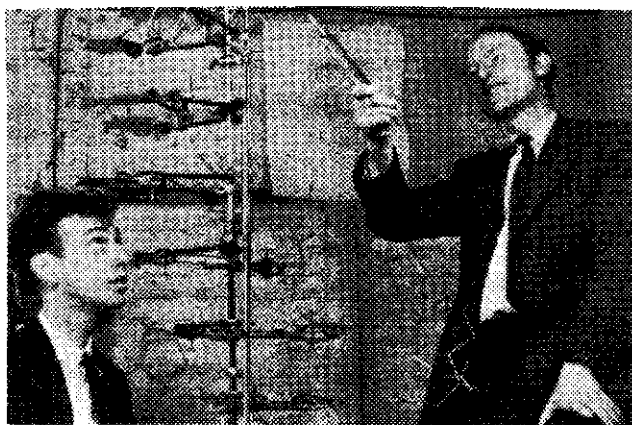


## Золотий ювілей відкриття подвійної спіралі ДНК



Минуло півстоліття відтоді, як американський біолог Джеймс Дьюї Вотсон і англійський фізик Френсіс Гаррі Комптон Крик встановили просторову будову найголовнішої молекули життя — дезоксирибонуклеїнової кислоти, ДНК.

У переліку найвидатніших наукових звершень ХХ сторіччя розшифрування трьохвимірної структури ДНК, яке згодом один з генетиків назвав відкриттям «найголовнішої таємниці життя», назавжди посідає чільне місце серед подій такого гатунку. Адже ж воно так само принципово змінило наші уявлення про природу, частинкою якої ми є, як, приміром, теорія відносності або квантова механіка. Це відкриття спричинило могутній поштовх розвитку молекулярної біології та молекулярної генетики, відчинило навстіж двері перед медициною, фізіологією і новими науковими напрямками, які вже з'являються і ще з'являться у недалекому майбутньому. Бо це не просто архітектурна модель, це — новий спосіб людського мислення, розгадка таємниці генетичного коду — самої серцевини життя!

Як і більшість визначних відкриттів — відкриття антипаралельної подвійної правої спіралі ДНК, нуклеотидні основи якої взаємодіють водневими зв'язками за принципом комплементарності і у відповідності з правилами Е. Чаргафа, було підготовлене всім попереднім розвитком науки.

Так, вже перші рентгенограми орієнтованих ниток ДНК (1938 р.) засвідчили наявність сильного рефлексу при 3,4 Å, що вказувало на приблизно

ортогональне пакування нуклеотидних основ до довгої осі ланцюга ДНК. Окрім того, було з'ясовано, що макромолекула ДНК має велику повздовжню періодичність. ДНК почали розглядати як квазіодновимірний аперіодичний кристал (Е. Шредингер).

За допомогою спектроскопічного титрування ДНК було показано, що фосфатні групи поведуть себе не так, як аміно- та групи  $-NH-CO-$ : було висунуто ідею про наявність водневих зв'язків між пуриновими і піримідиновими основами, а саму ДНК уявляли як агрегат полінуклеотидних ланцюгів, з'єднаних такими міжмолекулярними водневими зв'язками (1947 р.).

У 1949—1950 рр. було з'ясовано (на прикладі цитидину), що в нуклеозидах кільця гетероциклу і вуглеводу розташовуються майже перпендикулярно. Відразу ж були запропоновані моделі як одно-, так і триланцюгових структур ДНК, в яких площини кілець вуглеводів орієнтовані приблизно паралельно довгій осі полінуклеотиду (1952 р.). Нарешті, вже 1953 року рентгеноструктурним методом встановлено (Розалінда Франклін), що в залежності від вологості зразка ДНК може набувати двох різних спіралеподібних конформацій, фосфатні групи яких зорієнтовані назовні і доступні для молекул кристалізаційної води.

Це далеко не повний перелік експериментальних фактів і модельних уявлень, маса яких поступово нагромаджувалася і досягла критичної точки навесні 1953 року в момент істини, — вийшла друком знаменита стаття Дж. Вотсона і Ф. Крика у журналі «Nature», присвячена будові молекули ДНК.

Філігранні рентгеноструктурні дослідження Моріса Вілкінса — уродженця Нової Зеландії, проведені ним протягом 1953-1961 рр., дещо уточнили Вотсон-Криківську модель просторової будови ДНК і довели її до логічного завершення.

Так, зокрема, було встановлено, що в залежності від зовнішніх фізико-хімічних умов ДНК може набувати трьох різних (А, В і С), але пов'язаних між собою конформацій, які відрізняються одна від одної кроком спіралі, орієнтацією нуклеотидних основ відносно її довгої осі та конформацією цукрово-фосфатного кістяка.

1962 року за встановлення просторової будови ДНК Дж. Вотсону, Ф. Крику і М. Вілкінсу було присуджено Нобелівську премію у царині медицини і фізіології. Людство ввійшло в епоху великих перемін — перед ним почала розвиднятися дорога, яка веде від Буття до Становлення та виокремилася існування тонкої картини дійсності, в якій і час, і вічність мають рівні права.

Помітну дешифру в розуміння того, як влаштована ДНК, внесла українська біофізична школа.

Так, зокрема, І. К. Янсон і Л. Ф. Суходуб (Фізико-технічний Інститут низьких температур ім. Б. І. Веркіна НАН України) вперше експериментально отримали величини енергій як для горизонтальних (водневе зв'язування), так і для вертикальних (стекинг) взаємодій основ ДНК, що й донині залишаються еталонними, а Ю. П. Благий із співробітниками того ж інституту вперше експериментально встановили, що з-поміж канонічних основ ДНК лише гуанін та цитозин проявляють у вільному стані помітну схильність до прототропних таутомерних перетворень.

В. Я. Малєєв (Інститут радіофізики і електроніки ім. О. Я. Усикова НАН України) вперше створив модель низькочастотної динамічної поведінки ДНК і разом із співробітниками дослідив у деталях процеси гідратації ДНК.

В. І. Данілов та М. В. Желтовський (Інститут молекулярної біології і генетики НАН України) вперше пролили світло на електронну структуру нуклеотидних основ, закономірності їхніх тауто-

мерних перетворень та міжмолекулярних взаємодій.

С. Н. Волков (Інститут теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова НАН України) дослідив нелінійно-динамічні властивості ДНК, що мають найтісніше відношення до її функціонування.

Д. М. Говорун зі співробітниками (Інститут молекулярної біології і генетики НАН України) вперше виявили нові водневі зв'язки у подвійній спіралі ДНК, встановили природу її спонтанних напіввідкритих станів та запропонували новий механізм мінімізації ДНК-полімеразою точкових мутацій, спричинених прототропною таутомерією нуклеотидних основ.

Важко переоцінити роль Ервіна Чаргафа, видатного американського вченого, нашого славетного земляка, що родом з Чернівців, який назавжди увійшов у історію світової науки не лише своїми знаменитими правилами щодо молярних співвідношень комплементарних основ у складі ДНК, але й (за три роки до відкриття подвійної спіралі Вотсоном і Криком) дав їм адекватну інтерпретацію в рамках подвійної спіралі.

Дмитро ГОВОРУН

Заступник директора з наукової роботи  
Інституту молекулярної біології і генетики  
НАН України,  
завідувач відділу молекулярної біофізики,  
доктор біологічних наук.