

O PRZEMIANACH FORM W PRZYRODZIE

Ewolucję rozumiemy jako swego rodzaju wyścig zbrojeń,
a jest to szczególny przypadek możliwych oddziaływań.

Nikodem Zieliński

Centrum Nauki i Techniki – EC1 Łódź
Centrum Badań nad Cyberkomunikacją
i Sztuczną Inteligencją, Uniwersytet Łódzki

Zasady ewolucji opisują, jak w populacjach zachodzą zmiany między pokoleniami. Zakładają wspólne pochodzenie i budowę organizmów, łącząc je związkami pokrewieństwa. To podstawy modeli rozwoju gatunków, popularnie znanych pod postacią drzewa, bukietu czy wieńca. Zastępując pojęcie transmutacji, opis ewolucyjny rozważa rozwój

na tle doskonałości cech takich jak atrakcyjność czy adaptacyjność. Równolegle rozwinięte teorie elektromagnetyzmu i termodynamiki stworzyły podwaliny epokowych zmian technologicznych.

Termodynamika oferuje też szerszą perspektywę do interpretacji procesów ewolucyjnych, uwzględniając energie wyróżniające organizmy oraz jej przemiany w relacjach organizmów ze środowiskiem. Publikacja *Natural Selection for Least Action* autorstwa Ville Kaili i Arto Annili z Uniwersytetu w Helsinkach opisuje, jak w procesach doboru są eksplorowane szlaki, na których organizmy ewoluują w sposób minimalizujący różnice w rozkładzie energii. Ukazuje to proces ewolucyjny jako faworyzujący adaptacje, które pozwalają organizmom najszybciej rozprasać i przekazywać energię. Badanie pokazuje również, jak trajektorie



**mgr Nikodem
Zieliński**

Biolog ze specjalnością w neurobiologii. Jego zainteresowania badawcze koncentrują się wokół relacji środowiska, ciała i zachowania, a szczególnie fizjologii procesów uczenia się i powstawania pamięci. W przeszłości związany z Uniwersytetem Amsterdamskim, Centrum Psychiatrii i Neurobiologii INSERM w Paryżu oraz Instytutem Biologii Doświadczalnej im. Marcelego Nenckiego PAN w Warszawie. Współpracował z Centrum Nauki Kopernik, obecnie z Centrum Badań nad Cyberkomunikacją i Sztuczną Inteligencją Uniwersytetu Łódzkiego oraz EC1 Łódź – Miasto Kultury.
niko.zielinski@outlook.com



WIRESTOCK CREATORS/SHUTTERSTOCK.COM

procesów ewolucyjnych zależą od czynników selekcji – czynniki te ustanawiają bariery oporu, w ramach których rozwój może przebiegać.

Dobór naturalny i konkurencja

Początki badań nad zasadami przemian giną na horyzoncie starożytności. Wyodrębnienie ewolucji i termodynamiki ziściło marzenie Arystotelesa, by rozpatrywać przemiany i adaptacje w kontekście praw fizyki. Jako kluczowe czynniki wpływające na rozkład cech w populacji teoria ewolucji wskazuje dobór naturalny i konkurencję. To obserwacja przeniesiona z polityki ekonomicznej, opisującej eksponencyjny charakter wzrostu populacji i arytmetyczny charakter wzrost zasobów żywności – utrzymanie tych trendów prowadzi do ograniczenia zasobów i „walki o przetrwanie”, która utrwała „korzystne warianty”.

Ograniczone zasoby pokarmowe prowadzą do intensywnej konkurencji o ich zdobycie. Przykładem jest zwiększona konkurencja o zasoby w okresach suszy. Zwiększona nadmiernie populacja nasila rywalizację o przestrzeń, pokarm, wodę i inne zasoby – jest to widoczne choćby w obszarach miejskich, gdzie liczba gołębi jest wysoka. Szybkie zmiany środowiskowe, takie jak zmiany klimatyczne czy degradacja siedlisk, mogą zmniejszyć dostępność zasobów i zwiększyć konkurencję. Dlatego wycinanie lasów zmusza wiele gatunków do konkurowania o zmniejszające się terytoria. Wprowadzenie nowych gatunków, zwłaszcza jeśli mają podobne nisze ekologiczne,

może dodatkowo zwiększać konkurencję. Inwazyjne gatunki roślin konkurują z rodzimymi o światło, wodę i składniki odżywcze. W populacjach przystosowanych do warunków konkurencyjnych mogą wykształcić się specyficzne cechy adaptacyjne, faworyzujące określone strategie życiowe (zmiany w stylu reprodukcji, np. liczbie i zasadach odchowywania potomstwa, doborze partnerów, zmiany w zachowaniach terytorialnych, strategiach zdobywania pożywienia). Postępuje specjalizacja i różnicowanie się podgrup działających w coraz węższych niszach, co wpływa na dynamikę i przeżywalność w ramach populacji. W dalszej perspektywie może to prowadzić do rozwoju nowych zachowań i form interakcji, powodując dynamiczne i nieliniowe zmiany w populacjach oraz ekosystemach. Długofalowe oddziaływanie konkurencji jest jednak kosztowne także dla zwycięzców.

Modelowanie wpływu konkurencji na populacje wskazuje, że prowadzi ona do zmniejszenia różnorodności genetycznej i ogranicza zdolności adaptacyjne. Efekt ten jest obserwowany również w ekosystemach i uprawach o niskiej różnorodności gatunków. Warto tu podkreślić, że procesy ewolucyjne nie są celowe, lecz są wynikiem określonych warunków środowiskowych. Zmiana warunków może przesunąć równowagę między konkurencją a współpracą, adaptacjami defensywnymi a ofensywnymi oraz innymi formami interakcji biologicznych. Każda zmiana środowiska może otworzyć nowe ścieżki ewolucji, prowadząc do różnorodności form życia i strategii przetrwania. Interpretacja procesów ewolucyjnych wymaga też



FACEBORN/SHUTTERSTOCK.COM



uwzględnienia mechanizmów funkcjonowania organizmów, które są plastyczne i zdolne do adaptacji już w toku życia osobniczego.

Korelacje procesów ewolucyjnych

Organizmy utrzymują określony porządek struktur ciała i środowiska wewnętrznego, a utrata tej zdolności kończy ich życie. Podtrzymywanie życia jest rozumiane jako wymiana materii, energii i informacji ze środowiskiem, co prowadzi do działania, ruchu, wydzielania substancji *et consortes*. Reakcje jednego organizmu stają się informacyjne dla pozostałych. Na gruncie termodynamiki informacje te można opisać jako stany układów zgodne z zajściem zdarzenia. Interpretacja sensów może odbywać się za pomocą klucza porządkującego znaczenie sygnałów, takich jak kod genetyczny, hormonalne i komórkowe szlaki sygnalizacyjne czy mechanizmy poznawcze.

Proponuję, by to właśnie atrybut posiadania takiego klucza określać jako inteligencję. Rolę przekazywania informacji o budowie i funkcjonowaniu organizmu przypisuje się DNA. Jako nośnik informacji koduje ono precyzyjne instrukcje realizowane przez komórki. Popularnie jest traktowane jako przekazywany między pokoleniami kod źródłowy, współcześnie można jednak spojrzeć na DNA jako dynamiczny rdzeń, wokół którego zachodzą złożone procesy systemowe, pozwalające organizmom na adaptację do zmieniających się warunków środowiskowych.

Oprócz DNA także RNA odgrywa istotną rolę w procesach adaptacyjnych. Może działać na różnych poziomach – od regulacji ekspresji genów po modyfikacje tych procesów (nie zmieniając samego DNA,

ale wpływając na to, jak jest ono odczytywane). Później wraca do łask pierwotna teoria dziedziczenia zmian, teoria gemmul, czyli pęcherzyków pochodzących od tkanek, które miałyby akumulować się w gametach w ciągu życia organizmu. Sugeruje to mechanizmy przekazywania informacji o adaptacjach nabytych w ciągu życia organizmu do następnych pokoleń. Wykształcenie układu nerwowego jeszcze pogłębiło wymiar plastyczności fenotypowej. Układ nerwowy umożliwia organizmowi uczenie się, zapamiętywanie i elastyczne adaptacje zachowań, które są szybsze i bardziej złożone niż zmiany na poziomie DNA, RNA czy białek.

Ta plastyczność zachowań, wynikająca z interakcji układu nerwowego z otoczeniem, nie jest łatwo odwzorowywana w tradycyjnym rozumieniu dziedziczności genetycznej. Bazując na ujęciu termodynamicznym, Antoni Kępiński zaproponował model metabolizmu energetyczno-informacyjnego, w ramach którego organizmy zachowują strukturę i tożsamość. Kępiński wyróżnił biologiczny, emocjonalny i społeczno-kulturowy aspekt procesów psychofizycznych oraz zaproponował rozumienie chorób psychicznych jako zaburzenie porządku ich procesowania. Na przykład zakłócenia w aspekcie biologicznym mogą prowadzić do depresji lub psychozy, wyrazu zmian funkcjonowania układu nerwowego i hormonalnego. Mogą być one także wyrazem zmian plastycznych, które mają chronić jednostkę, ale w dłuższej perspektywie stają się nieprzystosowawcze. Rozumienie zmienności cech organizmów wymaga uwzględnienia zarówno genetycznych, fizjologicznych, jak i środowiskowych mechanizmów adaptacyjnych. Przyszłe badania mogą jeszcze bardziej rozszerzyć naszą wiedzę na temat tego, jak różnorodne formy życia adaptują się do świata, który nieustannie się zmienia. ■

Chcesz wiedzieć więcej?

Kandel E.R., *In search of memory*, 2007.

Kępiński A., *Melancholia*, 1974.

Weiner J., *Życie i ewolucja biosfery*, 2020.