

Martyna Krzykawska

Życiowe problemy – czyli o tym, co dla biologa najważniejsze

Problem definicji życia towarzyszy biologii od jej początku. Można nawet postawić tezę, iż biologia wyodrębniła się jako nauka dopiero wówczas, gdy ktoś zadał pytanie, co to znaczy żyć? Czym człowiek, zając, ryba różni się od kamienia? Kwestia życia znajduje się nie tylko u źródła biologii, ale także wyznacza jej granice badawcze – ponieważ przedmiotem badań biologicznych jest to, co żywe. Brak ściśle naukowej definicji życia powoduje, że to podstawowe dla biologa pojęcie ciągle stanowi otwarty problem. Poszukiwana definicja powinna być spójna, weryfikowalna i powinna ujmować fenomen życia w całej jego złożoności. Niniejsza praca próbuje udzielić odpowiedzi na pytanie, czy przez wszystkie wieki zainteresowania ludzi biologią udało się choć w części odpowiedzieć na pytania o życie oraz, czy kiedykolwiek taką odpowiedź będzie można uzyskać.

Początek początku – czyli geneza problemu

Problem definicji życia i jego początków zaistniał już u starożytnych filozofów (ówczesnych naukowców¹). Warto więc wspomnieć pokrótce genezę tego problemu. Patrząc wstecz, stwierdza się, iż najdłużej utrzymującą się hipotezą, dotyczącą powstawania życia, była ta sformułowana przez Arystotelesa. Panowała ona od IV w. p.n.e. i została definitywnie obalona dopiero w II połowie XIX wieku, przy czym bezkrytycznie była przyjmowana aż do XVII

¹Nazwanie filozofów starożytnych naukowcami zdaje się być uzasadnione w świetle argumentacji przytoczonej przez L. Russo w książce *Zapomniana rewolucja, Universitas, Kraków 2005*.

wieku. Teoria samoródtwa – bo o niej mowa – zakładała powstawanie żywych organizmów z materii nieożywionej. Tak zdefiniowana zdaje się być niezwykle bliska hipotezom współczesnym, jednak Arystoteles rozumiał ją jako umiejętność samorzutnego powstawania organizmów żywych, o wysokim stopniu złożoności, z degradującej się materii organicznej lub wprost z nieorganicznej. Ów pogląd leżał więc u podstaw ludzkiego myślenia, według którego myszy pochodzą ze starych szmat, bądź z brudnego siana. Dopiero wynalezienie mikroskopu i jego udoskonalenie, a w szczególności prace Ludwika Pasteura², francuskiego chemika i prekursora mikrobiologii, położyły kres panowaniu teorii naiwnego samoródtwa.

Początek XX w. zaowocował pierwszą naukową teorią biogenezy. Rosyjski biolog Aleksander I. Oparin założył, że atmosfera, jaka pierwotnie panowała na Ziemi była silnie redukująca. Zaproponował eksperyment, w którym „podstawowe związki organiczne powstawały na drodze ewolucji chemicznej w ziemskich proceanach. Z nich uformowały się ciekłe koacerwaty, których dalsze przemiany doprowadziły do powstania pierwszych komórek”³. Hipoteza ta została pozytywnie zweryfikowana przez doświadczenie S.L. Millera i H.C. Ureya; przeprowadzony eksperyment polegał na poddaniu wyładowaniom elektrycznym mieszaniny pary wodnej (wraz z H₂, CH₄, NH₃) i w jego wyniku otrzymano podstawowe aminokwasy. Efektem tych badań był długo utrzymujący się pogląd, traktujący elementarne cegiełki każdego białka jako elementy, od których zaczęło się życie. Doświadczenia, które zostały przeprowadzone później dowiodły, iż założenie powyższej teorii jest błędne, ponieważ pierwotna atmosfera Ziemi miała charakter bardziej obojętny niż

²L. Pasteur (1822-1895), stał się sławny dzięki odkryciu dwóch krystalicznych form kwasu winowego oraz zaproponowaniu hipotezy enancjomerów; badał proces fermentacji oraz jest wynalazcą sposobu konserwacji żywienia, nazywanego na jego cześć pasteryzacją. Największą sławę przyniosło mu jednakże opracowanie pierwszej szczepionki.

³K. Adamala, S. Pikuła „Hipotetyczna rola autokatalitycznych właściwości kwasów nukleinowych w procesie biogenezy”, *Kosmos*, 53 (2004), 123.

zakładał Oparin. Ponadto, postawienie cząsteczki białka do rangi *pierwszej żywej cząsteczki* wzbudza dziś duże wątpliwości⁴.

Kolejną teorią biogenezy była hipoteza kosmozoidów autorstwa H. Richtera. Jedną z jej odmian jest hipoteza panspermii S. Arrheniusa, która mówiła o dostarczaniu związków organicznych na Ziemię poprzez meteoryty. Warto zauważyć, że hipoteza ta nie tłumaczy, w jaki sposób miałyby zachodzić wzrost złożoności i ewolucja tak dostarczonych substancji (dobór naturalny na naszej planecie jeszcze by nie funkcjonował i nie *sterowałby* utworzeniem związków organicznych).

Inna interesująca hipoteza dotyczyła umiejscowienia procesu powstawania pierwszych komórek w wodnych kraterach wulkanicznych. Jednak żadna z tych hipotez nie została jednoznacznie potwierdzona. Jedyne co dziś można określić to to, które z przyjętych założeń były błędne.

Współczesne trendy – czyli podstawowy podział stanowisk

Poglądy na rozwój życia można podzielić na dwie podstawowe grupy: hipoteza „najpierw replikator” oraz hipoteza „najpierw metabolizm”. Pierwsza z nich jest promowana przez Richarda Dawkinsa, pisze on bowiem:

Pewnego razu całkiem przypadkowo powstała cząsteczka o szczególnych własnościach. Będziemy ją nazywać *replikatorem*. Nie musiała być wcale ze wszystkich największa ani najbardziej skomplikowana, odznaczała się wszakże niezwykłą cechą: mogła tworzyć swoje własne kopie. (...) Replikator jest rodzajem formy lub wzorca. Wyobraź go sobie w postaci dużej cząsteczki – długiego łańcucha złożonego z różnych elementów składowych⁵.

⁴Zagadnienie wymaga odrębnego opracowania, dlatego nie rozwijam go w swojej pracy, zainteresowanych odsyłam do artykułu: P. Pawlica „Biogeneza i ewolucja materiału genetycznego”, 02.03.2007, <<http://bioinfo.mol.uj.edu.pl/articles/Pawlica06>>.

⁵R. Dawkins, *Samolubny gen*, tłum. M. Skoneczny, Prószyński i S-ka, Warszawa 2007, s. 42.

Dawkins porównuje powstawanie pierwszych żywych organizmów do procesu formowania kryształów, z tą różnicą, że owe struktury potrafią się rozdzielić. W tak powstałej populacji replikatorów zachodziłyby podczas kopiowania pomyłki, które byłyby przyczyną różnorodności ich form. Zaś te, u których pomyłki miałyby korzystne skutki, posiadałyby tym samym większe szanse przetrwania w stosunku do pozostałych. Takie spojrzenie umożliwia wprowadzenie pojęcia ewolucji i zastosowania jej do tego rodzaju pierwotnych form życia. Reasumując, lepiej rozpowszechniałyby się te cząstki, które byłyby bardziej trwałe, bardziej *plodne*, a ich replikacja byłaby bardziej dokładna. Powielaniem i rozprzestrzenianiem replikatorów sterowałaby zatem dobór naturalny. W powszechnym rozumieniu tej hipotezy rolę replikatora odgrywa RNA⁶, ale ponieważ żadnych nukleotydów nie udało się uzyskać za pomocą wyładowań elektrycznych, ani też znaleźć ich w meteorytach, porzucono koncepcję „najpierw RNA”. Zaproponowano prostszy replikator, który był obecny przed powstaniem RNA i został całkowicie przez niego wyparty. Przedstawiona hipoteza zdaje się być niezwykle spójna i logiczna, opiera się jednak na bardzo chwiejnym założeniu, że prawdopodobieństwo powstania jednej cząsteczki replikatora w „pierwotnym bulionie”⁷ jest wystarczająco duże. Zwolennicy tej hipotezy powinni zatem wyjaśnić, w jaki sposób mogła powstać tak skomplikowana cząsteczka w momencie, kiedy jeszcze nie istniał mechanizm doboru naturalnego. Bowiem jak pisze R. Shapiro:

obojętna natura teoretycznie powinna łączyć elementy losowo, a więc tworzyć ogromnie zróżnicowaną mieszaninę krótkich łańcuchów [w pierwotnym bulionie], zamiast znacznie dłuższych o jednakowej strukturze, niezbędnej do uzyskania funkcji katalitycznych i replikacji. Prawdopodobieństwo powstania dłuższych

⁶Patrz: P.Pawlica „Biogeneza i ewolucja materiału genetycznego”, *op. cit.*

⁷Pojęcie wprowadzone przez S.L. Millera i H.C. Urey’a w 1953 r. na określenie hipotetycznej mieszaniny prebiotycznej związków organicznych, która dała początek życiu na Ziemi.

łańcuchów jest tak niezwykle małe, że nawet jednorazowy sukces byłby wyjątkowo szczęśliwym trafem⁸.

Drugą z hipotez nazwano „najpierw metabolizm”. Zakłada ona, że odrębne od środowiska przedziały zawierają mieszaninę związków mogących wejść w cykle reakcji, które to cykle z czasem stają się bardziej złożone i „zmuszają” układ do rozpoczęcia procesu przechowywania informacji w polimerach. Nie analizuje się w tym przypadku pojęcia replikatora, lecz układy małych cząsteczek, które stwarzają lokalne zwiększenie uporządkowania za pomocą cykli reakcji chemicznych, napędzanych przepływem energii. By jednak móc mówić o takich układach muszą zostać pokonane poniżej omówione bariery.

Po pierwsze, konieczna jest bariera fizyczna, która oddzielałaby to, co posiadałoby własność życia od środowiska zewnętrznego. Takie ograniczenie zapewniałoby możliwość obniżenia entropii w wydzielonym układzie (zwiększenie uporządkowania)⁹, co byłoby związane ze wzrostem nieuporządkowania w przestrzeni poza odseparowaną strukturą. W dzisiejszym świecie organizmów żywych elementarną barierą oddzielającą organizm od środowiska jest błona lipidowa (i jej różne modyfikacje). Jest to jednak forma wysoce uporządkowana, o złożonej strukturze i jej spontaniczne powstanie jest praktycznie nieprawdopodobne. Zatem pierwotna bariera, aby mogła być prawdopodobna dla istniejących wówczas warunków, musi zakładać pewną *naturalność*, czyli powinna być możliwa do łatwego uformowania z istniejących związków nieorganicznych. Godna uwagi wydaje się więc hipoteza, iż takimi strukturami oddzielającymi były błony na siarczkach żelaza.

Po drugie, ponieważ tylko procesy zwiększające entropię przebiegają samorzutnie, proces organizacji w układzie będzie wyma-

⁸R. Shapiro, „Prostsze początki życia”, *Świat Nauki*, 7 (2007), 43-44.

⁹*Entropy* – funkcja stanu określająca, w jakim kierunku mogą zachodzić procesy w układzie izolowanym. W układzie izolowanym procesy mogą zachodzić samorzutnie tylko w kierunku wzrostu entropii.

gał źródła energii. Najprostszą formą energii, wykorzystywaną dziś przez organizmy, jest różnica w potencjale elektrycznym, w stężeniu jonów (np. H^+), powstała poprzez nagłe zmiany temperatury, lub na skutek różnej radioaktywności – pomiędzy środowiskiem otoczonym błoną a tym poza nią. Do powyższych źródeł energii organizm nie potrzebuje wyodrębnić złożonych struktur komórkowych i możliwa jest ich użyteczność już u najprostszych form żywych.

Kolejnym warunkiem jest sprzężenie uwalniania energii z procesami organizacji, które podtrzymują i tworzą życie. Bez odpowiedniego spożytkowania energii niemożliwym jest bowiem przeprowadzenie pewnych reakcji.

Ponadto musi być także utworzona sieć chemiczna, pozwalająca na adaptację i ewolucję. Taką sieć stanowią cykle biochemiczne, które umożliwiają lepszą kontrolę nad substratami reakcji i zapewniają odpowiedni poziom zorganizowania układu. Powstanie cykli zapewnia także większe możliwości odpowiedzi układu na bodźce zewnętrzne, ponieważ nagromadzenie jednego z substratów nie będzie hamowało całego procesu, lecz umożliwi odnalezienie nowych możliwości przemian.

Po piąte, powstała sieć musi posiadać umiejętność wzrostu i powielania się (jak można zauważyć zdolność replikacji nie stanowi w omawianej hipotezie priorytetu). Aby układ spełnił powyższy warunek, powinien posiadać umiejętność gromadzenia materiału, przy stosunkowo mniejszych stratach; dzięki temu układ nie spala się z powodu wyczerpania dostępnych źródeł energii, ale potrafi wytworzyć energię i spożytkować ją nie tylko na własne cykle, ale i na powielenie własnej struktury. Prawdopodobnie pierwszym mechanizmem replikacji było rozerwanie bariery dużego układu i utworzenie mniejszych, o podobnej zawartości chemicznej. Umiejętność tworzenia kopii jest o tyle istotna, iż „chroni układ przed całkowitym wyginięciem w wyniku lokalnej katastrofy”¹⁰.

¹⁰R. Shapiro, „Prostsze początki życia”, *Świat Nauki*, 7 (2007), s. 46.

Powstałe w ten sposób układy, które pokonały pięć powyższych barier, podlegałyby darwinowskiej ewolucji. Dobór naturalny promowałby bowiem te struktury, które są w stanie tworzyć więcej własnych kopii, których sieć chemiczna byłaby bardziej funkcjonalna, czyli szybciej i wydajniej spełniałaby swoje zadania oraz korzystniej wykorzystywała zgromadzoną energię. Hipoteza „najpierw metabolizm” nie mówi jednak w pierwszej kolejności o mechanizmach dziedziczenia. Nie są one bowiem definiowane w sposób powszechny, lecz rozszerzają pojęcie jednostek przechowujących informację do małych cząstek, które nie stanowią jednocząsteczkowego zbioru informacji tak jak RNA, czy DNA. Omawiana teoria wymaga udowodnienia, że wówczas gdy „Ziemia była młoda”, mogły rozwinąć się sieci reakcji chemicznych, zarówno katalitycznych jak i autokatalitycznych, prowadzących drogą nieliniowych oddziaływań do stanów stabilnych.

Można zauważyć, iż druga hipoteza w sposób spójny tłumaczy mechanizmy sterujące światem żywym, przed zaistnieniem RNA. Nukleotydy mogły zatem powstać w układach w zupełnie innym celu, niż gromadzenie informacji (np. jako magazyny energii chemicznej, tak jak współczesne ATP). Według R. Shapiro „dopiero jakieś przypadkowe zdarzenie lub okoliczności mogą doprowadzić do połączenia nukleotydów w cząsteczkę RNA”¹¹. Należy zwrócić uwagę, że prawdopodobieństwo pokonania wszystkich barier w hipotezie „najpierw metabolizm” jest znacznie większe niż w przypadku niewielu problemów hipotezy „najpierw replikator”.

Dokonanie wyboru pomiędzy zaprezentowanymi powyżej hipotezami można porównać do próby odpowiedzenia na sławne pytanie: „co było pierwsze – jajko czy kura?”. W naszej wersji brzmiałoby ono: „co było pierwsze – metabolizm czy rozmnażanie?”. Sytuacja w której znajdują się biolodzy, nie jest jednak patowa, gdyż dzięki umiejętnie zaplanowanym doświadczeniom istnieje możliwość rozstrzygnięcia o pierwszeństwie którejś z tych funkcji życiowych.

¹¹Shapiro, tamże, s. 47.

Co z tym życiem – czyli różnorodność definicji

Problemy w odnalezieniu początku życia uświadamiają, dlaczego zdefiniowanie życia jest zadaniem niełatwym. Jak z powyższych rozważań wynika, samo powstawanie substancji organicznych nie jest skomplikowane; istotę problemu stanowi to, w jaki sposób doszło do powstania złożoności procesów i ich biologicznego porządku. Należy zauważyć, że gdy podczas eksperymentu *rozbijemy* organizm żywy do prostych substancji, to żywotność organizmu zostaje utracona. Ponadto nie udaje się odtworzyć funkcji układu, mimo posiadania wszystkich elementów jego struktury. Powstaje zatem pytanie, na którym poziomie strukturalnym owa żywotność pozostanie zachowana? Na podstawie doświadczeń wnioskuje się, że utrata życia jest równoważna z utratą struktury, a dokładniej z utratą przyczyny uporządkowania.

Biologia na przestrzeni dziejów wygenerowała kilka definicji życia, które są warte przedstawienia. Otóż do XIX w. życie określane było poprzez analizę cech fizjologicznych. Za istotne uważano zdolność do odżywiania się, przemiany materii, odpowiedzi na bodźce zewnętrzne, wydzielanie, oddychanie, wzrost oraz rozmnażanie. Cechy te, jak dziś wiadomo, mogą być jednak równie dobrze w posiadaniu złożonych układów mechanicznych i nie są dobrymi wyróżnikami życia. Nie oznacza to jednak, iż możemy mówić o życiu w oderwaniu od cech fizjologicznych. Cała trudność, w zbudowaniu definicji życia w oparciu o nie, zdaje się wynikać z dużej ilości wyjątkowych zachowań organizmów i nieostrego zdefiniowania wielu, powszechnie używanych pojęć biologicznych. Samo pojęcie rozmnażania należałoby tak określić, aby odpowiadały mu zarówno ssacze zachowania, jak i replikacja wirusów.

Podjęciem o podobnej skali trudności jest traktowanie życia jako procesu metabolicznego. Układ żywy w tym ujęciu jest definiowany jako system wydzielony przestrzennie, posiadający zdolność utrzymania przez określony czas swojej struktury, ciągle wymieniający swoje składniki z otoczeniem. Jednak taka definicja także

nie jest jednoznaczna, ponieważ może dotyczyć także określonych martwych układów fizykochemicznych.

Kolejnym ważnym aspektem, pod jakim naukowcy i filozofowie próbują zdefiniować życie, jest ujęcie genetyczne. Za najważniejszą funkcję organizmów uważa się tutaj ich zdolność do replikacji tj. samoodtworzenia się. W wyniku tego procesu następuje przekazanie materiału genetycznego, który podlega mutacjom, które to z kolei są podstawą różnorodności organizmów.

Dziś także podejmuje się próby podania definicji tego najważniejszego dla biologii procesu. Jedną z nich wysunął Tadeusz Kłopotowski¹², stwierdzając, iż życie to system organizacji materii, nadający jej zdolność do odtwarzania podmiotów systemu oraz ich mnożenia i doskonalenia. Podjęto także próbę zdefiniowania istot żywych jako systemów, które posiadają zdolność samodzielnego utrzymywania się, reprodukcji i ewoluują dzięki kontaktom ze środowiskiem, w którym każda z tych trzech cech musi występować równocześnie¹³. Można stwierdzić, że takie ujęcie problemu – na dzień dzisiejszy – dosyć precyzyjnie mogłoby odróżniać to, co żywe od tego, co martwe i elektroniczne. Jednak szybki rozwój nauki i techniki np. zaawansowanie programów sztucznej inteligencji i sztucznego życia spowoduje konieczność podania bardziej precyzyjnej definicji życia, która wytyczy granicę między układem elektronicznym a żywym.

Należy zwrócić jeszcze uwagę na jeden nurt, który zwraca się ku biochemicznej istocie życia. Jedna z takich definicji została zaproponowana przez Andre Bracka¹⁴ i brzmi: życie jest chemicznym systemem, zdolnym do wzajemnego powielania się poprzez autokatalizę, a także mogącym popełniać błędy, które stopniowo podnoszą wydajność autokatalizy. Podobnie też ujmuje problem Sidney

¹²Tadeusz Kłopotowski (ur. 2 stycznia 1928, zm. 9 sierpnia 2003), polski biochemik i senator I kadencji.

¹³Według Haboku Nakamura (z Biology Institute, Konan University, Kobe, Japan).

¹⁴Andre Brack - autor pozycji takich jak: *Looking for Life, Searching the Solar System* oraz *Molecular Origins of Life: Assembling Pieces of the Puzzle*.

Fox¹⁵ twierdząc, że formy żywe to ciała złożone z białek, na które składa się jedna lub wiele komórek; komunikują się one ze środowiskiem dzięki przepływowi informacji przez impulsy elektryczne lub substancje chemiczne. Są zdolne do biologicznej ewolucji, metabolizowania, wzrostu i reprodukcji.

Definicje te, w szczególności ta ostatnia, mogą się wydawać trafne. Powinno się jednak zaznaczyć, że podawanie jako kryterium ewolucji biologicznej (w szczególnym rozumieniu jako podleganie doborowi naturalnemu), może stanowić powód wielu nieporozumień. Choćby z powodu uzasadnionych wątpliwości dotyczących człowieka i jego podleganiu prawom ewolucji. Jeśli zostanie udowodnione, że gatunek ludzki nie podlega już doborowi naturalnemu, wówczas przy zastosowaniu „ewolucyjnej” definicji życia i jej podobnych, nie będzie można uznać *Homo sapiens sapiens* za organizm żywy.

Dwa prądy w życiopoglądowym oceanie – czyli problem w ujęciu biologicznym i fizycznym

Jak już wcześniej przedstawiono, we współczesnej biologii panuje wiele użytkowych definicji życia, jednakże żadna z nich nie jest uniwersalna. Sytuacja nie jest jednak bez wyjścia, ponieważ można wydzielić dwa podstawowe nurty, na bazie których definicje te powstają. Różnią się one sposobem patrzenia na fenomen życia. Otóż, fizyk będzie je traktował jako proces opisany funkcjami termodynamicznymi, natomiast biolog będzie skupiał się przede wszystkim na funkcjach organizmów żywych, ich ewolucji i genetycznej różnorodności. Należy zatem bliżej przedstawić te dwa stanowiska.

W ujęciu fizycznym strukturę ożywioną można zdefiniować jako wyodrębnioną część przestrzeni, w której dzięki przepływowi ener-

¹⁵Sidney Walter Fox (ur. 24 marca 1912 w Los Angeles, zm. 10 sierpnia 1998), biochemik.

gii cyklicznie wzrasta uporządkowanie¹⁶. E.Schrödinger¹⁷, znany jako jeden z twórców mechaniki kwantowej, w swojej książce *What is Life?* pisze:

Każdy proces, każde zjawisko, każde zdarzenie, nazwijcie to jak chcecie – krótko mówiąc, wszystko, co się dzieje w przyrodzie, oznacza wzrost entropii w tej części świata, gdzie się to dzieje, także żyjący organizm nieprzerwanie powiększa swoją entropię albo, innymi słowy, produkuje entropię i w ten sposób zbliża się do niebezpiecznego stanu maksymalnej entropii, która oznacza śmierć. Organizm może uniknąć tego stanu, to znaczy może pozostać przy życiu, jeżeli będzie nieustannie pobierać ujemną entropię z otaczającego go środowiska; ta ujemna entropia, jak to zaraz zobaczymy, przedstawia się jako coś bardzo pozytywnego. Ujemna entropia jest tym, czym organizmy się odżywiają. Albo, żeby wyrazić się mniej paradoksalnie, w metabolizmie istotne jest to, żeby organizmowi udało się uwolnić od tej całej entropii, którą w ciągu swojego życia jest zmuszony wyprodukować¹⁸.

Koncepcja ta traktuje organizm żywy jako układ otwarty w stanie metastabilnym, tłumaczy utrzymanie życia w stanie dojrzałym, jednak nie wyjaśnia tego, jak życie powstało, jak się rozwijało i ewoluowało. Wiadomo bowiem, że w stanie embrionalnym szybkość tworzenia entropii jest duża, maleje natomiast w miarę rozwoju tak, aby w wieku dojrzałym osiągnąć stałe minimum¹⁹. Zauważmy jednak, że wcześniej omawiana hipoteza początku życia „najpierw metabolizm” może doskonale współgrać z termody-

¹⁶Encyklopedia Britannica, [w:] *Świat Nauki*, 7 (2007), 44.

¹⁷Erwin Schrödinger (ur. 12 sierpnia 1887, zm. 4 stycznia 1961), wybitny austriacki fizyk, laureat Nagrody Nobla z dziedziny fizyki w roku 1933.

¹⁸E. Schrodinger, *What is Life?*, [w:] *Biofizyka*, F.Jaroszczuk (red.), Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2002, s. 171.

¹⁹Powstający nowy organizm po zapłodnieniu do czasu porodu charakteryzuje się spadkiem entropii, zaczyna ona wzrastać przed jego śmiercią. Stany chorobowe istoty żywej powodują chwilowe wzrosty entropii. Więcej informacji na ten temat oraz wykresy można znaleźć w: *Biofizyka*, F. Jaroszczuk (red.), Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2002, s. 201.

namiczną definicją życia i uzupełnia jej braki. Czy więc możliwe jest zbudowanie jednej spójnej teorii, opartej na tych dwóch hipotezach?

Drugim nurtem w formowaniu definicji życia jest analizowanie jego istoty pod względem wykonywanych funkcji. Mówi się tu o ośmiu własnościach obiektu, który chce się zakwalifikować jako żywy. Są nimi: odżywianie, oddychanie, wzrost i rozwój, samoistny ruch, reagowanie na bodźce, rozmnażanie a także wydalanie. Z powyższych cech wszystkim można przypisać rangę istotności, ale i w tym porządkowaniu nie odnajduje się wśród naukowców jedno-myślności w poglądach. Wydaje się jednak, że najwięcej uczonych przypisuje funkcji rozmnażania (czyli zdolności do replikacji) rolę tej najistotniejszej.

Innym ujęciem tego aspektu jest definicja traktująca życie jako zbiór autonomicznych replikatorów zdolnych do ewolucji. Świadczy o tym utrzymujący się pogląd, że istnienie ewolucji jest wskaźnikiem kwalifikującym organizmy do rangi ożywionych. Takie ujęcie problemu byłoby wystarczające może w XX wieku, jednakże dziś definicja życia ma także za zadanie wyeliminować ze zbioru swoich desygnatów algorytmy komputerowe i obiekty, które chcielibyśmy obdarzyć sztuczną inteligencją. W związku z tym, uściślono tę definicję do formuły: życie to dynamiczne, samoorganizujące się struktury zdolne, do samopowielenia i ewolucji.

Myślę, iż znów możemy powiązać omawianą wcześniej hipotezę powstania życia „najpierw replikator” z biologicznym (funkcjonalnym) nurtem definiowania.

Czy warto podejmować wyzwanie – czyli wnioski końcowe

Powyższe rozważania pokazują, że nauki biologiczne mają problem ze zdefiniowaniem obiektu swoich badań; radzą sobie z tym, tworząc definicje na potrzeby konkretnych dziedzin badawczych. Takie rozwiązanie nie jest jednak zadowalające, ponieważ nie można oddzielać aspektu biochemicznego organizmu od jego socjio-

logicznych zachowań. A ponieważ każda z tych dziedzin w tej samej mierze chce tłumaczyć całą istotę żywego organizmu, więc nie może budować teorii sprzecznych z faktami otrzymanymi przez inną dziedzinę badań. Co się z tym wiąże, dyscypliny biologii muszą mieć jakiś wspólny mianownik, by rzetelnie i prawidłowo mogły wymieniać się obserwacjami. Oznacza to, że muszą posługiwać się takimi samymi pojęciami – a jakie pojęcie może być ważniejsze dla biologa niż *życie*?

Sądzę, że nie należy traktować kwestii definicji życia, jako nierozstrzygalnego problemu; wymaga ona bowiem dalszych badań, a przede wszystkim eksperymentów. Jak pisze R. Shapiro: „Jeśli ogólny paradygmat drobnocząsteczkowego początku życia uda się potwierdzić, zmieniają się nasze oczekiwania co do miejsca życia we Wszechświecie”²⁰. Co więcej, „jeśli to wszystko prawda, życie staje się bardziej prawdopodobne niż przypuszczaliśmy. Nie tylko Wszechświat jest naszym domem, ale dzielimy go z nieznanymi towarzyszami”²¹. Jak widać, potrzeba jednoznacznej definicji wynika nie tylko z tego, iż musimy umieć oddzielić sztuczne życie wygenerowane przez człowieka od tego powstałego z natury, ale także przygotować się na tajemnice Wszechświata. Uważam, iż należy uporządkować bałagan pojęciowy, tak by cecha życia nie była możliwa do przypisania obiektom nieożywionym. Bowiem na chwilę obecną zbiór desygnatów pojęcia obiektu nieożywionego nie stanowi dopełnienia do zbioru pojęciowego istot żywych; zdaje się wręcz, że oba te zbiory pojęć częściowo zachodzą na siebie, przez co tracą na funkcjonalności i jednoznaczności. Wobec wszystkiego, co zostało powyżej powiedziane, sądzę, że odnalezienie przyczyn i mechanizmów, z których życie wzięło swój początek, może pozwolić na weryfikację postawionych hipotez i zbudowanie definicji życia wspólnej dla wszystkich dziedzin biologii.

²⁰R. Shapiro, „Prostsze początki życia”, *Świat Nauki*, 7 (2007), s. 47.

²¹Stuart Kaufman, [w:] R. Shapiro, „Prostsze początki życia”, *Świat Nauki*, 7 (2007), s. 47.

Bibliografia

1. *Biofizyka*, F. Jaroszczyk (red.), Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa 2002.
2. K. Adamala i S. Pikuła „Hipotetyczna rola autokatalitycznych właściwości kwasów nukleinowych w procesie biogenezy”, *Kosmos*, 53 (2004).
3. R. Dawkins, *Samolubny gen*, tłum. M. Skoneczny, Prószyński i S-ka, Warszawa 2007.
4. P. Pawlica „Biogeneza i ewolucja materiału genetycznego”, <<http://bioinfo.mol.uj.edu.pl/articles/Pawlica06>>.
5. „*Świat Nauki*”, 7 (2007).