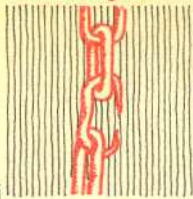


Zasada nieciągłości w ewolucji

Prof. dr Leszek KUŹNICKI,
członek korespondent PAN



Tytuł artykułu jest przekorny. Żadna z teorii ewolucji biologicznej, poczynając od darwinowskiej aż po współczesne socjobiologiczne koncepcje E. O. Wilsona i R. Dawkinsa czy kladystyczną ideę specjacji punktowej S. Goulda i N. Eldredge'a, nie postulowała rzeczywistej — fizycznej nieciągłości przemian. Zatem moje rozważania ograniczę do określonej klasy zjawisk, dla których „nieciągłość” ma inny zakres pojęciowy niż w języku potocznym.

Określenie „ewolucja” — rozumiane jako rozwój czy zmiana zachodząca w czterowymiarowej przestrzeni, stosowane jest od kosmogonii po socjologię i językoznawstwo. Wśród różnych zjawisk ewolucyjnych miejsce szczególne przypada rozwojowi życia na Ziemi. Wynika to nie tylko z faktu, że jest to proces dotyczący bezpośrednio nas — ludzi, ale po prostu — że jest najlepiej poznany, jeśli chodzi o opis i mechanizmy. Ewolucja biologiczna na Ziemi zachodziła na różnych poziomach organizacji. Pierwszy poziom dotyczy budowy i funkcji makromolekuł (kwasów nukleinowych, białek, wielocukrów i lipidów) oraz elementów subkomórkowych (chromosomów, mitochondriów). Drugi poziom to organizmy. Należy jednak pamiętać, że współcześnie występujące organizmy różnią się stopniem złożoności. Organizmem może być pojedyncza komórka, jak również układ zbudowany z miliardów komórek, jakim np. jest człowiek. Wreszcie należy wyróżnić trzeci — ponadosobniczy poziom organizacji, tj. populacje i gatunki, które tworzą zintegrowany system planetarny, czyli biosferę.

Dyskutowany współcześnie w piśmiennictwie naukowym problem „nieciągłości” w ewolucji dotyczy sposobu powstawania gatunków, tzn. należy do klasycznej tematyki z zakresu ewolucjonizmu, wywodzącej się bezpośrednio z poglądów C. R. Darwina, wyłożonych w „On the origin of species” (1859).

Przyroda żywa, tak obecnie, jak i przed miliardem lat składa się z osobników oraz ponadosobniczych zespołów — tj. populacji, krzyżujących się ze sobą organizmów. Najprostsza definicja gatunku to wytworzony w toku ewolucji zespół populacji, którego osobniki krzyżują się ze sobą i wydają płodne potomstwo; jednocześnie nie krzyżują się z osobnikami innych populacji, zamieszkujących w tym samym środowisku. Osobnik ma genetycznie ograniczony czas życia. Średnia długość życia organizmu jest cechą przystosowawczą, która zapewnia mu wydanie optymalnej liczby potomstwa, czyli umożliwia kontynuację gatunku (populacji) w czasie. Osobnik — jako śmiertelny — nie jest jednostką ewolucji, uczestniczy jednak w procesach ewolucji przekazując geny oraz za ich pośrednictwem — swoje właściwości następnym pokoleniom. W odróżnieniu od osobników ich naturalne zespoły, jak populacje i gatunki, są jednostkami potencjalnie nieśmiertelnymi. Oznacza to, że żadne mechanizmy wewnętrzne nie ograniczają czasu ich trwania. Środowisko, w którym istnieją gatunki, podlega jednak zmianom, co prowadzi do ewolucji biologicznej. Gatunki, a ściślej ich populacje, mogą przekształcać się bądź wymierać; a w przypadku skrajnej stabilizacji otoczenia pozostawać w nie zmienionej postaci przez setki milionów lat, jak np. skorupiak — przekopnica, ostrzygi czy miłorząb.

Większość gatunków ulega przekształceniom stopniowym, kiedy to w wyniku doboru naturalnego osobników zmianie podlega

pula genowa krzyżujących się populacji. Dzieje się tak, kiedy w długim szeregu pokoleń nosiciele jednych genów mają większe szanse pozostawienia potomstwa, niż nosiciele innych genów.

W pewnych przypadkach gatunki mogą powstać nagle — w następstwie podwojenia całego zespołu chromosomów (genomu), czyli w wyniku *poliploidii*. Ale nawet i w tych przypadkach, kiedy ewolucja była spowodowana poliploidalnością, żaden gatunek nie był nigdy odcięty od genów swoich poprzedników i niezależnie od sposobu rozrodu (płciowy, bezpłciowy) przekazywał geny swoim potomkom. Każde przerwanie strumienia genów oznacza bezpowrotne wypadnięcie ze strumienia życia. Załóżmy, że możemy, zasiadając w wehikule czasu, prześledzić wstecz proces ewolucji, poczynając od nas samych aż do jakiegoś organizmu jednokomórkowego, który żył w środowisku wodnym przed dwoma miliardami lat.

Oglądając wstecz wszystkie poprzedzające nas pokolenia stwierdzimy, że strumień naszych genów nie tylko wpływa do wspólnej rzeki dla wielu dzisiaj bardzo różnych od nas gatunków, lecz również, że nie możemy w tym procesie określić granic międzygatunkowych. Jest to zaskakujące, skoro różnice między człowiekiem a współcześnie żyjącymi ssakami, należącymi do naczelnych, są tak duże, że nawet wybitny ewolucjonista George C. Simpson stwierdził, iż „Człowiek będąc jednym z gatunków zwierząt równocześnie nie jest jednym ze zwierząt”.

Homo sapiens jest unikatem pod wieloma względami. W toku ewolucji nabył nie spotykane nigdzie umiejętności, jak posługiwanie się językiem symbolicznym i myśleniem abstrakcyjnym. Powstanie gatunku *Homo sapiens*, jak i każdego innego gatunku, nie było zdeterminowane, a ewolucja form człowiekowatych, aczkolwiek zawiera nadal wiele nie wyjaśnionych zagadek, była uwarunkowana tymi samymi przyczynami, co innych gatunków zwierzęcych.

Teoria darwinowska, jak i współczesna jej postać — syntetyczna teoria ewolucji — zakładały, że większość gatunków powstała stopniowo — gradualistycznie. Wyraźne granice między nimi są wynikiem szczególnie ostrej selekcji pośrednich populacji i gatunków.

W okresie ostatnich dziesięciu lat szerokie uznanie w badaniach pokrewieństwa między gatunkami i odtwarzania drzew genealogicznych istot żywych uzyskała metoda *kladystyczna*.

Kladystyka (od greckiego *klados* — gałąź, pęd) — metoda ustalania pokrewieństw między gatunkami, wychodząca z założenia, że ponadgatunkowe jednostki systematyczne (rodzaj, rodzina, rząd, gromada) są tylko wówczas naturalne, kiedy pochodzą od jednego gatunku. Ustalania owych pokrewieństw dokonuje się na podstawie cech najmłodszych, odziedziczonych bezpośrednio po przodkach, a nie — najstarszych, najbardziej prymitywnych.

Na jej gruncie powstała niegradualistyczna hipoteza powstawania gatunków autorstwa S. Goulda i N. Eldredge'a, którą można uznać za współczesny wyraz zasady nieciągłości ewolucji.

Populacje, które zmieniają się w sposób ciągły — gradualistycznie, podlegają procesom ewolucji, ale nie przekształcają się w nowe gatunki. Nowe gatunki są wytworem specjalnych procesów, które mają charakter nagłej specjacji. Nie każda populacja może podlegać takim przekształceniom. Przede wszystkim populacja musi się znaleźć na pobrzeżach obszaru zajętego przez gatunek. Po drugie, musi się różnić od pozostałych cechami genetycznymi. Jest to populacja o zakłóconej równowadze genetycznej. Przejście do nowej równowagi dokonuje się nagle w ciągu kilku kolejnych pokoleń. Jest to równoznaczne z powstawaniem nowego gatunku. Proces ten wspomaga izolacja przestrzenna między populacją podlegającą specjacji a sąsiadującymi populacjami gatunku wyjściowego.

Założenie, że małe, izolowane populacje o zakłóconej równowadze genetycznej są zawsze początkiem nowych form, wyjaśnia wielką rzadkość form przejściowych, jakie spotyka się wśród szczątków organizmów wymarłych. Idee Eldredge'a i Goulda zbliżone do wcześniejszych koncepcji ewolucji kwantowej Simpsona tłumaczą szereg faktów, z którymi nie bardzo sobie mogła poradzić klasyczna koncepcja gradualistyczna. Eldredge i Gould twierdzą, że nagła specjacja marginalnych populacji była uniwersalnym sposobem przemian gatunkowych. Ten punkt widzenia pozostaje jednak otwarty, gdyż gradualizm ewolucji ma nadal wielu zwolenników i dysponuje mocniejszymi argumentami.

Niezależnie, jakie będą dalsze losy tej kontrowersji, wprowadzenie do filogenetyki (odtworzenia genealogii) i systematyki biologicznej metod kladystycznych spowodowało rewolucję.

Wynika ona z dwóch podstawowych założeń:

- 1) każda jednostka systematyczna, jak rodzaj, rodzina, rząd, gromada jest pochodzenia monofiletycznego, tzn. wywodzi się od jednej wyjściowej populacji, a nie z populacji kilku gatunków, choćby blisko spokrewnionych;
- 2) miarą pokrewieństwa gatunków mogą być tylko cechy pochodne, tj. wspólnie odziedziczone po najbliższych przodkach, nie zaś prymitywne, odziedziczone po przodkach wcześniejszych.

Zastosowanie tych zasad spowodowało między innymi zaginięcie gadów jako odrębnej jednostki taksonomicznej. Okazało się

bowiem, że gady ssakokształtne były bliżej spokrewnione z ssakami niż z innymi gadami, a krokodyle bliższe są ptakom niż jaszczurkom.

Kladystyka wniosła również ferment i zamieszanie do wyobrażeń na temat rodowodu człowieka rozumnego. Dotychczas przyjmowano, że droga do *Homo sapiens* prowadziła przez gatunki zbliżone morfologicznie do *Australopithecus robustus* → *Homo habilis* → *Homo erectus*.

Zdaniem zwolenników metody kladystycznej *Homo erectus* był zbyt różny od *Homo sapiens*, aby go można uznać za naszego przodka. Nie ma też żadnych dowodów, że któryś z wcześniejszych gatunków czelakokształtnych znajdował się na linii prowadzącej do nowej ludzkiej populacji. Po ponad 100 latach rozwoju badań z zakresu antropogenezy kladystyci chcą nas przekonać, że naprawdę to nie wiemy, kto jest naszym najbliższym przodkiem.

W dotychczasowych dziejach ewolucjonizmu różne idee antygradualistyczne (W. Bateson, S. Korziński, H. de Vries, T. D. Łysenko, O. H. Schindewolf) miały głównie charakter destrukcyjny. Najbliższe lata wykażą, czy ostatnio głoszona hipoteza nieciągłej — punktowej w czasie specjacji wyłamie się z tej tradycji.



Zadania

Redaguje mgr Krzysztof S. NOWIŃSKI

M 337. Dwie liczby naturalne m i n nazwiemy podobnymi, gdy każda liczba pierwsza dzieląca m dzieli również n i na odwrót. Liczby m i n nazwiemy bardzo podobnymi, gdy podobne są zarówno m i n , jak też $m+1$ i $n+1$ (np. bardzo podobne są 6 i 48).

Czy istnieje nieskończenie wiele par liczb bardzo podobnych?

Rozwiązanie na str. 9

M 338. Wykazać, że suma odległości punktu A leżącego wewnątrz n -kąta foremnego od prostych, na których leżą boki tego n -kąta, nie zależy od położenia tego punktu wewnątrz n -kąta.

Rozwiązanie na str. 9

M 339. Wykazać, że teza poprzedniego zadania pozostaje prawdziwa, gdy zażądamy jedynie, by wszystkie kąty n -kąta były równe.

Rozwiązanie na str. 5

Redaguje mgr Tomasz TRATKIEWICZ

F 138. W otwartym naczyniu szklanym znajdują się równe ilości wzajemnie nierozpuszczalnych cieczy. Dolną warstwę stanowi woda, górną — cykloheksan (C_6H_{12}). Naczynie ustawiono na łaźni wodnej i rozpoczęto ogrzewanie. W jakiej temperaturze nastąpi wrzenie mieszaniny i jak będzie przebiegało? Woda wrze w temperaturze $100^\circ C$, cykloheksan przy $80,7^\circ C$.

Rozwiązanie na str. 9



Manowce terminologii

- 1) Zbiór, który nie jest domknięty, wcale nie musi być otwarty.
- 2) Jeżeli X jest gęsty w X , to wcale nie znaczy, że X jest w sobie gęsty.
- 3) Wiązki wektorowe na krzywych algebraicznych mogą być lub nie być stabilne. Ale wiązka, która nie jest stabilna, wcale nie musi być niestabilna, bo niestabilna to taka, która nie jest półstabilna.
- 4) W geometrii algebraicznej bada się m.in. krzywe eliptyczne. Elipsa nie jest krzywą eliptyczną, ma bowiem (podobnie jak

linia prosta) typ eliptyczny, a nie — jak wszystkie krzywe eliptyczne — typ paraboliczny. Łatwo zgadnąć, że hiperbola nie ma typu hiperbolicznego (mają go krzywe stopni ≥ 4). A jedyną z dokładnością do izomorfizmu krzywą eliptyczną jest powierzchnia torusa.

5) Z książki „Technik, Wydawnictwo dla inżynierów, 1936” przepisujemy „Koniec nitki nawiniętej na rozwiniętą opisuje rozwijającą, jeśli się go odwija z rozwiniętej”.

P.S. Niektórzy psychologowie wśród różnych ludzkich fobii wymieniają także matefobię — lęk przed matematyką.