

## Meandry sporów o pochodzenie. X.<sup>1</sup>

Ostatnie zdanie głównego dzieła Darwina jest często cytowane przez zwolenników poglądu, że w istocie rzeczy Darwin był człowiekiem wierzącym. Brzmi ono tak:

Wniosły zaiste jest to pogląd, że Stwórca natchnął życiem kilka form lub jedną tylko i że gdy planeta nasza podlegając ścisłym prawom ciężenia dokonywała swych obrotów, z tak prostego początku zdołał się rozwinąć i wciąż się jeszcze rozwija nieskończony szereg form najpiękniejszych i najbardziej godnych podziwu.<sup>2</sup>

Darwin będąc ateistą, zabezpieczał się w ten sposób przed nieprzychylną reakcją ówczesnego środowiska wiktoriańskiej Anglii. Było to bardzo mądre posunięcie z jego strony. O tym, co naprawdę myślał na temat, jak powstało życie na Ziemi, możemy przekonać się dopiero z jego prywatnej korespondencji, którą ujawniono wiele lat po jego śmierci. W liście prywatnym do Josepha Hookera z 1871 roku Darwin wypowiedział opinię, która daje podstawę do tego, by uznawać go za prekursora współczesnego scenariusza ewolucji chemicznej. Otóż przypuszczał on, że życie mogło być wynikiem przemian chemicznych „w jakimś ciepłym bajorku zawierającym wszystkie rodzaje soli amonowych i fosforanowych, zaopatrzonem w ciepło, światło, elektryczność etc.”.<sup>3</sup>

Kilkadziesiąt lat później, bo w latach 1920. rosyjski uczony, A.I. Oparin, oraz angielski uczony, J.B.S. Haldane, podjęli tę ideę Darwina i sugerowali, że wyładowania w pierwotnej atmosferze Ziemi mogły utworzyć chemiczne

---

<sup>1</sup> Przedruk z *Idź pod prąd*, styczeń 2006, nr 1 (18), s. 8–9. Wykorzystaliśmy następujące prace: W.R. BIRD, **The Origin of Species Revisited. The Theories of Evolution & of Abrupt Appearance**, vol. I: **Science**, Regency, Nashville, Tennessee 1991, s. 325–334; Thomas F. HEINZE, **How Life Began**, Chick Publications 2002; Jonathan WELLS, **Icons of Evolution. Science or Myth? Why Much of What We Teach About Evolution Is Wrong**, Regnery Publishing, Inc., Washington 2000, s. 9–27; Fazale Rana & Hugh Ross, **Origins of Life. Biblical & Evolutionary Models Face Off**, Navpress, Colorado Springs 2004, s. 109–121.

<sup>2</sup> Karol DARWIN, **O powstawaniu gatunków drogą doboru naturalnego czyli o utrzymaniu się doskonalszych ras w walce o byt**, DeAgostini, Altaya, Warszawa 2001, s. 560.

<sup>3</sup> Cyt. za: Leslie E. ORGEL, „Narodziny życia na Ziemi”, *Świat Nauki* 1994, nr 12 (40), s. 51.

składniki życia. Przypuszczali oni, że te związki chemiczne rozpuszczały się potem w morzach, tworząc ciepłą rozcieńczoną zupę, w której mogły się powstać pierwsze żywe komórki. Hipoteza Oparina-Haldane'a pozostawała niestestowana aż do wczesnych lat 1950.. W 1953 roku student Stanley Miller oraz promotor jego pracy doktorskiej, Harold Urey, w specjalnie zaprojektowanym urządzeniu, którego schemat znajduje się w każdym podręczniku ewolucjonizmu, przepuszczali iskry elektryczne przez mieszanekę gazów, o której sądzili, że stanowi dobre przybliżenie, jeśli w ogóle nie jest identyczna z atmosferą pierwotnej Ziemi. Udało im się w ten sposób otrzymać kilka chemicznych składników żywej komórki.

Eksperyment Millera-Ureya uchodził przez wiele lat za eksperymentalny dowód na to, jak życie mogło powstać bez udziału Istoty Nadprzyrodzonej. Uchodzi za taki nadal, ale tylko wśród laików, bo uczeni od ponad 10 lat wiedzą już, że w eksperymencie tym nie odtworzono warunków, jakie panowały w atmosferze pierwotnej Ziemi. Problemem jest tlen.

Tlen jest potrzebny dzisiejszym organizmom (nie wszystkim, ale po mińmy ten szczegół) do uzyskiwania energii z cząsteczek organicznych (podobnie jak samochód uzyskuje energię z benzyny spalając ją przy użyciu tlenu). Tlen uzyskujemy z atmosfery dzięki oddychaniu. Dostarczany jest on do komórek, gdzie przebiega oddychanie komórkowe, czyli procesy enzymatyczne zachodzące w każdej komórce żywego organizmu. W ich wyniku cząsteczki węglowodanów, kwasów tłuszczowych i aminokwasów zostają, przy udziale tlenu, ostatecznie rozłożone na dwutlenek węgla i wodę, a powstająca energia zostaje zachowana i zmagazynowana w postaci użytecznej biologicznie. Otóż ten sam tlen, który jest tak ważny w oddychaniu, jest często przeszkodą w syntezie organicznej. W atmosferze beztlenowej, z którą eksperymentowali Miller i Urey, iskra elektryczna może doprowadzić do utworzenia interesujących cząsteczek organicznych, ale nawet niewielka ilość tlenu może je zniszczyć. W żywych komórkach kontakt tlenu cząsteczkowego z procesami syntezy organicznej jest uniemożliwiony. Miller i Urey odizolowali swoją mieszanekę gazowa od tlenu atmosferycznego poprzez zamknięcie jej w hermetycznej aparaturze.

Obecna atmosfera jest mocno utleniająca. Oparin i Haldane, a później Miller i Urey, zakładali coś przeciwnego o pierwotnej Ziemi. Miała to być atmosfera mocno redukująca bogata w wodór. Dokładniej rzecz biorąc postulowali oni, że była ona mieszaną metanu (związku wodoru i węgla), amoniaku (związku wodoru i azotu), pary wodnej (związku wodoru i tlenu) oraz wolnego gazu wodorowego. Oparin i Haldane przewidywali, że błyskawice w takiej atmosferze mogą spontanicznie tworzyć cząsteczki organiczne potrzebne dla żywych komórek. Millerowi udało się najpierw otrzymać glicynę i alaninę, dwa najprostsze aminokwasy znajdujące w białkach, a potem on i inni uczeni otrzymali niewielkie ilości większości biologicznie ważnych aminokwasów, jak też i dodatkowe składniki organiczne znajdujące w komórkach. Jednak już w latach 1960. zaczęły pojawiać się

wątpliwości geochemików, czy warunki na wczesnej Ziemi były dokładnie takie, jakie postulowali Oparin i Haldane.

### **Atmosfera pierwotnej Ziemi**

W 1953 roku i w paru następnych w eksperymentach, które nazwano eksperymentem Millera-Ureya otrzymano większość aminokwasów oraz niektóre składniki organiczne żywych komórek. Eksperyment ten polegał na przepuszczaniu wyładowań elektrycznych o wysokim napięciu przez mieszanę gazów, która miała odpowiadać składowi atmosfery pierwotnej Ziemi. Ponieważ Ziemia miała się ukształtować z chmury międzygwiazdowego pyłu i gazu, Harold Urey, laureat nagrody Nobla z chemii, wysunął rok przed przeprowadzeniem eksperymentu Millera hipotezę, że wczesna atmosfera Ziemi składała się głównie z wodoru, metanu, amoniaku i pary wodnej – zgodnie z wcześniejszą hipotezą Oparina i Haldane'a.

Ale już w tym samym roku, w którym Urey postulował zbliżony skład pierwotnej atmosfery do składu gazu międzygwiazdowego, geochemik z Uniwersytetu Chicagowskiego, Harrison Brown, zwrócił uwagę, że w atmosferze Ziemi znajduje się milion razy mniej tzw. rzadkich gazów (neonu, argonu, kryptonu i ksenonu) niż wynosi średnia kosmiczna, z czego wynioskował, że Ziemia utraciła bardzo szybko swoją pierwotną atmosferę. Zgodzili się z nim geochemik Heinrich D. Holland (Princeton University, 1962) oraz Philip H. Abelson (Carnegie Institution, 1966), którzy niezależnie wnioskowali, że pierwotna atmosfera Ziemi nie pochodziła z chmur gazu międzygwiazdowego, ale z gazów uwalnianych przez ziemskie wulkany. Ponieważ nie widzieli powodu, by wierzyć, że dawne wulkany różniły się od współczesnych, uznali, że uwalniały one głównie parę wodną, dwutlenek węgla, azot i śladowe ilości wodoru. Ponieważ wodór jest najlżejszym gazem, lżejszym od neonu, argonu, kryptonu i ksenonu, to grawitacja Ziemi tym bardziej nie była w stanie go utrzymać i musiał on szybko uciec do przestrzeni kosmicznej.

Ale jeśli jednym z głównych składników pierwotnej atmosfery była para wodna, to musiał się w niej znajdować także niezwiązany tlen. Wiadomo bowiem, że światło słoneczne w górnych częściach atmosfery dokonuje dysocjacji cząsteczek wody na wodór i tlen. Wodór ucieka następnie w Kosmos, a tlen jako cięższy pozostaje w atmosferze. Proces ten nazywa się fotodysocjacją.

Jak wiele tlenu mogło powstać wskutek fotodysocjacji? Czy niewiele, umożliwiając spontaniczne powstawanie aminokwasów i innych związków organicznych wskutek wyładowań atmosferycznych? Bazując na koncepcji tzw. efektu Ureya, zgodnie z którą tlen wytworzony poprzez fotodysocjację w górnych warstwach atmosfery pochłaniał szkodliwe promieniowanie

nadfioletowe, Lloyd V. Berkner i L.C. Marshall<sup>4</sup> przeprowadzili obliczenia i otrzymali wartości na poziomie jednej tysięcznej obecnej zawartości tlenu. Ale skoro tlen chronił Ziemię przed promieniowaniem UV, to także nie zachodziłyby żadne reakcje abiogenetyczne wywoływane tym promieniowaniem, a było to jedno z istotnych źródeł energii do takich procesów. Jednakże kilka lat później R.T. Brinkmann<sup>5</sup> powtórzył obliczenia i stwierdził, że Berkner i Marshall pomylili się. Okazało się, że tlenu powinno być co najmniej 4%. I co ciekawe, w literaturze dotyczącej tych zagadnień artykuł Brinkmanna jest nągminnie pomijany, a Berknera i Marshalla eksponowany, pomimo empirycznych świadectw przeczącym ich wnioskowi. Np. zoolog Charlotte Mangum,<sup>6</sup> rozważając fizjologiczne świadectwa uznała, że znacznie lepiej pasują do tlenowego niż beztlenowego sposobu życia pierwotnych organizmów zwierzęcych. Sprawy tej jednak definitywnie nie rozstrzygnięto. W 1996 roku paleobiolog Kenneth Towe z Smithsonian Institution dokonał przeglądu dotychczasowego świadectwa empirycznego i doszedł do wniosku, że „najprawdopodobniej wczesna Ziemia posiada atmosferę zawierającą wolny tlen”.<sup>7</sup> Bardzo podobną konkluzję wywodzi Hiroshi Ohmoto<sup>8</sup>, który na podstawie licznych obserwacji geochemicznych postuluje powstanie w pełni tlenowej atmosfery już ok. 3,8 mld lat temu.

Ponieważ wodór jako najlżejszy gaz ucieka w przestrzeń kosmiczną, metan i amoniak nie mogły być głównymi składnikami wczesnej atmosfery, jak chcą założenia eksperymentu Millera-Ureya.<sup>9</sup> Abelson zaś zauważył, że amoniak absorbuje słoneczne promieniowanie ultrafioletowe i jest szybko przezeń niszczone. Ponadto gdyby w pierwotnej atmosferze obecne były duże ilości metanu, to najstarsze skały zawierałyby dużo cząsteczek organicznych, co nie ma miejsca. Abelson wnioskował, że nie ma świadectwa empirycznego na rzecz metanowo-amoniakowej atmosfery Ziemi, ale wiele

---

<sup>4</sup> Lloyd V. BERKNER & L.C. MARSHALL, „Limitation on Oxygen Concentration in a Primitive Planetary Atmosphere”, *Journal of the Atmospheric Sciences*, vol. 23 (1966), s. 133–143.

<sup>5</sup> Robert Terry BRINKMANN, „Dissociation of water vapor & evolution of oxygen in the terrestrial atmosphere”, *Journal of Geophysical Research*, vol. 74 (1969), s. 5355–5368.

<sup>6</sup> Charlotte MANGUM, „Precambrian oxygen levels, the sulfide biosystem, & the origin of the metazoa”, *Journal of Experimental Zoology*, vol. 260 (1991), s. 33–42.

<sup>7</sup> Kenneth M. TOWE, „Environmental Oxygen Conditions During the Origin & Early Evolution of Life”, *Advances in Space Research*, vol. 18 (1996), s. (12) 7–(12) 15.

<sup>8</sup> Nicolas J. BEUKES, Herman DORLAND, Jens GUTZMER, Munetomo NEDACHI & Hiroshi OHMOTO, „Tropical laterites, life on land, & the history of atmospheric oxygen in the Paleoproterozoic”, *Geology*, 2002, vol. 30, s. 491–494; Hiroshi OHMOTO & Yumiko WATANABE, „Geologic Evidence for the Early Developments of an Oxygenated Atmosphere, Sulphate-rich Oceans, and Diverse Marine Terrestrial Biospheres”, *Earth System Processes 2 Conference (8–11 August 2005) Calgary, Alberta*.

<sup>9</sup> Heinrich D. HOLLAND, „Model for the Evolution of the Earth's Atmosphere”, w: A.E.J. ENGEL, Harold L. JAMES & B.F. LEONARD (red.), **Petrologic Studies: A Volume in Honor of A.F. Buddington**, Geological Society of America 1962, s. 448–449.

przeciwko niej.<sup>10</sup> Innymi słowy, scenariusz Oparina-Haldane'a był błędny, a wczesna atmosfera nie przypominała mocno redukującej mieszanki, jakiej użyto w eksperymencie Millera.

Sidney Fox i Klaus Dose przyznali w 1977 roku, że atmosfera redukująca nie wydaje się geologicznie realistyczna, ponieważ świadectwo empiryczne wskazuje, że większość wolnego wodoru prawdopodobnie uciekła w przestrzeń kosmiczną. Według nich eksperyment Millera-Ureya stosował niewłaściwą mieszankę gazów, gdyż poziom wodoru rósł w nim aż do 76%, podczas gdy na wczesnej Ziemi uciekał w Kosmos. Konkluzja Foxa i Dose'a była następująca: „Coraz bardziej rozpowszechniał się wniosek, że synteza Millera nie ma znaczenia geologicznego”.<sup>11</sup>

Od 1977 roku ten pogląd został niemal jednomyślnie przyjęty przez geochemików, którzy uważają teraz, że „wczesna atmosfera w ogóle nie przypominała symulacji Millera-Ureya”.<sup>12</sup> Kluczowa jest obecność wodoru, gdyż bez niego, czyli bez metanu i amoniaku, w mieszkankach dwutlenku węgla, azotu i pary wodnej, nie powstają żadne aminokwasy.<sup>13</sup>

W 1983 roku Miller doniósł, że udało mu się wyprodukować niewielką ilość najprostszego aminokwasu, glicynę, przepuszczając iskry elektryczne przez atmosferę zawierającą tlenek węgla i dwutlenek węgla zamiast metanu, ale w obecności wolnego wodoru. Przyznał jednak, że glicyna to było wszystko, co udało mu się uzyskać przy nieobecności metanu.<sup>14</sup>

Jeśli eksperyment Millera-Ureya przeprowadza się z użyciem realistycznej symulacji pierwotnej atmosfery Ziemi, to nie daje on tego, co miał dawać. Pomimo tego badacze pochodzenia życia zaczęli rozważać następne etapy abiogenezy. Modna stała się idea świata RNA.

## Świat RNA?

Niezależnie od faktu, że eksperyment Millera-Ureya nie wyjaśnił, jak białka mogły się uformować na pierwotnej Ziemi, przyjęto, że to nie białka były pierwotnymi cegiełkami życia, głównie z powodu braku mechanizmu ich samoreplikacji. DNA nie był dobrym kandydatem do tej roli, gdyż wy-

---

<sup>10</sup> Por. Philip H. ABELSON, „Chemical Events on the Primitive Earth”, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, vol. 55 (1966), s. 1365–1372.

<sup>11</sup> Sidney W. FOX & Klaus DOSE, **Molecular Evolution & the Origin of Life**, wyd. popr., Marcel Dekker, New York 1977, s. 43 i 74–76.

<sup>12</sup> Jon COHEN, „Novel Center Seeks to Add Spark to Origins of Life”, *Science*, vol. 270 (1995), s. 1925–1926.

<sup>13</sup> Heinrich D. HOLLAND, **The Chemical Evolution of the Atmosphere & Oceans**, Princeton University Press, Princeton 1984, s. 99–100.

<sup>14</sup> Gordon SCHLESINGER & Stanley L. MILLER, „Prebiotic Synthesis in Atmospheres Containing CH<sub>4</sub>, CO, & CO<sub>2</sub>: I. Amino Acids”, *Journal of Molecular Evolution*, vol. 19 (1983), s. 376–382.

maga wielu złożonych białek, by mogły powstać jego kopie. DNA nie mógł powstać przed białkami.

Takim kandydatem stał się RNA, związek podobny do DNA i używany w żywych komórkach w trakcie procesu tworzenia białek. Około 20 lat temu Thomas Cech i Sidney Altman wykazali, że RNA zachowuje się czasami jak enzym, czyli jak białko.<sup>15</sup> Inny biolog molekularny, Walter Gilbert, wysunął myśl, że RNA może sam się syntetyzować przy nieobecności białek, a więc że mógł powstać na pierwotnej Ziemi przed pojawieniem się na niej białek czy DNA.<sup>16</sup> Żywe komórki mogły wyłonić się z tego „świata RNA”. Jednakże, gdy zsyntetyzowano taki najmniejszy samoreplikujący się łańcuch RNA, to okazało się, że jest on zbyt duży, aby mógł powstać samorzutnie.<sup>17</sup> A mianowicie składał się on ze 165 nukleotydów, z czego ponad sto odgrywa kluczową rolę. „Żywe” RNA musiało być jeszcze większe. Również biochemik, Gerald Joyce, uznał, że RNA nie nadaje się do roli pierwszych składników życia, „gdyż jest nieprawdopodobne, by był produkowany w znacznych ilościach na pierwotnej Ziemi”.<sup>18</sup> Nawet gdyby RNA powstawał, to długo by nie przetrwał w warunkach, jakie istnieć miały na pierwotnej Ziemi. Joyce wierzy, że świat RNA poprzedzał świat DNA, ale uważa, że przed RNA musiały istnieć pewnego rodzaju żywe komórki.

Przeto idea świata RNA, jak i idea pierwszeństwa białek, prowadzi donikąd. Nie wiadomo, jak pierwsze składniki życia mogły powstać na pierwotnej Ziemi. Ale zdjęcia lub rysunki aparatury Millera występują w wielu podręcznikach szkolnych i akademickich, nawet jeśli czasami (bo nie zawsze!) autorzy informują, że prawdopodobnie atmosfera pierwotnej Ziemi była odmienna od zakładanej w eksperymencie Millera-Ureya. W 1986 roku chemik, Robert Shapiro, opublikował książkę krytykującą wiele aspektów badań nad pochodzeniem życia, a w szczególności tezę, jakoby eksperymenty Millera-Urey’a dowiodły, iż pierwotna atmosfera Ziemi miała mocno redukujący charakter. Jego zdaniem jest to bardziej mitologia niż nauka.<sup>19</sup>

---

<sup>15</sup> Por. Kelly KRUGER, Paula J. GRABOWSKI, Arthur J. ZAUG, Julie SANDS, Daniel E. GOTTSCHLING, & Thomas R. CECH, „Self-Splicing RNA: Autoexcision & Autocyclization of the Ribosomal RNA Intergening Sequence of Tetrahymena”, *Cell*, vol. 31 (1982), s. 147–157; Cecilia GUERRIER-TAKADA, Katherine GARDINER, Terry MARSH, Norman PACE, & Sidney ALTMAN, „The RNA Moiety of Ribonuclease P is the Catalytic Subunit of the Enzyme”, *Cell*, vol. 35 (1983), s. 849–857.

<sup>16</sup> Por. Walter GILBERT, „The RNA world”, *Nature*, vol. 319 (1986), s. 618.

<sup>17</sup> Wendy K. JOHNSTON, Peter J. UNRAU, Michael S. LAWRENCE, Margaret E. GLASNER & David P. BARTEL, „RNA-Catalyzed RNA Polymerization: Accurate & General RNA-Templated Primer Extension”, *Science*, vol. 292 (2001), s. 1319–1325.

<sup>18</sup> Gerald F. JOYCE, „RNA evolution & the origins of life”, *Nature*, vol. 338, no. 6212 (16 March 1989), s. 217–224. Por. też Robert IRION, „RNA Can’t Take the Heat”, *Science*, vol. 279 (1998), s. 1303.

<sup>19</sup> Por. Robert SHAPIRO, **Origins: A Skeptic’s Guide to the Creation of Life on Earth**, Summit Books, New York 1986, s. 112.