

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
УКРАЇНСЬКО-УГОРСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН

Больог Норберт Карлович

**Вивчення структурних параметрів молекул азотистих основ в
шкільному курсі фізики**

014.08 Середня освіта. Фізика та астрономія

Кваліфікаційна дипломна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра

Науковий керівник:

Шафраньош Мирослав Іванович

завідувач кафедрою, кандидат фіз.-мат.

наук, доцент

Ужгород – 2024

Реєстрація 2

(номёр)

«17» травня 2024 р.



Ж.Д. Думнич

(підпис пров. фах. кафедри) (прізвище, ініціали)

Кваліфікаційна робота бакалавра допущена до захисту

Завідувач кафедри фізико-математичних дисциплін

(підпис) 

М.І. Шафраньош

(ініціали, прізвище)

кандидат фіз.-мат. наук, доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

«17» травня 2024 р.

Рецензент

(підпис) 

М.І. Суховія

(прізвище, ім'я, по батькові)

канд. біологічних наук, доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

Зміст

Вступ	4
I. ДНК як молекулярна конструкція	6
1.1. Азотисті основи.....	7
1.2. Властивості азотистих основ	8
1.3. Будова, властивості та функції ДНК.....	9
II. Структура нуклеїнових кислот	14
2.1. Первинна структура нуклеїнових кислот.....	14
2.2. Вторинна структура нуклеїнових кислот.....	19
2.3. Третинна структура нуклеїнових кислот.....	20
2.4. Фізико-хімічні властивості нуклеїнових кислот.....	23
III. РНК - будова, просторова організація, функції	29
IV. Інтегрований урок на тему «Нуклеїнові кислоти. ДНК та РНК: будова, види, властивості»	33
Висновки	45
Список використаної літератури	47

ВСТУП

Молекули азотистих основ, похідних піримідину (цитозин, тимін і урацил) і пуринових (аденін і гуанін) є важливими компонентами будови генетичних макромолекул ДНК і РНК. Вплив різних факторів на нуклеїнові кислоти та їх компоненти може спричинити до неконтрольовані зміни в генотипі живих організмів.

Нуклеїнові кислоти – це особливі органічні сполуки, складні високомолекулярні біополімери. Основна функція яких полягає у зберіганні, регуляції, реалізації генетичної інформації, її передачі між поколіннями клітин. Нуклеїнові кислоти є матеріальною основою спадковості. Здійснюють важливі функції. Вони формують фенотип організму і мають вплив на його діяльність. За хімічним складом нуклеїнові кислоти складаються з нуклеозидів, це з азотистої основи та вуглеводу, а зв'язок між ними фосфодієфірний. Ці молекули поділяються на два основні класи: дезоксирибонуклеїнові (ДНК) і рибонуклеїнові кислоти (РНК). Вони відрізняються типом вуглеводу в складі нуклеозиду (дезоксирибоза у ДНК і рибоза у РНК), та набором азотистих основ. Аденін, гуанін та цитозин присутні в обох типах нуклеїнових кислот. Тимін характерний для ДНК, урацил для РНК. Передача генетичної інформації в живих клітинах здійснюється відповідно до центральної догми молекулярної біології: ДНК слугує матрицею для синтезу нових молекул ДНК (реплікація) або для синтезу РНК (транскрипція). РНК виступає матрицею для синтезу білків (трансляція). Ще можливий синтез ДНК на основі РНК (зворотна транскрипція)[1].

Метою кваліфікаційної роботи є:

- систематизація теоретичних знань, а саме вивчення структурних параметрів молекул азотистих основ, молекули яких є важливими компонентами будови генетичних макромолекул ДНК і РНК;

- демонстрація інтегрованого уроку з тематики даної роботи, встановивши міжпредметний зв'язок з іншими навчальними предметами, а саме з хімією та біологією.

Завданням кваліфікаційної роботи є:

- описати будову, властивості та функції ДНК і РНК;

- охарактеризувати унікальність нуклеїнових кислот;

- розробити інтегрований урок на тему «Нуклеїнові кислоти. ДНК та РНК: будова, види, властивості».

I. ДНК як молекулярна конструкція

1.1. Азотисті основи

Азотисті основи – це гетероциклічні сполуки (рис. 1.1.1), їхні кільця складаються з карбону й азоту, а всі зв'язки частково подвійні. У ДНК є два види азотистих основ: пурини (R), - аденін (A) і гуанін (G), та піримідини (Y) – тимін (T) і цитозин (C). Загальне позначення для будь-якої основи, незалежно від її типу – N.

На рис. 1.1.1 наведені стандартні основи, але у природних ДНК можуть зустрічатися ковалентно модифіковані основи: 5-метилцитозин (5mC.)

Це найпоширеніша модифікація в ДНК, N⁴-метилцитозин і N⁶-метиладенін.

У РНК замість тиміну є урацил (U), який відрізняється від тиміну відсутністю метильної групи в п'ятому атомі кільця. У РНК, особливо в транспортних РНК, також є багато неканонічних (модифікованих) азотистих основ. Завдяки частково подвійним зв'язкам у кільці обертання навколо них неможливе, тому азотисті основи є планарними – і всі атоми кільця лежать фактично на одній площині. Хоча можливі деякі коливання довжин зв'язків і валентних кутів, відсутність обертання робить азотисті основи конформаційно жорсткими. Екзоциклічні аміногрупи та метильна група тиміну обертаються швидко, але взаємодія аміногруп з водневими зв'язками значно сповільнює це обертання [2].



Нуклеотиди можуть відрізнятися не тільки за видом пентози, а і за залишками нітратних основ.

Назва залишку нітратної основи	Позначення для відповідних нуклеотидів	Структурна формула нітратної (азотистої) основи
Пуринові		
Аденін	А	
Гуанін	Г	
Піримідинові		
Цитозин	Ц	
Тимін	Т	
Урацил	У	

Рис. 1.1.1. Пуринові (А, Г) і піримідинові (Ц, Т, У) азотисті основи, що входять до складу ДНК.

Представлено звичайну нумерацію атомів. Атоми азоту в кільці та екзоциклічні атоми кисню виступають як акцептори водневого зв'язку, тоді як NH_2 -групи є донорами. Ці групи можуть взаємодіяти з водою. Проте частина кільця є гідрофобною, через що кристали азотистих основ погано розчиняються у воді [5].

1.2. Властивості азотистих основ

Азотисті основи піримідинів і пуринів мають слабкі основні властивості через наявність атомів азоту в гетероциклах, що й дало їм назву "азотисті основи". Ці основи є резонансними молекулами з великою кількістю кон'югованих зв'язків, що визначає їх структуру, розподіл електронної щільності та здатність поглинати світло. Резонанс у кільцях основ надає більшості зв'язків частково подвійного характеру, що робить кільця піримідинів повністю плоскими, а пуринів – майже плоскими з невеликою складкою. Вільні основи можуть існувати у різних таутомерних формах залежно від рН. Завдяки резонансу всі азотисті основи інтенсивно поглинають ультрафіолетові промені в діапазоні від 230 до 280 нм, що обумовлює поглинальний максимум нуклеїнових кислот на 260 нм.

За нейтрального рН у клітинах азотисті основи є гідрофобними та практично нерозчинними у воді. Так як, за кислого або лужного рН вони отримують заряд, тому стають більш розчинними. Гідрофобність основ дозволяє їм взаємодіяти між собою через Ван-дер-Ваальсові, диполь-дипольні та стекінг-взаємодії. Ці взаємодії важливі для зменшення контакту основ з водою і є ключовим фактором стабільності вторинної структури нуклеїнових кислот. Основними функціональними групами азотистих основ є атоми азоту в кільцях, карбонільні групи та екзоциклічні аміногрупи. Водневі зв'язки між основами, що виникають завдяки цим групам, є важливими для стабільності структури ДНК і РНК .

1.3. ДНК. Будова, властивості та функції

До складу молекули ДНК входять два ланцюга нуклеотидів, які з'єднуються водневими зв'язками. Ці взаємини з'являються між парами нуклеотидів: аденін (А) сполучається з тиміном (Т) через два водневі зв'язки, а гуанін (G) – з цитозином (С) через три водневі зв'язки . [5].

Ця чітка відповідність називається комплементарністю. Два ланцюги нуклеотидів формують правозакручену спіраль діаметром близько 2 нм. Відстань між сусідніми парами основ становить 0,34 нм, а один оберт спіралі рівний 3,4 нм і має близько десяти пар основ. Це утворює вторинну структуру ДНК, тоді як первинна структура – це послідовність нуклеотидів у ланцюгу.

ДНК у клітині є компактною. Наприклад, найбільша хромосома ДНК людини за довжиною становить приблизно 10 см, але вона скручена таким способом, що може зміститися у хромосомі завдовжки 5 мкм. Це досягається завдяки тому, що дволанцюгова спіраль ДНК утворює третинну структуру – суперспіраль. У еукаріотів ДНК хромосом взаємодіє з ядерними білками, утворюючи компактні структури ядра клітини – хромосоми. У прокаріотів ДНК має кільцеву будову та не сполучається з білками.

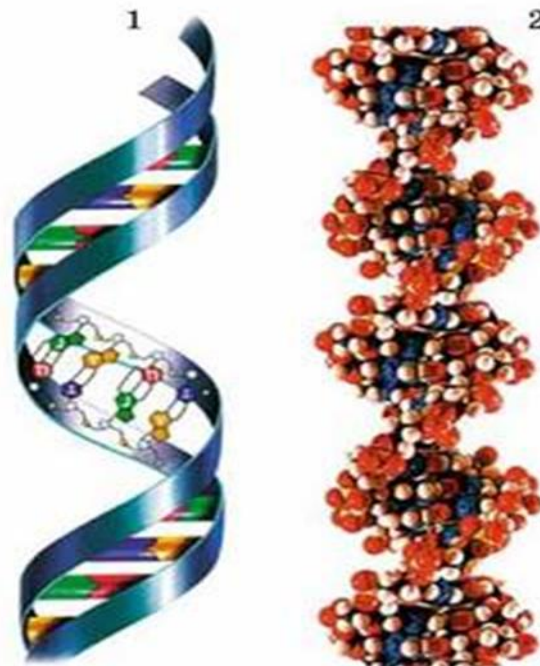


Рис. 1.3.1. Молекула ДНК: 1 – структурна схема; 2 - просторова модель. Прийміть до уваги, що оба ланцюги ДНК обертаються навколо спільної осі, та один навколо одного [3].

Властивості ДНК. Молекули ДНК, так само як білкові молекули, можуть піддаватися процесам денатурації та ренатурації. Під впливом різних умов, таких як кислоти, луги або висока температура, водневі зв'язки між комплементарними азотистими основами на різних ланцюгах ДНК можуть руйнуватися. Це може призвести до повного або часткового розпаду молекули на окремі ланцюги, що внаслідок цього призводить до втрати активності ДНК. Проте після усунення негативних факторів, структура молекули може відновитися завдяки відновленню водневих зв'язків між комплементарними нуклеотидами.



Рис. 1.3.2. Процес реплікації - самоподвоєння молекули ДНК: водневі зв'язки відновлюються за участю ферментів (1) і на всіх ланцюгах материнської молекули відповідно до принципу комплементарності відбувається добудова дочірнього ланцюга ланцюга(2) [3].

Важливою характеристикою молекул ДНК є їх здатність до самоподвоєння, відома як реплікація. Цей процес базується на принципі комплементарності, де послідовність нуклеотидів у новоутвореному ланцюзі визначається послідовністю їхнього розташування у материнському ланцюзі ДНК. Під час реплікації материнська молекула ДНК виступає як матриця, що визначає послідовність нуклеотидів у синтезованому ланцюзі.

ДНК здатна до денатурації та ренатурації, так як і білки. За певних умов (дія кислот, лугів, високої температури) розпадаються водневі сполучення між основами, і ДНК розкладається на окремі ланцюги, стає не активною. Так, коли негативні чинники припиняють своє впливу на ДНК, процес відновлення структури може розпочатися. Це відновлення може відбуватися завдяки відновленню водневих зв'язків між нуклеотидами, що дозволяє ланцюговій структурі повернутися до своєї нативної подвійноспіральної форми. Цей процес відновлення може мати місце під впливом відповідних умов середовища та механізмів клітинного ремонту.

Важливою властивістю ДНК є здатність до самоподвоєння (реплікації). Це процес реплікації ДНК, означає, що кожна з двох новоутворених молекул ДНК містить один ланцюг, який ідентичний до одного з ланцюгів материнської молекули, та один ланцюг, що був синтезований недавно. Цей процес забезпечує точне подвоєння та передачу генетичної інформації від батьківської молекули до нащадків, що важливо для генетичної стабільності під час поділу клітин. (Рис. 1.3.2).

ДНК відіграє важливу роль у клітині, забезпечуючи кодування, зберігання та передачу генетичної інформації нащадкам під час розмноження. Окрім того, окремі ланцюги ДНК використовуються як матриця для синтезу різних типів РНК в процесі, що називається транскрипцією. (Рис. 1.3.3). Такий процес

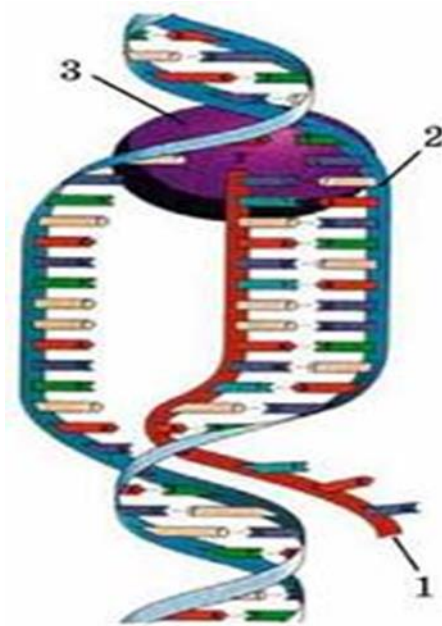
дозволяє клітині створювати різноманітні види РНК, які в свою чергу відіграють різноманітні функції у клітинній активності.

Ген - це основна функціональна одиниця спадковості, в якій знаходиться інформація про будову та функціонування живого організму. Кожен ген кодує певну послідовність нуклеотидів у ДНК, яка відповідає за синтез конкретного білка або РНК. Гени визначають різноманітні аспекти організму, включаючи його фізичні характеристики, функції органів, а також вразливість до різних захворювань і характеристики розвитку. Кожна клітина містить у собі генетичну інформацію, що передається від батьків до нащадків і забезпечує спадкову континуїтет.

Генотип – це цілий комплекс усієї генетичної інформації в генах деякої клітини або організму, визначається генами, які успадковані від батьків, і відображається у фенотипі - спостережуваних властивостях чи характеристиках організму. Генотип визначається взаємодією генів з різними умовами середовища та розвитком організму.

Дослідження проведені в області спадковості різних організмів показали, що кількість ДНК у ядрі перевищує потрібну для кодування структурних генів у 8-10 разів. Це пояснюється наявністю повторюваних послідовностей, некодуючих регіонів і великої кількості регуляторних генів. Велика частина ДНК зовсім не містить генетичну інформацію. Ген складається з окремих блоків: одні копіюються в мРНК і кодують структуру сполук, інші – ні.

Рис. 1.3.3. Процес синтезу молекули РНК (1) на одному з ланцюгів молекули ДНК (2) являється транскрипцією, що утворюється за допомогою специфічного ферменту (3) [3].



II. Структура нуклеїнових кислот

2.1. Первинна структура нуклеїнових кислот

Певна послідовність нуклеотидів у двох ланцюгах являється первинною структурою ДНК. ДНК та РНК входять до нуклеїнових кислот є високомолекулярними сполуками. Вони складаються з полінуклеотидних ланцюгів, утворені із мономерів — відомі нам як нуклеотиди. Кожен нуклеотид містить азотисту основу, пентозу (цукор) та фосфатну групу. Взаємодія цих нуклеотидних мономерів утворює довгі полімерні ланцюги, які становлять основу для ДНК і РНК.

Деякі нуклеотиди з'єднуються в полінуклеотидний ланцюг за допомогою фосфодієфірних зв'язків, які формуються між 3'- і 5'-гідроксильними групами пентоз (рибоз або дезоксирибоз) сусідніх нуклеотидів.

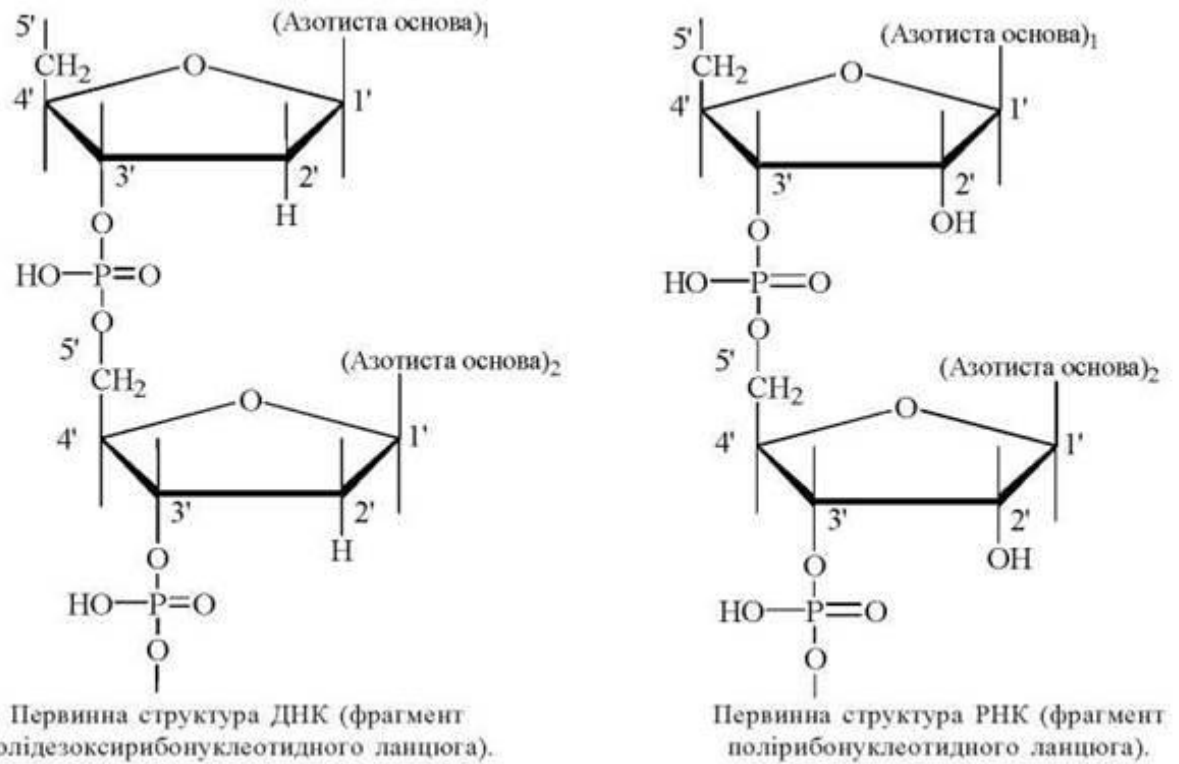


Рис. 2.1.1.

Схематичне зображення полінуклеотидних ланцюгів ДНК та РНК пентози. На малюнку вертикальними лініями 3'-, 5' - позначають фосфодієфірні зв'язки, а — похилими лініями з буквою Ф (Р) посередині.

Характеристика первинної структури ДНК та РНК

ДНК: Відрізняється від РНК тим, що містить дезоксирибозу замість рибози і тимін замість урацилу. ДНК зазвичай існує у вигляді подвійної спіралі, де два полінуклеотидні ланцюги з'єднані між собою водневими зв'язками між комплементарними основами (А-Т і Г-Ц).

РНК: Зазвичай одонитковий ланцюг, що містить рибозу та урацил. РНК може складати вторинні структури шляхом спарювання внутрішніх комплементарних основ, що дозволяє утворювати різноманітні функціональні форми, такі як транспортна РНК (тРНК) та рибосомна РНК (рРНК).

Таким чином, первинна структура нуклеїнових кислот є фундаментальною для їх функцій у зберіганні та передачі генетичної інформації. Розуміння будови і взаємозв'язків між нуклеотидами у полінуклеотидних ланцюгах є ключовим для дослідження механізмів реплікації, транскрипції та трансляції генетичної інформації.

Фосфодієфірний зв'язок, що з'єднує нуклеотиди, утворюється між 3'-гідроксильною групою однієї пентози та 5'-фосфатною групою наступної. Цей зв'язок забезпечує напрямок ланцюга від 5' до 3', що є важливим для реплікації та транскрипції нуклеїнових кислот.



Рис. 2.1.2.

Скорочено цей самий ланцюг виглядатиме наступним позначенням:
 фАфУфГфЦфАфТфУ [20].

Відмінност в первинній структурі ДНК та РНК:

1. Цукровий компонент:

Нуклеотиди ДНК мітять цукор 2' - відомий як дезоксирибоза.

А до складу нуклеотидів РНК входить цукор рибози.

2. Піримідинові основи:

У ДНК присутній піримідин тимін (метилурацил).

У РНК присутній піримідин урацил (замість тиміну).

3. Наявність мінорних нуклеотидів:

Первинна структура ДНК та РНК може відрізнитися за наявністю деяких мінорних нуклеотидів, які не є основними, але можуть виконувати важливі біологічні функції.

4. Специфічні послідовності нуклеотидів:

Певні класи ДНК та РНК мають унікальні для них послідовності нуклеотидів, які визначають їх біологічні функції. Ці специфічні послідовності є ключовими для виконання певних функцій, таких як кодування білків, регуляція генів, та участь у процесах реплікації і транскрипції.

Таблиця 1. Особливості первинної структури ДНК та РНК

Нуклеїнові кислоти	Пентози	Азотисті основи	
		пурини	піримідини
ДНК	2'-дезоксирибоза	аденін, гуанін	цитозин, тимін
РНК	рибоза	аденін, гуанін	цитозин, урацил

Полярність полінуклеотидів

У молекулі полінуклеотидного ланцюга ДНК або РНК можна виділити два кінця: 5'-кінець, що містить вільну 5'-гідроксильну групу пентози, та 3'-кінець, який має вільну 3'-гідроксильну групу пентози і не зв'язаний з наступним нуклеотидом. У природних нуклеїнових кислотах 5'-кінець, який включає 5'-гідроксильну кінцеву рибозу або дезоксирибозу, зазвичай фосфорильований, тоді як 3'-кінець має вільну гідроксильну групу. Така нуклеїнова кислота вважається полярною і має визначений напрямок ланцюга.

5' → 3'. [21]

Функції ДНК:

1. Збереження спадкової інформації.

Кількість ДНК у різних клітинах організму людини залишається незмінною. Це значить, що клітини успадковують однакову кількість ДНК від батьківських клітин, що сприяє стабільності геному.

2. Передача генетичної інформації нащадкам.

Процес реплікації забезпечує подвоєння молекул ДНК, що передаються нащадкам. Це є основою для збереження генетичної інформації і забезпечує консервативність спадковості.

3. Реалізація генетичної інформації.

ДНК кодує генетичну інформацію, яка передається нащадкам через процеси транскрипції та трансляції. Під час транскрипції інформація переноситься з ДНК на РНК, а під час трансляції ця інформація використовується для синтезу білків.

Ці біологічні функції ДНК і механізми їх реалізації відомі як центральна догма молекулярної біології, запропонована Френсісом Кріком.

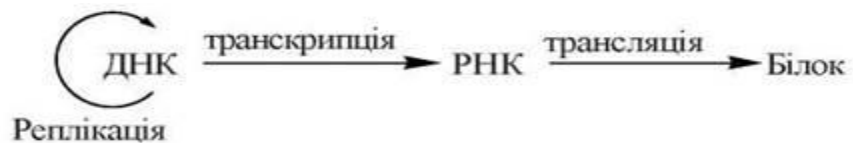


Рис. 2.1.3. Основні положення молекулярної біології.

Молекулярна маса і розміри молекул ДНК

Молекулярна маса дезоксирибонуклеїнових кислот значно коливається у різних біологічних системах, таких як віруси, прокаріотичні та еукаріотичні клітини.

Точне визначення молекулярної маси різних зразків ДНК ускладнюється їхньою гідродинамічною нестабільністю. Вищі організми, зокрема, можуть виявити схильність до руйнування гігантських молекул нуклеїнових кислот на більш короткі фрагменти під час спроб їх виділення в інтактному стані. Біологічна ДНК також може мати складну молекулярну організацію, існуючи у різних формах полінуклеотидних конформацій: від лінійних одноланцюгових та дволанцюгових молекул до кільцевих одноланцюгових та дволанцюгових молекул, а також суперспіралізованих структур. [20].

За допомогою модерних фізико-хімічних методів дослідження та електронної мікроскопії встановлено, що середня молекулярна маса ДНК (на один полінуклеотидний ланцюг) знаходиться в діапазоні від 10^6 до 10^{11} дальтон (Д).

2.2. Вторинна структура нуклеїнових кислот

Дослідження складу нуклеотидів у молекулах ДНК з різних джерел показали, що незалежно від їх походження, будь то бактерії, рослини або тварини, всі ДНК мають певні кількісні співвідношення між пуриновими та піримідиновими нуклеотидами. Згідно з цими закономірностями (відомими як правила Чаргафа) [21]:

1. Сума пуринових основ рівна сумі піримідинових основ, тобто:

$$A + G = T + C, \text{ або}$$

2. Кількість 6-аміногруп дорівнює кількості 6-кетогруп за хімічною номенклатурою Фішера;
3. Вміст аденіну рівна вмісту тиміну, а вміст гуаніну дорівнює вмісту цитозину (*правило еквівалентності*):

$$A = T, G = C.$$

Наведені кількісні взаємозв'язки між азотистими основами, спільно з результатами структурного аналізу молекул ДНК за допомогою методу рентгеноструктурного аналізу, були основою для пропозиції моделі подвійної спіралі ДНК від Джеймса Уотсона та Френсіса Кріка.

Згідно з цим зразком, молекула ДНК складається з двох ланцюгів, які утворюють спіраль, де обидва полінуклеотидні ланцюги закручені навколо центральної осі. При цьому обидва ланцюги молекули ДНК рухаються в протилежних напрямках.

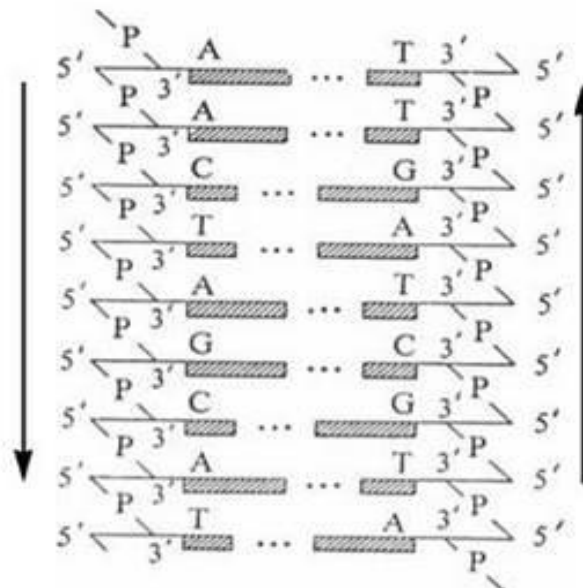


Рис. 2.2.1. Протилежність полінуклеотидних ланцюгів в молекулі ДНК.

Подвійний ланцюг ДНК стабілізується за рахунок водневих зв'язків, що утворюються між протилежно розташованими азотистими основами, відомими як *комплементарні або додаткові*. Ці азотисті основи включають аденін, який утворює пару з тиміном, та гуанін, який утворює пару з цитозином. Це пояснює вище згадані емпіричні правила Чаргафа.

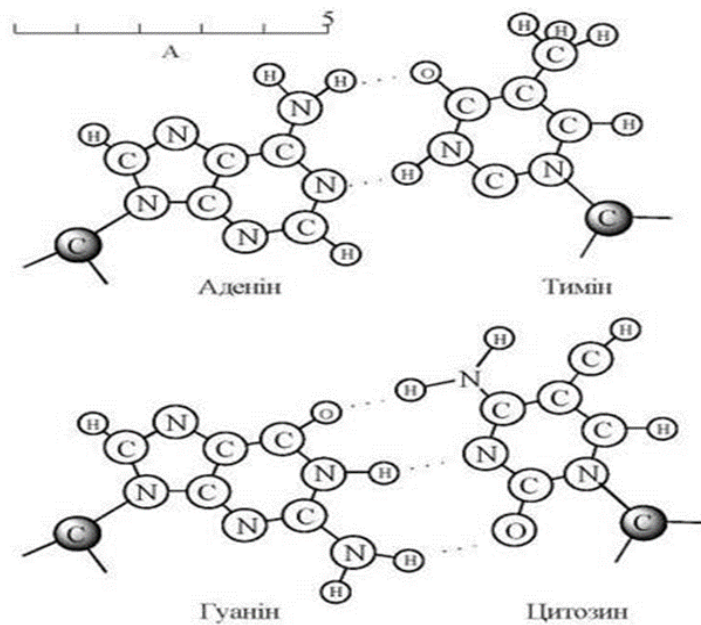


Рис. 2.2.2. Аденін, Тимін, Гуанін, Цитозин.

Окрім водневих зв'язків, стійкість молекули ДНК можна забезпечити ще за рахунок взаємодій між п-електронними хмарами гетероциклів азотистих основ, які розташовані один під одним вздовж осі спіралі, ці взаємодії відомі як "стекинг-взаємодії". Структурні особливості подвійної спіралі включають діаметр спіралі в 20 мікрон, відстань між азотистими основами вздовж осі спіралі в 3,4 ангстрема та повторювану структуру спіралі з інтервалом в 34 ангстрема, що відповідає довжині 10 нуклеотидних пар. Ці структурні

особливості застосовуються до В-форми молекули ДНК, яку запропонували Уотсон та Крік. Однак, залежно від взаємодії з різною кількістю молекул води та катіонів, ДНК може набувати інших структурних форм, таких як А, С та Z, які відповідають певним фізіологічним умовам та взаємодії ДНК з білками ядерного хроматину, наприклад, форма С.

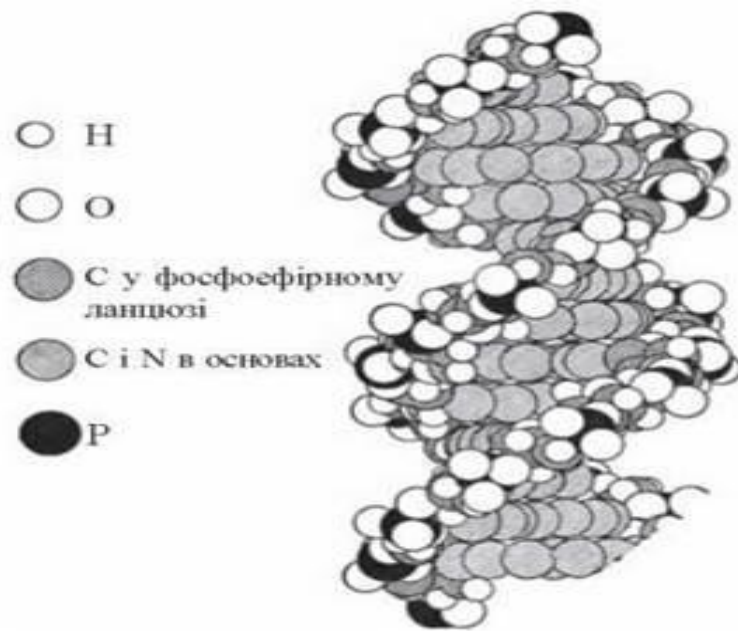


Рис. 2.2.3. В-форма молекули ДНК.

2.3. Третинна структура нуклеїнових кислот

Третинна структура ДНК – це суперспіраль або кільце (бактерії, віруси).

Утворюється завдяки подальшій спіралізації вторинної структури. У живій клітині подвійна спіраль ДНК додатково скручується, утворюючи суперспіралі, які дозволяють довгим молекулам ДНК компактно впаковуватися в обмеженому просторі клітини.

У молекулі ДНК, яка перебуває у стані суперспіралізації, певні клітинні білки утворюють комплекси, що взаємодіють з нуклеоїдом прокаріотів та ядерним

хроматином еукаріотів. Суперспіралізація дозволяє молекулам ДНК досягати високої компактності, що є необхідним для функціонування клітини.

У прокаріотичних клітинах ДНК присутня у формі кільцевої молекули, що є додатково суперспіралізованою для зменшення об'єму та захисту від пошкоджень.

В еукаріотичних клітинах ДНК знаходиться в ядрі і організована в складні структури, відомі як хроматин. Хроматин складається з ДНК, обгорнутої навколо гістонових білків, що формують нуклеосоми. Ці нуклеосоми додатково згортаються і конденсуються, утворюючи хромосоми.

Завдяки суперспіралізації та взаємодії з білками, довгі молекули ДНК формують компактні хромосомні структури. Наприклад, ядерна молекула ДНК клітин людини, довжиною приблизно 8 см, може бути згорнута в хромосому довжиною лише близько 5 нм. Це забезпечує ефективне впорядкування та функціонування генетичного матеріалу в клітині [10].

2.4. Фізико-хімічні властивості нуклеїнових кислот

Реакційноздатність.

Усі полінуклеотиди, в тому числі і ДНК, характеризуються високою кислотністю та низьким значенням рН, що свідчить про їхню сильну кислотність і основні властивості. Кислотні властивості ДНК пояснюються наявністю вторинних фосфатних груп, які при рН більше 4 повністю іонізуються. Завдяки цим кислотним властивостям і присутності негативних зарядів на своїй поверхні молекули ДНК при фізіологічних значеннях рН активно реагують і утворюють комплекси з катіонами, такими як

- поліамінами (спермідином, сперміном);
- основними білками (гістонами, протамінами);
- катіонами металів (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+}).

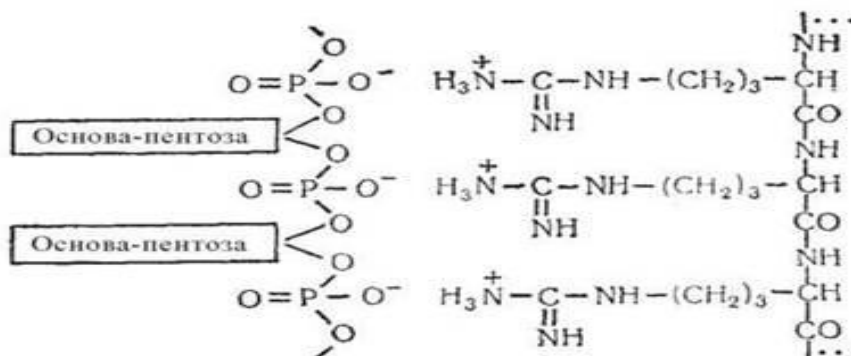


Рис. 2.4.1. Взаємодія полінуклеотидного ланцюга ДНК з основними білками.

В'язкість та оптична активність.

Велика молекулярна маса і значна довжина ДНК-молекул призводять до високої в'язкості навіть в розчинах, які дуже розведені. В'язкість розчинів ДНК залежить від їх конформації і суттєво мінюється при денатурації та ренатурації, що дозволяє використовувати віскозиметричні методи для вивчення кінетики цих процесів [22].

Завдяки упорядкованій вторинній структурі молекул ДНК вони є оптично активними, змінює напрямок площини поляризованого світла. Оптична активність розчинів ДНК також використовується для реєстрації конформаційних змін молекул.

Поглинання в УФ-ділянці.

Азотисті сполуки, які входять до складу нуклеїнових кислот ДНК і РНК, мають здатність поглинати ультрафіолетове світло при 260нм.

При утворенні полінуклеотидів взаємодія азотистих основ розташованих паралельно по довжині молекули ДНК супроводжується зниженням УФ-поглинання. Поглинання при 260нм нативної молекули ДНК зазвичай трохи нижче (на середньому 40%) від відповідного поглинання суми азотистих основ, що утворюють полінуклеотид - це називається *гіпохромним ефектом*. При порушенні високоупорядкованої двоспиральної конформації ДНК та структурних взаємодій між азотистими основами можна побачити гіперхромний ефект, що означає збільшення поглинання розчинів молекул ДНК при 260нм і дає змогу вивчати процес денатурації..

Денатурація ДНК

Денатурація ДНК полягає у розшаруванні її нативної двоспиральної структури, при цьому утворюються неупорядковані одноцепочкові структури. В цей час ковалентні зв'язки у ДНК залишаються недоторканими, але втрачаються специфічні взаємодії між азотистими основами, що призводить до розкручування подвійної спіралі.

Ренатурація — це відновлення природної вторинної структури ДНК в певних умовах.

Під час денатурації ДНК спостерігається гіперхромний ефект і зниження в'язкості її розчинів. Денатуровані нуклеїнові кислоти втрачають свої біологічні властивості.

Молекулярною основою денатурації молекул ДНК є руйнування водневих зв'язків між комплементарними азотистими основами А-Т та Г-Ц.

Денатурація молекул ДНК відбувається через наступні процеси:

Різкі зміни рН у кислому або лужному напрямку можуть спричинити денатурацію молекул ДНК. Зміни рН можуть впливати на зарядженість і структуру молекул, що призводить до розриву водневих зв'язків і денатурації.

Нагрівання розчинів ДНК до певних температур також може спричинити їх денатурацію. Підвищення температури може збільшувати енергію молекул, що призводить до розриву водневих зв'язків та розгортання подвійної спіралі ДНК.

Термічна денатурація ДНК, відома також як процес плавлення, вивчається через характеристику температури денатурації, позначеної як T_m (від melting — плавлення). Ця температура залежить від вмісту G-C- та A-T-пар у молекулі ДНК. Оскільки утворення водневих зв'язків між гуаніном та цитозином потребує більшої енергії, ніж між аденіном та тиміном, денатурація пари G-C відбувається при більш високих температурах. Тому температура плавлення прямо пропорційна вмісту G-C-пар у молекулі ДНК, що робить T_m показником нуклеотидного складу[5].

Ренатурація ДНК

Ренатурація ДНК – це процес, у якому розділені ланцюги ДНК, які були денатуровані, можуть знову з'єднатися. Цей процес відомий як віджиг або ренатурація.

Основними факторами, що впливають на ренатурацію, є:

1. Температура: Оптимальною температурою для ренатурації вважається температура, що на 25°C нижча за значення температури плавлення. Ця температура не спричиняє денатурацію, але дозволяє швидку дифузію молекул ДНК та розслаблення тимчасових некомплементарних зв'язків між основами у парах. Швидке охолодження після денатурації припиняє ренатурацію, і цей метод, відомий як "гасіння" ДНК, широко використовується в біохімічній практиці.

2. Концентрація: Зі збільшенням концентрації ДНК, швидкість ренатурації зростає у певних межах.

3. Час: Чим триваліший період часу, тим більша частина молекул ДНК ренатуру

III. РНК - будова, просторова організація, функції

Рибонуклеїнова кислота (РНК) — являється високомолекулярним біополімером, до складу якого входять мономерні одиниці, відомі нам, як рибонуклеотиди, що складаються з фосфорної кислоти, рибози й азотистих основ - аденін, гуанін, цитозин, урацил. РНК відіграє ключову роль у різних біологічних процесах, в основному у передачі генетичної інформації та синтезі білків.

В ДНК зберігається генетична інформація, але в життєвих процесах клітин вони не учащують. Передачу спадкової інформації з ДНК до цитоплазми забезпечують рибонуклеїнові кислоти (РНК). Взаємозв'язок між ДНК, РНК і білками можна описати схемою: ДНК → РНК → білок.

Один із ланцюгів ДНК служить матрицею для синтезу РНК, яка є основою для синтезу білків, входить до складу рибосом або транспортує амінокислоти. РНК складаються з довгих нерозгалужених полімерних молекул, що складаються з одного ланцюга. Ці ланцюги можуть утворювати подвійні спіралі, якщо їх різні ділянки мають антипаралельні комплементарні сегменти.[23].

У деяких вірусів РНК є носієм генетичної інформації без участі ДНК. Деякі РНК можуть виконувати каталітичні функції у певних клітинних процесах. РНК є полімером рибонуклеотидів, що складаються з фосфорної кислоти, рибози й азотистих основ (аденін, гуанін, цитозин, урацил).

Рибоза і залишки фосфорної кислоти формує основу молекули, на якій розташовані азотисті основи. Всі види РНК об'єднуються на основі молекул

ДНК за допомогою ферментів РНК-полімераз і принципу комплементарності: аденін ДНК комплементарний урацилу РНК, а гуанін — цитозину.

Хоча вміст ДНК у клітинах постійний, кількість РНК значно варіюється залежно від типу клітини, інтенсивності обміну та синтезу білків. Молекули РНК мають спільні риси з будовою ДНК, але різні за кількома ознаками:

- а) РНК містить рибозу як вуглевод;
- б) в РНК відсутній тимін, його замінює урацил;
- в) РНК є одонитковою молекулою; г) правила Чаргаффа не виконуються. [8].

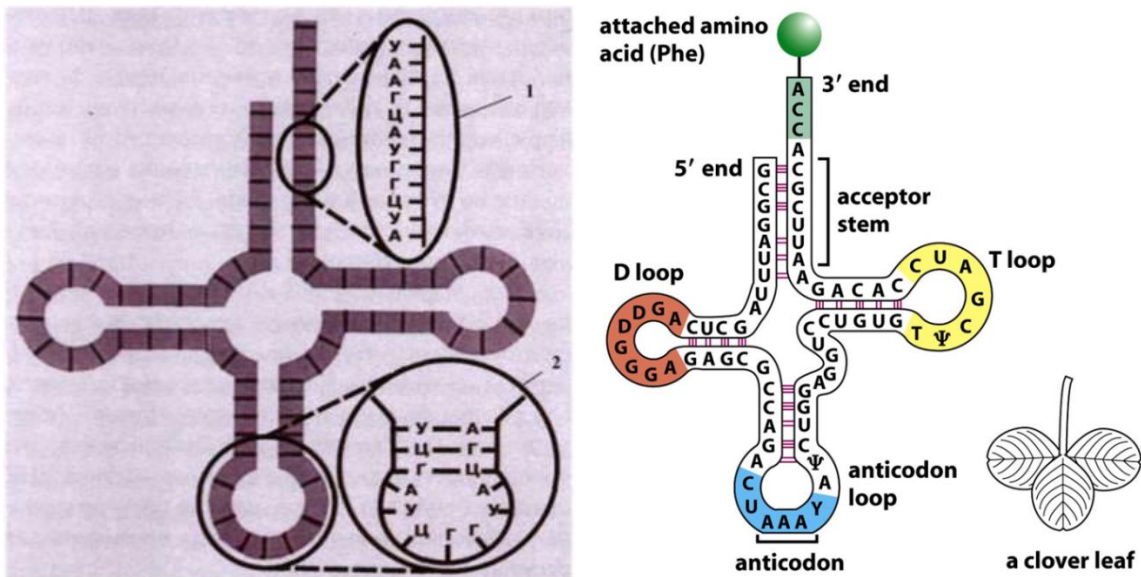


Рис. 3.1.1. Будова РНК (1 - лінійна молекула РНК; 2 - утворення певної молекули РНК за рахунок комплементарного з'єднання азотистих основ).

Типи РНК: Розрізняють три основні типи РНК за розміром, структурою і функціями, характерні для прокариотів та еукаріотів.

1. Інформаційна РНК (іРНК).

Інформаційна рибонуклеїнова кислота (іРНК) або ще називають матричною РНК (мРНК) — це тип РНК, який переносить генетичну інформацію від ДНК до

рибосом. Тут ця інформація використовується для синтезу білків. Вона виступає як посередник у передачі інформації, забезпечуючи точне копіювання генетичного коду. Вона синтезується на певних ділянках ДНК, що називаються структурними генами, як комплементарна копія одного з ланцюгів ДНК. ІРНК переносить закодовану інформацію про первинну структуру білків до цитоплазми, де вона зв'язується з рибосомами та реалізує цю інформацію.

ІРНК є матрицею для синтезу поліпептидів (білків), тому її також називають матричною РНК. Вона служить шаблоном для побудови поліпептидів згідно з генетичною інформацією. Зазвичай іРНК несе інформацію про синтез лише одного білка (моноцистронна іРНК), але іноді містить кілька цистронів для різних білків (поліцистронна іРНК).

ІРНК кодує послідовність амінокислот у білку за допомогою генетичного коду — триплетів нуклеотидів (кодонів). ІРНК складається з 300–3000 нуклеотидів і становить 0,5–3,0 % маси всіх РНК клітини. Вона утворюється в ядрі як незріла про-іРНК, і містить інтрони. Після процесингу (вирізання інтронів) вона дозріває і потрапляє до цитоплазми, де приєднується до рибосом.

Іноді іРНК накопичується у клітинах, зв'язуючись зі спеціальними білками, утворюючи інформосоми. У такому вигляді вона може зберігатися тривалий час і активуватися при фізіологічних змінах у клітині, як, наприклад, після запліднення в овоцитах.

Інформаційна РНК є ключовим елементом у забезпеченні експресії генів і виробництва білків, що необхідні для життєдіяльності клітини та організму в цілому.

2. Транспортна РНК (тРНК):

Транспортна рибонуклеїнова кислота (тРНК) — це невелика молекула РНК, яка має ключову роль у процесі синтезу білків. Вона транспортує амінокислоти до рибосом, де вони з'єднуються в поліпептидні ланцюги згідно з інформацією,

Рибосомальна РНК (рРНК).

Рибосомальна РНК (рРНК) є основним структурним і функціональним компонентом рибосом – клітинних органел, де відбувається синтез білків. РРНК складає більшу частину маси рибосом і відіграє важливу роль у підтримці їхньої структури та каталізі білкового синтезу. РРНК є великою розгалуженою молекулою з одним ланцюгом, включаючи багато тисячі нуклеотидів. До 90 % припадає із загальної маси РНК на її частину. РРНК утворює складні вторинні структури через комплементарні внутрішньомолекулярні водневі зв'язки, утворюючи стебла і петлі. Завдяки взаємодіям між різними ділянками рРНК утворюється третинна структура, яка забезпечує правильну конфігурацію рибосоми. РРНК забезпечує каркас, на якому збираються білки рибосоми. Вона також утворює внутрішні канали і сайти зв'язування, необхідні для функціонування рибосоми. Має важливу роль у каталізі пептидного зв'язування між амінокислотами. РРНК є критично важливою для функціонування рибосом і синтезу білків. Вона забезпечує структурну підтримку і каталізує основні реакції, необхідні для перекладу генетичної інформації з мРНК у білки. Висока консервативність послідовностей рРНК між різними організмами також робить її цінним інструментом у філогенетичних дослідженнях.

IV. Інтегрований урок на тему «Нуклеїнові кислоти. ДНК та РНК: будова, види, властивості»

Тема уроку: Нуклеїнові кислоти. ДНК та РНК: будова, види, властивості.

Мета уроку:

Освітня:

- Познайти учнів із найважливішими сполуками, що спричинюють існування всіх живих організмів – з нуклеїновими кислотами.
- Вивчити з учнями склад і будову нуклеїнових кислот.
- Набути уявлення про матеріальну єдність світу та діалектичні принципи організації речовини - від простого до складного - можна на прикладі нуклеїнових кислот.

Розвиваюча:

- Підтримувати розвиток пам'яті, уваги, логічного мислення, мови, навичок порівняння та узагальнення, а також систематизувати здобуту інформацію.

Виховна:

- Стимулювати усвідомлення цінностей всіх живих організмів і природи в цілому, сприяти формуванню наукового світогляду та зацікавленості у предметі фізика.

Тип уроку: урок вивчення нового навчального матеріалу та засвоєння нових знань.

Основні поняття й терміни: нуклеїнові кислоти, ДНК, РНК, рибоза, дезоксирибоза, аденін, тимін, урацил, цитозин, гуанін, комплементарність.

Міжпредметні зв'язки: хімія, фізика, математика, біологія.

Обладнання й матеріали: Основні таблиці, що показують особливості будови та функції нуклеїнових кислот, моделі ДНК, терміни та вирази, мультмедійна дошка для презентацій, підручники.

I. Вивчення нового матеріалу

1. Будова молекули ДНК.

Нуклеїнові кислоти – це великі макромолекули, які складаються з нуклеотидів, основних будівельних частин. Ці біополімери відіграють ключову роль у зберіганні та передачі спадкової інформації в організмах, і беруть участь у процесі синтезу білків.

Нуклеотиди – це елементи, що складають нуклеїнові кислоти, багатьох коферментів, та біологічно активних сполук. Вони містяться в живій клітині у вільному стані й відіграють важливу роль в обміні речовин. Існує п'ять видів нуклеотидів. Вони мають назви відповідно до типу азотистої основи нуклеотиди - аденіловий, тиміновий, цитозиновий, урациловий.

Азотисті основи – це сполуки, які походять від гетероциклічних речовин пурину та піримідину.

Пуринові основи входять до складу нуклеотидів ДНК та РНК прокариотів та еукаріотів. До них належить аденін та гуанін.

Піримідинові основи – цитозин, тимін, урацил (тільки в молекулах РНК).

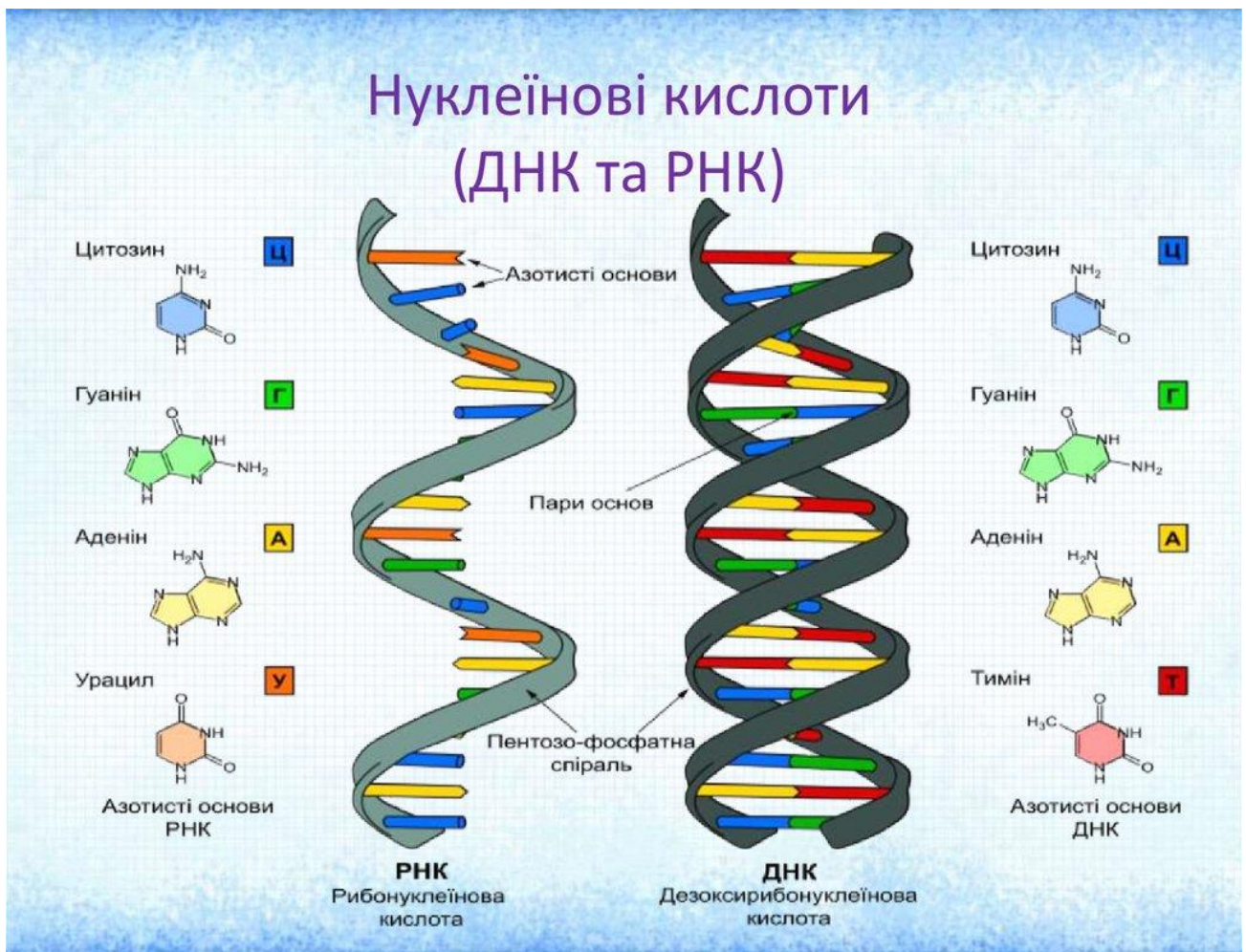


Рис. 4.1.1. ДНК та РНК.

- У ДНК подвійний ланцюг, закручений по спіралі і довший за РНК ; у РНК – одинарний і коротший за ДНК.
- маса молекули у ДНК більша .
- Молекули НК складаються із багатьох нуклеотидів. Кожен нуклеотид включає азотисту основу, пентозу (цукор) та фосфатну групу. Ці нуклеотиди поєднуються у довгі ланцюги, що утворюють основу для ДНК та РНК.

Комплементарність нуклеотидів у двох ланцюгах ДНК визначається чітким відповіданням між ними. При цьому ланцюги нуклеотидів обгортають один одного, утворюючи правовиторотну спіраль з діаметром приблизно 2 нм.

Такий спосіб укладання нуклеотидів утворює вторинну структуру молекули ДНК, де кожна основа утворює пару зі своєю комплементарною основою на протилежному ланцюгу. Первинна структура представляє собою послідовність залишків нуклеотидів у вигляді подвійного ланцюга. Утворення ланцюгів здійснюється за допомогою особливого типу міцних ковалентних зв'язків, які виникають між вуглеводом одного нуклеотиду та ортофосфатною кислотою іншого. Молекули ДНК у клітині формують компактні структури. [3].

Наприклад, відомо, що довжина найбільшої хромосоми людини становить 8 см, проте вона ущільнюється в хромосомі, яка має довжину всього 5 мкм. Це можливо завдяки скручуванню дволанцюгової спіралі ДНК, що утворює третинну структуру - суперспіраль. Такий механізм є характерним для ДНК хромосом еукаріотів і відбувається за участю ядерних білків, які взаємодіють з ДНК. У прокаріотичних клітинах, наприклад, у ядерній зоні, молекула ДНК має форму кільця.

Особливості ДНК. Подібно до білків, молекули ДНК можуть пройти процеси денатурації, ренатурації та деструкції. Під певними умовами, такими як вплив кислот, лугів, високої температури і т.д., водневі зв'язки між комплементарними азотистими основами різних ланцюгів молекули ДНК можуть розриватися. Це може спричинити повне або часткове розпадання молекули ДНК на окремі ланцюги, що призводить до втрати її біологічної активності. Однак після припинення впливу негативних чинників структура молекули може відновлюватися завдяки відновленню водневих зв'язків між комплементарними нуклеотидами. Важливою властивістю молекул ДНК є їхня здатність до самоподвоєння, що відоме як реплікація. Цей процес ґрунтується на принципі комплементарності, де черговість нуклеотидів у новоствореному ланцюгу визначається їхнім розташуванням у материнському ланцюгу ДНК. В такому випадку ланцюг материнської молекули ДНК виступає як матриця.

1. *Реплікація ДНК* – це процес подвоєння молекули ДНК, де в двох дочірніх молекулах містяться по одному ланцюгу, успадкованому від материнської молекули, і по одному який заново утворився. Через це дочірні молекули ДНК є точною копією материнської. Це явище забезпечує точну передачу спадкової інформації дочірнім молекулам ДНК.

2. *Ренатурація* – відновлення подвійної спіралі молекули нуклеїнової кислоти (ДНК або РНК), яка була розірвана на окремі ланцюги. Під час ренатурації розірвані ланцюги знову зв'язуються між собою, утворюючи подвійну спіраль. Цей процес може відбуватися при відновленні оптимальних умов для відтворення водневих зв'язків між комплементарними основами.

Під впливом факторів зовнішнього середовища структура і склад ДНК може змінитися.

3. *Репарація* – це коли первинна структура ДНК після мутації відновиться. В цей час виправляються пошкодження та помилки, при цьому забезпечується збереження генетичної інформації і правильне функціонування клітин.

Види репарації:

- *фотореактивація* - при цьому пошкоджена УФ променями ДНК за допомогою фотоактивуючого ферменту на світлі оновлює свою порушену структуру;
- *ексцизійна репарація* - це механізм при якому пошкоджені ділянки вирізаються з ланцюга, а потім відновлюються за допомогою комплементарного непошкодженого ланцюга. Цей процес включає в себе розпізнавання пошкодження, вирізання пошкодженої ділянки, синтез нового фрагмента ДНК та його з'єднання з основним ланцюгом.
- *постреплікаційна репарація* (механізм при якому матрицею є новий фрагмент, з нього утворюється копія, що заміщує ушкоджений ланцюг ДНК).

3. Функції ДНК.

Основним завданням ДНК є кодування, збереження і реалізація спадкової інформації, а також передача цієї інформації нащадкам під час розмноження. Окремі ланцюги ДНК можуть виступати як матриця для синтезу різних типів РНК у процесі, що називається транскрипцією. Ген, який є одиницею спадковості у всіх організмів, несе інформацію про структуру якогось білка або нуклеїнової кислоти. Таким чином, ДНК кодує і зберігає спадкову інформацію, забезпечуючи її передачу нащадкам під час поділу клітин. Ген можна розглядати як цілісну одиницю спадковості, оскільки будь-які зміни у його будові можуть призвести до змін в закодованій інформації або її втрати.

4. Роль ДНК у життєдіяльності організмів.

ДНК - збереження генетичної інформації

- Одиницею генетичної інформації - є ген
- Ген – це ділянка молекули ДНК, яка містить закодовану інформацію про будову одного білка, тобто послідовність амінокислотних залишків у цьому білку.
- Кодон (триплет) складається із з трьох нуклеотидів; один кодон відповідає одній амінокислоті. Наприклад, А - Г - Ц - Т - Т - А.
- Відстань між сусідніми парами азотистих основ = 0,34нм;

Діаметр спіралі молекули ДНК 2нм;

Повний оберт спіралі (крок спіралі) дорівнює 3,4нм;

Кожен виток спіралі містить 10 пар нуклеотидів.



Рис. 4.1.2. Молекула ДНК

5. Будова молекули РНК.

Рибонуклеїнова кислота – це біополімер, утворений переважно з одного полінуклеїнового ланцюга.

Рибонуклеотид складається із залишків наступних трьох молекул:

1. Азотистої основи (А, Г, У, Ц).

2. Пентози (рибози).

3. Фосфорної кислоти.

РНК знаходиться в ядерці, рибосомах, цитоплазмі, мітохондріях, хлоропластах.

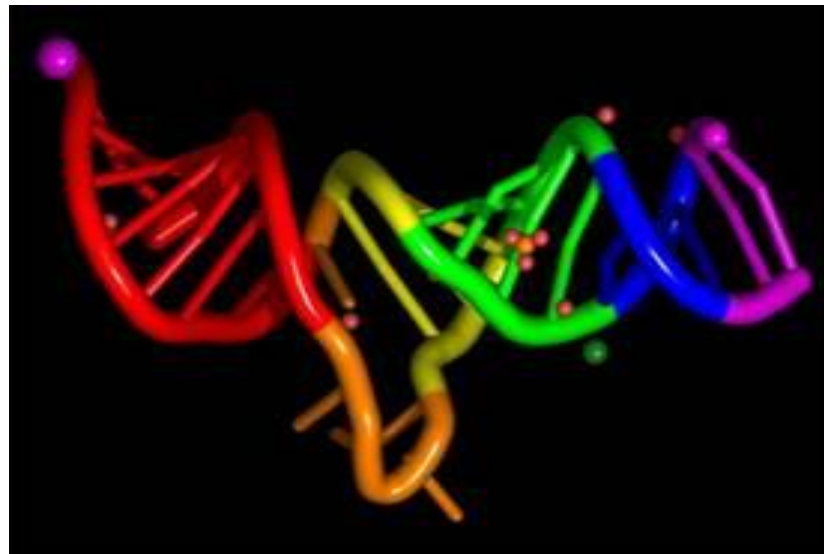


Рис. 4.1.3. Молекула РНК.

Головна відмінність між РНК і ДНК полягає в тому, що молекула РНК складається лише з одного ланцюга. Проте нуклеотиди РНК можуть утворювати водневі зв'язки між собою, хоча це здійснюється в основному в межах одного

ланцюга, створюючи внутрішньоланцюгові зв'язки комплементарності. Ланцюжки РНК коротші за ДНК.

6. Види РНК.

- і – РНК – (мРНК) інформаційна, або матрична – копіює інформацію з ДНК;
- т – (тРНК) транспортна – транспортує амінокислоти до місця синтезу білка (найкоротші)
- р – РНК рибосомальна – (найбільша) утворює рибосому, бере участь у процесі синтезу білка.

1. Інформаційна РНК – це є копією якоїсь частини ДНК. Вона переносить генетичну інформацію від ДНК до місця синтезу білка та бере участь у його збиранні. Цей тип РНК є найбільш різноманітним за розмірами і структурою. Інформаційна РНК є незамкнутим полінуклеотидним ланцюгом, який формується в ядрі клітини за участю ферменту РНК-полімерази. Цей ланцюг комплементарний ділянці ДНК, на якій проходить його синтез. Незважаючи на те, що Інформаційна РНК складає лише 3-5% від усієї РНК у клітині, вона відіграє ключову роль у клітинній активності. Вона використовується як матриця для синтезу білків, передаючи інформацію про їх структуру з молекул ДНК. Кожен тип білка у клітині кодується конкретною Інформаційною РНК, тому число різних видів Інформаційної РНК у клітині відповідає числу різних типів білків.

2. Рибосомна РНК відіграє важливу роль у рибосомах - особливих органелах клітин. Вона забезпечує структурну підтримку та бере участь у синтезі білків, взаємодіючи з білками. Ці рибосомні РНК є одноланцюговими нуклеїновими кислотами, які утворюють комплекс з білками рибосом, місцем синтезу білків. Синтез рибосомних РНК відбувається в ядрі клітини, з інформацією про їхню структуру, закодовану в ділянках ДНК, які знаходяться в області вторинної перетяжки хромосом. Ці рибосомні РНК складають 80% від усієї РНК клітини,

через велику кількість рибосом у клітині. Їхній складний вторинний і третинний структури формують петлі на комплементарних ділянках, що призводить до самоорганізації цих молекул в складні форми. Рибосоми включають три типи рибосомних РНК у прокаріотичних клітинах та чотири типи у еукаріотичних.

3. *Транспортна РНК* бере на себе завдання з'єднання з амінокислотами і доставки їх до місця, де відбувається синтез білкових молекул. Кожна конкретна амінокислота транспортується спеціальною молекулою тРНК. Вторинна структура транспортної РНК має постійну форму, що нагадує листок клевера. Ця просторова організація виникає завдяки водневим зв'язкам між комплементарними нуклеотидами. У верхній частині цього "листка" розташовані три нуклеотиди, які визначають, яка саме амінокислота буде транспортована. Погляньте на малюнок, щоб краще усвідомити, як РНК, як одна з нуклеїнових кислот, виконує свої функції.

7. Роль РНК у життєдіяльності організмів полягає у:

- збереженні,
- реалізації,
- передачі спадкової інформації ,
- забезпечення біосинтезу білків.

II. Узагальнення, систематизація та контроль знань студентів.

Виконати тести та завдання

1. Мономерами ДНК і РНК є:

а) амінокислоти, б) нітратні основи, в) нуклеотиди.

2. Яка пентоза, входить до складу РНК:

а) рибоза, б) дезоксирибоза, в) глюкоза.

3. Функції, що виконує т-РНК :

а) формування рибосом, б) транспортну, в) перенесення спадкової інформації.

4. Назвіть нітратну основу, комплементарну Гуаніну:

а) Аденин, б) Тимін, в) Цитозин, г) Урацил.

5. Назвіть нітратну основу, що не входить до складу РНК:

а) Аденин, б) Тимін, в) Цитозин, г) Урацил, д) Гуанін.

Закінчити речення:

1. Нуклеїнові кислоти - це...?
2. Реплікація - це ...?
3. Пошкодження ДНК різними мутагенами (нікотин, електромагнітне випромінювання: радіоактивне, ультрафіолетове та рентгенівське) може призвести до...?

Бліцтурір.

Учні швидко реагують та відповідають на запитання вчителя.

1. Мономер ДНК і РНК. (*Нуклеотид*).
2. Послідовність із трьох нуклеотидів, що кодують одну амінокислоту. (*Триплет, кодон*).
3. Ділянка ДНК, що зберігає інформацію про первинну структуру білка. (*Ген*).
4. Процес подвоєння ДНК. (*Редуплікація*).
5. Принцип, за яким здійснюється подвоєння ДНК. (*Комплементарність*).

Наше заняття підійшло до закінчення. Дякую за увагу.

Висновки

Навколо ДНК розкривається величезне різноманіття фізіологічних процесів для всіх живих, щоб забезпечити її збереження, реалізацію записаної в ній інформації, відновлення у двох ідентичних копіях під час реплікації та передачу нащадкам. Фізичні властивості молекули ДНК визначають її біологічні функції, і без розуміння цих властивостей неможливо усвідомити молекулярні механізми процесів збереження та реалізації генетичної інформації.

Нуклеїнові кислоти представляють надзвичайно цікавий клас органічних сполук, розуміння структури та функціонування яких є ключовим для основ класичних предметів біоорганічної хімії та біохімії живих організмів, а також лежить в основі молекулярної біології та біотехнології. Дія різноманітних факторів на молекули нуклеїнових кислот і їх компоненти може призвести до неконтрольованих змін у генотипі живих організмів. Одним із таких зовнішніх впливів є високоенергетичне іонізуюче випромінювання, яке генерує внутріклітинні потужні потоки низькоенергетичних вторинних електронів з енергіями від 0,1 до десятків електрон-вольт.

Під час виконання кваліфікаційної роботи:

1) Розглянув:

- загальні поняття про структурні компоненти ДНК та РНК,
- види та форми цих молекул, рівні їх структурної організації,
- структуру нуклеїнових кислот,

- фізико-хімічні властивості нуклеїнових кислот.

2) Освоїв та систематизував сучасні уявлення щодо основ структури, регуляції активності та функцій нуклеїнових кислот.

Завдяки інформаційній функції нуклеїнових кислот, даний клас органічних сполук має певні унікальні особливості, не властиві іншим класам макромолекулярних полімерів:

- Являють собою єдині полімери у клітині, що формуються зі складних (двохкомпонентних) мономерів – нуклезидів, які містять азотисту основу та фосфорильований вуглевод. На відміну від нуклеїнових кислот, всі інші полімери мають прості однокомпонентні мономерні – наприклад, амінокислоти в білках або моноцукри в полісахаридах.

- Якщо приймати до уваги ДНК – мають надзвичайно великий розмір та масу молекул та надмолекулярних комплексів.

- ДНК та РНК – єдині молекули живого організму, які слугують у якості матриці для синтезу. ДНК дає початок таким же молекулам ДНК та різним формам РНК, одна з останніх (мРНК) є матрицею для трансляції, тобто, синтезу білку.

- ДНК – єдина молекула клітини, яка здатна до репарації (виправлення пошкоджень), за що відповідає ціла низка факторів та надмолекулярних комплексів, об'єднаних у спеціалізовані системи репарації.

3) Розробив для учнів 10 класу інтегрований урок на тему «Нуклеїнові кислоти. ДНК та РНК: будова, види, властивості».

Список використаної літератури

1. Остапченко Л.І., Гребіник Д.М.. Навчальний посібник: Біохімія нуклеїнових кислот. Київ: 2013р. – 290 с.
2. Боечко Ф.Ф., Боечко Л.О.. Основні біохімічні поняття, визначення і терміни. Київ, Вид.: Вища школа, 1993р, - 528 с.
3. Остапченко Л.І. Біологія: підр. Для 9-го кл. загальноосвіт. навч. закл./Л.І. Остапченко, П.Г. Балан, В.П. Поліщук. – Київ: Генеза, 2017, - 256 с.
4. Булавін Л. А., Гаврюшенко Д. А., Сисоев В. М. Молекулярна фізика. — К.: Знання, 2006. — 567 с.
5. Сиволоб А.В. Фізика ДНК: навчальний посібник /А. В. Сиволоб. – К.: Видавничополіграфічний центр "Київський університет", 2011. – 335 с.
6. Молекулярна фізика: підручник / П. М. Якібчук, М. М. Клим. – Видання 2-ге, доповнене – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2015. – 584 с.
7. Основи молекулярної фізики та термодинаміки: навч. посіб. /В. М. Ігнатенко; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Сум. держ. ун-т. – Суми: Сум. держ. ун-т, 2011. – 249 с.
8. Сиволоб А.В. Молекулярна біологія. – К.: Київський університет. – 2008.
9. Практикум з біохімії: Навчальний посібник /В.М.Трач, М.Г.Сибіль, І.З.Гложик, І.М.Башкін, - Л., - ЛДУФК. – 2014. – 238 с.
10. Іншина Н.М. Основи молекулярної біології: навчальний посібник. Суми: Сум. держ. ун-т, 2019. – 121 с.
11. Біохімія людини: підручник /Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук; за ред. Я. І. Гонського. — 3-тє вид., випр. і допов. — Тернопіль: ТДМУ, 2017. — 732 с.

12. Біологічна хімія. Лабораторний практикум: практикум / [М. М. Корда, Г. Г. Шершун, М. І. Куліцька та ін.]; за ред. М. М. Корди. — 3-тє вид., випр. і допов. — Тернопіль: ТДМУ, 2015. — 216 с.
13. Боечко Ф.Ф., Боечко Л.О. Основні біохімічні поняття, визначення і терміни. - К.: Вища школа, 1993. - 527 с.
14. Кучеренко М.Є., Бабенюк Ю.Д., Войціцький В.М. Сучасні методи біохімічних досліджень. - К.: Фітосоціоцентр, 2001. - 423 с.
15. Медична біологія: підруч. для студ. вищих мед. навч. закл. III–IV рівнів акредитації / В. П. Пішак [та ін.]; ред. В. П. Пішак. — Вінниця: НОВА КНИГА, 2004. — 656 с.
16. Медична біологія: посіб. з практ. занять / О. В. Романенко, М. Г. Кравчук, В. М. Грінкевич та ін.; за ред. проф. О. В. Романенка. — К.: Здоров'я, 2005. — 372 с.
17. Слюсарев А. О., Самсонов О. В., Мухін В. М. та ін. Біологія: Навч. посібник / За ред. та пер. з рос. В. О. Мотузного. — 3-тє вид. — К.: Вища шк., 2002 р. — 622 с.
18. Тарасюк В. С., Титаренко Г. Г., Паламар І. В. та ін. Ріст і розвиток людини. — К.: Здоров'я, 2002 р. — 269 с.
19. Широбоков В. П., Янковський Д. С., Димент Г. С. Мікробна екологія людини з кольоровим атласом. Навчальний посібник. — К.: ТОВ «Червона Рута-Турс», 2009. — 312 с.
20. <https://vo.uu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=467445>
21. https://ansu.at.ua/publ/biokhimija/molekuljarna_biokhimija/budova_i_vlastivo sti_nukleotidiv/17-1-0-81
22. <https://studfile.net/preview/10014060/page:2/>
23. <https://repository.ldufk.edu.ua/bitstream/34606048/4503/1/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F%202.pdf>

АНОТАЦІЯ

Ця кваліфікаційна дипломна робота присвячується вивченню структурних параметрів молекул азотистих основ в шкільному курсі фізики.

Актуальність даної проблематики обумовлена завданням, який стоїть перед освітою, перед середньою школою, а саме, формувати, відповідальних, освічених, моральних, практичних та конструктивних людей, здатних до співпраці та міжкультурної взаємодії.

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему «Вивчення структурних параметрів молекул азотистих основ в шкільному курсі фізики» студента Ботьог Норберта Карловича містить 47 сторінок, 15 рисунків та 23 джерел за списком використаної літератури.

Розуміння основних матеріальних носіїв спадковості та мінливості, таких як нуклеїнові кислоти, їх структурно-функціональну організацію та роль у зберіганні та перенесенні спадкової інформації є необхідними для подальшого розуміння процесів реалізації спадкової інформації на всіх рівнях існування живого починаючи від молекулярного до організмового.

Дана кваліфікаційна робота є спробою огляду та систематизації сучасних уявлень щодо основ структури та функцій нуклеїнових кислот.

Ключові слова: ДНК, РНК, азотисті основи, нуклеїнові кислоти.

ABSTRACT

This qualifying thesis is devoted to the study of structural parameters of molecules of nitrogenous bases in a school physics course.

The relevance of this issue is due to the task facing education, high school, namely, to form responsible, educated, moral, practical and constructive people capable of cooperation and intercultural interaction.

The bachelor's qualification work on the topic "Study of structural parameters of nitrogenous bases molecules in the school physics course" by student Bolog Norbert Karlovich contains 47 pages, 15 figures and 23 references.

Understanding the main material carriers of heredity and variability, such as nucleic acids, their structural and functional organization and role in the storage and transfer of hereditary information are necessary for further understanding of the processes of implementation of hereditary information at all levels of living existence, from molecular to organismal.

This qualification work is an attempt to review and systematize modern ideas about the basics of the structure and functions of nucleic acids.

Key words: DNA, RNA, nitrogen bases, nucleic acids.