

Powstanie życia na Ziemi

18 lipca 2018

Nasi pradziadowie żyjący wieki temu powszechnie wierzyli w samorództwo – samorzutne powstawanie myszy, much czy bakterii z brudu. Choć brzmi to niewiarygodnie, do dziś istnieją ludzie, którzy taką wiarę kultywują. Tymczasem już w XVII wieku Francesco Redi pokazał doświadczalnie, że w gnijącym mięsie nie załęgną się same z siebie robaki, mogą one jedynie wykluć się z jaj złożonych tam przez muchy. 200 lat później Ludwik Pasteur udowodnił, że nawet najprostsze żywe organizmy – bakterie – nie powstaną z materii nieorganicznej, a wyłącznie z innych bakterii.

Liczne eksperymenty udowodniły więc w sposób niezbity, że żywe powstać może wyłącznie z żywego. Jednak na świecie nic nie jest wieczne, i życie też musi mieć jakiś swój początek. Zagadnienie biogenezy, czyli pochodzenia życia, jest tematem tyleż fascynującym, co obszernym, i dlatego tu omówimy tylko na kilka najważniejszych związanych z nim kwestii. Z istniejących wyjaśnień powstania życia opiszemy zaś trzy najbardziej znane.

KREACJONIZM

Codzienna obserwacja świata uczy nas oddzielać to, co żywe, od tego, co nieżywe, i choć kryteria tego podziału nie zawsze są dostatecznie jasne, wydaje nam się, że między życiem a jego brakiem istnieje przepaść, której nie sposób zasypać. Nie sposób się przy tym oprzeć pewnemu spostrzeżeniu. Otóż jest rzeczą absolutnie zdumiewającą i jednocześnie paradoksalną, że w wyznaczaniu ostrej granicy między życiem a jego brakiem przez całe wieki zupełnie nie przeszkadzała wiara w samorództwo. Pokazuje to dobitnie, jak bardzo nielogiczne bywa czasem nasze myślenie, i zarazem jak bardzo destrukcyjnie może na nie wpływać naiwny i nieracjonalny światopogląd.

Również w nauce przez długi czas pokutował pogląd, że organizmy żywe dysponują tajemniczą właściwością zdecydowanie odróżniającą je od tzw. materii nieożywionej. Właściwość tę określano różnie, między innymi jako *vis vitalis* – siłę życiową. To właśnie owa tajemnicza siła miała sprawiać, że związki chemiczne budujące żywe organizmy miały powstawać tylko w ich ciałach. To dzięki niej miały być możliwe różne reakcje chemiczne, niemożliwe jakoby do powtórzenia w warunkach laboratoryjnych.

Choć dziś wielu uśmiecha się skrycie, słysząc o koncepcji siły życiowej, jednak w rzeczywistości ta mistyczna właściwość zadomowiła się na dobre w umysłach i manifestuje się w taki czy inny sposób do dnia dzisiejszego. Właśnie dlatego zsyntetyzowanie przez Wöhlera w 1828 roku pierwszego związku organicznego, mocznika, wyłącznie z substancji nieorganicznych i bez pomocy organizmów żywych, uznano za sensację i wydarzenie do tego stopnia przełomowe, że do dziś pisze się o nim jako o kamieniu milowym w rozwoju nauki. Tymczasem jeśli naprawdę odrzucilibyśmy koncepcję nadnaturalnej siły życiowej, dziwne byłoby tylko, gdyby jakiejś substancji organicznej nie dało się wytworzyć pozaustrojowo.

Tak samo nie powinny dziś wzbudzać sensacji doniesienia o odkryciu gdzieś w otchłaniach kosmosu chmur alkoholu etylowego (który najwyraźniej powstał sam, bez udziału drożdży), czy też opisy doświadczeń Stanleya Millera mających dowodzić słuszności hipotezy Oparina, że w atmosferze redukującej (złożonej z wody, metanu lub dwutlenku węgla, amoniaku i wodoru), takiej, jaka być może występowała w pierwszym okresie istnienia Ziemi, powstają związki organiczne, w tym aminokwasy, będące budulcem białek, podstawowego składnika żywych istot.

Nicznym nieuzasadnione, acz głęboko zakorzenione przekonanie o istnieniu tajemniczej siły życiowej skutkuje do dziś jeszcze w jeden sposób. Skoro bowiem różnica między tym, co żywe, a tym, co nie jest żywe, jest tak wielka, pokonanie jej nie było

możliwe tylko dzięki siłom natury. Dlatego też powstanie pierwszych żywych organizmów nie było jakoby możliwe bez ingerencji sił nadnaturalnych. Pogląd taki określany jest mianem kreacjonizmu.

Przekonanie takie opiera się wyłącznie na wierze i jest w istocie elementem religii, a dodatkowo stoi w opozycji do nauki. I choć dziś znajdują się tacy kreacjoniści, którzy religijnym korzeniom ich poglądu próbują przeczyć, to w istocie albo usiłują oni oszukać przeciwników, albo samych siebie. Przecież kreacja (czyli stworzenie) oznacza czynność wykonywaną przez kreatora. Nie ma znaczenia, czy nazwiemy go bogiem, stwórcą, siłą sprawczą czy jeszcze inaczej, bowiem w istocie będzie to wyłącznie kwestią terminologii. W żadnym wypadku nie można natomiast wyobrazić sobie kreacjonizmu bez udziału takiej nadnaturalnej siły. Pogląd, że życie powstało w jednorazowym akcie stworzenia w sposób całkowicie naturalny nie jest już w ogóle kreacjonizmem.

Kreacjonizm nawiązuje bezpośrednio do postawy człowieka pierwotnego, który nie umiając znaleźć wyjaśnienia jakiegoś zjawiska, przypisywał je działaniu niewidocznych i niepoznawalnych duchów. Jest więc w istocie niczym więcej, jak wyrazem indolencji umysłowej jego zwolenników, którzy nie umieją wyobrazić sobie powstania życia w sposób naturalny, i dlatego muszą posiłkować się odwołaniami do sił nadprzyrodzonych.

Doświadczenie uczy, że jakakolwiek dyskusja z kreacjonistami jest bezcelowa (jak każda dyskusja z religijnymi fanatykami), a to dlatego, że nie chcą oni przyjąć do wiadomości żadnego, nawet najoczywistszego argumentu niewspierającego ich punktu widzenia. Sami zaś starają się zwykle narzucić dyskutantom swoje naiwne przekonania bądź to w sposób w sposób agresywny, bądź to z użyciem argumentów mających na celu zdyskredytowanie oponenta, uczynienie z niego bezbożnika, zdemoralizowanego wiarołomcy, niemal przestępcy, a do tego osoby, która została wykształcona jednostronnie (np. w duchu szkodliwej ideologii),

albo po prostu kogoś, kto nie został w ogóle właściwie wykształcony (czyli krótko mówiąc jest nieoświecony). Odrzucenie konieczności założenia o ingerencji siły wyższej traktują oni przy tym często w ogólności jako zamach na religię, a w szczególności jako obrazę ich uczuć religijnych. Interesujące jest też, że to kreacjoniści zwykle pierwsi dążą do sporów i kłótni, najwyraźniej próbując „nawracać” oponentów. Mało to, próbując się uwiarygodnić, cynicznie posługując się określeniem „kreacjonizm naukowy”, które jest w istocie przykładem oksymoronu.

Obiektywnie rzecz biorąc, spór kreacjonistów z racjonalistami polega na odpowiedzi na pytanie, czy do wytłumaczenia świata konieczne jest odwoływanie się do sił nadnaturalnych, czy też można zaufać rozumowi i obyć się bez takich odwołań. W istocie chodzi więc o spór między naiwną wiarą a naukowym obrazem świata (który nie musi, wbrew przekonaniu kreacjonistów, wiary wykluczać, byle tylko nie była to wiara naiwna). Jeśli ktoś odrzuca podejście oparte na logice i rozumowaniu, i szuka objaśnień w działaniu bytów nie z tego świata, nie będzie on też przestrzegać zasad naukowego sporu. I właśnie dlatego szkoda tracić czas na jałowe dysputy z taką osobą.

PANSPERMIA

Hipoteza panspermii jest kolejnym podejściem do problemu pochodzenia życia, które odrzuca tezę o jego powstaniu na Ziemi. Mianowicie jej zwolennicy głoszą, że życie na naszą planetę przybyło w gotowej postaci z kosmosu. Są to często ludzie (w tym wybitni w swoich dziedzinach naukowcy), którzy nie umieją wyobrazić sobie, w jaki sposób mogłoby dojść do powstania życia tu na naszej planecie, a do tego w stosunkowo krótkim czasie. Posługują się przy tym często różnymi wyliczeniami, które są oparte na całkowicie nieprawdziwych założeniach, na przykład takim, że do powstania życia konieczne było powstanie gotowej cząsteczki białka o ściśle określonej budowie, poprzez przypadkowe połączenie się ze sobą aminokwasów w określonej kolejności.

Nie będziemy tu tłumaczyć, dlaczego te spektakularne dla laika wyliczenia nie mają żadnego sensu, zwrócimy natomiast uwagę, że hipoteza panspermii w rzeczywistości w ogóle nie odnosi się do problemu pochodzenia życia i nie przybliża rozwiązania tego problemu. Jeśli bowiem nawet przyjmiemy, że przybyło ono z zewnątrz, pozostaje przecież pytanie, skąd się tam wzięło. Twierdzenie, że uformowało się w przestrzeni międzyplanetarnej, jest niewyobrażalnie trudniejsze do udowodnienia od przyjęcia, że rozwinęło się na Ziemi. Pozostają zatem dwie możliwości, jeśli oczywiście zaakceptujemy pogląd zwolenników panspermii i jeśli odrzucimy całkowicie fantastyczne i absurdalne twierdzenie, że życie istnieje wiecznie, tak samo jak cały kosmos. Pierwsza możliwość jest taka, że przybyłe na Ziemię życie powstało w sposób cudowny, w wyniku aktu stworzenia. Druga zaś możliwość to jego rozwój na innej planecie w sposób naturalny.

Zwolennicy panspermii mogą unikać pytań o źródło życia, ale w ten sposób w istocie nie udzielają żadnej odpowiedzi. Ci zaś, którzy nie unikają takiego wyzwania, muszą opowiedzieć się albo po stronie kreacjonistów (i wówczas wyrzucają swoje przekonania poza obszar poznania naukowego), albo po stronie racjonalistów. W tym ostatnim przypadku powinni wskazać, jakie warunki powinny ich zdaniem panować na planecie będącej źródłem życia, by mogło się ono tam rozwinąć, a poza tym wykazać, że warunki takie nie mogły panować na Ziemi 4 miliardy lat temu.

Takich prób chyba dotąd nie podejmowano, w związku z tym trudno w ogóle hipotezę panspermii brać pod uwagę przy próbach rozwiązywania zagadki pochodzenia życia. Jeśli bowiem postąpimy w zgodzie z nowoczesnym, racjonalnym światopoglądem i uznamy, że życie powstało w sposób naturalny, bez ingerencji sił nadprzyrodzonych, wówczas naszym zadaniem będzie wyjaśnienie okoliczności i mechanizmów tego procesu. W istocie sprawą drugorzędną będzie odpowiedź na pytanie, czy stało się to na Ziemi, czy też może gdzieś indziej.

Wydaje się jednak, że dziś nie ma żadnych podstaw, by zakładać, że Ziemia nie była kolebką życia, nie ma zatem potrzeby przyjmować, że życie przybyło na naszą planetę z kosmosu. Nie można udowodnić, że życie przybyło na Ziemię z zewnątrz, nie można także udowodnić, że nie mogło powstać tu na miejscu (podczas gdy mogło tam gdzieś w kosmosie). Nie przesądza to oczywiście o prawdziwości czy też fałszywości hipotezy panspermii, jeśli rozumieć ją jako przekonanie o zdolności życia do prodróży międzyplanetarnych. Równie dobrze można jednak wówczas twierdzić, że to Ziemia jest źródłem załączków życia wędrujących przez kosmos i kolonizujących inne planety. Lepiej jednak pozostawić bez dalszej analizy to zagadnienie, będące póki co tylko domeną fantastyki.

POWSTANIE ŻYCIA NA ZIEMI

Jeśli życie nie zostało stworzone na Ziemi w cudownym, mistycznym akcie wymagającym założenia o istnieniu sił nadprzyrodzonych i ich ingerencji w naturę, i jeśli nie przybyło ono z niewiadomego źródła, musiało powstać na naszej planecie. Ten dość logiczny i racjonalny wniosek torował sobie przez całe wieki drogę do zaistnienia w nauce.

Skoro bowiem udowodniono, że samorództwo to pogląd naiwny i niemożliwy do zaakceptowania, i że życie nie powstaje z materii nieożywionej, wydawało się logiczne, że nie mogło także powstać z substancji nieorganicznych w przeszłości. Niektórzy do dziś posługują się takim właśnie rozumowaniem, zapominając, że tkwi w nim błąd nieuprawnionego uogólnienia, stanowiący zresztą prawdziwą zmołę w historii nauki, duszącą jej rozwój.

Co bowiem tak naprawdę oznacza odrzucenie idei samorództwa? Dokładnie to, że w ciągu minut, godzin czy nawet dni z brudnego siana nie powstaną myszy, z rosy nie wylęgną się mszyce, z mięsa nie wyjdą muchy, ani nawet w odizolowanej pożywce nie pojawią się bakterie. Nie ma jednak najmniejszych podstaw, by rozumowanie to przenosić na czas znacznie dłuższy,

warunki, które dziś na Ziemi nie występują, i na organizmy prostsze niż najprostsze dziś znane nauce. Innymi słowy, z faktu, że z brudu nie lęgną się myszy nie wynika, że z pierwotnego bulionu nie mogły powstać organizmy prostsze od bakterii.

Aby zrozumieć problem biogenezy, czyli powstania życia na Ziemi, trzeba więc cofnąć się w czasie o 4 miliardy lat do początków ery archaicznej, gdyż właśnie wtedy miał miejsce ten proces. Zapoczątkowało go ochłodzenie powierzchni od niedawna istniejącej planety do poziomu umożliwiającego istnienie wody w postaci ciekłej. Była w istocie jedna z wielu katastrof w historii Ziemi, ale o tym mowa [w innym artykule](#).

Ciekła woda pierwszych ziemskich oceanów zaczęła niszczyć skały, atakując je z wielką energią, powodowaną przez burzliwy klimat i potężne pływy spowodowane bliskością niedawno powstałego Księżyca. W praooceanie rozpuszczały się liczne związki chemiczne zawarte w ziemskiej skorupie, ale też i gazy składające się na ziemską atmosferę. Woda ziemskich oceanów wzbogaciła się w związki organiczne i zamieniła się w roztwór, który Aleksander Oparin nazwał w 1923 roku bulionem pierwotnym. W nim właśnie po niezbyt długim czasie powstały pierwsze żywe organizmy.

Wiadomo powszechnie, że rozmaite procesy chemiczne zachodzą w naturze samorzutnie, bez ingerencji żywych organizmów. Dzieje się tak zarówno na Ziemi, jak i zapewne na każdej innej planecie. Można wręcz powiedzieć, że cały kosmos żyje swoim szczególnym, chemicznym życiem. W wyniku zachodzących naturalnie i powszechnie procesów powstają nowe substancje chemiczne. W szczególnych warunkach panujących u zarania ery archaicznej substancjami tymi były między innymi związki, które dziś znamy jako składniki żywych komórek.

Według Oparina pierwszym etapem biogenezy była tzw. ewolucja chemiczna – powstawanie i gromadzenie się różnych związków organicznych. Drugim etapem miało być wytwarzanie kropli

białkowych – koacerwatów. Ważnym krokiem w rozwoju życia było zamknięcie we wspólnej kropli białek i kwasów nukleinowych. Tego rodzaju struktury określa się jako protobionty. Mimo braku skomplikowanego metabolizmu, protobionty wykazują już pewne cechy istot żywych: są zdolne do podziałów, pewnych form metabolizmu i wybiórczości, a także utrzymywania stałości środowiska wewnętrznego. Oparin określił proces tworzenia koacerwatów i protobiontów jako ewolucję molekularną. Na trzecim etapie miały powstać właściwe żywe organizmy, zdolne do autoreplikacji dzięki informacji genetycznej zawartej w ich kwasach nukleinowych. Dziś, po latach, do modelu tego można dorzucić kilka ważkich uwag.

A zatem, warto zauważyć, że nieznane są dokładnie warunki panujące u zarania ery archaicznej. Trwają dyskusje, czy ziemska atmosfera zawierała wówczas metan, czy może jednak dwutlenek węgla. Doświadczenia wykazały, że dla syntezy związków organicznych nie ma to większego znaczenia. Problemem jest natomiast domniemana zawartość amoniaku. Znacznie bardziej prawdopodobne jest występowanie azotu w postaci niezwiązanej (tj. takiej, jak i obecnie) – ale to z kolei powodowałoby, że reakcje prowadzące do wytworzenia związków organicznych zachodziłyby trudniej, i tylko w bardzo szczególnych warunkach. Podnosi się też, że w najstarszych skałach brak większych ilości związków azotu, z czego wyciąga się wniosek, że ilość tych związków w praocenie także nie mogła być wielka. W obliczu takich problemów właściwe jest jednak poszukiwanie rozwiązań, a nie twierdzenie, że biogeneza nie mogła zajść. Za mało wiemy o ówczesnym świecie, by twierdzić, że zachodził na nim taki proces, a nie zachodził inny. Nie można zwłaszcza wykluczyć, że w pewnych szczególnych środowiskach możliwe było zarówno powstawanie organicznych związków zawierających azot, jak i ich gromadzenie w dostatecznie dużym stężeniu.

Uważa się także, że dziś biogeneza nie zachodzi samorzutnie, między innymi dlatego, że warunki naturalne są zupełnie inne

niż 4 miliardy lat temu. Jednym z głównych składników atmosfery jest tlen, substancja bardzo aktywna chemicznie, łatwo wchodząca w reakcje, które niszczą potencjalnie tworzące się związki organiczne. Nie łatwo więc o warunki, w których takie związki powstawałyby samorzutnie, a tym bardziej nie ma warunków, by zgromadziły się w jakimś zbiorniku wodnym w takim stężeniu, by kolejne procesy zaczęły zachodzić z zauważalną szybkością. Poza tym Ziemia jest dziś skolonizowana przez żywe organizmy, które wszelkie nowo powstałe zaczątki życia potraktowałyby po prostu jako pokarm. Tymczasem postulowana ewolucja chemiczna i molekularna wymagały jednak czasu, być może nawet milionów lat (choć nie jest wykluczone, że pierwsze żywe organizmy wyłoniły się bardzo szybko). Związki organiczne musiałyby się spokojnie gromadzić przez dłuższy czas, i nie mogłaby im w tym przeszkadzać żadna żarłoczna bakteria. Na dzisiejszej Ziemi nie występują miejsca, które zapewniałyby takie właśnie warunki. To, że dziś nie powstają z niczego nowe żywe organizmy nie może być więc dowodem na to, że w przeszłości taki właśnie proces nie zaszedł.

Co ciekawe, od pewnego czasu znamy jednak przesłanki, które kazałyby wstrzymać się z ostatecznym wykluczeniem możliwości istnienia dziś przynajmniej niektórych etapów biogenezy. Opisywane są mianowicie różne struktury podobne do żywych organizmów, ale za małe, by mogły to być rzeczywiste drobnoustroje. O ile najmniejsze organizmy (bakterie z rodzajów *Mycoplasma* i *Pelagibacter* oraz archeany z rodzaju *Nanoarchaeum*) mogą osiągać wielkość zaledwie 300-400 nm (niektóre źródła podają, że średnica kulistej *Mycoplasma* wynosi tylko 100 nm), o tyle opisywane już od lat 80. ubiegłego wieku [ultramikrobakterie](#) mogą być jeszcze mniejsze. Mimo rozlicznych badań niewiele wiadomo o tych organizmach. Część (właściwe ultramikrobakterie) może być uśpionymi formami zwykłych bakterii, inne, opisywane jako [nanobakterie](#) (o wielkości 20-500 nm), mogą nie być w ogóle żywymi organizmami, ale [strukturami](#) tworzonymi w czasie wytrącania się węglanu wapnia (dlatego też nazywa się je nanocząsteczkami

kalcyfikacyjnymi, tj. powodującymi zwapnienie). Opinia taka oparta jest przede wszystkim na fakcie, że choć mogą [wywoływać choroby](#), nie znaleziono w nich śladów DNA. Podobnej wielkości nitkowate twory, nazwane [nanobami](#) (najmniejsze też o wielkości około 20 nm) zdają się jednak DNA posiadać. Zakłada się, że reprodukują się one inaczej niż dotąd znane organizmy. Niektórzy posuwają się dalej, i [twierdzą](#), że nanoby (a może i nanobakterie) są przykładami naturalnie występujących dziś protobiontów. Jeśli to prawda, biogeneza mogła wcale nie skończyć się po uformowaniu pierwszych żywych organizmów.

Dziś istniejące ekosystemy opierają się zazwyczaj na grupie organizmów określanych mianem producentów, które potrafią wytwarzać materię organiczną z prostych składników nieorganicznych. Taki sposób odżywiania się to samożywność. Jednak samożywność taka jak dziś istniejąca wymaga tak skomplikowanych rozwiązań biochemicznych, że na pewno nie była możliwa na pierwszym etapie istnienia życia na Ziemi. Mówiąc w uproszczeniu, pierwsze żywe komórki musiały żywić się materią organiczną, która ciągle tworzyła się abiotycznie, bez ich udziału. Być może jakieś elementy tego procesu zachodzą nadal także i dziś w środowiskach ekstremalnych.

A skoro w ówczesnych warunkach, przy odpowiednim składzie atmosfery i oceanu, były możliwe procesy, które dziś zachodzą tylko w żywych organizmach, nie trzeba postulować, że pierwsze żywe organizmy od razu musiały charakteryzować się wszystkimi właściwościami dzisiejszych organizmów. Życie manifestuje się przemianą materii (i energii) – można spierać się, czy procesy te są równoważne (tj. czy życie oznacza to samo, co metabolizm), jednak nikt rozsądny nie powie, że jest możliwe życie bez przemiany materii. Zatem pierwotne życie było w tym sensie egzotyczne, że przynajmniej część procesów, które dziś obejmujemy nazwą metabolizmu, zachodziła pozaustrojowo, w wodach oceanu, lub jak kto woli, w pierwotnym bulionie. Pierwsze organizmy ograniczały swoje „życie” tylko do pewnych, wybranych procesów – inne procesy odbywały się poza ich ciałem

(czyli poza wnętrzem protobiontów). Ich rozwój polegał zaś na tym, by coraz więcej procesów chemicznych poddawać kontroli i zamykać we wnętrzu organizmów żywych.

W pewnym uproszczeniu można by rzec, że początkowo na Ziemi zachodziło niewiele reakcji chemicznych, tak samo jak niewiele zachodzi ich dziś na Księżycu czy na Wenus. Z czasem koncentracja różnych związków w ziemskim oceanie osiągnęła poziom pierwotnego bulionu, zwiększyła się też intensywność i różnorodność reakcji chemicznych na skalę wykraczającą poza kosmiczną przeciętną. Ziemski ocean zaczął żyć... przynajmniej w jakimś sensie tego słowa. Na użytek czysto praktyczny określimy jego stan jako protożycie. Właściwości niektórych związków organicznych, w tym białek, sprawiały jednak, że zaczęły powstawać pierwsze załączki późniejszych żywych komórek – koacerwaty. Część reakcji łatwiej i szybciej zachodziła w ich obrębie – zaczęła z wolna następować indywidualizacja owego protożycia. I choć protokomórki zaczęły z wolna uzyskiwać cechy znanych nam dziś istot żywych, ocean wypełniony był wciąż pierwotnym bulionem i wciąż zachodziła w nim abiotyczna synteza związków organicznych.

Co więcej, we wnętrzach pierwotnych komórek zamykane były nie tylko te reakcje, które dziś uważamy za typowe dla żywych ustrojów. Pierwotne życie mogło być o wiele bardziej różnorodne. Pozostałości tego stanu rzeczy znajdziemy jeszcze i dziś, badając bakterie i archeany (archeobakterie) zdolne do przeprowadzania bardzo nietypowych, wręcz egzotycznych reakcji chemicznych (jak wykorzystywanie siarkowodoru do produkcji związków organicznych zamiast wody). Zatem wnioskować możemy, że we wnętrzu pierwszych żywych komórek zamknięte zostały różne procesy, także te, które dziś określamy jako geologiczne.

Dzisiejsze organizmy żywe cechuje wykorzystywanie tylko L-aminokwasów i D-sacharydów, ustalone funkcje RNA i DNA, wspólny dla wszystkich organizmów kod genetyczny (z dopuszczalnymi nieznacznymi modyfikacjami). Jak się wydaje,

wszystkie te cechy są wynikiem standaryzacji, która nastąpiła wśród pierwotnej różnorodności panującej w świecie koacerwatów i protobiontów. Pytanie, dlaczego utrwalił się akurat taki, a nie inny stan rzeczy, pozostaje otwarte. Może wynika to z właściwości związków chemicznych, może zaś jest tylko kwestią przypadku. Spośród wielu istniejących na wczesnym etapie rozwiązań przetrwały tylko te zawarte w jednym, konkretnym organizmie zwanym LUCA (last universal common ancestor, ostatni uniwersalny wspólny przodek). W każdym razie możemy sądzić, że wyeliminowanie potencjalnych innych rozwiązań musiało dokonać się na bardzo wczesnym etapie... chyba że badania ultramikrobakterii odsłonią przed nami świat alternatywny, żywy, a jednak inny od wszystkiego, co dotąd poznaliśmy.

Poznanie złożoności biochemicznych podstaw życia postawiło przed nami pytanie, jak tak skomplikowany system mógł w ogóle powstać. Przecież kiedyś musiałby być prostszy, a mimo to wciąż funkcjonalny. Dlaczego dziś nie znajdujemy takich prostszych rozwiązań? Różni szarlatani wykorzystywali (i wciąż wykorzystują) tę zagadkę, by „udowodniać” konieczność ingerencji siły wyższej przy powstaniu życia. Są tacy, co dają im wiarę – zupełnie podobnie jak starożytni, nie umiejąc znaleźć objaśnienia dla zjawiska wyładowania atmosferycznego, przyjmowali wyjaśnienie, że pioruny są objawem gniewu bogów. Jednak każdy, kto chce zasłużyć na miano intelektualisty, musi wyzwolić się od pokusy takiego mistycznego myślenia, i zamiast skłaniać swe myśli ku siłom pozaziemskim, powinien raczej szukać objaśnień naturalnych.

Ostatnie lata pokazują, że objaśnienia takie istnieją, i rozwiewają z wolna wszystkie wątpliwości i zastrzeżenia, jakie zgłosili (i zgłaszają) sceptycy i krytycy koncepcji biogenezy. Dzisiejsze żywe organizmy posługują się bardzo złożonym mechanizmem odbudowy własnego ciała, w którym kluczowym elementem jest synteza białek. Nie odbywa się ona bezładnie, przeciwnie, istnieje ścisły plan, informacja o budowie każdego

z rodzajów peptydów występujących czy to jako enzymy, czy też jako substancje budulcowe. Informacja ta przechowywana jest w kwasach nukleinowych, RNA i DNA. Przy produkcji nowych cząsteczek białka zaangażowane są jednak nie tylko owe kwasy, konieczna jest też obecność różnych enzymów, dodatkowych rodzajów kwasów nukleinowych potrzebnych dla dostarczania budulca (czyli aminokwasów), a także struktur zbudowanych z białka i kwasów nukleinowych, zwanych rybosomami, stanowiących coś w rodzaju placu budowy. Czy można wyobrazić sobie istnienie syntezy białek bez całego tego niezwykle skomplikowanego systemu?

Okazuje się, że tak. Tworzenie nowych cząsteczek kwasów nukleinowych wymaga na ogół obecności białkowych enzymów, ale same kwasy, a zwłaszcza RNA, kwas rybonukleinowy, też posiadać mogą właściwości biokatalityczne. Warto w tym miejscu przypomnieć, że działanie wszelkich katalizatorów, także enzymów, polega jedynie na przyśpieszaniu reakcji, które zachodzą i bez katalizatora (choć często wówczas wielokrotnie wolniej). Nie będzie zatem błędem, jeśli założymy, że w pierwotnym bulionie mogły zachodzić wszystkie reakcje, które dziś zachodzą tylko w żywych organizmach. Powstawanie koacerwatów i protobiontów o coraz bardziej złożonym składzie przyczyniało się jedynie do przyśpieszania tych reakcji.

Połączenie RNA i białka było niesłychanie brzemienne w skutkach, a protobionty uzyskały nowe, dotąd nieznanne możliwości. Jak wspomniano, już nawet same cząsteczki RNA mogą katalizować różne przemiany chemiczne, podobnie jak robią to enzymy, ale też mogą wymuszać na otoczeniu powstawanie kopii samych siebie. Takie w pewnym sensie przynajmniej autokatalityczne cząsteczki RNA określa się mianem wiroidów. Choć korzystają one z aparatu powielania, którym dysponują komórki organizmów żywych, udaje im się w jakiś sposób przełamać istniejące zabezpieczenia, wniknąć do wnętrza komórek, a także zmusić je do zaniechania dotychczasowej produkcji i do zajęcia się produkcją nowych wiroidów. I

najbardziej niezwykle jest to, że wszystkie te niezwykle właściwości nie wymagają jakichś skomplikowanych mechanizmów biochemicznych, bo przecież mają je pojedyncze cząsteczki!

O tym, że cząsteczki chemiczne mogą same indukować powstawanie nowych kopii samych siebie, niech świadczy także przykład znanych od 1982 roku prionów. Są to białka o niezwykle właściwościach: gdy dostaną się do organizmu, sprawiają, że inne białka, które się w nim znajdują, zamieniają się w kopie prionów. Dla organizmu kończy się to często tragicznie – priony wywołują różne choroby, takie jak choroba Creutzfeldta-Jakoba i jej wariant zwany pod nazwą choroby szalonych krów. W każdym razie priony pokazują dobitnie, że cząsteczki niektórych białek zdolne są nie tyle do namnażania, ile do zmian innych cząsteczek tak, by stały się one identyczne jak te, które indukują przemianę.

Zgodnie z zaprezentowanym tu w wielkim skrócie streszczeniem, koncepcja Oparina jest w zasadniczych rysach słuszna, choć wymaga uzupełnień. Życie przechodziło stopniowo od stanu „żyjącego” oceanu poprzez stan koacerwatu i protobionta do stanu, który węgierski biochemik Tibor Gánti nazwał [chemotonem](#). Zgodnie z jego rozważaniami chemoton był już pierwszym żywym organizmem, choć znacznie prostszym od dziś znanych komórek.

Najprostszy żywy układ powinien mieć pięć cech:

– musi być inherentną całością (jego własności nie można otrzymać z dodawania cech cząstkowych, nie można go też podzielić tak, by każda z części miała cechy całości),

– zachodzi w nim przemiana materii (z otoczenia dostaje się do niego materia i energia, jest wewnątrz przekształcana tak, że powoduje to przyrost materiałów budulcowych, a produkty uboczne wydalone są na zewnątrz),

– musi być inherentnie stabilny (to znaczy musi utrzymywać stałość struktury i funkcji mimo zachodzących ciągle procesów,

a także – w pewnym zakresie – mimo zmienności warunków, w jakich działa; przejawem inherentnej stabilności jest często homeostaza, ale pojęcia te nie są tożsame),

– musi przechowywać i przetwarzać informacje użyteczne (w znanych nam organizmach żywych zadanie to spełniają kwasy nukleinowe wraz z całym aparatem transkrypcji i translacji),

– procesy zachodzące wewnątrz układu muszą być regulowane i sterowane (regulacja dotyczy procesów zapewniających istnienie i działanie systemu, i w zasadzie zawiera się już w przemianie materii, która bez regulacji nie jest możliwa, natomiast sterowanie jest konieczne do wzrostu, rozwoju i rozmnażania się).

Dla zapewnienia przetrwania życia nie w skali osobnika, ale większej – populacji, gatunku czy całej biosfery – konieczne jest spełnienie 3 dodatkowych cech żywych układów. Muszą być one mianowicie:

– zdolne do wzrostu i rozmnażania się,

– zdolne do dziedziczenia zmian,

– śmiertelne.

Ostatnia z tych cech oznacza, że śmierć jednego osobnika zapewnia możliwość ciągłości życia nawet wówczas, gdy materia organiczna przestanie być tworzona na drodze abiotycznej. Dzięki śmierci jednych organizmów możliwe jest życie innych.

Życie przebyło więc długą drogę od protooceanu przez koacerwaty, protobionty, chemotony, by w końcu zamknąć się ostatecznie w strukturach, w których rozpoznalibyśmy już żywe komórki. Choć proces ten nie został do końca wyjaśniony, to jednak znane już dziś właściwości białek i kwasów nukleinowych (takie jak zdolność do katalizy i autokatalizy) uprawdopodobniają go coraz bardziej. Ciągłe też trwają badania, których wyniki, często w niespodziewany sposób,

ukazują bezzasadność kolejnych zastrzeżeń sceptyków i krytyków.

Ostatnio na przykład rozwiązano zagadkę pochodzenia kwasów nukleinowych. Okazuje się bowiem, że w laboratoryjnych doświadczeniach mających symulować warunki panujące w erze archaicznej nie udało się otrzymać ani RNA, ani tym bardziej DNA. Sceptycy już zacierali ręce, że cała hipoteza biogenezy legnie przez to w gruzach, jednak ostatnio wykazano, że choć rzeczywiście bardzo trudno otrzymać kwasy nukleinowe, to jednak istnieją aż dwa sposoby obejścia problemu, oba całkiem wiarygodne. Otóż po pierwsze, RNA jednak powstaje w bezpośredniej syntezie abiotycznej, tyle że w szczególnych warunkach, w obecności związków boru, które przecież są obecne w skorupie ziemskiej, i które z pewnością były obecne i we wczesnym archaiku. Po drugie znacznie łatwiej i bez obecności szczególnych substancji można otrzymać inny, podobny związek, TNA, czyli kwas treonukleinowy, w którym miejsce rybozy zajmuje inny cukier – treoza. Co prawda TNA nie występuje dziś w żywych organizmach, ma jednak niezwykłą zdolność komplementarnego łączenia się w dwuniciowe helisy zarówno z RNA, jak i z DNA. Wielu biochemików widzi w TNA prekursora RNA, który był wykorzystywany przez pierwotne komórki, a później wyparty przez RNA i DNA.

Poznano wystarczająco dużo faktów, by koncepcję biogenezy nie traktować już jako spekulację. Teraz należy oczekiwać jedynie na to, że któregoś dnia uda się udowodnić doświadczalnie, że życie można wytworzyć sztucznie. Jak już wspomniano, udało się już uściślić, czym właściwie najprostszy układ żywy powinien różnić się od układu, którego nie można objąć taką nazwą. Zadanie dla badaczy zostało więc postawione jasno.

Autorstwo: Grzegorz Jagodziński

Źródło: Grzegorz.interiowo.pl