



Douglas J. Futuyma

## Cuda a molekuly \*

Allen Orr rzeczowo ukazał głębokie wady w **Darwin's Black Box**. Ja tylko rozwinę kilka jego uwag.

Niefortunnie dla argumentu Michaela Behe'ego, biologia molekularna tylko umacnia pozycję neodarwinowskiej teorii ewolucji, dostarczając licznych świadectw empirycznych na rzecz nie tylko historii ewolucji, lecz także mechanizmów zmian ewolucyjnych. Sekwencje DNA, bogate źródło danych o filogenetycznych związkach między organizmami, w niemal wszystkich przypadkach potwierdziły szerokie powiązania, o istnieniu których wnioskowano wcześniej na podstawie anatomii porównawczej. Wspólne pochodzenie wszystkich organizmów żywych potwierdzono za pomocą podobnych sekwencji DNA, takich jak te kodujące białka histonowe w roślinach, grzybach i zwierzętach, oraz te, które kodują rybosomalny RNA zarówno w „wyższych” organizmach, jak i w bakteriach. Choć Behe jawnie uznaje hipotezę wspólnego pochodzenia różnych form życia, ten coraz bardziej bezsporny fakt w historii życia w wielkim stopniu zawęża zakres nadnaturalnej interwencji.

Behe widzi rolę boskiego projektanta w powstawaniu złożonych systemów biochemicznych. Molekularna biologia ewolucyjna daje jednak coraz większy wgląd w naturalne mechanizmy, dzięki którym takie układy ewoluują. Jednym z takich mechanizmów, jak zauważa Orr, jest duplikacja genów lub ich części, następująca poprzez dywer-

---

\* Douglas J. FUTUYMA, „Miracles and Molecules”, *Boston Review*, luty/marzec 1997, s. 29-30. <http://www.bostonreview.net/br22.1/futuyma.html>. Z jęz. angielskiego za zgodą Autora przełożył Dariusz SAGAN. Recenzent: Grzegorz NOWAK, Zakład Biochemii UMCS, Lublin.

gencję funkcjonalną. Duplikacja genu jest konsekwencją nierównego *crossing-over*, dobrze zbadanego przez genetyków procesu, który może zwiększać lub zmniejszać liczbę kopii genu na chromosomie. Taką zmienność zaobserwowano w przypadku ludzkich hemoglobin: niektóre osobniki mają większą, a inne – mniejszą od normalnej ilość genów hemoglobiny (zaburzenia wynikające z niedoboru tych genów to talasemie). Podczas ewolucji kręgowców dzięki duplikacji genu powstała rodzina genów hemoglobiny, które pełnią różne funkcje. Hemoglobina minoga morskiego, prymitywnego bezzuchowca, składa się z pojedynczego łańcucha białkowego (monomeru), kodowanego przez jeden gen. U szczękowców, jak ryby lub ssaki, hemoglobina jest tetramerem: agregatem czterech łańcuchów dwu typów (alfa i beta), kodowanych przez geny o pokrewnych sekwencjach. Ten tetramer ma kooperatywną zdolność wiązania tlenu, która nie jest dostępna dla minoga morskiego. U łososia czterokrotne kopie genu beta, różniące się trochę sekwencją, produkują cztery rodzaje hemoglobiny o różnych zdolnościach wiązania tlenu.<sup>1</sup> U ssaków następujące po sobie duplikacje genu beta dają początek łańcuchom gamma i epsilon, które charakteryzują hemoglobinę – odpowiednio – płodu i wczesnej postaci embrionu, a także zwiększają pobór tlenu od matki. Skutki duplikacji genu, rozrzucone w czasie, doprowadziły więc do powstania „nieredukowalnie złożonego” systemu białek oddechowych u ssaków. Ponadto, niektóre duplikaty genów hemoglobiny stały się pseudogenami: sekwencjami podobnymi do funkcjonalnych genów hemoglobiny, ale zawierającymi mutacje, które znoszą ich funkcję. Sekwencje te ukazują, że zbędne geny szybko się degenerują.

Sekwencjonowanie DNA pokazało również, że przy niewielkiej przebudowie, a czasem nawet bez niej, produkty genów zyskują bardzo odmienne funkcje. Krystaliczna soczewka oczu kręgowców składa się z takiego białka, jak, na przykład, dehydrogenaza mleczanowa. Białko to pełni jednak zupełnie odmienną, enzymatyczną funkcję w

---

<sup>1</sup> Peter W. HOCHACHKA and George N. SOMERO, *Biochemical Adaptation*, Princeton University Press, Princeton 1984, s. 279-303.

innym miejscu ciała. Laktalbumina, składnik mleka, i część enzymu syntetazy laktozowej są kodowane przez geny, które tylko trochę różnią się sekwencją od genu dla lizozymu, który opóźnia infekcję dzięki niszczeniu ścianek komórki bakteryjnej. Jak powiedział laureat nagrody Nobla, genetyk molekularny Francois Jacob, ewolucja to w dużej mierze majstrowanie przy molekułach – wytwarzanie nowych przedmiotów ze starych resztek.<sup>2</sup>

Do majstrowania przy molekułach zalicza się też mieszanie i dopasowywanie – łączenie zduplikowanych odcinków genów w nowe geny. Na przykład, około pięć różnych modułów w różnych kombinacjach tworzy każde z licznych białek występujących przy krzepnięciu krwi – moduły te są ponadto składnikami białek pełniących zupełnie odmienne funkcje, jak enzym trawienny – trypsyna.

Na złożonych systemach biochemicznych widnieje więc molekularna pieczęć ich ewolucyjnego pochodzenia. Często układy te można znaleźć w różnych organizmach w prymitywnej, mniej złożonej postaci. Funkcjonują one wtedy należycie, nawet jeśli nie tak wydajnie jak bardziej złożone układy, które wyewoluowały w innych liniach filetycznych. Oko ssaka jest niesamowicie – być może „nieredukowalnie” – złożone, lecz posiadanie oka bez soczewki, zdolnego przynajmniej odróżnić światło od ciemności, jest lepsze niż nieposiadanie oka w ogóle. Podobnie hemoglobina minoga morskiego, nawet jeśli jest mniej wydajna od hemoglobiny szczekowców, wystarczy, by utrzymać go przy życiu. Mimo to wątpliwe jest, czy ssak mógłby przeżyć z hemoglobina podobną do hemoglobiny minoga, ponieważ funkcje fizjologiczne, które wyewoluowały u ssaków, takie jak utrzymywanie wysokiej temperatury ciała, wymagają szybszego dostarczenia tlenu, co może zapewnić tylko wydajniejsza hemoglobina tetrameryczna. Podobnie jest mało prawdopodobne, by płód ssaka mógł przeżyć bez swojej specjalnej hemoglobiny. To, co kiedyś było tylko przewagą,

---

<sup>2</sup> Francois JACOB, „Molecular Tinkering and Evolution”, w: D.S. BENDALL (ed.), **Evolution from Molecules to Men**, Cambridge University Press, Cambridge 1983, s. 131-144.

stało się koniecznością. Jak podkreśla Orr, nieredukowalna złożoność jest nabyta – ona ewoluuje.

Wśród kręgowców tylko jedna podgrupa – szczękowce, które po raz pierwszy wyewoluowały około 430 milionów lat temu – ma hemoglobinę tetrameryczną, a z nich tylko jedna podgrupa – ssaki, których przodkowie odłączyli się od innych gadów około 320 milionów lat temu – ma hemoglobinę płodową. Fakty te dopuszczają dwa możliwe wyjaśnienia. Jedno – wyjaśnienie Behe’ego – głosi, że wspólny przodek wszystkich kręgowców, czy wszystkich istot żywych, został wyposażony w całą maszynię molekularną, jakiej jego potomkowie będą kiedykolwiek używać, i że przeważająca część tej maszyny została utracona w większości linii filetycznych. Ta hipoteza jest nie tylko niedorzeczna, ale również, jak wskazuje Orr, daje przewidywania, które przeczą świadectwu empirycznemu. Hipoteza alternatywna głosi, że nowe kompleksy molekularne powstawały w różnych liniach rodowych organizmów w różnych punktach czasu.

Jeśli to prawda i jeśli pójdziemy za Behe’em, przecząc naturalnemu, ewolucyjnemu pochodzeniu organizmów, to każde powstanie dywergentnej, zduplikowanej hemoglobiny wymaga od nas postulowania specjalnej interwencji wszechmogącego projektanta. Pamiętajmy, że parę opisanych przeze mnie nowych hemoglobin to zaledwie kilka z licznych, niewiele różniących się od siebie hemoglobin, które, jak te u łososia, biorą udział w złożonej, subtelnie zestrojonej adaptacji różnych organizmów do ich środowiska. Stanowią one zaledwie niewielki ułamek „nieredukowalnie złożonych” adaptacji molekularnych znajdujących u kręgowców, owadów, roślin i innych postaci życia. Behe jest więc zmuszony widzieć wszędzie rękodzieło projektanta. Życie musi przedstawiać mu się jako niezliczone przypadki nadnaturalnej interwencji – cudu.

Odwołując się do cudów, naukowcy przestają uprawiać naukę. Gdyby geolog powoływał się na płyty tektoniczne, chemik – na wiązania wodorowe, czy fizyk – na grawitację, jako na przypadek

czegoś cudownego, zostaliby wyśmiani przez swoich kolegów po fachu. Co więcej, nie wykonywaliby swojej pracy, którą jest szukanie odpowiedzi poprzez stawianie i testowanie hipotez wyjaśniających. W obliczu nieznanego – przed którym stoją wszyscy naukowcy – uczony przywołujący cud mówi w rzeczywistości „to jest niepoznawalne” i przyznaje się do porażki. Tylko dzięki ufności, że to, co nieznanne, jest poznawalne, fizycy wyjaśniają świat, a biologowie rozumieją kwestie dziedziczności, rozwoju i ewolucji tak dobrze, jak kilkadziesiąt lat temu jeszcze nie miano nadziei. Mimo to Behe, widząc cud w każdej molekułe, chciałby doprowadzić nas do uznania porażki rozumu, do stracenia nadziei na zrozumienie, do zadowolenia się niewiedzą. Nawet gdyby biolodzy z dnia na dzień uzyskiwali coraz większą wiedzę i wgląd w procesy życiowe, Behe radziłby nam, abyśmy się poddali.



*Douglas J. Futuyma*