

ADAM ŁOMNICKI

*Zakład Badania Ssaków PAN  
17-230 Białowieża  
E-mail: adam.lomnicki@uj.edu.pl*

## SPOTKANIE TEORII DARWINA Z GENETYKĄ

Darwinowska teoria ewolucji w swym współczesnym kształcie jest ściśle związana z genetyką. Dobór jest to proces, który prowadzi do zmian odziedziczalnych. Samo stwierdzenie, że pewna cecha daje wyższe lub niższe szanse przeżycia i wydania potomstwa nie jest dowodem na działanie doboru, jeśli nie jest to cecha dziedziczna. Takie niższe lub wyższe szanse przeżycia i reprodukcji, związane z określonymi cechami, można za ENDLEREM (1986) nazwać doбором fenotypowym<sup>1</sup>. Dopiero wówczas, gdy cechy te są dziedziczne można mówić, że mamy do czynienia z doбором naturalnym. To samo dotyczy doboru sztucznego: odpowiedź na dobór zależy od stopnia odziedziczalności selekcjonowanych cech. Jeśli dziedziczenie cech podlegających doborowi jest tak ważne, to powstaje pytanie, jak sobie z tym poradził Karol Darwin w czasach, gdy mechanizmy dziedziczenia były nieznane. Dowiedzieć się na ten temat można najwięcej czytając jego książkę „Zmienność zwierząt i roślin w stanie udomowienia”, a szczególnie ostatni rozdział 27 „Tymczasowa teoria pangenezy”. Przy wszystkich zastrzeżeniach samego autora, dwie tezy wynikają z jego propozycji. Po pierwsze, że cechy nabyte w ciągu życia osobniczego mogą się dziedziczyć, po drugie, że przy rozmnażaniu płciowym cecha potomstwa jest średnią lub bliską średniej cech obu rodziców. Wydaje się, że współcześni Darwinowi badacze akceptowali te dwie tezy

i przyjmowali je razem z teorią doboru naturalnego, nawet jeśli byli sceptyczni wobec jego teorii pangenezy. Jedyńm krytykiem teorii doboru był szkocki inżynier i profesor inżynierii – Fleeming Jenkin, który zwrócił uwagę, że przy uśrednianiu cech dwóch różnych rodziców dochodzi do takiego spadku zmienności, który uniemożliwia dobór, ale nie wydaje się, aby przyrodnicy współcześni Darwinowi i Jenkinowi wzięli tę krytykę na serio. Obecnie, gdy nie tylko znamy proponowane przez Mendla reguły genetyki, ale także materialne podstawy tych reguł, zdajemy sobie sprawę z interakcji genotypu i środowiska jest dla nas podziwu godna determinacja Karola Darwina, aby opisać i wykryć ogólne zasady rządzące dziedziczeniem w sytuacji, gdy nie dysponował on tymi wiadomościami. A jeszcze bardziej godny podziwu jest krytycyzm Darwina wobec własnych pomysłów i rejestracja wszelkich danych empirycznych sprzecznych z jego hipotezą pangenezy.

Po powtórny odkryciu wyników badań Grzegorza Mendla z początkiem XX w. odrzucenie idei dziedziczenia cech nabytych było dla darwinowskiej teorii doboru fatalne. Warto tu zacytować za SZARSKIM (1999) wypowiedzi dwóch wybitnych genetyków z tych czasów. Duński botanik, twórca podstaw genetyki ilościowej, Wilhelm Johannsen, tak pisał w 1909 r.: „jest rzeczą zupełnie oczywistą, że genetyka pozbawiła podstaw darwinowską teorię doboru naturalnego”. Natomiast

<sup>1</sup>Nie jest to definicja powszechnie przyjęta. FUTUYMA (2008) za dobór uważa zróżnicowane dostosowanie wynikające z różnic fenotypowych, czyli to, co tu opisano jako dobór fenotypowy. Niemniej na str. 253 pisze: „Choć przyjmujemy fenotypowy punkt widzenia zwykle rozważać będziemy dobór naturalny między fenotypami różniącymi się genetycznie.”

autor słowa „genetyka”, który jako pierwszy prowadził badania genetyczne zwierząt, brytyjski uczoney William Bateson, tak pisał w 1913 r.: „...przekształcenie populacji przez drobne zmiany kierowane doбором jest tak sprzeczne z faktami, że możemy podziwiać adwokacką zręczność, dzięki której tłumaczenie to mogło przez jakiś czas uchodzić za możliwe do przyjęcia”. Można powiedzieć, że naukowy establishment, a w każdym razie genetycy, uznali darwinowską teorię doboru za niemożliwą do zaakceptowania.

Do powtórnej akceptacji teorii doboru naturalnego przyczyniło się zainteresowanie nie tylko tym, jak kształtuje się częstość różnych genotypów w potomstwie pary rodziców, ale także w całej populacji. Doprowadziło to do określenia drogą modelowania matematycznego jak powinna kształtować się częstość genów i genotypów w populacji, gdy nie ma zmian częstości genów wynikających z doboru i mutacji, a kojarzenie jest losowe. Dokonali tego niezależnie brytyjski matematyk Godfrey Harold Hardy i niemiecki biolog Wilhelm Weinberg w 1908 r., definiując to, co obecnie nazywamy równowagą Hardy’ego i Weinberga. W ten sposób stworzona została podstawa nowej dyscypliny – genetyki populacyjnej, a przy okazji pozbyto się zarzutu Fleeminga Jenkina o utracie zmienności w potomstwie dwóch różnych rodziców. Okazało się, że przy teoretycznym założeniu braku mutacji i doboru zmienność w częstości genów ani nie wzrasta ani nie spada, a gdy dodamy do tego losowe kojarzenie się osobników, to nie zmienia się także rozkład i zmienność częstości genotypów.

Ostateczną akceptację uzyskała darwinowska teoria doboru już w pierwszej połowie XX w. dzięki twórcom genetyki populacyjnej. Byli to dwaj Anglicy: Ronald Fisher i John Burdon Sanderson Haldane oraz Amerykanin – Sewell Wright. Pokazali oni na prostych matematycznych modelach, że przy bardzo rzadko pojawiających się mutacjach i nawet niewielkim zróżnicowaniu w przeżywaniu i reprodukcji różnych genotypów możliwe są wyraźne zmiany w częstości genów i przystosowanie się populacji do zmieniających się warunków, tak jak to przewiduje darwinowska teoria doboru. Pokazano też mechanizmy utrzymywania się sprzężeń różnych loci i efekty zmian losowych w częstości alleli, czyli efekty dryfu genetycznego. To przywrócenie do życia darwinowskiej teorii i jej bardziej precyzyjny opis uzyskano dzięki postępowi w genetyce i nazwano neodarwi-

nizmem. W Polsce od czasu prób wprowadzenia łysenkizmu w latach 1950-tych słowo „neodarwinizm” wydaje się mieć znaczenie pejoratywne. W krajach, gdzie łysenkizmu nie wprowadzano, takiego znaczenia nie ma, ale używane jest coraz rzadziej. Wszyscy już zapomnieli o pozornym zagrożeniu, jakie powstanie genetyki stanowiło początkowo dla darwinowskiej teorii. Przeciwnie, nauka o dziedziczeniu jest najważniejszym elementem współczesnej biologii ewolucyjnej.

W pierwszej połowie XX w. pełne zrozumienie darwinowskiej teorii napotykało na trudności. Chociaż przeważająca większość biologów uwierzyła genetykom populacyjnym, że między teorią Darwina a genetyką nie ma sprzeczności, to jednak ta sama większość genetyki populacyjnej nie знаła i nie rozumiała. Genetykę populacyjną wykładano zwykle na wydziałach rolnych, jako teorię stosowaną przy doskonaleniu roślin i zwierząt, a nie na biologii. Stąd wśród wielu nawet poważnych biologów powszechne było, a często w dalszym ciągu utrzymuje się przekonanie, że ewolucja dąży do wykształcenia cech, które są dobre dla gatunku, a niekoniecznie przyczyniające się do rozprzestrzeniania genów osobnika. To przekonanie utrzymywało się, mimo że genetyka populacyjna nie przedstawia żadnych modeli doboru między gatunkami. Z drugiej strony dobór cech dobrych dla gatunku tłumaczył zjawiska niejasne, takie jak zachowania altruistyczne między osobnikami, kooperacja w obrębie jednego gatunku, istnienie i utrzymywanie się płciowości. Wszystkie te zjawiska nie były tłumaczone przez genetykę populacyjną do lat 1960-tych. Nawet tak wybitny genetyk populacyjny jak Ronald Fisher uważał, że płciowości nie można wytłumaczyć doбором między osobnikami, ale dobrem na poziomie gatunków: gatunek rozradzający się płciowo sprawniej ewoluuje w nieprzewidywalnym środowisku.

Zanim na dużą skalę zaczęto badać zmienność białek, a potem mitochondrialne RNA i jądrowe DNA w naturalnych populacjach, biologowie byli w dużej mierze przekonani, że genetycznie różnią się gatunki, ale osobniki w obrębie gatunku w bardzo małym stopniu. Wyrazem tego było stosowane w systematyce pojęcie okazu typowego dla gatunku, w oparciu o który gatunek opisywano. W genetyce mówi się o genotypie dzikim, który był uważany za normę, z rzadko pojawiającymi się i szybko eliminowanymi w naturalnych populacjach mutacjami. Uznawano

bowiem, że pewien zestaw genów daje najwyższe dostosowanie w danym środowisku, a alternatywne genotypy dają się utrzymywać jedynie w laboratoriach, gdzie konkurencja między osobnikami jest pod kontrolą. Przyczyny utrzymywania się wysokiej zmienności genetycznej w populacjach dyskutowane są w innych artykułach tego zeszytu.

Bardzo niejasne tłumaczenie procesu ewolucji dobrem gatunku, z których to tłumaczeń nie wynikają żadne przewidywania dające się empirycznie sprawdzać, skłoniły najwybitniejszego filozofa nauki XX w., Karla Poppera, do zakwestionowania teorii ewolucji jako teorii empirycznej. Proponował on, aby teorię ewolucji uznać jedynie za bardzo pożyteczny metafizyczny program badawczy. Warto tu jednak dodać, że wraz z postępem w biologii ewolucyjnej w drugiej połowie XX w., Karl Popper z tej krytyki wycofał się.

Postęp w biologii ewolucyjnej w drugiej połowie XX w. poszedł w kilku kierunkach. Badania empiryczne pozwoliły na ustalenie, że populacje naturalne są zwykle genetycznie bardzo zmienne, co umożliwia bardzo efektywne działania doboru. Co więcej, współczynniki doboru, którym pierwsi twórcy genetyki populacyjnej przyznawali niskie wartości, rzędu 1%, okazały się zwykle o rząd wielkości większe. Okazało się też, że przebieg doboru w warunkach naturalnych jest

możliwy do obserwacji i analizy. Posługując się teoretycznymi modelami genetyki populacyjnej wyjaśniono zachowania altruistyczne powstałe drogą doboru krewniaczego, a posługując się teorią gier wprowadzono do biologii ewolucyjnej pojęcie tak zwanej strategii ewolucyjnie stabilnej i podjęto różnorakie próby przewidywania zjawisk biologicznych z darwinowskiej teorii doboru naturalnego. Pożegnano się też ostatecznie z wyjaśnieniami zjawisk biologicznych dobrem gatunku.

Perspektywy biologii ewolucyjnej są coraz lepsze i nic nie wydaje się podważać idei Darwina o doborze naturalnym, jako głównym mechanizmie ewolucji. Rozumiemy też coraz lepiej znaczenie nacisku mutacyjnego i czynników losowych (dryfu; patrz artykuł ŁOMNICKIEGO *Dryf genetyczny* w tym zeszycie KOSMOSU). Upowszechnienie się metod sekwencjonowania genomu daje nowe możliwości nie tylko bardzo precyzyjnego opisu procesu doboru naturalnego, ale także określenia jak zmiany ewolucyjne przebiegały wcześniej. Jest natomiast rzeczą zadziwiającą, że Karol Darwin potrafił zaproponować teorię doboru naturalnego przed powstaniem genetyki, a sama istota teorii doboru naturalnego, tak jak ją przedstawił Darwin, w dalszym ciągu obowiązuje, mimo że genetyka stanowi obecnie podstawę tej teorii.

## DARWINIAN THEORY ENCOUNTERS GENETICS

### Summary

In this article the relations between heredity and the evolution by natural selection are discussed. The Darwin's attempts to solve the problems of heredity were based on pre-Mendelian intuitions, and the discovery of the Mendelian rules inclined some outstanding geneticists to reject the Darwinian theory of natural selection. The difficulties of combining genetics with the theory of natural selection were overcome by population geneticists, but some

problems, such as the evolution of altruism or the maintenance of sexuality remained open. They were investigated at the second half of 20<sup>th</sup> Century and they are now either solved or close to the solution. Meantime, the developments in the study of hereditary variation in the field and the progress in molecular biology have clarified some unsolved questions and opened new perspectives for the evolutionary theory.

### LITERATURA

ENDLER J., 1986. *Natural selection in the wild*. Princeton University Press, Princeton.  
FUTUYMA D. J., 2008. *Ewolucja*. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.

SZARSKI H., 1999. *To sowieckiego "twórczego darwinizmu"*. Kwartalnik Filozoficzny 27, 65-81.