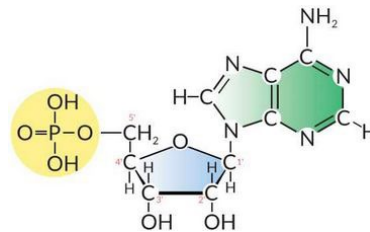


ЗАНЯТТЯ 6.

БУДОВА НУКЛЕЇНОВИХ КИСЛОТ.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1Б



Мета уроку:

- продовжити формувати уявлення про органічні речовини;
- засвоїти поняття *нуклеотид, ДНК, РНК, комплементарність*;
- ознайомитися з особливостями будови нуклеїнових кислот;
- розрізняти ДНК та РНК за будовою;
- визначити внесок окремих вчених у розвиток наукових уявлень про нуклеїнові кислоти;
- проаналізувати значення моделювання в розумінні хімічної будови живих організмів;
- розвивати навички розв'язання елементарних вправ із молекулярної біології.



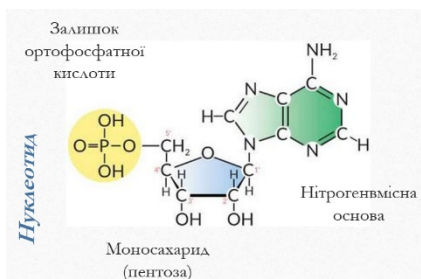
Пригадайте, які елементи належать до органогенних? Які зв'язки беруть участь в утворенні органічних сполук? Що ми вже знаємо про нуклеїнові кислоти?

Минуле заняття ми закінчили питанням: чому організм рідко використовує білки як джерело енергії? Звісно, що природа не залишала нам із цього приводу пояснювальної записки, але можемо припустити, що руйнувати вщент такий цінний і досить складно утворюваний матеріал заради отримання 17,2 кДж енергії це так само ефективно, як намагатися прогріти помешкання, розпаливши вогнище з грошей. Крім цього, на відміну від звичайних вуглеводів та ліпідів, білки мають у складі аміногрупу (NH_2), тож із продуктами їх розпаду організму теж треба попрацювати. Отже у нормі організм шукає інші джерела для отримання необхідної кількості Джоулей, але за певних умов (хвороба, довготривалий стрес тощо...) все ж таки може «спалювати» власні білки. Але наше шосте заняття не

про білки, а про молекули, руйнувати які до неорганіки заради енергії було б просто самогубством. Ці молекули – **нуклеїнові кислоти**.

Будова нуклеїнових кислот

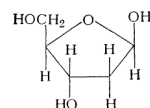
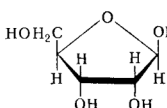
Нуклеїнові кислоти – біополімери, що складаються з нуклеотидів. Так само,



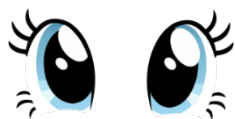
як амінокислоти у складі білка, нуклеотиди можуть об'єднуватися лише певним чином, зв'язок, що утворюється, називають фосфодіестерним. Як відбувається їх синтез у клітині ви ще будете вивчати у наступних темах, а зараз зосередимося на будові. Ви

бачите, що сам нуклеотид теж складається з 3 частин, і якщо залишок ортофосфатної кислоти буде однаковий у всіх мономерів, то за моносахаридом і **нітрогенвісною основою** вони відрізняються. До речі, уже можемо відзначити, що у складі нуклеїнових кислот присутні всі органічні елементи й фосфор.

Тепер про відмінності. Є п'ять нітрогенвісних основ, що можуть входити до складу нуклеотидів: **аденін** (А), **тимін** (Т), **гуанін** (Г), **цитозин** (Ц) та **урацил** (У). Щодо пентози, у другому занятті, розглядаючи пластичну функцію вуглеводів, ми трошки «забігли наперед», тож тепер вас не здивує, що в якості моносахариду присутня або **рибоза**, або **дезоксирибоза**. З цих складових у клітині синтезуються два типи нуклеїнових кислот: **РНК** (рибонуклеїнова кислота) та **ДНК** (дезоксирибонуклеїнова кислота). Пропоную перечитати ці складні назви ще раз, можна навіть уголос. Чи є припущення стосовно їх походження? А стосовно того, як поєднати між собою ці складові, щоб отримати нуклеїнову кислоту?



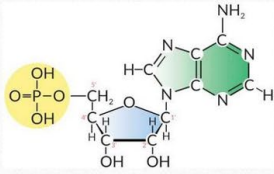
Отже, нуклеїнові кислоти – біополімери, мономерами яких є нуклеотиди. Нуклеотиди різняться між собою та можуть утворювати два типи нуклеїнових кислот: ДНК та РНК.



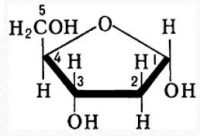
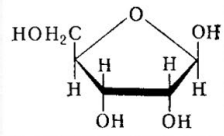
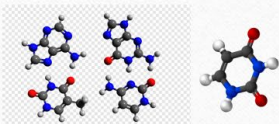
Чи не час подбати про очі?

Порівняння ДНК та РНК

Складові нуклеїнових кислот вам уже знайомі, але як їх поєднати? Проаналізуємо відмінності між ДНК та РНК пов'язані із будовою нуклеотидів.

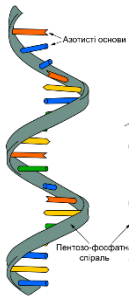


Склад нуклеотидів

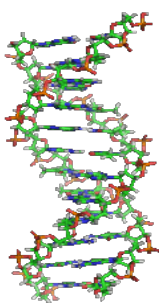
ДНК		РНК
	• Залишок ортофосфатної кислоти H_2PO_4	
 дезоксирибоза	• Моносахарид (пентоза)	 рибоза
• Нітрогенвмісна основа А (аденін) Т (тимін) Г (гуанін) Ц (цитозин)		А (аденін) У (урацил) Г (гуанін) Ц (цитозин)

Цілком очікувано дезоксирибоза міститься у складі ДНК, а рибоза – в РНК. Крім цього, ми бачимо дещо різні набори азотистих основ: три основи (аденін, гуанін, цитозин) можуть бути присутні в обох кислотах, але тиміну в РНК бути не може, натомість є урацил.

Побудовані з нуклеотидів ланцюги нуклеїнових кислот за рахунок водневих зв'язків закручуються у спіраль. Молекула РНК так і залишається в цьому стані.

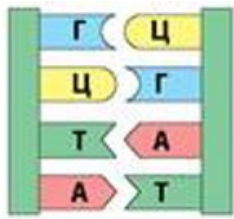


А чи могли б ми тепер сконструювати модель молекули ДНК?

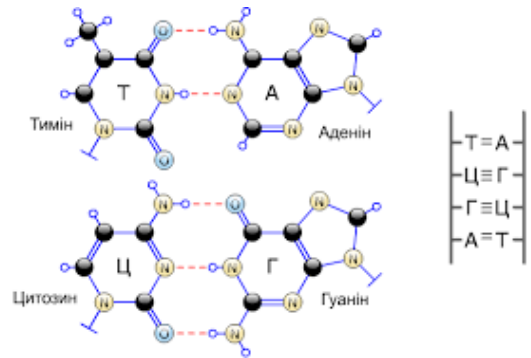


Із цим завданням із зірочкою справилися вчені Френсіс Крік та Джеймс Уотсон, за що й отримали Нобелівську премію у 1962 році. Саме завдяки цьому ми легко уявляємо собі ДНК як подвійну спіраль. Із явищем спіралізації ми вже знайомі на прикладі вторинної структури білка, але як два ланцюги утримуються разом? Тут теж «попрацювали» водневі зв'язки, що утворюються між азотистими основами двох ланцюгів. І оскільки тимін із

аденіном здатні утворювати по два зв'язки, а гуанін із цитозином по три – ці основи завжди розташовані навпроти. Ми називаємо це принципом комплементарності (відповідності).



Аденін (А) комплементарний тиміну (Т), а гуанін (Г) – цитозину; вони підходять один до одного як відповідний ключ до замку.



Спробуйте сконструювати спрощену модель нуклеїнових кислот за допомогою «Біологічного конструктора», що є у презентації та матеріалах заняття. Більше дізнатися про будову цих молекул ви зможете у відео за посиланням: <https://www.youtube.com/watch?v=xhMnkCmYlfs>



Сподіваюсь, що завдяки нашому заняттю змоделювати фрагмент молекули ДНК вам буде набагато легше, аніж у свій час Уотсону, Крику та їх співпрацівникам, але й для їх відкриття були передумови. Так, ще на початку 1950-х Ервін Чаргафф шляхом емпіричних досліджень встановив кількісне співвідношення азотистих основ, що входять до складу ДНК. Тепер ми називаємо це правилами Чаргаффа:

$$A=T, G=C$$

$$A+G=T+C$$

$$A+C=G+T$$

І модель Уотсона-Крика пояснює, чому саме так.

Отже, ДНК та РНК відрізняються за моносахаридом, що входить до складу нуклеотиду. Крім цього, молекула ДНК – подвійна спіраль, ланцюги якої утримуються разом за рахунок водневих зв'язків між комплементарними нуклеотидами, а РНК, як правило, складається з одного ланцюжка нуклеотидів.

Розв'язування елементарних вправ зі структури ДНК



Пригадайте які задачі з молекулярної біології ми навчилися розв'язувати, вивчаючи будову білка? Як визначали довжину та масу молекул?

Ми вже виконували розрахунки довжини та маси полімерів на прикладі білків, використовуючи відомі величини. Додаймо відомостей про нуклеотиди:

- середня молекулярна маса одного нуклеотиду приблизно дорівнює 345 Да (або а.о.м. - атомних одиниць маси);
- середня довжина одного нуклеотиду – 0,34 нм;
- правила Чаргаффа: А=Т, Г=Ц;
- аденін (А) комплементарний тиміну (Т), а гуанін (Г) – цитозину.

Розрахуймо масу та довжину фрагменту молекули ДНК, що складається з 6 нуклеотидів.

Дано:

$$n_{\text{нуклеотидів}} = 6$$

$$l_{\text{нуклеотиду}} = 0,34 \text{ нм}$$

$$M_{\text{нуклеотиду}} = 345 \text{ Да}$$

$$l_{\text{ДНК}} = ?$$

$$M_{\text{ДНК}} = ?$$

Розв'язування:

$$M_{\text{ДНК}} = 6 \times 345 \text{ Да} = 900 \text{ Да}$$

$$l_{\text{ДНК}} = (6/2) \times 0,34 \text{ нм} = 9,15 \text{ нм}$$

Відповідь:

$$M_{\text{ДНК}} = 900 \text{ Да}; l_{\text{ДНК}} = 9,15 \text{ нм}$$

Чому ми поділили кількість нуклеотидів фрагменту ДНК на 2? Тому що молекула ДНК – це подвійна спіраль, у кожному з ланцюгів якої половина від загальної кількості нуклеотидів, і саме їх довжина визначає довжину молекули в цілому.

А тепер спробуймо визначити кількість тимідилових (Т), гуанілових (Г) і цитиділових (Ц) нуклеотидів у цьому фрагменті, якщо відомо, що в ньому є одна аденілова (А) основа. Для цього треба пам'ятати правило Чаргаффа.

Дано:

$$n_{\text{нуклеотидів}} = 6$$

$$n_{(A)} = 1$$

$$n_{(T)} = ?$$

$$n_{(Г)} = ?$$

$$n_{(Ц)} = ?$$

Розв'язування:

За правилом Чаргаффа

$$A=T, Г=Ц$$

тоді:

$$T=A=1; Г=Ц=(6-2)/2=2$$

Відповідь:

$$T=1; Г=2; Ц=2$$

А чи зможемо ми визначити послідовність цих нуклеотидів у фрагменті, якщо відомо, що в одному з ланцюгів вони розташовані так: АГЦ.

Пригадаймо принцип комплементарності й добудуємо другий ланцюг, у якому навпроти аденіну – тимін, а навпроти гуаніну – цитозин:

Фрагмент ДНК: I ланцюг – АГЦ
II ланцюг – ТЦГ

Пропоную ще потренуватися самостійно.

Виконайте та здайте на перевірку

Практичну роботу №1Б

«Розв'язування елементарних вправ зі структури білків». Опис роботи є в матеріалах заняття.



Нуклеїнові кислоти є біополімерами, що складаються з нуклеотидів. Молекула РНК – це закручений у спіраль ланцюг із нуклеотидів, що містять рибозу та одну з основ (А, У, Г, Ц). ДНК – подвійна спіраль, побудована за принципом комплементарності, у її складі – дезоксирибоза, а серед нуклеотидів присутній тимін, а не урацил