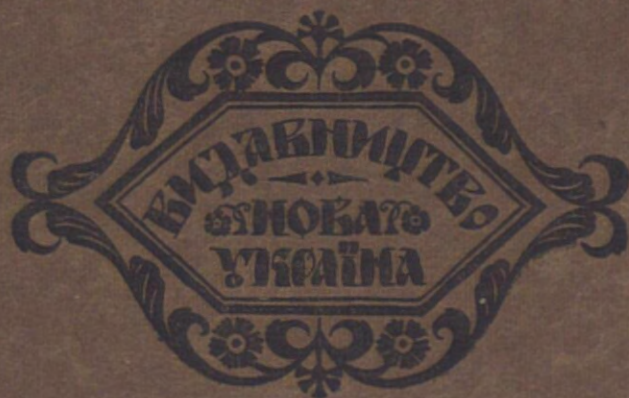


ПЕТРО АНДРІЄВСЬКИЙ

СУЧАСНІ
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ
ДОСЛІДИ НА МЕЖІ МІЖ
ЖИВИМ І МЕРТВИМ

(ВСТУПНИЙ ВИКЛАД НА КАТЕДРІ
ЗАГАЛЬНОЇ БІОЛОГІЇ В УКРАЇНСЬКІМ
УНІВЕРСИТЕТІ У ПРАЗІ)



ПРАГА—БЕРЛІН 1923
ВИДАВНИЦТВО „НОВА УКРАЇНА“

В історії не було ще, здається, моменту, коли математичну аналізу функціональної залежності можна б було вжити до таких величких прикладів: різька зміна кривої політично-господарського стану нашої монолітно-світової цивілізації відгукнулася в якийсь певно математичний спосіб не тільки на прогресі в техніці з сталевими аероплянами, безмоторовими літаками, „живими“ розмовляючими фільмами, ультрасоноровими хвилями, бездротними телефонами...

Одночасно з війною порушено, завдяки високо інтенсивній праці в усесвітніх фізичних наукових установах, найтвердіший, здавалося, ґрунт, на якому базувались майже сторіччя наша фізика й механіка — „закон постійності матерії й енергії“. Guilleminot, напр., в незвичайно цікавій своїй, останній перед смертю, праці: „La matière et la vie“ (Paris 1921) зібрав ті досліді, з яких неминуче випливає, що енергія таки зменшується, щезає на нашій землі. У зв'язку з радіологічними дослідями можна теж у останні часи вважати за доказане, що й матерія щезає, зменшується абсолютно, розсіюється геть із нашої планети.

Старий, найміцніший із всього сущого, вічний, неподільний, незмінальний атом старовинних грецьких філософів, який був непорушною опорою всієї величезної хемічної продукції та наукових дослідів над складом усього, що існує, — ділиться тепер на наших очах, розпадається в дуже компліковану енергетичну систему, яку ми промінням α -радія учимось тепер розбивати на частинки.

Що більш — почалися знову інтенсивні студії над тим, щоб перетворити один атом у другий, і вже почали власне здійснювати мрію альхеміків середніх віків, із якої ще так недавно сміялись, як із безплідного дитинства.

В будуччині, може, який геніяльний математик зуміє укласти у стислу математичну формулу те явище, що люде нашої доби, одночасно з тим, як жорстокістю, невідомою навіть серед звірів, знищували міліонами один другого, мусіли неминуче дати і прояви найвищого, до часу знаного, технічного генія й найбільш удоскональнювати пізнання Великої Природи.

Тепер ми тільки необхідно накопичуємо фактичний матеріал із окремих дисциплін нашого знання для такої математичної формули.

Над біологією наше розхвилюване життя теж одгукнулося в як-найсильніший спосіб: на кожному кроці нам доводиться установлювати виникнення в сій дисципліні нежданих проблем, та нових рішень там, де, здавалося, вже на віки вічні установлені були закони.

Починаючи виклади заг. біології цілком природним є, поперед усього, зазначити межі біології як дисципліні й подати, що творить об'єкт біологічних студій. Тут зараз дехто, може, навіть підскаже мені: біологія є наука про життя в усіх його проявах на нашій планеті, ergo, в загальній біології ми мусимо студіювати прояви життя, спільні всім живим істотам, себто, головні функції всього живого, полишаючи фізикам та хемікам студії над мертвою матерією.

Ясно, що коли так поставити справу, то тут нічого сперечатись, тільки ж ми мусимо дати собі ясну конкретну відповідь на питання: з яких же істот та з яких прояв життя нам починати наші біологічні студії?

Може, тут знову хто, цілком резонно, мені підскаже: розуміється, починати мусимо від найпростіших істот та явищ, на основі загального правила всякого природознавства — починати від простішого, щоб потім крок-за-кроком переходити до складнішого.

Так от і давайте спускатись од високо комплікованої людини що-раз нижче по біологічних сходах, щоб зупинитися над найпримітивнішими живими істотами, над найпростішими проявами їх життя. Ще недавно зовсім легко було спуститись на саме дно найпростішого життя.

Вже в кінці XVII. віку надзвичайно працювитий Голяндець Leeuwenhoek (1632—1723), який, як подає Locy („Biologie and its Makers“, New-York, 1909), власними руками зробив сам собі 247 мікроскопів та 172 оправлених сочки (разом, значить, 419 оптичних струментів) і все своє довге життя невтомно дивився крізь них на все довкола, вже він зауважив, що всі живі істоти, з людиною на чолі, складаються з

мільярдів немов би мікроскопічних цеглинок — окремих живих клітиночок. Зауважив він також далі, що на світі попадаються істоти, маленькі і прості, що складаються тільки з одної такої клітинки (целюлі), яким він дав назву інфузорій (ся назва зосталась до нашого часу) через те, що їх найбільше розплodжується в виварі (infusum) з сіна.

Завдяки дальшим дослідям Lyonet'a, Schwann'a й багатьох інших так далеко була з'ясована правда обсервацій Leeuwenhoek'a, що Вірхов, напр., у своїй „Целюлярній Патології“, опублікованій у 1855. р., виставив і провів послідовно для медицини гасло: „omne vivum ex celulla“, себто, все живе зв'язане з живою мікроскопічною клітинкою.

Великий Pasteur своїми широко відомими дослідями в 70. роках минулого віку над *generatio spontanea* (самостійне зародження) доказав, що більшість учених того часу помилялась, думаючи, що живі клітинки (грибки та бактерії) постійно зароджуються з мертвої матерії, в течиві, що гниє й шумує. Завдяки сим дослідям стало ясно як день, що живі клітинки, в нашу добу, не зароджуються з мертвого, а тільки хутко розплodжуються, попадаючи з повітря туди, де для них є багата пожива.

Неосяжне практичне значіння сих дослідів лежить у тому, що вони дали наукову вказівку, як провадити стерилізацію (відзаразнення від мікробів), антисептику й асептику, чим збережено життя численних мільонів пораних людей од смертельного антонового вогню, від якого по шпиталях вимирала до Pasteur'a мало не половина хорих. У біології через сі дослідни на завжди, здавалося, устаткувалась думка, що все живе не тільки складається з живих клітинок, але генетично від них тільки й може виникнути. Verworn, напр., уже на початку нашого, XX. сторіччя висловив сей принцип у своїй відомій: „Загальній Фізіології“ так: „Тільки субстанцію з білковинних молекулів, організовану в єдину компліковану систему, з властивістю целюлі, себто, у складі живої протоплязми та ядра, є змисл називати живим; поза целюлями нема нічого живого, значить, біологові немає там чого робити“*).

Таким чином, біологи знайшли найпростіший об'єкт своїх студій та діяльно аналізували найпростіші, здавалося, серед живого одно — целюлярні

*) Ядро чи зерно клітинки, видиме під мікроскопом є, на основі Verworn'a, як би життєвий центр усякої клітинки, її мозок (імперативний центр), її душа, яка зо всіх боків оточена більш простим тілом клітинки — протоплязмою.

істотки в усіх проявах їхнього життя. І як би довелося кому викладати курс „Загальної Біології“ 25, чи навіть 10 років тому, то курс сей і почав би він викладами про життєпрояви клітини з окремим життям як чогось, що є на землі найпростіше.

Але тепер раз-у-раз побільшуються досліді, які що раз більше примушують нас спускатися ще нижче від одно-клітинної істотки, коли хочемо почати наші біологічні студії справді від самого початку, від найпростішого.

Вже через геніяльні досліді Pasteur'a, що відкрив для нашого наукового зору новий світ мікробів-бактерій, ми пізнали істотки трохи простіші від тих первотварин (protozoa), які тільки і знали до Pasteur'a. Бактерії вже в десятки, навіть у сотні разів менші по розмірам від первотварин і тих клітинок, із яких складаємось і ми, і всі більш розвинені рослини та тварини. *)

Головне ж для нас тут те, що бактерії вже остільки простіші своєю організацією, що, за згаданим критерієм Verworn'a для відділення живого від мертвого, вони вже, власне, не зовсім підходять до живого. „Ми не відважимося“, каже Verworn, „визнати за живе всяку крихточку матерії, навіть узятої від живої, коли вона не має обох необхідних інгредієнтів усякого життя — ядра і протоплязми“ (l. c.). А в бактерії саме сього і бракує. Скільки за останні 50 років не силкувалися кращі у світі бактеріологи установити в них диференційоване від протоплязми ядро, се так і не вдалося до нині, і ми й нині мусимо їх трактувати як сформовану крихту матерії, подібну до живої щодо свого хемічного складу, але без розділу на ті дві підвалини всякого, за Verworn'ом, життя.

Значно також простіші від первотварин (Protozoa) і червоні тільця нашої крові, які в кількості 5 мільйонів у одному кубічному міліметрі кружляють у наших жилах. Вони майже в усіх вищих тварин (ссавців) не тільки не мають сформованого ядра, а й хемічних сполук, властивих ядряній субстанції, їм бракує. Та ще дотого й протоплязми мають трохи сумнівну, бо виявляють зі себе густу сіточку еластичних волоконець, що переповнена ґрунтовою нашою фарбою — гемоґлобіном.

*) Звичайні клітинки (Protozoa в тім числі) міряються т. зв. мікронами = 1 : 1000 міліметра (міжнародне означення грецькою буквою μ) й мають, здебільшого, розмір 20—40 таких мікронів. Бактерії ж мають тільки 1,5—0,2 мікр. у діаметрі.

Але потреба опертись на щось постійне, „неподільне“ при біологічних студіях, а власне на клітинку, як на простіший прояв життя, була остільки конечна (як у фізиків та хеміків на неподільний атом), що біологи назвали сі тільця нашої крові по старо-грецькому „ерітроцитами“, себто, червоними клітинками, бактерій теж зарахували до повнозначних клітинок і міцно трималися згаданого принципу: „omne vivum ex celulla“.

Так стояла справа останні 20 років XIX. та перші 10. років XX. віку. Але за сей час зроблено дуже багато дослідів, які примушують нас, при шуканню найпростішого живого, спуститися ще нижче, не тільки від первотварин, але й од недиференційованої на ядро та протоплазму бактерії та червоних кров'яних тілець.

За сі десятиліття був відкритий та в тисячах наукових дослідів проаналізований ще новий світ, т. зв. „фільтративних вірусів“*).

Ще відомий співробітник Pasteur'a Chamberland, більш як 60 років тому, зробив такий фільтр із неполив'яної порцеляни, крізь який проходила вода й розведена в ній білковина, але бактерії, хоч найменші, вже не проходили — шпари того фільтру були занадто вузькі для них. Сим фільтром „Шамберлянівською свічкою“, як його назвали, Chamberland дав свого часу найкращий доказ того, що бактерії не зароджуються з простих елементів при процесах гниття та шумування, а тільки розплоджуються ті з них, що попали з повітря. Він брав м'ясний вивар (буліон), пиво та вино й ділив усе на дві частини: одну зоставляв у неприкритих кухлях, кладучи їх у тепленькому місці; другу частину — фільтрував через свою „свічку“, добре перед тим прогріту (стерилізовану), в закриті, теж стерилізовані пляшки, і ставив пляшки, заткавши їх ватою, рядом із неприкритими кухлями. Перша порція буліону та пива, в неприкритих кухлях, незабаром загнивала, вино скисало, тоді як фільтрат, у закритих пляшках, довгими роками зоставався такий самий прозорий та свіжий, як у день фільтрації.

З сих клясичних дослідів Chamberland'a неминуче виникали висновки, 1) що загнивання та скисання викликається бактеріями з повітря, 2) що через фільтр справді не проходять ніякі бактерії.

Скрізь по лабораторіях усього світа почали після сього дуже часто вживати сі фільтри для стерилізації всякого течива, не нагріваючи їх.

*) Вірусом (virus) у бактеріології називають заразу, яка помножується, живу заразу.

Останні 20 років XIX. віку були якраз часами, коли, за вказівками Pasteur'a, скрізь відкривали що раз нові бактерії. Відомий німецький бактеріолог Robert Koch доказав, що сухоти викликає *bac. tuberculosis*; одночасно ж і зараз же за тим з'ясовано страшну заразливість т. зв. пастерел, що викликають чуму в людини й цілий ряд що-найстрашніших хоріб нашої худоби; також щодо дифтерії, дезинтерії, носатини (*bac. malleus*), від якої загинули на Україні сотні тисяч, як не мільйони коней і т. д. і т. д. Відкрито й корисні для нас бактерії, як от Мечніківський т. зв. болгарський бакцил, або цілий ряд бактерій у кишках нашої рогатої худоби, без яких вона б виздыхала з голоду, хоч би її й найкраще годувати; відкрито бактерії в землі, якими нині так користуються культурні сільські господарі по всьому світі; з'ясовано значну роль бактерій у геологічних наплястованнях і т. д. і т. д.

При цих численних дослідках уживали постійно й фільтри Chamberland'a, а сталося цілком натурально, що вже в 1883. році данському ботанікові-фізіологові Beijerinck'ові прийшло на думку — профільтрувати в такий спосіб сік із тютюнового листа, зіпсованого особливою хворобою — жовтиною. Beijerinck ніяк не міг побачити під мікроскопом ту бактерію, що викликає цю дуже неприємну для тютюнярів хворобу. Отже він профільтрував сік хорого листка через свічку Chamberland'a й, на превелике своє здивування, переконався, що той прозорий, як сльоза, фільтрат так само викликає сю хворобу, як і сік нефільтрований, себто, в тому фільтраті був заразливий починок, який пройшов фільтр. У ті часи добре вже було відомо, що через фільтр Chamberland'a таки насправду не проходять ніякі, хоч би й найменші, бактерії, й через те Beijerinck поставив справу так: раз заразливий починок тютюнової жовтини проходить фільтр, непрохідний для бактерій, значить, він не складається з бактерійних, хоч би й найменших клітинок, а виявляє з себе щось зовсім інше, а навіть течівну, живу, але несформовану зразу (*contagium vivum fluidum*).

Ся думка Beijerinck'a про флюїдний контагій майже не знайшла в найближчих 25 роках відгуку, бо всі спеціалісти занадто були переконані, що тільки з клітинкою зв'язане яке б то не було життя, а зокрема здібність помножатися, яка, очевидно, була властива заразливому починкові Beijerinck'a.

Але експеримент його зробив усе ж велике вражіння: при дослідках над заразливими хворобами, у випадках, коли ніяк не удавалось побачити

заразу під мікроскопом, почали фільтрувати заразні течива через Шамберлянову „свічку“, а помалу-малу перед нами відкрився ще один новий, ще нижчий світ живого, недоглядний і досі, але справді страшний для нас воріг.

Перед війною нам стало відомих до 70 хоріб серед ростин, нижчих і вищих тварин та людей, які викликає щось таке, чого не видно і в як-найсильніших мікроскопах, при як-найрізноманітніших методах бактеріологічної диференцовки.

Щоб хоч натякнути на величезне значіння цих невидних для ока ворогів наших, наведу тут декілька прикладів: чорна віспа, від якої вже вимерли і ще й зараз вимірають цілі народи в північному кутку Азії; плямистий тиф, що забрав у нас на Україні сотні тисяч, як не міліони що-найсильніших людей; страшна в Півд. Америці жовта пропасниця; трахома й т. д. у людей; страшна для господарства віспа овець; чума на рогату хоробу, від якої на Україні останніми часами на $\frac{3}{4}$ повиздихала худоба; чума на свині, яка що-річно коштує культурним хазяйствам Європи та Америки сотні міліонів долярів і т. д. і т. д.

В найпевнішому переконанню, що й сі всі хороби викликаються таки бактерійними клітинками, Французи назвали сі заразливі починки „недоглядними мікробами“ (*les microbes invisibles*), а кращі наукові сили всього світа вперто, протягом майже 30 років, все шукали засобів, як би їх добачити.

Але ні як-найкращі звичайні мікроскопи, ні затемнене поле освітлення (*Dunkelfeldbeleuchtung*), ні ультра-мікроскопи, ні що-найрізноманітніші методи елективного диференціального фарбування тих течив, що мали в собі заразливий починок — ніщо з того не дало жадних наслідків. Тільки при шістьох хоробах од сих вірусів пощастило бачити якісь купки чогось ніби сформованого, але всі сі винаходи зостаються не досить певними. При інших десятках хоріб ніхто аж до останнього часу так таки нічого-сінько й не побачив.

Прокидався у лабораторіях, натурально, сумнів щодо природи сих „недоглядних мікробів“, виринали мимоволі питання: а, може, й правду казав Beijerinck, що се власне не мікроби, що вони не складаються з клітинок, хоч би й найменших, а виявляють з себе зовсім окремий світ живого, яке не дійшло ще до сформовання в єдину компліковану систему білковинних молекулів? Чеський лікар Мровка в такому розумінні

й висловився у своїй праці 1909. року, на ґрунті спостереженого однакового випадання з розчинів серум-гльобулінів (білковини) з деякими „недоглядними мікробами“.

Незадовго перед війною, в 1914. році, виконуючи завдання наукового закордонного виряду, мені довелося в Брюсселі, в лябораторіях славно-звісного Bordet та відомого фізика й хеміка Zuntz'a, зайнятися сими недоглядними мікробами, та поставити ряд експериментів, частину яких дозволю собі обговорити тут трохи докладніше.

Льогіка експерименту була така:

Коли ми не можемо ніяк побачити недоглядних мікробів, які проходять через Шамберляновий фільтр, то, для більш конкретного з'ясування їх природи, треба спробувати докладніше визначити їх розміри.

Та звичайна клітинка, що для біольогів являється первісним об'єктом студій, не може бути своїми розмірами безмежно мала. Вже досить давно ми добре знаємо, що всі відомі нам клітинки, ростинні, чи тваринні, складаються з дуже комплікованих хемічних сполук — молекулів, середньої атомної ваги від 5 до 15 тисяч (приймаючи Н, себто, гідроген за одиницю). Такі молекули мають уже остільки значні розміри, що в кольоїдному розчині їх можна виміряти досить докладно в т. зв. мікромікронах ($= 1:1000000$ міліметра; міжнародне означення грецькими буквами μ ; рівняється $1:1000 \mu$ мікрона, а останній $\epsilon 1:1000$ міліметра).

На основі докладних дослідів Zsigmondy, Nägeli, Bechhold'a та інших, білковинна молекула, напр., казеїна з молока ϵ розміром у 20—30 μ ; молекула гемогльобіна нашої крови 23—25 μ ; порівнюючи проста молекула серум-альбуміна — 1,5 μ , і т. д.

Найменші доглядні мікроби мають розмір 200—300 мікромікронів, і цілком зрозуміло, що найпримітивніша клітинка не може бути значно менша від цього розміру: не може вона мати, напр., один або два мікромікрони в діаметрі, т. є., бути менша від одної білковинної молекули. Кожна клітинка то ж ϵ ціла дуже комплікована система таких молекулів, складається вона з багатьох із них, а не може бути, значить, як ціле, менша розмірами від одної своєї частини.

Фільтруванням через Шамберлянову „свічку“ з'ясовано, що „недоглядні мікроби“ менші від звичайних доглядних бактерій. Але наскільки менші, які їхні справжні розміри, ми не знали — не відали. Отже коли б удалось сконстатувати, що зараза хоч деяких тих хоріб, які викли-

кає щось недоглядне, складається з частинок розміром не більших од одної білкової молекули, тоді на ґрунті всього, що з'ясувала нам хемія колюїдів, ми мусіли б визнати, що така зараза складається не з клітинок, а з окремих молекулів, себто, виявляє зі себе дійсно флюїдний молекулярно-дисперсний контаґій*).

Після різних попередніх спроб я спинився, щоб з'ясувати се питання на так зв. ультра-фільтрах Béchhold'a. Їх приготував сей учений спеціально для визначення розмірів різних великих комплікованих молекулів та частинок колюїдних розчинів. Користуючися цими фільтрами, Béchhold дав свою відому схему, в якій колюїди упорядковані за величиною своїх частинок.

Отже при фільтрації через ультра-фільтри ми могли порівнювати „недоглядні мікроби“ не з доглядними бактеріями, як се робили до сього часу на фільтрах Chamberland'a, не з іншими, значить, клітинками, а вже з окремими молекулами. При чім, за поміччю пороблених тут раніше дослідів, можна було досить точно визначити розміри „фільтративних вірусів“ у мікромікронах**).

Як показали нам вступні досліди, № 1 з тих Béchhold'ових ультра-фільтрів, що приготувані були для нашого експерименту в фізично-хемічному інституті брюсельського університету, був уже непрохідний для більших розмірами звичайних доглядних мікробів, але найменші мікроби ще проходили. Ультра-фільтр № 2 уже не пропускав ніяких мікробів, так що фільтрат зостався стерильним, себто, в цьому фільтрі вже не було шпар шириною на 200—300 мікромікронів. № 3 нашого ультра-фільтру вже не пропускав не тільки найменших мікробів, а задержував казеїн і навіть більшу частину гемоґлобіну нашої крові, себто, в ньому не було шпар у 20—30 мікромікронів і тільки нечисленні шпари в 2,5 мікромікронів (величинь гемоґлобіну в розчині). № 4 — уже задержував увесь гемоґлобін, себто, його шпари всі були менші, ніж 2,5 мікромікронів. № 5 задержував уже більшість серум-альбумінів,

*) Флюїдний—течівний; молекулярно-дисперсний—розділений, розсіяний (dispergo = розсіваю) на окремі молекули; контаґієм бактеріолоґи називають заразу ще не цілком певно відому.

**) Ультра-фільтри Béchhold'a мають аж десять №№, відповідно до величині своїх шпар; ці шпари можна вимірювати скорістю проходу через них повітря й дистильованої води.

себто, тільки нечисленні його шпари були коло 1,5 мікромікрони. № 6 — не пропускав зовсім уже ніяких білковинних молекулів, себто, в ньому не було вже шпар більших за 1 мікромікрон.

Після сих попередніх дослідів взято недоглядний „фільтративний вірус“ чуми птиць, з яким було дуже зручно, а перед війною й не надто коштовно, оперувати. Кров'яну сироватку дуже хорої курки (яка смертельно заражала другу ще в розведенню 1:100 мільйонів) змішано з гемоглобіном і профільтровано через № 3 ультра-фільтру Beshhold'ового. Густо червоне від гемоглобіну це течиво, пройшовши через фільтр, стало зовсім безбарвне, як чистенька водичка, й тільки спеціальними чутлими хемічними реакціями та оптичними засобами можна було установити в фільтраті присутність гемоглобіну. Молекули гемоглобіну могли, значить, проходити тільки в дуже незначній кількості, себто, в цьому фільтрі тільки нечисленні шпари були більші, ніж 2,5 мікромікронів.

Недоглядний заразливий починок чуми птиці пройшов через цей фільтр (курка, заражена фільтратом, пропала в нормальний час од чуми). Після сконстатування сього факту, вірус цей, знову змішаний для контролю з гемоглобіном, профільтровано через ультра-фільтр № 4. В фільтраті гемоглобіну вже зовсім не було, а вірус наш знову пройшов — фільтрат, знову забив птицю чумою у свій час. У фільтраті під № 5 не було вже не тільки гемоглобіну, а бракувало й серум-альбумінів у значній кількості, що доказували методи седиментації, а вірус знову пройшов, і знову фільтрат забив птицю чумою. І тільки ультра-фільтр № 6, який не пропустив жадної білковинної молекули, затримав і наш вірус.

Отже при кількаразовому повторенню таких дослідів із ультра-фільтрацією, з детальною кожноразовою хемічною аналізою фільтрату, робленою ласкаво для мене Zuntz'ом і Delange'ом, цілком безперечно виявилось, що таки справді вірус, який викликає страшну для птиць заразливу хворобу, складається з частинок певне менших розмірами, ніж одна окрема молекула гемоглобіну і має розмір коло двох мікромікронів у діаметрі.

На дискусії в петербурзькому „Біологічному Т-ві“ з приводу сих експериментів (1914. р., за місяць до війни) проф. Словцов зауважив, що через те, що ми все ж не можемо собі в'явити „живої зарази“, яка помножується

в організмі хорої птиці, без клітинок, то хибá лишається нам лише софістичний вихід — прийняти на час, що клітинки сеї зарази виявляють систему не тих звичайних великих білковинних молекулів, а складаються з якихось більш простих хемічних сполук.

На сей закид прийшлося одповісти, що ту сироватку хорої птиці, яку ми вживали для фільтрації, не один уже раз передтим аналізували кращі всесвітні хеміки. Через те, що зараза в ній знаходиться в дуже концентрованому вигляді (заражає вона, як уже згадано, $1 : 100\,000\,000\text{ cm}^3$), то при сучасних незвичайно точних методах хемічної аналізи, безперечно, що відкрили б сі більш прості хемічні сполуки. І коли б не означили точно їх хемічної конструкції, то в усякім разі виявили б присутність таких сполук, яких немає в сироватці здорової птиці. Але якраз сього не виявилось, і через те сю увагу Словцова ми не можемо приймати як уґрунтовану на наукових дослідах.

І, таким чином, зостається існування „живої“ зарази, яка своїми розмірами не може бути комплікованою системою білковинних молекулів, бо вона менша від одної такої молекули; не складається, значить, із клітинок, які ми знаємо, а виявляє з себе, може, дійсно *contagium vivum fluidum* Beyerink'a?

В рефераті *Bulletin de l'Inst. Pasteur* (1914) трактовано в декількох словах головний висновок їх*) навіть трохи іронічно — автор, сказано там, хоче вірити, що можлива жива зараза, не зорґанізована в клітинки, а яка складається з окремих молекулів. Bechhold у недавньому четвертому виданні (1922) добре відомої своєї книги: „*Die Kolloide in Biologie und Medizin*“, обговорюючи сі експерименти, зауважив тільки, що парадоксальний висновок їх мусить бути, ясна річ, як-найшвидче перевірений, через його загальне значіння (l. c. p. 424). Мене персонально остання замітка може тішити тим, що експериментальні досліди сі, висловлені 8 років тому, ще й досі, значить, ніким не порушені, отже на них ще можна спиратися при дальшій аналізі. Але, з другого боку, коли довелось, нарешті, вирватися з большевицької темряви та одержати знову можливість приєднатися до праць та думок усесвітньої наукової творчости, дуже прикро було спостерегти, що за весь сей довгий час нічого

*) Опубліковані експерименти сі якраз перед війною в *Compt. rend. Soc. Biol. та Centrbl. für Bacter. Orig.* (1914 франц. мовою).

не зроблено в цьому напрямку. І пекуче для дослідувача питання про форму найпростішого життя так і зосталось на тому самому пункті, на якому залишив його 8 років тому, викинутий із лабораторії війною та революцією.

Аж ось із кінцем 1921. року, паризький лікар d'Herelle опублікував свої дослідження над чимось таким, що лізирує (розтворює) деякі з найнебезпечніших для нас мікробів — дизинтерії, тифу й т. д. Найцікавіше для нас тут те, що сей „бактеріофаг“, як назвав його d'Herelle, при лізисі (розтворенні) мікробів, дуже швидко помножується, збільшує свою субстанцію. D'Herelle демонстрував таку здібність його в найясніший спосіб: він розводив свого бактеріофага в один-два-три мільйони раз водою й капає одну каплю тих розчинів у пробірки з досить густою емульсією відповідних бактерій. Виявилось, що капля першого розчину (1:1000000) вже через 6 годин (при температурі 37° C) лізирувала мікроби, так, що мутна емульсія, взята для спроби, робилася зовсім прозорою, як вода. Більш високі розводи бактеріофагу (1:2—3000000) вже не викликали такого ефекту, бактерії зпочатку трохи зменшувались, але потім знову починали розпліджуватись, так що емульсія через 6 годин, в тій самій температурі, була мутна. Отже, розведення 1:1000000 були, значить, приблизно вищою границею акції цього бактеріофагу.

Установивши, таким чином, вищу міру впливу свого бактеріофагу, d'Herelle зауважив далі, що коли перенести одну каплю з тої пробірки, де бактеріофаг у розведенні 1:1000000 зовсім розтворив 10 см³ мікробної емульсії, у другу пробірку з такою ж емульсією, то він розтворить мікроби в тій другій пробірці; коли перенести знову одну каплю з другої у третю пробірку, з третьої в четверту й т. д., то скрізь мікроби будуть розтворені. При такому переносі одної капли бактеріофага з пробірки до пробірки в 10 см³ емульсії, початкова кількість його розводилася зпочатку в численні мільйони разів, потім у мільярди мільярдів. Коли б бактеріофаг не побільшувався у другій, третій і т. д. пробірці, то він уже не міг би розтворитися в цих пробірках, як занадто розведений. Отже дослідженнями переносу з пробірки до пробірки, пасажовання бактеріофага, як кажуть спеціалісти, d'Herelle безперечно доказав здібність бактеріофагу побільшуватись, поїдаючи т. ск. мікроби.

Сконстатувавши цю здібність, а також те, що бактеріофаг проходить через фільтр Chamlerland'a, d'Herelle скласифікував свого бактеріофага,

як новий „фільтративний вірус“, новий „недоглядний мікроб“, страшний уже не для нас, а для ворожих нам бактерій.

Про всі ці досліді d'Herelle'я не було б жадного змислу тут оповідати, як би не та наукова, величезного біологічного значіння дискусія, що розвинулася на весну сього року з приводу сих дослідів.

Найвидатніший дослідувач у бактеріології імунітету, анафіляксії, згаданий уже проф. Bordet, на ґрунті простих, але незвичайно спритних дослідів, прийшов до висновку, що бактеріофаг d'Herelle не виявляє з себе жадної „живої“, хоч би й фільтративної, істоти, а мусить бути зазначений, як „*principe lythique*“, як матерія нежива, що виникає при розтворенні живих мікробів. Ся заява на зібранні *Société biologique de Belge*, надрукована потім у *Compt. rend. Soc. Biol.* (квітень, 1922), зробила велике вражіння й викликала незабаром більш ніж десять комунікатів, в яких більшість авторів стала на стороні Bordet.

Навіть не аналізуючи докладно сеї дискусії між спеціалістами, можна зауважити її кардинальне значіння.

Вже той факт, що ряд визначних спеціалістів саме тепер дискутує, чи жива то є істота, чи якась тільки високо-молекулярна матерія*), свідчить про недостатчу таких ясних одзнак у бактеріофага, на основі яких можна було б однести його чи до одного, чи до другого світа. Коли ж стати на стороні більшости дослідувачів, з Bordet на чолі, то доведеться визнати існування якоїсь хемічно дуже складної субстанції, яка помножується швидко при відповідних умовах.

В науковому листі, який я недавно послав до Bordet, зауважено, що своїм експериментом над бактеріофагом він власне довів до льогічного кінця ті досліді, які мені довелося зробити в його лабораторії над недоглядним мікробом чуми птиці.

Таким чином, після всіх сих дослідів ми мусимо зараз поставити перед собою проблему як-найбільшого наукового, а, може, й практичного значіння — про існування у природі ріжнومانітної, але завжди хемічно дуже комплікованої матерії, яка складається з окремих частинок, не зорганізованих ще в єдину целюлярну організацію; розплodжується вона чи в ор-

*) Дослідами ультра-фільтрації сконстатовано, що бактеріофаг d'Herelle складається з частинок приблизно на 20 мікромікронів, себто, $1\frac{1}{2}$ рази менших, ніж одна молекула казеїна, а 6 раз більших, ніж молекула гемоглобіна.

ганізми людини і тварини, чи в ростинах, чи в воді та землі, й може викликати дуже страшні для нас хвороби, або нищити наших дуже небезпечних мікроскопічних ворогів — бактерії.

Як показали експериментальні досліді, ця субстанція складається з частинок розміром у небагато мікромікронів і не може, значить, бути зорганізована в клітинки, з яких складається все, що раніш ми називали „живим“. За що їх тепер уважати? Чи можна віднести таку матерію до живого, й чи з неї, як найпростішого серед живого, починати наші біологічні студії? Чи відвернутись біологам од бактеріофагу й усіх „недоглядних“ мікробів, визнати їх приналежними вже до царства мінерального? З одного боку, перед нами стоїть факт, що бактеріофаг і „недоглядні мікроби“ складаються з дуже комплікованих білковинних молекулів; сей факт примушує віднести їх до живого, бо білоквина то ж є характеристична тільки для живого хемічна сполука. Але, з другого боку, чи можна віднести до живого те, що не має першої кардинальної відзнаки всього живого — біологічної індивідуальности; про його другу кардинальну відзнаку всього „живого“ — іритабільність, здібність реагувати на впливи оточення, теж говорити не доводиться; навіть третя кардинальна відзнака — асиміляція, здібність уживати з оточення частинки й перетворювати їх у властиву (*Zelleigen*, *Abderhalden*) субстанцію — мусить бути теж трактована в іншому розумінні, бо не можна ж говорити про поїдання окремою молекулою чогось із оточення, а доведеться тут уже вживати інші слова, інші тямки.

Таким чином, із чотирьох клясичних кардинальних одзнак усього живого в „недоглядних мікробів“ та бактеріофага зостається, власне, тільки одна — репродукція, здібність помножувати свою субстанцію при відповідних умовах.

Але ця здібність властива, напр., і кристалам як-найпростіших хемічно-мінеральних сполук. Коли ми будемо переносити по одному кристалю з пробівки з т. зв. пересиченим розчином, то кристалі від одного теж будуть помножуватись *ad infinitum*, себто, ми можемо отримати такі ж самі „пасажі“ кристалів, як і бактеріофага, або фільтративного віруса якої хвороби.

Через те біологи й казали, що тільки спільністю всіх чотирьох одзнак живого (*individualitas*, *irritatio*, *assimilatio*, *reproductio*) можна кермуватися при відокремленню живого.

Поки біологам не підсунуто означеними дослідками „недоглядних мікробів“ та бактеріофагів, і вони трималися спокійно клітин, як праоснови життя, межа між живим і мертвим була зазначена дуже різько.

Найпростіша клітинка не тільки має свою індивідуальність, виявляє спеціальну єдину систему молекулів, але й ще щось більш ніж те. На з'язді, напр., природознавців у Швайцарії, в 1909. р., славнозвісний фізіолог Emil Abderhalden (Швайцарець із роду, працює в Німеччині) в одному своєму викладі звернув увагу на життєспрояви одного з найпростіших первотварин — слизової амеби, в такий спосіб: ся недоглядна простим оком крихточка слизовини живе найбільш у тиховодих ставках і годується мікроскопічними ниточками одної відміни водозелені (Algae). Коли у склянку з водою покласти перед нею багацько ниточок ріжних одмін водозелені, які майже неможливо відріжнити нам одну від другої, то амеба починає переливати своє тіло — повзти від одної алыи до другої, поки не нападе, нарешті, на ту відміну, якою привикла годуватись. Тоді вона переливає своє тіло в пальчикуваті відростки, оточує ними відповідну нитку водозелені зо всіх боків, вбірає її в себе, висмоктує, що може скористати, викидає неіпотрібну решту, і збільшившись од доброї їжі, ділиться на дві половинки-дочки, які знову починають полювання на ті самі водозелені.

Таким чином, ся слизнева амеба, яка б вона не була маленька і проста, виявляє такі здібности, які нагадують акцію цілком самосвідомої істоти, і довго навіть думали над тим, як без нервової системи, без органів думання можливі такі свідомі мети акції, як мандрування до відповідної їжі та спритне поводження з нею.

В молекулі, хоч найбільш скомплікованій, таких життєспрояв, розуміється, бути не може. У світі молекулів ідуть тільки сполуки та розлуки елементів за законами Великої Конечности. Молекула не вишукує собі їжі, не захоплює її пальцями, не викидає екскрементів, не ділиться на дві дочки.

В такому дусі дуже багацько говорили біологи, й, напр., недавно такий відомий зоолог, як Oskar Hertwig (помер 26. X. 1922), сьогорічне (1922) видання своєї книжки „Das Werden der Organismen“ почав із заяви, що між живими істотами і світом неживого є непрохідна прірва.

Але з накреслених дослідів стало, може, ясно, що в шуканню найпростішого серед живого для початку біологічних студій, ми, стоячи на експе-

риментальному ґрунті, мусіли спускатись од повної життя одноклітинної амеби до без'ядрих бактерій, а потім і до окремих молекулів, які помножуються, й чи викликають страшні хвороби, чи знищують ворожі нам мікроби. А таким чином, непомітно переступили зазначену Hertwig'ом прірву (Kluft) між живим і мертвим, навіть при сьому екстензивному досліджуванні.

Маймо на увазі, що поруч із закресленими, існують іще в величезній кількості досліди з обсягу імітації життєпроявів клітинки як-найпростішими фізично-хімічними констеляціями. При тих дослідах зуміли вчені казати каплі течівного масла або хлороформу лазити по дні склянки так самісінько, як се роблять амеби, та ще й підніматись угору, проти сили ваги, та тягати за собою важку порівнюючи вантагу, як се роблять деякі первотвори; зуміли витворити умови, при яких сі каплі будують собі такі самісінько дуже гарні хатки, як се роблять деякі Rhizopoda, так же мандрувати серед різних ниточок, як робила наша амеба; так же вибрати собі відповідну „їжу“, вбрати відповідну нитку в себе, скручувати її спіралью, висмоктувати з неї потрібне, викидати екскременти її, нарешті, ділитись на дві дочки з такими ж достеменносінько перипетіями і внутрішніми фігурами, як се робиться в живих клітинок; реґенерувати відрізані свої частини, як се роблять первотвори.

Отже коли розмістити в логічному порядку всі ці досліди, то стає все більше ясно, що *Natura Magna* напrawdę немов „не знає перескоків“. Між тим, що ми називали живим, і тим, що називали мертвим, існує цілий ряд перехідних форм, що роблять неможливим науково відділити різькою межею сі два світи.

Із залежности від сього виникає потреба зовсім інших метод біологічних студій і намічається зовсім инший об'єкт студій. Нашому старшому поколінню майже не сила здолати сього *coup d'etat*; воно міцно ще, здебільшого, тримається клітинки, як праоснови всього „живого“, й певно, що буде так робити аж до свого переходу в царство мінералів. Прийдуть молоді наукові сили, вже, може, не звязані так органічно студіями над клітинкою, й будуть, надіємося, все далі й далі продовжувати сучасні досліди на межі між живим і мертвим.

П р а г а , XII. 1922. р.



