

MICHAEL J. BEHE

GRANICA EWOLUCJI

W POSZUKIWANIU
OGRANICZEŃ DARWINIZMU



Granica ewolucji przedstawia wyważoną,
rzetelną i miazdzącą argumentację.
To niesłychanie ważna książka.
– Philip Skell

Granica ewolucji

W poszukiwaniu ograniczeń darwinizmu



SERIA INTELIGENTNY PROJEKT

Seria Inteligentny Projekt to pierwsza tak ambitna i bogata propozycja na polskim rynku wydawniczym, w ramach której ukazują się książki dotyczące teorii inteligentnego projektu – Intelligent Design (ID).

Autorzy zastanawiają się: Czy różnorodność życia na Ziemi może być wyjaśniona wyłącznie przez procesy czysto przyrodnicze? Czy złożone struktury biologiczne mogły powstać drogą przypadku i konieczności, bez udziału inteligencji? Czy Ziemia jest tylko jedną z wielu niczym niewyróżniających się planet?

Teoria inteligentnego projektu jest ogólną teorią rozpoznawania projektu i ma szerokie zastosowanie w takich dziedzinach nauki, jak kryminalistyka, historia, kryptografia, astronomia i inżynieria. Seria Inteligentny Projekt pokazuje, że koncepcja ID powinna być stosowana również w zagadnieniach pochodzenia i rozwoju różnych form życia, a także w próbie zrozumienia nas samych.



Przez kilkadziesiąt lat zajmowałem się budową molekularnych pojazdów wyposażonych w funkcjonalne silniki, koła, osie i podwozia [...] Biologiczne mechanizmy odpowiadające za takie przekształcenia stanowią dla nas wielką zagadkę.

James M. Tour,

<https://www.jmtour.com/personal-topics/evolution-creation/>

Granica ewolucji

W poszukiwaniu ograniczeń darwinizmu

Michael J. Behe



Warszawa 2020

En Arche

Tytuł oryginału
The Edge of Evolution
The Search for the Limits of Darwinism

Copyright © 2007 by Michael J. Behe
c/o Writers' Representatives LLC, New York. All rights reserved

Copyright © for the Polish edition by Fundacja En Arche, Warszawa 2020

Przekład
Zbigniew Kościuk

Redaktor naukowy serii
prof. dr hab. Kazimierz Jodkowski

Redaktor prowadzący
Barbara Giża

Redakcja merytoryczna
prof. dr hab. Marian Wnuk

Konsultacja merytoryczna
Katarzyna Górka-Golon

Redakcja językowa
Alicja Kaszyńska

Korekta
Monika Marczyk

Projekt okładki
Jadwiga Topolowska

Projekt graficzny i skład
Maria Rostoniec

Ilustracja na okładce
Wellcome Images

Wydanie I

ISBN 978-83-66233-22-5 (PDF)
ISBN 978-83-66233-23-2 (EPUB)
ISBN 978-83-66233-24-9 (MOBI)

Fundacja En Arche
al. Jana Pawła II 80 lok. 15
00-175 Warszawa
biuro@enarche.pl
Księgarnia internetowa
enarche.pl/ksiegarnia/

En Arche

*Moim rodzicom
Josephowi i Helen Behe*

En Arche

Spis treści

Rozdział 1. Elementy darwinizmu	9
Rozdział 2. Wyścig zbrojeń czy wojna pozycyjna?	25
Rozdział 3. Matematyczna granica darwinizmu	55
Rozdział 4. Co może wyjaśnić darwinizm	77
Rozdział 5. Czego nie może wyjaśnić darwinizm	99
Rozdział 6. Punkty odniesienia	119
Rozdział 7. Zasada dwóch miejsc wiążących	141
Rozdział 8. Zarzuty pod adresem koncepcji granicy	169
Rozdział 9. Bazylika i pachwiny łuku	193
Rozdział 10. Cały świat to scena	229
Dodatek A Ja, Nanorobot	267
Dodatek B Lekooporność zarodźca malarii	287

Dodatek C	
Montaż wici bakterii	289
Dodatek D	
Szuler	297
Podziękowania	307
Bibliografia	309
Indeks osobowy	327
Indeks rzeczowy	329



Rozdział 1

Elementy darwinizmu

Życie na Ziemi rozwijało się miliardy lat w sposób przypadkowy, ukierunkowany przez zasadę doboru naturalnego. Tak głosi darwinizm, najbardziej wpływowa idea naszych czasów. Przypadkowe mutacje DNA organizmów istniejących w zamierzchłej przeszłości pozwoliły szczęśliwemu mutantowi wydać więcej potomstwa niż innym przedstawicielom gatunku, co w kolejnych pokoleniach doprowadziło do zmiany całego gatunku. Nieprzerwane powtarzanie tego prostego procesu w ciągu eonów doprowadziło do powstania cudów życia, od złożonych mechanizmów molekularnego funkcjonowania komórki po ludzki umysł.

Tak przynajmniej uważają zwolennicy teorii darwinowskiej. Czy twierdzenie to jest jednak prawdziwe? Żeby udzielić odpowiedzi na to pytanie, trzeba skrupulatnie zbadać teorię Darwina, bo nie sprowadza się ona do jednej koncepcji, ale stanowi połączenie kilku niezależnych, zupełnie odrębnych pojęć. Trzy najważniejsze, które należałoby odróżniać już na samym początku, to: przypadkowa mutacja, dobór naturalny i wspólny przodek.

Słyszając o pochodzeniu od wspólnego przodka, większość ludzi myśli o „ewolucji”. Z pojęciem tym łączy się pogląd, że różne rodzaje dzisiejszych gatunków można wywieść od ich wspólnego przodka. Na przykład myszokoczki i żyrafy – dwa ssaki – uważa się za potomków jednego gatunku istniejącego w zamierzchłej przeszłości. Podobnie jest z organizmami zaliczanymi do znacznie bardziej odległych grup, choćby bawołami i myszółowami, świniami i petuniami, jakami i drożdżami.

Pogląd ten może się wydać zdumiewający, nic więc dziwnego, że niektórzy uznają koncepcję wspólnego przodka za tak niesłychaną, iż zaprzestają dalszych badań. Jednocześnie wyjaśnienie oparte na koncepcji wspólnego przodka jest w oczywisty sposób banalne. Koncepcja wspólnego przodka bierze pod uwagę wyłącznie *podobieństwa* pomiędzy organizmami. Stwierdza, że pewne cechy wspólne występowały od początku – że posiadał je przodek.

Sama w sobie nie próbuje jednak wytłumaczyć, skąd się wzięły owe cechy lub przodek, ograniczając się do odpowiedzi na pytanie, dlaczego jego potomkowie różnią się od siebie. Na przykład króliki i niedźwiedzie mają futro, więc koncepcja wspólnego przodka powiada, że miał je także ich przodek. Rośliny i zwierzęta są zbudowane ze złożonych komórek posiadających jądro, więc musiały je odziedziczyć po wspólnym przodku. Jednak pytania o to, jak i dlaczego do tego doszło, pozostają bez odpowiedzi.

W przeciwieństwie do tego mechanizm ewolucji postulowany przez Darwina – koncepcja stanowiąca połączenie przypadkowych zmian z zasadą doboru naturalnego – jest zdecydowanie bardziej ambitny. Dzięki połączeniu mechanizmu przypadkowych zmian i doboru naturalnego próbuje się wyjaśnić *różnice* pomiędzy organizmami oraz udzielić odpowiedzi na zasadnicze pytanie: Co mogło spowodować tak zdumiewające przemiany? W jaki sposób organizm pełniący funkcję przodka z upływem czasu przekształcił się w organizmy tak różne, jak na przykład nietoperze i wieloryby?

Podzielmy tę złożoną koncepcję na elementy składowe. Najpierw zbadajmy pojęcie doboru naturalnego. Podobnie jak pojęcie wspólnego przodka, zasada doboru naturalnego wydaje się interesująca, ale po bliższej analizie okazuje się stosunkowo skromną konstrukcją. Mówi ona, że lepiej przystosowani przedstawiciele danego gatunku wydadzą więcej potomków, którzy przetrwają, w odróżnieniu od osobników gorzej przystosowanych. Gdyby całkowita liczba gatunków pozostała bez zmian, z upływem czasu potomstwo lepiej przystosowanych zajęłoby miejsce potomstwa gorzej przystosowanych osobników. Wydaje się oczywiste, że stworzenia pod jakimś względem lepiej przystosowane (silniejsze, szybsze, wytrzymalsze) przeciętnie biorąc, poradzą sobie lepiej od osobników gorzej przystosowanych (słabszych, wolniejszych, mniej wytrzymałych).

Najważniejszym elementem złożonej teorii Darwina jest rola przypadkowych zmian. Niemal wszystko, co nowe i ważne w myśli Darwina, skupia się w trzeciej koncepcji. Zgodnie z darwinowską logiką jedynym sposobem, w jaki roślina lub zwierzę staje się lepiej przystosowane od swoich krewniaków, jest podleganie ciągłym przypadkowym zmianom. Jeśli jakaś zmiana spowoduje, że organizm stanie się silniejszy, szybszy lub w jakimś sensie bardziej odporny, wówczas do głosu może dojść zasada doboru naturalnego, która zagwarantuje, że jego potomkowie staną się liczniejsi od innych. Jednak dopóki nie dojdzie do przypadkowej zmiany, zasada doboru naturalnego nie zadziała.

Przypadkowe zmiany, dobór naturalny, wspólny przodek – trzy odrębne, niezależne idee powiązane w ramach jednej teorii. Połączenie trzech wspomnianych koncepcji powoduje, że na pytanie: „Czy teoria Darwina jest prawdziwa?” można udzielić kilku odpowiedzi. Oczywiście, jest możliwe, że każda z nich – koncepcja wspólnego przodka, doboru naturalnego i przypadkowych zmian – okaże się prawdziwa i że w adekwatny sposób wyjaśnią one proces ewolucji. Możliwe jest także, że wszystkie są prawdziwe (w tym znaczeniu, że przypadkowe zmiany i proces doboru naturalnego faktycznie zachodzą), ale nie są zdolne do wyjaśnienia procesu ewolucji. Nie możemy też wykluczyć, że jedna z nich okaże się prawdziwa, zaś dwie pozostałe całkowicie błędne. Albo że jedna koncepcja będzie prawdziwa w stopniu większym niż druga i trzecia. Ponieważ wspomniane koncepcje mają charakter odrębny, świadectwa prawdziwości każdego z aspektów teorii Darwina należy ocenić w niezależny sposób. Poprzednie pokolenia naukowców chętnie wprowadzały rozróżnienia w tej dziedzinie. Wielu czołowych biologów końca XIX i początku XX wieku uważało koncepcję wspólnego przodka za prawdziwą, zaś zasadę przypadkowych zmian/doboru naturalnego za błędną.

W ciągu ostatnich 100 lat w naukach przyrodniczych dokonał się ogromny postęp. Na co wskazują wyniki współczesnej nauki? Mówiąc krótko, świadectwa istnienia wspólnego przodka wydają się nie do odparcia. Rezultaty współczesnych eksperymentów w dziedzinie sekwencjonowania DNA, niewyobrażalne dla dziewiętnastowiecznych badaczy, takich jak Karol Darwin, ujawniają, że po pierwsze, niektóre bardzo daleko spokrewnione organizmy mają przypadkowe wspólne cechy genów, które mogły zostać odziedziczone jedynie po dalekim wspólnym przodku. Po drugie, istnieje wiele świadectw wskazujących, że przypadkowe zmiany w połączeniu z zasadą doboru naturalnego mogą w istotny sposób modyfikować formy życia. Po trzecie, można przytoczyć mocne świadectwa, że możliwości przypadkowych zmian są bardzo ograniczone. Po raz pierwszy od czasu, gdy Darwin ogłosił swoją teorię, znamy sekwencje wielu genomów i w miarę dokładnie wiemy, w jaki sposób dochodzi do mutacji.

Z badań przedstawionych w tej książce wynika, że przypadkowe zmiany genetyczne mogą wywoływać zmiany ewolucyjne jedynie w bardzo ograniczonym zakresie. Naukowcy do tej pory zgadzają się, że nie ma wiarygodnych świadectw potwierdzających kluczową rolę losowych mutacji, a wyjątkiem są tylko zagadnienia znajdujące się na peryferiach problematyki pochodzenia i rozwoju życia. Z wielu powodów, mających niewiele wspólnego z nauką,

ten kluczowy element teorii Darwina – podkreślanie potęgi zasady doboru naturalnego połączonej z przypadkowymi zmianami – jest agresywnie sprzedawany współczesnym odbiorcom.

W ostatnich latach intelektualni spadkobiercy Darwina uporczywie wciśkają swoje poglądy opinii publicznej jako biologiczną teorię wszystkiego. Twierdzą na przykład, że stosując zasady darwinowskie w medycynie, można uzyskać odpowiedź na pytanie, dlaczego chorujemy. Psychologia nawiązująca do myśli Darwina wyjaśnia, dlaczego niektórzy mężczyźni dopuszczają się gwałtów, a niektóre matki zabijają swoje nowo narodzone dzieci. Skłonność do postrzegania świata przez szklą teorii Darwina objęła nawet nauki humanistyczne, prawo i politykę. Z powodu retorycznej mgielki, która otacza dyskusję o ewolucji, ludziom trudno odróżnić solidną wiedzę od iluzji. Jeśli jednak wielkie hasła darwinizmu to fanfaronada i przechwałki, społeczeństwo może być wprowadzane w błąd w bardzo ważnych sprawach – począwszy od przyczyn chorób po winę przestępców – co grozi poważnymi konsekwencjami w realnym świecie.

Jako teoria wszystkiego darwinizm jest zwykle przedstawiany w formie alternatywy „przyjmujesz lub odrzucasz”. Albo w całej rozciągłości przyjmujesz teorię Darwina, albo uznajesz, że cała ewolucja jest przereklamowana i wylewasz dziecko z kąpielą. Oba sposoby podejścia są błędne. Świat, w którym żyjemy, bywa groźny, nie stać nas więc na luksus przedkładania czyichś dogmatów ponad dane empiryczne. Celem tej książki jest przedarcie się przez mgłę i przedstawienie trzeźwej oceny tego, co teoria Darwina może, a czego nie może wytłumaczyć, innymi słowy odnaleźć to, co nazywam *granica ewolucji*.

Znaczenie ścieżki

Na pierwszy rzut oka darwinowska teoria ewolucji wydaje się zwodniczo prosta, na dodatek, w przeciwieństwie do licznych teorii z dziedziny fizyki i chemii, można ją podsumować bez pomocy aparatu matematycznego. W obrębie każdego gatunku występują różnice. Na przykład jedno zwierzę jest większe od swoich braci i siostr, inne może być szybsze, jeszcze inne mieć jaśniejsze ubarwienie. Niestety z powodu niewystarczającej ilości pożywienia oraz obecności różnego rodzaju drapieżników nie wszystkie osobniki, które przyjdą na świat, się rozmnożą. Dlatego osobnik, któremu przypadkowe zróżnicowanie daje przewagę w walce o przetrwanie, będzie żyć, rozwijając się

i płodzić potomstwo. Jeśli korzystne zróżnicowanie mamy lub taty zostanie odziedziczone przez dzieci, one również będą mieć szansę na doczekanie większej liczby potomstwa. W miarę upływu czasu potomkowie pierwszego osobnika ze szczęśliwą mutacją zaczną dominować w populacji, więc zmieni się gatunek jako taki. Jeśli opisany scenariusz będzie się powtarzać, gatunek może się w końcu przekształcić w coś zupełnie innego.

Początkowo wszystko wydaje się proste. Zróżnicowanie, dobór, dziedziczenie (inaczej mówiąc, przypadkowe zmiany, dobór naturalny i wspólny przodek) wydają się kompletem niezbędnych elementów. Przedstawienie narracji ewolucjonistów w tak abstrakcyjny sposób, jak to uczyniłem w poprzednim akapicie, powoduje, że ewolucja darwinowska sprawia wrażenie niemal logicznej konieczności. Zwolennicy teorii Darwina często utrzymywali, że ona po prostu *musi* być prawdziwa. Jeśli w jakiejś grupie organizmów występuje zróżnicowanie, jeśli różnice korzystnie wpływają na szansę przetrwania i jeśli są one dziedziczone, wówczas kolejne pokolenie niemal na pewno będzie liczyć więcej osobników posiadających pożądaną cechę. Następne pokolenie będzie mieć ich jeszcze więcej i tak dalej, aż wspomnianą cechę będą mieć wszyscy przedstawiciele danego gatunku. Jeśli opisane warunki zostaną spełnione, tam gdzie występuje zróżnicowanie, dobór naturalny i dziedziczenie, musi z konieczności zachodzić proces ewolucji.

Do tego momentu wszystko jest dobrze. Jednak abstrakcyjna, naiwna logika ignoruje dużą część układanki. W realnym świecie przypadkowe zmiany, dobór naturalny i wspólny przodek mogą być prawdziwe, a mimo to opisany przez Darwina proces może nie być wystarczającym wyjaśnieniem powstania życia. Aby wytworzyć wiele złożonych form życia, proces postulowany przez Darwina musiałby przebiegać w wielu spójnych krokach, w serii korzystnych zmian nawarstwiających się i prowadzących do złożonego wyniku. Żeby coś takiego mogło się dokonać w realnym świecie, a nie jedynie w naszej wyobraźni, musi istnieć biologiczna ścieżka prowadząca do organizmu, który będzie mieć rozsądną szansę przetrwania w przyrodzie. Innymi słowy, zróżnicowanie, dobór naturalny i dziedziczenie będą działać jedynie pod warunkiem istnienia płynnej ewolucyjnej ścieżki prowadzącej z biologicznego punktu A do biologicznego punktu B.

W procesie ewolucji pytanie o ścieżkę odgrywa równie doniosłą rolę, co w życiu codziennym. Gdybyśmy podążali na oślep z punktu A do punktu B, ogromne znaczenie miałyby to, gdzie się one znajdują oraz co leży między

nimi. Przypuśćmy, że musimy przejść z zawiązanymi oczami (aby uczynić przykład bliższy duchowi darwinizmu, pijani w sztok) z punktu A do punktu B, żeby zdobyć nagrodę – powiedzmy, złoty puchar. Co więcej, przypuśćmy, że jedyną myślą, która przychodzi nam do głowy w ślepej nieprzytomności, jest wspinanie się wyżej, kiedy tylko nadarzy się okazja (naśladując dobór naturalny ustawicznie podnoszący gatunki na coraz to wyższy poziom przystosowania). Gdybyśmy musieli wspiąć się z parteru zamkniętej klatki schodowej na dach, aby zdobyć nagrodę, mielibyśmy niewielki problem. Gdyby trzeba było jednak przejść na ślepo z jednego końca nieznanego miasta na dach drapacza chmur stojącego w drugim końcu – przez ruchliwe ulice, omijając zagrożenia i pokonując liczne drzwi – znaleźlibyśmy się w poważnych tarapatach. Przypuszczalnie potykałibyśmy się nieporadnie, wspinali na werandy domów, gramolili na dachy samochodów i tak dalej, aby w końcu utknąć w jednym z tysięcy najwyższych punktów w okolicy, nie mogąc uczynić kolejnego kroku w górę i nie chcąc zejść. Gdybyśmy próbowali się wspiąć coraz wyżej i musieli podążać na oślep z równin otaczających Lubbock w Teksasie na szczyt Sears Tower w Chicago – bląkając się po omacku przez równiny i lasy, kaniony i rzeki – trudno byłoby oczekiwać, że odniesiemy sukces. Podobnie jak nie odniosłyby sukcesu miliardy innych, którzy powazyliby się na coś takiego.

W życiu codziennym im większa odległość dzieli punkty A i B oraz im trudniejszy teren je oddziela, tym mniejsza szansa trafienia po omacku do celu, nawet – a może szczególnie – gdy kierujemy się prostą wskazówką w rodzaju „zawsze podążaj w górę, nigdy w dół”. Podobnie jest z ewolucją. W czasach Darwina naukowcy nie znali wielu faktów życia, dlatego mogli żywić uzasadnioną nadzieję, że ścieżki ewolucyjne okażą się krótkie i gładkie. Dzisiaj mamy lepszą orientację w sytuacji. Ogromny postęp współczesnej nauki dowiódł, że życie jest niezwykle wyszukane i złożone, szczególnie w swoich molekularnych podstawach. Oznacza to, że darwinowskie ścieżki wiodące do złożonych form życia są długie i wyboiste. Przed teorią Darwina stoi zatem podobny problem, jak przed długą wędrówką odbywaną na ślepo. Surowy ewolucyjny krajobraz, przypadkowe zmiany i dobór naturalny mogą zaprowadzić potykające się gatunki w genetyczne uliczki bez wylotu, spowodować, że utkną na szczycie małych wzgórz lub będą się bląkać bez celu po fizjologicznych równinach, nie zbliżywszy się nawet do zdobycia biologicznego złotego pucharu czekającego na odległym biologicznym szczycie. Gdyby

tak faktycznie było, wówczas przypadkowe zmiany/dobór naturalny okazałyby się z konieczności nieskuteczne.

Wniosek, który z tego płynie jest następujący: *Jeśli nie istnieje gładka, wznosząca się stopniowo oraz łatwa do odnalezienia ścieżka ewolucyjna, która w rozsądnym czasie doprowadzi do powstania układu biologicznego, proces darwinowski nie będzie działać.* W mojej książce wykażę, jak trudno jest spełnić ten warunek.

Spojrzenie wstecz

Jak daleko muszą być oddalone biologiczne punkty A i B i jak stroma ścieżka musi je łączyć, aby przypadkowe zmiany i dobór naturalny stały się nieefektywne? Po czym możemy rozpoznać, że wspomniany punkt został osiągnięty? Gdzie w biologii istnieje miejsce, w którym można wyznaczyć granicę ewolucji?

Na kolejnych stronach próbuję odpowiedzieć na te pytania. Wykorzystuję badania, które ponad 10 lat temu zaprezentowałem w innej książce zatytułowanej *Czarna skrzynka Darwina*. Przekonywałem w niej, że organizmy, które cechuje nieredukowalna złożoność – jak niektóre bardzo skomplikowane maszyny komórkowe – nie mogły wyewoluować w wyniku przypadkowych zmian i doboru naturalnego. Nawiązując do wcześniejszej analogii, wykazywałem, że pijany, który porusza się z zawiązanymi oczami, nie zdołałby przejść z punktu A do punktu B, bo nie potrafiłby nawet stawiać kroku za krokiem, a musiałby przecież przeskakiwać kaniony i przekraczać rzeki. Zakończyłem *Czarną skrzynkę Darwina* konkluzją, że przynajmniej niektóre z podstawowych struktur życia znajdują się poza zasięgiem możliwości mechanizmu przypadkowej zmiany.

Wniosek ten wzbudził wiele kontrowersji. W środowisku naukowym szczególnie silne emocje wywołała moja konkluzja, że wspomniane struktury zostały inteligentnie zaprojektowane. Wielu sprzeciwiało się instynktownie, z różnych przyczyn. W nowej książce – choć dochodzę ostatecznie do tych samych wniosków, więc spotkam się pewnie ze sprzeciwem niektórych – poświęcam dużo miejsca analizie świadectw molekularnych, badań genomów i ważnych długofalowych badań zmian ewolucyjnych w organizmach jednokomórkowych, aby poddać krytyce teorię darwinowską bez nawiązywania do teorii inteligentnego projektu. Czytelnicy, którzy nie potrafią przyjąć moich ostatecznych konkluzji, będą mogli przynajmniej zapoznać się

ze świadectwami przedstawionymi w większej części książki, przed odrzuceniem wniosków sformułowanych w trzech ostatnich rozdziałach. Wykażę, że matematyczne prawdopodobieństwo i struktury biochemiczne nie potwierdzają przypadkowego charakteru ewolucji darwinowskiej, a przypadkowe zmiany ograniczają się do marginesów ewolucji. Mimo to, poszukując linii wyznaczającej granicę przypadkowości, nie ma potrzeby wyciągania wniosku o istnieniu projektu.

Przezwycięzenie impasu

Tematem mojej książki *Czarna skrzynka Darwina* było ukazanie, w jaki sposób niektóre skomplikowane formy życia wykraczają poza granice przypadkowych zmian i doboru naturalnego. W tej książce stawiam sobie ambitniejszy cel. Skupiam się na sformułowaniu rzetelnych zasad ogólnych wyznaczających granicę ewolucji – umożliwiających określenie z pewną dozą dokładności punktu, po przekroczeniu którego darwinowskie wyjaśnienie wydaje się mało prawdopodobne – nie tylko w odniesieniu do konkretnych organizmów, ale ogólnych cech życia. Można to porównać do zadania, przed którym stoi archeolog badający starożytne miasto zasypane piaskiem. Ustalenie, czy misterne malowidła na ścianach miejskich gmachów są dziełem przypadkowego procesu (na przykład piasku naniesionego przez wiatr), jest stosunkowo proste. W końcu jest rzeczą bardzo mało prawdopodobną, aby piękne obrazy powstały w wyniku przypadkowego procesu, szczególnie jeśli przedstawiają nie tylko proste wzory geometryczne, ale też ludzi lub zwierzęta.

Później jednak sytuacja zaczyna się komplikować. Czy ciemne ślady widniejące z boku stanowią część malowidła, czy są jedynie smugami? Czy sterka kamieni obok zewnętrznego muru jest stołem lub ołtarzem, czy jedynie przypadkową grupą skał? Czy grunt w pobliżu ściany jest pozostałością pola uprawnego? Gdzie przebiegały granice miasta? W jakim miejscu kończyła się cywilizacja i zaczynała dzika przyroda? Podjęcie decyzji w sprawach marginalnych, takich jak wymienione, wymaga cięższej pracy, a wnioski są z konieczności wstępne i bardziej niepewne. Mimo to po zakończeniu badań archeolog będzie posiadać znacznie jaśniejszy obraz tego, gdzie kończyło się miasto i do głosu dochodziły przypadkowe procesy naturalne.

W pewnym sensie zadanie archeologów jest łatwe. Muszą uwzględnić wpływ procesów fizycznych na badane artefakty, ale zwykle nie zajmują się

szerzej obiektami biologicznymi. Oczywiście, gdy próbujemy ustalić, w jakim miejscu może przebiegać granica darwinizmu, do głosu dochodzą unikatowe procesy biologiczne. Przypadkowe mutacje DNA można porównać do przypadkowych zdarzeń, które spotykają przedmioty nieożywione. Jednak rośliny i zwierzęta się rozmnażają, a kamienie nie. Zasada doboru naturalnego oddziałuje na żywe obiekty, a nie na nieożywione. Teoria Darwina głosi, że przypadkowe zdarzenia genetyczne i dobór naturalny na przestrzeni eonów dają rezultaty, które nie wyglądają na dzieło przypadku.

Życie na Ziemi istnieje od miliardów lat. W tak długim czasie pojawiła się i zniknęła ogromna liczba organizmów. Zaciekła walka toczona w ciągu wieków między różnymi liniami rozwojowymi miała, zdaniem darwinistów, doprowadzić do biologicznego „wyścigu zbrojeń” – gdzie, niczym wet za wet, pojawiały się modyfikacje w dziedzinie zdolności prowadzenia wojny biologicznej, analogiczne do zaawansowanego dwudziestowiecznego wyścigu zbrojeń pomiędzy Stanami Zjednoczonymi a Związkiem Radzieckim. Być może wynikiem tego biologicznego wyścigu zbrojeń jest skomplikowana maszyna życia, znacznie wykraczająca poza to, co normalnie uznalibyśmy za dzieło przypadku.

Tyle teoria. Niestety jej sprawdzenie okazało się rzeczą skrajnie trudną. Współczesne badania laboratoryjne przypadkowych zmian/doboru naturalnego cierpią z powodu niemożności przebadania naprawdę dużych grup organizmów. Zwykle nawet w przypadku heroicznym wysiłków podejmowanych przez najlepszych naukowców bada się jedynie względnie niewielką grupę organizmów i to przez stosunkowo krótki okres, śledząc zmiany jedynie kilku wybranych cech. Często po zakończeniu takich badań, mimo uzyskania pewnych interesujących rezultatów, niemożliwe jest sformułowanie wniosków ogólnych. Chociaż naukowcy pragnęliby podjąć pełniejsze, szerzej zakrojone badania, skala problemu jest po prostu zbyt wielka. Laboratoria nie mają nawet ułamka środków potrzebnych do ich przeprowadzenia.

Nie dysponując rozstrzygającymi testami laboratoryjnymi, większość biologów przyjmuje ramy teorii darwinowskiej i po prostu zakłada to, czego nie można udowodnić. Niestety może to prowadzić do zrozumiałego, ale destrukcyjnego nawyku intelektualnego, polegającego na zapominaniu o różnicy pomiędzy tym, co zostało przyjęte w charakterze założenia, a tym, co zostało dowiedzione. Nawet najbardziej spostrzegawczy badacze niejako automatycznie zaliczają różnice pomiędzy dalekimi rodzajami organizmów

na poczet przypadkowych zmian i doboru naturalnego, zaś najbardziej prze-myślne cechy biologiczne przypisują działaniu teorii darwinowskiej.

Przezwycięzenie teoretycznego impasu wymagałoby uzyskania ewolucyj-nych danych na poziomie genetycznym, danych pobranych u ogromnej liczby organizmów podlegających nieustannej presji doboru naturalnego. Zdobycie takich danych w przeszłości było po prostu niemożliwe. Obecnie stało się to wykonalne.

Szybkie postępy nauki

Jeszcze 10 lat temu wytyczenie granicy ewolucji z dowolną dokładnością nie mogłoby się udać. Wiedzieliśmy zbyt mało. Jednak niepowstrzymany po-chód nauki, szczególnie w ostatniej dekadzie, spowodował, że zadanie to zna-lazło się w naszym zasięgu.

Główna trudność oceny darwinowskiej teorii ewolucji polega na tym, że choć można z łatwością zaobserwować duże zmiany u zwierząt i roślin, ich przyczyny pozostają niejasne. Darwin i inni ówczesni przyrodnicy mogli ba-dać, powiedzmy, zmiany dzioba zięby, ale nie potrafili powiedzieć, co te mo-dyfikacje spowodowało. Uczni z połowy XX wieku, bliżsi naszym czasom, potrafili stwierdzić, że jakaś bakteria wytworzyła oporność na antybiotyki, ale nie wiedzieli dokładnie, jak tę zdolność uzyskała. Dopiero w ostatnim pół-wieczu nauka dowiodła, że widoczne zmiany są spowodowane przez niewi-doczne mutacje występujące w DNA i białkach. *Jedynym sposobem zrozumienia*, czego może dokonać mechanizm przypadkowych mutacji i doboru natural-nego, jest prześledzenie zmian na poziomie molekularnym. Zrozumienie tego stanu rzeczy ma charakter rozstrzygający. Właściwa ocena teorii Darwina wymaga więc z konieczności oceny działania przypadkowych zmian i doboru naturalnego *na poziomie molekularnym*. Nawet dzisiaj takie przedsięwzięcie jest niezwykle żmudne i mozolne, nie ma jednak innej drogi.

Dobłą wiadomością jest to, że dzięki ogromnym wysiłkom i pomysłowo-ści współczesna nauka stworzyła narzędzia umożliwiające wykonanie tego zadania. Triumf dwudziestowiecznej biologii polegał na wyjaśnieniu jednego z warunków teorii Darwina – na określeniu tego, co leży u podstaw zróżni-cowania. Wiemy obecnie, że zróżnicowanie organizmów jest wynikiem nie-widocznych zmian w ich DNA. (Strukturę DNA omawiam w Dodatku A). Co więcej, badacze skatalogowali ogromną liczbę sposobów, dzięki którym

te zmiany mogą nastąpić. Przypadkowym zmianom podlegają nie tylko pojedyncze jednostki DNA (zwane nukleotydami). Podczas powielania DNA w kolejnym pokoleniu replikowane lub pomijane mogą być także większe fragmenty podwójnej helisy DNA. Bardzo rzadko dochodzi do dwukrotnego powielenia całej molekuly DNA, w rezultacie którego potomek otrzymuje podwójne DNA swoich rodziców. Aktywne elementy DNA, przypominające wirusy, mogą wstawiać własne kopie w nowe miejsca genomu, czasami porciągając za sobą inne elementy DNA. Możliwości zmiany DNA organizmów, jakimi dysponuje natura, są dosłownie nieograniczone.

Mozolna praca wielu naukowców odsłoniła nie tylko podstawy zróżnicowania, ale całkiem precyzyjnie określiła współczynnik mutacji. Ogólnie biorąc, powielanie DNA jest niezwykle dokładne. Błąd zdarza się przeciętnie raz na około 100 milionów nukleotydów DNA powielonych w następnym pokoleniu. Są jednak wyjątki. W przypadku niektórych wirusów, takich jak HIV, współczynnik mutacji wzrasta ogromnie.

Kolejnym ważnym postępem umożliwiającym właściwą ocenę teorii Darwina okazało się sekwencjonowanie DNA. W ciągu ostatnich dekad liczba zsekwencjonowanych łańcuchów DNA wzrosła w tempie wykładniczym. W połowie lat dziewięćdziesiątych XX wieku udało się opisać sekwencję pierwszego pełnego genomu – małych bakterii o nazwie *Haemophilus influenzae*. Obecnie znamy sekwencje setek genomów. Sekwencjonowanie całych genomów, a także łatwy sposób sekwencjonowania kluczowych fragmentów DNA organizmów umożliwił badaczom wskazanie zmian molekularnych leżących u podstaw chorób genetycznych lub oporności na antybiotyki.

Cały ten postęp naukowy nie wystarczyłby jednak do sformułowania rozstrzygających wniosków co do możliwości ewolucji darwinowskiej, gdyby nie można było przebadac wystarczającej liczby organizmów. Im większa liczba organizmów, tym większa szansa na to, że przypadkowa mutacja spowoduje korzystną zmianę podlegającą doborowi naturalnemu i tym pewniejsze nasze konkluzje w kwestii możliwości darwinizmu. Badania zwierząt, na przykład żeb, w najlepszym razie mogą obejmować setki osobników. W warunkach laboratoryjnych można przebadac tysiące muszek owocowych. To lepiej, ale liczba jest nadal dalece niewystarczająca. U tysięcy, a nawet milionów organizmów do zmian dochodzi stosunkowo rzadko, jednak tylko nieliczne okazują się korzystne.

Oczywiście świat przyrody roi się od organizmów. W danym momencie na naszej planecie mogą żyć miliardy przedstawicieli ssaków, na przykład ludzi lub szczurów. W morzach i oceanach zamieszkuje ogromna liczba ryb. Wspomniane organizmy reprezentują jedynie większe formy życia. Oprócz nich są niepoliczony ilości mikroskopijnych tworów, takich jak bakterie i wirusy. W przeciwieństwie do laboratoriów, które nie mogą wyhodować wystarczającej liczby organizmów, aby zbadać możliwości teorii ewolucji Darwina, natura nie ma z tym najmniejszego problemu.

Ewolucja od wspólnego przodka poprzez zmiany zachodzące w DNA jest *bardzo* dobrze dowiedziona. Proces ten może być przypadkowy lub nie. Dzięki ewolucji naukowcy, którzy odkryli sekwencję ludzkiego DNA i odnaleźli korzystne mutacje – na przykład pozwalające lepiej stawić czoło naszym naturalnym wrogom – nie badali DNA wyłącznie jednej osoby. Obserwowali rezultaty zmagania, które toczyły się na przestrzeni tysięcy i obejmowały miliony milionów ludzi. Przodek współczesnego człowieka przedłużył korzystną zmianę, a jego potomkowie pokonali potomków wielu innych. Zatem współczesna sytuacja odzwierciedla historię ewolucyjną wielu ludzi. Kiedy badacze opisują sekwencję genomu, odsłaniają bogactwo świadectw teorii ewolucji – w sensie darwinowskim lub innym – co było niemożliwe w przypadku pozostałych metod badawczych.

Dymiący pistolet darwinizmu

Z powodu ogromnej liczebności populacji, współczynnika reprodukcji i naszej wiedzy z dziedziny genetyki najlepszym pojedynczym sprawdzianem prawdziwości teorii Darwina jest historia malarii. Poświęcę jej dużą część tej książki. Ludzkość trapi wiele chorób pasożytniczych, ale z historycznego punktu widzenia największą zmorą była właśnie malaria, ona też została najbardziej gruntownie zbadana. Od 10 tysięcy lat pasożyt przenoszony przez komary wywołuje choroby i śmierć na ogromnych polaciach ziemskiego globu. Dopiero 100 lat temu ludzkość poznała przyczynę gorączki malarycznej, więc wcześniej nie dysponowano żadną świadomą obroną. Jedynym sposobem złagodzenia intensywnej, uporczywej presji ze strony pasożyta była siła doboru naturalnego. W ludzkim genomie pojawiły się setki różnych mutacji dających pewną odporność na malarię, które dzięki doborowi naturalnemu się rozprzestrzeniły. Mutacje te były zachwalane przez darwinistów jako

najlepszy, najbardziej dobitny przykład zdolności, które kryje w sobie ewolucja darwinowska.

To prawda. Kiedy jednak odkryliśmy zmiany molekularne leżące u podstaw odporności na malarię, okazało się, że opowiadają one zupełnie inną historię od tej, której oczekiwali zwolennicy Darwina – historię chaotycznego mlócenia rękami i prowadzonych na oślep poszukiwań. Malaria stanowi jeden z najlepszych przykładów ewolucji darwinowskiej, jednak dane naukowe wskazują nie tylko na to, co może ona zdziałać, ale także, co ważniejsze, na to, co leży poza zasięgiem jej możliwości. Podobnie zmiany zachodzące w *ludzkiem* genomie w odpowiedzi na malarię wskazują granicę możliwości przypadkowych mutacji.

Ponieważ przypadek malarii został tak gruntownie zbadany, a także z powodu astronomicznej liczby organizmów, ewolucyjne zmagania ludzkości z jej starożytną nemezis stanowią najlepszą i najbardziej wiarygodną podstawę do formułowania sądów na temat możliwości procesu przypadkowych zmian i doboru naturalnego. Dorównuje jej kilka innych źródeł informacji. Jak się niebawem przekonamy, niektóre z nich snują podobną opowieść.

(*Caveat lector**: Niestety w celu pełnego zrozumienia i docenienia trudności, przed którymi staje przypadkowa zmiana, oraz tego, jak ilustruje je walka ludzkości z malarią, trzeba się zanurzyć w detale zmagania na poziomie molekularnym. Będę się starał ograniczyć do minimum te szczegóły, niektóre ze spraw omawiając w dodatkach. Nie można jednak uniknąć tego, ponieważ przedstawienie zagadnienia wymaga znajomości pewnych szczegółów technicznych).

Chociaż liczebność zarodźców jest ogromna, jest znacznie mniejsza od liczby organizmów, które żyły na Ziemi. Jednak, jak się niebawem okaże, proste ekstrapolowanie danych dotyczących malarii pozwala na wstępne określenie granicy tego, czego można w uzasadniony sposób oczekiwać od przypadkowych zmian, a nawet od *całego życia na Ziemi w ciągu kilku ostatnich miliardów lat*. Oprócz tego badania bakterii *Escherichia coli* (pałeczki okrężnicy) i HIV (wirusa wywołującego AIDS) dostarczają wyraźnego potwierdzenia wniosków płynących z badań malarii. W badaniach przypadkowych mutacji HIV jest czymś w rodzaju kamienia z Rosetty, bo tego rodzaju wirusy cechują się niezwykle wysokim współczynnikiem rotacji, dziesięciokrotnie wyższym

* łac. strzeż się, czytelniku (przyp. tłum.).

od współczynnika mutacji komórek. Wirusy zawierają znacznie mniej materiału genetycznego, ale ten tak szybko mutuje i się powiela, że mutacji, które przeszedł sam HIV w okresie ostatnich 50 lat, było przynajmniej tyle (choćby niektórych), ile nastąpiło we wszystkich komórkach od początku świata.

Wstępny zarys granicy

Jedną z trudności, przed którymi staje autor książki podważającej wystarczalność teorii Darwina, jest to, że niektórzy ludzie mylnie sądzą, iż chce odrzucić ją w całości. Czas najwyższy uwolnić się od myślenia typu „albo-albo”. Przypadkowe zmiany stanowią w pełni wystarczające wyjaśnienie niektórych cech życia, ale do wyjaśnienia innych nie wystarczą. W tej książce szukamy linii oddzielającej przypadkowe od nieprzypadkowego, linii wyznaczającej granicę ewolucji. Zastanówmy się:

Z jednej strony, mamy malarię, starożytną plagę ludzkości, która w pewnych rejonach świata zabijała połowę dzieci do piątego roku życia. W połowie XX wieku odkryto cudowne lekarstwa mogące wyleczyć tę przerażającą chorobę, co wzbudziło nadzieję, iż uda się całkowicie ją wyplenić. Niestety w ciągu dekady pasożyt wywołujący malarię ewoluował, wytwarzając oporność na leki. Opracowano nowe lekarstwa i rzucono je do boju, ale zwycięstwo okazało się jedynie przelotne. Zaczęto się obawiać, że to nie ludzie wyplenią malarię, ale malaria – ludzi, przynajmniej w niektórych częściach świata, gdzie liczba zgonów spowodowanych przez tę chorobę w ostatnich latach dramatycznie wzrosła. Z badań malarii można wyciągnąć następujący wniosek: ewolucja jest nieubłagana, stawia opór najnowszym osiągnięciom współczesnej medycyny.

Z drugiej strony, mamy chorobę nazywaną anemią sierpowatą. W Stanach Zjednoczonych zmagania z anemią sierpowatą zakończyły się sromotną klęską, ale w Afryce pojawiły się promyki nadziei. Aby doszło do zachorowania, potrzebne są dwie kopie (dwa allele, po jednym od każdego rodzica) zmutowanego genu kodującego jeden z czterech łańcuchów białkowych hemoglobiny – białka odpowiadającego za transport tlenu przez erytrocyty (krwinki czerwone). Hemoglobina o zmienionej budowie (oznaczana jako HbS) powoduje zmianę kształtu erytrocytów z dyskowatego na

sierpowaty, co pociąga za sobą liczne następstwa zdrowotne i w wielu przypadkach prowadzi do śmierci, najczęściej w młodym wieku. Osoby z jednym zmutowanym allelem tego genu (z jednym allelem sierpowatości) nie mają objawów anemii, jednak ich erytrocyty zawierają około 40% zmniejszonej hemoglobiny. Jednocześnie osoby te są dwukrotnie mniej podatne (oporne) na zakażenie zarodźcem i dziesięciokrotnie rzadziej chorują na ciężką postać malarii. Geny przenoszące pojedynczą mutację anemii sierpowatej pojawiły się prawdopodobnie około 10 tysięcy lat temu w populacjach ludzkich w Afryce. Mutacja sama w sobie jest punktową, prostą zmianą – niczym w zasadzie skomplikowanym. Jak dotąd jednak malaria – mająca po tysiąckroć więcej czasu w porównaniu ze współczesną medycyną na pokonanie anemii sierpowatej – nie znalazła jednak sposobu, aby poradzić sobie z tą mutacją. Podczas gdy ewolucyjna moc malarii utrudnia działania współczesnej medycyny, niewielka zmiana genetyczna w organizmie gospodarza udaremnia wszelkie wysiłki malarii.

Oprócz nich jest HIV. Żniwo śmierci, które AIDS zbiera w obecnych czasach, jest porównywalne z tym, które w średniowieczu zbierała czarna śmierć (dżuma). Współczesna nauka umożliwiła wytworzenie pewnej liczby leków na AIDS, jednak po krótkim czasie – liczonym w miesiącach, a czasami zaledwie w dniach – niezmiennie traciły one skuteczność. Powodem była ewolucja darwinowska. Genom HIV, wirusa wywołującego AIDS, jest mikroskopijnym fragmentem RNA wielkości około jednej milionowej ludzkiego genomu. Niewielki rozmiar, duży współczynnik replikacji oraz ogromna liczba kopii wirusa przyczajonych w zarażonej osobie czynią zeń łącznie ewolucyjną potęgę. Przypadkowe zmiany zachodzące podczas replikacji wirusa w połączeniu z selektywną presją wywieraną przez leki pozwalają, by lekooporne odmiany HIV rozwijały się w typowym procesie darwinowskim. W tym przypadku ewolucja bierze górę nad medycyną.

Należy również wspomnieć o *E. coli*. Bakteria *E. coli*, będąca normalnym mieszkańcem ludzkiego przewodu pokarmowego, jest badana w laboratoriach naukowców od ponad 100 lat. Jej genetyka i biochemia zostały poznane lepiej niż innych organizmów. W ciągu ostatniej dekady bakteria *E. coli* została poddana najbardziej rozległym, szeroko zakrojonym laboratoryjnym badaniom ewolucyjnym, jakie kiedykolwiek przeprowadzono.

Ta powielająca się około siedmiu razy dziennie bakteria była hodowana w kolbach przez ponad 30 tysięcy pokoleń. Trzydzieści tysięcy pokoleń odpowiada blisko milionowi ludzkich lat. Co przyniosła ewolucja? Głównie swoje przeciwieństwo, dewolucję. Chociaż marginalne szczegóły pewnych systemów uległy zmianie, w ciągu 30 tysięcy pokoleń bakteria raz po raz odrzucała znaczne kawałki swojego genetycznego dziedzictwa, między innymi zdolność tworzenia niektórych części składowych RNA.

Jest także ryba zaliczana do podrzędu nototeniowców, zamieszkująca rejon Antarktyki, potrafiąca przetrwać w temperaturze, która powinna zamrozić jej krew w naczyniach krwionośnych. Badania wykazały, że małe, stopniowe zmiany zachodzące w jej DNA w ciągu 10 milionów lat wytworzyły nowy zdumiewający rodzaj środka zapobiegającego zamrażaniu – odmrażacza, który przywiera do kryształków lodu i zapobiega ich rozrostowi. Kolejne zwycięstwo doboru naturalnego.

Na koniec ponownie wracamy do malarii. Agresywny pasożyt wywołujący chorobę – ewolucyjny wulkan, który nic sobie nie robi z ludzkich leków – ma piętę Achillesową. Nie rozwinie się w organizmie komara gospodarza, jeśli temperatura, w której ten się znajduje, nie będzie przynajmniej umiarkowana, co ogranicza zasięg jego występowania głównie do tropików. Gdyby pasożyt mógł się rozwijać w niższej temperaturze, malaria zdolaby się znacznie bardziej rozprzestrzenić. Jednak mimo dziesiątek tysięcy lat i ogromnej liczebności populacji, znacznie większej niż wspomnianej ryby z Antarktyki, zarodziec malarii nie zdołał tego dokonać. Dlaczego ryba potrafiła wyewoluować tak, by móc żyć w temperaturze niższej od punktu zamrażania, a zarodziec malarii nie potrafi przeżyć w nieco niższej temperaturze?

Gdzieś pomiędzy tymi przykładami przebiega granica ewolucji.



Rozdział 2

Wyścig zbrojeń czy wojna pozycyjna?

Malaria nie bez powodu została nazwana „zabójcą milionów”¹. Ta zaraza uśmierca *co roku* wielu ludzi – głównie małe dzieci – i wywołuje chorobę u 100 razy większej liczby osób. Genom ludzki i genom zarodźca walczą ze sobą od tysięcy lat. Przez lata miliardy ludzi i astronomiczna liczba zarodźców malarii trzymały się wzajemnie za gardło. W ciągu tych zacieklej zmagających ewolucyjnych każda zmiana, która dawała przewagę, była faworyzowana przez zasadę doboru naturalnego i rosła liczbowo. Dzięki takim technikom, jak sekwencjonowanie DNA, ujawniono wiele molekularnych zmian ewolucyjnych zachodzących w ludzkim organizmie i zarodźcu malarii. Malaria dostarcza lepszego studium działania darwinowskiej ewolucji niż zięby z Galapagos, piękne ćmy krepaki nabrzozaki lub inne stworzenia, które silnie przemawiają do wyobraźni.

Niczym mikroskopijny Dracula, diaboliczny zarodziec malarii żywi się ludzką krwią. Ten jednokomórkowy organizm przenoszony przez komary dostaje się do krwiobiegu w chwili ugryzienia. Wniknąwszy do środka, zarodźce malarii krążą, dopóki nie dotrą do wątroby, gdzie zatrzymują się na pewien czas, by się rozmnożyć. Następnie powracają do krwiobiegu i wnikają do środka krwinek czerwonych. Zainfekowane komórki krwi mogą utkwic w naczyniach krwionośnych i przestać krążyć. W tym czasie zarodziec malarii, który wniknął do środka, kontynuuje reprodukcję (powstaje około 20 kopii), co prowadzi do rozpadu erytrocytów i zainfekowania kolejnych. Zarodźce

¹ Ta fraza pochodzi z wiersza *Mosquito Day* [Dzień komara] znalezionej w liście brytyjskiego naukowca Ronalda Rossa do żony (z 20 sierpnia 1897 roku). Ross (1857–1932) odkrył, że malaria jest przenoszona przez komary, za co w 1907 roku otrzymał Nagrodę Nobla w dziedzinie fizjologii i medycyny. Utwór został zacytowany w książce I. W. Shermana, *Malaria: Parasite Biology, Pathogenesis, and Protection*, Washington, D.C. 1998, s. 6.