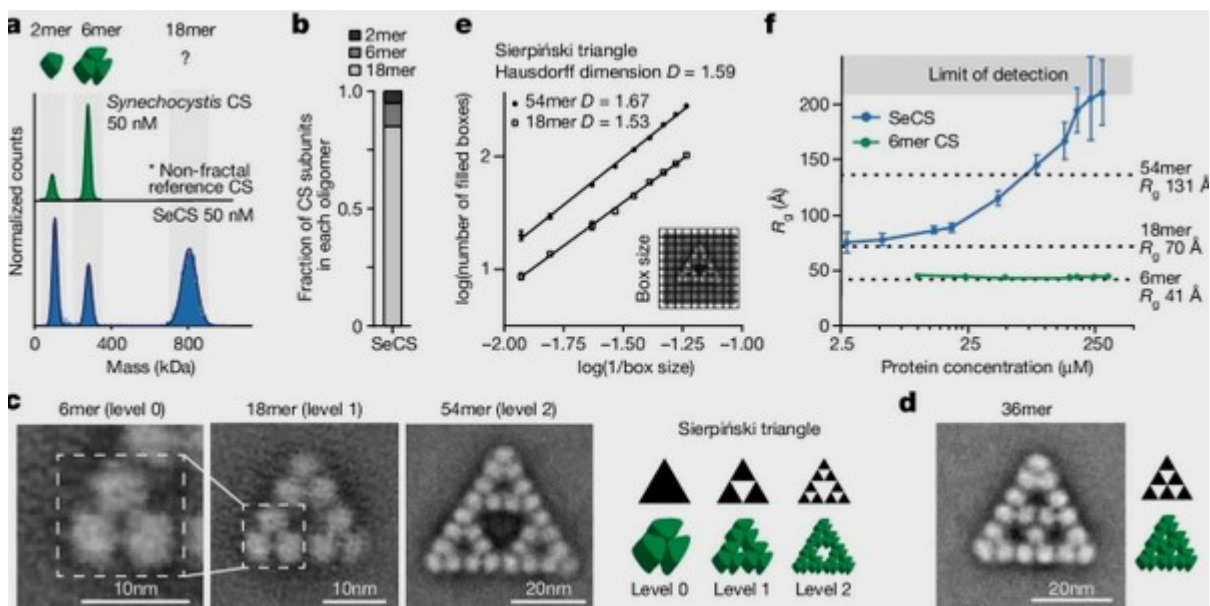


# Pozналиśmy pierwszą molekułę o kształcie fraktala

12 kwietnia 2024

Międzynarodowy zespół naukowy, prowadzony przez ekspertów z Instytutu Maxa Plancka w Marburgu i Uniwersytetu w Marburgu, natrafił na pierwszą regularną molekułę w naturze. Molekuła ta to syntaza cytrynianowa wytwarzana przez cyjanobakterie. Spontanicznie łączy się ona we wzór zwany trójkątem Sierpińskiego. Badania sugerują, że ten niezwykły kształt może być ewolucyjnym wypadkiem.



W naturze znamy wiele mniej lub bardziej regularnych wzorów. Widzimy je w płatkach śniegu czy kalafiorach romanesco. Pojedyncze ich części przypominając całość. Kształty, które powtarzają się od najmniejszej skali po największą, zwiemy fraktalami. Jednak bardzo rzadko zdarzają się naturalne fraktale, które są niemal identyczne w każdej ze skal. Molekuły też posiadają pewną regularność, jednak tylko w niektórych skalach. Dotychczas nie znaleźliśmy żadnej molekuły, która byłaby fraktalem.

Teraz naukowcy trafili na pierwszą taką molekułę. „Zauważyliśmy tę strukturę zupełnie przypadkiem i nie mogliśmy

uwierzyć w to, co pokazał nam mikroskop elektronowy. Ta proteina tworzy piękne trójkąty i w miarę jak się powiększa, widzimy coraz większe i większe trójkątne wolne przestrzenie. Takiego zjawiska nie widzieliśmy nigdy w przypadku żadnej proteiny” – mówi główna autorka badań, profesor Franziska Sendker.

Uczni przystąpili więc do badania, w jaki sposób tak niezwykła struktura mogła powstać. Poprosili o pomoc biologów strukturalnych z Uniwersytetu w Marburgu. To była jedna z najtrudniejszych, ale i najbardziej fascynujących, struktur, nad jakimi pracowałem, mówi Jan Schuller, którego zespół pomógł rozwiązać zagadkę fraktalnej molekuly. Badania pozwoliły określić, w jaki sposób powstał niezwykły kształt.

Proces samoorganizowania się białek jest wysoce symetryczny. Poszczególne łańcuchy przyjmują takie samo ułożenie względem łańcuchów sąsiednich. Zawsze prowadzi to do pojawienia się gładkiej struktury w dużej skali. Takie białko nie jest fraktalem, nie ma dużej skali jego charakterystycznej strzępiastej struktury. Kluczem do powstania fraktalnej molekuly było złamanie tej symetrii. W syntazie cytrynianowej cyjanobakterii każdy z indywidualnych łańcuchów wchodził w nieco inne interakcje z sąsiadami, w zależności od pozycji we fraktalu.

„Proces samoorganizacji jest ewolucyjnie wykorzystywany do regulowania enzymów. Jednak w przypadku fraktalnej molekuly nie wydaje się, by kształt miał tu jakieś znaczenie” – mówi biolog ewolucyjny Georg Hochberg. Gdy naukowcy zmanipulowali cyjanobakterie tak, by ich sytaza cytrynianowa nie była fraktalem, bakteriom w żaden sposób to nie przeszkadzało i rozwijały się całkowicie normalnie. Dlatego też badacze wysunęli hipotezę, że pojawienie się fraktala to nieszkodliwy wypadek ewolucyjny. Takie wypadki mogą mieć miejsce, gdy powstająca struktura nie jest zbyt trudna do stworzenia.

Naukowcy postanowili przetestować tę hipotezę i wykorzystali

metody statystyczne do sprawdzenia, jak wyglądało badane białko przed milionami lat. Następnie w laboratorium stworzyli takie białko i obserwowali jego ewolucję. Okazało się, że w wyniku niewielkiej liczby mutacji fraktalna syntaza cytrynianowa powstała w wielu liniach cyjanobakterii i szybko z nich zniknęła. Przetrwała tylko w pojedynczej linii. „Chociaż nigdy nie będziemy całkowicie pewni, jak doszło do pojawienia się takiego kształtu, to molekula ta posiada wszystkie cechy struktury biologicznej, która pojawiła się przypadkiem bez widocznej przyczyny, tylko dlatego, że w łatwy sposób mogła się pojawić” – wyjaśnia doktor Georg Hochberg, kierownik zespołu naukowego z Instytutu Mikrobiologii Lądowej im. Maxa Plancka w Marburgu.

Autor: Mariusz Błoński

Ilustracja: [Nature.com](https://www.nature.com)

Na podstawie: [Nature.com](https://www.nature.com), [MPG.de](https://www.mpg.de)

Źródło: [KopalniaWiedzy.pl](https://www.kopalnia wiedzy.pl)