

ЖИТТЯ

це явище

“за образом і подобою”,
“форма існування” чи що?

(Теоретичне обґрунтування
й технологічне забезпечення
пошуку позаземного життя)



Віталій Кордом
доктор біол. наук,
член-кореспондент
НАН України,
академік АМН України,
зав. відділу Інституту
молекулярної біології і
генетики НАН України,
м. Київ

Створення наукових передумов, згодом технічних рішень, і нарешті розвитку нового напрямку людської цивілізації — практичної діяльності з проникнення в космос, початку освоєння ближнього космосу й підготовки до освоєння “середнього” космосу, перевело суто філософсько-пізнавальне питання про “життя в інших світах” у незвичну площину — проблему глобальної безпеки.

Життя на Землі з’явилося ~ 4 млрд. років тому [1]. За цей час все живе (принаймні відоме науці) дивним чином уніфікувалося (це буде проаналізовано нижче) і взаємно пристосувалося. І навіть інфекції, паразити, хижаки та інші напасті є не більше ніж контрольними механізмами для Біосфери як системи, які не допускають появи надмірної кількості представників кожного з видів і водночас тримають їх “у тонусі”, звільняючи від слабких особин. Проте вже незначні відхилення від такої взаємної пристосованості призводять до катастрофічних наслідків, здатних поставити вид (популяцію) на межу зникнення.

Для людини зокрема це зміни клімату, які спричиняють посухи або обледеніння, це віспа й чума в середньовічній Європі, кір на ізольованих островах, занесений мореплавцями тощо.

Після польотів на інші планети (як пілотованих, так і безпілотних) занесення звідти на Землю місцевих організмів (якщо вони там будуть) при сучасному стані технології “космічного карантину” і абсолютному незнанні чужорідного життя практично неминує. І тоді почнеться навіть не “війна світів”, а значно гірше — конфлікт різних форм життя. “Війна життів” — абсолютно безкомпромісна “боротьба за існування”.

Оскільки “світи”, “позаземні життя” ніколи між собою не стикалися, то жодної збалансованості між ними, як це є в Біосфері, що формувалася протягом мільярдів років, бути не може. **Ізбираючись до планет, першочерговим завданням мусить бути визначення існування там того, що ми розуміємо під так до кінця й не ідентифікованим терміном “життя”.**

Складність тут полягає в тому, що ми знаємо тільки один зразок життя — земний, та й то лише на рівні зовсім небагатьох хоч якось вивчених (а не лише описаних за зовнішнім виглядом) представників. І загальне (фактично всезагальне) уявлення, що таке життя як явище, є певною калькою із цього єдиного зразка — здатність до “розмноження”, “обмін речовин” (у його винятково земному варіанті), якась морфологічна подібність до

звичних нам форм земних організмів макро- і мікро-.

Іноді ще згадують енергетику в плані законів термодинаміки. Що ж стосується матеріальної основи, то, окрім дуже нечастих фраз про зовсім уже абстрактну екзотику, жоден склад будь-якого життя, окрім білково-нуклеїнового, взагалі навіть не обговорюється. І це все.

Взагалі-то, такий підхід також має підґрунтя — він порушує питання про можливість ідентифікації поза Землею, принаймні, добре нам відомого — аналогів вивчених представників зовсім реальної земної форми життя. Якщо ж все інше — невідоме, що ж тоді обговорювати?

Спробуємо зробити загальний аналіз проблеми. І основне запитання, що виникає, — якими є передумови для існування на інших планетах форм життя, схожих на земне. Земна форма життя вкрай незвичайна, і нижче це буде розібрано детально. Але в найзагальнішому вигляді, перше, що треба виконати для визнання “подібності”, — це можливість “субстратної основи” у вигляді вуглеводневих сполук, імовірного позаземного життя. Наявні дані свідчать про реальність такої основи.

У міжзоряному просторі, методами, що начебто не викликають сумнівів, виявлені своєрідні пилові хмари, які містять заморожені гранули, в яких містяться різноманітні органічні сполуки [2]. Їхній склад у міжзоряному газі перевищує 130 різних варіантів молекул [3].

І хоча всі вони перебувають у безводному (принаймні, не краплинорідкому), до того ж ще й у замороженому стані, у них, під дією всіх видів випромінювань, що пронизують космічний простір, відбуваються хімічні реакції [4]. І на чому особливо слід наголосити — загальна кількість такої космічної органіки, за деякими оцінками надзвичайно велика — зазначається величина, що становить 0,1% від всієї (!) маси нашої галактики — Чумацького Шляху [5]. Але навіть якщо залишити такі нерішучі оцінки, то й тоді (за всіма, навіть скромними розрахунками) органічних молекул у Космосі “багато”.

Таким чином, те, що називають “передбіологічною (добіологічною) еволюцією”, проходить значну частину шляху ще до формування планет. А далі комети, міжзоряний пил та інші позапланетні утворення, в яких космічна органіка, поступово урізноманітнюючись, перебуває у вакуумі, до того ж при низькій температурі (завдяки чому добре зберігається), при-

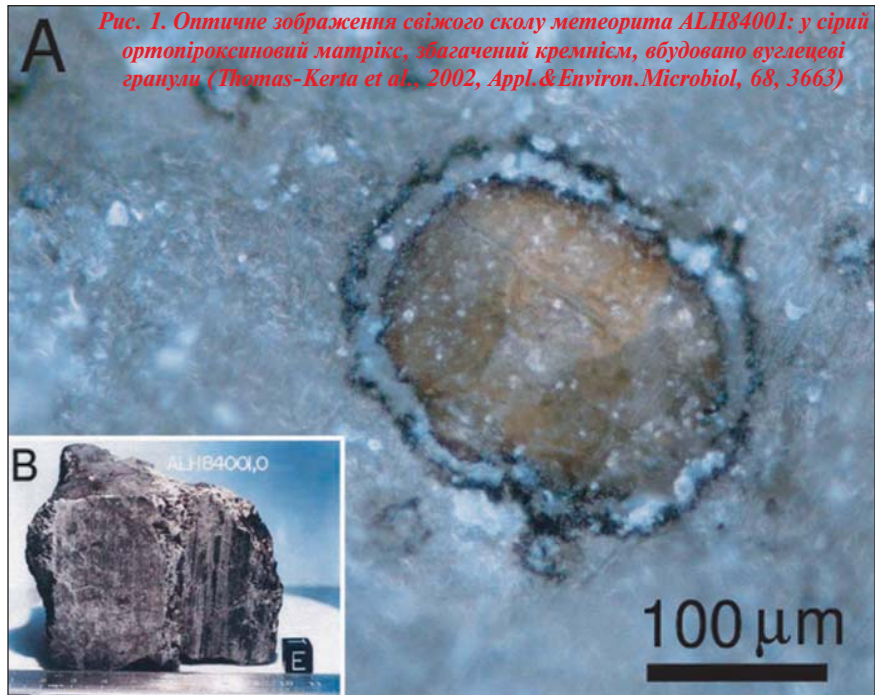


Рис. 1. Оптичне зображення свіжого сколу метеорита ALH84001: у сірій ортопіроксидній матриці, збагаченій кремнієм, вбудовано вуглецеві гранули (Thomas-Kerta et al., 2002, Appl. & Environ. Microbiol, 68, 3663)

носять все це на молоді планети, в якій щойно сконденсувалася краплинорідка вода. І “процес пішов” [6].

Далі йдуть різні екстраполяції — самоорганізація на основі рідкокристалічної моделі [7]; самоускладнення виявлених у вуглистих хондритах амфільних речовин, здатних на межі розподілу повітря-вода утворювати везикули, оточені мембраною [8]; більш досконале “самозародження” у вигляді знайдених у вуглецевих метеоритах трубчастих і сферичних утворень, оточених двошаровою мембраною [9] тощо. Деякі з них справді схожі на “скам’янілі” клітини (мал. 1).

Це один варіант, відповідно до якого все й усюди має загальну основу, що наперед визначає подальшу еволюцію (звичайно, з поправкою на “місцеві умови”) — створення й розвиток життя на основі вуглецю і його сполук.

Згідно з іншим варіантом можливої добіологічної еволюції в Космосі, все це є так, проте лише (і тільки) на рівні безпосередніх спостережень, що вказують на розмаїтість дрібних органічних молекул, без права на подальшу екстраполяцію на можливість виникнення із всієї цієї міжзоряної хаотичної органіки чогось високоорганізованого, що розуміється нами як “життя”. І аргументи для такого твердження наводяться теж досить серйозні. Постулат про спонтанне утворення нуклеїнових кислот, що самореплікуються, суперечить реальній хімії — будь-які за складністю компоненти нуклеїнових кислот в умовах первісної Землі неминуче будуть гідролізуватися за рахунок різноманітних (і досить численних) хімічних реакцій [10]. Те

саме стосується й інших біополімерів. До цього можна додати, що за рахунок будь-яких випадкових процесів іде рендомізація інформації в нуклеїнових кислотах. І без уже наявного високосконалого механізму протидії рендомізації (захист, відновлення, відтворення на місці ушкоджених ділянок повноцінних у відповідності з неушкодженим еталоном і т.ін.) навіть готова матриця за лічені хвилини перетвориться в джерело спотворень і потенційного руйнівника живого, а за лічені години стане безглуздим шумом [11]. Функціонувати ж генетична інформація може лише в системі свого обслуговування, яке для цього вже мусть існувати в готовому й дуже складному вигляді. І якщо все це порушити (просто добре розтерти), то живе перестане бути живим, хоча всі елементи в ньому є, але “не в тому вигляді”, в якому повинні бути. І таких невідповідностей стосовно постулатів про мимовільне виникнення життя досить багато, що робить ідею панспермії дуже вже привабливою [12].

Ну а далі, як конкретизація панспермії, йдуть припущення про існування бактерій в міжзоряних хмарах [13]. Про те, що міжзоряні пилинки, які розсіюють світло зір, є не мінералами, не частками льоду, а бактеріями [14]. Або ж взагалі різними високоорганізованими живими системами, для висновку про існування яких досить однієї тільки “належної” інтерпретації ІЧ-спектрів космічних тіл [15]. Звідси й виникнення, і схожість, й універсальність усього живого у Всесвіті тощо. Експериментального підтвердження всьому цьому немає, тому сперечатися можна скільки завгодно, для

свого задоволення й абсолютно безрезультатно. Коли немає експериментальних даних, можна казати все, що завгодно, і це неможливо спростувати, тобто просто немає предмета для дискусії, а є бажання поговорити. Нарешті панспермія концептуально нічого не вирішує. Адже у будь-якому випадку, для того, щоб далі переможно прямувати по Всесвіту, життя десь однаково мало спершу з'явитись. Звідкись, якось, внаслідок чогось, але обов'язково “вперше”. В якийсь момент життя не було, потім з'явилося. І тільки після цього можлива вже панспермія.

Спробуємо ж сформулювати загальні, незалежні ні від субстрату, ні від умов, “властивості” чогось, що приймемо за сукупність особливостей, які відповідають поняттю “жит-

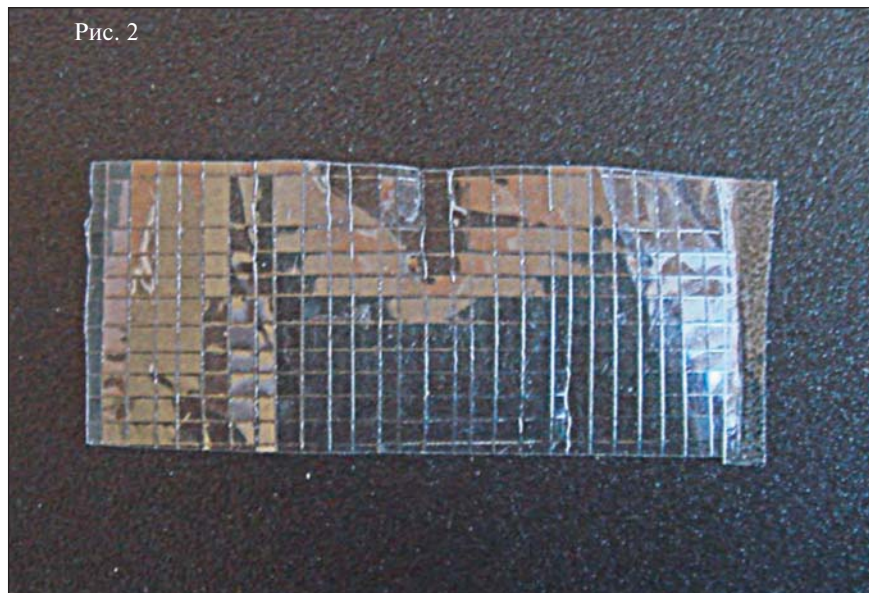


Рис. 2

особини, індивідууми. Друга — певний стан чогось узагальненого, об'єднано-єдиного, дуже образного уявлення *С. Лемом* як “Соляріс”. Для такого єдиного узагальненого мультиплікація зникає, як така, а замість неї залишаються інші “само-”. Деякі спроби утворити подобу “Соляріса” у земного життя теж є. Це — *колоніальні організми*. Але тут — тільки подібність та й та дуже вже обмежена.

Але в будь-якому разі, при будь-яких розмірах і варіантах, наслідком будь-якого “само-” є якийсь просторове розмежування “живого” від усього іншого. Незалежно від того, чи живе є субстратним, енергетичним або якимось іншим, воно існує у вигляді “чогось”, на якихось носіях, у вигляді якихось процесів, станів тощо. Якщо все це буде розмите в просторі, часі, серед неживого, матеріально й енергетично хаотичного і т. ін., функції “само-” здійснюватися не зможуть.

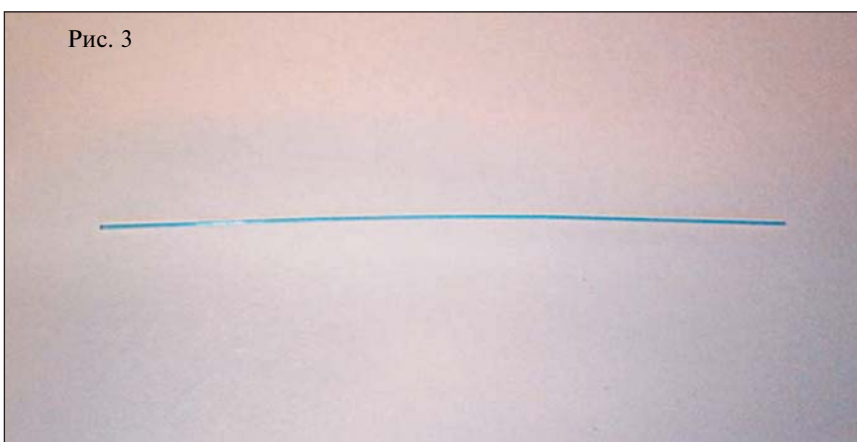


Рис. 3

тя”. І апробуємо таке поняття на єдиному нам відомому прикладі — земного життя (як окремому випадку цього поняття).

За першу таку особливість (при будь-яких варіантах життя) можна прийняти якусь “відтворювану визначеність”. Все у світі змінюється з часом. Процеси (тобто зміни, позначені будь-яким іншим терміном) можуть проходити з будь-якою швидкістю. Але вони йдуть завжди, скрізь і у всіх масштабах. Будуть відбуватися вони й у живому. Але життя має підтримувати себе в якихось рамках (діапазоні змін). Яких завгодно — але однаково в якихось межах. І, як наслідок “рамок”, життя, для своєї самопідтримки, повинно забезпечувати створення (інакше не буде підтримки) собі (живому, в його будь-якій конкретній формі) подібного із собі неподібного (зовнішнього стосовно до живого, різноманітного, змінного оточення).

Із усього цього (найбільш загального) випливає, що живе повинно володіти фундаментальною здатністю — “само-”: самопідтримкою, самозбереженням, самовідтворенням собі подібного із собі неподібного тощо. Далі,

як похідні “само-”, виникають дві принципи можливості існування живого. Перша — це мультиплікація (те, що найчастіше ототожнюють із терміном “розмноження”). Для цієї можливості характерними є будь-які відособленості, те, що для Земного життя прийнято інтерпретувати як



Рис. 4

Не зможуть тому, що функції — це система взаємозалежних, взаємозумовлених та інших “взаємо-” процесів. При їх рознесенні, починаючи з якоїсь відстані, губиться “взаємо-”. А без “взаємо-” система розпадеться на окремі ізольовані, швидко (без підживлення іншими реакціями, циклами, ланцюгами й іншими “само-” і “взаємо-”) загасаючі процеси. Таким чином, живе повинно мати якісь граничні розміри й форми (нехай змінні, але теж не “взагалі”, а в якихось межах).

го відрізка часу, який поки неможливо оцінити навіть приблизно.

Пояснюється така умова тим, що навіть для нашого земного зразка необхідно вводити додаткові поняття — життя як явище й прояв життя. Не вдаючись у деталі, це можна пояснити на прикладах. У стані повного анабіозу, природного (деякі ракоподібні, насіння рослин, багато мікроорганізмів тощо) або штучного (при температурі рідкого азоту або ще нижче), живе, що перебуває в такому стані, залишається живим як явище. І це при

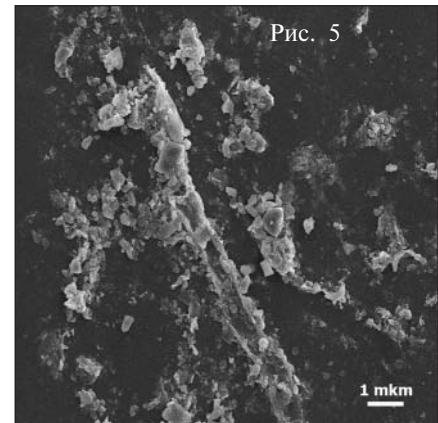


Рис. 5

жити завдання хоча б формулюванням уявного. Або, що на першому етапі є абсолютно необхідним, окремим, але життєво важливим випадком — проблемою безпеки, тобто аналізом того, що і як слід шукати з позиції можливості певного життя функціонувати, мультиплікуватись, реалізуватись й т.ін. на Землі. Де завгодно — у жерлі вулкана, у трубі хімокombінату, в Антарктиді, Маріанській заглибині, стратосфері, пір'ї страуса, усередині баобаба, в людині чи деінде, тобто де завгодно “у нас”. Хоча частіше відзначають важливість ідентифікації того, що може викликати захворювання в людині [17]. Але для глобальної безпеки, таке обмежене є абсолютно неприйнятним. Тому “для початку” ще більше звужимо завдання, до можливості індикації позаземних форм життя близьких, подібних, аналогічних тощо до Земних. При такому звуженні першою аналогією стають відомі живі форми нашої планети. Який їхній діапазон існування — як проявів життя й життя як явища?

Великі форми життя, за загальноприйнятими уявленнями, у межах Сонячної системи (окрім Землі) неможливі (такий висновок роблять виходячи з умов на планетах і їхніх супутниках з екстраполяцією на них земного життя), а якщо б такі раптом виявилися, то зареєструвати їх не склало б труднощів (теж на основі земної екстраполяції). Тому всю увагу надають мікроскопічним об'єктам. У Земних умовах діапазон їхнього активного існування (проявів життя) простягається від -20°C у мікронішах краплинорідкої води серед льоду Арктики й Антарктики [18, 19] до $+140^{\circ}\text{C}$ (іноді називають і більші цифри) у морських глибинах, де тиск навіть при таких температурах утримує воду в рідкому стані, у районах виходу гарячого матеріалу з надр Землі (так звані “чорні курці”).

Що ж стосується активного життя за фоном різних компонентів навколишнього середовища, то ні випромі-

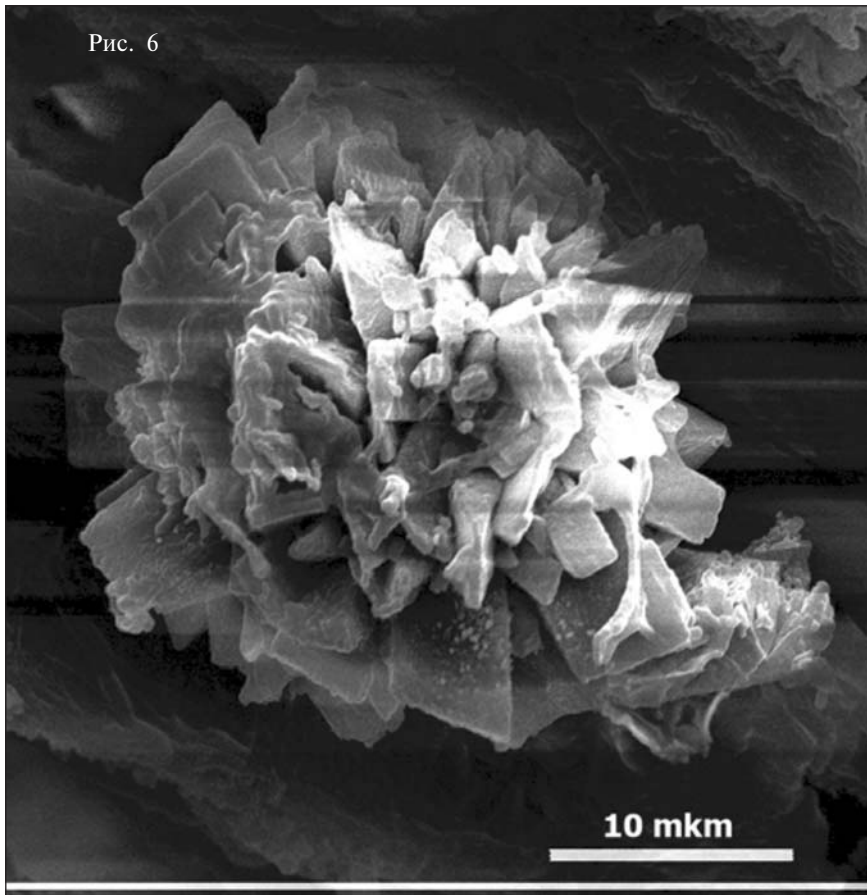


Рис. 6

А для того, щоб все це відбулось, воно, саме це живе, повинно взаємодіяти із зовнішнім (відносно живого) оточенням. Адже навіть якщо уявити повністю замкнутий цикл “само-” усередині якогось об'єму, що становить “живе”, то навіть у цьому випадку неминуча деградація енергії в тепло (при будь-яких внутрішніх процесах) призведе або до зникнення “внутрішнього” (повне “самопоїдання”) або до його взаємодії із “зовнішнім”. Із найзагальніших вимог цим, мабуть, усе й обмежується. Далі йдуть уже похідні та деталі — життя на основі вуглецю (а ще конкретніше — білково-нуклеїнове), на основі кремнію, якихось “само-” суто енергетичних процесів тощо. Але це — за обов'язкової умови — все перераховане має відбуватися не “миттєво”, а протягом досить велико-

тому, що в такому стані абсолютно ніяких “ознак життя”, тобто проявів — немає. Але всі наші звичайні уявлення про життя пов'язані з його проявами. Скільки часу можуть перебувати різні (позаземні) форми життя в стані, який ми розуміємо як анабіоз — неможливо навіть уявити. Максимальним часом “неруйнівного” анабіозу земного життя, про який дискутують на підставі експериментальних знахідок, вважають 250 млн. років [16].

Мабуть, єдиним фундаментальним органічним у такому аналізі є те, що **для анабіозу життя спочатку має виникнути як явище**. Інакше в анабіоз не буде чому переходити. Це і є умова — “не миттєвості”, тобто спочатку треба виникнути. Але, виникнувши — воно може дати будь-які варіанти свого прояву. І тут варто зупинитися й обме-

нювання в десятки тисяч рентген, ні тисячі атмосфер тиску, ні важкі метали, ні органічні сполуки будь-якої “хімії”, ні низькі, ні високі рН, ні підвищений, ні нульовий вміст кисню, ні присутність отруйних (для тварин і рослин) газів, ні відсутність органічних джерел харчування й т.ін. не є перешкодою для широкого чи вузького кола спеціалізованих форм мікроорганізмів вести активну діяльність.

Якщо ж взяти за основу аналізу розміри живих об’єктів, то тут є обмеження, і вони досить чіткі. Мінімальною самодостатньою для існування одиницею життя (у його Земному виконанні) є клітина. При всій своїй просто-таки надзвичайній розмаїтості за формами, функціями, умовами існування й т.ін., клітина завжди має обов’язковий, мінімальний, абсолютно необхідний набір складників, щоб залишатись “життям”.

Ця інформація про всі складники клітини записана у вигляді *послідовностей основ ДНК*. Це *білокосинтезувальний молекулярний механізм у вигляді рибосом*. Це *енергопродукувальний апарат*. Це *набір макромолекул, що обслуговують і об’єднують інформацію у єдиний структурно-функціональний комплекс, білокосинтезуючий і енергопродукувальний апарати* (полімерази, що обслуговують ДНК; аміноцилсинтази, що обслуговують синтез білка на рибосомах, молекулах сигнальних шляхів тощо). І, нарешті, це *мембрана*, яка обмежує, яка відокремлює вміст від зовнішнього світу й, одночасно забезпечує необхідний контакт із зовнішнім світом. І якщо немає хоч одного з цих складників — “немає життя”.

При найсуворішій, просто такі абсолютній економії, все одно досягається мінімальний можливий розмір. Клітини таких мінімальних розмірів навіть одержали назву наноклітини (нанобактерії). Ї у таких розмірах вони досить широко представлені в природі [20]. За абсолютно мінімальні межі розмірів визначають круглі утворення діаметром 0,2 мкм і об’ємом не менше $-0,0042 \text{ мкм}^3$ [21]. І, мабуть, універсальною вимогою для реалізації прояву мікробіального Земного життя вважається наявність вільної (краплинної) води навколо клітин. Хоча б небагато, хоча б і в мікронішах, хоча б лише навколо клітин, але обов’язково вільної. Без неї життя вважають неможливими. “Суху” взаємодію, “сухий” обмін речовин поки що не уявляють. Це взагалі-то виглядає досить дивним. Але про це нижче. Що ж стосується життя як явища, то в ана-

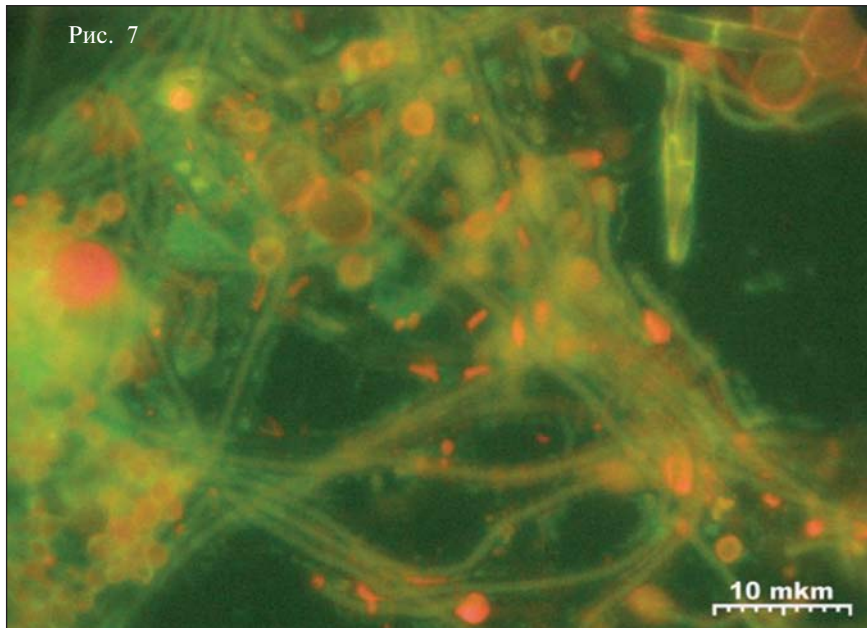


Рис. 7

біозі (тобто без проявів життя) воно може існувати дуже довго, залежно від умов. Наприклад, у замороженому стані при температурах -200°C і нижче, захищеним від світла, проникної радіації, надпотужних магнітних полів і інших руйнівників — цілком можливо й тисячі років, а можливо й мільйони або навіть мільярди. Експериментально цього ніхто не перевіряв. А все, що в таких умовах перевіряли, “не мало терміну давності” [22].

Така ситуація із Земним життям, загальноприйнятими уявленнями про нього й експериментальними даними.

Оскільки вище було запропоновано обговорити проблеми позаземного життя (у звуженому варіанті) стосовно можливості її розвитку в Земних умовах (хоч якихось, хоч найбільш крайніх, але справді таких, що реально існують), розглянемо найправдоподібніші ситуації. Але перед цим слід ще раз зазначити, що можливість розвитку позаземного життя в Земних умовах, своєю обов’язковою передумовою повинна мати його виникнення десь у Сонячній системі й існування (спочатку в активній формі й тільки потім уже — після свого виникнення як явища, аналогічного до того, що ми розуміємо як анабіоз) на момент спуску на відповідному небесному тілі “нашого” апарата багаторазового використання.

Почнемо з “першого міркування” — універсальність життя на основі вуглецю й можливості занесення “первинного” життя “із хвоста комети”, її ядра, з міжзоряним пилом і т.ін. При здавалося б усій невизначеності відповіді, вона, насправді абсолютно проста й однозначна. Життя на Землі існує майже 4 млрд. років. За цей час на неї з космосу потрапили незлічені

мільярди тонн і міжзоряного пилу, і хвостів, і ядер комет. За наявними мінімальними оцінками сьогодні на Землю щодня випадає 40000 тонн космічного матеріалу [18]. Навіть якщо вважати, що так було завжди (а раніше, виходячи з космологічних уявлень про формування Сонячної системи з газопилової хмари, повинно було випадати і ще більше), то за ~ 4 млрд. років (час існування життя на Землі) це становитиме $1,6 \times 10^{14}$ тонн! Значна частина їх досягала поверхні планети без переходу в розпечений стан.

І все, що могло потрапити, усе, що могло бути в міжзоряному матеріалі, в її пилу, хвостах і ядрах комет — потрапляло багаторазово, безупинно й масово на всіх етапах еволюції тривалістю чотири мільярди років (і навіть до неї). Тому, “проникнувши”, воно або давно вже прижилося й стало “своїм”, або не є небезпечним, або “не приживається” (яким би “живим” не було), або взагалі не існує. Вивчати його, звичайно ж, треба. І запобіжних заходів у розумних межах про всяк випадок вживати також потрібно. Але боятися не слід. Інша річ — чужа планета.

Ситуація буде зовсім іншою, якщо спочатку така потенційна (наприклад, після першого самозародження, через розум з його цікавістю або як завгодно інакше) панспермія розвинулася колись на якійсь планеті, розмножилася, проеволюціонувала, розбіглася по Всесвіту (або його частині), впала в анабіоз і чекає своєї години, щоб потрапити ще кудись. Тоді потрібно оцінити умови подібні, наближені, чи такі, що перетинаються із земними на небесних тілах Сонячної системи й екстраполювати їх на Землю. Над цим

власне і працює сучасна екзобіологія. Тут, якщо граничні умови чужої планети й Землі перетинаються, стикаються або хоча б близько розміщуються, з'являються два варіанти, дві можливості. Перша пов'язана з наявністю на "іншій" планеті краплинної води (хоч іноді, хоч десь, хоч колись). А "там" життя — за зразком Земного уже колись організувалося й функціонує (але тільки в "своїх" умовах). Або такі умови існували давніше (мільйони, сотні мільйонів і т.д. років тому). Аналог Земного життя виник у схожих на земні умови, а потім упав в анабіоз

пах свого розвитку. І в організмі молі краплинної води, як такої, практично немає. Рідина є. Але водою її назвати не можна. Це густий розчин макромолекул і не дуже великих амфотерів, які розміщені (і пересуваються скоротливою системою) у щільних між клітинами й капілярною мережею судин діаметром від тисячних до десятих часток міліметра.

По суті вода принципово необхідна для земного життя тільки у вигляді мономолекулярного шару або декількох шарів навколо макромолекул (що надає їм необхідну просторову струк-

(здрібненому) вигляді — перетерте "мандибулами" хутро, у випадку молі. Його переробка контактна. Мембрани клітин ліпідні (не винятково, у них є й білки, і вуглеводневі компоненти, але в переважно — ліпіди). Контакт із твердим матеріалом вони забезпечать не гірше за воду, а для гідрофобних продуктів навіть краще. І викид відходів теж іде через тверді продукти.

Другий складник обміну речовин відбувається через газову фазу. На це чомусь не звертають уваги, але ж усі наземні тварини та рослини значну частину свого метаболізму здійснюють через газову фазу. Це і дихання, і фотосинтез, і значні маси органіки, які "видихаються" і навіть вода (через газову фазу) — газоподібна вода і випари води у вигляді мікрочапель. *І за сутністю процесу, і за складом, і за механізмом утворення, і за функціональним навантаженням — це газоподібний метаболізм, у ньому беруть участь газоподібні метаболіти, метаболізм газів через газову фазу.*

І такий обмін речовин відбувається в обидва боки — щось поглинається з атмосфери, щось в атмосферу виділяється. Таке відбувається абсолютно реально й масово і з Земним життям. А вже далі (поки що лише абстрактно-теоретично) можуть іти "позаземні" варіанти. Мембрана може бути не ліпідна, а, скажімо, вуглеводнева. Газова фаза може складатися "із будь-чого". Та й температурні обмеження при таких варіантах можуть дуже розширюватися в обидва боки. І зароджуючись навіть із загального джерела (самостійно організовуючись із космічної органіки або за рахунок панспермії), йдучи за еволюцією планети, життя може змінюватися радикально.

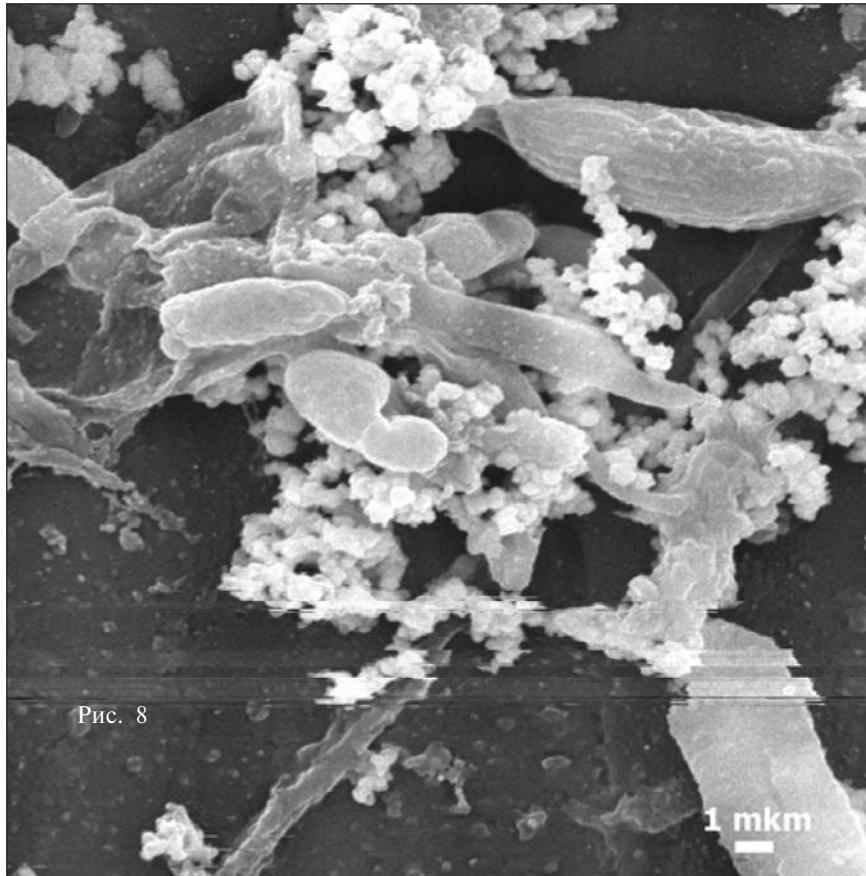


Рис. 8

і з нетерпінням чекає, коли його перевезуть на космічному апараті туди, де він зможе знову перейти в активний стан. Наприклад, на Землю.

Друга можливість пов'язана з імовірністю існування життя, як у звичному нам Земному білково-нуклеїновому варіанті, так і на будь-якій іншій субстратній основі, при відсутності краплинної (вільної) води. Її відсутності як у навколишньому середовищі так і в самих живих об'єктах. Як це не дивно звучить, але з такими об'єктами навіть і не мікроскопічних розмірів ми стикаємось постійно. Дуже гарним тому прикладом є міль, яка успішно поїдає хутряні, вовняні, а тепер уже й синтетичні предмети нашого побуту. Міль живе в сухих (і навіть дуже сухих) умовах, без контакту із краплинною водою на всіх ета-

туру) і як хімічна речовина в хімічних (ферментативних і не ферментних) реакціях. Решта води, у всій краплинній формі, для живого — це еволюційні надмірності блакитної планети [23]. А як необхідну для біологічних реакцій речовину, воду, жива істота одержує при окисленні інших, теж абсолютно сухих речовин (як це й робить міль). Там, де краплинної води немає, обходяться без неї. Звичайно не всі, а тільки спеціалізовані форми. Але вони абсолютно "наші" — білково-нуклеїнові.

Постає "цікаве запитання": а як же тоді відбувається обмін речовин? Цілком успішно і також "безводно". Принаймні без участі краплинної води й дуже по-різному.

Отримання ззовні того, що є харчуванням, відбувається у твердому

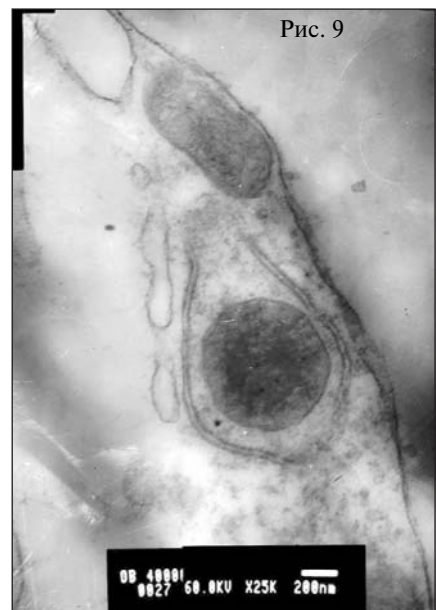


Рис. 9

Це одна можливість еволюції не за образом і подобою Земної.

Друга можливість пов'язана з тим, що не можна взагалі вважати життя на білково-нуклеїновій основі винятковим. Тут можна спекулювати як зазвичай. Але фактом залишається те, що можуть бути створені (і реально існують) небілкові (і не нуклеїнові, а типу рибозимів) каталізатори, що не поступаються ні за селективністю, ні за ступенем прискорення відповідних реакцій, звичайним ферментам білкової породи. Наприклад, реакція між циклопентадиеном і акрилонітрилом прискорюється циклодекстрином на кілька порядків порівняно з класичними каталізаторами й забезпечує високу специфічність в утворенні кінцевого продукту тощо [24]. Таких прикладів накопичилось уже чимало. І припущення про можливість існування позаземного життя на іншій основі теж уже обґрунтовується шоразд впевненіше [25].

Фактично, процеси, які відбуваються в об'єктах Земного життя, є в основному електрохімічними. Та й із приводу форми не можна все зводити

до аналогів білково-нуклеїнових. Це можуть бути й подоби кристалів (за зовнішнім виглядом). Тому ще раз повторимо — як не дивно це звучить, але такі системи (якщо, звичайно, вони реально існують) у вигляді альтернативних (які не взаємодіють) до білково-нуклеїнового життя, можуть існувати і на Землі. Особливо, якщо темпи їхньої мультиплікації повільні. Їх ніколи не шукали, ніколи їхнє існування не допускали, ніколи навіть таку можливість не обговорювали. Цілком імовірно, що нічого іншого окрім уніфікованої біосфери на Землі й не існує. Але, з іншого боку, кращий спосіб не знайти — це не шукати. Поки що тільки він, цей кращий спосіб “не знайти” і реалізується. У зв'язку з розробкою технологій пошуку позаземного життя на інших планетах ці технології спочатку випробують і перевіряють на Землі. Те саме треба зробити й із цілісним методом вивчення мікроценозів. До того ж, сам метод простий, доступний, а витрати для усього комплексу першого рівня досліджень (закладка, забір, транспортне пакування й т.ін.) невеликі. Стосовно

перевантажень, вібрацій, перепадів температур тощо, їхні обмеження мінімальні.

За своєю масою такі пристрої вагають навіть у наборі — менше 1г. За габаритами — це складе всього кілька кубічних сантиметрів уже в упаковці. Конструкція для бортового транспортування й фіксації після виймання із субстрату складе приблизно 100-200 г. Робота з такою системою — це не більше ніж додаткова програма для бортового робота, що у будь-якому разі буде присутній на посадковому модулі для забезпечення виконання багатьох фізичних, хімічних та інших аналізів.

Тобто практично — все це абсолютно реально здійсненне, нове в плані ідеї, може бути повністю перевірене, апробоване й випробуване на Землі. І, що особливо важливо, має “подвійне застосування”, тому що дасть нові знання нашому, Земному життю, тому що стануть доступними для вивчення ті 99,9-99,99% компонентів мікроценозів, які дотепер були недоступні й невивчені.

Література

1. *Javaux E.J.*, Extreme life on Earth — past, present and possibly beyond. *Res. Microbiol.*, 157:37-48
2. *Irvine W. M., Hjalmanson A.*, 1984: The chemical composition of interstellar molecular clouds. *Orig. Life* 14: 15-23
3. *Hhaddeus P.*, 2006: The prebiotic molecules observed in the interstellar gas. *Philos. Trans. R. Soc. Sci.* 361 (1474): 1681-1687
4. *Greenberg J. M.*, 1984: An astrophysical and biochemical approach to the problem of bacterial interstellar grains. *Observatory*, 104: 134-135
5. *Greenberg J. M.*, 1984: Chemical evolution in space. *Orig. Life*, 14: 25-36
6. *Gutierrez-Lombardo R., Lugowski W.*, 1991: Protobiologia versus el principio de uniformidad de la naturaleza. *Uroboros*, 1: 135-153
7. *Wolken J. J.*, 1984: Self-organizing molecular systems. *Mol. Evol. And protobiol.*: 137-162
8. *Deamer D.W., Harang E.A., Seleznev S.A.*, 1989: Amphiphilic components of carbonaceous meteorites: origins of membrane structure. *Origin Life and Evol. Bios.*, 19:291-292
9. *Pflug H.D.*, 1984: Microvesicles in meteorites, a model of prebiotic evolution. *Naturwissenschaften*, 71: 531-533
10. *Shapiro R.*, 1984: The improbability of prebiotic nucleus acid synthesis. *Orig. Life*, 14: 565-570
11. *Кордюм В.А.*, 2003: Наша “шагрєневая кожа” — это наша проблема. Нам её и решать. *Биополимери і клітина*, 19: 113-132
12. *Cerbrat S.*, 1989: Genetic proofs that life is extraterrestrial. *Origin Life and Evol. Bios.*, 19: 486-487
13. *Hovle F.*, 1984: Comets. *Observatory*, 104: 132-133
14. *Whittet D.C.B.*, 1984: Bacteria in space? *Phys. Bull.*, 35: 96-97
15. *Whittet D.C.B.*, 1984: Life from space: two peaks don't make a microbe. 1983. *New Sci.*, 100: 556
16. *Knight J.*, 2001: The immortals. *New Sci.*, 170: 36-39
17. *Warmflash D., Larios-Sanz M, Jones J., Fox G. E., McKay D. S.*, 2007: Bio-hazard potential of putative martian organisms during missions to Mars. *Aviat. Space Environ. Med.*, 78: 79-88
18. *Iron R.*, 2000: The science of astrobiology takes place. *Science*, 288: 603, 605
19. *Junge K., Staley J.T., Deming J.W., Swanson B.*, 2004: Bacterially mediated ice formation: Implication for cloud formation and life in frozen environments. *Int. J. Astrobiol.*: 67
20. *Вайнштейн М.Б., Кудряшова Е.Б.*, 2000: О нанобактериях. *Микробиология*, 69: 163-174
21. *Velimirov B.*, 2001: Nanobacteria, ultramicrobacteria and starvation forms: A search for the smallest metabolizing bacterium. *Microb. And Environ.*, 16: 67-77
22. *Gest H., Mandelstam J.*, 1987: Longevity of microorganisms in natural environments. *Microbiol. Sci.*, 4: 61-71
23. *Кордюм В.А.*, 2005: Наша “шагрєневая кожа” - это наша проблема. Нам её и решать. 6. Возврат долга. *Биополимери і клітина*, 21: 485-514
24. *Breslow R.*, 1983: Artificial enzymes. *Chem. Brit*, 19: 126, 128, 130-131
25. *Schulze-Makuch D., Irwin L.N.*, 2006: The prospect of alien life in exotic forms on other worlds. *Naturwissenschaften*, 93: 155-172
26. *Bulkley D.H.*, 1992: An electromagnetic theory of life. *Med. Hypotheses*, 38: 305-310
27. *Scalo J., Kaltenecker L., Segura A., Fridlund M., Ribas I., Kulkov Y.N., Grenfell J.L., Rauer H., Odert P., Leitzinger M., Selsis F., Khodachenko M.L., Eiroa C, Kasting M, Lammer H.*, 2007: M stars as targets for terrestrial exoplanet searches and biosignature detection. *Astrobiology*, 7: 85-166
28. *Amann R. I., Ludwig W., Schleifer K.-H.*, 1995: Phylogenetic identification and in situ detection of individual microbial cells without cultivation. *Microbiological Reviews*, 59: 143-169
29. *Steffan R. J., Goksoyr J., Bej A. K., Atlas R.M.*, 1988: Recovery of DNA from soil and sediments. *Appl. And Environ. Microbiol.*, 54: 2908-2915
30. *Kaplan R.W.*, 1985: On the numbers of external, extinct and possible species of organisms. *Biol. Zbl*, 104: 647-653
31. *Кордюм В. А., Мошинец Е. В., Цапєнко М. В., Адамчук-Чалає Н. И., Иродов Д.М., Андриєнко В.И.* Микроорганизмы ризосферы — полный мониторинг. В печати.
32. *Кордюм В.А., Мошинец Е.В., Адамчук-Чалає Н.И., Андриєнко В.И., Иродов Д.М.* Архитектура микроценозов — мир неведомого. В печати.
33. *Никитин Д.И., Васильева Л.В., Лохмачева Р.А.* Новые редкие формы почвенных микроорганизмов. М., Наука, 1966, 70с.
34. *Fernandez L.A.*, 2005: Exploring prokaryotic diversity: There are other molecular words. *Mol. Microbiol.*, 55: 5-15