

**Натисніть тут, щоб  
купити книгу на сайті  
або замовляйте за телефоном:  
(0352) 51-97-97, (067) 350-18-70,  
(066) 727-17-62**

# ВСТУП

**Біологія** — наука про життя, його форми та закономірності розвитку. Предметом її вивчення є різноманітність істот, які вимерли і нині населяють Землю, їх будова (від молекулярної до анатомо-морфологічної), функції, походження, індивідуальний розвиток, еволюція, поширення, взаємовідносини один з одним і довкіллям. Біологія досліджує загальні закономірності, властивості життя в усіх його проявах: обмін речовин та енергії, розмноження, спадковість і мінливість, ріст і розвиток, дискретність, саморегуляцію, рух тощо. Залежно від об'єктів вивчення в біології виділяють ряд напрямів:

- *ботаніку*;
- *зоологію*,
- *антропологію*;
- *вірусологію*,
- *мікробіологію* та ін.

Ці науки досліджують особливості походження, будови, розвитку, життєдіяльності, властивості, різноманітність і поширення по земній кулі кожного окремого виду.

За структурою, властивостями і проявами індивідуального життя в біології виділяють:

- *морфологію і анатомію* — вивчають форми і будову організмів;
- *фізіологію* — аналізує функції живих організмів, їх взаємозв'язок і залежність від зовнішніх і внутрішніх умов;
- *генетику* — досліджує закономірності спадковості та мінливості організмів;
- *біологію розвитку* — вивчає закономірності індивідуального розвитку організмів;
- *еволюційне вчення* — досліджує еволюцію органічного світу за даними генетики, екології, молекулярної біології;
- *екологію* — вивчає спосіб життя рослин і тварин та їх взаємозв'язок із навколишнім природним середовищем.
- Хімічні реакції та фізико-хімічні процеси у живих організмах, а також хімічний склад і фізичну структуру біологічних систем на всіх рівнях їх організації вивчають *біохімія* і *біофізика*. Встановити закономірності, непомітні при описах поодиноких процесів і явищ, дає змогу *біометрія*, тобто сукупність прийомів планування і обробки результатів біологічних досліджень методами математичної статистики.
- Життєві явища на молекулярному рівні вивчає *молекулярна біологія*, структуру і функції клітин, тканин і органів — *цитологія*, *гістологія* і *анатомія*, популяції та біологічні особливості всіх організмів, що входять до їх складу, — *генетика популяцій* і *екологія*; закономірності формування, функціонування, взаємозв'язку і розвитку вищих структурних рівнів організації життя на Землі до біосфери в цілому — *біогеоценологія*.

Закономірності будови (структури) і функціонування, єдині для всіх організмів незалежно від їх систематичного положення, виявляє *загальна біологія*.

Основними методами біології є спостереження (дає можливість описати біологічні явища), порівняння (допомагає знайти загальні закономірності будови та життєдіяльності різних організмів), експеримент, або дослід (допомагає вивчати властивості біологічних об'єктів), моделювання (імітуються різноманітні процеси, недоступні для безпосереднього спостереження і експериментального відтворення), історичний метод (дає змогу на підставі даних про сучасний органічний світ і його минуле пізнавати процеси розвитку живої природи). Значення біології як науки дуже велике, оскільки пізнання історичного розвитку органічного світу від молекулярного до біо-геоценотичного рівня відіграє провідну роль у формуванні матеріалістичного світогляду і розумінні основоположних філософсько-методологічних проблем (форма і зміст; цілісність, прогрес тощо). Крім того, біологія сприяє вирішенню життєво важливих практичних завдань. Так, швидкі темпи зростання населення планети, постійне збільшення територій, зайнятих сільськогосподарським виробництвом, та зниження родючості ґрунтів породило глобальну проблему сучасності — виробництво харчових продуктів. Це завдання здатні вирішувати такі науки, як рослинництво і тваринництво, що базуються на досягненнях генетики і селекції. Завдяки знанням законів спадковості та мінливості можна створювати високопродуктивні сорти культурних рослин і порід свійських тварин, що дасть змогу інтенсивно вести сільськогосподарське виробництво і задовольнити потреби населення планети в харчових ресурсах.

Біологічні знання допомагають у боротьбі зі шкідниками і хворобами культурних рослин, паразитами тварин. Вони відіграють важливу роль в удосконаленні лісового і рибного господарств, звірівництва.

Досягнення сучасної біології знайшли практичне застосування у промисловому біологічному синтезі амінокислот, кормових білків, ферментів, вітамінів, стимуляторів росту і засобів захисту рослин, органічних кислот та ін.

За допомогою методів генної інженерії біологи створили організми з новими комбінаціями спадкових ознак і властивостей, наприклад, рослини з підвищеною стійкістю до захворювань, засоленості ґрунтів, здатністю до фіксації атмосферного азоту тощо. Крім того, генна інженерія покладена в основу розробки принципів біотехнології, пов'язаної з виробництвом біологічно активних речовин (інсуліну, антибіотиків, інтерферону, нових вакцин для профілактики інфекційних захворювань людини і тварин).

Теоретичні досягнення біології широко застосовуються в медицині. Саме відкриття в біології визначають сучасний рівень медичної науки. Зокрема, генетичні дослідження дають можливість розробляти методи ранньої діагностики, лікування та профілактики багатьох спадкових хвороб людини (альбінізму, гемофілії, безплідності тощо). З ними багато в чому пов'язаний подальший прогрес медицини.

Розв'язання таких важливих проблем сучасності, як охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів і підвищення продуктивності рослинного світу можливі тільки на основі біологічних досліджень. Вони передбачають виявлення та усунення негативних наслідків дії людини на природу (забруднення середовища багатьма шкідливими речовинами), визначення режимів раціонального використання резервів біосфери. Крім того, метою біології є збереження біосфери і здатності природи до самовідтворення.

### Основні ознаки живого

За сучасними уявленнями, життя — особлива форма існування матерії, яка виникла на певному етапі її розвитку і характеризується процесами метаболізму. Живим організмам притаманна низка ознак, яких немає у більшості неживих систем. Проте серед цих ознак нема жодної, притаманної тільки живому. Єдиний спосіб описати життя — це перелічити головні властивості живих організмів.

Ознаками живих систем є їх специфічний хімічний склад — наявність нуклеїнових кислот і білків, тобто макромолекул, які складаються з аперіодично сполучених дрібних субодиниць. Завдяки цьому їх різноманітність набагато більша за різноманітність живих істот. В організмі макромолекули постійно синтезуються (асиміляція, або анаболізм) і розпадаються (дисиміляція, або катаболізм). Такий обмін речовин є найважливішою ознакою живих систем. Але для цього він потребує зовнішніх джерел енергії (їжі або світла) для здійснення процесів синтезу. Тому живі системи — це відкриті системи, через які проходять потоки речовин і енергії. Ці системи перебувають у динамічно-стаціонарному стані, але в той же час відмежовані від структур, які запобігають обміну речовинами, що мінімізує втрати речовин і слугує для підтримання просторової єдності системи.

Живі організми характеризуються високовпорядкованою будовою і здатні протистояти наростанню ентропії. Хімічні речовини, з яких вони складаються, мають набагато складнішу будову та досягають вищого рівня організації, ніж речовини, з яких складається більшість неживих систем. За другим законом термодинаміки, ентропія при самовільних процесах зростає. Ентропія є мірою невпорядкованості, хаотичності системи і досягає максимального значення, коли система переходить до стану справжньої рівноваги. У живих системах постійно відбуваються біохімічні реакції, що супроводжуються вивільненням теплової енергії. Енергетичні процеси в клітині є впорядкованими, а не хаотичними. За таких умов не може бути сталої рівноваги. Високовпорядковані системи (живі організми) легко руйнуються; якщо на підтримання їх відносної сталості не витрачається енергія, вони набувають невпорядкованості — зростає ентропія.

Живі організми активно реагують на навколишнє середовище. Якщо штовхнути тварину, то в більшості випадків, вона активно на це реагує: тікає, наближається або скручується. Реакції рослин повільніші, але не менш активні: їхні стебла і листки повертаються до світла, а корені ростуть униз. Здатність реагувати на зовнішнє подразнення — універсальна властивість усіх живих організмів.

Живі організми ростуть і розвиваються. Ріст пов'язаний з обміном речовин. Якщо переважає анаболізм — жива система росте. Ріст супроводжується збільшенням маси органа, організму або зростанням числа особин у популяції тощо. Все з часом змінюється, але особливо складною впорядкованістю характеризуються зміни в живих організмах. Такі зміни можна називати розвитком. Ріст кристалу здійснюється шляхом додавання подібних собі одиниць. У рослин або тварин розвиваються нові пагони чи органи, які за структурою та хімічним складом відрізняються від тих, з яких вони походять.

Все живе розмножується. Нові організми — бактерії, тварини, рослини та гриби — в сучасних умовах виникають тільки з материнських форм (клітин) внаслідок розмноження. Самовідтворення відбувається на всіх рівнях організації живої матерії і забезпечується ДНК. Крім ДНК, жодна інша структура клітини не наділена такою властивістю.

Інформація, необхідна кожному організму для того, щоб жити, розвиватись та розмножуватись, розщеплюється в ньому та передається від кожного індивіда до його нащадків. Ця інформація міститься в генетичному матеріалі (хромосомах, ДНК, РНК, генах). Генетичний матеріал зумовлює можливі

межі розвитку організму, його структур, функцій та реакцій на довкілля. Цей матеріал передається нащадкам певного організму, які будуть схожі на своїх батьків. Проте генетична інформація дещо змінюється, тому батьки й нащадки здебільшого бувають схожі, але не ідентичні.

Живі організми адаптовані до середовища, в якому вони живуть. Живі організми (та їхні окремі органи) добре відповідають способу життя. Достатньо ознайомитись із будовою риби, дощового черв'яка або чаплі, щоб уявити собі в загальних рисах, як і де вони живуть. Особливості будови, функцій та поведінки певного організму, що відповідають його способу життя, називаються адаптаціями.

### **Рівні організації живої матерії**

Розрізняють кілька структурно-функціональних рівнів організації живої матерії: молекулярний, клітинний, тканинний, органний, організмий, популяційно-видовий і біосферно-біогеоценотичний. Загальна біологія вивчає закони, характерні для всіх рівнів організації життя.

На молекулярному рівні досліджується роль біологічно важливих молекул (білків, нуклеїнових кислот, ліпідів, полісахаридів тощо) у рості та розвитку організмів, зберіганні та передачі спадкової інформації, в обміні речовин і перетворенні енергії в живих клітинах та інших явищах.

Клітинний рівень передбачає вивчення структурної організації клітин. Вчення про клітину, або цитологія, яка включає, зокрема, цитоморфологію, патофізіологію, цитогенетику і цитохімію, дає можливість встановити фізіолого-біохімічні та структурно-функціональні зв'язки між клітинами в різних тканинах і органах.

На тканинному й органному рівнях вивчаються будова, функції, механізм дії, походження, еволюція та індивідуальний розвиток тканин і органів рослин і тварин.

На організмовому рівні досліджують процеси і явища, що відбувається в особині (індивідуумі), і механізми злагодженого функціонування її органів в життєдіяльності організму, пристосувальні зміни та поведінку організмів у різних екологічних умовах.

Популяційно-видовий рівень живого принципово відрізняється від організмового. Якщо тривалість життя особин будь-якого виду визначена генетично і вони неминуче вмирають, вичерпавши запрограмовані можливості свого розвитку, то популяція за відповідних умов середовища здатна розвиватися необмежено довго. Склад і динаміка популяцій, тобто сукупності особин одного виду, які мають однаковий генофонд і населяють певну територію з відносно сталими умовами існування, є предметом вивчення генетики, морфології, фенології, екології та інших розділів біології.

На найвищому, біосферно-біогеоценотичному, або екосистемному, рівні вивчаються взаємовідносини організму і середовища, міграція живої речовини, шляхи та закономірності кругообігів речовин і потоків енергії та інші процеси, що відбуваються в біо-геоценозах (екосистемах).

# МОЛЕКУЛЯРНИЙ РІВЕНЬ ОРГАНІЗАЦІ ЖИТТЯ

## ЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД ОРГАНІЗМІВ

На *молекулярному рівні* вивчають хімічний склад, біохімічні і генетичні процеси, що відбуваються у живих системах, у тому числі збереження, зміну і реалізацію генетичної інформації. Елементарними одиницями цього рівня є біомолекули (біополімери), а головними з них — нуклеїнові кислоти і білки. Елементарне явище цього рівня — передача генетичної інформації дочірнім молекулам ДНК під час реплікації і молекулам білка під час транскрипції і трансляції.

Хімічний склад клітин різних організмів дуже подібний, що свідчить про єдність їхнього походження. У клітинах виявлено більше ніж 70 хімічних елементів, однак не кожного з них відома його фізіологічна роль.

Усі елементи живих систем поділяють на три групи:

- **макроелементи**, вміст яких у клітині становить понад 99%. У найбільшій кількості в них наявні чотири хімічні елементи: Гідроген, Карбон, Нітроген, Оксиген. Їхня частка становить майже 98%, і називають їх *органогенними*. Біологічне значення органогенів зумовлюється їхніми властивостями: здатністю утворювати між собою різноманітні хімічні зв'язки та різноманітні порядки з'єднання атомів цих елементів один з одним. З цих елементів побудовані молекули вуглеводів, білків, жирів та нуклеїнових кислот.

До макроелементів належать також: Фосфор, Сульфур, Калій, Кальцій, Натрій, Магній, Хлор, Ферум, їх вміст не перевищує 1,9%. Вони відіграють певну фізіологічну роль в організмах. *Фосфор* входить до складу кісток, білків, нуклеїнових кислот, АТФ.

*Сульфур* є структурним компонентом деяких амінокислот, бере участь в утворенні білка інсуліну.

*Калій* забезпечує нормальну життєдіяльність серця і судин людини та інших ссавців. *Натрій* відіграє важливу роль у процесах обміну речовин та регулюванні осмотичного тиску крові. Іони Na і K забезпечують також транспортування речовин через клітинні мембрани.

Велику роль у регуляції метаболічних процесів відіграє *Кальцій*. Він виконує в організмі різноманітні функції, входить до складу кісток і черепашок, бере участь у процесах зсідання крові, забезпечує діяльність нервової системи та м'язових скорочень, підтримання стабільності серцевої діяльності.

*Магній* — структурний компонент хлорофілу, сприяє активізації діяльності ферментів. Головною функцією Феруму є перенесення Оксигену та участь в окиснювальних процесах. Залізо входить до складу багатьох біомолекул, у тому числі гемоглобіну, міоглобіну. *Хлор* є основним негативно зарядженим іоном в організмі тварин та людини, бере участь в утворенні хлоридної кислоти, яка є складовою частиною шлункового соку.

- **мікроелементи**. На їхню частку припадає від  $10^{-3}$  до  $10^{-6}$ . Це Цинк, Купрум, Йод, Флуор, Молібден, Манган, Бор тощо. Ці елементи беруть участь в обміні речовин, є складовими ферментів, гормонів, вітамінів і біологічно активних речовин.

Так, *Цинк* входить до складу деяких ферментів, гормонів, регулює жировий обмін. *Йод* — обов'язковий структурний компонент гормонів щитоподібної залози, які беруть участь у регуляції обміну речовин, енергії, швидкості біохімічних реакцій, процесів росту і розвитку організму. *Флуор* у вигляді сполук з кальцієм, магнієм, ферумом міститься в кістках та зубній емалі. *Кобальт* активізує процеси утворення еритроцитів і гемоглобіну, бере участь у виробленні інсуліну. Разом із кобальтом і ферумом важливу роль у кровотворенні відіграє *Купрум*.

- **ультрамікроелементи**. Їх у клітині ще менше (не перевищує  $10^{-6}$  %). Це Плюмбум, Уран, Селен, Алюміній, Аурум, Аргентум та інші. Вони входять до складу речовин, які беруть участь у регуляції життєвих процесів.

**Ендемічні захворювання** — захворювання, пов'язані з нестачею або надлишком того чи іншого елемента в окремих районах. Існує кілька десятків ендемічних захворювань рослин, тварин і людини. Наприклад, у місцевостях з недостатньою кількістю йоду виникає захворювання щитоподібної залози — ендемічний зоб. За нестачі флуору спостерігається карієс зубів, а при надлишку — флуороз (плямистість зубів). Основними проявами дефіциту кальцію є судоми м'язів, порушення процесів росту організму, зсідання крові, остеопороз та інші. Причиною захворювань рослин може бути нестача



заліза в ґрунті, що призводить до руйнування хлорофілу і знебарвлення хлоропластів. А це в свою чергу викликає некрози (відмирання клітин і тканин). Нестача феруму — також одна з найпоширеніших причин виникнення анемії, кровотеч, ослаблення організму, порушення нервово-психічних процесів і зниження інтелекту у дітей.

Надлишок певних хімічних елементів також спричинює порушення нормальної життєдіяльності тварин. При надлишку в їжі Молібдену велика рогата худоба страждає на пронос, надлишок Купруму, викликає захворювання печінки, Нікелю — захворювання очей.

## НЕОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ В ОРГАНІЗМАХ

Неорганічні сполуки клітин представлені водою і мінеральними солями.

Найпоширеніша неорганічна сполука в клітинах живих організмів — вода. Її вміст у різних клітинах коливається від 10% в емалі зуба до 85% у нервових клітинах і до 97% у клітинах зародка, що розвивається. Кількість води в клітинах залежить від характеру обмінних процесів: чим вони інтенсивніші, тим вищий вміст води. У середньому в тілі багатоклітинних міститься близько 80% води. Такий високий вміст води свідчить про важливу роль, обумовлену її хімічною природою. Молекули води мають малі розміри, вони полярні і здатні з'єднуватися одна з одною водневими зв'язками.

Дипольний характер молекули води дозволяє їй формувати навколо молекул білків водну (сольватну) оболонку, яка перешкоджає їхньому склеюванню. Це зв'язана вода, що складає 4-5% всього її вмісту. Решту води (близько 95%) називають вільною. Вільна вода є *універсальним розчинником* для багатьох органічних і неорганічних сполук. Більшість хімічних реакцій відбувається тільки у розчинах. Проникнення речовин у клітини і виведення з неї продуктів дисиміляції в більшості випадків можливе тільки в розчиненому вигляді. Вода бере безпосередню участь і в біохімічних реакціях, що протікають у клітині (реакції гідролізу). З водою пов'язана також регуляція теплового режиму клітин, тому що вона має добру *теплопровідність* і *теплоємність*. Велика теплоємність води захищає тканини рослин і тварин від швидкого і сильного підвищення температури, а висока теплота пароутворення забезпечує надійну стабілізацію температури організму. Завдяки високій теплопровідності забезпечуються рівномірний розподіл тепла по всьому організму. У порівнянні з іншими рідинами вода характеризується високою температурою кипіння, що робить можливим існування всіх живих організмів на Землі.

Вода має *високу температуру замерзання* порівняно з іншими рідинами, а її густина максимальна при +4 °С. Мала густина льоду є сприятливою для водних тварин. Лід на поверхні води створює ізолюючий шар, тому мешканці озера виживають під шаром льоду взимку.

*Високий поверхневий натяг* води дозволяє існуванню організмів у її поверхневих шарах.

Вода використовується як *джерело Оксигену* і *Гідрогену*, які виділяються під час світлової фази фотосинтезу.

Вода бере активну участь у регуляції осмотичного тиску в клітинах. Проникнення молекул розчинника через напівпроникну мембрану в розчин речовини, називають *«осмосом»*, а тиск, з яким розчинник (вода) проникає через мембрану, — *осмотичним*.

Осмотичний тиск рідин організму людини і більшості ссавців дорівнює тискові 0,85%-го розчину хлориду натрію. Розчини з таким осмотичним тиском називають ізотонічними, більш концентровані — гіпертонічними, а менш концентровані — гіпотонічними. Явище осмосу лежить в основі напруження стінок рослинних клітин — тургору. Стосовно води всі речовини поділяються на *гідрофільні* (водорозчинні) — багато мінеральних солей, кислоти, луги, білки, деякі вітаміни, усі моносахариди і *гідрофобні* (водонерозчинні) жири, полісахариди, деякі солі, вітаміни тощо.

## ОРГАНІЧНІ СПОЛУКИ В ОРГАНІЗМАХ

До складу органічних сполук входять чотири хімічні елементи, які називають органогенними: Гідроген, Оксиген, Нітроген, Карбон. Атом Карбону зумовлює хімічні властивості організмів і здатний утворювати міцні ковалентні зв'язки і зв'язуватися з атомами Гідрогену, Нітрогену, Оксигену.

До складу клітини входять органічні сполуки: вуглеводи, білки, жири, нуклеїнові кислоти. Вони переважно мають велику молекулярну масу, тому їх називають *макромолекулами*. Високомолекулярні органічні сполуки, молекули яких складаються з великої кількості однакових або різних за будовою ланок, що повторюються, називають *біополімерами*. Прості молекули, із залишків яких складаються біополімери, називають *монолімерами* (амінокислоти, нуклеотиди, моносахариди). Біополімери становлять близько 90% сухої маси клітини. У тварин кількісно переважають білки, у рослин — полісахариди.

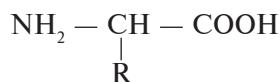
## Будова, властивості та функції білків

**Білки** складають 50–80% сухої маси клітини. Молекулярна маса білків коливається від десятків тисяч до багатьох мільйонів одиниць.

Білки — це біополімери, мономерами яких є амінокислоти. Усі білки живих організмів побудовані з 20 амінокислот. Незважаючи на це, різноманітність білкових молекул величезна. Вони розрізняються за величиною, структурою і функціями, які визначаються складом, кількістю, порядком розташування амінокислот.

Крім *простих* білків (альбуміни, глобуліни, гістони), є й *складні*, що являють собою сполуки білків з вуглеводами (глікопротеїди), жирами (ліпопротеїди) і нуклеїновими кислотами (нуклеопротеїдами)

Кожна амінокислота складається з вуглеводневого радикала, з'єднаного з карбоксильною групою, яка має кислотні властивості ( $-\text{COOH}$ ), і аміногрупою ( $-\text{NH}_2$ ), що виявляє основні властивості. Амінокислоти відрізняються одна від іншої тільки радикалами.

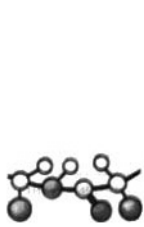


Загальна формула амінокислоти

Рослини синтезують всі амінокислоти, необхідні для побудови білків, з первинних продуктів фотосинтезу. Тварини і людина не здатні синтезувати такі амінокислоти: валін, ізоміцин, міцин, лізин, літійонін, треонін, триптофан і фенілаланін. Ці амінокислоти називають *незамінними*.

Амінокислоти — це амфотерні сполуки, що виявляють одночасно властивості і кислот, і основ. Таке явище обумовлює можливість сполучення кислот у довгі ланцюжки. При цьому встановлюються міцні ковалентні (пептидні) зв'язки між карбоном кислотної і азотом основної груп ( $-\text{CO}-\text{NH}-$ ) з виділенням молекул води. Сполуки, які складаються з двох амінокислотних залишків, називають *дипептидами*, із трьох — *трипептидами*, із багатьох — *поліпептидами*.

Білки живих організмів складаються із сотень і тисяч амінокислот, тобто являють собою макромолекули. Різні властивості і функції білкових молекул визначаються послідовністю сполучень амінокислот, що закодована в ДНК. Цю послідовність називають *первинною структурою молекули білка*, від якої залежать наступні рівні просторової організації і біологічні властивості білків. Первинна структура білкової молекули обумовлена ковалентними пептидними зв'язками.



первинна структура



вторинна структура



третинна структура



четвертинна структура

Просторові моделі структурної організації білків

*Вторинна структура* білкової молекули зумовлена її спіралізацією завдяки встановленню між атомами сусідніх витків спіралі водневих зв'язків, що утворюються між  $\text{NH}$ -групами одного витка і  $\text{CO}_2$ -групами іншого витка. Вони слабші від ковалентних, але, багаторазово повторюючись, утворюють досить міцну сполуку. Функціонування у вигляді закрученої спіралі характерне для багатьох фібрилярних білків (колаген, кератин, фібриноген, міозин, актин і ін.)

Багато білкових молекул стають функціонально активними тільки після утворення глобулярної (*третинної*) структури. Вона формується шляхом багаторазового згортання спіралі у тривимірне утворення — глобулу. Дана структура підтримується гідрофобними взаємодіями, електростатичними зв'язками між позитивно і негативно зарядженими радикалами залишків амінокислот і слабкими дисульфідними ( $-\text{S}-\text{S}-$ ) зв'язками. Глобулярну структуру має більшість білків (альбуміни, глобуліни і ін.)

Для виконання деяких функцій потрібна участь білків з більш високим рівнем організації, при якому виникає об'єднання декількох глобулярних білкових молекул у єдину систему — *четвертинну структуру* (хімічні зв'язки можуть бути різними — гідрофобні, водневі, іонні). Наприклад, молекула гемоглобіну складається з чотирьох різних глобул і гемінової групи, що містить іон феруму.

Втрату білковою молекулою своєї структурної організації називають *денатурацією*.

Причиною її можуть бути різні хімічні (кислоти, луги, спирти, солі важких металів та ін.) і фізичні (висока температура, тиск, іонізуюче випромінювання) фактори. Спочатку руйнується дуже слабка — четвертинна, потім — третинна і вторинна структури. Якщо під дією денатуруючого фактора не зачіпається первинна структура, то при поверненні білкових молекул у нормальні умови середовища їхня

структура може відновлюватися, тобто відбувається *ренатурація*. Ця властивість білкових молекул широко використовується в медицині для приготування вакцин і сироваток та в харчовій промисловості для отримання харчових концентратів.

Білки виконують такі функції: структурну, каталітичну, транспортну, рухову, захисну, сигнальну, регуляторну, енергетичну.

Як *будівельний матеріал* (структурна функція) білки входять до складу всіх клітинних мембран, хроматину, ядерець, рибосом, формують цитоскелет клітини (мікротрубочки і мікрониточки).

*Каталітичну (ферментативну)* функцію виконують білки-ферменти, які у десятки і сотні тисяч разів прискорюють хід біохімічних реакцій (асиміляції і дисиміляції) у клітинах при нормальному тиску і температурі близько 37 °С. Вони також беруть участь у розщепленні поживних речовин у травній системі. Ферменти мають, як правило, четвиртинну структуру. Білкова частина ферменту називається *апоферментом*. До складу багатьох ферментів можуть входити і небілкові компоненти — кофактор (неорганічні сполуки, наприклад, іони металів  $Zn^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  та ін.) або кофермент (коензим), якщо це низькомолекулярна органічна сполука (наприклад, вітаміни). Кожен фермент може каталізувати тільки одну реакцію, тобто дія ферментів строго специфічна. Специфічність ферментів обумовлена наявністю одного або декількох *активних центрів*, у яких відбувається тісний контакт між молекулами ферменту і специфічної речовини (субстрату).

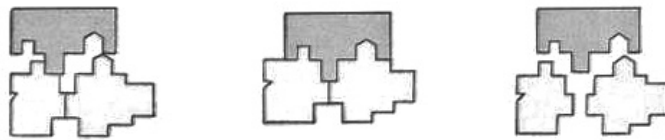


Схема дії ферменту

Молекули більшості ферментів у багато разів перевищують за величиною субстрат, на який вони діють. Активний центр ферменту становить лише невелику частину його молекули, найчастіше від 3 до 12 амінокислотних залишків. Кожен фермент діє при певній температурі і рН середовищі. Деякі ферменти застосовуються у медичній практиці і харчовій промисловості.

*Транспортна функція* білків полягає в перенесенні речовин, наприклад, кисню (гемоглобін), вільних жирних кислот і деяких біологічно активних речовин (гормонів). Транспортну функцію виконують і білки мембран.

*Рухова (скоротлива)* функція білків полягає у тому, що всі види рухових реакцій клітин і організмів забезпечуються спеціальними білками — актином, міозином і тубуліном. Вони містяться у всіх м'язах, війках, джгутиках, мікрофіламентах. Їхні нитки здатні скорочуватися з використанням енергії АТФ.

*Захисна функція* білків пов'язана з виробленням лейкоцитами особливих білкових речовин — імуноглобулінів (антитіл) у відповідь на проникнення в організм генетично чужорідних білків або мікроорганізмів. Антитіла зв'язують, нейтралізують і руйнують не властиві організму сполуки. Прикладом захисної функції білків може бути перетворення фібриногену у фібрин під час згортання крові.

*Сигнальна (рецепторна) функція* здійснюється білками завдяки здатності їхніх молекул змінювати свою структуру під впливом багатьох хімічних і фізичних факторів, унаслідок чого клітина або організм сприймають ці зміни. Наприклад, у паличках сітківки ока міститься пігмент родопсин, до складу якого входить білок оксин.

*Регуляторна функція* здійснюється гормонами, що мають білкову природу (наприклад, інсулін, АКТГ, глюкагон).

*Енергетична функція* білків полягає у їхній здатності бути джерелом енергії в клітині. При повному розщепленні 1 г білка виділяється 17,6 кДж енергії.

## Будова, властивості та функції вуглеводів

**Вуглеводи** — обов'язковий компонент як тваринних так, і рослинних клітин. У рослинних клітинах їхній вміст досягає 90% сухої маси (у бульбах картоплі), а у тварин — 5% (у клітинах печінки). До складу молекул вуглеводів входять Карбон, Гідроген і Оксиген, причому кількість атомів Гідрогену в більшості випадків удвічі перевищує кількість атомів Оксигену, тобто таке ж саме, як й у воді. Але існують вуглеводи, в яких співвідношення вказаних у формулі хімічних елементів інше. До того ж деякі з цих сполук містять атоми Нітрогену, Фосфору або Сульфуру.

Усі вуглеводи поділяють на три основні класи: моносахариди, олігосахариди, полісахариди.

**Моносахариди**, або **прості цукри** залежно від кількості атомів карбону поділяють на тріози (3 атоми), тетрози, (4), пентози (5), гексози (6), гептози (7) і т.д. Пентози (рибоза і дезоксирибоза) входять до складу нуклеїнових кислот і АТФ. Гексози (глюкоза, фруктоза, галактоза) постійно містяться в клітинах плодів рослин, надаючи їм солодкого смаку. Глюкоза міститься в крові і є джерелом енергії для клітин і тканин тварин.



**Олігосахариди** — сполуки, в яких кілька залишків молекул моносахаридів з'єднані між собою ковалентними зв'язками. Серед них найпоширеніші *дисахариди*. Дисахариди об'єднують в одній молекулі два моносахариди. Харчовий цукор (сахароза) складається з молекул глюкози і фруктози, молочний цукор (лактоза) включає глюкозу і галактозу, а солодовий цукор (мальтоза) — лише залишки глюкози тощо.

Усі моно- і дисахариди добре розчинні у воді і мають солодкий смак.

Молекули *полісахаридів* утворюються в результаті поліконденсації моносахаридів. Мономером полісахаридів — крохмалю, глікогену, целюлози (клітковини) і хітину є глюкоза.

**Полісахариди** майже нерозчинні у воді і не мають солодкого смаку. Основні полісахариди — *крохмаль* (у рослинних клітинах) і *глікоген* (у клітинах тварин) відкладаються у вигляді включень і є запасними енергетичними речовинами.

Вуглеводи утворюються в зелених рослинах у процесі фотосинтезу і можуть використовуватися в подальшому для біосинтезу амінокислот, жирних кислот та інших сполук.

Вуглеводи виконують три основні функції: *будівельну* (структурну), *енергетичну* і *запасуючу*. Целюлоза утворює стінки рослинних клітин, складний полісахарид — хітин — стінки клітин грибів і зовнішній скелет членистоногих. Вуглеводи у сполуках з білками (глікопротеїни) входять до складу кісток, хрящів, сухожилів і зв'язок.

Крім того, вуглеводи виконують роль основного джерела енергії в клітині: при окисненні 1 г вуглеводів вивільняється 17,6 кДж енергії. Крохмаль у рослинних клітинах, а глікоген у м'язах і клітинах печінки відкладаються як запасні поживні речовини.

### Будова, властивості та функції ліпідів

**Ліпіди** є обов'язковими компонентами всіх клітин. Ці сполуки нерозчинні у воді (гідрофобні), але добре розчинні в неполярних органічних розчинниках (ефірі, бензині, бензолі, хлороформі та ін.)

Ліпіди можуть утворювати складні комплекси з білками (ліпопротеїди), вуглеводами (гліколіпіди), залишками фосфорної кислоти (фосфоліпіди) та ін. Найпоширенішими серед ліпідів є *жири*, що являють собою складні ефіри високомолекулярних жирних кислот і триатомного спирту — гліцерину. Вміст жирів у клітині коливається від 5 до 15% маси сухої речовини, а в клітинах підшкірної жирової клітковини — до 90%. Якщо в жирних кислотах є подвійні зв'язки ( $C=C$ ), то такі кислоти і ліпіди, що в них містяться, називають *ненасиченими*. Жирні кислоти, ліпіди, у молекулах яких немає подвійних зв'язків, називають *насиченими*. Ненасиченими жирними кислотами є олеїнова, лінолева і ліноленова, насиченими — пальмітинова, стеаринова, арахінова.

Жири з короткими ненасиченими ланцюгами жирних кислот плавляться при низькій температурі, а при кімнатній температурі мають рідку консистенцію (олії). Жири з довгими насиченими жирними кислотами при кімнатній температурі є твердими речовинами.

Важлива роль в організації біологічних мембран належить *фосфоліпідам*, у молекулах яких до однієї з трьох гідроксигруп гліцерину приєднується фосфорна кислота.

До ліпідів належать *воски* — складні ефіри одноатомних високомолекулярних спиртів і вищих карбонових кислот, що входять до складу ліпідних фракцій нервової тканини, селезінки, лімфатичних вузлів і жовчних проток. Важливу роль у живих організмах відіграють *стероїди*, побудовані на основі спирту холестеролу. До цієї групи ліпідів належать жовчні кислоти, статеві гормони, вітамін Д та ін. До стероїдів подібні *терпени*, представниками яких є *гібереліни* (ростові речовини рослин), *каротиноїди* (фотосинтезуючі пігменти), *ментол* і *камфора* (ефірні олії рослин).

Функції жирів: *структурна* (будівельна), *регуляторна*, *енергетична*, *джерело води*, *запасуюча* і *захисна*.

Біомолекулярний шар ліпідів (переважно фосфоліпіди) утворює основу всіх біологічних мембран клітин. Ліпіди входять до складу оболонок нервових волокон. Похідними до холестерину є чоловічий (тестостерон) і жіночий (прогестерон) статеві гормони й альдостерон (гормон кори наднирників), вітамін Д і жовчні кислоти.

Жири — джерело енергії: при повному розщепленні 1 г жиру вивільняється 38,9 кДж енергії. Вони також є джерелом води: при окисненні 100 г жиру виділяється приблизно 110 г води. Жири є запасним джерелом енергії, нагромаджуючись у жировій тканині тварин і в плодах та насінні рослин. Вони захищають органи від механічних ушкоджень (наприклад, нирки оточені м'яким жировим «футляром»). Нагромаджуючись у підшкірній жировій клітковині деяких тварин (кити, тюлені), жири виконують *теплоізоляційну функцію*.

### Будова, властивості і функції нуклеїнових кислот

**Нуклеїнові кислоти** мають першочергове біологічне значення і являють собою складні високомолекулярні біополімери, мономерами яких є нуклеотиди. Вперше вони були виявлені в 1868 р. швейцарським лікарем Ф. Мішером у ядрах лейкоцитів, звідки і їхня назва (від *лат. nucleus* — ядро).

Існує два типи нуклеїнових кислот: дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК) і рибонуклеїнова (РНК).

**ДНК** входить в основному до складу хроматину ядра, хоча невелика її кількість міститься й у деяких органелах (мітохондрії, пластиди). РНК міститься в ядерцях, рибосомах, каріоплазмі і цитоплазмі клітини.

Структура молекули ДНК була вперше розшифрована Дж. Уотсоном і Ф. Кріком у 1953 р. Вона являє собою два полінуклеотидні ланцюги, з'єднані один з одним. Мономерами ДНК є нуклеотиди, до складу яких входять пентозний цукор — дезоксирибоза, залишок фосфатної кислоти й одна з чотирьох нітратних основ. Нуклеотиди відрізняються один від одного тільки нітратними основами. До складу нуклеотидів ДНК входять такі нітратні основи: *аденін* і *гуанін* (пуринові кислоти), *цитозин* і *тимін* (піримідинові основи). Нуклеотиди з'єднуються в ланцюг шляхом утворення *ковалентних фосфодієфірних* зв'язків між дезоксирибозою одного і залишком фосфатної кислоти наступного нуклеотида. Обидва ланцюги з'єднуються в одну молекулу *водними* зв'язками, які виникають між нітратними основами різних ланцюгів, причому внаслідок певної просторової конфігурації між аденіном і тиміном встановлюються два зв'язки, а між гуаніном і цитозином — три.

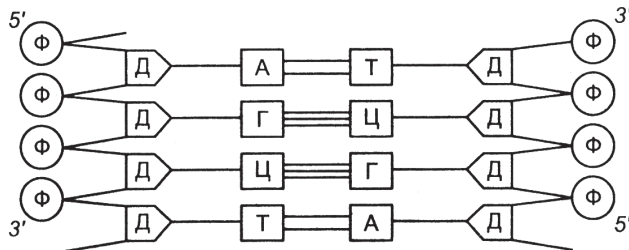


Схема будови молекули ДНК:

Ф — залишок фосфорної кислоти;  
Д — дезоксирибоза;  
А, Г, Ц, Т — відповідно аденін, гуанін,  
цитозин, тимін (нітратні основи)

Ланцюги в молекулі ДНК антипаралельні, тобто спрямовані в протилежні сторони так, що 3'-кінець одного ланцюга розташовується навпроти 5'-кінця першого. Подвійний ланцюг молекули ДНК закручений вправо у вигляді спіралі навколо однієї осі.

Витки спіралі утримуються завдяки водневим зв'язкам і гідрофобним взаємодіям. Уздовж спіралі молекули сусідні нуклеотиди розташовуються на відстані 0,34 нм один від одного. Повний оберт спіралі включає 10 пар нуклеотидів, довжина його 3,4 нм.

В 1951 р. Е. Чаргаф встановив, що в будь-якій молекулі ДНК кількість аденіну дорівнює кількості тиміну, а кількість гуаніну — кількості цитозину, сума пуринових основ дорівнює сумі піримідинових:  $A + G = T + C$  (правило Чаргаффа). В подальшому було встановлено, що нуклеотиди двох ланцюгів утворюють пари: А-Г, Г-Ц.

Сторога відповідність нуклеотидів один одному в парних ланцюгах ДНК називається *комплементарністю* (взаємодоповнюваністю). Ця властивість лежить в основі *реплікації* (самоподвоєння) молекули ДНК, тобто утворення нової молекули на основі вихідної.

Реплікація відбувається таким чином. Під дією спеціального фермента (ДНК-полімерази) відбувається розкручування спіралі ДНК і розрив водневих зв'язків між нуклеотидами двох ланцюгів. До зв'язків, що звільнилися, за принципом комплементарності приєднуються відповідні нуклеотиди ДНК (А-Т, Г-Ц). Отже, порядок нуклеотидів у «старому» ланцюзі ДНК визначає порядок нуклеотидів у «новому», тобто «старий» ланцюг ДНК є матрицею для синтезу нового. Такі реакції називають *реакціями матричного синтезу*. Вони характерні тільки для живих організмів.

Оскільки комплементарні ланцюги в молекулі ДНК спрямовані в протилежні сторони, а фермент ДНК-полімераза може рухатися уздовж ланцюга ДНК тільки в напрямку 3'→5', то синтез нових ланцюгів відбувається антипаралельно (принцип антипаралельності), причому перший, *лідуючий*, дочірній ланцюг синтезується безперервно в міру розкручування молекули ДНК, а другий, *відстаючий* — окремими фрагментами, які потім зшиваються за допомогою фермента лігази. Після реплікації кожна молекула ДНК містить один материнський ланцюг і синтезований «дочірній». Такий принцип синтезу називається *напівконсервативним*.

Молекули ДНК можуть містити від 200 до  $2 \cdot 10^8$  пар нуклеотидів. Величезна різноманітність молекул ДНК досягається їхніми розмірами, складом і різною послідовністю нуклеотидів.

Роль ДНК у клітині полягає у збереженні, відтворенні і передачі генетичної інформації. Завдяки матричному синтезу спадкова інформація дочірніх клітин точно відповідає материнській.

**РНК**, як і ДНК, — це полімер, що складається з мономерів-нуклеотидів. Структура нуклеотидів РНК подібна до структури нуклеотидів ДНК, але є певні відмінності: замість дезоксирибози до складу нуклеотидів РНК входить пентозний цукор — рибоза, а замість нітратної основи тиміну — урацил. Інші три нітратні основи такі ж самі: аденін, гуанін, цитозин. У порівнянні з ДНК до складу РНК входить менше нуклеотидів, і отже, її молекулярна маса менша.

Відомі дво- і одноланцюгові РНК. Дволанцюгові РНК притаманні деяким вірусам і виконують роль зберігача і передавача спадкової інформації. У клітинах інших організмів зустрічаються одноланцюгові РНК, які є копіями відповідних ділянок ДНК.

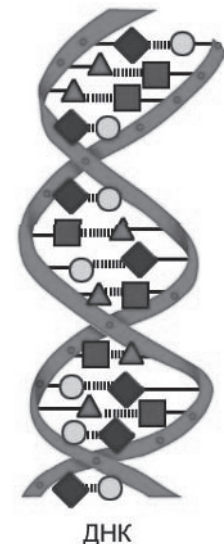


Схема молекули ДНК

У клітинах існують три типи РНК: інформаційна (матрична), транспортна і рибосомальна.

*Інформаційна РНК* (і-РНК) складається з 300–30000 нуклеотидів і становить приблизно 5% усієї РНК, що міститься в клітині. Вона є копією певної ділянки ДНК (гена). Молекули і-РНК виконують роль переносників генетичної інформації від ДНК до місця синтезу білка і беруть безпосередню участь у складанні його молекул.

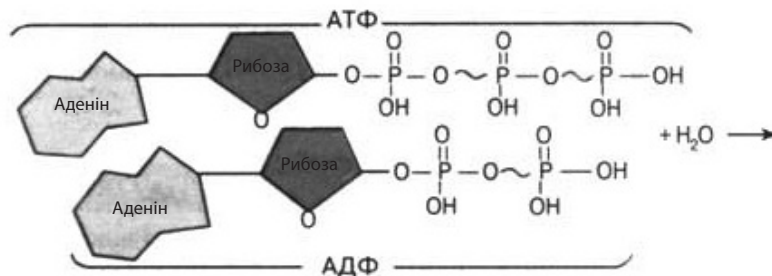
*Транспортна РНК* (т-РНК) становить близько 10% усієї РНК клітини і складається з 75–85 нуклеотидів.

Молекули т-РНК беруть безпосередню участь у біосинтезі білків — транспортують амінокислоти з цитоплазми до рибосом.

Основну частину РНК цитоплазми (близько 85%) становить *рибосомальна РНК* (р-РНК). Вона входить до складу рибосом. Молекули р-РНК складаються з 35 тис. нуклеотидів. Вважають, що р-РНК забезпечує певні просторові взаєморозміщення і-РНК і т-РНК.

### Хімічна будова АТФ. Роль АТФ в енергетичному обміні клітини

**Аденозинтрифосфорна кислота** (АТФ, аденозинтрифосфат) є обов'язковим компонентом будь-якої живої клітини. АТФ — мононуклеотид, який складається з нітратної основи аденіну, пентозного моносахариду рибози й трьох залишків фосфатної кислоти, які з'єднані один з одним високоенергетичними (*макроергічними*) зв'язками. У процесі гідролізу (приєднання води) від АТФ відщеплюється фосфатна група і АТФ перетворюється на АДФ (аденозиндифосфат), а при наступному відщепленні фосфатної групи — на АМФ (аденозинмонофосфат). Відщеплення однієї молекули фосфатної групи супроводжується виділенням близько 40 кДж енергії).



Будова АТФ та механізм перетворення АТФ у АДФ (~ високоенергетичний зв'язок)

Зворотний процес перетворення АМФ на АДФ і АДФ на АТФ (фосфорилування) відбувається переважно в мітохондріях шляхом приєднання залишку фосфатної кислоти з виділенням води і поглинання більшої (більш ніж 40 кДж на кожному етапі) кількості енергії. Всього у двох макроергічних зв'язках акумулюються 84 кДж енергії.

Отже, під час розщеплення молекули АТФ виділяється велика кількість енергії. Вона використовується для синтезу необхідних організму сполук на підтримання певної температури тіла, забезпечення різних процесів життєдіяльності.

АТФ відіграє головну роль в енергетичному обміні організму.

### Біологічно активні речовини

**Біологічно активні речовини** — органічні сполуки різної хімічної природи, здатні впливати на обмін речовин і перетворення енергії в живих істотах. До них належать вітаміни, гормони, ферменти, фітогормони, нейрогормони, фітонциди, алкалоїди тощо.

**Вітаміни** — біологічно активні речовини різної хімічної природи, необхідні для забезпечення процесів життєдіяльності всіх живих організмів. Вітаміни беруть участь в обміні речовин і перетворенні енергії здебільшого у складі ферментів. Добова потреба людини у вітамінах становить міліграми, а іноді й мікрограми.

Нині відомо близько 50 різних вітамінів. Вони по-різному впливають на живі організми, але є життєво необхідними компонентами збалансованого харчування людини і живлення тварин.

Основне джерело вітамінів — продукти харчування переважно рослинного походження. Але є вітаміни, які містяться у продуктах тваринного походження (вітаміни А і Д). Деякі з них можуть синтезуватися в організмі людини і тварин зі своїх попередників (провітамінів) у певних тканинах організму. Наприклад, вітамін Д утворюється у шкірі людини під впливом ультрафіолетового випромінювання, а симбіотичні бактерії в кишечнику людини синтезують вітаміни К, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, вітаміни групи В утворюють мікроорганізми, які живуть у рубці жуйних тварин. Однак синтезованих в організмі людини вітамінів недостатньо для забезпечення його нормальної життєдіяльності.

Якщо в організмі тривалий час не вистачає певних вітамінів, то розвивається *гіповітаміноз*, за їх повної відсутності — *авітаміноз*, а за надлишку — *гіпервітаміноз*.

Залежно від здатності розчинятися у воді або жирах вітаміни поділяють на *водорозчинні* (вітаміни групи В, С) і *жиророзчинні* (А, Д, К, Е).

**Гормони** — органічні речовини, здатні регулювати процеси обміну речовин і перетворення енергії. Їх виробляють залози внутрішньої секреції людини і тварин. Існують і *нейрогормони*, які виробляються певними нервовими клітинами (наприклад, адреналін і норадреналін).

Потрапляючи у кров, вони беруть участь у регуляції обміну речовин, підтриманні тонуусу непосмугованої мускулатури та сталості внутрішнього складу середовища організму.

За хімічною природою гормони поділяють на 4 групи:

- 1) похідні амінів (тироксин/адреналін)
- 2) білки або пептиди (інсулін, глюкагон, соматотропін)
- 3) стероїди (статеві гормони)
- 4) жирні кислоти.

Гормони мають повільну, але тривалу дію. Характерними особливостями дії гормонів є:

- *висока біологічна активність* (ці сполуки впливають на клітини, тканини чи органи у незначних кількостях)
- *висока специфічність* (впливають лише на певні процеси, що відбуваються в певних тканинах чи органах)
- *дистанційність дії* (переносяться на значні відстані і діють далеко від місця свого синтезу)
- *відносно короткий час існування* (лише декілька хвилин або годин після чого втрачають свою активність)

Біологічно активними речовинами, які виробляються в організмі рослин і грибів, є фітогормони і алкалоїди.

**Фітогормони** — речовини різної хімічної природи, які утворюються в певних клітинах і регулюють процеси обміну речовин, координують індивідуальний розвиток. Вони впливають на процеси розвитку рослин: поділ і ріст клітин, диференціацію тканин, формування органів, розвиток бруньок, проростання насіння та ін. Одні з фітогормонів стимулюють ці процеси, а інші, навпаки, гальмують.

**Алкалоїди** — органічні сполуки переважно рослинного походження, які мають у своєму складі Нітроген. Більшість їх є отруйними для тварин і людини, деякі з них мають наркотичну дію (нікотин, морфін). Ці сполуки виявлені у рослин родин Пасльонові, Лілійні, Конопляні, Макові. Значну їх кількість використовують у медицині. Наприклад, хінін пригнічує життєдіяльність малярійного плазмодія в еритроцитах людини.

**Антибіотики** — біологічно активні речовини, які виробляються мікроорганізмами. Вони впливають на клітини інших мікроорганізмів, гальмуючи їх розвиток або вбиваючи їх.

Людина використовує антибіотики для лікування захворювань, які спричиняють хвороботворні бактерії чи гриби (пеніцилін, ністатин, тетрациклін тощо).

**Фітонциди** — органічні сполуки, які мають бактерицидну і протигрибкову дію. Ці речовини відіграють важливу роль у регуляції складу повітря, підтриманні стабільності біологічного середовища. Фітонциди згубно діють на збудників туберкульозу, дизентерії, холери, віруси грипу, черевного тифу та інші.

Фітонциди деяких рослин здатні підсилювати секреторну та рухову діяльність травного каналу, прискорюють загоювання ран, знижують артеріальний тиск, регулюють скорочення серцевого м'яза, діяльність центральної нервової системи, обмін речовин.

### Тренувальні тести

1. **Вкажіть, що визначає хімічні властивості води в організмі:**

- А великий вміст її в клітині;      В малі розміри її молекул;  
 Б полярність молекул води;      Г мала відносна молекулярна маса.

|                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| А                        | Б                        | В                        | Г                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

2. **Позначте хімічні зв'язки, які поєднують атоми Гідрогену й Оксигену у воді:**

- А водневі;      В ковалентні;  
 Б іонні;      Г пептидні.

|                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| А                        | Б                        | В                        | Г                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

3. **Нуклеїнові кислоти у живій клітині здатні виконувати функцію:**

- А збереження генетичної інформації;      В самовідтворення;  
 Б участь у синтезі білків;      Г транспорту речовин із клітини.

|                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| А                        | Б                        | В                        | Г                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

4. **Вкажіть хімічний елемент, який входить до складу кісток, білків, нуклеїнових кислот, АТФ:**

- А магній;      В фосфор;  
 Б кальцій;      Г йод.

|                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| А                        | Б                        | В                        | Г                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |







**19. Вкажіть, яке значення алкалоїдів у житті рослин:**

А є запасними речовинами, що відкладаються в цитоплазмі;

Б запобігають замерзанню рослин при охолодженні;

В захищають рослини від поїдання їх тваринами;

Г виконують роль детоксикантів.

|                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| А                        | Б                        | В                        | Г                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**20. Вкажіть, яка нуклеїнова кислота має найбільшу довжину та молекулярну масу:**

А ДНК

В р-РНК

Б і-РНК

Г т-РНК

|                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| А                        | Б                        | В                        | Г                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**21. До гексоз належать:**

А сахароза;

В рибоза;

Б глюкоза;

Г дезоксирибоза.

|                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| А                        | Б                        | В                        | Г                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**22. Глікопротеїди — це сполуки:**

А вуглевода і білка;

В нуклеїнової кислоти і білка;

Б пігмента і білка;

Г ліпиду і білка.

|                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| А                        | Б                        | В                        | Г                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**23. Амінокислоти, які організм тварин не може синтезувати, називають:**

А замінними;

В основними;

Б незамінними;

Г сульфуровмісними.

|                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| А                        | Б                        | В                        | Г                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**24. Структурний ген прокариотів, у якому записана інформація про молекулу білка, складається із 1500 нуклеотидів. Скільки амінокислотних залишків є в цьому білку:**

А 750

В 500

Б 1500

Г 300

|                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| А                        | Б                        | В                        | Г                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**25. Фермент у процесі реакції:**

А не змінюється, але витрачається;

В не змінюється і не витрачається;

Б змінюється і витрачається;

Г змінюється, але не витрачається.

|                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| А                        | Б                        | В                        | Г                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**26. Назвіть білок, який транспортує кисень:**

А альбумін;

В гемоглобін;

Б кератин;

Г міозин.

|                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| А                        | Б                        | В                        | Г                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**27. Позначте сполуку, яка входить до складу АТФ:**

А амінокислота;

В глюкоза;

Б аденін;

Г глікоген.

|                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| А                        | Б                        | В                        | Г                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**28. Вкажіть, які функції виконує активний центр:**

А є місцем з'єднання білкової і небілкової частини молекули ферменту;

Б визначає чутливість ферменту до факторів навколишнього середовища;

В забезпечує переведення ферменту із неактивного стану в активний;

Г забезпечує каталіз хімічних реакцій.

|                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| А                        | Б                        | В                        | Г                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**29. Вкажіть правильне твердження. Четвертинна структура білка — це ...**

А послідовність амінокислотних залишків у молекулі білка;

Б просторова конфігурація молекули полінуклеотиду;

В укладання ланок пептидного ланцюга завдяки водневим зв'язкам;

Г макромолекула, до складу якої входить кілька глобул.

|                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| А                        | Б                        | В                        | Г                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**30. Виберіть послідовність нітратних основ, яка має утворитися в процесі реплікації молекули ДНК на основі ланцюга — АЦТ — ТТГ — ГАТ:**

А ТГА — ААЦ — ЦТА

В ТГА — ААЦ — ЦТГ

Б ТГА — АЦЦ — ЦТГ

Г ТГА — ААЦ — ЦТГ

|                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| А                        | Б                        | В                        | Г                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |