

О. Пилипенко

БІЛЯ ВИТОКІВ МОЛЕКУЛЯРНОЇ БІОЛОГІЇ

До 130-річчя публікації трактату «Основи молекулярної біології»
та 160-річчя від дня народження його автора Л.К. Попова

Термін «молекулярна біологія» отримав загальне визнання після того, як у 1953 р. Ф.Х.К. Крік і Дж.Д. Уотсон відкрили структуру ДНК, але єдиної думки щодо його походження досі немає. У науковому фольклорі існує версія, що його винайшов сам Ф. Крік, якому, буцімто, набридло на запитання про його професію називати себе сумішню кристалографа, біохіміка, біофізика і генетика [1]. Але в історико-біологічній літературі переважає гіпотеза, що вперше термін усно використав у кін. 30-х чи на поч. 40-х рр. ХХ ст. один з основоположників молекулярної біології Вільям Томас Астбері, який з 1946 р. уживав його і в статтях [2; 450]. Пріоритет В.Т. Астбері визнає багато вчених, зокрема пов'язані зі створенням цієї науки, скажімо, В.А. Енгельгардт [3; 451]. Але сам В.Т. Астбері в Гарвеєвській лекції в 1950 р. зазначав: «Мне приятно, что сейчас термин «молекулярная биология» уже довольно широко употребляется, хотя мало вероятно, что я первым предложил его» [2; 450].

За іншою версією, яку теж підтримує низка засновників молекулярної біології, назву

запровадив у 1938 р. один з творців теорії інформації, «батько машинного перекладу» Уоррен Вівер, на той час керівник відділу природничих наук Рокфеллерівської фундації, що опікувалася кристалографічними дослідженнями структури молекул білка [4–6]. Їх проводили в Кембриджі, у «Лабораторії з вивчення молекулярної структури біологічних систем при Медичній дослідницькій раді» («The MRC unit for the study of molecular structure of biological system»), скорочено «Лабораторії молекулярної біології». Там працювали, зокрема, В.Л. Брегг, Дж.Д. Бернал, Дж.К. Кендрю, Дж.Д. Уотсон. Думка про пріоритет У. Вівера стала особливо популярною в контексті менеджменту і фінансування науки. Але прикметно, що Дж.Д. Бернал, один з геніальних працівників лабораторії, приписував авторство терміна все-таки Вільяму Астбері [2; 450].

Насправді вжити словосполучення «молекулярна біологія» могли незалежно один від одного кілька осіб, адже досить розвинені поняття часом кристалізуються

© ПИЛИПЕНКО Олександр Павлович. Провідний інженер Центру досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України. Учений секретар міжгалузевої лабораторії МОН і НАН України з проблем формування та реалізації науково-технічної політики України (Київ). 2011.

в різних центрах. Виокремлення молекулярної біології як наукової дисципліни активно обговорювали в 30-ті рр. ХХ ст., зокрема в кембриджському Клубі теоретичної біології за участю Дж. Бернала, Дж. Нідема та ін. [7]. Дискусії готували ґрунт для вироблення термінології.

Термін «молекулярна біологія» дуже вдалий, майже безальтернативний і повинен був з'явитися, щойно молекулярно-біологічне мислення (масове чи індивідуальне) вийде на належний рівень, власне на певний пороговий етап. За відсутності єдиної думки про авторство не було сумніву, що термін виник не раніше 30-х рр. ХХ ст. На це вказувала більшість відомостей про формування мікробіологічної науки. Але насправді назва народилася за два покоління до того.

Протягом 1881 р. у Санкт-Петербурзі оприлюднено серію з шести великих статей під загальною назвою «Основы молекулярной биологии» [8]. Оpubлікована в непрофільному (літературно-художньому і суспільно-політичному) журналі «Русская речь», який до того ж не мав успіху і був закритий уже в наступному 1882 р. у зв'язку з банкрутством видавця О.О. Навроцького, праця не викликала інтересу наукової спільноти. Утім учені тоді ще не були готові сприйняти молекулярно-біологічний і еволюційно-хімічний підходи до пізнання життя.

Потім «Основы» просто забули. Їх виявлено в 1982 р., керуючись «методом суцільного пошуку», який допускав, що особливо цікаві історико-наукові факти трапляються у джерелах, котрі привертають найменшу увагу дослідників. Покликання на «Основы» є в кількох статтях, але трактат і досі маловідомий. Спеціально присвячених йому студій не існує, хоча праці такого роду вкрай важливі для розуміння епохи, особливо її потенціалу, зокрема нереалізованого.

«Основы молекулярной биологии» написав Лазар Костянтинович Попов — активний популяризатор науки, автор багатьох праць з біології, антропології, психології, фізики, історії науки, критико-бібліографічних статей [8–12]. Він публікувався в журналах «Природа», «Природа и люди», «Русская речь», «Голос», «Новое время». Йому також належать твори під псевдонімом «Эльпе», складеним з перших букв імені і прізвища. Він редагував кілька перекладів, у т.ч. «Жизнь животных» А.Е. Брема. Науково-популярні праці Л.К. Попова перевидають і досі [13]. На момент публікації «Основ» авторові було тридцять.

Лазар Попов народився в 1851 р. в Маріуполі. Освіту здобув у Санкт-Петербурзькому університеті і Медико-хірургічній академії, Єнському, Бернському, Цюрихському, Женевському університетах. Зайнявшись популяризацією науки, Л.К. Попов не обмежувався викладом уявлень, а піддавав їх аналізу і критиці. Фактично він був теоретиком, розробляв теоретичні питання природознавства, гуманітарних наук, мистецтва [8–12].

Своє кредо Лазар Костянтинович висловив у листі до редактора журналу «Новое время» О.С. Суворіна: *«Я глубоко верил и продолжаю верить в необходимость широкого распространения критики знания там, где существует популяризация знания»* [14; 401]. Фундаментальну роль критики в розвитку науки згодом особливо глибоко дослідили В.І. Вернадський і К.Р. Поппер.

У коло спілкування Л.К. Попова входили насамперед журналісти і письменники. Його колегою по «Новому времени» був А.П. Чехов, який, до слова, насторожено ставився до його праць, у т.ч. через їхню критичну спрямованість [14]. Натомість Г.І. Успенський цінував психологічні ідеї Л.К. Попова, застосовував їх у своїй творчості [15].

Як і «Основи», більшість праць Л.К. Попова не ввійшла в широкий науковий обіг, але ситуація поступово змінилася. Їм віддають належне місце в історико-археологічних дослідженнях [16, 17]. Низка авторів обговорює його уявлення з антропології та історії мистецтва, часом даючи діаметрально протилежні оцінки, бо багато питань, які порушував Лазар Костянтинович, не з'ясовані, їх трактують по-різному. У працях Б.О. Фролова [18–20], А.А. Фарраджаєва [21] ці думки Л.К. Попова розглянуто в контексті складного сприйняття нового, а самого вченого схарактеризовано як енциклопедиста, котрий довго жив у Франції, мав доступ до найновіших і найважливіших досягнень науки.

Короткі біографічні відомості про Л.К. Попова є в кількох дореволюційних енциклопедіях, зокрема в Енциклопедичному словнику Брокгауза й Ефрона [22], але про останні роки його життя відомо мало. За даними Комітету з державного контролю, використання й охорони пам'яток історії та культури Санкт-Петербурга, Лазар Костянтинович Попов помер 2 жовтня 1917 р. і похований на кладовищі Новодівичого монастиря в Санкт-Петербурзі [23]. Але енциклопедичний довідник «Литературное зарубежье России» [24; 587] стверджує, що після революції Л.К. Попов емігрував до Німеччини, де в 1922 р. у Берліні опублікував повість «Чубчик: Не сказка, а былъ из петербургской собачьей жизни».

Однією з відправних точок в галузі біології стали для Л.К. Попова праці Герберта Спенсера [25, 26], який сформував методологічні основи і конкретні ідеї, що згодом утворили теоретичний базис молекулярної біології [27–29]. Серед них був редукціонізм. Відповідно до нього, біологічні явища в основному можна звести до фізико-хімічних. Тому розгадку життя слід шукати передовсім на молекулярному рівні.

У розмові з Е. Франкландом, одним із засновників учення про валентність, Г. Спенсер з'ясував: протеїн може мати тисячі ізомерних форм. Припустивши, відповідно до теорії протеїну Г.Я. Мульдера, що протеїнові ядра з'єднані хімічними й ін. зв'язками, він дійшов висновку про безмежну кількість ізомерів структур, побудованих із таких ядер. Завдяки цьому особливості структур (їх учений назвав «фізіологічними одиницями») можуть визначати особливості організмів і видів. Концепція фізіологічних одиниць стала прообразом уявлень про макромолекули (йдеться про молекули протеїну, з'єднані хімічними й ін. зв'язками, що в структурно-хімічному сенсі відповідає поняттю індивідуальної молекули), хоча сам Г. Спенсер називав їх надмолекулярними структурами через великий розмір [26–29].

На відміну від багатьох сучасників, зокрема І.П. Павлова, який у 1897 р. говорив про «фізіологію живої молекули» [30], Г. Спенсер був переконаний, що молекули організмів і фізіологічні одиниці, хоч і визначають біологічні властивості, самі по собі не живі. Як і звичайні молекули, вони зберігають властивості і виконують функції лише за умови збереження структури. Отож, розмноження на молекулярному рівні не може бути поділом чи фрагментацією молекул, бо зміна молекул веде до втрати їхніх властивостей. Так Г. Спенсер прийшов до теоретичного відкриття природи молекулярного самовідтворення, коли складні молекулярні структури зумовлюють синтез нових, ідентичних структур. Ці ідеї, що належать до найвищих досягнень теоретичної біології XIX ст., містять основи теорії автокаталізу і матричної концепції [26–29]. В англійському оригіналі вони опубліковані в 1864 р., більше ніж за 60 років до праць М.К. Кольцова про матричний біосинтез [31].

Поступ у пізнанні хімічної природи життя створив в останній третині XIX ст.

особливу атмосферу усвідомлення зародження нової науки, яка допоможе зрозуміти природу життя, вивчаючи молекулярний рівень. Л.К. Попов усвідомив це насамперед через праці Г. Спенсера, назва трактату «Основы молекулярной биологии» переформулювалася зі Спенсеровими «Основаниями биологии» [25, 26]. Вельми глибокий вплив на уявлення Л.К. Попова про природу життя мав і Клод Бернар [32, 33].

«Задача молекулярной биологии, — писав Л.К. Попов, — свести жизненные явления к внутреннему, частичному движению протоплазмы и показать, в какой мере это внутреннее движение служит основой жизни, в какой мере оно поясняет природу органических существ и условия их жизнедеятельности» [9; 2]. Варто порівняти цю тезу з визначенням у Великій радянській енциклопедії: «Молекулярная биология — наука, ставящая своей задачей познание природы явления жизнедеятельности путём изучения биологических объектов и систем на уровне, приближающемся к молекулярному, а в ряде случаев и достигающем этого предела. Конечной целью при этом является выяснение того, каким образом и в какой мере характерные проявления жизни ... обусловлены структурой, свойствами и взаимодействием молекул биологически важных веществ, в первую очередь двух главных классов высокомолекулярных биополимеров — белков и нуклеиновых кислот» [2].

Якщо врахувати, що в російській науковій мові XIX ст. терміни «частинка» і «молекула» були синонімами, а під «частичним движением протоплазмы» Л.К. Попов розумів не механічний, а молекулярний рух, тобто сукупність явищ і процесів, що відбуваються в клітині на молекулярному рівні, то проникнення вченого в сутність майбутньої науки було надзвичайним.

Крім «молекулярної біології» Л.К. Попов запропонував термін «біорганічні речовини» («биорганические вещества», з од-

нією літерою «о») — об'єкт молекулярної біології. Порівняйте зі словосполученням «біоорганічна хімія», яке отримало загальне визнання в др. пол. XX ст.

Зробивши такий термінологічний пролив, гостро відчуючи зародження нової науки, Л.К. Попов усе-таки не сприйняв найважливіших конкретних молекулярно-біологічних ідей Г. Спенсера і деяких інших учених [27] про безграничну різноманітність білкоподібних ізомерів, молекулярну природу спадковості, самовідтворення молекулярних структур. Зате він повністю акцентував тезу про надзвичайну складність молекулярної організації живих істот. Його система уявлень про хімічну природу життя загалом відповідала поглядам К. Бернара, на яких частково ґрунтувалася.

У 1882 р. «Основы молекулярной биологии» вийшли окремою книгою під новою, цікавою з історико-філософського погляду назвою — «Жизнь как движение» [9].

Загальні уявлення Лазаря Костянтиновича про природу подано так: «Все физико-химические явления сводятся, в конце концов, к внутреннему, частичному или атомному движению и всецело определяются более или менее сложным сочетанием его форм. Простейшие формы движения соединяются в более сложные ... пока, в конце концов, эти формы внутреннего движения не сочетаются между собою в самую сложную систему, называемую нами жизнью... Весь мир в целом и в своих частях является ... бесконечною системою постепенно усложняющихся или упрощающихся форм движения, и именно эти усложнения или упрощения составляют собою всю сумму органической и неорганической природы... Вот причина того взаимодействия, той неразрывной связи, которая наблюдается во всем космосе ... ничто не создается, а все развивается, оттого что ничто не покоится, а все движется. И смотря по тому, упрощаются ли

при этом формы движения или усложняются, развитие становится регрессивным или прогрессивным» [9; 13–16]. Привертає увагу характеристика життя як «найскладнішої системи», а також системний підхід до світу загалом.

За Л.К. Поповим, живе і неживе єдині в своїй основі — матерії, що перебуває в стані руху, але вони різняться за складністю, яка визначає їхню принципову своєрідність. Порівнюючи живі і неживі тіла, автор доводив: кожній властивості життя відповідає певна властивість неживої природи. Таким чином, немає прірви між живим і неживим, а жодна властивість життя недостатня для його забезпечення і визначення. «Изучение физико-химических явлений в связи с биологическими необходимо для того именно, чтобы выяснить, как ... простейшие формы движения сочетаются между собою в более сложную форму, именуемую жизнью, а не для того вовсе, чтобы отождествлять их; отождествляемы могут быть только элементы данных форм, а не самые формы и не те условия, которыми они определяются» [9; 40].

Умовою життя виступає обмін речовин. Його сутність у живій і неживій природі цілком протилежна, тому життєві явища якісно відрізняються від своїх неорганічних аналогів. Обмін речовин «составляет необходимое условие существования данного живого существа, как биорганического тела. Тогда как, напротив, существование кристалла ничего подобного не предполагает» [9; 42]. Обмін речовин є і в неживій природі (псевдоморфоз кристалів тощо), але там «обмен веществ не только не служит условием существования кристалла, условием его самосохранения, а напротив, необходимо предполагает его разрушение; словом, совершенно противоположное тому, что наблюдается в каждом организме, который именно путем непрерывного обмена веществ поддерживает свое существование» [9; 44].

Порівняємо зі знаменитим формулюванням Ф. Енгельса: «Но то, что в мертвых телах является причиной разрушения, у белка становится основным условием существования» [34; 83]. Подібність поглядів Л.К. Попова і Ф. Енгельса частково пов'язана з тим, що обидва погоджувалися з теоріями К. Бернара, який, утім, мав багатьох попередників, серед них Ж.-Б. Ламарк з його детальною концепцією протилежної спрямованості процесів у живій і неживій природі [35].

Розвиваючи ці уявлення, Лазар Костянтинович розглядав органічний обмін речовин як активний внутрішньо зумовлений процес, що полягає в нерозривному зв'язку організуючого синтезу й органічного руйнування, завдяки якому виробляється необхідна для життя енергія. Організуючий синтез — це «постепенное сочетание простейших форм движения в наиболее сложные, какими располагает природа живой протоплазмы, это приспособление извлекаемых извне простейших форм движения к условиям внутримолекулярного движения протоплазмы» [9; 70].

Оскільки життя не забезпечує жодна окрема фізична чи хімічна властивість і воно потребує дуже складного їх поєднання, для чого і потрібен організуючий синтез, то саме цей процес лежить в основі життя. Він відбувається лише в протоплазмі, де «внутренняя форма движения достигает такого усложнения, как нигде в другом теле» [9; 69].

Від природи життя Л.К. Попов перейшов до його виникнення. Для історії цього фундаментального питання погляди вченого мають неабиякий інтерес, бо він став одним із засновників еволюційного напрямку, формування якого зазвичай пов'язують з радянським академіком О.І. Опарініним.

Деякі твердження Лазаря Костянтиновича про походження життя з покликанням на книгу «Жизнь как движение» коротко

виклала ще 50 років тому історик ботаніки А.О. Щербакова [36], але на подальші дослідження в цій сфері її праця не вплинула. Згодом дослідниця зосередилась на уявленнях Л.К. Попова про розвиток способу пересування, хоча він мав на увазі, насамперед, молекулярний і біологічний рух [37].

Уже в самому розумінні життя як руху лежить, згідно з Л.К. Поповим, імовірність виникнення живого з неживого: *«В самом деле, если жизнь, согласно основному положению молекулярной биологии, — есть высшая и самая сложная форма движения, если она выражает собою дальнейшее усложнение тех простейших форм движения, которыми характеризуются явления неорганического мира, то уже априори необходимо признать возможность перехода от этих последних явлений к более сложным, именуемым жизнью»* [9; 72].

Проблемою походження життя Л.К. Попов зацікавився під впливом лекцій Е.Г. Геккеля, які слухав у Єнському університеті. Але його вчення про самозародження не задовольнило Лазаря Костянтиновича, він схилився до теорії Г. Спенсера про виникнення життя в результаті не спонтанного зародження, а тривалого еволюційно-хімічного процесу [26, 28, 29]. Цю теорію Л.К. Попов підтримав уже в низці ранніх праць 1875–1879 рр., перероблених згодом в «Основы молекулярной биологии».

Л.К. Попов, як і Г. Спенсер, виходив з того, що навіть найпростіші організми мають надскладну молекулярну організацію. Виходить, їх мимовільне зародження неможливе так само, як і самозародження високоорганізованих тварин. Таким чином, обидва вчені дали молекулярно-біологічне спростування можливості самозародження. Це і є зв'язок поглядів Л.К. Попова на виникнення життя з молекулярною біологією.

Зважаючи на молекулярну складність найпростіших істот, доктрина самозаро-

дження глибоко суперечить і вченню про розвиток, оскільки твердить про раптову появу надскладної організації життя, тоді як еволюція — це поступові перетворення: *«Всякое усложнение в организации, как бы ни казалось оно ничтожным, составляет результат развития предшествующего, простейшего состояния организации ... а потому самозарождение его составляло бы такое же чудо, как любого высокоорганизованного позвоночного животного... Только отождествление этой идеи с примитивным представлением о противоестественных превращениях могло дать повод рассматривать учение о самозарождении, как необходимое дополнение к теории развития»* [9; 81–85].

Простежуючи розвиток у низхідному порядку, дійдемо до протоплазми, але й вона — результат еволюції: *«Жизненные свойства протоплазмы должны были выработаться последовательно, в зависимости от ее структуры, а не возникнуть прямо, путем одного лишь химического соединения из безжизненных веществ»* [9; 116]. На цій підставі Л.К. Попов запропонував загальну схему виникнення життя, сформулювавши, слідом за Г. Спенсером, еволюційний підхід до проблеми: *«Развитие низших органических соединений в высшие, а этих последних в белковые образования, с задатками к проявлению той внутримолекулярной подвижности, из которой ... должна была сложиться высшая форма движения, именуемая жизнью, — таков единственно представимый процесс возникновения биорганического вещества, дальнейшее развитие которого положило начало организмам... Должна была выработаться высшая, наиболее сложная форма органического образования — протоплазма, для того, чтобы могла обнаружиться высшая, наиболее сложная форма движения — жизнь»* [9; 117–120]. Конкретизація цих положень, згідно з Л.К. Поповим, має ввійти до завдань молекулярної біології.

У кількох працях Л.К. Попов стверджував, що становлення життя безперервне і в наш час, а ідея виникнення життя в якихось невідомих особливих умовах породжена катастрофізмом, що його науковець заперечував. Від уведення актуалізму в проблему абіогенезу легко перейти до переконання про можливість експериментального вивчення походження життя, але Лазар Костянтинович уважав еволюційний підхід несумісним з експериментальним. Синтез білків можливий [9; 116], але між ними і найпростішими істотами пролягає величезна історична дистанція.

Заперечуючи Т. Гекслі, який вірив у експериментальне розв'язання проблеми біогенезу й сумнівався в розв'язанні історичному, Л.К. Попов писав: *«Если бы даже ныне были уже обстоятельно изучены все условия такого возникновения, то и тогда было бы тщетно пытаться искусственным путем получить живое существо ... потому, что условия эти суть условия исторической преемственности, условия исторического опыта всей суммы предшествующих видоизменений биорганического вещества... Искусственная обстановка не в состоянии повторить собой тот последовательный ряд видоизменений, который составляет результат исторического опыта и только одного исторического опыта... Итак, исторический путь не только не должен быть упускаем из вида, а, напротив, оказывается единственным, который в состоянии привести нас к дальнейшему выяснению вопроса о процессе возникновения живых существ»* [9; 101, 102].

У цих словах найбільша відмінність поглядів Л.К. Попова від сучасної еволюційної парадигми з експериментальним підходом. Але в наведеній цитаті таки розкрито принципові методологічні проблеми експериментального аналізу процесів абіогенезу, коли майже неясно, який стосунок має (якщо має) той чи інший результат до ви-

никнення життя. Що ж до віри Л.К. Попова в теоретичне пізнання походження життя, то наш час довів: суто теоретична реконструкція в загальному випадку неможлива [38].

Особливим внеском Л.К. Попова в проблему виникнення живих істот став аналіз питання про спосіб живлення первинних форм життя. Сучасні тварини цілком залежать від рослин, у ХІХ ст. з цього робили висновок, ніби перші істоти мали рослинні якості, тобто харчувались автотрофно. Але дослідник це спростовував: *«Да ... существуют очень веские факты, в виду которых необходимо допустить, что «первые организмы» ... не обладали способностью добывать пищу из неорганических веществ, а, напротив, питались органической пищей. Фактов этих очень не мало, но мы укажем здесь на главные»* [9; 221]. Первинні організми були тільки грудочками протоплазми. Тому *«если первые организмы питались неорганической пищей, то такую способностью должна отличаться и протоплазма»*, а це не так [9; 221]. Первинна автотрофність передбачає, що протоплазма поглинає вуглекислоту і виділяє кисень, але насправді все навпаки.

Також гадали, що в автотрофному живленні обов'язковий хлорофіл. *«Но хлорофил обязан своим происхождением протоплазме... Другими словами, это значит, что образование клетки предшествовало происхождению хлорофилла и что, стало быть, прежде чем возникла хлорофиллоносная клетка, должна была существовать клетка без хлорофилла»* [9; 222, 223]. Рослини в період ембріонального розвитку живуть з речовин насіння. *«Стало быть, и здесь органическая пища предшествует неорганической»* [9; 223]. Тут Л.К. Попов застосував до походження життя «біогенетичний закон Дарвіна–Мюллера–Геккеля», за яким онтогенез частково повторює філогенез. Він переконливо покликався на концепцію

К. Бернара, що живлення ніколи не буває прямим, навіть у рослин протоплазма формується з органічних речовин, а не безпосередньо з неорганічних.

Тож автотрофне живлення — це надбудова над гетеротрофним. *«Сопоставляя все эти факты, мы ... необходимо должны признать, в противоположность общераспространенному мнению, что «первые» организмы, «прародители» растений и животных ... питались органической пищей»* [9; 223]. Це підтверджує, що *«живое вещество предшествовало живому существу. Вот это-то «живое вещество» и целый ряд предшествующих ему органических соединений и должны были служить пищей «первых» организмов»* [9; 223]. Автотрофне живлення *«могло совершиться лишь рядом постепенных переходов от одного способа питания к другому ... и тогда только ясно уже обозначились условия жизни растительной клетки»* [9; 224].

Історія питання про первинний спосіб живлення, як і багатьох інших аспектів проблеми походження життя, парадоксальна. У ХІХ ст. — на поч. ХХ ст. прибічники еволюційного виникнення життя слідом за Г. Спенсером зазвичай говорили про первинну автотрофність. Свій аргумент — брак на первісній Землі органічних речовин для харчування живих істот — вони наводили після викладу концепції хімічної еволюції, яка привела до виникнення життя. Така непослідовність (з одного боку, органічні речовини еволюціонують, з другого — їх немає) підкреслює цілісність поглядів Л.К. Попова.

З-поміж сучасників і співвітчизників Л.К. Попова, які послідовно розвивали еволюційно-хімічну теорію, назвемо професора Харківського університету І.П. Скворцова. Він заявляв, що первинна атмосфера й гідросфера через свою хімічну ускладненість не допускали гетеротрофного живлення первинних організмів [39].

Треба зауважити, що, спираючись на ідеї Г. Спенсера, Лазар Костянтинович уже в ранніх статтях 1875–1880 рр. почав з ним своєрідну дискусію і надалі вів її постійно, причому не тільки про живлення первинних організмів. Заперечуючи Г. Спенсеру, але прямо не називаючи його, дослідник твердив: виникнення життя не було лінійним посиленням ознак, важливих з біологічного погляду, а включало глибокі перетворення. І якщо Г. Спенсер розглядав хід хімічної еволюції як досягнення рівноваги між речовинами і зовнішнім середовищем, то Л.К. Попов підкреслював збільшення ролі субстрату в ході еволюції. Живі істоти не тільки пристосовуються до неживої природи, але й пристосовують її до себе, часом глибоко змінюючи.

З огляду на це, розвідка Л.К. Попова належить до найважливіших праць ХІХ ст. з проблеми природи і походження життя. У ній послідовно розвинено ідею гетеротрофності первинних організмів, яку історики біології зазвичай датують 20-ми рр. ХХ ст. і пов'язують з академіком О.І. Опарініним [40]. Еволюційний напрям у вивченні абіогенезу, одним із засновників якого був Л.К. Попов, згодом став провідним, хоча й стикався з величезними теоретичними труднощами і парадоксами. Деякі з них виявив ще Лазар Костянтинович, і це теж його велика заслуга.

Зокрема, він помітив порочне коло в концепції самозародження: якби життя виникло з неживої речовини, вона була би здатною до організуючого синтезу, отже, була б живою. Але приписувати речовині *«способность, которая является продуктом борьбы за жизнь предшествующих поколений, — значит идти в разрез с элементарными положениями учения о развитии»* [9; 84]. Тут Л.К. Попов торкнувся основного парадоксу проблеми походження життя: для його виникнення добіологічні системи вже повинні мати основні характеристики життя. Ця логіка надається й до аналізу ідеї ево-

люційного походження життя. Наприклад, найважливішою умовою тривалої прогресивної еволюції складних систем виступає зберігання змін (через генетичний апарат або його аналог). Тому еволюціонувати спроможні лише системи, від початку наділені визначеною, досить складною організацією; інші вироджуються в процесі «розмноження» чи «обміну речовин» [41].

Л.К. Попов одним з перших зіштовхнувся з такими труднощами в еволюційній теорії виникнення життя, адже він постійно підкреслював: лише живі істоти здатні до організуючого синтезу, а в неживому світі процеси, подібні до обміну речовин, ведуть не до ускладнення, а до виродження й розпаду. Питання про те, як за таких обставин виникло життя, залишається головною проблемою еволюційної теорії біогенезу.

У поглядах Г. Спенсера — родоначальника цієї теорії — такої проблеми не існувало, оскільки еволюцію життя він розглядав як пряме продовження еволюції неживого світу. А у Л.К. Попова теорія стала суперечливою, подібною до сучасної. Значно раніше суперечність між органічним прогресом і неорганічним регресом виявилась у Ж.-Б. Ламарка [35], але він ще не розглядав виникнення життя в найпростіших формах як надскладний еволюційний процес.

З огляду на тенденцію до виродження, яка в неживій природі домінує над тенденцією до прогресу, поява життя в результаті еволюції нагадує сізіфову працю і, можливо, виглядає не більш імовірно, ніж раптова. Адже до виникнення генетичного апарату кожне «еволюційне досягнення» губилося. З особливими труднощами еволюційна теорія стикається саме щодо походження доволі надійного механізму збереження змін (генетичного апарату чи його аналога), що виступає передумовою еволюції складних систем, здатних до розмноження й обміну речовин. Недостатньо ж надійний генетичний апарат не забезпечить еволюцію.

Попри свою суперечливість, еволюційна теорія біогенезу мала глибокий вплив на науку і світогляд, сприяла (передусім складнощами, які вимагають розв'язання) розвитку важливих дисциплін: термодинаміки необоротних процесів, синергетики та ін., сфера застосування яких виходить далеко за межі проблеми абіогенезу. Тому історія еволюційного напрямку в проблемі виникнення життя, як і сам цей напрям, становить неабиякий науковий і філософський інтерес. Можна очікувати, що на цьому шляху і в майбутньому постануть важливі результати, навіть якщо вони і не роз'яснять остаточно самої проблеми біогенезу.

З погляду історії власне молекулярної біології, Л.К. Попов зробив внесок у її терміносистему (назви «молекулярна біологія», «біорганічні речовини»), в утвердження уявлення про виключну складність молекулярної організації життя (у т.ч. молекулярно-біологічну аргументацію неможливості спонтанного самозародження), у розуміння того, що розгадку життя слід шукати насамперед на молекулярному рівні. Термінологічний прорив ученого доводить: він одним з перших усвідомив початок формування нової науки. Його спадщина свідчить: процеси, які увінчалися становленням молекулярної біології, в останній третині XIX ст. вийшли з латентної фази і досягли рівня, на якому стали доступними для сприйняття.

В інших аспектах праця Л.К. Попова далека від сучасної молекулярної біології. Але варто зауважити, що наприкінці 30-х — на початку 50-х рр. XX ст. ішлося не стільки про біологію, скільки про фізику, хімію, кристалографію макромолекул. Наприклад, дослідження в кембриджській «Лабораторії молекулярної біології» були суто фізичні, а біологічні мотиви приніс туди лише прихід Дж. Уотсона [4, 5].

Тож можна вважати, що «молекулярна біологія XIX ст.», зародження якої констатував Л.К. Попов, за всієї відмінності

від сучасної молекулярної біології, була її підготовчим етапом. До кін. XIX ст. у її активі були не лише методологічні основи і фундаментальні теоретичні концепції на зразок Спенсерової теорії інструктивного самовідтворення спадкових молекулярних структур, але й надважливі експериментальні результати, скажімо експериментальне доведення зумовленості біологічних функцій ферментів їхньою молекулярною структурою, що його зробив Е.Г. Фішер [42]. Цей здобуток без сумніву лежить у полі молекулярної біології, адже їй належить з'ясувати, як і наскільки характерні прояви життя передбачені структурою, властивостями, взаємодією молекул біологічно важливих речовин.

1. *Дымышиц Г.М.* Молекулярная биология. — Новосибирск: НГУ, 2000. — 200 с.
2. *Ванюшин Б.Ф.* Молекулярная биология // История биологии с начала XX века и до наших дней / Под ред. Л.Я. Бляхера. — М.: Наука, 1975. — С. 449–473.
3. *Энгельгардт В.А.* Молекулярная биология // Большая Советская энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия, 1974. — Т. 16. — 616 с.
4. *Перутц М.* «Здесь было столько одаренных людей...» / Макс Перутц // Химия и жизнь. — 1990. — № 9. — С. 26–30.
5. *Баев А.А.* Прошлое в настоящем // Вестник РАН. — 1994. — Т. 64. — № 12. — С. 1109–1127.
6. *Коулер Р.* Менеджмент науки в Рокфеллеровском фонде: Уоррен Уивер и программа фонда по молекулярной биологии // Вопр. истории естествознания и техники. — 1996. — № 2. — С. 48–85.
7. *Маккей А.* Джон Бернал и его лаборатория // Химия и жизнь. — 2002. — № 1. — С. 50–53.
8. *Попов Л.К.* Основы молекулярной биологии // Русская речь. — 1881. — № 2. — С. 199–223; № 4. — С. 238–276; № 6. — С. 176–219; № 8. — С. 251–279; № 10. — С. 288–333; № 12. — С. 364–404.
9. *Попов Л.К.* Жизнь как движение. — СПб.: Балашев, 1882. — 8+250 с.
10. *Попов Л.К.* В чем сила жизни? — СПб.: Цинзерлинг, 1890. — 4+321 с.
11. *Попов Л.К.* Механическая теория теплоты, основанная на вращательном движении молекул. — СПб.: Трубников, 1872. — XXIV+319 с.
12. *Попов Л.К.* Из первобытной жизни человека. — СПб.: Бенке, 1880. — 4+IV+275 с.

13. *Эльпе.* Обиходная рецептура / Эльпе (Лазарь Константинович Попов). — М.: Твердь, 1993. — 400 с.
14. *Чехов А.П.* Полное собр. соч. и писем в 30-ти т. / Антон Павлович Чехов. — М.: Наука, 1975. — Т. 2. Письма. — 583 с.
15. *Успенский Г.И.* Смерть В.М. Гаршина // Успенский Г.И. Полное собрание сочинений. — СПб.: Т-во А.Ф. Маркс, 1908. — Т. 6. — С. 684–695.
16. *Формозов А.А.* Начало изучения каменного века в России: первые книги. — М.: Наука, 1983. — 126 с.
17. *Формозов А.А.* Страницы истории русской археологии. — М.: Наука, 1986. — 237 с.
18. *Фролов Б.А.* Первобытная графика Европы. — М.: Наука, 1992. — 200 с.
19. *Фролов Б.А.* Открытие и признание наскальных изображений ледниковой эпохи. История одного коллективного открытия // Научное открытие и его восприятие / Отв. ред. С.Р. Микулинский, М.Г. Ярошевский. — М.: Наука, 1971. — С. 194–235.
20. *Фролов Б.А.* Числа в графике палеолита. — Новосибирск: Наука, 1974. — 240 с.
21. *Фараджаев А.А.* «Terra incognita» в культурном наследии России и Запада // Россия и Запад: диалог культур / Под ред. А.В. Павловской. — М.: МГУ, 1998. — Вып. 6. — С. 429–444.
22. *Брокгауз Ф.А., Ефрон А.Е.* Энциклопедический словарь. — 1898. — Т. 24А (48). — С. 475–958.
23. *Маркина Н.Л., Розулина Н.В., Савинская Л.П., Шмелева О.А.* (сост.) Новодевичье кладбище / Комитет по госконтролю, использованию и охране памятников истории и культуры Санкт-Петербурга. — СПб.: Белое и черное, 2003. — 557 с.
24. Литературное зарубежье России: Энциклопедический справочник / Под ред. Ю.А. Сандулова. — М.: Парад; Нью-Йорк: Северный Крест, 2008. — 680 с.
25. *Спенсер Г.* Основания биологии: В 2 т. / Герберт Спенсер. — СПб.: Тиблен, 1867. — Т. 1. — VI+485 с.
26. *Спенсер Г.* О «самозарождении» и о гипотезе физиологических единиц / Герберт Спенсер // Спенсер Г. Основания биологии: В 2 т. — СПб.: Поляков, 1870. — Т. 1. — С. 359–370.
27. *Пилипенко А.П.* Проблема информационных молекул и матричного биосинтеза в XIX — первой трети XX века / Александр Павлович Пилипенко // Вопр. истории естествознания и техники. — 1988. — № 2. — С. 80–82.
28. *Пилипенко А.П.* Истоки молекулярной биологии и эволюционной химии / Александр Павлович Пилипенко // Юбилей науки. 1989. — К.: Наук. думка, 1990. — С. 261–276.
29. *Пилипенко А.П.* Наследие Герберта Спенсера в молекулярной биологии и эволюционной химии /

- Александр Павлович Пилипенко // Наука и науковедение. — 1996. — № 1–2. — С. 138–140.
30. Павлов И.П. Полное собр. соч. — М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1952. — Т. 6. — 462 с.
 31. Кольцов Н.К. Физико-химические основы морфологии (1928) // Кольцов Н.К. Организация клетки. — М.–Л.: Биомедгиз, 1936. — С. 461–490.
 32. Бернар К. Курс общей физиологии. Жизненные явления, общие животным и растениям / Клод Бернар. — СПб.: Билибин, 1878. — 6+XX+317 с.
 33. Бернар К. Определение жизни / Клод Бернар. — СПб.: Безобразов, 1876. — 54 с.
 34. Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения / Карл Маркс, Фридрих Энгельс. — М.: Госполитиздат, 1961. — Т. 20. — XXII+828 с.
 35. Ламарк Ж.-Б. Избранные произведения / Жан-Батист Ламарк. — М.: Изд-во АН СССР. — Т. 1. — 1955. — 958 с.; Т. 2. — 1959. — 886 с.
 36. Щербакова А.А. История цитологии растений в России в XIX веке. — М.: Изд-во АН СССР, 1961. — 186 с.
 37. Базилевская Н.А., Белоконов И.П., Щербакова А.А. Краткая история ботаники. — М.: Наука, 1968. — 310 с.
 38. Пилипенко А.П. Аппарат исторической логики / Александр Павлович Пилипенко // Методологические вопросы науковедения. — К.: УкрИНТЭИ, 2001. — С. 285–307.
 39. Пилипенко О.П. Эволюційно-хімічні та молекулярно-біологічні ідеї І.П. Скворцова / Олександр Павлович Пилипенко // Вісник АН УРСР. — 1990. — № 3. — С. 77–84.
 40. Опарин А.И. Происхождение жизни (1924 г.) // Бернал Дж. Возникновение жизни. — М.: Мир, 1969. — С. 250–287.
 41. Пилипенко А.П. Идеи Дж. фон Неймана и проблема происхождения жизни / Александр Павлович Пилипенко // Математическое естествознание: фрагменты истории. — К.: Наук. думка, 1992. — С. 309–317.
 42. Фишер Э. Влияние конфигурации на действие ферментов. I–III / Эмиль Фишер // Фишер Э. Избранные труды. — М.: Наука, 1979. — С. 243–261.

О. Пилипенко

БІЛЯ ВИТОКІВ МОЛЕКУЛЯРНОЇ БІОЛОГІЇ

До 130-річчя публікації трактату «Основи молекулярної біології» та 160-річчя від дня народження його автора Л.К. Попова

Резюме

Установлено, що термін «молекулярна біологія» вперше використав у 1881 р. у тексті і назві свого науково-філософського трактату учений-теоретик і популяризатор науки Л.К. Попов. Проаналізовано уявлення цього мислителя про хімічну природу життя і його виникнення в контексті найактуальніших на той час концепцій Г. Спенсера, К. Бернара, Е. Геккеля та ін. Автор переконливо доводить, що Л.К. Попов розвинув еволюційний напрям у вивченні абіогенезу задовго до О.І. Опаріна. Учений зробив також вагомий внесок в утвердження гіпотези про складність молекулярної організації життя, одним з перших усвідомив початок формування нової дисципліни — молекулярної біології.

Ключові слова: первинні форми життя, організуючий синтез, обмін речовин.

О. Pylypenko

BY BEGINNINGS OF MOLECULAR BIOLOGY

Devoted to 130th anniversary since the publication of treatise «Basis of molecular biology» and to 160th anniversary since its author Lazar K. Popov birthday

Abstract

It's discovered that the term «molecular biology» was used at first in 1881 in the text and title of scientific and philosophical treatise by theorizer and science populizer L.K. Popov. His ideas about chemical nature and arising of life are analyzed with regard to the most widespread at that time doctrines — by H. Spencer, C. Bernard, E. Haeckel. The author proves that Popov had developed an evolution way in abiogenesis studies much earlier than Alexandr I. Oparin. Lazar Popov had also worked very much on hypothesis about complexity of life molecular organization, was among the first ones realizing the formation of new discipline — molecular biology.

Keywords: primary life forms, organizing synthesis, metabolism.