

# AD ASTRA

Program badań nad astropolityką  
i prawem kosmicznym

Nr 3/2022

# Czym jest życie? Czyli jeśli spotkamy nieznaną formę istnienia w kosmosie, to kiedy nazwiemy ją żywą istotą

DOI: 10.53261/adastra20220303

**prof. dr hab. Grzegorz Węgrzyn**

Katedra Biologii Molekularnej Wydziału Biologii Uniwersytetu Gdańskiego;  
przewodniczący Rady Doskonałości Naukowej  
<https://orcid.org/0000-0003-4042-7466>

Biologia z definicji jest nauką o życiu. Niemniej zastanawiające jest to, że nawet wśród biologów nie ma jednoznacznej zgody w ścisłej odpowiedzi na pytanie: co to jest życie? Patrząc na istoty powszechnie uważane za żywe, jak zwierzęta czy rośliny, nikt nie ma wątpliwości co do stwierdzenia, że one żyją. Już jednak jeśli spojrzymy na dzieło Karola Linneusza (Carl von Linne; Carl Linnaeus), w którym jako pierwszy na świecie podjął się klasyfikacji organizmów, to podzielił on wszystkie żyjące stworzenia na 3 królestwa: zwierzęta, rośliny i minerały<sup>1</sup>. Obecnie minerałów nie zaliczamy do istot żywych, jednak pierwotna klasyfikacji Linneusza wskazuje, że zdefiniowanie żyjącego organizmu nie było i nadal nie jest oczywiste.

Słownik Języka Polskiego PWN definiuje życie jako „stan organizmu polegający na nieprzerwanym ciągu procesów umożliwiających reagowanie na bodźce i zwykle poruszanie się oraz odżywianie, wzrastanie i rozmnażanie”<sup>2</sup>. Czy jednak wszystkie organizmy spełniają tę definicję? Analizując poszczególne cechy, które według powyższej definicji powinny występować u każdej żywej istoty, można znaleźć liczne przykłady organizmów, co do których powszechnie nie ma wątpliwości, że są żywe, ale jednocześnie nie spełniają przynajmniej jednego kryterium zawartego w tej definicji. Analizując kolejno, „reagowanie na bodźce” jest cechą nie ujawniającą się u przetrwalników bakterii<sup>3</sup> oraz u wirusów<sup>4</sup>. O ile niektórzy biologowie mają wątpliwości co do tego czy wirusy należy zaliczać do organizmów żywych (autor tego artykułu nie podziela tych wątpliwości - wirusy są zdolne do namnażania się w komórkach gospodarza, gdzie przeprowadzane są wszystkie procesy biologiczne związane z ich funkcjonowaniem, zatem według autora nie ma żadnych przeszkód aby zaliczyć je do organizmów; podobnie jak niektóre gatunki bakterii, które tak samo jak wirusy nie przejawiają czynności życiowych poza komórkami gospodarza), to nie ma już takich dylematów w przypadku bakterii.

Poruszanie się, to kolejna cecha, która występuje nie u wszystkich organizmów. Przykłady łatwo znaleźć wśród roślin<sup>5</sup> i grzybów<sup>6</sup>, ale także niektóre zwierzęta praktycznie nie wykazują właściwości poruszania się, na przykład gąbki<sup>7</sup>.

Jeśli uznamy, że wirusy zaliczyć należy do organizmów żywych, to nie spełniają one kolejnego kryterium zawartego w dyskutowanej definicji, mianowicie odżywiania się<sup>8</sup>. Jednak brak odżywiania się charakteryzuje także niektóre znacznie bardziej skomplikowane organizmy. Dla przykładu, postaci dorosłe (imago) niektórych gatunków jętek, żyjące w tym stadium zaledwie 1-2 dni, w ogóle się nie odżywiają, mając zarośnięty aparat gębowy i układ pokarmowy<sup>9</sup>. Również wzrastanie, kolejna cecha przypisywana żywym organizmom, nie występuje u postaci dorosłych owadów - po przeobrażeniu dorosłe owady nie rosną, a postaci dorosłe są często mniejsze niż larwy lub poczwarki<sup>10</sup>.

Ostatnia z wymienionych w definicji Słownika Języka Polskiego PWN cecha życia to rozmnażanie się. O ile faktycznie, jest to cecha charakteryzująca większość organizmów, to również w tym przypadku liczne są przykłady odstępstw. Pierwszymi mogą być zwierzęta powstałe w wyniku krzyżówek międzygatunkowych, które są najczęściej bezpłodne, tak jak muł (krzyżówka konia i osła) czy żubroń (krzyżówka żubra i bydła domowego)<sup>11</sup>. Ponadto, do rozmnażania się nie są zdolne robotnice mrówek czy pszczoł<sup>12</sup>. Nikt nie ma jednak wątpliwości, że muł, żubroń czy robotnice mrówek i pszczoł są żywymi organizmami.

Dywagacje nad istotą życia i precyzyjną definicją tego określenia wydają się szczególnie istotne gdy rozważamy możliwość spotkania nieznaną nam formy istnienia w kosmosie. Należy zadać sobie pytanie: kiedy nieznaną nam wcześniej formę istnienia nazwiemy żywą? Zwykle istoty pozaziemskie wyobrażamy sobie jako być może dziwnie wyglądające, ale w rzeczywistości odpowiadające schematom budowy znanych nam organizmów, powszechnie uważanych za żywe. Jednak przecież nie musi tak wcale być. Jakże zatem muszą mieć one cechy abyśmy je nazwali żywymi? Dylematy pojawiają się nawet wtedy, gdy rozpatrujemy najprostsze organizmy, co do których nie mamy wątpliwości, że są żywe, jak choćby jednokomórkowe eukariotyczne (jądrowe) pierwotniaki (protisty), reprezentowane przez powszechnie znane pantofelki czy eugleny<sup>13</sup>. Są to organizmy złożone z jednej komórki, która spełnia wszystkie procesy życiowe. Jednak porównując budowę pantofelki czy eugleny z budową plemnika ludzkiego (również jednej komórki, spełniającej większość kryteriów podawanych w definicjach życia) można spytać czy plemnik też można nazwać żywym organizmem? Intuicyjnie zapewne odpowiemy, że nie, gdyż jest to tylko jedna z komórek organizmu wielokomórkowego, jednakże można mieć problemy z uzasadnieniem takiego twierdzenia gdy staramy się określić formalne wymagania w stosunku do zaliczenia danej formy istnienia do organizmów żywych.

Być może zatem, aby uniknąć niejednoznaczności, definicję życia powinniśmy uprościć, ograniczając ją do jednej wybranej cechy. Biorąc pod uwagę kluczowe dla życia właściwości i wybierając tę, którą spełniają wszystkie żywe istoty, można zaproponować iż taką cechą jest zdolność do rozmnażania się (czyli replikacji), przynajmniej potencjalna i przynajmniej dotycząca części danego organizmu (potencjalna, gdyż na przykład pojedynczy królik nie jest w stanie wydać potomstwa, a mimo to jest niewątpliwie żywy, natomiast do wydania potomstwa potrzebuje partnera odmiennej płci; potencjalna również dlatego, że osobniki bezpłodne też są żywe, ale nie mogą się rozmnażać w wyniku konkretnego defektu, który jeśli zostałby usunięty i dany defektywny organ przybrałby postać i funkcje analogiczne jak u podobnych osobników, to rozmnażanie było by możliwe). Należy się zatem zastanowić jakie formy istnienia spełniają podany warunek. Nie mając wątpliwości względem zwierząt, roślin i grzybów, można równie śmiało stwierdzić, że właściwość tę posiadają także

bakterie i wirusy. Czy posiadają ją także minerały, zaliczone do świata ożywionego przez Linneusza<sup>14</sup>, a obecnie traktowane jako elementy przyrody nieożywionej? Kryształy minerałów mogą co prawda rosnąć, włączając kolejne cząsteczki danego związku chemicznego w swoją strukturę ale jest to raczej wzrost, a nie rozmnażanie się. Zatem minerały należy wykluczyć z tak pojętej definicji życia. Z drugiej strony, powielać się i tworzyć swoje kopie mogą struktury znacznie mniej skomplikowane niż wirusy, mianowicie wiroidy (pasożyty roślin złożone wyłącznie z kwasu rybonukleinowego – RNA)<sup>15</sup> i plazmidy (cząsteczki kwasu deoksyrybonukleinowego - DNA, występujące i replikujące się niezależnie od chromosomów w komórkach mikroorganizmów, głównie bakterii, archeonów i drożdży)<sup>16</sup>. Wiroidy i niektóre plazmidy mogą nie zawierać jakichkolwiek innych genów i sekwencji regulatorowych oprócz tych, które są niezbędne do ich replikacji w komórkach gospodarzy. Zatem definiując życie jako zdolność do rozmnażania się (a ściślej mówiąc tworzenia własnych kopii, bądź identycznych bądź bardzo podobnych do formy wyjściowej) można uznać, że wiroidy i plazmidy są najprostszymi formami życia. Paradoksalnie można by pokusić się o wyznaczenie fizycznej granicy życia jako najmniejszej cząsteczki kwasu nukleinowego zdolnego do replikacji. Faktycznie, najmniejszą znaną sekwencją sygnałową, wyznaczającą i umożliwiającą replikację kwasu nukleinowego jest tak zwany rejon origin replikacji plazmidu ColE2, występującego w komórkach bakterii – pałeczki okrężnicy, który składa się z 32 par nukleotydów<sup>17</sup>. Jednak aby replikować się w tych komórkach, cząsteczka plazmidu musi przyjąć formę kolistą, zaś fizycznie (topologicznie) nie jest możliwe utworzenie kolistej cząsteczki DNA o tak niewielkiej długości.

Czy zatem życie ma fizycznie minimalną wielkość? Zależy to od tego czy uznamy, że życie musi mieć formę materialną. Jeśli dopuścimy w definicji życia również wirtualne formy istnienia, to za żywe moglibyśmy także uznać wirusy komputerowe, które przecież „namnażają się” i rozprzestrzeniają. Z kolei można się zastanowić, czy jeśli roboty zaczęłyby produkować roboty będące ich własnymi kopiami, to można by je nazwać żywymi?

Powyższe wątpliwości można spróbować rozwiązać przyjmując cybernetyczną definicję życia, wprowadzoną przez Korzeniewskiego<sup>18</sup> i dyskutowaną dokładniej wcześniej<sup>19</sup>. Według tej definicji: „Życie (albo żywy organizm) to sieć negatywnych (ujemnych) sprzężeń zwrotnych podporządkowanych nadrzędnemu pozytywnemu (dodatniemu) sprzężeniu zwrotnemu”. Zjawiska negatywnych i pozytywnych sprzężeń zwrotnych faktycznie występują szeroko w organizmach powszechnie uznawanych za żywe, zdecydowanie znacznie częściej niż w przyrodzie nieożywionej<sup>20</sup>. Jednakże cybernetycznej definicji życia nie spełniają osobniki bezpłodne (bez wątplenia jednak żywe), co stanowi jej poważny problem. W związku z tym, zostało wprowadzone przez Korzeniewskiego<sup>21</sup> pojęcie „ewoluonu”, stanowiącego najmniejszą formę istnienia, która spełnia warunki cybernetycznej definicji życia. Według teorii ewoluonu, za żywe należałoby zatem uznać nie pojedyncze osobniki mrówek czy pszczoł robotnic, ale całe kolonie osobników, takie jak mrowiska czy rodziny pszczoły, gdyż tylko one mogą zapewniać rozmnażanie się i utrzymanie stanu równowagi poprzez współdziałanie systemów negatywnych i pozytywnych sprzężeń zwrotnych. Można w tym przypadku posłużyć się analogią, że w organizmie wielokomórkowym za żywą istotę uznajemy nie pojedyncze komórki tylko całego osobnika (złożonego z ogromnej liczby komórek), mimo iż podobne pojedyncze komórki mogą funkcjonować jako organizmy w przypadku jednokomórkowców. Tu jednak pojawia się

pytanie, czy w takim razie pojedynczego człowieka również nie należałoby rozpatrywać jako elementu ewolucji, a nie jako żywy organizm, za który powinniśmy uznać dopiero populację ludzi? Przecież pojedynczy człowiek nie jest w stanie sam się rozmnażać, a obecna specjalizacja funkcji poszczególnych osób sprawia, że dopiero jako społeczeństwa (w których pojedyncze osobniki pełnią wyspecjalizowane role) ludzie potrafią efektywnie funkcjonować.

W powyższych rozważaniach nad definicją życia doszliśmy zatem do dwóch skrajności. Z jednej strony, żywymi organizmami można by nazwać tak niewielkie struktury, złożone wyłącznie z DNA albo RNA, jak plazmidy i wiroidy, a z drugiej strony można by uznać, że organizmem nie jest pojedynczy człowiek, ale dopiero cała populacja ludzi. Proponując zatem wyjście z tej pozornie paradoksalnej rozbieżności autor tego artykułu sugeruje, że nie ma znaczenia czy nazwiemy jakąś formę istnienia żywą istotą czy nie. Kluczowe jest to, aby zrozumieć jakie są mechanizmy jej funkcjonowania. Jeśli bowiem zrozumiemy jak funkcjonują wirusy czy plazmidy oraz na jakich zasadach działają mrowiska, kolonie pszczoł czy społeczności ludzkie, to konieczność zdefiniowania życia jako takiego przestaje być tak naprawdę ważna. Istotne jest więc przede wszystkim poznanie budowy i funkcji danych obiektów przyrodniczych (osobników), zasad i prawidłowości ich działania, a także mechanizmów regulujących procesy składające się na niesamowicie skomplikowane i złożone zjawisko, które potocznie i dla uproszczenia nazywamy życiem.

<sup>1</sup> E. C. Linne, *Systema Naturae 1735* [za:] J. F. Gronovius, I. Lawson (red.), C. Linnaeus, *Systema Naturae 1735*, Nieuwkoop 1964. (przedruk).

<sup>2</sup> Zob.: <https://sjp.pwn.pl/sjp/zycie;2548395.html> [dostęp: 22.02.2022 r.].

<sup>3</sup> J. Baj, *Mikrobiologia*, Warszawa 2018.

<sup>4</sup> A. Goździcka-Józefiak, *Wirusologia*, Warszawa 2019.

<sup>5</sup> A. Szweykowska, J. Szweykowski, *Botanika*, Warszawa 2022.

<sup>6</sup> A. Kurnatowska, P. Kurnatowski, *Mykologia lekarska*, Wrocław 2019.

<sup>7</sup> C. Błaszak, *Zoologia. Bezkręgowce*, Warszawa 2013.

<sup>8</sup> A. Goździcka-Józefiak, op.cit.

<sup>9</sup> C. Błaszak, *Zoologia. Stawonogi*, Warszawa 2022.

<sup>10</sup> Ibidem.

<sup>11</sup> C. Błaszak, *Zoologia. Ssaki*, Warszawa 2020.

<sup>12</sup> C. Błaszak, *Zoologia. Stawonogi*, Warszawa 2022.

<sup>13</sup> A. Czapiński, *Podstawy protozoologii*, Warszawa 1992.

<sup>14</sup> C. Linne, op. cit.

<sup>15</sup> S. Kryczyński, *Wirusologia roślinna*, Warszawa 2010.

<sup>16</sup> M. Włodarczyk, *Co to są plazmidy?*, Postępy Mikrobiologii 2002, nr 51, s. 231-240.

<sup>17</sup> B. Wróbel, *Replikacja plazmidów*, Postępy Mikrobiologii 2002, nr 51, s. 255-272.

<sup>18</sup> B. Korzeniewski, *Cybernetic formulation of the definition of life*, Journal of Theoretical Biology 2001, nr 209, s. 275-286.

<sup>19</sup> G. Węgrzyn, *Życie w ujęciu biologicznym*, Disputatio 2009, nr 7, s. 11-17.

<sup>20</sup> Ibidem.

<sup>21</sup> B. Korzeniewski, op. cit., s. 275-286.

**ABSTRAKT:**

**PL:** Mimo iż biologia jest nauką zajmującą się żywymi organizmami, to nie istnieje jedna, akceptowana przez wszystkich, definicja życia. Wszystkie zaproponowane dotychczas definicje życia proponują kryteria, które nie są spełniane przez niektóre formy istnienia, co do których nie mamy wątpliwości, że powinny być zaliczone do organizmów żywych. Jak zatem można odpowiedzieć na pytanie – kiedy potencjalną, nieznaną nam wcześniej, spotkaną w kosmosie formę istnienia nazwiemy organizmem żywym, a kiedy nie? Te dylematy są dyskutowane w tym artykule, a rozważania te doprowadziły do wniosku, że zaklasyfikowanie danej formy istnienia do organizmów żywych nie ma większego znaczenia, jeśli tylko poznamy i zrozumiemy jej budowę i mechanizmy funkcjonowania.

**ENG:** Despite biology is a scientific discipline focused on living organisms, there is no single, accepted by all biologists, definition of live. All such definitions proposed to date suggest criteria which are not fulfilled by some creatures which undoubtedly should be classified as living organisms. Therefore, how to answer the question: when a potential, previously unknown, form of existence met in the space should be called living organism, and when not? These dilemmas as discussed in this article, and my disputes led to the conclusion that classification of a given form of existence to living organisms is not essential if we recognize and understand its structure and mechanisms of functioning.

**SŁOWA KLUCZOWE:**

**PL:** życie, definicje życia, organizmy żywe, życie w kosmosie

**ENG:** life, definitions of life, living organisms, life in the space