорони природи тощо).

Становлення біології теперішнього та майбутнього часу розпочалося порівняно недавно – із середини ХХ століття. Сучасний етап розвитку біології називають **епохою проникнення в біологічний мікросвіт і розкриття суті життєвих процесів**. Для вирішення завдань цієї епохи сучасна біологія дуже тісно співпрацює з іншими



науками. Для біологічних досліджень науковці застосовують хімічні, фізичні, географічні, математичні та інші знання, завдяки чому виникли й розвиваються *біохімія, біофізика, біогеографія, біокібернетика, космічна біологія, радіобіологія, кріобіологія* та ін. Різні розділи біології найтіснішим чином пов'язані із досягненнями природничих (фізика, хімія, географія, астрономія, геологія), точних (математика, логіка, інформатика, кібернетика) й суспільних (філософія, історія) наук. І це дає свої зрілі плоди. Серед найважливіших досягнень біології XX століття називають відкриття структури ДНК, генетичного коду, стовбурих клітин, розкодування геномів організмів, що стимулювало розвиток багатьох галузей діяльності людини.

Сучасна біологія – це наука, що є найбільш розгалуженою частиною природознавства. Залежно від об'єктів досліджень розрізняють *вірусологію, бактеріологію, ботаніку, зоологію, мікологію*. За дослідженнями властивостей життя та рівнями організації виділяють *молекулярну біологію, цитологію, гістологію, морфологію, генетику, філогенію, еволюційну біологію, екологію, систематику* та ін. Досягнення цих та багатьох інших наук застосовуються людиною у медицині для лікування захворювань, у сільському господарстві для створення сприятливих умов вирощування культурних рослин, розведення тварин, у промисловості для отримання продуктів харчування, одягу, у справі охорони природи для розуміння взаємозв'язків між організмами і природою.

Отже, сучасна біологія – це наука, особливостями якої є: дослідження сутності життя, різноманітність галузей, тісні зв'язки з іншими науками, зростання практичного значення біологічних досліджень, що й зумовило появу твердження про те, що XXI століття є століттям біології.

Які найзагальніші особливості біологічних систем?

Предметом сучасної біології є біологічні системи різної складності. Основними типами біосистем є клітина, організм, популяція, вид, екосистема та біосфера.

Біосистеми мають ряд особливостей, що відрізняють їх від неживих систем. Проте серед них нема жодної, яка була б притаманна тільки живому. Найзагальнішими особливостями біосистем є упорядкованість та рівневість.

Упорядкованість й рівневість для постійного розвитку	
⇕	
ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ БІОСИСТЕМ	
Саморегуляція. Самооновлення. Самовідтворення.	
⇕	⇕
Структурно-функціональна організація життя	
Особливий хімічний склад Клітинна будова	Відкритість. Гомеостаз. Подразливість. Адаптивність. Здатність до росту й розвитку. Спадковість й мінливість

Рівні організації життя – це певний тип взаємодії структурних та функціональних складників біологічних систем. Більшість дослідників виділяють: молекулярний (складниками є хімічні елементи та сполуки, біохімічні реакції); клітинний (частинами є поверхневий

апарат, цитоплазма та ядро (нуклеоїд), життєві процеси клітин); організмів (клітини, тканини, органи й системи органів організмів); популяційно-видовий (організми одного виду з їхніми взаємовідносинами); екосистемний (організми різних видів, які взаємодіють між собою та з навколишнім середовищем); біосферний (взаємопов'язані екосистеми – ліси, річки, озера тощо). Основою єдності всіх рівнів організації життя є проникаючі крізь них потоки речовин, енергії та інформації. Кожний рівень організації має свої особливості і відрізняється складниками, розмірами, тривалістю існування тощо.



Іл. Рівні організації життя

Отже, **біологічні системи** – це сукупність взаємопов'язаних структурних й функціональних компонентів, найзагальнішими особливостями яких є упорядкованість та рівність.

Яке значення методів біологічних досліджень?

У науковому розумінні метод (гр. *methodos*) є способом організації діяльності у відповідності до мети й завдань дослідження. Загальні методи пізнання поділяють на дві групи: емпіричні та теоретичні. Методи емпіричного дослідження допомагають вивчати природні об'єкти, доступні безпосередньому спогляданню (спостереження, порівняння, вимірювання, експеримент). Методи теоретичного дослідження – методи, за допомогою яких дослідник, не працюючи безпосередньо з природними об'єктами, здобуває знання шляхом розумових операцій (аналіз, синтез, абстрагування, конкретизація, узагальнення, аналогія, моделювання та ін). Методи біологічних досліджень є досить різноманітними, але всі вони ґрунтуються на методах організації наукового пізнання.

Таблиця. ОСНОВНІ МЕТОДИ БІОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Назва	Сутність
Спостереження	Метод активного й організованого сприйняття об'єкта чи явища, в ході якого здобуваються знання. Постійне спостереження за станом процесів і об'єктів в екосистемах і біосфері називається моніторингом .
Опис	Метод, що полягає у фіксації певними засобами здобутих результатів спостереження
Порівняння	Метод зіставлення об'єктів чи явищ для визначення ознак подібності й відмінності
Метод гіпотез	Метод науково обґрунтованого припущення, що висувається для пояснення подібностей чи відмінностей
Експеримент	Метод досліджень шляхом змін об'єктів дослідження чи умов їхнього існування. Застосовується для перевірки запропонованих гіпотез. Вищою формою експерименту є моделювання – дослідження проявів живого за допомогою їхнього спрощеного відтворення

Отже, методи біологічних досліджень – це способи організації пізнання живого з метою отримання нових знань.



ДІЯЛЬНІСТЬ

Завдання на зіставлення

Зіставте запропоновані прояви життя з науками, які їх вивчають. Заповніть табличку відповідей й отримайте назву німецького ботаніка, який незалежно від Ж.-Б. Ламарка запропонував термін «біологія».

1	Будова організмів
2	Життєдіяльність
3	Різноманітність організмів
4	Вплив низьких температур на живе
5	Шляхи історичного розвитку
6	Закономірності історичного розвитку
7	Взаємозв'язки організмів з довкіллям
8	Поширення організмів
9	Поведінка організмів
10	Спадковість та мінливість організмів

Р	Фізіологія
Е	Систематика
Р	Еволюційна біологія
Т	Анатомія
С	Генетика
І	Філогенія
Н	Біогеографія
В	Кріобіологія
У	Етологія
А	Екологія

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Біологія + Техніка

Автомобіль (від грец. *автос* – сам і лат. *мобіліс* – той, що рухається) – самохідна колісна машина, яка приводиться в рух встановленим на ній двигуном і призначена для перевезення людей чи вантажу безрейковими дорогами. Порівняйте автомобіль як технічну систему з конем як біологічною системою. Що спільного між цими системами і чим вони відрізняються одна від одної?



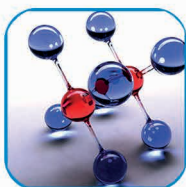
Біологія + Наука

Нобелівська премія – одна з найпрестижніших міжнародних премій, яку щорічно присуджують за видатні наукові дослідження, революційні відкриття чи значний внесок у культуру і розвиток суспільства. Заснована згідно із заповітом шведського підприємця, винахідника й філантропа Альфреда Нобеля (1833–1896), який винайшов динаміт. У 1895 році весь свій статок у заповіті він призначив на фінансування міжнародної премії. Згідно з його волею, річний прибуток від цієї спадщини має ділитися на 5 рівних частин між особами, які попереднього року найбільше прислужилися людству в галузях фізики, хімії, фізіології й медицини, літератури й миру. Хто із науковців отримав Нобелівські премії з фізіології й медицини за останні шість років? Яке значення відзначених досліджень у практичній діяльності людини?



РЕЗУЛЬТАТ

Оцінка	Заяпитання для самоконтролю
1 – 6	1. Що вивчає біологія? 2. Назвіть основні галузі біології. 3. Що таке біологічні системи? 4. Назвіть основні рівні організації життя. 5. Що таке методи дослідження? 6. Назвіть методи біологічних досліджень
7 – 9	7. Які особливості сучасної біології? 8. Які найзагальніші особливості організації біологічних систем? 9. Яке значення методів біологічних досліджень?
10 – 12	10. Доведіть значення біологічних знань у життєдіяльності людини.



Тема 1. ХІМІЧНИЙ СКЛАД КЛІТИНИ ТА БІОЛОГІЧНІ МОЛЕКУЛИ

І нежива, і жива природа побудована із різних за розміром і складом молекул, а молекули, в свою чергу, – з атомів.

Дитяча енциклопедія «Аванта +»

§ 2. ХІМІЧНИЙ СКЛАД КЛІТИНИ. НЕОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ

Основні поняття й ключові терміни: ХІМІЧНИЙ СКЛАД КЛІТИНИ.

Пригадайте! Що таке рівні організації життя?



Поміркуйте!

«Звір і птах, камінь і зірка – всі ми одне, усі одне... – тихо примовляла Кобра, опустивши капшук і теж погойдуючись у проміжку між дітьми. – Дитина і змія, зірка і камінь – усі ми одне...» – писала англійська письменниця Памела Ліндон Треверс (1899–1996) у своїй дитячій книзі «Мері Поппінс» (Глава 10. Повний місяць), яка вийшла у друк ще в 1934 році. Як ви думаєте, про що йдеться у цьому уривку?



ЗМІСТ

Якими є структурні компоненти хімічного складу клітини?

ХІМІЧНИЙ СКЛАД КЛІТИНИ – сукупність хімічних елементів й хімічних речовин, що містяться у клітині й забезпечують її життєдіяльність чи організму в цілому. Умовно хімічний склад клітини можна вивчати на елементному та молекулярному рівнях. Наука, що вивчає хімічний склад живого, значення й перетворення його компонентів, називається **біохімією**.

Елементний склад визначається хімічними елементами, що беруть участь в життєдіяльності клітини. Їх називають **біоелементами**. Ці елементи присутні й у неживій природі, але у клітинах вони мають відносно стаке співвідношення. Біоелементи залежно від кількісного складу поділяють на органогеми, макроелементи та мікроелементи.

Найбільший відсотковий вміст припадає на Карбон, Оксиген, Гідроген і Нітроген, що є **органогенами**. Вони відрізняються від інших малими розмірами і незначною відносною атомною масою. Саме ці особливості й зумовлюють їхню участь у побудові багатьох сполук живого, тобто **структурну функцію**. Так, Карбон входить до складу усіх

Хімічний склад живого	
Елементний склад	Молекулярний склад
Біоелементи: органогеми, макроелементи, мікроелементи	I. Неорганічні молекули (оксиди, кислоти, основи, мінеральні солі)
	II. Органічні молекули (білки, жири, вуглеводи, нуклеїнові кислоти).

органічних сполук, Нітроген бере участь у побудові амінокислот, білків, нуклеїнових кислот, вітамінів. До **макроелементів** відносять Калій, Кальцій, Натрій, Магній, Ферум, що є металами, і Фосфор, Хлор, Сульфур, що належать до неметалів. Ці елементи, окрім *структурної функції*, здійснюють ще й *регуляторну*. Наприклад, Кальцій забезпечує зсідання крові, а Натрій і Калій регулюють транспорт речовин в клітину і з клітини. **Мікроелементами** є Цинк, Йод, Флуор, Купрум, Манган, Кобальт та ін. Ці елементи входять до складу біологічно активних речовин (гормонів, ферментів) та здійснюють *регуляторну* функцію. Так, Йод входить до складу гормонів щитоподібної залози, Цинк – до складу інсуліну.

Молекулярний склад живого пов'язаний з наявністю в клітинах неорганічних й органічних сполук. З неорганічних речовин в клітині найбільший вміст припадає на воду й мінеральні солі. Органічними речовинами клітин є білки, вуглеводи, ліпіди й нуклеїнові кислоти. Ці молекули будують складові частини клітин, забезпечують потреби клітин в енергії, захищають від чужорідних впливів середовища, беруть участь в регуляції життєдіяльності, здійснюють збереження й передачу спадкової інформації. Детальніше про будову, властивості та функції речовин клітини ми дізнаємось пізніше.

Отже, основними компонентами хімічного складу клітин є біоеlementи, неорганічні й органічні речовини, що виконують певні функції й забезпечують життєдіяльність клітин.

Які процеси здійснюють перетворення хімічного складу клітини?

Кожна клітина є відкритою біологічною системою, здатною до саморегуляції, самооновлення та самовідтворення. І всі ці її фундаментальні властивості здійснюються за участю хімічних елементів й молекул, що беруть участь у найрізноманітніших перетвореннях речовин, енергії та інформації.

Серед цих процесів значне місце посідають фізичні процеси (*розчинення, кристалізація, дифузія, випромінювання* тощо) та хімічні реакції (*реакції сполучення, розкладання, обміну, заміщення*). Клітинні процеси відбуваються за участю енергії, тому виділяють *екзотермічні* (енергія виділяється під час перетворень) і *ендотермічні* (енергія поглинається для здійснення перетворень) реакції. Переважна більшість реакцій в клітинах відбувається за участю ферментів і їх називають біокаталітичними. Ферменти забезпечують дуже швидке проходження реакцій, самі при цьому не витрачаються і, що дуже важливо для клітини, регулюють процеси залежно від потреб клітини у речовинах та енергії. Основними типами ферментативних реакцій є *реакції синтезу й реакції розпаду, реакції окиснення й реакції відновлення*. Більшість ферментативних реакцій є специфічними для живої природи і не можуть відбуватися в неживій, що свідчить про єдність всього живого на Землі.

Отже, функціональними компонентами хімічного складу клітини є фізичні й хімічні процеси, що забезпечують перетворення речовин, енергії та інформації.

Яке біологічне значення неорганічних речовин?

Як ви знаєте з курсу хімії, серед неорганічних речовин є прості (складаються з атомів одного елемента) і складні (побудовані атомами різних елементів). Серед складних сполук виділяють чотири класи – оксиди, кислоти, основи й солі.

Оксидами є складні сполуки елементів з Оксигеном. Оксиди неметалів та металів виконують в організмі певні життєвоважливі функції. Наприклад, оксид Гідрогену H_2O є універсальним розчинником, оксид Карбону CO_2 – регулятором дихання, пероксид Гідрогену H_2O_2 і чадний газ CO є токсичними речовинами.

Кислотами називаються сполуки, що містять у молекулах атоми Гідрогену та кислотні залишки. Основними особливостями, що визначають біологічне значення кислот є їхня здатність утворювати при дисоціації аніони NO_3^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , HNO_3 , H_2CO_3 , (беруть участь у регуляції процесів) та катіони H^+ , від концентрації яких залежать кислотність рідин й секретів організмів. Наприклад, HCl є в складі шлункового соку, H_2SO_4 надає нерозчинним продуктам виділення розчинної форми, залишки H_3PO_4 будують АТФ тощо.

Основами називають сполуки, до складу яких входять, як правило, атом металу і гідроксильні групи. Луги мають здатність зв'язувати йони H^+ і брати участь в *регуляції кислотно-лужної рівноваги* рідин внутрішнього середовища. Амоніак NH_3 утворюється як кінцевий продукт обміну білків і має отруйні властивості.

Солі є продуктами заміщення атомів Гідрогену у кислотах на атоми металів. Нерозчинні у воді солі беруть участь у побудові захисних та опорних утворів (наприклад, Кальцію карбонат й Кальцію фосфат утворюють черепашки, скелети коралів, зуби хребетних). Із *розчинних* солей для організмів найбільше значення мають солі, що утворюють катіони Натрію, Калію, Кальцію, Магнію, Феруму та залишки хлоридної, сульфатної, нітратної кислот. Ці йони, забезпечують транспорт речовин через мембрани клітин, регуляцію роботи серця, проведення збудження, активацію ферментів тощо.

Отже, в складі організмів наявні представники простих і складних сполук, що виконують будівельну, регуляторну та інші функції.



ДІЯЛЬНІСТЬ

Навчаємося пізнавати

Завдання на застосування знань

Для конкурсу пропонуються завдання, в яких фігурують 12 хімічних елементів: N, Zn, Cu, Ca, F, Ra, Cl, Fe, Se, J, Mg, Si. Вкажіть назву елемента як відповідь на завдання, виберіть з цієї назви вказану букву й отримайте у підсумку назву науки, що вивчає лікарські речовини та їхню дію на організм.

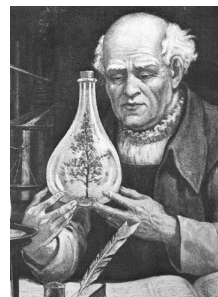
Прості сполуки	Неметали: O_2 , O_3 , H_2 , N_2 та ін.
	Метали: кальцій, ферум, купрум, цинк та ін.
	Оксиди: CO_2 , H_2O , SO_3 , N_2O_5 , P_2O_5 , H_2O_2 та ін.
	Кислоти: HCl , HNO_3 , H_2SO_4 , H_2CO_3 , H_3PO_4 та ін.
Складні сполуки	Основи: $NaOH$, $Ca(OH)_2$, $Fe(OH)_3$ та ін.
	Солі: нітрати, карбонати, фосфати, сульфати, хлориди

Міні-конкурс «ХІМІЯ ЖИВОГО»

- I. Який хімічний елемент у складі емалі надає їй міцності? 1...
- II. Який елемент в складі сполук є в кістках, черепашках моллюсків? 2...
- III. Який елемент зумовлює червоний колір крові у хребетних тварин? 3...
- IV. Від якого елемента залежить зелений колір рослин? 1...
- V. Елемент, що накопичується в болотяній ґрунті і застосовується для лікування пухлин. 2...
- VI. Який елемент визначає блакитне забарвлення крові кальмарів? 1...
- VII. Цей елемент є компонентом шлункового соку. 3...
- VIII. Елемент названий на честь богині Місяця і його багато в сітківці орлів. 3...
- XIX. Елемент бурих водоростей у складі гормонів щитоподібної залози. 2...
- X. Елемент у складі амінокислот, білків, хітину, нуклеїнових кислот, NH_3 . 6...
- XI. Якого хімічного елемента багато в клітинах хвощів? 4...
- XII. Назва плодів горобини, що позитивно впливають на кровотворення. 1...

Біологія + Медицина

Парацельс (справжнє ім'я Філіп Ауреол Теофраст Бомбаст фон Гогенгейм) – відомий німецький алхімік, лікар епохи Відродження. Він навчав, що живі організми складаються з тих самих речовин, які утворюють всі інші тіла природи. Коли людина здорова, ці елементи й речовини знаходяться у рівновазі, а хвороба виникає у зв'язку з надлишком чи нестачею їх в організмі (флюороз, сатурнізм). Запропонуйте заходи профілактики цих хвороб.



Біологія + Хімія

Визначте назви і хімічні формули неорганічних сполук, про які йдеться в таблиці. Сформулюйте висновок про зв'язок біології з неорганічною хімією.

Таблиця. ДЕЯКІ НЕОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ ЖИВИХ ІСТОТ ТА ЇХ ЗНАЧЕННЯ

Назва	Значення
	У складі шлункового соку активує травні ферменти, захищає від мікроорганізмів
	Надає розчинності продуктам обміну для видалення з клітин разом з водою
	Кінцевий продукт обміну білків, бере участь в утворенні нітритів й нітратів
	Кінцевий продукт окиснення, регулює дихання, джерело Карбону у фотосинтезі
	Є умовою клітинного дихання, кінцевим продуктом фотосинтезу
	Утворює захисний екран від згубної для живого дії «жорсткого» ультрафіолету
	Побудова черепашок радіолярій, клітин хвощів, панцирів діатомей, скелета губок



РЕЗУЛЬТАТ

Оцінка	Запитання для самоконтролю
1 – 6	1. Що таке хімічний склад клітини? 2. Що є компонентами елементного складу клітин? 3. Що є компонентами молекулярного складу клітин? 4. Назвіть неорганічні сполуки в складі живого. 5. Наведіть приклади функцій неорганічних сполук живого. 6. Назвіть органічні речовини, що входять до складу живого.
7 – 9	7. Якими є компоненти хімічного складу клітини? 8. Які процеси здійснюють перетворення хімічного складу клітини? 9. Який склад та біологічне значення неорганічних сполук живого?
10 – 12	10. Доведіть біологічне значення хімічних елементів та хімічних сполук живого

§ 3. ВОДА ТА ЇЇ ВЛАСТИВОСТІ

Основні поняття й ключові терміни: **ВОДА. Гідрофільні сполуки. Гідрофобні сполуки**

Пригадайте! Що таке оксиди?



Знайомтеся!

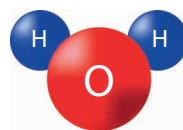
Антуан де Сент-Екзюпері (1900–1944) – французький письменник і авіатор. Найвидатнішим художнім твором митця (його Magnum opus) є «Маленький принц», в якому поміщені відомі всім рядки: *«У тебе немає ні смаку, ні кольору, ані запаху, тебе неможливо описати, тобою насолоджуються не знаючи, що ти таке. Не можна сказати, що ти необхідна для життя: ти – саме життя».*



ЗМІСТ

В чому життєвоважлива роль води?

ВОДА – неорганічна речовина, молекули якої складаються з двох атомів Гідрогену та одного атома Оксигену. Вміст води неоднаковий у різних клітинах і різних організмів. Найбільше води містить тіло медуз (95–98 %), найменше її у комах (40–50 %) та лишайниках (5–7 %). Кількісно вода займає перше місце серед хімічних сполук будь-якої клітини. Які ж біологічні функції виконує ця найпоширеніша й найважливіша на Землі речовина?



- *Вода є універсальним розчинником* для багатьох сполук і забезпечує протікання хімічних реакцій, клітинний транспорт. За розчинністю у воді всі сполуки поділяються на гідрофільні та гідрофобні. **Гідрофільні** (від грец. *hydro* – вода і *philia* – любов) **сполуки** – це полярні речовини, які здатні добре розчинятися у воді. Вони містять частково заряджені групи або частинки, здатні взаємодіяти з дипольними молекулами води. Це розчинні кристалічні солі, моносахариди, певні амінокислоти, нуклеїнові кислоти, вітамін С та ін. **Гідрофобні** (від грец. *hydro* – вода і *phobos* – страх) **речовини** – це неполярні речовини, які не розчиняються у воді. Це нерозчинні мінеральні солі, ліпіди, полісахариди, певні білки, вітамін А.
- *Вода є реагентом*, за участю якого в клітинах відбуваються реакції гідролізу, підтримання рН середовища.
- *Вода – терморегулятор*, що забезпечує рівномірний розподіл тепла по всьому об'ємі клітини та організму
- *Вода є осморегулятором* для підтримання відносно постійної концентрації розчинних сполук (наприклад, солей, моносахаридів) в клітині чи організмі
- *Вода є опорою*, що забезпечує пружність клітин, амортизує механічні впливи.

- *Вода – це засіб транспорту* для речовин в клітинах та організмі (наприклад, провідними тканинами у рослин чи кровоносною системою у тварин).
- *Вода як конформатор* має значення в організації просторової компактної структури (конформації) макромолекул з допомогою молекул, що утворюють водневі зв'язки.

Отже, наявність води в клітинах та організмах є обов'язковою умовою їхньої життєдіяльності

Які основні властивості води визначають її функції?

Вода – єдина речовина на Землі, яка зустрічається у *трьох агрегатних станах*: твердому, рідкому та газоподібному. За нормальних умов, температура замерзання чистої води дорівнює 0°C , а кипіння – відповідно 100°C . Густина води є максимальною за температури $+4^{\circ}\text{C}$ і дорівнює 1 г/см^3 . Із зниженням температури густина зменшується. Коли температура досягає точки замерзання 0°C або опускається нижче, починають утворюватися дрібні кристалики льоду. При замерзанні вода розширюється на одну дев'яту свого об'єму і ці кристалики руйнують клітини. Розчинення речовин у воді знижує її температуру замерзання. Тому в клітинах рослин для перенесення низьких температур накопичуються вуглеводи й олії, в клітинах членистоногих – гліцерин, в крові арктичних риб особливі білки-криопротектори. Перехід води з рідкого в газоподібний стан потребує затрат тепла, що використовується клітинами й організмами для захисту від перегрівання (наприклад, транспірація у рослин, потовиділення у тварин). Виділяючи нагріту воду й пару, вони позбавляються надлишку тепла.

Вода здатна поглинати велику кількість тепла із незначним підвищенням власної температури – у цьому сутність її *високої теплоємності*. Тому в клітинах вона є чудовим «тепловим акумулятором», запобігаючи різким змінам температури. Вода має й *теплопровідність*, що забезпечує рівномірний і швидкий розподіл теплоти в клітинах і між клітинами в організмі. Таким чином, ці властивості є основою для терморегуляції організмів.

Воді властивий виключно великий *поверхневий натяг*, що визначається силами зчеплення молекул води одна з одною з утворенням водневих зв'язків. Сили притягання між молекулами води спричиняють появу плівки на її поверхні, яка по стійкості поступається лише поверхневій плівці ртуті. В живому поверхневий натяг визначає форму клітин та їх окремих частин (наприклад, при фагоцитозі). Молекули води завдяки силам «прилипання» здатні «підійматися» тонкими капілярами. Завдяки цьому відбувається переміщення рідин через пори клітинних стінок, капілярами тварин і судинами у рослин тощо.

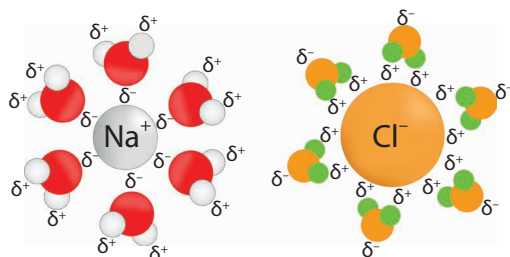
Воді властиві *висока пружність і нестискуваність*, що пояснює її значення в якості опори. Ці властивості пояснюють роль гідроскелету

Основні властивості води	
Фізичні властивості	Хімічні властивості
1. Агрегатність стану	1. Взаємодія з певними кислотами, оксидами, основами й солями
2. Висока теплоємність й теплопровідність	2. Участь в гідролізі органічних сполук
3. Поверхневий натяг	3. Здатність до іонізації
4. Нестискуваність	
5. Текучість	

для червів, стан напруги в клітинах рослин, сприяють проходженню звукових хвиль по клітинах (наприклад, у дельфінів, кашалотів).

Для клітин велике значення мають й хімічні властивості води. Її амфотерні властивості та здатність до іонізації ($\text{H}_2\text{O} = \text{H}^+ + \text{OH}^-$) визначають взаємодію з оксидами, солями, оксидами та участь в реакціях для підтримання рН цитоплазми та міжклітинних рідин.

Вода як реагент бере участь в біологічно важливих реакціях розкладання сполук за участю води – реакціях *гідролізу*. Ці реакції є основою гомеостазу й обміну речовин та перетворення енергії. Наприклад, гідроліз солей має значення для підтримання рН, гідроліз білків до амінокислот забезпечує клітини будівельним матеріалом тощо.



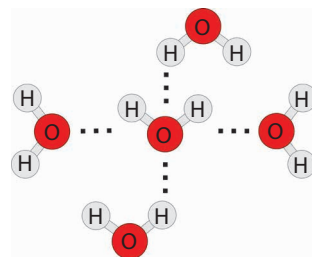
Іл. Розташування молекул води під час розчинення кухонної солі

Отже, життєвоважливе значення води визначається її унікальними фізико-хімічними властивостями

Які особливості будови молекул води визначають її властивості?

У молекулі води атоми Гідрогену утримуються біля атома Оксигену міцними ковалентними зв'язками, завдяки цьому вода є дуже стійкою сполукою. Водяна пара починає розкладатися на O_2 і H_2 за температури, вищої від 1000°C .

У молекул води дві пари спільних електронів зміщені до Оксигену, тому електричний заряд всередині молекул розподілений нерівномірно: протони H^+ створюють позитивний заряд на одному полюсі, а пари електронів Оксигену – негативний заряд на протилежному полюсі. Ці заряди є рівними за величиною і розташовані на певній відстані один від одного. Отже, молекула води – це постійний диполь, який може взаємодіяти з носіями позитивних і негативних зарядів (*дипольність молекул*).



Іл. Водневі зв'язки між молекулами води

Завдяки полярності сусідні молекули води можуть взаємодіяти між собою і з молекулами полярних речовин з утворенням *водневих зв'язків*, які зумовлюють унікальні фізичні властивості і біологічні функції води. Енергія цих зв'язків становить лише 4,5 ккал/моль і завдяки тепловому рухові ці зв'язки води постійно виникають і розриваються. Водневі зв'язки – це зв'язки, які виникають між частково негативним зарядом на атомі Оксигену однієї молекули та позитивним зарядом на атомі Гідрогену іншої.

Отже, унікальні властивості води визначаються такими особливостями молекул води, як: 1) наявність ковалентних зв'язків між атомами; 2) наявність водневих зв'язків між молекулами; 3) дипольність молекул; 4) малі розміри молекул.



ДІЯЛЬНІСТЬ

Навчаємося пізнавати

Завдання на застосування знань

Визначте вміст води у власному організмі, для чого використайте наступні дані:

- вміст води в організмі людей різного віку різний: у зародка (8 міс.) – 83 %, у новонародженого – 73 %, у підлітків – 65 %, у дорослого – 60 %, у літньої людини – 55 % від маси тіла;
- близько 95% від загальної кількості води в клітинах приходить на **вільну воду** (є розчинником) і 5 % – на **зв'язану воду** (вода у зв'язках з молекулами речовин).

Завдання 1. Визначте вміст води у власному організмі.

Завдання 2. Визначте вміст вільної і структурованої води у власному організмі.....

Дайте відповідь на запитання. Чому вміст води у людини з віком зменшується? Як це позначається на життєвих функціях організму людини? Чому в клітинах більша частка припадає на вільну воду?

Біологія + Природа

На Землі немає більш важливої речовини, ніж вода, і одночасно, не існує сполуки з такою кількістю аномальних властивостей. «Немає природного тіла, яке могло б зрівнятися з водою за впливом на геологічні процеси. Не лише земна поверхня, але й глибинні частини землі визначаються в найістотніших своїх проявах існуванням й властивостями ВОДИ». Так писав геніальний український науковець В.І. Вернадський. Виділіть основні властивості води у зв'язку з її функціями та доведіть її незамінність в існуванні земної природи.



Таблиця. ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ БІОЛОГІЧНОЮ РОЛЛЮ І ВЛАСТИВОСТЯМИ ВОДИ

Біологічні роль води	Фізико-хімічні властивості води
1. Вода як розчинник	
2. Вода як реагент	
3. Теплорегулятор	
4. Вода як осморегулятор	
5. Вода як опора	
6. Засіб транспорту	



РЕЗУЛЬТАТ

Оцінка	Запитання для самоконтролю
1 – 6	1. Що таке вода? 2. Що таке гідрофільні та гідрофобні сполуки? 3. Назвіть основні функції води. 4. Назвіть основні властивості води. 5. Назвіть особливості будови молекул води. 6. Які зв'язки забезпечують взаємодію молекул води?
7 – 9	7. В чому життєвоважлива роль води? 8. Які основні властивості води визначають її функції? 9. Які особливості будови молекул води визначають її властивості?
10 – 12	10. Доведіть взаємозв'язок функцій води із її фізико-хімічними властивостями та особливостями будови молекул.

§ 4. ОРГАНІЧНІ МОЛЕКУЛИ ЖИВОГО. БІОПОЛІМЕРИ

Основні поняття й ключові терміни: **ОРГАНІЧНІ МОЛЕКУЛИ ЖИВОГО.**

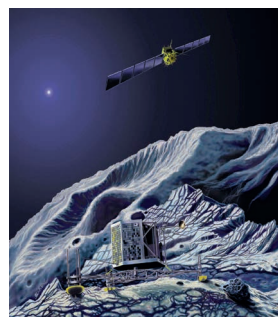
Малі біомолекули. БІОПОЛІМЕРИ

Пригадайте! Що таке молекулярний склад живого?



Новини науки

«В листопаді 2014 на комету Чурюмова-Герасименко (її відкрив у 1969 році український науковець Клим Чурюмов в результаті вивчення фотопластинок, знятих Світланою Герасименко) з космічного апарату «Розетта» вперше здійснив приземлення модуль «Філі». Він взяв зразки ґрунту, в яких було виявлено шістнадцять органічних сполук, з яких чотири були помічені на кометах вперше. Це ацетамід – CH_3CONH_2 , ацетон – $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$, метилізоціанат – CH_3NCO і пропіональдегід – $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$. Ці сполуки, згідно з гіпотезою науковців, могли бути вихідними сполуками для виникнення біомолекул». (Наука и жизнь, №9, 2016. Химическая лаборатория на комете). Що таке біомолекули?



ЗМІСТ

Які основні особливості біомолекул?

ОРГАНІЧНІ МОЛЕКУЛИ ЖИВОГО, або БІОМОЛЕКУЛИ – це речовини, які мають скелети з ковалентно зв'язаних атомів Карбону і синтезуються клітинами організмів. Біомолекули належать до органічних сполук і вивчаються **біохімією** та **молекулярною біологією**. Вміст біомолекул в клітинах становить близько 30%. Основною причиною їхньої різноманітності є властивості Карбону, серед яких виділяють здатність атомів поєднуватись між собою з утворенням карбонових скелетів. Завдяки ковалентним зв'язкам вони достатньо міцні і тому біомолекули є стійкими до нагрівання, дії світла, впливу агресивного хімічного середовища. Карбоновий каркас рухливий і тому ланцюги здатні вигинатися, скручуватися, можуть бути відкритими (лінійна форма) і замикатися в кільця (циклічна форма).

Основні особливості біомолекул

1. Наявність міцних ковалентних зв'язків, що зумовлюють тривале існування молекул
2. Наявність слабких нековалентних зв'язків, що визначають структуру і взаємодію молекул
3. Висока енергоємність
4. Змінна активність

Біомолекулам властиві міцні **ковалентні** (наприклад, дисульфідний, пептидний) і слабкі **нековалентні** (наприклад, водневі, йонні) хімічні зв'язки. Ці зв'язки визначають існування біомолекул та їх короточасну взаємодію між собою. Завдяки енергії своїх зв'язків біомолекули мають високу енергоємність і здатність до окиснення

з виділенням великої кількості тепла. Кінцевими продуктами цього окиснення є CO_2 , H_2O , NH_3 , що видаляються з клітин.

Хімічна активність біомолекул може змінюватись, що є суттєвим для виконання ними своїх функцій в різних умовах. На активність молекул в клітинах впливають йони металів (наприклад, йони Магнію, Феруму), окремі неорганічні сполуки (наприклад, кисень, вуглекислий газ), біологічно активні речовини (вітаміни, гормони та ін).

Біомолекули мають відносно велику молекулярну масу, яка вимірюється в *дальтонах* (1 дальтон дорівнює 1/12 атомної маси Карбону). Так, у деяких нуклеїнових кислот вона досягає кількох мільярдів. За молекулярною масою біомолекули умовно поділяють на **малі біомолекули** (жирні кислоти, моносахариди, амінокислоти) і **макробіомолекули** (білки, полісахариди, нуклеїнові кислоти).

Отже, біомолекули є органічними сполуками, що синтезуються в клітинах живих організмів і мають ряд особливостей будови й функціонування.

Які особливості та значення малих біомолекул в клітинах?

Малі біомолекули – це молекули з відносно невеликою молекулярною масою від 100 до 1000 а.о.м., що містять до 30 атомів Карбону. На частку малих молекул припадає до 5% від маси клітини. У малих біомолекулах неодноразово повторюються функціональні групи (наприклад, COOH , OH , NH_2 , CH_3), властивості яких і визначають їхню поведінку. Так, аміногрупа NH_2 визначає лужні властивості амінокислот, а карбоксильна група COOH – кислотні. До малих біомолекул належать *жирні кислоти, мономерні біомолекули* (моносахариди, амінокислоти й нуклеотиди), *біорегуляторні молекули* (гормони, нейромедіатори, вітаміни, алкалоїди), *енергетичні біомолекули* (АТФ, ГТФ).

Малі біомолекули розташовуються у вільному стані в цитоплазмі клітини і можуть швидко переміщуватися, завдяки дифузії, що робить їх незамінними в процесах передачі інформації та саморегуляції клітин й організму. Так, гормони здійснюють гуморальну регуляцію процесів, нейромедіатори – передають інформацію між нейронами.

Малі біомолекули досить часто виступають в якості простих сполук, з яких утворюються складні, тобто є мономерами. Наприклад, з амінокислот будуються білки, з моносахаридів – полісахариди, а з нуклеотидів – нуклеїнові кислоти.

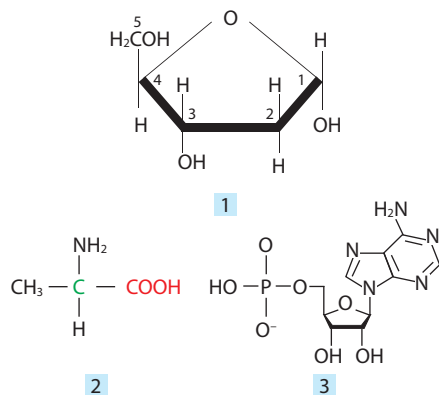
Малі біомолекули не лише беруть участь у побудові макромолекул, але й можуть розпадатися з вивільненням енергії. Так, при розщепленні 1 грама глюкози вивільняється 17,6 кДж, а при гідролізі одного моля АТФ до АДФ – близько 40 кДж.

Отже, основними функціями малих молекул у клітинах є: **будівельна** (участь мономерів в реакціях синтезу більш складних молекул), **енергетична** (розпад з вивільненням енергії), **регуляторна** (участь у регуляції процесів життєдіяльності клітин та організму) та **інформативна** (міжклітинна передача інформації).

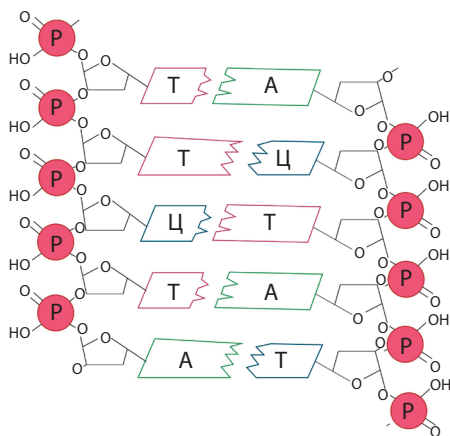
Яке значення біологічних макромолекул, або біополімерів?

БІОПОЛІМЕРИ – це високомолекулярні органічні сполуки, що складаються з великої кількості однакових чи різних за хімічною будовою мономерів й утворюються в клітинах. До біополімерів належать білки, полісахариди і нуклеїнові кислоти. На їх частку припадає близько 25% від маси клітини. Унікальною властивістю макромолекул є те, що їхні мономерні утворюють певну структуру (конформацію), яка й визначає їхні властивості та функції.

Біополімери (грец. *bios* – життя, *poly* – численний, *meros* – частина) мають велику молекулярну масу (зазвичай, від 10 000 до 1млн), тому розташовуються в ядрі чи цитоплазмі у прикріпленому стані або переміщуються дуже повільно. З них будуються хромосоми, клітинні стінки рослин, грибів й прокаріотів, рибосоми тощо (**будівельна функція**). Розпад макромолекул здійснюється за рахунок руйнування ковалентних зв'язків під час *реакцій гідролізу* з виділенням великої кількості енергії (**енергетична функція**). Поєднання макромолекул та їх взаємодія відбуваються на основі відповідності поверхні просторової структури. Ця інформаційна особливість має назву *структурної комплементарності*. Так, комплекси фермент/субстрат забезпечують клітинну регуляцію процесів життя (**регуляторна функція**), білкові комплекси антиген/антитіло – є основою гуморального імунітету (**захисна функція**). Комплементарність нуклеотидів у побудові ДНК забезпечує їхню унікальну здатність до самоподвоєння й передачі спадкової інформації наступному поколінню (**інформаційна функція**). Розгалуженість структури, велика кількість мономерів, інертність молекул сприяє тому, що полісахаридні макромолекули відкладаються в клітинах про запас (наприклад, крохмаль у рослин, глікоген – у тварин, грибів, архей) (**резервна функція**).



Іл. Приклади малих біомолекул, що є мономерами: 1 – моносахарид рибоза; 2 – амінокислота аланін; 3 – аденіновий нуклеотид



Іл. ДНК є біополімером, що побудований з нуклеотидів

Отже, макромолекули мають ряд особливостей, що зумовлюють виконання таких функцій, як будівельна, енергетична, регуляторна, захисна, запасуюча й інформаційна.



ДІЯЛЬНІСТЬ

Навчаємося пізнавати

Самостійна робота з таблицею

За допомогою таблиці порівняйте малі молекули й макромолекули та зробіть висновок про взаємозв'язок функцій біомолекул з їхньою будовою та властивостями

Ознаки	Малі молекули	Макромолекули
Вміст		
Розташування		
Молекулярна маса		
Особливості будови		
Властивості		
Основні групи		
Функції		

Біологія + Геометрія

Макромолекули можуть певним чином «укладатися» в просторі й набувати певної *конформації*. Спільним елементом просторової структури макромолекул є право- або ліво-закручена *спіраль*. Ця фігура проявляється і в побудові галактик, водоворотів і смерчів, черепашок молюсків, малюнків на пальцях людини, в розташуванні листків, квітів й насіння рослин тощо. Вона символізує розвиток, безперервність, доцентровий і відцентровий рух, ритм дихання і самого життя. Чому спіраль є найпоширенішою геометричною фігурою Всесвіту?



РЕЗУЛЬТАТ

Оцінка	Запитання для самоконтролю
1 – 6	1. Що таке біомолекули? 2. Назвіть біомолекули клітини. 3. Що таке малі біомолекули? 4. Назвіть основні групи малих біомолекул. 5. Що таке біополімери? 6. Назвіть групи біополімерів клітин
7 – 9	7. Які основні особливості біомолекул? 8. Які особливості та значення малих біомолекул в клітинах? 9. Яке значення біологічних макромолекул, або біополімерів?
10 – 12	10. Чим макромолекули відрізняються від малих біомолекул?

§ 5. БІЛКИ, ЇХНЯ ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ФУНКЦІЇ

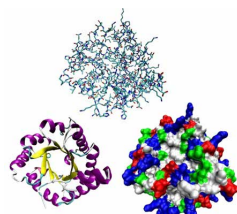
Основні поняття й ключові терміни: БІЛКИ. Амінокислоти. Денатурація. Ренатурація

Пригадайте! Що таке макромолекули?



Поміркуйте!

У природі існує близько 10 трильйонів (10^{12}) різних білків, що забезпечують життєдіяльність організмів всіх ступенів складності від вірусів до людини та відрізняють між собою представників тих двох мільйонів видів організмів, відомих на сьогодні в біології. Від чого залежить така вражаюча різноманітність білків?



Іл. Тривимірна структура білків



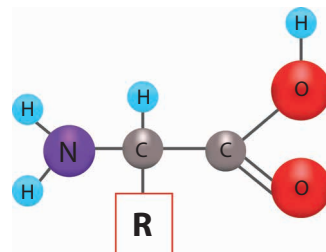
ЗМІСТ

Які особливості будови білків?

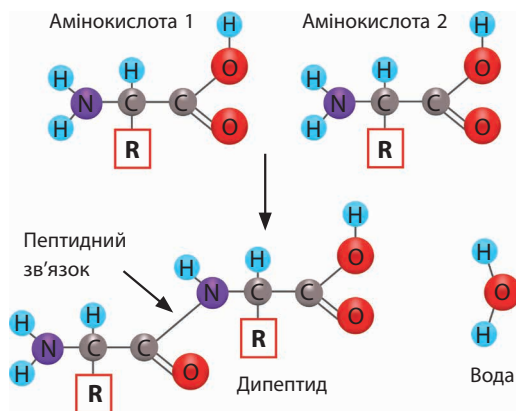
БІЛКИ – це високомолекулярні біополімерні органічні сполуки, мономерами яких є амінокислоти. Особливістю сучасних досліджень білків є визначення білкового складу організмів, чим займається окрема наука – **протеоміка**.

Білки є біополімерами з 20 різних мономерів – природніх основних амінокислот, поєднаних у макромолекулах в специфічній кількості й послідовності. Порядок розташування амінокислот в молекулі білка визначається геном.

Амінокислоти – це малі біомолекули, до складу яких входять аміногрупа і карбоксильна група. Є в складі цих молекул ще радикальна група, яка у різних амінокислот є різною і відрізняє їх одна від одної. При взаємодії NH_2 однієї амінокислоти з COOH іншої утворюються **пептидні зв'язки**, що визначають міцність білкових молекул. За біологічними особливостями амінокислоти поділяють на **замінні** (наприклад, аланін, аспарагін) та **незамінні** (аргінін, валін). Перші синтезуються в організмі людини і тварин, а другі не синтезуються і потрапляють до них лише з харчовими продуктами. Для



Іл. Загальна формула амінокислоти



Іл. Схема утворення пептидного зв'язку

нормальної життєдіяльності організм потребує повного набору з 20 основних амінокислот.

Білки поділяють за хімічним складом на прості (протеїни) та складні (протеїди). Прості білки побудовані лише з амінокислотних залишків, а складні містять ще й небілкові компоненти (атоми Феруму в гемоглобіні, Цинку – в інсуліні, Магнію – в хлорофілі, молекули ліпідів – в ліпопротеїдах, вуглеводів – в гліколіпідах, нуклеїнових кислот – в нуклеопротеїдах).

Отже, нескінченна різноманітність білків визначається різноманітністю комбінацій амінокислот та їхньою здатністю поєднуватись з іншими молекулами.

Якою є структурна організація білків?

Виділяють чотири рівні структури білків.

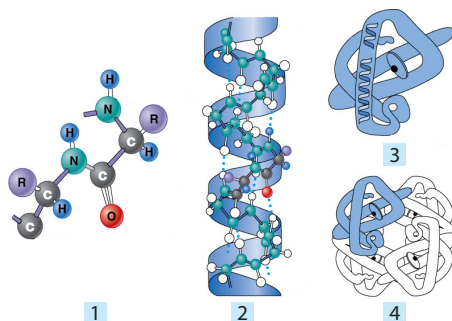
Первинна структура кодується відповідним геном, є специфічною для кожного окремого білка і найбільшою мірою визначає властивості сформованого білка. Формують первинну структуру білків пептидні зв'язки.

Вторинна структура являє собою форму спіралі або структуру складчастого листка і є найстійкішим станом білкового ланцюга. Така стійкість формується завдяки чисельним водневим зв'язкам. Прикладом білків з вторинною структурою є білки-кератини (утворюють волосся, нігті, пір'я тощо) і фіброїн (білок шовку).

Третинна структура виникає в результаті взаємодії амінокислотних залишків з молекулами води. При цьому гідрофобні радикали «втягуються» всередину білкової молекули, а гідрофільні групи орієнтуються у бік розчинника завдяки водневим зв'язкам. У такий спосіб формується компактна молекула білка, усередині якої практично відсутні молекули води. Підтримання третинної структури забезпечують йонні, гідрофобні та електростатичні зв'язки. До білків з третинною структурою відносять міоглобін.

Четвертинна структура виникає внаслідок поєднання кількох субодиниць з утворенням білкового комплексу (мультимера). Підтримання цієї структури також забезпечують йонні, гідрофобні та електростатичні зв'язки. Типовим білком четвертинної структури є гемоглобін.

Білки можуть тривалий час зберігати структуру і фізико-хімічні властивості. Але є ряд чинників (температура, кислоти, луги, важкі метали), впливи яких спричиняють втрату природної структури білка із збереженням первинної. Цей процес називається **денатурацією**. Якщо дія цих чинників припиняється, білок відновлює свій початко-



Іл. Структурна організація білків:

1 – первинна структура (ланцюг);

2 – вторинна структура (спіраль);

3 – третинна структура (глобула);

4 – четвертинна структура (мультимер)

вий стан. Це явище вже називають **ренатурацією**. У живих організмах ці властивості білків пов'язані з виконанням певних функцій: сприйняттям сигналів із зовнішнього середовища, забезпеченні рухів тощо. Необоротний процес руйнування первинної структури білка називають **деструкцією**.

Отже, на різноманітність білків впливає ще й їхня просторова структура, яка формується в процесі згортання білків (або фолдинга).

Яка роль білків у життєдіяльності організмів?

Головна характеристика білків, що дозволяє їм виконувати різноманітний набір функцій, – здатність зв'язуватися з іншими молекулами. Ділянки білків, що відповідають за таке зв'язування, називаються **ділянками зв'язування**. Функції білків в клітині різноманітніші, ніж функції інших макромолекул. Основними із них є:

- **будівельна** – білки є будівельним матеріалом для багатьох структур (напр., колаген є компонентом хрящів, кератин будує пір'я, нігті, волосся, роги, еластин – зв'язки);
- **каталітична** – білки-ферменти прискорюють хімічні реакції (напр., трипсин каталізує гідроліз білків);
- **рухова** – скоротливі білки забезпечують рухи, зміну форми структур організму (напр., міозин й актин, що утворюють міофібрили);
- **транспортна** – білки можуть зв'язувати і транспортувати неорганічні та органічні сполуки (напр., гемоглобін переносить O_2 в крові хребетних, міоглобін переносить O_2 в м'язах, гемоціанін переносить O_2 в крові головоногих молюсків);
- **захисна** – білки здійснюють захист від ушкоджень, антигенів тощо (напр., антитіла зв'язують чужорідні білки, фібриноген є попередником фібрину при зсідання крові);
- **регуляторна** – білки регулюють активність обміну речовин (напр., гормони інсулін, глюкагон регулюють обмін глюкози, соматотропін є гормоном росту);
- **енергетична** – при розщепленні білків в клітинах вивільняється енергія ($1\text{г} = 17,2\text{ кДж}$);
- **сигнальна** – є білки, що можуть змінювати свою структуру при дії на них певних чинників, і передавати сигнали, які при цьому виникають (напр., родопсин – зоровий пігмент);
- **запасаюча** – білки можуть відкладатися про запас і слугувати джерелом важливих сполук (напр., яєчний альбумін як джерело води, казеїн – білок молока);
- **поживна** – є білки, що споживаються організмами (наприклад, казеїн – білок молока для живлення малят ссавців).

Існують багато білків, які розширюють перераховані вище функції білків. Білкову природу мають деякі антибіотики, отрути змій і павуків, бактеріальні токсини. У деяких арктичних риб у крові є білок, який виконує властивості антифризу – він не дає крові цих тварин замерзати.

Отже, різноманітність білків визначає й різноманітність їхніх функцій в життєдіяльності організмів.



ДІЯЛЬНІСТЬ

Навчаємося пізнавати

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1 (А).

Розв'язування елементарних вправ зі структури білків

Мета: формувати вміння застосовувати знання білків для розв'язування вправ.

Для розв'язування вправ потрібно пам'ятати:

- Молекулярна відносна маса (M_r) білків – вимірюється в атомних одиницях маси (а.о.м.) або дальтонах (Да)
- Молекулярна відносна маса амінокислоти... 110 Да чи 100 (а.о.м.)
- Довжина амінокислоти..... 0,35 нм

Вправа 1. Молекулярна маса білка каталази 224 000 (а.о.м.) Скільки амінокислотних залишків в цій молекулі? Яка кількість пептидних зв'язків між амінокислотами утворює ланцюг?

Вправа 2. Інсулін (гормон підшлункової залози) має молекулярну масу 5610 (а.о.м.). Визначте, скільки аміногруп, карбоксильних груп і радикалів входять до його складу?

Вправа 3. Знайдіть молекулярну масу і довжину первинної структури білка лізоциму, якщо відомо, що до його складу входить 129 амінокислотних залишків.

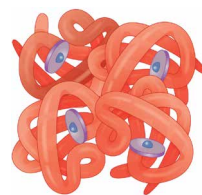
Вправа 4. Молекулярна маса гемоглобіну дорівнює 68660 Да (а.о.м.). Всього (до складу всіх 4 субодиниць гемоглобіну) входить 602 амінокислоти. Визначте молекулярну масу гема.

Вправа 5. Гемоглобін крові людини містить 0,34% заліза. Вирахувати мінімальну масу молекули гемоглобіну (молекулярну масу білка можна визначити за формулою: $M = 100 \times a/b$, де M – молекулярна маса білка, a – атомна або молекулярна маса компонентів, b – відсотковий склад компонента). Який тип структури у гемоглобіну?

Вправа 6. Карбоангідраза – це фермент, з допомогою якого відбувається утворення вуглекислого газу в процесах тканинного дихання. Молекули фермента містять 0,23% цинку. Визначте тип структури й молекулярну масу карбоангідази.

Біологія + Хімія

Гемоглобін (від грец. *haima* – кров і лат. *globus* – куля) – складний залізовмісний білок еритроцитів тварин і людини, здатний зв'язуватися з киснем, забезпечуючи його перенесення до тканин. Доведіть, що будова цього білка пов'язана з його біологічним значенням.



РЕЗУЛЬТАТ

Оцінка	Запитання для самоконтролю
1 – 6	1. Що таке білки? 2. Що таке амінокислоти? 3. Назвіть структурні рівні організації білків 4. Що таке денатурація і ренатурація? 5. Назвіть зв'язки, що стабілізують структуру білків. 6. Назвіть основні функції білків.
7 – 9	7. Які особливості будови білків? 8. Якою є структурна організація білків? 9. Яка роль білків у життєдіяльності організмів?
10 – 12	10. Від чого залежить нескінченна різноманітність білків?

*Вуглеводи, Вуглеводи, із Карбону і води.
У всіх мешканців Природи, не виходити Ви з моди
І без Вас, о Вуглеводи, як без кисню і води.*

Від автора

§ 6. ВУГЛЕВОДИ, БУДОВА, ВЛАСТИВОСТІ ТА РОЛЬ

Основні поняття й ключові терміни: ВУГЛЕВОДИ. Моносахариди. Дисахариди. Полісахариди

Пригадайте! Що таке малі молекули і макромолекули?



Поміркуйте!

Вуглеводи є невід'ємною хімічною складовою частиною клітин усіх, без винятку, організмів планети Земля. Але особливо багато цих сполук в рослинних клітинах, у яких на їхній вміст припадає близько 80%, в той час, як у тваринних клітинах – лише близько 2 %. Як ви думаєте, чому?



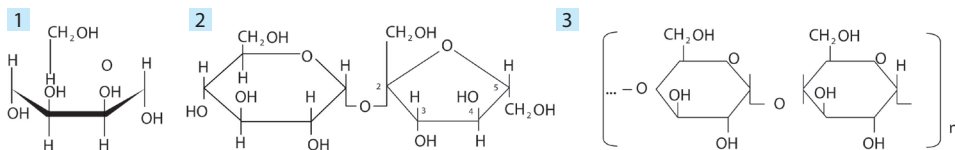
ЗМІСТ

Які особливості будови й властивості вуглеводів?

Перші досліджені вуглеводи мали солодкий смак, тому їх ще часто називають *сахаридами* або *цукрами*. В хімії вуглеводи ще можуть називати *гліцидами* (від гр. *glykys* – солодкий), але її рідко застосовують.

В живій природі вуглеводи є найпоширенішими за масою органічними сполуками. Їхня загальна формула – $C_n(H_{2n}O)_n$, звідки й вихідна назва вуглеводів (вуглець і вода). Деякі вуглеводи можуть також містити Нітроген (наприклад, хітин), Сульфур (наприклад, пектини), Фосфор тощо. Утворюються вуглеводи у клітинах автотрофних організмів (рослини, ціанобактерії, залізобактерії) з неорганічних сполук в процесі фотосинтезу і хемосинтезу. Гетеротрофні організми (тварини, гриби) здійснюють утворення вуглеводів з готових органічних речовин, що надходять з їжею. У живих клітинах з вуглеводів синтезуються амінокислоти, жирні кислоти, вітаміни. Вуглеводи можуть перетворюватися на білки і ліпіди. Отже, без перебільшення, вуглеводи називають основою життя.

Всім відомі такі вуглеводи, як глюкоза й сахароза. Для них характерними є такі властивості як розчинність, здатність до кристалізації та солодкий смак. Але із збільшенням молекулярної маси вуглеводів ці властивості послаблюються і зникають, як-то у крохмалю.



Іл. Найпоширеніші вуглеводи: 1 – моносахарид глюкоза; 2 – дисахарид сахароза;
3 – полісахарид крохмаль

Вуглеводи здатні до безкисневого й кисневого розщеплення, що зумовлює їх провідну роль в забезпеченні усіх клітин енергією. Понад 2/3 енергетичних потреб організму задовольняється внаслідок використання вуглеводів. Продуктами повного розщеплення вуглеводів є CO_2 і H_2O .

Отже, **ВУГЛЕВОДИ** (цукри) – органічні сполуки, до складу яких входять Карбон, Гідроген та Оксиген.

Як класифікують вуглеводи?

Вуглеводи за хімічним складом можуть бути простими і складними. *Прості вуглеводи* утворені у відповідності до загальної формули $\text{C}_n(\text{H}_{2n}\text{O})_n$. А *складні вуглеводи* виникають внаслідок взаємодії молекул простих вуглеводів з молекулами ліпідів, білків, сульфатною кислотою тощо й утворюють складні вуглеводи (наприклад, гліколіпіди, глікопротеїди). Але найчастіше вуглеводи, залежно від здатності до гідролізу, поділяють на три класи: моносахариди, олігосахариди та полісахариди.

Моносахариди (від гр. *monos* – один) – це група вуглеводів, молекули яких у своєму складі мають від трьох до десяти атомів Карбону. Це найпростіші вуглеводи, вони не піддаються гідролізу. За фізичними властивостями це білі кристалічні речовини, солодкі на смак (найсолодшою є фруктоза, що в 5 разів солодша за глюкозу), добре розчинні у воді, спиртах і нерозчинні у полярних розчинниках.

В біохімії вуглеводів вже описано більш як 50 різних природних моносахаридів. Найважливіше значення в живій природі мають пентози (молекули мають 5 атомів Карбону) і гексози (молекули мають 6 атомів Карбону). Із пентоз відомі *рибоза* і *дезоксирибоза*, що входять до складу рибонуклеїнових (РНК) і дезоксирибонуклеїнових (ДНК) кислот. У природі найпоширенішими гексозами є *глюкоза* (виноградний цукор) і *фруктоза* (фруктовий цукор), від вмісту яких залежить солодкий смак ягід, меду.

Олігосахариди (від гр. *oligos* – небагато) – полімерні вуглеводи, в яких декілька залишків моносахаридів з'єднані ковалентними зв'язками. Загальна хімічна формула дисахаридів – $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. При нагріванні з водою чи під дією ферментів зазнають гідролізу і розкладаються на дві молекули моносахаридів. Найбільше значення в живій природі мають *дисахариди*, які утворюються завдяки сполученню двох молекул моносахаридів. Наприклад, буряковий цукор – *сахароза*, молочний цукор – *лактоза*, солодовий цукор – *мальтоза*. Дисахариди, як і моносахариди, мають приємний солодкий смак, дещо слабше розчиняються у воді й кристалізуються.

Полісахариди (гр. *polux* – численний) – полімерні вуглеводи, побудовані з багатьох залишків моносахаридів. Ці сполуки під каталітичним впливом кислот чи ферментів-амілаз піддаються гідролізу

Найпоширеніші вуглеводи організмів

I. **Моносахариди:**

- А. Пентози: *рибоза, дезоксирибоза*
- Б. Гексози: *глюкоза, фруктоза*

II. **Дисахариди:** *сахароза, лактоза, мальтоза*

III. **Полісахариди:** *крохмаль, целюлоза, хітин, глікоген*

з утворенням багатьох моносахаридів. Молекулярна маса деяких полісахаридів може досягати кількох мільйонів. Вони утворюють лінійні (напр., целюлоза, або клітковина) та розгалужені (напр., глікоген) ланцюги. Полісахариди не кристалізуються, несолодкі на смак, серед них є нерозчинні у воді (напр., целюлоза, хітин, крохмаль), деякі здатні утворювати гелі (напр., агар, пектини), а окремі – гідрофільні речовини (напр., глікоген). Залежно від функцій полісахариди поділяють на *структурні, резервні та захисні*.

Отже, вуглеводи можуть класифікувати за хімічним складом, здатністю до гідролізу та функціями

Яка біологічна роль вуглеводів?

Основними функціями вуглеводів у життєдіяльності організмів є будівельна, енергетична, трофічна, резервна, захисна, рецепторна та регуляторна.

Структурна функція. Полісахариди утворюють покриви членистоногих, клітинні стінки грибів (*хітин*), рослин (*целюлоза*), бактерій (муреїн), мембрани тваринних клітин (гліколіпіди і глікопротеїди). Молекули моносахаридів беруть участь у побудові нуклеотидів РНК і ДНК (рибоза і дезоксирибоза), олігосахаридів й полісахаридів (глюкоза, галактоза).

Енергетична функція. Вуглеводи є основним джерелом енергії для клітин. При окисненні 1 г вуглеводів виділяється 17,6 кДж енергії. Це дещо менше, аніж при розпаді жирів, але розщеплення вуглеводів відбувається швидше.

Резервна функція. Вуглеводи відкладаються про запас і поступово споживаються в процесі обміну: у тварин і грибів (*глікоген*), у рослин (*крохмаль*, ламінарин, інулін, агар-агар).

Захисна функція. Вуглеводи використовуються для загоювання і захисту ран у рослин (камеді і слиз), для склеювання частинок їжі в грудочки в складі слини (муцин), як інгібітори зсідання крові (гепарин), для зв'язування й видалення з організму радіонуклідів (пектини).

Рецепторна функція. Гліколіпіди й глікопротеїди беруть участь у побудові клітинних мембран і сприйнятті клітиною подразнень, розпізнаванні й міжклітинній взаємодії тощо.

Регуляторна функція. За участю вуглеводів клітинного соку здійснюються осморегуляторні процеси, що підтримують напружений (тургорний) стан рослинних клітин. Рівень глюкози в крові людини є параметром гомеостазу внутрішнього середовища.

Отже, вуглеводи є складовою частиною усіх клітин і забезпечують життєво важливі функції усіх організмів.



Іл. Клітинні стінки грибів і екзоскелет раків містять хітин

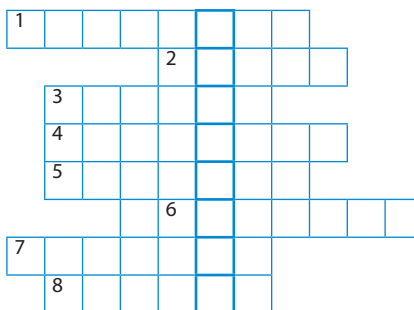


ДІЯЛЬНІСТЬ

Навчаємося пізнавати

Кросворд «Вуглеводи»

- Запасаючий полісахарид тварин й грибів.
- Полісахарид, що утворює екзоскелет комах.
- Рослинний клей.
- Буряковий цукор.
- Виноградний цукор.
- Солодовий цукор.
- Гормон, що регулює обмін вуглеводів.
- Моносахарид, що є складником РНК.



У випадку правильного розв'язання кросворда, у виділених клітинках ви отримаєте назву хімічних реакцій розкладу речовин за участю води з утворенням нових молекул.

Біологія + Грецька мова

Найпоширенішою класифікацією моносахаридів є класифікація залежно від кількості атомів Карбону в молекулі. Згідно з нею назви груп моносахаридів утворюють від грецької назви числівника, що відповідає цій кількості з додаванням закінчення *-оза* (тріози, тетрози, пентози, гексози, гептози, октози, нанози, декози). Зіставте приставки, запозичені з грецьких кількісних числівників, з арабськими й грецькими цифрами.

1 I	10 Δ	1000 X
2 II	20 ΔΔ	2000 XX
3 III	50 P	5000 P
4 IIII	80 PΔΔΔ	6000 PX
5 Γ	100 H	10,000 M
6 ΓI	300 HHH	20,000 MM
7 ΓII	500 P	50,000 P
8 ΓIII	700 PHH	60,000 PM
9 ΓIIII		

Пента-	Трі-	Бі-	Тетра-	Моно-	Гепта-	Гекса-	Окто-	Дека-	Нона-	Ундека-	Додека-
5											
V											



РЕЗУЛЬТАТ

Оцінка	Запитання для самоконтролю
1 – 6	1. Що таке вуглеводи? 2. Наведіть приклади вуглеводів. 3. Що таке моносахариди, дисахариди, полісахариди? 4. Наведіть приклади і функції моносахаридів. 5. Наведіть приклади і функції дисахаридів. 6. Наведіть приклади і функції полісахаридів
7 – 9	7. Які особливості будови й властивості вуглеводів? 8. Як класифікують вуглеводи? 9. Яка біологічна роль вуглеводів?
10 – 12	10. Доведіть взаємозв'язок між молекулярною масою, властивостями та функціями вуглеводів

Основні поняття й ключові терміни: ЛІПІДИ. Жирні кислоти. Прості ліпіди. Складні ліпіди



В сучасній біології уже звичними стали такі галузі науки, як **геноміка** й **протеоміка**. Вони вивчають, відповідно, генний і білковий склад у різних типів клітин. Але останнім часом суттєво зріс науковий інтерес до ліпідів: їх почали досліджувати не лише біохіміки, але й фізіологи, вірусологи, фармакологи, імунологи та інші. Це стало причиною того, що виникає новий розділ біохімії – **ліпідоміка**, що вивчає ліпідний склад клітин і на дослідження у цьому напрямку виділяються величезні кошти. Яке ж біологічне значення ліпідів, що входять у набір основних «молекул життя»?

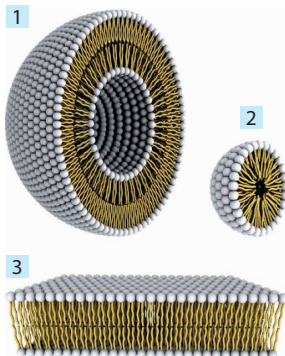


Які особливості будови та властивості ліпідів визначають їхнє значення?

[illegible]

Іл. Пальмітинова кислота: хімічний склад та будова молекули

Жирні кислоти – це група малих молекул, що за хімічною природою є одноосновними карбоновими кислотами. Загальною формулою жирних кислот є $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{COOH}$. Їхні молекули мають дві різних частини: довгий карбоновий ланцюг і карбоксильну групу. Гідрофобний ланцюг жирних кислот слабо активний, з водою не взаємодіє і тому вся їхня хімічна активність зумовлена гідрофільною карбоксильною групою. Завдяки таким особливостям жирні кислоти та їхні похідні у воді утворюють поверхневі плівки, краплини, невеликі кулясті міцели та ін. Ці комплекси мають величезне значення для організмів, оскільки беруть участь у побудові клітинних мембран, утворю-



Іл. 1– ліпосома; 2 – міцела;
3 – ліпідний бішар

ють запасуючі включення, забезпечують засвоєння жиророзчинних вітамінів, сприяють травленню жирів тощо. На сьогодні відомо понад 800 природних жирних кислот, проте значного поширення у живій природі набули близько двадцяти. Найбільш відомими є *пальмітинова* – $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$, *стеаринова* – $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$, *олеїнова* – $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ та ін.

Жирні кислоти беруть участь в хімічних реакціях утворення ліпідів як реагенти і не виступають в якості мономерів, тому ліпіди це не полімерні сполуки. Більшість ліпідів (воски, жири) характеризуються нерозчинністю у воді (гідрофобністю) та розчинністю у неполярних розчинниках: ефірі, ацетоні, хлороформі, бензолі та ін. Такі властивості зумовлені відсутністю полярних груп у їхніх молекулах. Інші групи ліпідів (фосфоліпіди, гліколіпіди) проявляють подвійні амфіфільні властивості, тому що містять полярні (гідрофільні головки ортофосфатної кислоти чи спирту) і неполярні (ланцюг жирної кислоти) групи.

Усі ліпіди в організмі піддаються гідролізу під дією специфічних ферментів – ліпаз з утворенням жирних кислот.

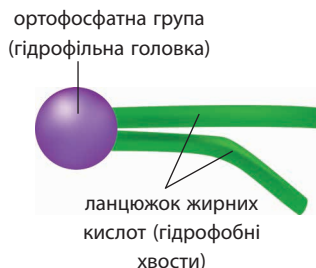
Отже, **ліпіди** (від гр. *lipos* – жир) – органічні сполуки, спільною ознакою яких є наявність у складі залишків жирних кислот, а найзагальнішими властивостями – гідрофобність, амфіфільність та не полімерність.

Як класифікують ліпіди?

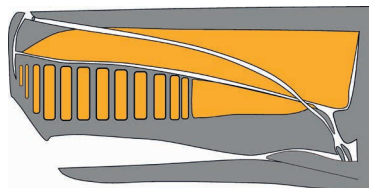
Існує декілька класифікацій ліпідів, серед яких можна виділити класифікації за біологічними функціями (резервні ліпіди, структурні ліпіди), властивостями (полярні ліпіди, неполярні ліпіди) і класифікація за структурними особливостями, що є найбільш вживаною. Згідно з нею всі ліпіди поділяються на прості й складні.

Прості ліпіди є похідними жирних кислот і спиртів. Найвідомішими з них є воски й жири. **Воски** – це гідрофобні сполуки, в утворенні яких беруть участь жирні кислоти й одноатомні спирти. Їх поділяють на *тваринні воски* (наприклад, спермацет, ланолін, бджолиний віск, китайський віск) та *рослинні воски* (наприклад, кутин, суберин). Ці речовини утворюють захисну кутикулу на листках й плодах, вкривають хітинову оболонку комах й павуків, використовуються для побудови сотів бджолами, збільшують плавучість китів та ін.

Жири – це гідрофобні сполуки, в утворенні яких беруть участь жирні кислоти й трьохатомний спирт гліцерин. За походженням жири поділяють на рослинні (соняшникова, трояндова, масло какао) й тваринні (китовий жир, свинячий жир, риб'ячий жир), що можуть бути рідкими й твердими. Основна функція жирів – енергетична.



Іл. Будова молекули фосфоліпіда



Іл. Спермацетовий орган в голові кашалота

Складні ліпіди, окрім ліпідної частини, містять й інші речовини. У *лінопротеїдів* такими сполуками є білки, у *фосфоліпідів* – залишок фосфорної кислоти, у *гліколіпідів* – вуглеводи. Ці сполуки виконують, здебільшого, структурну функцію.

До ліпідів відносять й **жироподібні сполуки** (ліпоїди), що є їхніми попередниками або похідними. Більшість із них здійснюють в організмі регуляторну функцію. Прикладом подібних речовин є **стероїди** – гідрофобні сполуки, що проявляють високу біологічну активність. До стероїдів належать холестерин, жовчні кислоти. Стероїдну природу мають й статеві гормони та гормони надниркових залоз (кортикостероїди). До жироподібних сполук належать жиророзчинні вітаміни D, E, K і A.

Отже, класифікувати ліпіди дуже важко через їхню величезну хімічну різноманітність, але найчастіше їх поділяють за хімічним складом на прості й складні ліпіди

Яка біологічна роль ліпідів?

Функції ліпідів в організмі тісно пов'язані з їхніми властивостями й особливостями будови. Серед основних функцій, що ілюструють значення ліпідів, можна виділити наступні:

- **будівельна** (фосфоліпіди й холестерин беруть участь у побудові біліпідного шару клітинних мембран);
- **енергетична** (при розщепленні 1 г жирів вивільняється 38,9 кДж енергії, тобто удвічі більше, аніж при окисненні білків і вуглеводів);
- **запасаюча** (у рослин відкладаються про запас олії, у тварин – жири, а також надлишок вуглеводів й білків може перетворюватися в жири і відкладатися про запас);
- **теплоізоляційна** (завдяки низькій теплопровідності жири, накопичуючись в підшкірній клітковині, запобігають втратам тепла);
- **водоутворююча** (при окисненні 1 г жирів утворюється 1,1 г метаболічної води, яка дуже важлива для мешканців пустелі, тварин, які впадають у сплячку);
- **регуляторна** (статеві гормони, кортикостероїдні гормони беруть участь в ендокринній регуляції процесів життєдіяльності організмів);
- **захисна** (воски захищають органи рослин від втрат води, жири навколо внутрішніх органів в організмі тварин захищають їх від механічних впливів, вітамін F має антиалергічну й протизапальну дію в організмі людини);
- **сигнальна** (гліколіпіди в складі мембран здійснюють сприйняття подразнень)
- **антиоксидантна** (вітаміни A і E виступають речовинами, що захищають клітини від небезпечних для процесів життєдіяльності вільних радикалів)
- **травна** (жовчні кислоти, фосфоліпіди, *холестерин* беруть участь в емульгації жирів та їх всмоктуванні. Окрім того, жири є розчинниками для вітамінів D, E, K, A і їх наявність в складі їжі суттєво впливає на засвоєння цих вітамінів в організмі).

Отже, біологічні функції ліпідів є такими ж різноманітними, як і самі ліпіди.



ДІЯЛЬНІСТЬ

Домашні досліді на застосування знань

Дослід 1. У тарілочку з молоком наливаємо невелику кількість декількох різних за кольором харчових барвників. Що відбувається? Через деякий час беремо ватну паличку, змочуємо її кінчик медичним спиртом (засобом для миття посуду) і опускаємо в центр тарілки. Що спостерігаєте?



Дослід 2. У три пробірки помістіть по 1 мл олії. У першу пробірку додайте 5мл води, у другу – 5 мл спирту, у третю – 5 мл медичного ефіру, чи спирту (можна придбати в аптеці). Вміст усіх трьох пробірок енергійно струсіть. Що спостерігаєте?

Дослід 3. Приготуйте три клаптики світлої тканини. На першому клаптику зробіть 5 плям розтопленим віском із свічки, на другому – 5 плям соняшниковою олією, а на третьому – отримайте зелені плями від трави. Для виведення плям використовуйте одеколон, нашатирний спирт, винний оцет, медичний спирт, медичний ефір. Поясніть результат.

Самостійне завдання на зіставлення

Приведіть у відповідність запропоновані назви ліпідів із визначеннями та отримайте назву методу вилучення речовин із суміші за допомогою певного розчинника.

Назви ліпідів: 1 – ланолін; 2 – спермацет; 3 – фосфоліпіди; 4 – жирні кислоти; 5 – жовчні кислоти; 6 – тестостерон; 7 – вітамін F; 8 – кутин; 9 – вітамін D; 10 – холестерин.

Визначення: А – стероїдний чоловічий статевий гормон; Е – тваринний шерстяний віск; І – жиророзчинний вітамін, що регулює обмін Кальцію; К₁ – китовий віск для збільшення плавучості, К₂ – жиророзчинний вітамін із незамінних жирних кислот; С – складні ліпіди, що є основними компонентами клітинних мембран, Т – основні компоненти молекул ліпідів, Р – стероїдні сполуки, що здійснюють подрібнення й емульгацію жирів у травленні; Ц – рослинний віск, що утворює кутикулу листків, Я – жироподібна сполука, що може спричинювати атеросклероз.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10



РЕЗУЛЬТАТ

Оцінка	Запитання для самоконтролю
1 – 6	1. Що таке ліпіди? 2. Що таке жирні кислоти? 3. Наведіть приклади простих ліпідів. 4. Наведіть приклади складних ліпідів. 5. Назвіть основні функції ліпідів. 6. Поясніть структурну й енергетичну функції ліпідів.
7 – 9	7. Які особливості будови та властивості ліпідів визначають їхнє значення? 8. Як класифікують ліпіди? 9. Яка біологічна роль ліпідів?
10 – 12	10. Доведіть взаємозв'язок будови й властивостей ліпідів з їхніми біологічними функціями.

§ 8. НУКЛЕЙНОВІ КИСЛОТИ

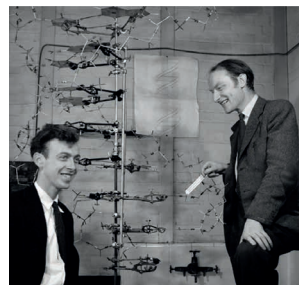
Основні поняття й ключові терміни: НУКЛЕЙНОВІ КИСЛОТИ. Нуклеотиди

Пригадайте! Що таке біополімери та мономери?



Знайомтеся!

25 квітня 1953 року вважається днем народження молекулярної біології, оскільки в цей день в журналі Nature була опублікована стаття Джеймса Уотсона і Френсіса Кріка з описом створеної моделі просторової структури ДНК. Одне з найбільших відкриттів людства було зроблено так, що неможливо визначити, який науці це відкриття належить, – так тісно злилися в ньому хімія, фізика та біологія.



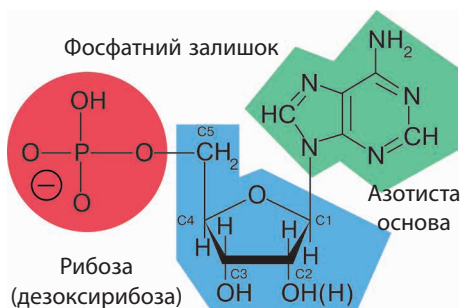
ЗМІСТ

Які особливості будови та властивості нуклеїнових кислот?

В живому організмі є хімічні сполуки, що призначені лише для збереження спадкової інформації. Це *дезоксирибонуклеїнові кислоти* (ДНК). Вони не лише зберігають інформацію всередині організму, але й передають її наступному поколінню. В клітинах організму є й сполуки, що цю інформацію реалізують у певні білки. Це *рибонуклеїнові кислоти* (РНК).

Нуклеїнові кислоти виявлені швейцарським хіміком Ф. Мішером у складі ядер лейкоцитів в 1869 році, звідки й походить їхня назва (від лат. *нуклеус* – ядро). Це найбільш високомолекулярні речовини у клітині, їх маса досягає декількох мільйонів. Пізніше хіміки встановили, що нуклеїнові кислоти мають вигляд нерозгалуженого ланцюга, утвореного з *нуклеотидів*.

Нуклеотиди – органічні сполуки, молекули яких складаються з азотистої основи, моносахариду і залишків фосфорної кислоти. Вміст цих малих молекул у клітині складає 0,4% від загальної її маси. Отже, до складу молекул нуклеотидів входять: 1) азотиста (нітратна) основа (А – аденін, або Г – гуанін, або Т – тимін, або Ц – цитозин, або У – урацил); 2) залишок пентози (Р – рибоза або Д – дезоксирибоза) і фосфорна кислота. Нуклеотиди добре розчинні у воді, проявляють властивості кислот, оскільки містять ортофосфатну кислоту, а завдяки нітратним основам – основні властивості. І саме ці властивості, співвідношення і послідовність розташування нуклеотидів та просторова структура молекул визна-



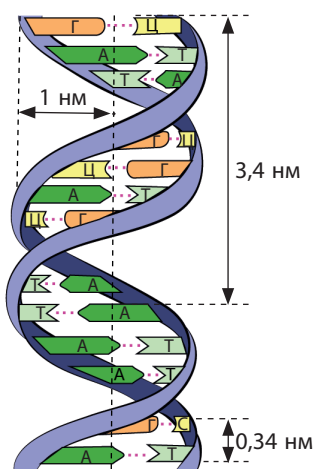
Іл. Будова нуклеотиду

чають властивості й функції нуклеїнових кислот. Організми різних видів відрізняються один від одного, тому що молекули ДНК їхніх клітин мають різну послідовність нуклеотидів, і відповідно, різну спадкову інформацію.

Отже, **НУКЛЕЇНОВІ КИСЛОТИ** – складні високомолекулярні біополімери, побудовані з нуклеотидів, які у всіх живих організмах виконують роль збереження, передачі й реалізації спадкової інформації.

Які особливості структури та властивості ДНК?

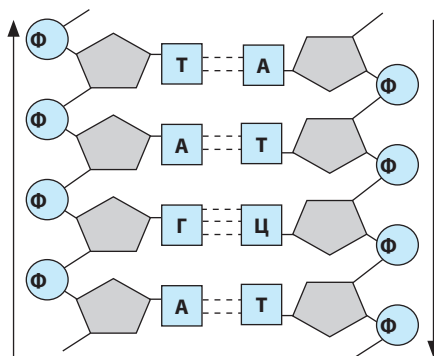
Яким чином довгий нерозгалужений ланцюг ДНК кодує усю спадкову інформацію організму? Як ця інформація передається від одного покоління наступному? А як ці довгі ланцюги розташовані в мікроскопічному ядрі? Відповідь на ці та інші подібні питання ховає в собі просторова структура ДНК, яку описали Дж. Уотсон і Ф. Крік. Отримані ними дані свідчать про те, що молекула ДНК є подвійним ланцюгом, згорнутим у спіраль. У природі ця спіраль, зазвичай, правозакручена. Відстань між сусідніми нуклеотидами в ланцюгу становить 0,34 нм, крок спіралі дорівнює 3,4 нм і містить 10 пар основ, а діаметр спіралі 2 нм.



Іл. Будова і розміри ДНК

Спіраль ДНК складається з дезоксирибонуклеотидів, в утворенні яких беруть участь: азотисті основи аденін, тимін, гуанін і цитозин, моносахарид дезоксирибоза і залишки ортофосфатної кислоти. Мономери ДНК поділяють на 4 типи: аденінові, тимінові, гуанінові й цитозинові. Нуклеотиди в одному ланцюзі поєднані міцними ковалентними (фосфодіефірними) зв'язками, а нуклеотиди з різних ланцюгів в молекулах ДНК з'єднуються між собою за допомогою водневих зв'язків на основі принципу комплементарності ($A = T, G = C$).

Величезне значення відкриття Дж. Уотсона й Ф. Кріка полягає ще й в тому, що модель просторової структури ДНК дозволяє пояснити, як відбувається передача спадкової інформації. Ланцюги ДНК комплементарні між собою і можуть слугувати матрицею для утворення нових ланцюгів. *Процес самоподвоєння ДНК, який забезпечує точне копіювання спадкової інформації і передавання її з покоління в покоління, називається реплікацією* (від англ. *replication* – копіювання). Механізм реплікації відбувається з високою точністю, але деколи все ж таки трапляються помилки. Тому молекули ДНК здатні



Іл. Будова і зв'язки ДНК

до виправлення порушень. *Репарація* (від англ. *DNA repair* — «ремонт ДНК») – сукупність процесів, за допомогою яких виправляються пошкодження молекул. Ще однією властивістю ДНК є здатність до *денатурації* (втрата молекулою ДНК спіральної структури внаслідок розриву водневих зв'язків між комплементарними азотистими основами) і *ренатурації* (відновлення двоспіральної структури завдяки встановленню водневих зв'язків між комплементарними азотистими основами).



Іл. Реплікація ДНК

Отже, **ДЕЗОКСИРИБОНУКЛЕІНОВА КИСЛОТА** (ДНК) – нуклеїнова кислота, у якої: мономерами є дезоксирибонуклеотиди; структура – подвійна спіраль; основні властивості – реплікація, репарація, денатурація й ренатурація.

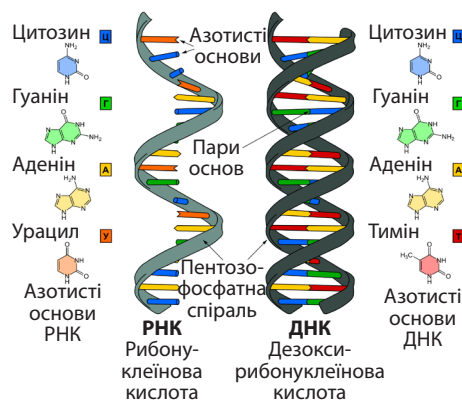
Чим і чому РНК відрізняється від ДНК?

Спадкова інформація зберігається в ДНК. Роль посередників у передачі цієї інформації від ДНК до рибосом для її реалізації відіграють РНК. Взаємовідносини ДНК, РНК і білків у молекулярній біології представляють у вигляді схеми: ДНК → РНК → білок.

Для синтезу білка певні ділянки ДНК, що називаються *генами*, копіюються у вигляді РНК. Ці нуклеїнові кислоти відрізняються від ДНК як за хімічним складом, так і за функціями. РНК побудована з **рибонуклеотидів**, в утворенні яких беруть участь азотисті основи аденін, гуанін, цитозин і **урацил**, моносахарид **рибоза** та залишки ортофосфатної кислоти. Виділяють 4 типи рибонуклеотидів (аденінові, урацилові, гуанінові й цитозинові), що поєднуються в одинарний ланцюг з допомогою ковалентних зв'язків.

Таким чином, молекули РНК відрізняються від ДНК низкою ознак: а) вуглеводом РНК є рибоза; б) РНК не містить тиміну, його місце займає урацил; в) РНК є одноланцюговою молекулою. Окрім того, РНК завжди мають меншу довжину й молекулярну масу, оскільки є копіями окремих ділянок ДНК.

На ДНК синтезуються декілька видів РНК: 1) інформаційні (іРНК); 2) транспортні (тРНК); 3) рибосомні (рРНК). Інформаційні РНК копіюють і переносять інформацію про первинну структуру певного білка до рибосом. Транспортні РНК приєднують і транспортують до рибосом амінокислоти, з яких цей білок буде утворюватися. Рибосомні РНК утворюють самі рибосоми.



Іл. Особливості будови і структури РНК й ДНК

Отже, **РИБОНУКЛЕІНОВІ КИСЛОТИ** – це біополімерні молекули, що побудовані з рибонуклеотидів і забезпечують реалізацію спадкової інформації у вигляді молекул білків.



ДІЯЛЬНІСТЬ

Навчаємося пізнавати

Практична робота 1 (Б)

Розв'язання елементарних вправ зі структури нуклеїнових кислот

Мета: формувати практичні вміння розв'язування біологічних вправ і уміння застосовувати знання

Для розв'язування задач цього типу потрібно чітко пам'ятати:

- довжина нуклеотиду – **0,34 (нм);**
- молекулярна маса нуклеотиду – **345 (а.о.м.);**

Правило Чаргаффа (1950): кількість аденінових нуклеотидів у молекулі ДНК дорівнює числу тимінових ($A = T$), а гуанінових - цитозинових ($G = C$), звідки сума аденінових і гуанінових залишків дорівнює сумі тимінових і цитозинових ($A + G = T + C$).

Вправа 1. У фрагменті одного ланцюга молекули ДНК нуклеотиди розміщені у такій послідовності: ТТГ АГЦ АЦГ ГТА ААТ ЦГА. Побудуйте схему дволанцюгової ДНК. Визначте довжину і масу цього фрагмента.

Вправа 2. Фрагмент молекули РНК вівці складається з 37 нуклеотидів. Яка його довжина?

Вправа 3. Яка довжина молекули фрагмента ДНК, який складається з 270 нуклеотидів?

Вправа 4. Фрагмент одного з ланцюгів ДНК має такий нуклеотидний склад: АТГ-ГАЦ-АЦГ-ТГА. Визначте: а) послідовність нуклеотидів у другому ланцюгу ДНК; б) довжину ділянки ДНК.

Вправа 5. Фрагмент молекули ДНК містить 560 тимінових нуклеотидів, що становить 28% загальної кількості. Визначте: а) скільки в даному фрагменті аденінових, гуанінових і цитозинових нуклеотидів; б) розмір даного фрагмента.

Вправа 6. У молекулі ДНК з відносною масою 69 000 на частку аденінових нуклеотидів припадає 8625. Визначте кількість нуклеотидів кожного виду.

Завдання на порівняння

З допомогою таблиці порівняйте ДНК і РНК та сформулюйте висновки про причини відмінностей.

Таблиця. ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДНК І РНК

Ознаки	ДНК	РНК
Мономер		
Склад нуклеотидів		
Структура		
Властивості		
Функції		



РЕЗУЛЬТАТ

Оцінка	Запитання для самоконтролю
1 – 6	1. Що таке нуклеїнові кислоти? 2. Що таке нуклеотиди? 3. Які нуклеотиди утворюють ДНК? 4. Яка роль ДНК в клітинах? 5. Що таке РНК? 6. Які є види РНК?
7 – 9	7. Які особливості будови та властивості нуклеїнових кислот? 8. Які особливості структури та властивості ДНК? 9. Чим і чому РНК відрізняється від ДНК?
10 – 12	10. Які причини подібності та відмінностей ДНК і РНК?

§ 9. МОЛЕКУЛЯРНИЙ РІВЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ЖИТТЯ

Основні поняття й ключові терміни: **МОЛЕКУЛЯРНИЙ РІВЕНЬ ЖИТТЯ.**

Аденозинтрифосфатна кислота (АТФ). Ферменти

Пригадайте! Що таке біологічні системи?



Запам'ятайте!

Енергія (від грец. *енергос* – діяльний) – це фізична величина, загальна кількісна міра руху і взаємодії всіх видів матерії. Поняття енергії поєднує всі явища природи в одне ціле. Поняття енергії пов'язане зі здатністю фізичного тіла або системи виконувати роботу. При цьому тіло або система частково втрачає енергію.



ЗМІСТ

Як забезпечується єдність та постійність хімічного складу клітини?

МОЛЕКУЛЯРНИЙ РІВЕНЬ ЖИТТЯ – це рівень організації, існування й властивості якого визначаються хімічними елементами і молекулами та їхньою участю в процесах перетворення речовин, енергії та інформації. Для підтримання упорядкованості хімічного складу в мінливих умовах існування клітинам необхідне безперервне надходження **енергії** ззовні. Джерелом цієї енергії є світло для клітин автотрофів або хімічна енергія готових органічних сполук для клітин гетеротрофів. Перший закон термодинаміки вказує на те, що *енергія не може бути створена, ні знищена, вона лише переходить з однієї форми в іншу*. Наприклад, у рослинних клітинах світлова енергія перетворюється в хімічну енергію зв'язків глюкози, у клітинах тварин хімічна енергія вуглеводів перетворюється у механічну енергію руху. Під час перетворень енергії в клітинах якась її частка втрачається у вигляді тепла. Всі ці перетворення енергії складають її енергетичний обмін.

Під час енергетичного обміну енергія використовується для перетворення **речовин**: синтезу складних молекул із простих, утворення особливих енергетичних сполук з макроергічними зв'язками тощо. Завдяки енергії клітина здійснює й перетворення **інформації**: сприймає сенсорну інформацію ззовні, подає інформативні сигнали для інших клітин, передає спадкову інформацію наступному поколінню клітин. Ці

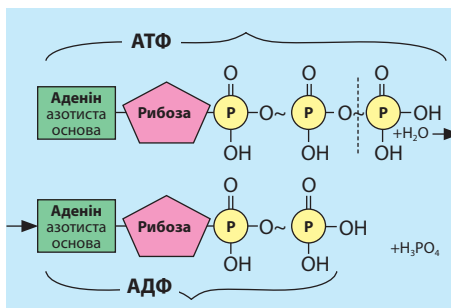
Молекулярний рівень організації життя	
Структурна упорядкованість	Функціональна упорядкованість
1. Елементарні складники: - органогени; - макроелементи; - мікроелементи 2. Молекулярні складники: - неорганічні молекули; - органічні молекули	1. Процеси перетворення енергії 2. Процеси перетворення речовин 3. Процеси перетворення інформації

приклади свідчать про те, що перетворення енергії відбуваються у єдності з перетвореннями речовин та інформації.

Отже, єдність й постійність складників молекулярного рівня забезпечується триєдиним потоком енергії, речовин та інформації, що постійно проходять через клітини.

Як будова АТФ пов'язана з її функціями?

Аденозинтрифосфатна кислота (АТФ) – органічна сполука, що належить до вільних нуклеотидів і є універсальним хімічним акумулятором енергії в клітині. Молекула АТФ є нуклеотидом, який складається із аденіну, рибози і трьох залишків ортофосфатної кислоти. При гідролітичному відщепленні фосфатної групи від АТФ вивільняється близько 40 кДж енергії та утворюється АДФ (аденозиндифосфатна кислота). Коли ж від молекули АТФ відщеплюються два фосфати, утворюється АМФ (аденозинмонофосфатна кислота) і звільняється близько 80 кДж енергії. АТФ утворюється за рахунок енергії, що виділяється при окисненні речовин в цитоплазмі клітин, в мітохондріях, а при фотосинтезі – ще й в хлоропластах.



Використання АТФ залежить від енергетичних потреб клітин. Так, у стані спокою у людини розпадається 28 г АТФ за хвилину, а при фізичному навантаженні витрати АТФ досягають 500 г за хвилину.

У зворотньому процесі, при утворенні АТФ з АДФ чи АМФ і неорганічного фосфату, відбувається акумуляція енергії у високоенергетичних макроергічних зв'язках, які виникають між залишками ортофосфатної кислоти. Молекули АТФ утворюються в кисневих і безкисневих умовах. Процеси розщеплення і утворення АТФ відбуваються постійно відповідно до схеми:



Отже, основна функція АТФ це енергетична, оскільки бере участь в енергетичному обміні, запасуючи в своїх макроергічних зв'язках значну кількість енергії.

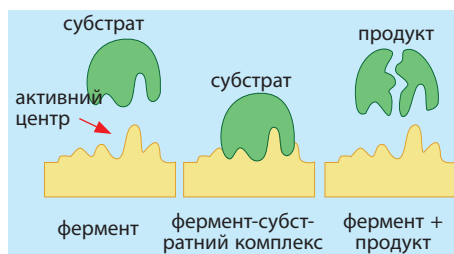
Яке значення ферментів в клітині?

Встановлено, що ферменти мають білкову природу, утворюються в клітинах організмів і виступають у ролі каталізаторів практично в усіх біохімічних реакціях. Відмінність ферментів від хімічних каталізаторів полягає у їхній специфічності. Кожний вид фермента каталізує особливу хімічну реакцію. В природі є і РНК-ферменти, що називаються рибозимами. Їх вважають первісною формою ферментів, які були замінені білковими ферментами в процесі еволюції. Наука про ферменти називається *ензимологією*.

Загальними властивостями ферментів є:

- наявність активних центрів (ділянки з декількох амінокислот, до яких приєднуються молекули субстрату);
- специфічність, яка визначається комплементарною відповідністю між ділянкою ферменту й молекулою субстрата;
- залежність активності від певних умов (рН, температури, тиску, концентрації субстрату та ферментів);
- невитратність – прискорюють реакції, але самі при цьому не витрачаються;
- висока біологічна активність – для реакцій використовуються в малих кількостях;
- регульованість дії відбувається під впливом певних сполук (регуляторні білки, катіони металів, аніони кислот).

Найчастіше ферменти класифікують за хімічним складом на прості й складні ферменти. *Прості ферменти* є однокомпонентними, тобто мають лише білкову частину (напр., амілази, ліпази, протеази). *Складні ферменти* – двоконпонентні, складаються з апофермента (білкова частина) й кофактора (небілкова частина) (напр., каталаза, ДНК-полімераза).



Іл. Механізм дії ферментів

Ферментні реакції поділяються на анаболічні (реакції синтезу) і катаболічні (реакції розпаду), а сукупність всіх цих процесів в живій системі називають метаболізмом.

Значення ферментів полягає в тому, що вони прискорюють швидкість хімічних реакцій в клітині, забезпечуючи хімічні перетворення речовин внаслідок зниження енергії активації (енергії, необхідної для надання реакційної здатності молекулі).

Отже, **ферменти** – високоспецифічні білкові молекули або РНК-молекули, які є біологічними каталізаторами реакцій в клітинах.



ДІЯЛЬНІСТЬ

Навчаємося пізнавати

Лабораторне дослідження. ВЛАСТИВОСТІ ФЕРМЕНТІВ

Мета: формувати дослідницькі уміння визначати властивості ферментів.

Обладнання й матеріали: предметні й накривні скельця, пробірки, мікроскопи, листки елодеї, м'якоть яблука, шматочки сирю та вареної картоплі, сирого та вареного м'яса, ступка, свіжий 3%-ий розчин H_2O_2 , дистильована вода.

Теоретична частина

Пероксид гідрогену (H_2O_2) нагромаджується в живих клітинах внаслідок окисно-відновних процесів. Він токсично впливає на життєдіяльність клітини. Цьому перешкоджає фермент *каталаза* (пероксидаза), що каталізує розщеплення H_2O_2 на воду і O_2 .

Хід роботи:

1. Виготовте мікропрепарат листка елодеї і розгляньте його під мікроскопом. Капніть на предметне скло з одного боку накривного скельця розчином пероксиду гідрогену, з другого – відтягніть воду фільтрувальним папером. Простежте під мікроскопом за явищем.
2. Приготуйте 7 пробірок і помістіть в них нижче названі об'єкти. В кожну пробірку внесіть 6–7 крапель H_2O_2 і стежте за змінами в пробірках. Занесіть результати в таблицю.

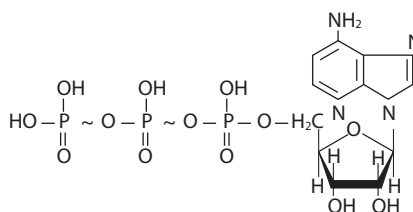
1	2	3	4	5	6
м'якоть яблука	сира картопля	варена картопля	сире м'ясо	варене м'ясо	перетерте яблуко

3. Підсумок роботи.

Розв'язування вправ

Вправа 1. Скільки енергії звільняється за розщеплення 5 молів АТФ до АДФ та 3 молів АТФ до АМФ?

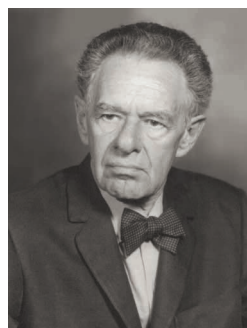
Вправа 2. Скільки грам АТФ має зазнати розпаду до АДФ, для того щоб забезпечити розумову діяльність учня масою 40 кг упродовж 30 хвилин при витратах енергії 6,3 кДж/кг/год.



Іл. Будова АТФ (хімічна формула – $C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3$)

Біологія + Відкриття

У результаті вивчення клітинного метаболізму німецький біохімік Фріц Ліпман (1899–1986) висловив гіпотезу, що основним джерелом енергії для підтримки реакцій у живій клітині є АТФ. Ліпман показав, як саме АТФ за участю кофактора А допомагає перетворити енергію макроергічних зв'язків на інші форми енергії. Ф. Ліпман був нагороджений Нобелівською премією з фізіології й медицини (1953) за «відкриття кофактора А та визначення його впливу на проміжні стадії метаболізму». Чому відкриття АТФ та його впливу на обмін речовин є таким важливим науковим відкриттям?



РЕЗУЛЬТАТ

Оцінка	Запитання для самоконтролю
1 – 6	1. Що таке молекулярний рівень організації життя? 2. Що є зовнішніми джерелами енергії для існування клітини? 3. Що таке АТФ? 4. Яка роль АТФ у життєдіяльності клітин? 5. Що таке ферменти? 6. Наведіть приклади ферментів.
7 – 9	7. Як забезпечується єдність та постійність хімічного складу клітини? 8. Як будова АТФ пов'язана з її функціями? 9. Яке значення ферментів в клітині?
10 – 12	10. Визначте чинники, від яких залежать властивості ферментів.

Узагальнення теми 1. ХІМІЧНИЙ СКЛАД КЛІТИНИ ТА БІОЛОГІЧНІ МОЛЕКУЛИ

Основною ознакою живого на молекулярному рівні називають ЄД-НІСТЬ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ. До складу всіх живих організмів входять ті ж хімічні елементи, які містяться й у неживій матерії. Однак їх співвідношення в живому й неживому різне. Так, у живих організмах набагато більша частина хімічного складу припадає на чотири елементи. Крім того, усі живі організми побудовані з біомолекул, що відсутні в неживій природі. Це білки, ліпіди, вуглеводи, нуклеїнові кислоти й АТФ.

**Таблиця. ОСОБЛИВОСТІ, РІЗНОМАНІТНІСТЬ ТА ФУНКЦІЇ
ОСНОВНИХ ХІМІЧНИХ СПОЛУК ЖИВОГО**

Назва	Особливості	Різноманітність	Функції
Вода	Малі розміри молекул з міцними ковалентними зв'язками; водневі зв'язки між молекулами; дипольність молекул	Структурована Вільна	Розчинник і реагент, тепло- і осморегулятор, опора і засіб транспорту, конформатор
Назва	Особливості	Різноманітність	Функції
Мінеральні солі	Існують у живому в твердому стані або у вигляді йонів	Розчинні (хлориди, сульфати, нітрати), нерозчинні (фосфати, карбонати, силікати)	Регуляторна Транспортна Будівельна
Вуглеводи	Загальна формула – $C_nH_{2n}O_n$, гідрофільні й гідрофобні, солодкі й несолодкі, кристалічні й некристалічні, окиснюються до CO_2 і H_2O	I. Моносахариди (рибоза, дезоксирибоза, глюкоза, фруктоза) II. Дисахариди (лактоза, сахароза, мальтоза, мікоза) III. Полісахариди (крохмаль, целюлоза, глікоген, хітин, муреїн, гепарин, пектини)	Будівельна Енергетична Поживна Запасаюча Захисна
Ліпіди	Утворені жирними кислотами та спиртами; здатні утворювати складні ліпіди; легко утворюють емульсії; розчиняються в органічних розчинниках; окиснюються до CO_2 і H_2O	I. Прості ліпіди (воски, жири) II. Складні ліпіди (гліколіпіди, фосfolіпіди, ліпопротеїди) III. Жироподібні, або ліпоїди (стероїди)	Будівельна Енергетична Запасаюча Захисна Водоутворююча Теплоізоляційна регуляторна
Білки	Складаються з 20 амінокислот, зв'язаних пептидними зв'язками; властиві 4 типи структури; характерні денатурація, ренатурація й де-струкція; окиснюються до CO_2 , H_2O і NH_3	I. Прості білки - протеїни: (альбуміни, глобуліни, гістони, склеропро-теїни) II. Складні білки - протеїди: (фосфо-, гліко-, нуклео-, хромо-, ліпопротеїди)	Будівельна Енергетична Запасаюча Захисна Регуляторна Поживна Каталітична Рухова Транспортна Сигнальна
Нуклеїнові кислоти	Складаються з нуклеотидів, зв'язаних фосфодіефірними й водневими зв'язками; характерні денатурація, ренатурація й де-струкція; утворюються завдяки реакціям матричного синтезу	РНК (А-, У-, Г-, Ц-рибонуклеотиди) ДНК (А-, Т-, Г-, Ц-дезоксирибонуклеотиди)	Інформаційна (іРНК) Транспортна (тРНК) Будівельна (рРНК) Спадкова (ДНК)
Аденозин-фосфатні кислоти	Є вільними нуклеотидами з аденіну, рибози й 1, 2 чи 3 залишків ортофосфатної кислоти	АМФ (аденозинмоно-фосфатна), АДФ (аденозин-дифосфатна), АТФ (адено-зінтрифосфатна)	Енергетична

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНЬ

I. Завдання на встановлення відповідності:

- Установіть відповідність між біогенним елементом та його біологічним значенням:

1 Йод	А Входить до тироксину
2 Цинк	Б Входить до інсуліну
3 Кальцій	В Зсідання крові
4 Магній	Г Входить до хлорофілу
- Установіть відповідність між малими молекулами та макромолекулами, які вони утворюють:

1 Жирні кислоти	А РНК
2 Амінокислоти	Б Целюлоза
3 Моносахариди	В Гемоглобін
4 Нуклеотиди	Г Бджолиний віск
- Установіть відповідність між групами вуглеводів та представниками:

1 Пентози	А Сахароза, лактоза
2 Гексози	Б Рибоза, дезоксирибоза
3 Дисахариди	В Крохмаль, целюлоза
4 Полісахариди	Г Глюкоза, фруктоза
- Установіть відповідність між типами нуклеїнових кислот та їхніми функціями:

1 ДНК	А Входять до складу рибосом
2 іРНК	Б Зберігання спадкової інформації
3 тРНК	В Транспорт амінокислот до рибосом
4 рРНК	Г Передача інформації від ДНК до рибосом
- Установіть відповідність між білками та функціями, які вони виконують:

1 Колаген	А Забезпечує скоротливість м'язів
2 Родопсин	Б Забезпечує зсідання крові
3 Міозин	В Утворює хрящі й сухожилки
4 Фібриноген	Г Сприймає світлові подразнення

II. Завдання на вибір правильної комбінації відповідей

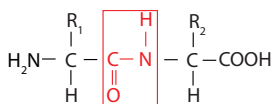
- Виберіть ознаки, що характеризують процес, зображений на ілюстрації:

А Назва	Б Є властивістю...	В Де відбувається?
1 Репарація	1 Білків	1 В цитоплазмі
2 Транскрипція	2 РНК	2 В лізосомах
3 Реплікація	3 ДНК	3 В цитоплазмі
4 Ренатурація	4 Ліпідів	4 В ядрі



- Виберіть ознаки, що характеризують виділений на ілюстрації зв'язок:

А Назва	Б Характерний для...	В Виникає між...
1 Водневий	1 Вуглеводів	1 NH_3 і CO_2
2 Пептидний	2 Ліпідів	2 NH_2 і CO_2
3 Гідрофобний	3 Білків	3 NH_3 і COOH
4 Йонний	4 Нуклеїнових кислот	4 NH_2 і COOH



- Виберіть ознаки, що характеризують зображені сполуки:

А Назва	Б Мономерами є...	В Функції
1 Вуглеводи	1 Моносахариди	1 Побудова клітин
2 Білки	2 Жирні кислоти	2 Джерело енергії
3 Ліпіди	3 Нуклеотиди	3 Збереження й реалізація
4 Нуклеїнові кислоти	4 Амінокислоти	спадкової інформації
		4 Ендокринна регуляція

