

Zręczna woda

Jak powstało życie? To jedno z najbardziej fascynujących otwartych pytań. Kluczem do tej zagadki od dawna wydaje się zrozumienie, w jaki sposób powstała nadwyżka lewoskrętnych aminokwasów nad prawoskrętnymi.

W organizmach żywych występują (prawie) wyłącznie te lewoskrętne, chociaż w czasie syntezy w laboratorium powstaje równie dużo prawoskrętnych. Oczywiście jest możliwe, że życie pochodzi od jednego organizmu, który przypadkowo powstał z wykorzystaniem akurat lewoskrętnych aminokwasów. Jednak od wielu lat bardziej kusząca wydaje się możliwość, że nadwyżka pojawiła się skutkiem jakiegoś naturalnego procesu i że to ona spowodowała powstanie życia.

Zaproponowano wiele mechanizmów, które mogły wywołać taką asymetrię. Wśród nich jest jeden szczególnie atrakcyjny dla fizyka. Możliwe, że powodem jest subtelna różnica między enancjomerami (związkami różniącymi się skrętnością), wywołana łamaniem parzystości przez oddziaływanie słabe. Za wiązania chemiczne odpowiedzialne jest bowiem nie tylko oddziaływanie elektromagnetyczne, lecz również oddziaływanie słabe. Wkład tego ostatniego jest jednak grube rzędy wielkości mniejszy. Żeby jego wpływ był zauważalny, musi działać jakiś mechanizm wzmacniający.

Mechanizm, który różnicuje reaktywność lewo- i prawoskrętnych aminokwasów, został chyba potwierdzony [1]. Piszę chyba, bo dobrze byłoby poczekać na potwierdzenie wyników przez niezależny zespół badawczy.

Doświadczenie [1] zostało przeprowadzone z łańcuchami złożonymi z dokładnie 24 monomerów lewoskrętnego i prawoskrętnego kwasu poliglutaminowego. Związki te rozpuszczają się w wodzie. W środowisku obojętnym (pH>6) tworzą helisę, natomiast w środowisku kwaśnym (pH<3) związki te dysocjują i helisa się rozprostowuje.

Okazuje się, że zjawisko to zachodzi dla pH o 0,2–0,3 mniejszego (czyli dla mniej więcej dwa razy większego stężenia jonów hydroniowych H_3O^+) dla kwasu poli-L-glutaminowego niż dla D-glutaminowego. Jeszcze ciekawsze jest znikanie różnicy po zastąpieniu zwykłej wody H_2O przez wodę ciężką D_2O .

Wygląda to zaskakująco. Podręczniki chemii przekonują, że praktycznie nie ma różnicy w reaktywności związków chemicznych związanej z ich składem izotopowym. Od pewnego czasu wiadomo jednak, że woda jest wyjątkiem. Zwykła woda występuje w dwóch odmianach: orto i para. Różnią się one całkowitym spinem jąder wodoru. Spin ten może być równy jeden \hbar lub zero. W pierwszym przypadku są trzy możliwości: $|\uparrow\uparrow\rangle$, $|\downarrow\downarrow\rangle$ i $\frac{1}{\sqrt{2}}(|\uparrow\downarrow\rangle + |\downarrow\uparrow\rangle)$, a w drugim tylko jedna: $\frac{1}{\sqrt{2}}(|\uparrow\downarrow\rangle - |\downarrow\uparrow\rangle)$. W takim razie zwykła woda jest w 75% orto- H_2O i w 25% para- H_2O . Podobne zróżnicowanie nie występuje dla tlenu deuteru, ponieważ jądrem deuteru jest para nukleonów.

Orto- H_2O jest obdarzona słabym polem magnetycznym. Według autorów [1] właśnie to pole jest odpowiedzialne za minimalną różnicę w zachowaniu łańcuchów lewo- i prawoskrętnych aminokwasów, która jest wzmacniana przez autokatalityczny proces związania się łańcucha polipeptydowego w helisę.

Nie jest w tej chwili jasne, czy obserwowana różnica jest wystarczająca, aby doprowadzić do powstania przewagi lewoskrętnych aminokwasów nad prawoskrętnymi i czy taka różnica zapoczątkowała życie na Ziemi.

Jeżeli jest to jednak prawda, to powstanie życia wiąże się po raz kolejny z powstawaniem Wszechświata. Wówczas bowiem przewaga lewoskrętnych aminokwasów jest wywołana nie tylko łamaniem parzystości przez oddziaływanie słabe, ale również przewagą materii nad antymaterią. Ta przewaga z kolei nie mogłaby się wykształcić bez łamania kombinowanej symetrii CP (charge-parity) sprzężenia ładunkowego i parzystości. Choć łamanie tej symetrii zostało stwierdzone i znajduje wyjaśnienie w ramach standardowego modelu oddziaływań elementarnych, to powszechnie uważa się, że potrzebne jest jego dodatkowe źródło, aby wyjaśnić obserwowaną różnicę między materią i antymaterią. W takim przypadku, bez zrozumienia efektów wykraczających poza model standardowy, nie da się wyjaśnić powstania życia na Ziemi.

Piotr ZALEWSKI

[1] Meir Shinitzky i inni, *Subtle differences in structural transitions between poly-L- and poly-D-amino acids of equal length in water*, Phys. Chem. Chem. Phys., 2006, **8**, 333-339; Colin R. Batchelor, *Is water the answer to nature's handedness?*, Chemical Science 23/01/2006 http://www.rsc.org/Publishing/ChemScience/Volume/2006/02/water_handedness.asp