

УДК 612.01:611—018.1

ПРО МІСЦЕ І РОЛЬ МОЛЕКУЛЯРНОЇ БІОЛОГІЇ В РЯДУ ФІЗІОЛОГІЧНИХ НАУК

В. А. Барабой, О. Ф. Макаrenchенко, Б. А. Ройтуб

Інститут фізіології ім. О. О Богомольця АН УРСР, Київ

Великі відкриття ХХ ст. закономірно висунули біологію як лідера сучасного природознавства. Подібно до того, як у сучасній фізиці найбільш фундаментальні відкриття очікуються на крайніх рівнях організації матерії: в області фізики елементарних частинок і в астрономії (астрофізиці), так і основні «точки росту» науки про життя змістилися нині в напрямку вивчення субклітинних структур, біологічно важливих молекул, з одного боку, і популяцій, видів, біоценозів, біосфери в цілому — з іншого.

Молекулярна біологія — одна з найбільш молодих і багатонадійних біологічних дисциплін — сформувалась у середині ХХ ст. як закономірний результат просування людського пізнання вглибину живої матерії, до її молекулярних структур і фундаментальних механізмів, як можуть знаряддя цього пізнання.

1. Молекулярна біологія: предмет, задачі, методи

За класичним визначенням Ф. Енгельса, яке зберегло своє значення і сьогодні, «Фізіологія є зрозуміло, фізика і, особливо, хімія живого тіла, але водночас вона перестає бути спеціально хімією: з одного боку, сфера її дії обмежується, але, з іншого боку, вона й підноситься тут на деякий більш високий щабель» [22]. Дослідження хімії і фізики життєвих явищ, розпочаті Ф. Велером (синтез сечовини) Ж. Лебом (фізична і колоїдна хімія протоплазми), Г. Гельмгольцем (праці з термодинаміки живих систем, з фізики зору тощо), і в наші дні, через сторіччя після виходу книги Ф. Енгельса «Діалектика природи», є головними напрямками вивчення життєвих процесів, тобто власно фізіології.

Класичні методи органічної і фізичної хімії та біохімії, які склалися наприкінці ХІХ — на початку ХХ ст., дозволяли аналізувати структуру і біологічні функції порівняно малих молекул, з числом атомів, приблизно, до ста. Водночас було ясно, що в основних життєвих процесах беруть участь і більшою мірою визначають їх специфіку та перебіг молекули біополімерів, насамперед, білків. Навіть вичерпне знання їх елементарного складу, кількості і співвідношення мономерів (амінокислот) ще не дає уявлення про просторову організацію макромолекул і тим більше про механізм біологічного функціонування. Застосування світлового мікроскопа, з його граничною роздільною здатністю, не давало можливості аналізувати біологічні структури розміром менше 1000 Å і числом атомів менше кількох мільйонів.

Проміжна область великих молекул і надмолекулярних, насамперед, мембранних структур, які відіграють таку значну роль у структурі і життєдіяльності клітин, у здійсненні найважливіших процесів: фер-

ментативного каталізу, розмноження, наслідування, руху, подразності тощо, залишалась, таким чином, майже не дослідженою.

Прорив у галузь пізнання молекулярних основ фундаментальних механізмів життєдіяльності став можливим завдяки залученню для дослідження біополімерів методів фізики твердого тіла, кристалографії, фізичної хімії, а також математики, кібернетики, радіо- і фотохімії (особливо, рентгеноструктурного аналізу, електронної мікроскопії, диференціального центрифугування, електронного і ядерного магнітного резонансу, мас-спектрометрії тощо), в поєднанні з класичними біохімічними методами і новими методами генетики і імунології. Цей прорив і поклав початок нової науки — молекулярної біології.

Предмет молекулярної біології — це молекулярні основи (структурно-функціональні) життєвих процесів, це молекулярні механізми життєдіяльності клітин. Без великої натяжки предмет молекулярної біології може бути конкретизований як вивчення структури і функції біополімерів — нуклеїнових кислот і білків.

Завдання молекулярної біології можуть бути сформульовані як розкриття і детальне вивчення конкретних молекулярних механізмів, що лежать в основі таких фундаментальних і загальних життєвих явищ, як біосинтез, структура і функції нуклеїнових кислот, генетичний код, природа гена, як збереження, передача, зміна змісту спадкової інформації, мікроеволюція, як біосинтез білків, ферментативний каталіз, внутріклітинна організація і регуляція обмінних процесів тощо. В міру нагромадження фактичного матеріалу і загального швидкого просування наукової думки ці завдання конкретизуються.

Методи дослідження, застосовані в молекулярній біології, при таманні не тільки їй, навпаки, вони запозичені практично з усіх основних розділів сучасної фізики і хімії, а також з математики, кібернетики і багатьох біологічних наук, насамперед, біохімії, біофізики, генетики, вірусології, імунології тощо.

Молекулярна біологія, таким чином, повністю виправдовує свою достатньо широку і зобов'язуючу назву комплексної біологічної дисципліни, що досліджує молекулярний фундамент життєвих явищ. Комплексний її характер зумовлений як предметом науки, її завданнями, вивчення яких має основоположне значення для всіх галузей біології, так і широтою, різносторонністю, комплексністю застосованих нею методів дослідження.

Проте при застосуванні термінів «молекулярна біологія», «молекулярні основи життєвих процесів» тощо слід пам'ятати про одне істотне обмеження методологічного характеру. Існування специфіки живого не тільки на молекулярному, але й на атомному, квантовомеханічному рівнях — безспірне [7, 27, 29]. Але життя за сучасних земних умов існує лише в формі клітин та їх комплексів; тільки клітина може бути визначена найпростішою одиницею живого [4, 10]. Віруси, що мають неклітинну природу і істотно більш просту будову, проявляють ознаки життєдіяльності (розмноження, мутація, еволюція), лише перебуваючи всередині клітини і виступаючи як своєрідні, здатні до вільного існування клітинні органели [30]. На відміну від клітин, зв'язок між поколіннями вірусів носить винятково інформаційний характер [9] — вірус не поділяється, а будує нові частинки на основі інформації, що міститься у вихідному віріоні, але з клітини-хазяїна і навіть використовуючи її ферментний біосинтетичний апарат. Отже, земне життя має клітинну природу.

Так, існування науки молекулярної біології не означає визнання існування життя на молекулярному рівні; терміни «живі молекули»,

«явища життя на молекулярному рівні» тощо, широко застосовані, і не тільки з метою популяризації [5] слід визнати невдалими, дезорієнтуючими. Слід говорити не про явища, а про прояви життя на молекулярному рівні. Обговорюване питання має принципіальне, а не лише термінологічне значення і набуває важливості також і в плані походження життя на Землі. Навіть при детальному знанні всіх етапів цього тривалого процесу навряд чи вдасться провести чітку межу між досить складним макромолекулярним комплексом і найпростішою клітиною. В усякому разі найпростішим живим системам мала вже бути притаманна певна система спряжених обмінних реакцій з набором відповідних протоферментів, відносно стабільна і надійна система кодування, збереження, передачі і декодування спадкової інформації, здатність еволюціонувати тощо. Отже, життя могло зародитися лише в результаті тривалої хімічної і біохімічної еволюції сполук вуглецю і становило з самого початку сукупність досить складних і різнорідних дискретних макромолекулярних (протонуклеопротейдних) комплексів, а не випадково виниклі (при хаотичних зіткненнях атомів) «живі» молекули ДНК.

2. Молекулярна біологія та інші фізіологічні науки

Історично молекулярна біологія, безспірно породжена розвитком біологічної (фізіологічної) хімії, становить її активно розвинуте відгалуження. Такі досягнення біохімії, як пептидна теорія білків, виділення мононуклеотидів як структурних одиниць ДНК і РНК, розшифрування структури гему тощо дістали закономірний розвиток в успіхах молекулярної біології по вивченню макроструктури рибонуклеази, міоглобіну, а потім і інших білків, а також ДНК та РНК. Неможна не бачити, що у всьому, що стосується предмета і задач дослідження, молекулярна біологія є розділом біохімії. Великою мірою справедливий тому вираз: «Біохімія в своєму новому обличчі молекулярної біології» [4]. На думку Крепса [19], слід взагалі замість терміна «біологія на молекулярному рівні» вживати термін «біохімія», маючи на увазі, що він охоплює «всі молекулярні аспекти біології».

З таким крайнім висновком, проте, неможна погодитися. Розв'язуючи завдання, переважно, біохімічні, молекулярна біологія з самого початку мала справу з чітко визначеним предметом дослідження (біополімери. їх структура і функції) та сукупністю методів які підтверджують її право на самостійність. В міру розгортання досліджень на молекулярному рівні ставало все більш ясно, що в їх успіху, поряд з біохімією, зацікавлені й багато інших фізіологічних наук, які інтерпретують досягнення молекулярної біології в світлі розв'язання своїх проблем. Великою мірою це зумовлено центральною роллю біополімерів — предмета молекулярної біології — у здійсненні основних життєвих процесів.

Правомірно говорити тому про такі науки (відгалуження молекулярної біології і водночас молекулярні розділи відповідних біологічних дисциплін), як молекулярна генетика [11], що вивчає проблеми генетичного коду, транскрипції і трансляції та їх порушень — мутацій; молекулярна біохімія [16] — вчення про молекулярні механізми реакцій протіжного обміну; молекулярна біофізика [7, 8, 31] і біофізична хімія [25], що вивчають фізичний і фізико-хімічний аспекти будови і функціонування біополімерів. Формуються молекулярна фармакологія, вчення про мікроеволюцію, про молекулярні основи систематики тощо [1, 18, 40]. Систематичне вивчення молекулярних механізмів рецепції і передачі нервового збудження, генерації і поширення потенціалу дії,

функції плазматичних і внутріклітинних мембран — означають виникнення молекулярної фізіології і нейрофізіології.

Можна говорити, отже, про поступовий вихід усієї біології на молекулярний рівень дослідження, в міру якого молекулярна біологія, яка виникала спочатку як розділ біохімії, закономірно набуває все більш комплексного, загальнобіологічного характеру. Але і як комплексна дисципліна молекулярна біологія зберігає свій предмет, сукупність завдань і методів дослідження, має всі ознаки самостійної науки, а не зводиться до молекулярного рівня дослідження [19].

3. Саморегуляція фізіологічних функцій і молекулярна біологія

Вивчення функцій живих організмів, їх органів і систем, аналіз їх регуляції і саморегуляції — основне завдання фізіології, яка виступає як синтетична наука по відношенню до біохімії, біофізики і біокібернетики, що запозичує їх досягнення і, в свою чергу, збагачує їх.

В своєму аналізі функцій організму сьогоденна фізіологія закономірно приходить до необхідності пізнання їх молекулярного субстрату — біополімерів і макромолекулярних структурних комплексів, насамперед клітинних мембран та їх функціонування. Без аналізу мембранних процесів нині не можуть розвиватися більшість розділів фізіології. Отже, і молекулярна біологія, подібно біохімії, біофізиці, і біокібернетиці, виступає по відношенню до фізіології як окрема дисципліна. Водночас зміст молекулярної біології не може бути цілком включений у фізіологію, оскільки вивчення молекулярних механізмів життєдіяльності має більш фундаментальне, загальнобіологічне значення.

Молекулярна біологія вносить немало нового у розв'язання такої фундаментальної фізіологічної проблеми, як саморегуляція функцій, що забезпечує підтримання гомеостазу в умовах впливу збурюючих агентів завдяки діалектичній єдності консерватизму і мінливості, стабільності і лабільності взаємодіючих елементів біологічної структури. На рівні організму постійність рівня артеріального тиску — найважливіший елемент гомеостазису — забезпечується значною мірою за рахунок лабільності тонусу судинної стінки і механізмів його регуляції. Зниження пластичності судинного тонусу внаслідок як периферичних (атеросклероз), так і центральних (гіпертонічна хвороба) порушень неминуче знижує здатність організму зберігати постійність гемодинаміки у змінюваних умовах середовища.

На клітинному рівні постійність основних параметрів внутріклітинного середовища забезпечується за рахунок високої лабільності обмінних процесів, перебіг кожного з яких підтримується в певному стаціонарному режимі завдяки складній взаємодії ферментних систем, їх інгібіторів і активаторів, проміжних і кінцевих продуктів. При зміні умов функціонування тієї чи іншої реакції або ланки реакцій метаболізму змінюється кількість продуктів цієї реакції, що через систему внутрішніх взаємодій автоматично перебудовує клітину на новий режим роботи, який забезпечує, проте, максимальне (зрозуміло, до певної межі) збереження гомеостазису.

Досягнення і відкриття молекулярної біології свідчать про наявність і на молекулярному рівні організації живого подібно функціонуючих механізмів саморегуляції, тісно пов'язаних з процесами, що протікають на більш високих рівнях. Так, є підстави говорити про діалектичну єдність консерватизму і лабільності ДНК, її структури і функції. Якщо консерватизм ДНК — необхідна якість для механізму спадковості — забезпечується точним і надійним механізмом реплікації її мо-

лекул у довгому ряду поколінь клітин, то лабільність ДНК є результатом впливу на неї мутагенних агентів. В умовах змінюваного середовища проживання єдність консерватизму і мінливості ДНК забезпечує як збереження цінної спадщини минулого, так і набуття нових корисних якостей і, в кінцевому підсумку, через посередництво природного відбору, виживання пристосованих, збереження видів і прогресивну еволюцію органічних форм.

Єдність жорсткості і лабільності робить білки центральною ланкою процесів метаболізму. Наявність у складі білкової макромолекули зв'язків різної міцності (ковалентних, електростатичних, вандерваальсових, гідрофобних, водневих) забезпечує, з одного боку, збереження постійності структури основного каркаса глобули, чітко специфічну упаковку поліпептидної ланки (її макроструктуру). З іншого боку, така молекула має виняткову пластичність і реакційну здатність, може взаємодіяти практично з усіма класами сполук протоплазми, утворюючи сполуки різного ступеня міцності.

Лабільність білкових молекул — найважливіша передумова стабільності внутрішнього середовища клітини і організму. Беручи участь своїми функціональними групами у різних обмінних реакціях та фізико-хімічних процесах (зміни заряду, гідратації, агрегація, оборотна дисоціація), білки водночас зберігають свою структуру. Зрушення концентрації окремих метаболітів у клітині можуть зумовити посилення асоціації білків з лігандами або дисоціацію комплексу з вивільненням активних метаболітів, гормонів, медіаторів і в кінцевому підсумку збереження постійності внутрішнього середовища.

Зменшення пластичності білків (зокрема, сироватки крові) характеризує зниження адаптаційних властивостей організму і може бути симптомом серйозного захворювання. Так, істотне зниження лабільності сироватки білків при деяких ураженнях гіпоталамуса, яке оцінюють за термостабільністю білків як кількісною характеристикою сумарної міцності зв'язків різних типів [21], свідчить про серйозне порушення одного з механізмів гомеостазису і може мати певне діагностичне значення.

Отже, можна говорити про систему механізмів саморегуляції, які функціонують на всіх досліджуваних рівнях організації живих систем, взаємодіють між собою на основі єдності стабільності і лабільності, в якій лабільність компонентів є необхідною умовою збереження стабільності цілого.

Досягнення молекулярної біології в цій, суто фізіологічній області не тільки дозволили поширити на молекулярний рівень уявлення про саморегуляцію функцій, але й сприяли розкриттю фундаментальних механізмів її, які вкоренилися в найглибші основи біотичної форми існування матерії.

4. Революція в науці про життя і молекулярна біологія

Зародження і бурхливий розвиток молекулярної біології — прояв нового, революційного етапу в історії біології, періоду перегляду ряду теоретичних положень. Просування фронту експериментальних досліджень в область пізнання найбільш глибоких властивостей живих систем на субклітинному, макромолекулярному рівнях організації поставило на порядок денний розв'язання наріжних проблем природничонаукового пізнання взагалі: виникнення і суті життя, механізмів пристосувальної еволюції, природи мислення тощо. Накопичення маси принципіально нових фактів створює передумови для побудовання в перспективі більш всеосяжних біологічних теорій для нового, більш широкого синтезу [38].

Поки ж у світлі нових фактів стає все більш зрозумілою обмеженість і спрощеність багатьох старих уявлень, крах яких створює у частини спеціалістів методологічну хисткість, непевність, нахил до невинновданого нігілізму. Незадоволеність старими теоріями, які нерідко уявляються в світлі нових фактів механістичними, дістає своєрідний вираз у появі більш-менш відкрито ідеалістичних концепцій.

У епоху революції в біології (як і в фізиці на початку століття) діалектичний метод пізнання, в силу своєї повної відповідності об'єктивній діалектиці природи, накреслює єдино вірний шлях серед зростаючої численності нових фактів.

«Сучасна фізика . . . йде до єдино вірного методу і єдино вірної філософії природознавства не прямо, а зигзагами, не свідомо, а стихійно, не передбачаючи ясно своєї «кінцевої мети», а наближаючись до неї напوماцки, хитаючись, іноді навіть задкуючи. Сучасна фізика лежить у пологах. Вона народжує діалектичний матеріалізм. Пологи болючі. Крім живої і життєздатної істоти, вони дають неминуче деякі мертві продукти, якісь покидьки, що слід відправити в приміщення для нечистот» [20].

Коротка, але яскрава історія молекулярної біології дає чимало прикладів, які ілюструють геніальну точність ленінського визначення. Як і кожна наука, молекулярна біологія минає в своєму розвитку певні історичні етапи, типові для процесу пізнання взагалі: етап загальної характеристики області явищ; етап детального вивчення її елементів та етап відносно всеосяжного пізнання явищ у їх взаємозв'язку і розвитку.

До моменту оформлення молекулярної біології як самостійної науки будова клітини, багато властивостей біополімерів та особливості внутріклітинної організації вже були відомі. Тому період загального ознайомлення з новою галуззю досить швидко змінився детальним аналізом молекулярної організації живих систем. Вивчення деталей потребує їх вичленування з структури, розгляду їх як незмінних, не розвинутих і не зв'язаних з іншими елементами структури. Цьому етапу притаманно багато недоліків, характерних для метафізичного способу мислення.

Так, розкриття природи генетичного коду породило двоякого роду неомеханістичні уявлення: одне абсолютизує невизначеність, випадковість, статистичність генетичних змін, інше — повністю заперечує цю статистичність. У першому випадку робиться висновок про відсутність біологічного прогресу. Так, Ж. Моно в книзі «Випадковість і необхідність. Дослідження натурфілософських основ сучасної біології» розглядає генетичний код як повністю замкнену систему, допускаючи зміни лише за рахунок «помилки транскрипції», і приходить до заперечення прогресивної еволюції. В другому випадку живі системи уявляються у вигляді пасивного «пластичного матеріалу», позбавленого внутрішньої зумовленості і однозначно формованого впливами зовнішнього середовища. Нарешті, незадоволення старими біологічними теоріями і неометафізичними уявленнями, що посилюються на основі нових фактів з області молекулярної біології, стимулює відродження ідеалістичних концепцій, які намагаються підказати своє пояснення новим фактам. Західнонімецький біохімік Г. Шрам говорить, наприклад, про духовний зміст генетичного коду, про нематеріальність генетичної інформації.

Широке застосування в молекулярній біології методів і концепцій фізики, хімії та інших точних наук надає нову гостроту проблемі «зведення», співвідношення форм руху матерії, рівнів структурно-системної організації живого. Абсолютизація якісної своєрідності живих систем служить аргументом для визнання обмеженості можливостей фізичного

і хімічного дослідження молекулярної організації життя. Логічним наслідком такої точки зору є визнання в тій чи іншій формі «духовного начала».

Не розглядаючи проблему «зведення» в усій її складності, ми вважаємо необхідним підкреслити, що дослідження структури і функції біополімерів можливе переважно, якщо не виключно, фізичними, хімічними і фізико-хімічними методами. Будь-які апіорні обмеження методів, теорій і законів точних наук у пізнанні життєвих явищ, в тому числі й ті, що намагаються спиратися на діалектичний висновок про якісну своєрідність живої матерії, мають бути визнані необґрунтованими. Своєрідність проявів життя на молекулярному рівні полягає у виникненні гігантських молекул біополімерів і надмолекулярних структур, яких нема в неживій природі, в їх здатності до самооновлення і самовідтворення — до динамічного самозбереження [6], конваріантної редуплікації [35]. Проте і своєрідна структура, і особливості функції біополімерів успішно вивчаються і можуть необмежено досліджуватися методами точних наук.

Отже, революція в біології, пов'язана з виходом її на молекулярний рівень досліджень, яка привела до лавиноподібного нагромадження нових фактів і ряду відкриттів, що мають величезне загальнобіологічне значення, супроводжується, у відповідності з геніальним визначенням В. І. Леніна, рядом помилок і перекирчувань методологічного та філософського характеру. Їх подолання може бути істотно прискорене при свідомому застосуванні методології діалектичного матеріалізму, діалектики співвідношення частини і цілого, одиничного, особливого і загального, суті і явища, необхідності і випадковості тощо.

«Один з основних принципів біології — організація: це означає, що дві системи, з'єднані разом певним чином, становлять нову систему, властивості якої не адитивні і не можуть бути описані з допомогою властивостей складових. Як крапки відносяться до літер, літери — до слів, слова — до речень тощо, так атоми сполучаються в молекулу, молекули — в органели, органели — в клітини тощо. Кожен рівень організації має нове, своє власне значення і відкриває захоплюючі перспективи і можливості» [27].

5. Молекулярна біологія і проблема походження та суті життя

Одна з найскладніших методологічних проблем біології в цілому — проблема пізнання структури, функції і походження біотичних систем у їх взаємозв'язку. На молекулярному і субклітинному рівні цей взаємозв'язок, як показали відкриття в галузі молекулярної біології, виступає особливо чітко і достовірно, набуває ряд фундаментальних рис, впритул наближає до пізнання суті і виникнення життя на Землі.

Розвиток систематики органічних форм, починаючи з часів К. Ліннея, і, особливо, порівняльної морфології і фізіології рослин і тварин, виявив єдність загального плану будови, наявність гомологічних органів і тканин у досить різних і за зовнішнім виглядом, і за способом життя живих істот, що здебільшого свідчить про їх походження від спільного предка.

Відкриття клітинної будови організмів, а потім і єдності будови клітин, виділених з різних тканин і різних у систематичному відношенні видів, істотно розширило фундамент матеріалістичного висновку про єдність походження, спорідненість різних відгалужень органічного світу. Біохімічні дослідження виявили далекоюсяжну спільність характеру основних процесів обміну речовин (тканинного дихання, окисного

фосфорилування, гліколізу), центральну роль у біосинтетичних процесах АТФ як джерела енергії, використання на найрізноманітніших рівнях живих істот тих самих інструментів — коферментів для здійснення обмінних реакцій тощо.

Відкриття молекулярної біології, продовживши цю, очевидно, найважливішу лінію розвитку біології, виявили найглибшу, фундаментальну єдність усього живого на молекулярному рівні, включаючи не тільки бактерії і синьо-зелені водорості, але й віруси; єдність, що спирається на найтісніший взаємозв'язок і взаємодію нуклеїнових кислот і білків, «однаково необхідних для того, щоб матерія була живою, але які несуть різні життєві функції: нуклеїнова кислота зберігає і передає генетичну інформацію, білки її реалізують у конкретних ознаках кожної з незліченних органічних форм» [9].

У всіх органічних форм нуклеїнові кислоти і білки, побудовані з тих самих мономерів — нуклеотидів і амінокислот, становлять лінійні аперіодичні полімери, причому послідовність азотистих основ у молекулах нуклеїнових кислот має інформаційне значення і визначає з допомогою універсального механізму послідовність амінокислот у білках. Принцип кодування спадкової інформації — генетичний код — також універсальний, принцип самовідтворення нуклеїнових кислот і біосинтезу білків — це також загальний матричний принцип. Єдині для всього живого і апарат біосинтезу білків у рибосомах і мембранна організація надмолекулярних (субклітинних) структур.

Отже, в основі різючої різноманітності життєвих форм на Землі лежить не менш різюча і така ж знаменна одноманітність будови і взаємодії складних макромолекулярних механізмів. Універсальність молекулярних основ життя, виявлена сучасною біологією, насамперед молекулярною, безперечно, свідчить про її розвиток із загального кореня. «Більшість біологів привчилися розглядати досліджувану біологічну систему як щось дане, і здебільшого вони змушені так робити. Проте в нашій дні . . . всі біохімічні і біофізичні дослідження ведуть прямо в минуле, до загального питання про походження. Походження, структура і функція тепер уже не можуть бути розділені» [3].

Матеріальна єдність органічного світу, так переконливо і фундаментально продемонстрована сучасною молекулярною біологією, не тільки свідчить про єдність природного походження життя, а й ставить на порядок денний конкретне, строго наукове вивчення суті і виникнення життя. А, проте, ще недавно ця проблема, центральна в біології, лежала за межами можливостей наукового дослідження. Лише 100 років тому Ч. Дарвін у листі Уолічу писав: «Я навмисно відмовився від обговорення питання про походження життя . . . я не зустрічав ще будь-якого достовірного факту, який би свідчив на користь так званого спонтанного виникнення життя» (цит. за [13]). Сьогодні розв'язання великої проблеми діалектичного переходу від неживого до живого стало реальним завданням науки.

Єдність основних молекулярних механізмів життєдіяльності, що здійснюється і в бактеріальній клітині, і в тілі людини, примушує гадати, що головні події в історії виникнення і еволюції життя на Землі відбулися задовго до появи навіть найпростіших з нині існуючих організмів. «Дуже поширена концепція про примітивні клітини як про початкову точку походження видів насправді хибна. Вихідні клітини . . . містили, по-суті, той самий біохімічний апарат, який мають сучасні клітини. Як же виникла клітина-попередниця? Єдино вірна відповідь на це питання полягає у визнанні того, що ми цього не знаємо . . . Перехід від макромолекул до клітин становить такий фантастичний скачок, який

е- лежить вже за межами гіпотез, що піддаються перевірці . . . Наукових
в- доказів виникнення клітин на Землі поки не одержано» [10].

я Відсутність суто наукових даних про конкретні шляхи переходу від
й- органічних макромолекул до найпростіших самовідтворних макромоле-
т- кулярних комплексів і протоклітин служить живильним середовищем
е- для ідеалістичних концепцій, для віталізму, які «паразитують на нових,
т- висунутих життях проблемах, намагаючись дати їм своє антинаукове
і- рішення під прапором «науковості» [12]. Неовіталізм, холізм, психола-
і- маркізм, неофіналізм, «органічний детермінізм» та інші різновидності
і- сучасного ідеалізму по-суті обстоюють основну позицію ідеалізму, абсо-
л- лютизуючи специфіку живого і заперечуючи можливість його довільного
і- розвитку з неживої матерії. Поряд з відкритим визнанням духовного на-
з- чала як суті біологічної специфіки трапляються й більш замасковані
і- (але по суті також об'єктивно-ідеалістичні) уявлення про вічність жи-
- вої матерії. «Первинна матерія становить щось більше, ніж просто ки-
- шіння частинок. Під цим первинним механічним шаром слід уявити со-
- бі вкрай тонкий, але абсолютно необхідний для пояснення стану кос-
- мосу в наступні часи «біологічний» шар [32]. В книзі Ж. Берж'є (1959)
і- висувається спекулятивна гіпотеза про існування особливого «біологіч-
і- ного» поля, подібного електромагнітному, гравітаційному тощо.

До всіх цих новітніх варіантів віталізму повністю застосовна класична характеристика К. А. Тимірязєва «Віталізм . . . це — тільки заперечення права науки на завтрашній день, самовпевнене віщування, що вона ніколи не пояснить того і того, висловлюване . . . в спокійній переконаності, що коли вона й зробить цей заборонений крок, то заго-родку можна буде віднести на крок уперед» [34].

Неомеханістичні перекручення, виходячи із заперечення якісної специфіки живого, складності його утворення з неживого, допускають можливість «абсолютно випадкового» утворення «живих» молекул ДНК, які породжують згодом усю гаму життєвих форм, в результаті виникнення несподіваної комбінації атомів.

Кастлер [15], кількісно проаналізувавши цю поширену помилку, показав, що її ймовірність становить лише 10^{-255} , тобто вона настільки мала, що за час існування доступного для огляду Всесвіту ця подія могла відбутися менше одного разу. До того ж випадково утворена молекула ДНК не мала жодних шансів зберегтися в органічному «первинному бульйоні».

Реальні досягнення в проблемі пізнання виникнення життя пов'язані насамперед з дослідженням утворення органічних мономерів з газів земної атмосфери. Починаючи з 1950 р., дослідження американських, радянських, французьких, японських дослідників показали, що за рахунок природних джерел вільної енергії, що існували на древній Землі (ультрафіолетового випромінення Сонця, іонізуючої радіації, електричних зарядів, теплової енергії вулканічних вивержень, ударної хвилі метеоритів) з газів первинної земної атмосфери утворюються ті самі проміжні продукти типу формальдегіду і ціанідів, а також різноманітні амінокислоти (гліцин, аланін, серин, аспарагінова кислота тощо), карбонові оксикислоти, азотисті основи, сечовина, порфірини тощо [13, 25, 26, 33, 36, 41].

Отже, набір мономерів, необхідних для дальшого виникнення біополімерів, а згодом і макромолекулярних комплексів, утворився на древній Землі в силу природного розвитку подій з абіотичного матеріалу. Є всі підстави гадати, що і наступні етапи виникнення життя розвивались не випадково, хаотично, і тим більше не за рахунок втручання «життєвої сили», а в результаті закономірного і тривалого процесу

«абіогенної молекулярної еволюції» [24], хімічної еволюції [4, 13]), і становлять «самореалізацію потенціальних можливостей електронних станів атомів» [4], насамперед атомів вуглецю.

Отже, відкриття біології останніх десятиріч і, особливо, молекулярної біології, свідчать про закономірний, внутрішньо необхідний процес хімічної еволюції органічних сполук на Землі, про свого роду «біологічне зумовлення» [17]. Багато важливих деталей цього процесу і, насамперед, виникнення механізму самокопіювання і кодування, що лежить в основі реплікації нуклеїнових кислот і біосинтезу білків, все ще неясні. З цього приводу досі нема навіть більш-менш вірогідних гіпотез. Проте вся сума наявних знань процесу виникнення життя і, особливо, швидке нагромадження цих знань, безперечно свідчить про закономірне і природне його походження. І саме молекулярна біологія висуває найвагоміші і найпереконливіші докази закономірності цього процесу, досліджуючи стадії його і зумовлюючи їх механізми.

Народження молекулярної біології є закономірним результатом руху наукового пізнання вглибину живої матерії, до джерел біотичної форми її руху та її найглибших фундаментальних основ. Маючи чітко окреслений предмет і задачі дослідження, ця наука розв'язує по суті загальнобіологічні проблеми. Становлячи сучасне закономірне продовження фізіології, таких її розділів, як біохімія і біофізика, молекулярна біологія є водночас комплексною дисципліною, яка входить на правах особливого молекулярного розділу також у генетику, фармакологію, нейрофізіологію та інші біологічні (фізіологічні) науки. Розкриття фундаментальних молекулярних механізмів життєдіяльності проливає світло на багато спеціальних фізіологічних проблем, зокрема, на проблему саморегуляції функцій, розглянуту нами для прикладу.

Вихід фізіології на молекулярний рівень досліджень, безперечно, викличе революційну ломку багатьох, здавалось би, усталених положень і, в кінцевому підсумку, закладе основу нових, більш глибоких і всеосяжних теорій.

Література

1. Белозерский А. Н.— В сб.: Труды II Всес. биохим. съезда, Ташкент, 1969.
2. Бернал Д. ж.— В кн.: Горизонты биохимии, М., «Мир», 14.
3. Бернал Д. ж.— В кн.: Теоретич. и математич. биол., М., «Мир», 1968, 112.
4. Бернал Д. ж.— Возникновение жизни, М., «Мир», 1969.
5. Бреслер С. Е.— Введение в мол. биол., М.—Л., «Наука», 1968.
6. Веселовский В. Н.— О сущности живой материи, М., «Мысль», 1971.
7. Волькенштейн М. В.— Молекулы и жизнь, М., «Наука», 1965.
8. Волькенштейн М. В.— Физика ферментов, М., «Наука», 1967.
9. Гершензон С. М.— В кн.: Философия и теория эволюции, М., «Наука», 1974, 75.
10. Грин Д., Гольдбергер Р.— Мол. аспекты жизни, М., «Мир», 1968, 380.
11. Дубинин Н. П.— Мол. биол. и действие излуч. на наследств., М., 1963.
12. Ильин А. Я., Фролов И. Т.— Научный поиск и философ. борьба в биол. М., «Знание», 1972, 53.
13. Кальвин М.— Химич. эволюция, М., «Мир», 1972, 12.
14. Карпинская Р. С.— Философ. пробл. мол. биол., М., «Мысль», 1971.
15. Кастлер Г.— Возникнов. биол. организации, М., «Мир», 1967.
16. Косовер Э.— Мол. биохимия, М., «Мир», 1964.
17. Кенъон Д., Стейман Г.— Биохимич. предопределение, М., «Мир», 1972.
18. Комиссаров И. В.— Элементы теории рецепторов в мол. фармакол., М., «Медицина», 1969.
19. Крепс Е. М.— О термине и предмете мол. биол., Вестник АН СССР, 1970, 17, 84.
20. В. И. Ленин— Полное собр. соч., 18, 332.
21. Макаrenchенко О. Ф., Горбач М. Л., Златин Р. С., Ройтруб Б. А.— Фізіол. журн. АН УРСР, 1970, XVI, 5, 579.
22. Маркс К., Энгельс Ф.— Госполитиздат, 1961, 20, 571.
23. Молекулярная генетика, М., «Мир», 1, 1964.
24. Опарин А. И.— Жизнь, ее природа, происхожд. и развит., М., Изд-во АН СССР, 1960.

25. Пасынский А. Г.— Биофизич. химия. М., «Высшая школа», 1963.
26. Павловская Т. Е., Пасынский А. Г. и др.— В кн.: Абиогенез и начальные стадии эволюц. жизни, М., «Наука», 1968, 41.
27. Сент-Дьердьи А.— Биоэнергетика, М., Физматгиз, 1960, 55.
28. Сент-Дьердьи А.— Введение в субмол. биол., М., «Наука», 1964.
29. Сент-Дьердьи А.— Биоэлектроника, М., «Мир», 1971.
30. Стенли У., Вэлленс Э.— Вирусы и природа жизни, М., ИЛ, 1963.
31. Сэтлоу Р., Поллард Э.— Мол. биофизика, М., «Мир», 1966.
32. Тейяр де Шарден П.— Феномен человека, М., «Мир», 1965, 57.
33. Теренин А. Н.— В кн.: Возникновение жизни на Земле, М., «Наука», 1959, 144.
34. Тимирязев К. А.— Избр. соч., М., 1949, 3, 392.
35. Тимофеев-Ресовский Н. В.— В кн.: Системные исслед. М., 1970, 80.
36. Фокс С., Дозе К.— Мол. эволюция и возникн. жизни., М., «Мир», 1975.
37. Фролов И. Т.— Методол. пробл. генетики, М., «Знание», 1967.
38. Чаговец Р. В., Депенчук Н. П.— Філософська думка, 1970, 1, 22.
39. Bergier J.— The Secrets of living matters, L., 1959.
40. Dobzhansky Th.— Graduate J., 1965, 7, 1, 11.
41. Miller S., Urey H.— Science, 1959, 150, 245.
42. Schramm G.— Idee und Materie in der modernen Biologie. Bremen, 1963.

Надійшла до редакції
28.IV 1975 р.