

УДК 550.3 (929) Чаргафф

**ЕРВІН ЧАРГАФФ (1905-2002) – НАВЧАННЯ ТА ПРАЦЯ У ВИЗНАЧНИХ ЄВРОПЕЙСЬКИХ ТА АМЕРИКАНСЬКИХ УНІВЕРСИТЕТАХ***Олег Пилипчук*

Державний економіко-технологічний університет транспорту  
Україна, 03049, м. Київ, вул. Лукашевича, 19  
e-mail: pilipchuk\_o@mail.ru

*Ервін Чаргафф (1905-2002)*

Видатний американський біохімік Ервін Чаргафф знаний завдяки працям з вивчення хімічного складу та структури нуклеїнових кислот. У 1950-1953 рр. він, вивчаючи кількісне співвідношення азотистих основ у нуклеїнових кислотах, показав, що загальна кількість аденінових основ у кожній молекулі ДНК дорівнює кількості тимінових, а кількість гуанінових основ – кількості цитозинових. Це відкриття, назване «правилом Чаргаффа», було використане Ф. Кріком і Д. Уотсоном для побудови моделі молекули ДНК. Е. Чаргафф, завдяки своїм дослідженням, зробив відкриття видової специфічності ДНК. Він стояв біля витоків вивчення процесів синтезу білка та визначення ролі ДНК у передачі спадкової інформації. Велику увагу вчений приділяв філософським проблемам науки, розмірковував над мо-

ральними аспектами молекулярно-генетичних експериментів, цікавився соціокультурною складовою розвитку природознавства у ХХ ст.

Ервін Чаргафф упродовж усього свого життєвого та творчого шляху завжди залишався відкритим до діалогу та сприйняття нового, умів критично аналізувати свої колишні переконання, уточнюючи, а іноді і відкидаючи їх. Враховуючи величезну популярність Е. Чаргаффа у світі сьогодні, здається дивним, що його внесок у розвиток сучасної молекулярної біології, особливо біохімії, опинився майже поза увагою вітчизняних і зарубіжних істориків науки, у той час як іншим молекулярним біологам присвячені десятки статей і навіть книги. Досі не знайшлося авторів, навіть серед його учнів, які б наслідилися дати загальний огляд життєвого та творчого шляху Е. Чаргаффа, спрямований, передусім, на аналіз його біохімічних і молекулярно-біологічних уявлень. Серед публікацій про внесок Е. Чаргаффа у різні галузі біології, філософію та історію не виявилось жодної статті про його наукові праці з молекулярної біології.

Такий, на перший погляд, казус має під собою цілком об'єктивні причини. Внесок Е. Чаргаффа у розвиток біохімії настільки значний, що навряд чи історик науки під силу описати його в одній роботі. Адже до числа його найважливіших досягнень тільки у сфері біохімії зазвичай включають: дослідження багатьох різновидів ДНК, вивчення денатурації ДНК, здатності крові зсідатися, дослідження ліпідів і протеїнів, метаболізму амінокислот. Окрім цього, Е. Чаргафф багато робіт присвятив аналізу сучасного розвитку науки, розвитку наукової етики. Ці, на перший погляд, досить далекі одна від одного сфери знання, були включені до єдиної, чітко продуманої науково-дослідної програми. Її метою було довести важливість молекулярного знання.

Фундаментальні праці Е. Чаргаффа у різних сферах природничого знання значною мірою визначали стан біології ХХ ст. До своїх 97 років

Ервін Чаргафф залишався не просто живим класиком, а активно працюючим дослідником [1-2]. Результатом унікальної творчої активності Е. Чаргаффа стали його публікації: книги, журнальні статті, популярні есе. І при усьому цьому на пострадянському просторі тільки нещодавно з'явилися статті, присвячені життю видатного вченого [3-5].

Ервін Чаргафф народився 11 серпня 1905 р. у Чернівцях на Буковині. Цей регіон України досі нагадує стару Австрію. Відомо, що усі центральні міста Австро-Угорської імперії розташовувалися рівномірно по усій її території. Чернівці є тим чарівним містом, яке нагадує Відень, а ще більше – Грац. Ось чому жителі цього регіону жартома називали себе «буковінер» (від німецького слова *Winer* – віденці) та із заздністю дивилися на захід Європи. Для формування світогляду Е. Чаргаффа величезне значення мало місце його народження.

Його перші кроки у науці, на перший погляд, не мали ніякого відношення до його майбутніх біохімічних робіт. Але, якщо розглядати їх ретроспективно, вони здаються низкою подій, спочатку покликаних реалізувати деяку програму становлення Чаргаффа як біохіміка. Освітній ідеал віденської професури позначався на стилі мислення Е. Чаргаффа, на його подальших дослідницьких програмах. Характерними рисами віденської професури були: прагнення до синтезу, а не до вузької спеціалізації, усебічне, а не вузькоспеціалізоване знання, прагнення до досягнень в інтелектуальних сферах і мистецтві, а не у бізнесі або політиці. Усі ці властивості повною мірою пізніше проявилися у біохімічних та історико-філософських працях Е. Чаргаффа.

Хімія вимагає від усіх, хто спеціалізується у ній, точності, скрупульозності, акуратності та відповідальності. Ймовірно, це відбилося у майбутньому і на характері Е. Чаргаффа. Не менш важливим для формування його особи було прагнення його батька до безперервного підвищення власного освітнього рівня. Попри те, що він досягав успіху в економіці, найбільше його захоплювали медицина, природознавство, література та мистецтво.

### **Навчання у Віденському університеті**

Е. Чаргафф навряд чи отримав би вищу освіту не маючи унікальних здібностей, працьовитості, а також розуміння та підтримки з боку сім'ї, яка втратила велику частину сімейних заощаджень через гіперінфляцію на початку 20-х років ХХ ст. У Віденському університеті Е. Чаргафф вчився завдяки стипендіям і пен-

сії матері. Сам вибір Віденського університету для отримання Е. Чаргаффом освіти був не випадковий.

Віденський державний університет по праву пишається своїми іменитими випускниками, серед яких дев'ять нобелівських лауреатів, а також такі відомі особи як Зігмунд Фрейд, Стефан Цвейг, Папа Римський Пій Другий.

До такої солідної освітньої установи вступив і Е. Чаргафф. Про його навчання у цьому закладі відомостей ми не знайшли. Відомо тільки, що під керівництвом екстраординарного професора Фріца Фейгеля Е. Чаргафф проводив свої перші наукові дослідження і в 1928 р. захистив докторську (магістерську за сучасними мірками) дисертацію з хімії. Вона присвячена вивченню комплексів срібла та дії йоду на азиди. У цьому напрямі опубліковані і його перші наукові статті.

### **Праця у Карлсберзькій лабораторії Копенгагена**

У 1928 р. після захисту Е. Чаргаффом докторської дисертації постало питання – що робити далі? В Австрії на той час отримати хорошу роботу стало практично неможливо. Він влаштовується на роботу у знамениту Карлсберзьку лабораторію у Копенгагені (Данія). У зв'язку з цим йому довелося вивчити данську мову (до цього часу він вже вільно володів українською, німецькою, англійською та французькою мовами).

У Карлсберзькій лабораторії Е. Чаргафф почав стажуватися як стипендіат Американсько-Скандинавського фонду. У цей час лабораторією керував відомий вчений, данський фізико-хімік і біохімік – Серен Петер Лауріц Серенсен [6]. Він допоміг юному Чаргаффу повному поглянути на амінокислоти, зняти з цих структур завісу таємничості. Щоб уявити собі картину стажування Ервіна Чаргаффа, досить ознайомитися з коротким послужним списком його наставника.

Серен Петер Лауріц Серенсен (9.01.1868, Хавреб'єрг – 12.02.1939, Копенгаген) – данський фізико-хімік і біохімік, член Данської Академії наук. Закінчив університет у Копенгагені. У 1892-1901 рр. – асистент хімічної лабораторії Вищої технічної школи у Копенгагені. У 1901-1938 рр. керував хімічним відділом Карлсберзької лабораторії (поблизу Копенгагена). Розробив один із загальних методів синтезу амінокислот і метод кількісного визначення азоту амінів. Ввів поняття водневого показника (рН). Йому належать відомі дослідження при-

роди розчинів білків як «системи оборотно дисоціюючих компонентів», ліпідно-білкових комплексів, ізольованої точки білків, їх осмотичного тиску та молекулярної ваги, залежності активності ферментів від рН та ін. [7].

Знайомство з біографією Серенсена дозволяє нам зробити висновок, що робота впродовж декількох місяців у Карлсберзькій лабораторії визначила напрям наукових досліджень молодого Ервіна Чаргаффа. Надалі він присвятив усе своє життя вивченню нуклеїнових кислот – темі, що досить успішно вирішувалася в означеній лабораторії. Саме тут молодий вчений зацікавився полімерною природою нуклеїнових кислот [8].

Під час роботи у Карлсберзькій лабораторії у Копенгагені Е. Чаргафф не раз користувався люб'язними пропозиціями С. Серенсена у вільний час відвідувати його досліди над нуклеїновими кислотами, вивчаючи переважно хімію нуклеотидних основ, а також інші біохімічні комплекси. Ця робота, а також надія залишитися у Лабораторії для проведення самостійних наукових досліджень, остаточно визначили вибір Чаргаффом біохімії як основної професії. Тут же, у Данії, абсолютно випадково, Е. Чаргафф отримав стипендію від відомого хіміка Т.Б. Джонсона з Єльського університету у США для проведення наукових досліджень у сфері біохімії. Восени 1928 р. він приїхав до Нью-Йорка.

Усе подальше життя Е. Чаргаффа, з точки зору домінування його наукових інтересів і зміни місць роботи, умовно можна розділити на чотири періоди, що перехреснюються один з одним.

У 1928-1930 рр. він займався в Єльському університеті, головним чином, вивченням хімічного складу туберкульозної палички.

У 1930-1933 рр. у Берлінському університеті його роботи були присвячені вивченню ліпідів бацили туберкульозу Кальмета-Герена, а також фракцій жирів і фосфатів дифтерійної палички.

Виконані тоді дослідження стали базою для третього періоду його діяльності, який фактично почався у 1933 р. роботою у Пастерівському інституті у Парижі. Тут Е. Чаргафф активно навчався методам, використовуваним для виділення вірусів та їх подальшої ідентифікації. Цей період був присвячений, головним чином, синтезу нових знань про туберкульозну паличку, її біохімію й апробації нових методів лікування туберкульозу. Але головною функціональною прихильністю Е. Чаргаффа у цей час залишався, як і раніше, інтерес до біохімічних

досліджень амінокислот.

Четвертий період чітко позначився його переходом у 1935 р. до Колумбійського університету на посаду наукового співробітника. Тут його інтереси були сконцентровані в основному на вирішенні проблем молекулярної біології. Молекулярні дослідження Чаргаффа, у свою чергу, розширили діапазон його інтересів, тому він, окрім вивчення біології, хімії та фізики молекул амінокислот став займатися питаннями історії та філософії науки. У цей самий час він захопився публіцистикою та роз'ясненням соціально-культурних і когнітивних умов функціонування науки. Фактично, після закінчення Віденського університету у 1928 р., починається входження Е. Чаргаффа у світову спільноту біохіміків. Велике значення для його інтелектуального розвитку мало відвідування різних філософських семінарів. Пізніше досвід філософських досліджень Е. Чаргаффа виявився дуже корисним при обговоренні наукового статусу природознавства.

Згодом Е. Чаргафф різко виступав проти спроб неопозитивістів представити філософію як модель ідеальної науки. Він доводив, що кожен вчений повинен відповідати за свої дії.

### **Єльський університет у США (1928-1930 рр.)**

Єльський університет (*Yale University*) – приватний дослідницький університет США, третій з дев'яти коледжів, заснованих до війни за незалежність. Входить до «Ліги плюща» – співтовариства восьми найбільш престижних приватних американських університетів. Разом з Гарвардським і Принстонським університетами складає так звану «Велику трійку».

Єльський університет знаходиться в Нью-Хейвені, одному із старих міст Нової Англії, у штаті Коннектикут. Нью-Хейвен – портове місто, розташоване в 120 кілометрах на північний схід від Нью-Йорка і в 200 кілометрах на південний захід від Бостона.

Єльський університет був заснований у 1701 р., зараз до нього входять дванадцять підрозділів: Єльський коледж, чотирирічна освіта в якому завершується отриманням ступеня бакалавра; аспірантура з різних спеціальностей, що включають точні, природничі й гуманітарні науки, а також 10 професійних факультетів, що готують фахівців у галузі юриспруденції, медицини, бізнесу, охорони довкілля, а також теологів, архітекторів, музикантів, художників і акторів.

У 1861 р. в університеті, уперше у США, при-

своїли ступінь доктора філософії. У Єлі вчилися колишні президенти Америки: Дж. Буш-молодший, Б. Клінтон, Дж. Буш-старший та інші. Єль закінчили Дж. Фенімор Купер, Н. Хейл, І. Уїтні, С. Морзе, а також Н. Уебстер.

В університеті досі видаються старі американські журнали: «American Journal of Science» (1818) і «Yale Literary Magazine» (1836).

В Єлі великого розвитку отримали природничі науки, у тому числі хімія. Відомий хімік Т. Джонсон, який займався вивченням пуринів і піримідинів, запросив у 1928 р. юного Ервіна Чаргаффа до себе на стажування.

Ось у такому престижному університеті упродовж двох років під керівництвом Рудольфа Андерсена молодий Ервін Чаргафф займався дослідженням хімічного складу туберкульозної палички.

Влітку 1929 р. Е. Чаргафф вирушає до Відня, звідки повертається зі своєю нареченою Вірою Бройдою. У вересні того ж року у Нью-Йорку молода пара зіграла весілля. Тільки через десятиліття, у 1938 р., у сім'ї Чаргаффа з'явиться первісток, син Томас.

### **Берлінський університет (1930-1933 рр.)**

Влітку 1930 р. Е. Чаргафф, разом з дружиною, переїжджає до Берліна, де отримує посаду асистента кафедри бактеріології Інституту гігієни Берлінського університету, яку очолював Мартін Чан. У Берліні Чаргаффи насолоджувалися культурним життям столиці: відвідували виставки, концерти, спілкувалися з представниками культурної інтелігенції, не пропускали наукові семінари і музичні вечори, які проводилися у стінах Берлінського університету.

Берлінський університет імені Гумбольдта (Humboldt-Universität zu Berlin, скор. HU Berlin; лат. Alma Mater Berolinensis) – найстаріший з чотирьох університетів Берліна. Заснований 16 серпня 1809 р. за ініціативою Вільгельма фон Гумбольдта. У 1828 р. дістав назву Університет Фрідріха Вільгельма на честь пруського короля Фрідріха Вільгельма III, за царювання якого був заснований; у 1949 р. перейменований на честь братів Гумбольдтів.

Заняття в університеті почалися у 1810 р., на той момент було зараховано 256 студентів. У XIX ст. університет був одним із найбільших європейських наукових центрів.

Часи націонал-соціалізму почалися у Берлінському університеті з дифамації вчених і студентів єврейського походження. Лекції професорів-євреїв бойкотувалися, до слухачів застосовували фізичне насильство. Пересліду-

валися і неугодні режиму професори. У подальші роки націонал-соціалістами була звільнена третина співробітників, багато вчених і студентів назавжди розпрощалися з університетом, центром гуманістичної думки, яким він був колись.

Після 1933 р. цей університет був, як і усі німецькі університети, перетворений на освітню установу з нацистським ухилом. У першу чергу це відбилося на його бібліотечному фонді, оскільки приблизно 20000 книг було знищено, а найяскравіші примірники були спалені 10 травня 1933 р. на Опернплац (Opernplatz, тепер – Бебельплац (Bebelplatz)) для демонстрації та пропаганди, як стало пізніше зрозумілим з промови Йозефа Геббельса. Пам'ятник на згадку про це спалювання нині стоїть у центрі площі, являючи собою скляну групу, що відкривається у підземну білу кімнату з порожнім місцем на полицях для 20000 томів і меморіальної дошки, на якій написаний епіграф з роботи Генріха Гейне 1820-го року: «Das war ein Vorspiel nur, dort wo man Bücher verbrennt, verbrennt man am Ende auch Menschen» («Те місце і подія були тільки прелюдією; де вони палять книги, вони, кінець кінцем, спалять людей»). Єврейські студенти, вчені та політичні супротивники нацистів були вигнані з університету і часто висилалися з країни або відправлялися до концтаборів.

Під час війни університет призупинив свою діяльність, а частина його будівель була зруйнована повністю або частково у ході бойових дій. Заняття були відновлені у 1946 р. на семи факультетах.

Три роки роботи Е. Чаргаффа були присвячені вивченню ліпідів бацили Кальмета-Герена, а також фракцій жирів і фосфатів дифтерійної палички. Разом з цими дослідженнями Е. Чаргаффа цікавили питання методології та логіки наукового дослідження. Він ставив собі запитання – як відбиваються на діалектичному методі пізнання методологічні зрушення, що відбуваються у сучасному природознавстві, і яких модифікацій зазнають встановлені раніше закономірності наукового дослідження? Яке теоретико-пізнавальне значення традиційних і нових спеціальних методів дослідження і пояснення фактів? В якому співвідношенні знаходяться вони із діалектичним методом? Ці і багато інших методологічних питань сучасне природознавство наполегливо висувало на перший план і ставило перед філософською наукою. Е. Чаргафф під час роботи у Берлінському університеті опублікував у

1933 р. фундаментальну статтю «Методи вивчення хімічних перетворень у бактерій» [9]. Ця стаття стала спробою відповісти на деякі з цих питань. Він прагнув розглянути систему методів наукового дослідження. Примітно те, що виклад філософських проблем був заснований на матеріалі біологічної науки – дуже показової з точки зору аналізу нових тенденцій і методів пізнання та надзвичайно перспективної сфери сучасного наукового дослідження природи.

За рекомендацією Мартіна Чана, Ервін Чаргафф отримує призначення на посаду приват-доцента Берлінського технологічного інституту, проте скористатися цією можливістю він не зміг. Події 1933 р. у Німеччині змусили його терміново виїхати до Франції, хоча вже тоді виїхати з Берліна було нелегко і тільки випадок допоміг йому у цьому.

Як відомо, згідно із відомим «Любекським поділом» ціла група лікарів обвинувачувалася у загибелі великої кількості дітей, яким замість вакцини БЦЖ (Кальмета-Герена) ввели вірулентну культуру туберкульозної палички. Мартін Чан доручив Е. Чаргаффу хімічну частину розслідування цієї справи і вчений експериментально довів, що препарат Кальмета-Герена не має жодного відношення до цієї трагедії. Прочитавши висновки Е. Чаргаффа, які були опубліковані у науковій статті, заступник директора Інституту Пастера А. Кальмет запросив його переїхати до Парижу. Незабаром Е. Чаргафф влаштовується в Інституті Пастера, де разом з Кальметом досліджував пігменти і полісахариди бактерій.

### **Робота в Інституті Пастера у Парижі (1933-1934 рр.)**

У Парижі в присутності Президента Франції Марі Франсуа Саджай Карно (1837-1894) 14 листопада 1888 р. був урочисто відкритий Інститут Пастера, побудований та оснащений на кошти, зібрані за міжнародною підпискою [10]. Першим директором інституту був призначений основоположник мікробіології Луї Пастер (1822-1895), для успішної роботи якого, власне, і створювалася ця наукова установа. Інститут Пастера є одним зі світових лідерів у вивченні інфекційних захворювань. З 1908 р. вісім вчених інституту стали лауреатами Нобелівської премії у галузі медицини і фізіології, один з яких – вітчизняний вчений Ілля Ілліч Мечников (1845-1916), удостоєний цієї почесної нагороди у 1908 р. І.І. Мечников переїхав до Парижу у 1887 р., отримавши для досліджень лабораторію у Пастерівському інституті.

З 1905 р. він обіймав посаду заступника директора цього інституту.

З моменту створення Інститут Пастера займався фундаментальними дослідженнями у практичній сфері природничих наук. Луї Пастер запросив взяти участь у науковій роботі створеного інституту вчених різних спеціальностей. Перші п'ять напрямів очолили вчені того часу: два випускники Вищої нормальної школи: Еміль Дюкло (дослідження у сфері загальної мікробіології) і Шарль Шамберлан (прикладні дослідження у сфері мікробіології та гігієни), а також біолог Ілля Ілліч Мечников (морфологічне дослідження мікроорганізмів) і двоє лікарів, Жак-Жозеф Гранхер (роботи з вивчення сказу) й Еміль Ру (технічні дослідження мікроорганізмів). З 1877 р. Еміль був асистентом Пастера при хімічній лабораторії Вищої нормальної школи, де разом з Шамберленом займався дослідженням сибірської виразки. Через рік після відкриття Інституту Пастера Емілем Ру був створений *Cours de Microbie Technique* (курс методів дослідження мікробів) – перший курс мікробіології, яку як науку вивчають студенти у всьому світі. З 1895 р. Еміль Ру був призначений віце-директором Пастерівського інституту.

Після смерті Пастера, у 1895 р. директором інституту стає Еміль Дюкло. Його наукові інтереси стосувалися фізики, хімії, мікробіології, метеорології, математики, медицини, загальної гігієни, соціальної гігієни й інших галузей. Він опублікував понад 220 наукових робіт. Окрім цього, його перу належить одна з кращих біографій Пастера і навчальний посібник з соціальної гігієни. Інститут Пастера і до теперішнього часу є одним зі світових лідерів у вивченні інфекційних захворювань. Тут були зроблені найважливіші відкриття, які сприяли успішній боротьбі проти таких захворювань як дифтерія, правець, туберкульоз, поліомієліт, грип, жовта лихоманка та чума.

У 30-ті роки ХХ ст. основними об'єктами, використовуваними для виділення вірусів та їх подальшої ідентифікації, були лабораторні тварини (білі миші – для вірусів грипу, новонароджені миші – для вірусів Коксаки, шимпанзе – для вірусу гепатиту В, кури, голуби – для онкогенних вірусів, поросята – для кишкових вірусів і т.д.). Першим, хто почав систематично використовувати лабораторних тварин при вивченні вірусів, був Пастер, який ще у 1881 р. проводив дослідження з інокуляції матеріалу від хворих сказом у мозок кролика. Інша віха в історії вірусології – роботи з ви-

вчення жовтої лихоманки, наслідком яких стало використання у вірусологічній практиці новонароджених мишей. Кульмінацією цього циклу робіт стало виділення Сайклзом у 1948 р. групи вірусів епідемічної міалгії.

1931 р. – в якості експериментальної моделі для виділення вірусів стали використовуватися курячі ембріони, які мають високу чутливість до вірусів грипу, віспи, лейкозу, саркоми курей і деяких інших вірусів. І нині курячі ембріони широко використовуються для виділення вірусів грипу.

1932 р. – англійський хімік В. Елфорд створив штучні дрібнопористі колоїдні мембрани з точно встановленим розміром отворів у межах від 50 до 300 нанометрів – основу для методу ультрафільтрації, за допомогою якого стало можливим проводити визначення розміру вірусних часток і диференціювати віруси за цією ознакою. Пропускаючи через ці мембрани розчини, які містили бактеріофаги і вірус вісповакцини, В. Елфорд встановив їх розміри.

У 1933 р. Е. Чаргафф приймає запрошення А. Кальмета попрацювати у Пастерівському інституті над вивченням вакцин. У Парижі він тісно спілкується з росіянами та німецькими емігрантами, які працювали у Пастерівському інституті. Тут, у Парижі, розкрився талант Е. Чаргаффа як вченого-експериментатора. Він виконує серію фундаментальних досліджень. З часом, вже будучи всесвітньо відомим вченим, Е. Чаргафф напише: «Я прийшов у біохімію завдяки хімії. У хімію мене привели шляхи невідомі, а також характерні для юності романтичні переконання, що природничі науки вивчають природу. Світло, яке надходить з п'ятми, – ось що мені подобалося в хімії. До біології мене повільно, але безповоротно тягнуло те, що п'ятма тут освітлена світлом, даним нам природою, – чудесами життя. Таким чином, я завжди балансував між світлом знання і темрявою непізнаного» [11, с. 285].

«Роздумувати про природу взагалі, – пише у своїх спогадах Е. Чаргафф, – або ж про живу природу – це не заняття для вченого. Це справа поета, філософа, пророка. Адже через надмірну спеціалізацію сьогодні ми отримуємо масу нікому не потрібної інформації» [11, с. 285].

### **Е. Чаргафф у Колумбійському університеті Нью-Йорка (1935-2002 рр.)**

Чаргафф розуміє, що незабаром над Європою нависне загроза фашизму, тому приймає рішення переїхати знову до Сполучених штатів. У 1935 р., у віці тридцяти років, молодий Чаргафф виїхав з Європи до Сполучених шта-

тів, де влаштувався на роботу у лабораторію Ганса Кларка у Відділі біохімії Коледжу терапії і хірургії Колумбійського університету. Учений починає працювати над вивченням питання здатності згортання крові. Тут він відчув потяг до біологічної хімії, до якої він йшов через хімію та романтичні переконання.

*Колумбійський університет* (англ. *Columbia University*), офіційна назва *Колумбійський університет міста Нью-Йорка* – один з відомих університетів США, входив до елітної «Ліги плюща». Університет розташований у м. Нью-Йорку, район Манхеттен, де займає площу 13 гектарів. Він був заснований у 1754 р. як Королівський коледж (англ. *King's College*), отримавши хартію від короля Англії Георга II. Королівський коледж став першим коледжем у Нью-Йорку та п'ятим коледжем на території Тринадцяти колоній. У 1784 р. коледж був включений до складу університету штату Нью-Йорк і перейменований на Колумбійський коледж, а у 1912 р. коледжу було присвоєно статус університету.

Відомими випускниками й особами, пов'язаними з університетом є: 4 президенти США, включаючи Барака Обаму, 9 суддів Верховного Суду, 97 Нобелівських лауреатів, 26 глав іноземних держав.

Це один із провідних дослідницьких університетів, де вперше у США було зроблено розщеплювання урану, винайдено лазер тощо. Однією з провідних кафедр університету з моменту його заснування (1928 р.) була кафедра біохімії Коледжу терапії і хірургії Колумбійського університету. Власне, на цій кафедрі працював викладачем Е. Чаргафф з 1935 по 1982 рр.

Стартуючи як науковий дослідник на кафедрі біохімії, Е. Чаргафф виріс за декілька років до асистента професора. У перші роки своєї роботи на кафедрі йому вдалося обзавестися аспірантами, а також значною мірою розширити напрями власних біохімічних досліджень. У продовження своєї докторської дисертації про ліпіди бактерій він зайнявся вивченням цієї групи речовин із залученням нових статистичних і фізико-хімічних методик.

Вивчаючи роль фосфоліпідів у згортанні крові, він зацікавився питанням про місце розташування ліпідів у тваринній клітині. Крім того, особливу увагу вчений приділив вивченню ліпопротеїнів та їх функцій. Вивчаючи комплекси з білків і ліпідів, він звернув увагу на існування подібних комплексів, що складаються з нуклеїнових кислот і білків. Згодом ці комплекси, названі нуклеопротеїдами, на ба-

гато десятиліть притягували увагу вчених з різних наукових центрів, а сам Ервін Чаргафф надовго залишався в авангарді досліджень молекулярних основ спадковості.

Усі експерименти продумувались до найдрібніших подробиць і проводилися з високою точністю і багатократністю повторення. Таку пунктуальність у роботі Е. Чаргаффу прищепив його наставник з Єльського університету, Р. Дж. Андерсон. Свого часу Андерсон прищепив молодому дослідникові повагу до будь-якої поставленої проблеми, уважне ставлення до кількісних характеристик навіть у надзвичайно якісних дослідженнях, повагу до точності спостережень і пояснення тих або інших явищ.

Пізніше Е. Чаргафф став деканом факультету і його наукова діяльність на цей час в основному переорієнтувалася на вивчення нуклеїнових кислот. Особливо активно він працював у середині 40-х років ХХ ст., коли стало очевидним, що в усіх клітинних організмах ми стикаємося з обов'язковою й одночасною присутністю як тимонуклеїнової, так і дріжджової нуклеїнових кислот. У 1945 р. Шмідтом і Таннгаузером, а потім Шнейдером були описані перші нові й оригінальні методи кількісного та роздільного визначення цих двох нуклеїнових кислот у клітинах і тканинах тварин і рослин, які з деякими видозмінами застосовуються і до теперішнього часу. Це, звичайно, був великий прогрес у сфері біохімії нуклеїнових кислот.

Абсолютно природно, що після встановлення факту наявності двох нуклеїнових кислот у рослин і у тварин старі назви – «тимонуклеїнова кислота» і «дріжджова нуклеїнова кислота» – поступово у кінці 40-х років ХХ ст. були замінені новими і нині загальноживаними термінами – «дезоксирибонуклеїнова кислота» (скорочено – ДНК) і, відповідно, «рибонуклеїнова кислота» (скорочено – РНК).

З другої половини 40-х років ХХ ст., завдяки застосуванню новіших і досконаліших методів дослідження поступово почали накопичуватися експериментальні матеріали, які викликали сумнів у правильності загальноприйнятого уявлення про тетра nukлеотидну структуру нуклеїнових кислот.

У період з 1947 по 1950 рр. у лабораторії Е. Чаргаффа були розроблені нові методи дослідження, що дозволяють дуже точно визначати кількісні співвідношення пуринових і піримідинових основ у нуклеїнових кислотах. Причому для цих визначень була потрібна дуже невелика кількість нуклеїнових кислот або

ж співвідношення основ можна було визначати навіть у самому матеріалі після відокремлення ДНК від РНК. І ось, зробивши низку визначень кількості різних основ у ДНК клітин різних тварин і рослин, Е. Чаргафф був вражений тим, що ДНК від різних організмів характеризувалася різним кількісним співвідношенням пуринових і піримідинових основ. Іншими словами, стало ясно, що нуклеїнові кислоти, зокрема ДНК (а саме з нею спочатку і працював Е. Чаргафф), мають видову специфічність, тобто у різних видів вони розрізняються та характеризуються своїм особливим складом. Ці роботи Е. Чаргаффа слід вважати епохальними, оскільки вони відкрили зовсім нову сторінку у біології і, по суті кажучи, стали засадничими для розвитку нового напрямку у біологічній науці – молекулярної біології.

Е. Чаргафф свої дуже важливі відкриття зробив виходячи з аналізу порівняно невеликої кількості різної ДНК, що належать до різноманітних груп рослинного і тваринного світу. Для встановлення загальності цих закономірностей необхідно було на великій кількості видів різноманітних рослин і тварин зробити аналізи складу їх ДНК і виявити, наскільки далеко тягнеться видова специфічність ДНК і чи дійсно в основі будови усієї ДНК лежать одні й ті самі закономірності нуклеотидних зв'язків.

Таким чином, перетворення Е. Чаргаффа на біохіміка значною мірою обумовлене тим, що він увійшов до невеликої групи біологів, які стежили за подіями у молекулярній біології і обмінювалися інформацією один з одним. Це дозволяло їм краще зрозуміти молекулярні процеси, вивчаючи їх у рамках нової парадигми, що складалася. Е. Чаргафф зробив унікальний внесок власних біохімічних досліджень, виконаних у 1928-2000 рр. у традиціях різних наукових шкіл. Він не був американцем, до останніх днів вважав себе істинним європейцем.

Член-кореспондент РАН І.С. Кулаєв відвідав лабораторію Е. Чаргаффа у Колумбійському університеті. Чаргафф запросив вченого до себе додому, щоб у домашній обстановці поговорити про науку і згадати хороші моменти з життя. І.С. Кулаєв познайомився з Е. Чаргаффом ще у 1957 р., під час роботи Першого міжнародного симпозіуму з еволюційної біохімії та походження життя, організованого О.І. Опаріним у Москві. І.С. Кулаєв був тоді гідом у американського гостя, показував пам'ятні місця Москви. Зі спогадів І.С. Кулаєва, Е. Чаргафф зверхньо ставився і до росіян, і до американців, вважаючи себе рафінованим європейцем. На репліку,

що між росіянами й американцями є дуже багато спільного: широкі, неманірні та досить відкриті люди, Чаргаффа зауважував: «Ви праві. І ті, й інші досить примітивні» [12, с. 268].

Закінчити аналіз наукового зростання Е. Чаргаффа слід його словами: «Мені хочеться нагадати декілька імен. Це імена тих, хто виконав засадничі дослідження з нуклеїнових кислот і кого я знав особисто – або до, або після того, як я покинув мирний терен, щоб зайнятися суворими проблемами хімії нуклеїнових кислот. Деякі дуже важливі роботи з хімії пуринів і піримидинів провів Т. Джонсон з Ельського університету, завдяки якому я вперше потрапив до Америки. Олександр Тодд ознайомив мене з лабораторіями органічної хімії, коли я в 1934 р. відвідав Оксфорд. У Рокфеллерівському інституті я часто зустрічав Ф. Левіна, чії роботи, особливо по цукрах, що входять до складу нуклеїнових кислот, заслуговують більш високої оцінки, ніж вони отримали. У тому ж інституті я кілька разів мигцем бачив великого і скромного Евері. Ще були Галланд Джордан і Дж. Девідсон, Браше і Касперссон, Боуден і Пірі, Хаммарстен і Джорпс, Таїнхаузер і Герхард Шмідт, Мирський і Поллістер, а в Москві – м'який і ввічливий О.М. Білозерський. У Колумбійському університеті багато років працював Закаріас Діше – без його реакції дифеніламіну не могли б бути виконані більшість робіт по ДНК. Багато кого з цих людей вже немає, але, на щастя, не увесь цей список заупокійний. Усі вони працювали тоді, коли дослідники ще не були так відчужені від предмета своїх досліджень, ще до того, як вивчення природи стало вестися відкритим способом і на перший план вийшли відкриті роботи. Зараз мешканці приреченого замку, на який перетворився Палац Науки, говорять однією мовою, але не розуміють один одного.

Небагато поділяють мою думку – і в усякому разі, не ті, хто деякий час тому підняв мене на сміх в одній журнальній статті, заявивши, що мій ідеал ученого – це Луї Пастер у виконанні кіноактора Пола Муні. Можливо, вони і праві, хоча я в цьому сумніваюся. Проте що мені дійсно не подобається – це коли *E. coli* виступає в ролі природи. Аж надто велика різниця в таланті» [13, с. 184].

Е. Чаргаффа залишив у науці неоціненний

слід. Хоча він писав, що спроба зрозуміти природу – справа безнадійна, що наші пошуки приведуть лише до пояснення, а не до розуміння – все-таки він шукав розуміння завжди. Повертаючись думками до свого минулого, Е. Чаргаффа згадував: «Майже усе життя я був собі учителем. Можна сказати, я ніколи не був учнем великого вченого, слава якого освітлювала б моє життя». Е. Чаргаффа пробивав собі дорогу сам, і той світ, в якому він опинився, був досить жорстоким і недоступним.

Той факт, що відміченому багатьма нагородами Е. Чаргаффа Нобелівська премія не дісталася, його критики пояснюють тим, що він змінив сторону фронту та перетворився з успішного дослідника на активного критика науки. Сам він не обстоював цього погляду, проте неодноразово стверджував, що Хіросіма викликала у нього шок, який і привів його до переосмислення і перетворив на попереджувача перед результатами своїх власних досліджень.

#### ДЖЕРЕЛА ТА ЛІТЕРАТУРА:

1. Chargaff E. A fever of reason. The early way / E. Chargaff // *Ann. Rev. Biochem.*: Palo Alto, 1975. – Bd. 44. – P. 1-18.
2. Чаргаффа Ервін // *Биологи: Биограф. справочник.* – К.: Наук. думка, 1984. – С. 685.
3. Матеріали Чаргаффовських читань (6 вересня 2003 р.). – Чернівці: Зелена Буковина, 2004. – 40 с.
4. Костишин С.С. Буковинець Ервін Чаргаффа – біохімік світового рівня / С.С. Костишин // *Укр. біохім. журн.* – 2002. – Т. 74, № 4а. – С. 3-7.
5. Шендеровський В. Він сягнув таїни гена спадковості / В. Шендеровський // *Нехай не згасне світ науки. Кн. 2 / За ред. Емми Бабчук.* – К.: Вид-во «Рада», 2006. – С. 282-286.
6. Кретович В.Л. Зерен Петер Лауритц Зеренсен / В.Л. Кретович // *Успехи химии.* – 1941. – Т. 10, вып. 1. – С. 111-116.
7. Серенсен Серен Петер Лауритц (9.01.1868, Хавребьєрг. – 12.02.1939, Копенгаген) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.bse36.medtour.info/podrobno/serense...](http://www.bse36.medtour.info/podrobno/serense...)
8. Ичас М. Биологический код / М. Ичас / Пер. с англ. В.М. Родионова. – М.: Мир, 1971. – 351 с.
9. Chargaff E. Methoden zur Untersuchung der chemischen Zusammensetzung von Bacterien / E. Chargaff // *Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden.* – Berlin; Wien, 1933. – Abt. 12, N 2. – S. 79-136.
10. Інститут Пастера в Парижі // *Википедия.ru* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Институт\\_Пастера](https://ru.wikipedia.org/wiki/Институт_Пастера)
11. Шендеровський В. Він сягнув таїни гена спадковості / В. Шендеровський // *Нехай не згасне світ науки. Кн. 2 / За ред. Емми Бабчук.* – К.: Вид-во «Рада», 2006. – С. 282-286.
12. Кулаєв І.С. Ознайомлення з ведущими науковими центрами в області фізико-хімічної біології в США в 1960-1970-е годы / І.С. Кулаєв // *Вестник РАН.* – 2013. – Т. 83, № 3. – С. 266-273.
13. Чаргаффа Э. Белибердинское столпотворение / Э. Чаргаффа // *Краткий миг торжества.* – М.: Наука, 1989. – С. 176-184.

#### Пилипчук Олег Ервін Чаргаффа (1905-2002) – навчання та праця у визначних європейських та американських університетах

У статті висвітлюється діяльність визначного нашого земляка-біохіміка з Чернівців Ервіна Чаргаффа в європейських та американських університетах. Аналізується кожний етап цієї діяльності. Висвітлюється внесок Е. Чаргаффа у розвиток хімії нуклеїнових кислот. Перетворення Е. Чаргаффа на біохіміка значною мірою обумовлене тим, що він увійшов до невеликої групи біологів, які стежили за подіями у молекулярній біології й обмінювалися інфо-



рмацією один з одним. Це дозволяло їм краще зрозуміти молекулярні процеси, вивчаючи їх у рамках нової парадигми, що складалася та призвело до синтезу ДНК. Е. Чаргафф зробив унікальний внесок власними біохімічними дослідженнями, виконаними у 1928-2000 рр. у традиціях різних наукових шкіл. Він не був американцем, до останніх днів вважав себе істинним європейцем.

**Ключові слова:** Ервін Чаргафф, нуклеїнові кислоти, синтез ДНК, біохімія, біологія

#### **Пилипчук Олег Ервін Чаргафф (1905-2002) – обучение и труд в выдающихся европейских и американских университетах**

В статье освещается деятельность выдающегося нашего земляка-биохимика из Черновцов Эрвина Чаргаффа в европейских и американских университетах. Анализируется каждый этап этой деятельности. Освещается вклад Э. Чаргаффа в развитие химии нуклеиновых кислот. Превращение Э. Чаргаффа на биохимика в значительной степени обусловлено тем, что он вошел в небольшую группу биологов, которые следили за событиями в молекулярной биологии и обменивались информацией друг с другом. Это позволяло им лучше понять молекулярные процессы, изучая их в рамках новой парадигмы, которая складывалась и привело к синтезу ДНК. Э. Чаргафф сделал уникальный вклад собственными биохимическими исследованиями, выполненными в 1928-2000 гг. в традициях разных научных школ. Он не был американцем, до последних дней считал себя истинным европейцем.

**Ключевые слова:** Эрвин Чаргафф, нуклеиновые кислоты, синтез ДНК, биохимия, биология

#### **Pylypchuk Oleg Erwin Chargaff (1905-2002) – training and outstanding work in European and American universities**

In this article highlights the outstanding work of our countryman, biochemist Erwin Chargaff from Chernivtsi, in European and American universities. Analyzed every stage of this activity. Highlights E. Chargaff's contribution to the development of nucleic acid chemistry. Transformation E. Chargaff to the biochemist largely is caused by that he had entered to a small group of biologists, who followed by the events in molecular biology and exchanged information each other. This allowed them to better understand the molecular processes by studying them under a new paradigm, which evolved and led to the synthesis of DNA. Chargaff made unique contribution by his own biochemical studies made in 1928-2000 in the traditions of different scientific schools. E. Chargaff was not American, until his last days he considered himself as a true European.

In 1950-1953 he, studying quantitative correlation of nitrogenous bases in nucleic acids, showed that the common amount of adenine bases, each DNA molecule equal to the number thymine, and the number guanine basics - number of cytosine. This discovery, called «Chargaff rule» was used by F. Crick and J. Watson to construct a model of the DNA molecule. Chargaff thanks his research discovered of species specificity of DNA. He led the significant studying of protein synthesis proses, and the definition of DNA role in the transmission of hereditary information. Much attention scientist paid philosophical problems of science, reflected on the moral aspects of molecular genetic experiments, interested in socio-cultural component of the development of science in the twentieth century.

**Keywords:** Erwin Chargaff, nucleic acids, DNA synthesis, biochemistry, biology

Рецензенти:

Тригуб О.П., д.і.н., професор

Тробські Мацей, доктор габілітований, професор

Надійшла до редакції 11.01.2017 р.