

# Czesław Biedulski

---

## Biogeneza w świetle środowiska prekambru i kambru

---

Studia Philosophiae Christianae 6/2, 175-181

---

1970

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

## Z ZAGADNIENÍ FILOZOFII PRZYRODY

Biedulski Cz.

Biogeneza w świetle środowiska prekambriu i kambru

Dołęga J.

Dröscher V. B., Instynkt czy doświadczenie. Zachowanie się zwierząt. (z niem. tłum. K. Kowalska) Warszawa 1969; Sertillanges A. D., L'Universi et l'ame, Paris 1965

Lubański M.

Andrejew E. P., Prostranstwo mikromira, Filosofskij ocerek, Izdatelstwo „Nauka”, Moskwa 1969

CZESŁAW BIEDULSKI

### **BIOGENEZA W ŚWIETLE ŚRODOWISKA PREKAMBRU i KAMBRU.\***

(autoreferat)

Ewolucja darwinowska ujmuje świat żywy już na określonym etapie jego rozwoju i organizacji. Kompleksowe badania dotyczące najwcześniejszej historii Ziemi oraz odkrycia paleontologiczne ostatnich lat pozwalają sięgnąć niemal do początków kształtowania się życia na naszym globie. Przy czym tego rodzaju badania stwarzają podstawy do sformułowania nowej formy ewolucji, zwanej ewolucją biochemiczną lub po prostu historią rozwojową chemizmu życia. Poniżej nakreślono pewne ramy czasowe dla rozgrywającej się akcji życia oraz wskazano na ścisłą współzależność między powstaniem i rozwojem życia a środowiskiem.

---

\* Autoreferat odczytu wygłoszonego na VI Sympozjum Biologicznym, zorganizowanym przez Koło Naukowe Studentów Filozofii Przyrody KUL w Św. Lipce w dniach 26—31 VIII 1969 r.

Wiek bezwzględny osadów dolnego Kambru w wielu miejscach na kuli ziemskiej waha się od 502—609 mil. lat.<sup>1</sup> Sympozjum paryskie w 1957 r. poświęcone zagadnieniu granicy między kambrem a okresem poprzedzającym go, przyjęło umownie 600 mil. lat jako dolną granicę kambru i początek ery paleozoicznej.<sup>2</sup> Czas zaś poniżej tej granicy aż do przypuszczalnych początków życia bywa nazywany, zwłaszcza w literaturze biologicznej<sup>3</sup>, okresem prekambru. W niniejszym referacie słowa „prekambur” będziemy używali w tym szerokim znaczeniu. Początki życia na Ziemi określa się współcześnie na 3,2—4,2 miliarda lat<sup>4</sup>. Pierwsza liczba określa wiek najwcześniejszych, znanych dziś, kopalnych form życia. Są to kuliste twory o średnicy 5—50 mikronów, znalezione we wschodnim Transwalu (Afryka Pdn), w tzw. skałach Fig-Tree.<sup>5</sup> Okres ponad czterech miliardów lat jako początek życia przyjmuje na podstawie pewnych obliczeń oraz w oparciu o dane paleontologiczne amerykański astronom C. Sagan.<sup>6</sup>

Mimo tak imponująco długiego okresu istnienia życia — widoczny jego rozwój, tj. objęty ewolucją morfologiczno-gatunkową względnie dobrze udokumentowaną datuje się dopiero od kambru lub niewiele wcześniej. Do tego zaś czasu mamy bardzo mało dokumentów kopalnych, a te, które są, świadczą o niewielkim zróżnicowaniu form żywych i bardzo powolnej i ogromnie długiej drodze rozwojowej. Tak powolnej, że procesy geologiczne, np. górotwórcze, uchodzące za symbol powolności mają w zestawieniu z czasem kształtowania się życia tempo kilkadziesiąt razy szybsze.<sup>7</sup> Ta dysproporcja między dokambryjską fazą rozwojową życia a pozostałymi okresami aż do naszych czasów jest tym jaskrawsza i zastanawiająca wobec faktu, że już pod koniec sa-

- 
1. Znosko J., W sprawie pozycji stratygraficznej eokambryjskich sparagmitów, *Kwartalnik Geologiczny*, 4 (1961), 737.
  2. Bankwitz (wydaw.), *Präkambrium*, Stuttgart 1966, 4—5.
  3. Kuhn-Schnyder E., Paläontologie als stammesgeschichtliche Urkundenforschung (in:) *Die Evolution der Organismen*, Stuttgart 1967, Bd I, 253.
  4. Welte D. H., Das Problem der frühesten organischen Lebensspuren, *Die Naturwissenschaften* 54 (1967) 325—329.
  5. Barghoorn E. S., Schopf J. W., Microorganisms Three Billion Years old from the Precambrian of South Africa, *Science* 152 (1966) 758.
  6. Szklowski J. S., *Wszechświat życie myśli*, tł. Zbigniew Jethon, Warszawa 1965, 199.
  7. Rutten M. G., *Powstanie życia na Ziemi a świadectwa geologiczne*, tł. Marian Jurecki, Warszawa 1966, 23.

mego tylko kambru (ca 490 mil. lat temu<sup>8</sup>) pojawiły się prawie wszystkie formy współczesne świata żywego prócz kręgowców. Skąd takie nierówne tempo ewolucji? Pytanie to kieruje nas do podstawowej komponenty życia — do jego środowiska.

Życie powstało i rozwinęło się na styku lito-, hydro- i atmosfery. Skład chemiczny i własności fizyczne tych trzech ośrodków, jako przyszych nisz ekologicznych biosfery zależały genetycznie od warunków, w jakich powstała i uformowała się nasza Planeta. Spośród wielu ogłoszonych dotąd hipotez i teorii geogonicznych przyjmowane są dziś jako równie prawdopodobne dwie antagonistyczne hipotezy o tzw. „gorącym” i „zimnym” powstaniu Ziemi.<sup>9</sup> Dla naszego tematu, dotyczącego biogenezy, ważne jest stwierdzenie, że niezależnie od tego, za którą z nich opowiemy się, musimy przyjąć fakt, że praatmosfera nie zawierała wolnego tlenu (miała więc charakter redukcyjny). W owym czasie bowiem tlen musiał istnieć tylko w związkach chemicznych z wodorem, krzemem, aluminium i żelazem ze względu na duże powinowactwa z tymi pierwiastkami. Węgiel natomiast znajdował się nie tyle w postaci CO<sub>2</sub>, choć pewne ilości tego gazu pochodzenia wulkanicznego były obecne, ile raczej w postaci zredukowanej, w połączeniach wodorowych. Azotu pierwiastkowego także nie było, wodór zaś — poza parą wodną, występował w takich połączeniach, jak CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S.

Praocean miał też charakter zasadowy. Jego pH mogło zmieniać się lokalnie na skutek ekshalacji wulkanicznych z dna oceanu, przy czym modyfikatorem pH mógł być HCl oraz chlorki żelaza, dostarczające jonu Cl<sup>-</sup> w czasie hydrolizy. W konsekwencji powstawały wodorotlenki żelaza i NaCl, co prowadziło powoli do zasolenia tych pierwotnie słodkich wód ziemskiej hydrosfery.<sup>10</sup> Oczywiście poza wymienionymi pierwiastkami i ich związkami był także obecny fosfor i siarka, które mogły pełnić rolę pierwotnych katalizatorów we wczesnych cyklach energetycznych przemian.<sup>11</sup> Związki te rozpuszczone i reagujące ze sobą w wodzie stanowiły rodzaj — jak się zwykle określać za Bernalem — „cienkiej zupy” lub pierwotnego „bulionu”, który miał

8. Kulp J. L., The geological time-scale w: Th. Sorgenfrei (wydawca) Reports 21st International Geology Congress, Copenhagen 3 (1960) 18—27.
9. Florkin M. Aspects of the origin of life, London 1960, 199. Polański A., Smulikowski K., Geochemia, Warszawa 1969, 24.
10. Sedlak W., Ewolucja biochemiczna i teoria silicydów, *Roczniki filozoficzne* VII (1959) z. 3, 103.
11. Wilson A. T., Synthesis of macromolecules, *Nature* 188 (1960) 1007.

stanowić dobrą pożywkę dla powstających makrocząsteczek, związków quasi-organicznych — pierwszych prostych heterotrofów.

Zapewne nie dowiemy się nigdy, jak doszło w konkretnym wypadku naszej Ziemi do zaistnienia pierwszych istot żywych, gdy weźmiemy jednak pod uwagę przypuszczalne — i to z dość dużym prawdopodobieństwem — warunki praśrodowiska, z którego wyłoniło się życie, musimy przyjąć za fakt niemal bezsporny, że pierwszym etapem w procesie biogenezy był etap nieorganicznej syntezy związków zwanych dzisiaj organicznymi. Przy czym ważny tu jest moment natury historyczno-chemicznej, mianowicie brak wolnego tlenu w praatmosferze. Dzięki właśnie temu proste związki węgla, azotu, siarki, wodoru, a pierwotnie być może i krzemu, wytworzyły drobiny zwane dziś organicznymi, które w atmosferze anoksygeniczej stawały się metatrwałymi. Jest to niezmiernie ważna cecha na drodze rozwojowej tych związków chemicznych ku życiu. Abelson w 1959 r. wyraził przypuszczenie, że proteiny w środowisku wodnym są tak trwałe, iż ulegają hydroлизie dopiero po setkach lub tysiącach lat, a niektóre wolne aminokwasy, jak np. glicyna, alanina, kwas glutaminowy i in., w niskich temperaturach mogą być stabilne nawet miliony lat.<sup>12</sup> Otóż w niespełna dziesięć lat później [przypuszczenie] to zostało w całej rozciągłości potwierdzone przez dane paleontologiczne. Wykryto mianowicie w próbkach skał z Rodezji i Afryki Południowej, szacowanych na przeszło dwa miliardy lat, stosunkowo dość pokaźne ilości węglowodanów, jak glukozę, galaktozę, rybozę i właśnie proste aminokwasy, takie jak glicyna, alanina, walina i kwas glutaminowy.<sup>13</sup>

Jak długo trwała ta preaktualistyczna atmosfera, względnie — od jak dawna istnieje obecna, aktualistyczna, tlenowa atmosfera? Proces przekształcenia się jednego typu atmosfery w inny przebiegał powoli i trudno tu mówić o ściślejszej granicy między nimi, można jednak szacunkowo podać taką granicę; brak bowiem wolnego tlenu, a potem jego pojawienie się odbiło się w środowisku choćby przez odpowiednią konsystencję skał, przez specyficzny ich skład chemiczny. I tak

- 
12. Abelson P. H., *Geochemistry of Organic Substances in: Researches in Geochemistry*, New York 1959, 79—108.
  13. Oberlies F., Prashnowsky A., *Biogeochemische und elektro-nenmikroskopische Untersuchung präkambrischer Gesteine*, *Die Naturwissenschaften* 55 (1968) 1, 25—28.

wskaźnikiem atmosfery oksygenicznej są tzw. „czerwone osady”, zawierające żelazo w stanie wysoce utlenionym, zwykle w postaci limonitu  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ . Otóż dla najstarszych takich czerwonych osadów przybliżony wiek wynosi miliard lat. Jest to zatem minimalny wiek obecnej atmosfery oksygenicznej. Z drugiej strony istnieją takie skały sedimentacyjne, których odpowiedni skład wskazuje na to, że musiały powstać w atmosferze beztlenowej, redukcyjnej. Wiek najmłodszych takich skał określa się na 1700—2000 mil.<sup>14</sup> lat. Oznacza więc to, że przed ca dwoma miliardami lat atmosfera ziemską była jeszcze beztlenowa, a przed miliardem lat już tlenowa. Proces zatem akumulacji tlenu trwał około miliarda lat. Jest to ważny wskaźnik, nie tylko zresztą czasowy, dla ewolucji biochemicznej. Okazuje się bowiem, że fotosynteza, która niewątpliwie odegrała wielką rolę we wzmożeniu tempa ewolucji gatunkowej, nie wyskoczyła jednak w historii życia nagle i — co jest również ważne — nie ona była przyczyną starcia życia i długich jeszcze jego zmaganiach rozwojowych.

Kolejne pytanie, skąd się wziął wolny tlen w atmosferze ziemskiej, skoro nie było go od początku?<sup>15</sup> Zanim biologowie zaczęli się nad tym zastanawiać, fizycy i astronomowie wyrazili przypuszczenie, że cały tlen obecnej atmosfery pochodzi z dysocjacji  $\text{H}_2\text{O}$  lub także  $\text{CO}_2$ , dokonanej m.in. pod wpływem promieni ultrafioletowych. Dziś panuje raczej powszechne przekonanie wśród uczonych, że cały wolny tlen atmosferyczny na naszej Planecie jest pochodzenia biogenego. A więc zmianę składu atmosfery naszego globu spowodowały samoczynne procesy zainicjowane przez nowo powstały i już rozwinięty sektor materii, zwany materią żywą. Widać tu specyfikę tej żywej materii, która na pewnym etapie swego rozwoju przejmuje niejako inicjatywę i podporządkowuje sobie środowisko, z którego się wyłoniła i dalej przekształca je. Ta korelacja życia i jego środowiska kryje

---

14. Rutten, dz. cyt., 116—134.

15. Marshall L. C., Nadine G. F., The evolution of oxygen and nitrogen in the earth's atmosphere: with notes on the evolution of life on earth and the martian atmosphere, *School Science and Math.* 69 (1969) 1, 13—30. Autorzy podają, że około 620 mil. lat temu wolnego tlenu w naszej atmosferze było 0,01 zawartości dzisiejszej. Wtedy mógł pojawić się ozonowy ekran ochraniający przypowierzchniowe warstwy wód oceanów przed promieniami ultrafioletowymi. 420 mil. lat temu było już tlenu 0,1 dzisiejszej zawartości. Zwiększona warstwa ozonu chroniła już nawet powierzchnię lądu, co jest zbieżne z wyjściem świata zwierzęcego na ląd.

w sobie doniosłe konsekwencje poznawcze. Chcąc poznać mianowicie dobrze jeden człon tej relacji, nie sposób rozpatrywać go w izolacji od drugiego. Jest to jednak oddzielny temat. Tu podejmiemy tylko pytanie, co może nam powiedzieć sam fakt zmiany jednego z tych członków — środowiska i co oznacza nierówne tempo tych zmian? Otóż życie, będąc ze swej istoty dynamiczne i to o wyrażnie antyentropijnym ukierunkowaniu, musiało od początku opierać się na mechanizmach, dzięki którym mogło uzyskiwać pewien zasób energii swobodnej. Słowem, życie musiało od początku opanować jeden lub kilka łańcuchów przemian energetycznych po to, by móc działać i przetrwać. Jednak efekt tych pierwotnych przemian był raczej bardzo nikły, skoro rozwój nowych form życia od momentu powstania protoorganizmów do ich wyraźnego zróżnicowania notowanego na większą skalę dopiero od późnego prekambriu, był tak zadziwiająco powolny, bo trwający 2—3, a może i więcej miliardów lat. Najwidoczniej życie w tym długim okresie musiało dokonywać wielu prób i poszukiwań coraz bardziej efektywnych sposobów zdobywania i magazynowania energii. Przemawiałaby za tym nie tylko logika przytoczonego rozumowania, ale i fakty, których trudno interpretować inaczej. Chodzi tu mianowicie o tzw. żywe relikty z pradawnej historii życia czyli bakterie o różnych typach chemosyntezy, jak bakterie siarkowe, żelaziste, wodorowe, krzemowe, metanowe, manganowe, azotowe i fosforowe.<sup>16</sup> W tym kontekście nie trudno też wyrazić przypuszczenie, że i samo życie od strony swej treści substancjalnej, swego materialnego podłoża, mogło być pierwotnie inne, a przynajmniej co do niektórych pierwiastków.<sup>17</sup> Życie we wczesnym etapie swego rozwoju było zapewne bardziej plastyczne, nastawione nie na stabilizację, ale na poszukiwania wciąż nowych rozwiązań. Zupełnie zaś widoczne przesilenie tych poszukiwań i prób z preferencją ku formom dziś dominującym, nastąpiło w okresie stopniowego przejścia od atmosfery anoksygenicznej do oksygenicznej, to jest przejścia od szeroko rozumianej chemosyntezy do fotosyntezy. Ta wyraźnie adaptatywna i twórczy faza przejściowa mogła trwać, jak już podkreślono, około miliarda lat lub nieco dłużej. Przy tym widać, że w miarę utrwalania się bardziej wydajnych energetycznie mechanizmów przemian organicznych, opartych o fotosyntezę, następował coraz to szybszy ewolucyjny rozwój życia, by w ostatnich 500 milionach lat przybrać tempo wprost zawrotne.

Na tym perspektywicznym i potraktowanym bardzo skrótowo tle

16. Sedlak, dz. cyt., 83—84.

17. Sedlak W., Teoretyczno-naukowe perspektywy silicydalnej ewolucji biochemicznej, *Zeszyty Naukowe KUL* 4 (1961) 3, 109.

historii życia i jego środowiska od domniemyanych początków aż po przełomowe okresy prekambriu i kambriu, wydaje się czymś oczywistym, że należałoby już dziś mówić nie o ewolucji w ogóle, ale o przynajmniej dwóch jej typach: o ewolucji biochemicznej i morfologiczno-gatunkowej. Ta ostatnia jest znaną darwinowską teorią o powszechnej zmienności form organicznych, biochemiczna zaś ewolucja byłaby po prostu „historią rozwojową chemizmu życia”.<sup>18</sup> Jedną z takich prób, podejmujących problematykę ewolucji biochemicznej jest tzw. teoria silicydów.<sup>19</sup> Należy również przypuszczać, że rozwijająca się współcześnie biologia molekularna i submolekularna odegrają zasadniczą rolę w poznaniu i rozpracowaniu wskazanej problematyki.

Dr ö s c r e r W. B., Instynkt czy doświadczenie. Zachowanie się zwierząt (z niem. tłum. K. Kowalska) Warszawa 1969, s. 256 -

W krótkiej informacji trudno podać bogatą treść zawartą w omawianej pozycji, dlatego uwagę skoncentruje się wokół następujących zagadnień: 1. Orientacja zwierząt w przestrzeni; 2. Wynalazki przyrody; 3. Walka zwierząt w tym samym gatunku; 4. Język zwierząt; 5. Kalendarz przyrody.

Orientacja wzrokowa w środowisku oświetlonym jest rzeczą oczywistą i nie wymaga omówienia, ale poznanie otoczenia nieoświetlonego i bez zmysłu wzroku jest intrygującym zagadnieniem. Badania Franza Möhresa i Donalda Griffina nad nietoperzami pozwoliły wyjaśnić niepojęty świat behawioru tych zwierząt. Występujący u nas gatunek nietoperzy, podkowiec mały (*Rhinolophus hipposideros*, występuje na południu Polski w Beskidach, na Podkarpaciu, na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej), więcej uchwyci nocą swym ultradźwiękowym słuchem, niż człowiek zobaczy w dzień (13). Zwierzęta te za pomocą swego „sonaru” nie tylko lokalizują przeszkody i owady, które mają przed sobą, ale również odtwarzają sobie pełny obraz otoczenia. Podkowiec mały posiada dużą i silnie umięśnioną krtań wydającą ultradźwiękowe piski o częstotliwości 110 drgań na sekundę. Drgania te przechodzą przez nozdrza, które jak zwierciadło reflektora skupiają fale dźwiękowe i kierują na określony cel. Nietoperze nawet przy naj-

18. Sedlak, dz. cyt., 96.

19. Poza wymienionymi tegoż autora zob.: Teoria silicydów i jej praktyczne znaczenie dla nauk biologicznych, *Zeszyty Naukowe KUL*, 5 (1962) 1, 57—82; Rola krzemu w ewolucji biochemicznej życia, Warszawa 1967.