

Jak powstało życie?

Autor tekstu: **Marcin Klapczynski**

Słowo wstępne

Zachęcony przez Pana Mariusza Agnosiewicza postanowiłem napisać cykl trzech artykułów o powstaniu życia na Ziemi. Dostępny mi materiał podzieliłem na trzy części:

Pierwsza z nich to **opis doświadczenia Millera-Ureya**, które rozpoczęło rozkwit dziedziny biologii opisującej powstanie życia. Staralem się przekazać posiadaną mi wiedzę w sposób jasny i czytelny. Ponieważ zagadnienie to często jest wykorzystywane w nieuczciwy sposób przez kreacjonistów poprzez zaciemnianie faktów i ukrywanie sukcesów (i jak zwykle zawalanie czytelnika terminami naukowymi, krasomówczą propagandą i rysunkami spod rąk artystów plastyków), opisałem je dość szczegółowo i w większości ze znanych mi wariantów. Wynik doświadczenia i opis powstałych cząsteczek są nawiązaniem do

Części drugiej, która przedstawia szeroko akceptowaną **teorię świata RNA**, jako pierwszego świata biochemicznego. Od powstania, poprzez ewolucje *in vitro*, po wielorakość rodzajów. Świat pre-RNA. W artykule znajdzie się również informacja o konkurencyjnych teoriach: świat DNA, świat białek. Do kompletu potrzebna byłaby jedynie

Część trzecia, która opisuje **powstanie pierwszych błon** — prekursorów komórek, możliwości uwięzienia w nich systemów biochemicznych, co najwyraźniej prowadzi nas do powstania życia *pełną, bakteryjną gębą*.

Mam nadzieję, że moje artykuły spotkają się z pozytywnym, ale także i krytycznym odbiorem, co może zaowocuje ciekawymi dyskusjami na Forum Racjonalisty. Jestem gotów na odparcie wszelkich zarzutów i rozpatrzenie komentarzy.

Jak powstało życie?

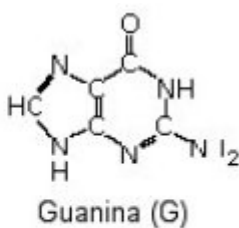
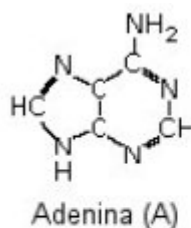
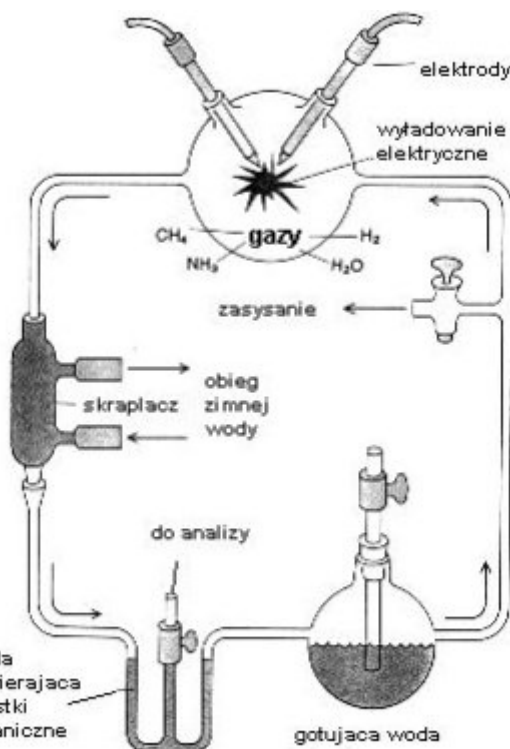
Około trzy i pół miliarda lat temu młoda Ziemia nie wydawała się zbyt przyjazna życiu. Bezczesne oceany prebiotycznego roztworu, brak tlenu, powierzchnia bezlitośnie chłostana promieniami ultrafioletowymi jałowiący wszystko, czego dosięgły. Amoniak, metan, wodór i woda to prawdopodobnie główne składniki redukcyjnej atmo- i hydrosfery — nijak obiecujące powstanie tak niesamowitego tworu jakim jest życie. Jednak dzięki wyładowaniom elektrycznym w prabulionie zaczęły powstawać specyficzne cząsteczki organiczne — najważniejsze z nich to **aminokwasy** będące podstawowym składnikiem białek budujących nasze tkanki oraz **pirymidyny i puryny** — zasady azotowe wchodzące w skład łańcuchów RNA i DNA — najważniejszych nośników informacji w świecie ożywionym. Wyładowania elektryczne wciąż powodowały syntezę związków na całej powierzchni Ziemi, najwyraźniej z dobrym skutkiem — trzy i pół miliarda lat później młody student przyglądał się podobnym — sztucznie indukowanym wyładowaniom w kolbie wypełnionej metanem, amoniakiem i wodorem.

Tym studentem był **Stanley L. Miller**, pracujący w laboratorium Harolda C. Ureya na Uniwersytecie Chicagowskim. Dzięki determinacji młodego człowieka, doświadczenia te doszły do skutku, gdyż Urey miał wiele wątpliwości co do ich wyniku. Miller po raz pierwszy przeprowadził syntezę w wczesnych latach 50-tych dwudziestego wieku. (Patrz rysunek) Dolna kolba symulowała podgrzewany „ocean” parujący poprzez obieg i tworzący „atmosferę” zawierającą metan, amoniak i wodór w górnej kolbie. Tam też mieszanina gazów była poddawana działaniu prądu elektrycznego umożliwiając zachodzenie reakcji. Rozpuszczalne w wodzie produkty symulowanych procesów prebiotycznych były następnie skraplane i poddane analizie. Eksperyment okazał się zaskakująco wydajny — naukowcy spodziewali się jedynie śladów prymitywnego świata biochemicznego — uzyskali zaś 13 aminokwasów (z dwudziestu budujących białka w żywych organizmach) oraz pirymidyny i puryny (składniki łańcuchów RNA i DNA). Dwa ostatnie składniki okazały się niestabilne w pierwszych eksperymentach, co wzbudziło później wiele wątpliwości co do wysuniętej teorii o pionierskiej roli kwasów nukleinowych. Warty wspomnienia jest fakt, że ten sam zestaw molekuł został znaleziony w meteorycie z Murchison, życie więc mogło powstawać w podobny sposób w dalekich nam częściach Wszechświata. Prawdopodobnie Ziemia to jedno z bardzo rzadkich w nim miejsc sprzyjających ekspansji życia.

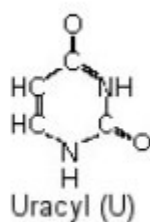
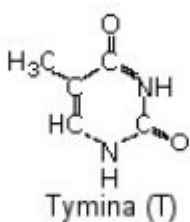
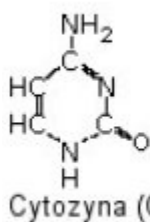
Doświadczenie Millera-Ureya

Wyniki doświadczenia okazały się bardzo obiecujące, część świata naukowego podważała wiarygodność doświadczenia sugerując zanieczyszczenie bakteryjne, jednak wkrótce rozwiano wszelkie wątpliwości - aparatura użyta do doświadczenia była sterylizowana znacznie dłużej niż to jest wymagane.

Należy pamiętać, że skład preatmosfery jest oparty na pewnych założeniach. Spekuluje się również, iż duży odsetek stanowił CO_2 , produkowany przez wulkany, w którego obecność (zamieniając z metanem) rezultaty eksperymentów prebiotycznych nie są już tak imponujące. Nikt jednak nie wykluczy nieobecności metanu w atmosferze młodej Ziemi. Idea **redukującej atmosfery** ukazała się po raz pierwszy w latach dwudziestych ubiegłego wieku w opracowaniu rosyjskiego naukowca Oparina. Zakładał on, że pierwsze prymitywne organizmy musiały być heterotroficzne (czerpiące źródło energii z zewnątrz, lecz jej nie wytwarzające), podążając za znaną zasadą: im mniej biosyntezy, tym mniejszy stopień komplikacji. Zakładamy oczywiście, że najpierw powstały organizmy mniej skomplikowane. Dlatego najbardziej prawdopodobna jest atmosfera redukująca, jako warunki wyjściowe do powstania składników organicznych.



Zasady purynowe (dwa pierścienie)



Zasady pirymidynowe (jeden pierścień)

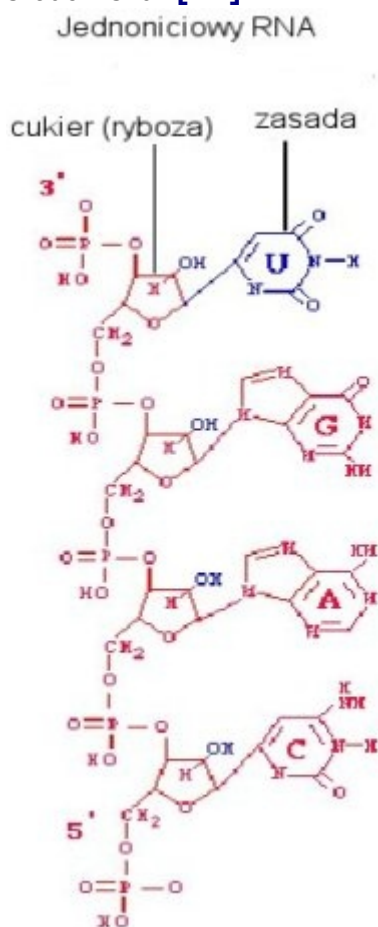
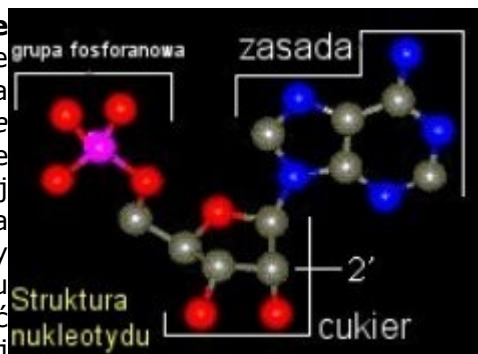
okazało się bardzo trudne, zespół badaczy wyszedł z tak zwaną **'teorią lagun'**. Młoda Ziemia to nie tylko oceany, lecz również plaże, zagłębienia skalne. Wystarczyło więc zagęścić mieszaninę i podsuszyć — otrzymano imponujące ilości zasad azotowych [1]. Okazało się więc, że teoria kwasów nukleinowych jako cząsteczek pionierskich ma bardzo solidne podstawy.

Co ciekawe, używając otrzymane mieszaniny, poddawano je dalszym eksperymentom symulującym warunki panujące na „lagunach” — z prostych związków powstał kwas pantotenowy, związek ściśle skorelowany z koenzymem A, kluczowym elementem systemu formowania białek i cykli metabolicznych [2].

Każdy przyzna, że mieszanina zasad azotowych nadal nie obiecuje większej, spontanicznej złożoności, mimo, iż nawet ryboza (cukier wchodzący w skład nukleotydów tworzących RNA) została uzyskana w eksperymencie prebiotycznym i oczyszczona w obecności

Zupełnie niezrozumiałe jest uporczywe wskazywanie na labilność powstałych cząsteczek w prawdziwych warunkach prebiotycznych przez krytyków teorii samorzutnego powstania życia. Zdaję sobie sprawę, że mieszanina pobierana do analizy w aparacie Millera była schładzana, lecz łatwo również wyobrazić sobie naturalne warunki — ocean to nie statyczna zupa, nowopowstałe cząsteczki mogły być np. wmywane pod skały, które chroniły je przed niszczycielskim promieniowaniem UV. Poza tym, jeśli synteza przebiegała gwałtownie, przy specyficznych warunkach część cząsteczek mogła wytrącić się z roztworu (tak jak kożuch na mleku) tworząc przypadkowo warstwę ochronną dla cząsteczek znajdujących się poniżej. Ponieważ uzyskanie dużych stężeń cząsteczek, zwłaszcza pirymidyn,

związków ołowiu [3]. **Jak powstały pierwsze nukleotydy?** Otóż już w roku 1963 wykazano, iż ze związków obecnych w mieszaninie uzyskanej przez Millera może powstać nukleotyd adeninowy [10], *nota bene* najbardziej wytrzymały na promieniowanie UV. Może właśnie ta cecha nazaczyła go później jako najbardziej „popularne” źródło energii chemicznej — ATP? Grupa naukowców udowodniła, że jeśli w roztworze będzie obecny **metafosforan etylu, ryboza i adenina**, po naświetlaniu UV powstaną znaczne ilości nukleotydu. Nie możemy być całkowicie pewni, że metafosforan etylu istniał na młodej Ziemi. W roku 1965 wykazano jednak prostą drogę dla formowania się wszystkich nukleotydów (razem z adeninowym) **poprzez odpowiednie wystawienie na wysoką temperaturę i zastosowanie różnych źródeł grupy fosforanowej**, które mogły istnieć w prebiotycznym środowisku. [11]

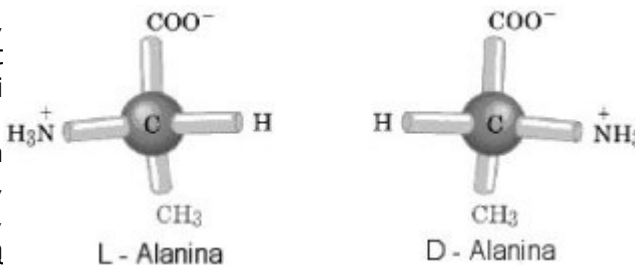


Wiemy, że nukleotydy mogą się spontanicznie formować w losowe łańcuchy na minerałach. Glin i krzem, wypłukane ze skał wulkanicznych, formowały warstwową strukturę, z ujemnym ładunkiem między warstwami. Cecha ta powodowała przyciąganie jonów i tworzenie przez nie dodatkowej warstwy, która zaś była idealnym podłożem do formowania się łańcucha RNA. [4] Obecnie próbuje się wyjaśnić jak wiązania między nukleotydami są formowane. To odkrycie jest jednym z bardziej spektakularnych w biologii powstania życia. Przypadkowa formacja łańcuchów RNA mogła prowadzić do powstania form katalitycznie aktywnych, czyli cząsteczek o aktywnym i skłonny do mutacji replikowaniu się. Fascynujący świat pionierskich cząsteczek RNA zostanie przeze mnie opisany w następnym artykule.

Co ciekawe, inny minerał skalny potrafi katalizować łączenie się aminokwasów w łańcuchy peptydowe. [5] Nie są to jeszcze aktywne białka, ale coś na podobieństwo krótkich ich fragmentów. Czyż to wyraźnie nie wskazuje na względnie dużą szansę na powstanie załączków życia z prostych substancji i skał?

Skoro już jesteśmy przy aminokwasach — w doświadczeniach prebiotycznych pojawił się jeszcze jeden problem. Jak okazało się, mieszanina aminokwasów była racemiczna, czyli występowały w niej po równo izoformy D i L (formy te posiadają różną zdolność do skręcania płaszczyzny polaryzacji światła). Należy tu wspomnieć, że również racemiczną reprezentację cząstek znalezionych w meteorycie z Murchison. *Nota bene*, inny wynik tego doświadczenia wskazywałby na zanieczyszczenie bakteryjne.

Jak wiemy, świat żywy jest zdecydowanie zdominowany, z bardzo małymi wyjątkami [6], [7], formami L aminokwasów. Wydaje się, że przewaga ta została wytworzona później, na drodze selekcji — po pierwsze, odporności na promieniowanie UV, po drugie, okazuje się, że formy D znacznie słabiej łączą się do tRNA [8] — małych transporterów, które przenoszą aminokwasy do rybosomów, gdzie składane są łańcuchy białkowe. Poza tym, do reliktyw aktywnej selekcji zaliczyłbym również specjalny enzym — D-Tyr-tRNA Tyr deacylaza — który usuwa niepoprawny D aminokwas przyłączony przez przypadek do tRNA [9]. Fakty z obecnego świata biochemicznego bogatego w relikty pozwalają nam przypuszczać, że tak jak wspomniano wyżej formy L utrwaliły się na drodze selekcji.



Czy świat powstał ze szczęścia i przypadku w świetle powyższych faktów wydaje się niemożliwy? Niepotrzebne jest tu żonglowanie statystyką, wymysły o czarnych i białych

kulkach w worku, gdyż tak naprawdę żaden kreacjonista nie jest w stanie wymyślić wzoru na życie. Jeśli uzmysłowimy sobie, że szansa na powstanie aktywnych cząsteczek życia była niemal równa, (dodajmy nawet: niewielka), w każdej kropli na całym obszarze ziemskim, to czyż biadolenie o wygranej na loterii nie wydaje się bezpodstawnym i nieracjonalnym bełkotem? Czy nie lepiej cieszyć się dotychczasowymi sukcesami? O wiele ciekawiej jest zadawać sobie pytania: jak to mogło być; wypełniać te luki w naszej niewiedzy i tworzyć kompletną teorię powstania życia, początków początku, nas samych. Wiem, że dużo łatwiejsze dla wielu będzie wpychanie w tę lukę kreatora z jego magiczną różdżką, ale jeśli tak łatwe miałyby być nasze poznawanie, życie byłoby najnudniejszym tworem, jaki powstał.

*

Literatura — podstawowe wiadomości oraz tło historyczne:

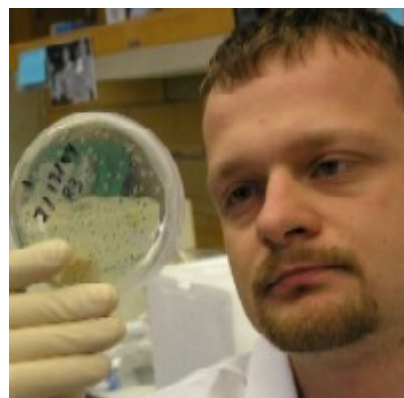
„From Primordial Soup to the Prebiotic Beach" An interview with exobiology pioneer, Dr. Stanley L. Miller, University of California San Diego, by Sean Henahan, Access Excellence. 1996.

Przypisy:

- [1] Michael P. Robertson & Stanley L. Miller, "An efficient prebiotic synthesis of cytosine and uracil", *Nature* 375, 772-774 (1995).
- [2] Anthony D. Keefe, Gerald L. Newton & Stanley L. Miller, "A possible prebiotic synthesis of pantetheine, a precursor to coenzyme A", *Nature* 373, 683-685 (1995).
- [3] Zubay G., "Studies on the lead-catalyzed synthesis of aldopentoses.", *Orig. Life Evol. Biosph.* 1998 Feb;28(1):13:26.
- [10] Ponnamperna C., Sagan C., Mariner R., "Synthesis of adenosine triphosphate under possible primitive Earth conditions", *Nature* 1963 Vol. 199: 222-225.
- [11] Ponnamperna C., Mack R., "Nucleotide synthesis under possible primitive Earth conditions", *Science* 1965 Vol. 148: 1221-3.
- [4] James P. Ferris "Montmorillonite catalysis of RNA oligomer formation in aqueous solution. A model for the prebiotic formation of RNA." *Journal of the American Chemical Society.* 1993, 115, 12270-12275.
- [5] Special feature Part one; Origins of life by Philip Ball. *Nature News.* 22 April 1999.
- [6] John Mitchell, James Smith. "D-amino acid residues in peptides and proteins", *Proteins: Structure, Function, and Genetics* vol 50, Issue 4, 2003, pages: 563-571
- [7] Yokoyama T, Kan-no N, Ogata T, Kotaki Y, Sato M, Nagahisa E., "Presence of free D-amino acids in microalgae", *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 2003, Feb; 67(2):388-92.
- [8] Balasubramanian R, Seetharamulu P., "Origins of life: conformational energy calculations on primitive tRNA nestling an amino acid.", *Journal of Theoretical Biology,* 1985 Mar 7;113(1):15-28.
- [9] Lim K, Tempczyk A, Bonander N, Toedt J, Howard A, Eisenstein E, Herzberg O. "A catalytic mechanism for D-Tyr-tRNA Tyr deacylase based on the crystal structure of Hemophilus influenzae HI0670.", *J. Biol. Chem.* 2003 Apr 11;278(15):13496-502.

Marcin Klapczyński

Ukończył biologię molekularną na Uniwersytecie Adama Mickiewicza w Poznaniu. Pracuje jako Research Specialist in Health Science w Department of Anatomy and Cell Biology na University of Illinois w Chicago. Zajmuje się molekularnymi podstawami rozwoju komórek receptorowych w błędniku. Jego laboratorium współpracuje z NASA, badając wpływ stanu nieważkości na funkcjonowanie narządu percepcji równowagi. Specjalizuje się w ekspresji białek 'od zera', hodowlach linii komórkowych, symulacji in vitro procesów zachodzących w komórkach. Jego pasją jest teoria ewolucji, w szczególności ewolucja systemów biochemicznych i pochodzenie życia we



Wszechświecie.

[Pokaż inne teksty autora](#)

(Publikacja: 20-11-2003 Ostatnia zmiana: 25-10-2004)

[Oryginał.](http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,3065) (<http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,3065>)

Contents Copyright © 2000-2008 by Mariusz Agnosiewicz

Programming Copyright © 2001-2008 Michał Przech

Autorem tej witryny jest Michał Przech, zwany niżej Autorem.

Właścicielem witryny są Mariusz Agnosiewicz oraz Autor.

Żadna część niniejszych opracowań nie może być wykorzystywana w celach komercyjnych, bez uprzedniej pisemnej zgody Właściciela, który zastrzega sobie niniejszym wszelkie prawa, przewidziane w przepisach szczególnych, oraz zgodnie z prawem cywilnym i handlowym, w szczególności z tytułu praw autorskich, wynalazczych, znaków towarowych do tej witryny i jakiegokolwiek ich części.

Wszystkie strony tego serwisu, wliczając w to strukturę podkatalogów, skrypty JavaScript oraz inne programy komputerowe, zostały wytworzone i są administrowane przez Autora. Stanowią one wyłączną własność Właściciela. Właściciel zastrzega sobie prawo do okresowych modyfikacji zawartości tej witryny oraz opisu niniejszych Praw Autorskich bez uprzedniego powiadomienia. Jeżeli nie akceptujesz tej polityki możesz nie odwiedzać tej witryny i nie korzystać z jej zasobów.

Informacje zawarte na tej witrynie przeznaczone są do użytku prywatnego osób odwiedzających te strony. Można je pobierać, drukować i przeglądać jedynie w celach informacyjnych, bez czerpania z tego tytułu korzyści finansowych lub pobierania wynagrodzenia w dowolnej formie. Modyfikacja zawartości stron oraz skryptów jest zabroniona. Niniejszym udziela się zgody na swobodne kopiowanie dokumentów serwisu Racjonalista.pl tak w formie elektronicznej, jak i drukowanej, w celach innych niż handlowe, z zachowaniem tej informacji.

Plik PDF, który czytasz, może być rozpowszechniany jedynie w formie oryginalnej, w jakiej występuje na witrynie. **Plik ten nie może być traktowany jako oficjalna lub oryginalna wersja tekstu, jaki zawiera.**

Treść tego zapisu stosuje się do wersji zarówno polsko jak i angielskojęzycznych serwisu pod domenami Racjonalista.pl, TheRationalist.eu.org oraz Neutrum.eu.org.

Wszelkie pytania prosimy kierować do redakcja@racjonalista.pl