



Ярина Колісник

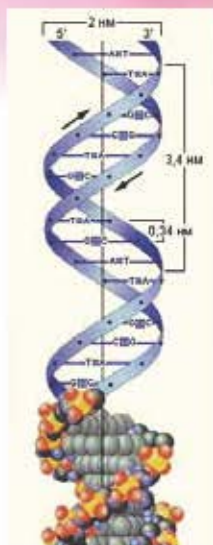
СПІРАЛЬ ЖИТТЯ

Кілька слів про ДНК

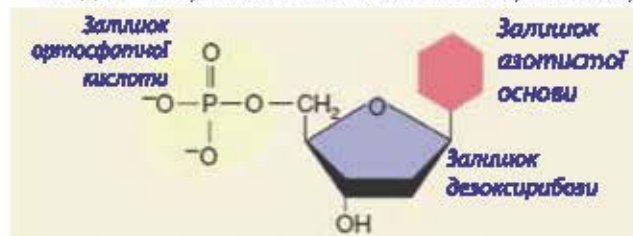
Справді кілька, порівняно з тією інформацією, якою володіють учені про цю сполуку. Розглянь на малюнку 1 просторову структуру молекули ДНК. Вона має вигляд правозакрученої спіралі і складається з двох переплечених ниток, з'єднаних водневими зв'язками. Нитки складаються з 4-х типів структурних одиниць – нуклеотидів (гуанілового (Г), цитидилового (Ц), тимідилового (Т), аденілового (А)). До нуклеотидів входять три компоненти: залишки азотистих (нітратних) основ, п'ятивуглецевого моносахариду (дезоксирибози) і ортофосфатної кислоти (мал. 2).

Основу ланцюгів ДНК утворюють дезоксирибози та ортофосфатні залишки, які чергуються і міцно зв'язані ковалентними зв'язками (мал. 3). Азотисті основи нуклеотидів обох ланцюгів повернені всередину спіралі й з'єднані між собою водневими зв'язками. Зверни увагу, що між аденіном і тиміном утворюються два водневі зв'язки, а між гуаніном і цитозином – три. Це – так звані комплементарні пари нуклеотидів. Тому кількість залишків А у молекулі ДНК завжди дорівнює кількості Т, а вміст Г відповідає вмісту Ц.

Виявивши ці закономірності, американський учений Ервін Чаргафф посприяв розкриттю таємниці просторової структури ДНК.



Мал. 1. Структурна модель молекули ДНК

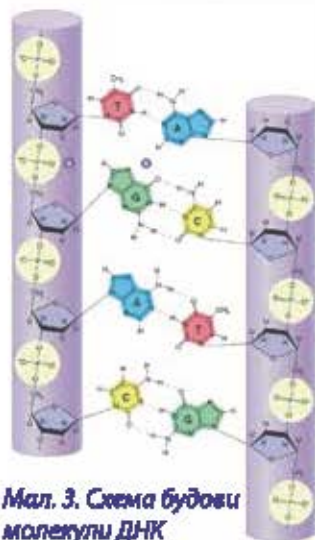


Мал. 2. Будова нуклеотиду

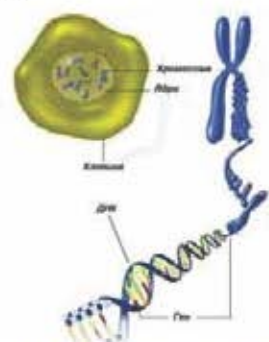


Пояснюючи будову ДНК, без математичних даних не обійтися. Пара азотистих основ подвійної спіралі обернена навколо осі відносно сусідніх пар приблизно на 36° . Один виток спіралі містить 10 пар азотистих основ і має довжину 3,4 нм ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$). Відстань між нуклеотидами становить 0,34 нм, а діаметр подвійної спіралі – 2 нм. Маленькі числа, чи не так?

Проте, якщо врахувати приблизне число клітин в організмі дорослої людини (10^{13}), середню кількість пар основ в одній клітині ($6 \cdot 10^9$) і відстань між нуклеотидами ($0,34 \cdot 10^{-9} \text{ м}$), то можна обчислити загальну довжину ДНК в організмі дорослої людини – 20 000 000 000 000 м. І як тобі таке число?



Мал. 3. Схеми будови молекули ДНК

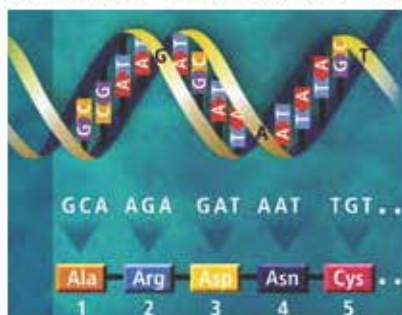


Мал. 4. Від молекули ДНК до хромосоми

Відстань від Землі до найвіддаленішої планети Сонячної системи – Нептуна – у 5 разів менша!

Учені також підраховали, що довжина ДНК найбільшої хромосоми людини становить 8 см. Як же вона поміщається в ядрі з діаметром кілька мікрометрів ($1 \text{ мкм} = 10^{-4} \text{ см}$)? А в ядрі клітини тіла людини міститься не одна, а 46 хромосом. Це можливо завдяки багаторазовому ущільненню молекул ДНК, які вкладаються певним способом. У клітинах еукаріот (це організми, клітини яких мають ядра) ДНК взаємодіє з білками і утворює щільні структури – хромосоми (мал. 4).

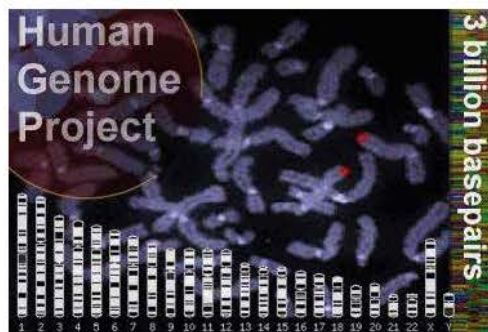
В організмі людини є багато білків, які виконують різноманітні функції. Їхні молекули побудовані з 20 різних амінокислот. І є лише 4 нуклеотиди – „цеглинки“, якими записана інформація про усі живі організми на планеті. Неймовірно, але факт. Унікальність нуклеїнових кислот визначається послідовністю розміщення азотистих основ у їх ланцюгах. А ця послідовність визначає порядок розташування амінокислотних залишків у білку під час його синтезу. Така універсальна система збереження спадкової інформації в молекулах нуклеїнових кислот у вигляді послідовності нуклеотидів – це генетичний код. Кожних три нуклеотиди (триплет) кодують одну амінокислоту (мал. 5).



Мал. 5. Від молекули ДНК до білка (цифрами позначені амінокислоти білка)

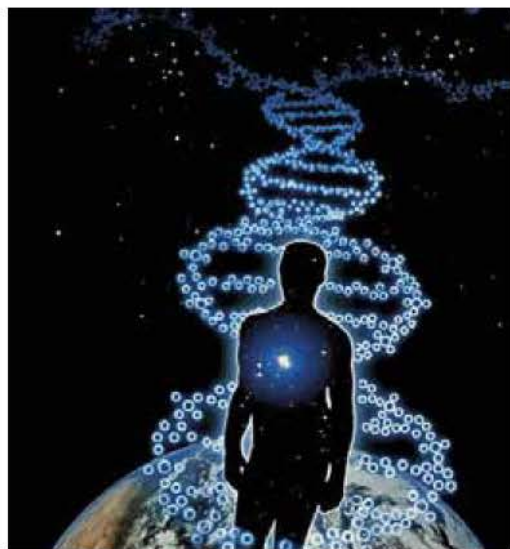


ГЦААГГАТААТТТТ... – ця послідовність нуклеотидів кодує певну інформацію. Придивись – це частинка нас.



У 1990 році під егідою Національного інституту охорони здоров'я США розпочався міжнародний проект наукових досліджень „Геном людини”. Його очолив один із першовідкривачів структури ДНК, нобелівський лауреат Джеймс Уотсон. За оцінками вчених, геном людини складається з 20-25 тисяч генів, розташованих у 23-х хромосомах (це половина від загальної кількості хромосом, так званий, гаплоїдний набір). Головна мета проекту – визначення точної послідовності азотистих основ у молекулах ДНК кожного виду клітин людини, виявлення всіх генів і встановлення відстані між ними. На основі отриманих результатів учені складуть так звані карти хромосом. Завдяки таким генетичним картам можна буде відповісти на важливе питання: як гени визначають ті або інші ознаки організму. Адже багато ознак залежать від декількох генів, часто розташованих у різних хромосомах, і знання про положення кожного з них допоможуть зрозуміти, як відбувається спеціалізація клітин, органів і тканин. Учені сподіваються, що завдяки таким дослідженням можна буде лікувати спадкові захворювання, перед якими сьогодні медицина безсила.

У проекті на різних етапах працювали тисячі фахівців із усього світу: біологи, хіміки, математики, фізики, програмісти й техніки. Це – один з найдорожчих наукових проектів в історії. Тільки за період з 1990 по 1998 роки його витрати склали понад 1,5 млрд. доларів. Перший робочий варіант геному опублікований у 2000 році і завершений в 2003 році. Триває подальший аналіз генів та секвенування окремих ділянок ДНК (тобто, встановлення послідовності нуклеотидів в них).





Міжнародний День ДНК

Міжнародний День ДНК – 25 квітня, адже саме в цей день 1953 року в британському журналі „Nature“ вийшла стаття Дж. Уотсона і Ф. Кріка про відкриття подвійної спіралі ДНК, а також завершився проект „Геном людини“.

У цей день у багатьох країнах учені проводять семінари і читають лекції для студентів, аспірантів, лікарів, педагогів, присвячені сучасним досягненням медичної генетики. Цей день – унікальна можливість для генетиків та лікарів різних спеціальностей, пов'язаних з наданням допомоги хворим зі спадковою патологією, обговорити свої дослідження зі студентами та зацікавленими людьми інших професій. У рамках Дня ДНК у школах і вузах оголошується конкурс на найцікавішу фотографію моделі ДНК, зроблену власноручно, найкращу пісню, присвячену розвитку генетики і ДНК.



У квітні 2011 року в Сан-Франциско корпорація Genentech, яка працює в сфері біотехнологій, створила найдовший у світі ланцюг ДНК з людей. Ця „жива“ ДНК утворена з 2600 людей, більшість яких є працівниками корпорації.

ДНК не тільки в клітинах

Символ ДНК такий популярний, що його використовують у своїх роботах митці та дизайнери. Подивись, як дивовижно виглядають предмети у формі ДНК чи з символом ДНК. Може, вони й тебе надихнуть на творчість?





А, може, ти захочеш створити ДНК з бісеру?



Що нового чути про ДНК?

Учені-хіміки під керівництвом Масаіко Інуї з Університету Тоями в Японії розробили першу в світі молекулу ДНК, яка практично повністю складається із штучних складових. Як і натуральна, синтезована ДНК – двоспиральна, але набагато стабільніша. На даний час дослідники синтезували невеликі ланцюги ДНК із приблизно 100 азотистих основ, але хочуть використати природні ферменти, щоб зробити нитки ДНК довгими і щоб їх можна було копіювати. Таку штучну ДНК планують використовувати в генотерапії, а також для створення нанокомп'ютерів.

До речі, дослідники компанії IBM спільно з вченими Каліфорнійського технологічного інституту запропонували використовувати молекули ДНК для зменшення розмірів елементів мікросхем. Зараз випускаються мікросхеми розміром 45 нм; вдосконалюючи технологічні процеси, теоретично можна зменшити ці розміри до 22 нм. Дослідники планують використовувати молекули ДНК як шаблони для збирання електронних компонентів. Розміри ДНК-елементів можуть становити всього від 4 до 6 нм.



Ми говорили про створення карт хромосом на основі результатів досліджень в межах проекту „Геном людини“. І тут вже є плани на майбутнє, а саме – використання генетичних карт для „реконструкції“ зовнішності людини, зокрема, в криміналістиці. Як повідомляє професор Марк Шрайвер із університету Пенсільванії, невдовзі детективи зможуть відтворювати риси обличчя, колір шкіри, використовуючи лише ДНК-аналізи. Криміна-





лісти вчать складати особливі генетичні карти, які на молекулярному рівні дозволяють реконструювати ступінь пігментації шкіри людини, а також риси її обличчя. Цей революційний метод вже випробували на практиці. Завдяки новій технології вдалось скласти своєрідний фоторобот серійного вбивці Дерека Тода Лі, впізнати його і заарештувати. Цікаво, що отримані дані суперечили показам свідків, згідно яких злочинець мав світлу шкіру. Проте експерти, використавши ДНК-метод, переконали, що потрібно шукати афроамериканця, і не помилились.

Уже розроблена спеціальна комп'ютерна програма, яка відтворює обличчя людини за фрагментом її ДНК. Визначені і так звані ключові точки ДНК, генетичний вплив який проявляється найчіткіше. Це, наприклад, гени, які відповідають за куточки рота і кінчик носа. За словами професора Шрайвера, використовуючи інформацію відповідних генів, можна відтворити риси будь-якої людини. Чудеса генетики!

У журналі „КОЛОСОК”, № 2/2012 ми запропонували тобі за поданою розгорткою самостійно виготовити модель молекули ДНК. А тепер – познайомся з інструкцією і переконайся, що твоя модель зібрана правильно.

1. Скопіюй шаблон у кольорі на прозорій плівці або на папері (щоб модель була жорсткою).

2. Виріж кожну пару нуклеотидів по зовнішніх лініях. Зроби розрізи вище молекул дезоксирибози, як показано на малюнку.

3. Всередині кожного шаблону пари нуклеотидів зроби невеликий отвір (не більший, ніж діаметр дроту, на якому буде кріпитися модель).

4. Зігни кінці нуклеотидів відповідно до пунктирних ліній. Зверни увагу, щоб не зробити лівозакручену ДНК: правий кінець шаблону загни вгору, а лівий – донизу.

5. У місцях, позначених по краях, кожну пару нуклеотидів склей з наступною парою (так, щоб залишок фосфатної групи з'єднався із залишком дезоксирибози). Спіраль поетапно розміщуй на осі з дроту, закріпленого на дощечці чи пінопласті.

6. Пам'ятай, що цукрово-фосфатні ланцюги розміщуються в антипаралельних напрямках. Зібрати модель тобі допоможуть букви, що позначають азотисті основи на нуклеотидах. Довжина моделі ДНК залежить від кількості пар нуклеотидів, яку ти подужаєш склеїти.

