

Dziwna geometria i klatki białkowe

Podczas gdy DNA przenosi instrukcję formowania się życia to białka ją realizują. Przeprowadzają niemal wszystkie reakcje biochemiczne. Zdając sobie z tego sprawę naukowcy podejmują wysiłki mające na celu otrzymanie niewystępujących w naturze wersji tych nanomaszyn. Pozwoli to na otrzymanie m.in. enzymów o nieznanym do tej pory własnościach katalitycznych, nowych materiałów czy systemów transportu leków. Jednym z najbardziej przydatnych kształtów białek jest sfera z pustym wnętrzem. Średnica takiej białkowej sfery to zazwyczaj kilkadziesiąt nanometrów. Dobrą analogią jest tutaj piłka futbolowa. Sfery białkowe zbudowane są z wielu kopii jednego lub kilku białek, stąd geometrycznie nie są one idealnymi sferami a raczej, podobnie jak piłka, składającymi się z połączonych razem wielokątów (w przypadku piłki są to pięciokąty otoczone przez sześciokąty) wielościanami wypukłymi.

Być może najważniejszą klasą białek przyjmujących formę wielościanów wypukłych, występujących w przyrodzie są zewnętrzne otoczki (kapsydy) wirusów. Przechowują one w swoim wnętrzu informację genetyczną zapisaną w RNA bądź DNA. Kapsydy służą wirusom do wnikania do wnętrza komórek, gdzie uwalniają materiał genetyczny, który może zostać namnożony lub wbudowany do DNA gospodarza. Wyprodukowanie sztucznych wersji takich kapsydów umożliwiłoby stworzenie "szytych na miarę" transporterów użytecznych np. w terapii genowej. Mogą one również znaleźć zastosowanie przy bezpieczniejszej produkcji szczepionek (używano by jedynie nietoksyczne białka patogenów, które przytwierdzono by do sfer białkowych). Innym zastosowaniem sfer białkowych jest wykorzystanie ich wnętrza, które może zostać zaprojektowane tak, aby przeprowadzało określoną reakcję biochemiczną. Możliwości zastosowań sfer jest dużo więcej.

Aby otrzymywać takie struktury musimy zrozumieć jak poszczególne cegiełki białkowe dopasowują się do siebie budując kompletny wielościan. Oczywiście istnieją pewne reguły geometryczne ograniczające ilość możliwych do osiągnięcia kształtów. W przypadku brył, gdzie każda ze ścian jest takim samym wielokątem foremnym możliwe jest otrzymanie tylko pięciu wielościanów. Są to tak zwane wielościany foremne lub bryły platońskie np. sześciścian, dwunastościan czy też dwudziestościan foremny (znany graczom RPG jako kostka do gry). Nieco bardziej skomplikowane reguły pozwalają na skonstruowanie 13 wielościanów półforemnych (brył archimedesowych) oraz 92 wielościanów Johnsona. Daje to razem 110 różnych wielościanów i jest to tyle na ile pozwala matematyka.

Ograniczenia te pochodzą z zasad geometrii, według których wszystkie wielokąty muszą do siebie idealnie pasować. Czy tę zasadę można złamać? Gdyby uwzględnić elastyczności kształtu cząsteczek białek stanowiących ściany bryły to czy możliwe jest skonstruowanie nowych rodzajów wielościanów? Odpowiedź na te pytania wydaje się być twierdząca. Wykorzystując 11-boczne białko TRAP powinno się udać zbudować 11-ścienny wielościan. Jakkolwiek szczegóły tej struktury ciągle wymagają potwierdzenia wykazaliśmy, że gdy białka TRAP znajdują się w narożnikach sześćo-ośmiościanu przyciętego tworzą razem wielościan, o średnicy około 20 nm, nazywany klatką TRAP. Ten nowatorski sposób łączenia białek może doprowadzić do opracowania nowych bionanostruktur nigdy do tej pory nieobserwowanych w przyrodzie. Obecnie staramy się zrozumieć strukturę tych i innych białek z większą dokładnością (używając mikroskopii elektronowej). Chcemy również sformułować geometryczne zasady rządzące formowaniem się struktur białkowych.

Ciekawa jest również sama metoda łączenia białek TRAP razem. Naturalnie występujące klatki białkowe są zazwyczaj utrzymywane przez słabe wiązania wodorowe oraz oddziaływania hydrofobowe. Klatka TRAP wydaje się być jednak utrzymywana w całości przez znacznie silniejsze wiązania kowalencyjne nadające jej niezwykłą wytrzymałość. Co ciekawe wiązania te mogą zostać utworzone jedynie w obecności klastrów złota. Każdy taki klaster zawiera tylko 55 atomów (1,4 nm średnicy). Ostatnie badania wbrew opinii o chemicznej obojętności złota pokazują, że klastry są nad wyraz reaktywne. Przyczyny tej reaktywności są ciągle nieznanne ale mogą mieć coś wspólnego ze sposobem w jaki atomy złota są razem utrzymywane. Zastosowanie klastrów złota do łączenia białek w większe struktury jest całkowicie nowatorskim podejściem. W przyszłości mogą one być używane, jako swoisty "klej" do białek, co pozwoli na osiągnięcie nowych, niedostępnych wcześniej kształtów białek.

Jak można wykorzystać te odkrycia? Wyniki sugerujące istnienie nowych rodzajów kształtów dostępnych dla struktur białkowych oraz nowe formy chemii oddziaływań białko-złoto mają szeroki zakres zastosowań. Użyteczność klatek TRAP wynika z faktu, że jakkolwiek są one bardzo stabilne to w środowisku wnętrza komórki łatwo rozpadają się na części składowe. Istnieje więc teoretyczna możliwość umieszczenia wewnątrz klatki leku i użycia jej do bezpiecznego ich dostarczenia do wnętrza komórki, gdzie zostaną następnie uwolnione.

Pomyśl o tym wszystkim następnym razem gdy będziesz rzucał kością do gry.