

До § 38

Дізнайтеся більше

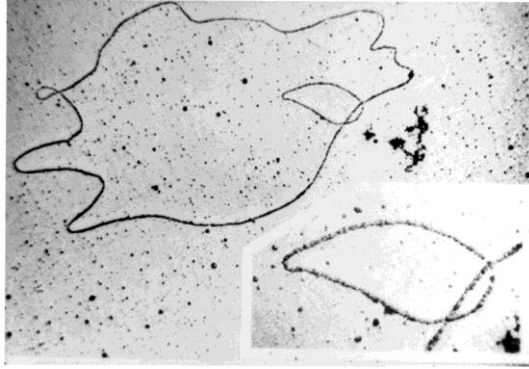
Нуклеїнові кислоти

Поняття та різновиди нуклеїнових кислот

Нуклеїнові кислоти — найважливіші сполуки, що зумовлюють можливість існування й розвитку всіх живих істот. Вони відіграють головну роль у збереженні й реалізації генетичної інформації. Нуклеїнові кислоти були відкриті в середині 60-х років XIX століття швейцарським вченим Фрідріхом Мішером. Вивчаючи склад деяких клітин, він винайшов невідому речовину біологічного походження, що істотно відрізнялася від відомих на той час білків, жирів і вуглеводів. Він назвав цю речовину нуклеїном, оскільки виявив її в ядрах клітин (від грец. *nucleos* — ядро). Хімічний склад нуклеїнових кислот було остаточно встановлено тільки наприкінці 30-х років XX століття, а їхню будову встановили значно пізніше вчені Джеймс Уотсон і Френсіс Крік, за що 1953 року їх було нагороджено Нобелівською премією.

Розрізняють два типи нуклеїнових кислот: дезоксирибонуклеїнові кислоти (ДНК), що зберігають генетичну інформацію, і рибонуклеїнові кислоти (РНК), що беруть участь у процесах передачі генетичної інформації і біосинтезі білка в клітині. Основна відмінність їхнього хімічного складу полягає в тому, що в молекулах ДНК містяться залишки вуглеводу дезоксирибози, а в молекулах РНК — рибози, що і відображено в їхніх назвах.

Нуклеїнові кислоти являють собою природні високомолекулярні сполуки. Вони набагато складніші, ніж білки та полісахариди. Молекулярна маса нуклеїнових кислот становить від 100 тисяч до 60 мільярдів (мал. 1). Молекули ДНК — найбільші молекули серед усіх відомих, їхня довжина може досягати декількох сантиметрів, тобто вони в 10 мільйонів разів більші за розміри звичайних молекул. У клітинах вони багатократно скручені, щоб займати відносно невеликий об'єм, але якщо розгорнути молекули ДНК тільки однієї клітини людини, то вони склали б ланцюг завдовжки декілька метрів.

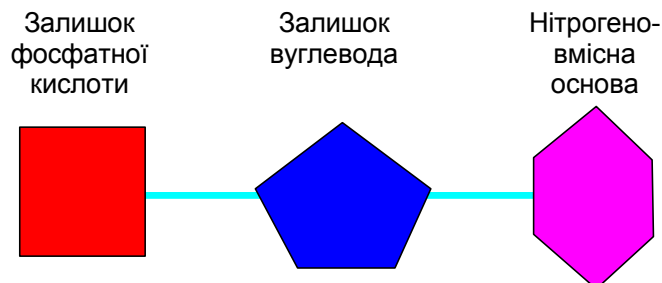


Мал. 1. Фотознімок молекули ДНК, зроблений за допомогою електронного мікроскопа

Це свідчить про велику складність будови молекул нуклеїнових кислот, але основний принцип їхньої будови виявився доволі простим. Ланцюги нуклеїнових кислот складаються з ланок, що постійно повторюються, — нуклеотидів, специфічне повторення яких і зумовлює запис спадкової інформації. Порядок, у якому розташовані нуклеотиди, унікальний для кожної живої істоти, як унікальною є спадкова інформація будь-якого організму.

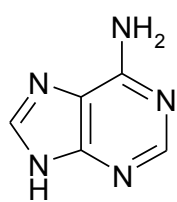
Склад і будова нуклеїнових кислот

Нуклеотиди — це мономерні, з яких складаються нуклеїнові кислоти. Вони також мають складну будову. Кожний нуклеотид складається зі з'єднаних залишків трьох молекул: нітрогеновмісної основи, вуглеводу й ортофосфатної кислоти (мал. 2).

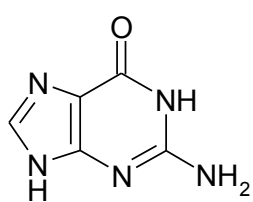


Мал. 2. Модель будови нуклеотиду — структурної ланки нуклеїнових кислот

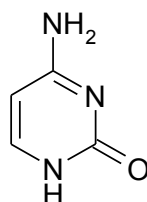
У молекулах ДНК трапляються чотири основні типи нітрогеновмісних основ: аденін, гуанін, цитозин і тимін. У складі РНК замість тиміну міститься близька йому за будовою основа — урацил:



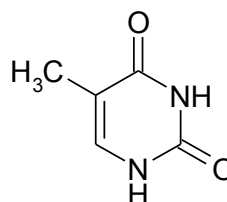
аденін



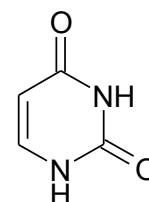
гуанін



цитозин

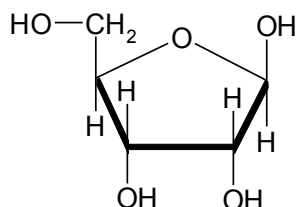


тимін

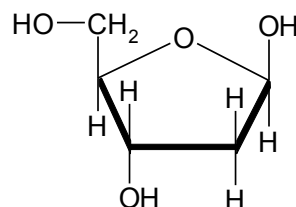


урацил

У складі кожного нуклеотиду міститься залишок вуглеводу: у молекулах ДНК містяться залишки дезоксирибози $C_5H_{10}O_4$, а в молекулах РНК — іншого вуглеводу — рибози $C_5H_{10}O_5$:

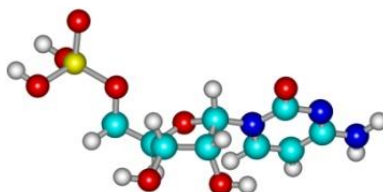
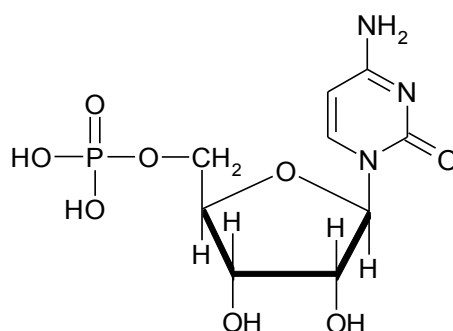


Рибоза



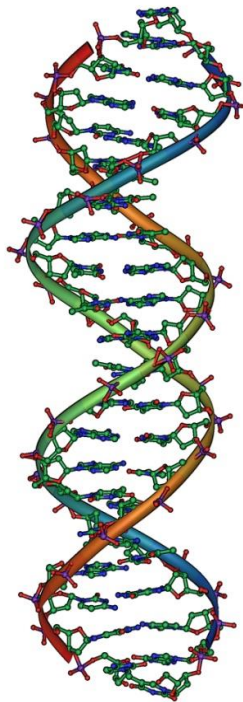
Дезоксирибоза

Разом з ортофосфатною кислотою вуглевод і нітрогеновмісна основа утворюють нуклеотид. Наприклад, нуклеотид, утворений рибозою й цитозином має такий вигляд (мал. 3):



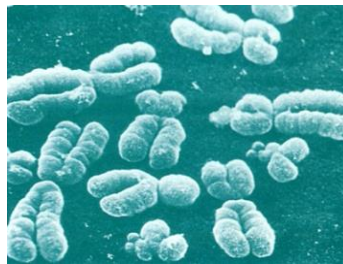
Мал. 3. Модель молекули нуклеотиду, утвореного рибозою й цитозином

Нуклеотиди, об'єднуючись один з одним, утворюють полінуклеотидний ланцюг. Молекули РНК складаються з одного такого ланцюга, а в переважній більшості випадків молекула ДНК побудована з двох полінуклеотидних ланцюгів (мал. 4). Ці ланцюги з'єднуються між собою водневими зв'язками за чіткими правилами: тимін з одного ланцюга з'єднується тільки з аденіном з протилежного ланцюга, а цитозин — тільки з гуаніном. З'єднавшись два полінуклеотидні ланцюги скручуються в спіраль, отже молекула ДНК являє собою подвійну спіраль.



Мал. 4. Модель фрагмента молекули ДНК

У клітинах живих істот молекули ДНК сполучаються з особливими — ядерними білками, багаторазово скручуються і утворюють хромосоми (мал. 5).



Мал. 5. Фотографія хромосом людини

Значення нуклеїнових кислот

У живих організмах міститься безліч різних білків, кожен з яких виконує спеціалізовану функцію. При цьому функціональні можливості й спеціалізація того чи іншого білка визначаються його будовою, зокрема, розташуванням в його молекулах амінокислот. Інформація про амінокислотну послідовність кожного білка, що синтезується в організмі, закодована саме в молекулі ДНК.

Нуклеїнові кислоти — основні «дійові особи» синтезу білкових молекул. Усе, що необхідно клітині для життя, запрограмоване у відрізках молекули ДНК — генах. Але самі гени білок не синтезують. Записана в них інформація реалізується молекулами РНК. Насамперед з гена знімається «креслення»: на молекулі ДНК синтезується молекула інформаційної РНК. Подібно до того, як у типографії друкують книжки, на молекулі інформаційної РНК, як на матриці, синтезується молекула певного білка, а окремі амінокислоти для його синтезу постачаються транспортною РНК.

Іноді молекули ДНК пошкоджуються різними мутагенами. До них належать деякі речовини, зокрема, нікотин і більшість компонентів тютюнового диму, електромагнітне випромінювання: радіоактивне, ультрафіолетове й рентгенівське. Під дією мутагенів руйнується молекула ДНК або модифікуються деякі нітрогеновмісні основи — відбуваються мутації. Як наслідок, інформація, закодована в ДНК, змінюється і в клітині може припинитися синтез певного білка або синтезується модифікований білок, який неправильно виконує свої функції. Подібні зміни в більшості випадків призводять до фатальних змін в організмі: розвитку ракових пухлин, різноманітних тяжких захворювань, а також народження дітей, хворих на генетичні захворювання, які вилікувати неможливо (серповидна анемія, синдром Дауна тощо).

Отже, нуклеїнові кислоти незамінні для життя, розмноження та існування будь-якої живої істоти: від мікроскопічного вірусу до величезної тварини.