

Mieczysław Pajewski

Zapis kopalny o pochodzeniu od wspólnego przodka (1) *

Zarówno oryginalna, jak i współczesna wersja teorii darwinowskiej obejmuje dwie główne tezy. Jedna mówi, że wszystkie organizmy pochodzą od wspólnego przodka. Druga zaś, że mechanizm doboru naturalnego i przypadkowej zmienności (dziś mówimy o mutacjach) ma moc twórczą, zdolną tworzyć zupełnie nowe organizmy z wcześniejszych, często dużo prostszych form życia. Zajmiemy się obecnie pierwszym twierdzeniem – pochodzeniem od wspólnego przodka. Co na ten temat ma do powiedzenia literatura naukowa?

Okazuje się, że w literaturze można znaleźć argumenty empiryczne za i przeciw obu stronom sporu. Można je pogrupować w pięć zasadniczych typów argumentów. Dotyczą one zapisu kopalnego, homologii anatomicznej, homologii molekularnej, podobieństwa embriologicznego i biogeografii. Aby wyrobić sobie własną opinię, należy troskliwie przyrzeć się argumentom w każdej z tych dziedzin. W tym tekście zajmiemy się pierwszą z nich.

A. Kolejność skamieniałości – argumenty ewolucjonistów

Jak wyglądało życie dawno temu? Wielu uczonych spędziło całą swoją karierę badając historię życia na Ziemi. Niektórzy z nich robią to badając skamieniałości.

Skamieniałości są zmineralizowanymi szczątkami lub odciskami organizmów, jakie żyły w przeszłości. Skamieniałe mogą być tak rośliny, jak i zwierzęta. Czasami organizm został zakopany w osadach. Kiedy osad w pełni ulegnie utwardzeniu (skamienieje), tworzy trwałe odciski organizmów w skale. Skamieniałości można znaleźć w skałach na całej Zi-

mi, a czasami znajdujemy ich mnóstwo w tym samym miejscu.

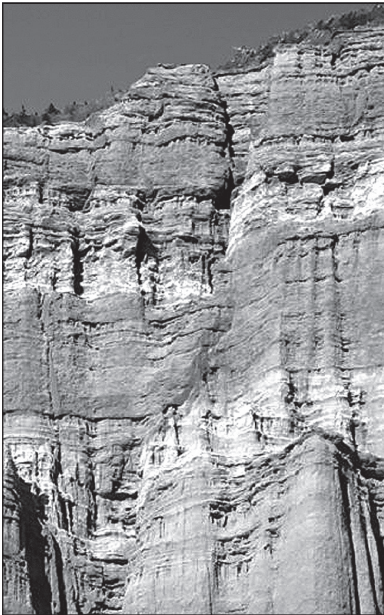
Darwin uważał, że skamieniałości mówią nam wiele o historii życia na Ziemi. Zwłaszcza sądził, że kolejność skamieniałości form, znajdujących w skałach osadowych, popiera jedną z jego głównych idei – wspólnotę pochodzenia, pochodzenie wszystkich form życia od wspólnego przodka.

Geologowie w czasach Darwina wiedzieli, że jeśli kopie się wystarczająco głęboko, na ścianach wykopu można zauważyć warstwy. Ogólnie rzecz biorąc, skały w głębie położonych warstwach są starsze niż skały w warstwach powierzchniowych. Prawidłowość ta nie jest bezwyjątkowa, gdyż czasami procesy geologiczne w rodzaju uskoku odwróconego i zawijanego może wypchnąć starsze skały ponad młodsze. Jednak w większości przypadków głębsze skały powinny być starsze.

Darwin wiedział także, że czasami w jednej warstwie znajdujemy odmienne skamieniałości niż w następnej. A niektóre warstwy nie zawierają w ogóle żadnych skamieniało-



Rysunek 1. Skamieniałości to szczątki lub odciski organizmów w skałach osadowych.



Rysunek 2. Warstwy skał osadowych.

ści. Inne warstwy zawierają takie skamieniałości jak trylobity i mięczaki, ale nie ptaki czy ssaki. W innych można znaleźć skamieniałe konie czy świny – albo naczelné (rząd ssaków, do których należą ludzie).

Darwinowi wydawało się oczywiste, że życie zmieniało się w trakcie historii geologicznej. Sądził też, że zmiany te zachodziły w pewien charakterystyczny sposób, według pewnego wzorca. Gdy przyglądał się zapisowi kopalnemu w wielu różnych miejscach, w górę i w dół warstw, zwrócił uwagę na wzorec pojawień się i zniknięć. Na przykład po raz pierwszy znajdujemy trylobity w warstwach kambryjskich. Gdy przesuwamy się w górę warstw, które pokrywają okres ok. 300 milionów lat, ciągle znajdujemy skamieniałości trylobitów. I wówczas trylobity znikają na zawsze – wymierają – w warstwach permskich, wyżej w zapisie kopalnym. Później pojawiają się pierwsze ssaki – w okresie triasu, długo po tym, jak odeszły trylobity. Ten trend pojawiania się i znikania

skamieniałości Darwin nazwał „sukcesją geologiczną”. Dzisiaj uczeni zwą go „sukcesją skamieniałości”.

Ale nie był to jedyny trend, jaki Darwin widział. Zapis kopalny wydaje się ujawniać trend od prostych organizmów do złożonych. Innymi słowy, wydawało się jasne Darwinowi, że gdy patrzy coraz wyżej w zapisie kopalnym, znajduje tam w skamieniałej postaci coraz bardziej złożone organizmy.

Zwrócił on uwagę na jeszcze jedną ważną cechę tego, jak życie zmieniało się z upływem czasu.

Wzorec rozgałęziania się

Skamieniałości tego samego gatunku występują najczęściej w wielu warstwach. Jeśli na rysunku przedstawiającym kolejne warstwy geologiczne występowanie danego gatunku zaznaczymy kropką, a następnie wszystkie kropki, dotyczące tego samego gatunku, połączymy linią, to otrzymamy pionową linię, której dolny koniec wskazuje warstwę, w której pojawia się po raz pierwszy dany gatunek, a górny koniec wskazuje tę warstwę, w której gatunek przestaje występować w zapisie kopalnym. Obraz występowania wszystkich gatunków w materiale kopal-

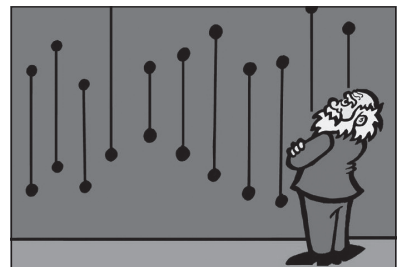


Rysunek 3. Skamieniałość pojawia się...



Rysunek 4. ...i znika.

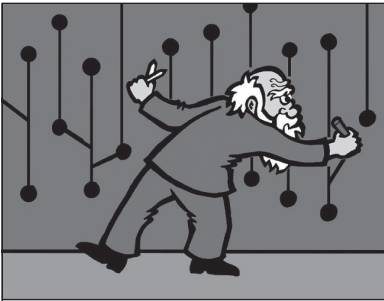
nym jest szeregiem równoległych względem siebie pionowych linii.



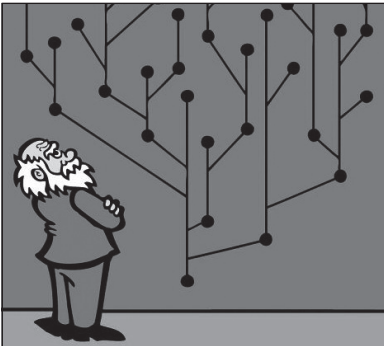
Rysunek 5. Tak wygląda zapis kopalny.

Darwin połączył końce niektórych linii z innymi liniami, otrzymując obraz rozgałęzionego drzewa. Nadał w ten sposób pewną interpretację danym kopalnym. Jego zdaniem młodsze skamieniałe formy wyrosły ze starszych. Dlaczego pierwsze skamieniałości ssaków pojawiają się tak długo po pierwszych gadach? W ujęciu Darwina jest tak, ponieważ gady są przodkami ssaków. Grupa ssaków wyodrębniła się z gałęzi gadów w pewnym momencie przeszłości i rozwinęła się w swoją własną gałąź. Gady i ssaki z kolei musiały wyodrębnić się z innej grupy kręgowców – z jakiegoś odległego wspólnego przodka, jakiego miały.

Darwin tak powiązał linie, obrazujące występowanie gatunków w zapisie kopalnym, że każdy organizm na Ziemi



Rysunek 6. Darwin połączył końce niektórych linii z innymi liniami.



Rysunek 7. W rezultacie otrzymał tzw. Drzewo Życia.

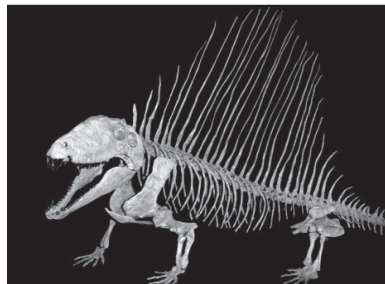
był ostatecznie powiązany z jakimś pojedynczym wspólnym przodkiem w odległej przeszłości, z korzeniem Drzewa Życia. Darwin wiązał początek życia z jedną lub bardzo nielicznymi formami początkowymi.¹ Większość współczesnych neodarwinistów utrzymuje, że istnieje tylko jedna oryginalna forma, zwana Ostatnim Uniwersalnym Wspólnym Przodkiem (Last Universal Common Ancestor, w skrócie LUCA).

Według ewolucjonistów kolejność skamieniałości w zapisie kopalnym wskazuje na słusność Darwinowskiego drzewa życia

Dlaczego Darwin uznał, że powinniśmy „połączyć kropki” w naszym rysunku? To prawda, że widzimy jedną linię tutaj, a drugą tam. Ale aby Darwinowskie rozgałęziające się Drzewo Życia było dokładnym obrazem historii życia, muszą ist-

nieć jakieś formy pomiędzy tymi liniami, formy jakie istniały między jedną gałęzią a drugą. Biologowie ewolucyjni nazywają je „formami pośrednimi” lub „przejściowymi”. Argumentują, że w rzeczywistości formy takie odnaleziono.

Na przykład wskazują oni na skamieniałości zwane „gadami ssakokształtnymi”, które pojawiają się w warstwach permu i triasu (według ich ocen 200-300 milionów lat temu). Gady ssakokształtne to wymarłe grupy, które wydają się posiadać głównie cechy gadzie, zmieszane z pewnymi cechami ssaków. A ostatnio pewni uczeni uznali, że odkryli przejściową sekwencję skamieniałości, wiążącą ssaki lądowe z wielorybami.²

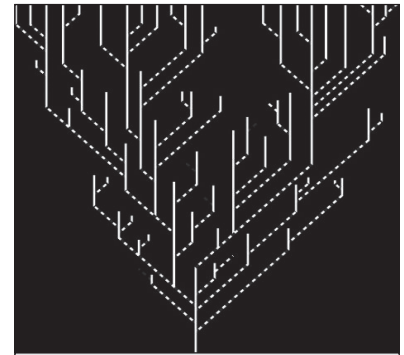


Rysunek 8. Skamieniałość gada ssakokształtnego.

Obie te przejściowe sekwencje odkryto po śmierci Darwina, ale za jego życia odkryto w kamieniołomie wapienia w Niemczech inną, jak sądzono, przejściową formę, archeopteryksa. Archeopteryks był ptakiem z uzębioną szczęką jak gad, ale prawdziwymi piórami, jak u współczesnego ptaka. Darwin świętował to odkrycie, ponieważ była to skamieniałość, jakiej znalezienie przewidywała jego teoria. Historycy Adrian Desmond i James Moore zauważyli w związku z tym, że „Darwin [...] upajał się tym wspaniałym «ptasim stworzeniem z długim ogonem i palcami»”.³

Paleontologowie wskaza-

li wiele luk, jakie pozostały do wypełnienia w zapisie kopalnym.⁴ Typowe rysunki drzewa życia przedstawiają te luki jako linie przerywane – te fragmenty drzewa, jakie musimy jeszcze odkryć. Ale obrońcy idei wspólnoty pochodzenia utrzymują, że luki, jakie już wypełniliśmy, czynią racjonalnym założenie, że w końcu odnajdziemy pozostałe. Dlatego, mówią, model „jednego rozgałęzionego drzewa” najlepiej reprezentuje historię życia i najlepiej wyjaśnia wzorce obserwowane w zapisie kopalnym.



Rysunek 9. Odkryto nieliczne formy przejściowe.

Obróńcy Wspólnoty Pochodzenia wskazują także, że skamieniałości często występują w kolejności przewidzianej przez inne rodzaje materiału empirycznego. Analizując podobieństwa i różnice między organizmami biologowie ewolucyjni przewidują porządek, w jakim organizmy powinny pojawiać się w zapisie kopalnym. Na przykład opierając się na połączeniu cech dinozaura i ptaka u archeopteryksa, biologowie ewolucyjni oczekują, że archeopteryks pojawi się w zapisie kopalnym po dinozaurach, a przed ptakami. Niedawne znaleziska skamieniałości sugerują, że dwunożne drapieżne dinozaury (zwane teropodami) mogły pojawić się przed archeopteryksem. To odkrycie

zwiększyło zaufanie biologów ewolucyjnych do tego, że archeopteryks jest przejściową formą, łączącą dinozaury z ptakami.

B. Kolejność skamieniałości – odpowiedź kreacjonistów

Większość krytyków argumentu z kolejności skamieniałości zgadza się, że zapis kopalny ujawnia zmianę w czasie, przynajmniej jeśli chodzi o głębsze warstwy. Kreacjoniści młodej Ziemi uważają, że pewna część warstw powstała niemal jednocześnie, w czasie Potopu. Krytycy argumentacji ewolucjonistycznej akceptują również to, że bliższe nam w czasie formy zwierzęce ogólnie są bardziej złożone niż formy znajdujące głębiej w zapisie kopalnym.⁵ Mimo tego twierdzą oni, że ogólny wzorzec skamieniałości zaprzecza neodarwinowskiemu obrazowi historii życia pod dwoma istotnymi względami.

Przede wszystkim paleontologowie odkryli, że nowe formy zwierząt prawie zawsze ukazują się nagle – nie stopniowo – w zapisie kopalnym, bez jakichkolwiek widocznych powiązań ze zwierzętami, które pojawiły się wcześniej. Amerykański ewolucjonista, James W. Valentine, tak opisuje ten stan rzeczy: „wiele gałęzi [drzewa życia], tak wielkich jak i małych, ma kryptogenetyczny charakter (nie można wysledzić ich przodków). Niektóre z tych luk z pewnością są wywołane przez niekompletność zapisu kopalnego [...], ale to nie może być jedynym wyjaśnieniem kryptogenetycznej natury niektórych rodzin, wielu bezkręgowych rzędów, wszystkich bezkręgowych klas i wszystkich wielokomórkowych typów.”⁶

Nagle pojawianie się

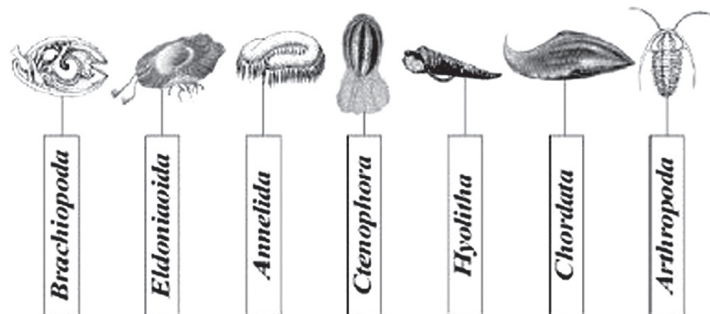
Na przykład około 530 milionów lat temu ponad połowa większych grup zwierzęcych (zwanych typami) pojawia się nagle w zapisie kopalnym. W klasyfikacji biologicznej termin „typ” (łacińska nazwa phylum, liczba mnoga: phyla) oznacza dużą grupę zwierząt, które mają unikatowy lub wyróżniający się plan budowy ciała. Ten nagły, krótki wybuch zaprzecza Darwinowskiemu obrazowi stopniowo rozgałęziającego się drzewa.⁷

Ponieważ to nagłe pojawienie się miało miejsce w okresie kambryjskim, paleontologowie obecnie mówią o tym zdarzeniu jako o „kambryjskim wybuchu” lub o „wybuchu w kambrze”, robiąc analogię do Wielkiego Wybuchu w kosmologii. Wielu paleontologów ocenia obecnie, że wybuch kambryjski trwał 10 milionów lat lub mniej.⁸ Dla nas wydaje się to długim okresem, ale dla ewolucjonistów, którzy operują miliardami lat, jest to mrugnięcie okiem. To zaledwie dwie dziesiąte jednego procenta historii geologicznej. Co ważniejsze, wielu biologów ewolucyjnych wątpi, by to był wystarczający czas, aby powolne, stopniowe procesy darwinowskie utworzyły taką ilość zmian, jaka pojawia się w wybuchu

kambryjskim.⁹ Z tego powodu wielu uczonych sądzi, że to nagle w geologicznym sensie pojawienie się wielu nowych form życia zaprzecza przewidywaniu Darwina, że nowe formy będą się stopniowo wyłaniać w czasie długich okresów czasu geologicznego.

Co jest prawdą o typach, czyli o najwyższym poziomie klasyfikacji zwierząt, jest także prawdą o środkowych i wielu niższych poziomach klasyfikacji. One także pojawiają się nagle. Na przykład w epoce paleoceńskiej (65-55 milionów lat temu wg standardowej ewolucjonistycznej historii życia na Ziemi) 15 nowych rzędów ssaków nagle wkroczyło do zapisu kopalnego. Jak wielkie są różnice między rzędami? Na przykład różnymi rzędami w gromadzie ssaków są drapieżniki (*Carnivora*, np. niedźwiedzie), nietoperze (*Chiroptera*) oraz nieparzystokopytne (*Perrisodactyla*, np. konie). Nagłe pojawienie się piętnastu rzędów ssaków w tym samym wąskim oknie czasu geologicznego to naprawdę trudna do wyjaśnienia sprawa. Uczeni nazwali tę serię zdarzeń „radiacją ssaków”.

Nie tylko nowe rzędy ssaków pojawiają się nagle, ale gdy się pojawiają, są już podzielone na odrębne formy. Na przykład w epoce eocenu (zaraz po pa-



Niektóre z typów (phyla) pojawiające się w eksplozji kambryjskiej. Od lewej: ramienionogi (Brachiopoda), Eldoniaoidea (rodzaj jamochłonów), pierścienice (Annelida), żebroptawy (Ctenophora), hyolity (Hyolitha), strunowce (Chordata), stawonogi (Arthropoda).

leocenie) pierwszy skamieniały nietoperz pojawia się nagle w zapisie kopalnym. Kiedy się pojawia, jest niewątpliwie nietoperzem, zdolnym do prawdziwego lotu.¹⁰ Ale nie znajdujemy niczego podobnego do nietoperza we wcześniejszych skałach.

Żółwie są innym fascynującym przykładem zwierząt, które pojawiają się nagle w zapisie kopalnym. Rząd *Chelonia*, do którego należą żółwie wodne i lądowe, pojawia się nagle w późnym triasie, ok. 200 milionów lat temu wg standardowego datowania. Gdy żółwie pojawiają się po raz pierwszy, ich plan ciała jest już w pełni rozwinięty i pojawiają się w zapisie kopalnym bez form pośrednich. Oprócz tego skorupy żółwi wodnych i lądowych zawierają ponad 50 kościstych „tarczek”, które nie występują w żadnym innym rządzie kręgowców, ani nigdzie indziej w zapisie kopalnym. Co więcej, łopatka żółwia wodnego jest umieszczona poniżej jego żeber i tarczek, inaczej niż u jakichkolwiek żyjących lub kopalnych kręgowców. Scott Gilbert, biolog ewolucyjny, który zajmował się tą zagadką, mówi, że „skorupa żółwia wodnego stanowi klasyczny problem ewolucyjny pojawienia się większej adaptacji strukturalnej”. Według Gilberta problem ten jest jeszcze trudniejszy wskutek „momentalnego» pojawienia się tej nowości ewolucyjnej”.¹¹ Ponieważ „wyróżniająca się morfologia żółwi wodnych wydaje się pojawić nagle”, Gilbert i jego koledzy argumentują, że ewolucjonizm musi „wyjaśnić nagle pochodzenie karapaksu [skorupy] żółwia”. Badają oni embriologię żółwia wodnego, aby zbadać, jak to się mogło wydarzyć.¹²

Krytycy argumentu z kolejności skamieniałości wskazują,

że to, co jest prawdą w odniesieniu do zwierząt, jest także prawdziwe w stosunku do roślin. Na przykład rośliny kwiatowe pojawiają się nagle we wczesnej kredzie, 145-125 milionów lat temu wg standardowej historii. To nagłe pojawienie się jest czasami nazywane wielkim rozkwitaniem okrytonasiennych. „Pochodzenie okrytonasiennych pozostaje niejasne” – pisze jeden zespół badaczy. – „Okrytonasienne pojawiają się raczej nagle w zapisie kopalnym [...] bez żadnych widocznych przodków w okresie 80-90 milionów lat przed ich pojawieniem się.”¹³ Ta niezgodność z jego teorią wprowadziła Darwina w takie zakłopotanie, że nazwał ją „paskudną tajemnicą”.¹⁴

*„Darwn był uczonym,
który nie pozwolił,
by obserwowane dane
stanęły na drodze
jego idei”.*

Joel Cracraft

W rezultacie krytycy mówią, że wzorzec pojawiania się skamieniałości nie wspiera Darwinowskiego obrazu stopniowo rozgałęziającego się drzewa. Robi on raczej zupełnie inne wrażenie – szeregu wielu niezależnych początków. Dlatego właśnie sam Darwin powiedział, że wzorzec nagłego pojawiania się (jest to jego wyrażenie), „słusznie uważany być może za poważny zarzut” przeciwko jego teorii wspólnoty pochodzenia.¹⁵

Stabilność form biologicznych

Krytycy kolejności skamieniałości wskazują na drugą cechę zapisu kopalnego, która stanowi wyzwanie dla darwinowskiego obrazu historii życia. Ostatnie badania skamieniałości ujawniają, że więk-

szość form zwierzęcych pozostaje względnie stabilna w czasie swego przebywania na Ziemi. Stabilność na poziomie gatunku to w terminologii paleontologów staza. Ale stabilność także charakteryzuje projekty ciała organizmów reprezentujące wyższe kategorie życia – rzędy, gromady i typy. „Zamiast znajdowania stopniowo rozwijającego się życia – pisze paleontolog, David Raup, z University of Chicago – to, co geologowie czasów Darwina i geologowie dzisiejsi faktycznie znajdują, to wysoce nierówny czyli przerywany zapis; znaczy to, że gatunki pojawiają się w zapisie bardzo nagle, ujawniają niewielką albo nie ujawniają żadnej zmiany podczas swego istnienia w zapisie, i wówczas nagle opuszczają ten zapis”.¹⁶

Według Joela Cracrafta, systematyka w American Museum of Natural History, książka Darwina **O powstawaniu gatunków** nie zawiera żadnych geologicznych danych empirycznych, popierających przekonanie jej autora, że ewolucja była powolnym, stopniowym procesem. „Zapis kopalny, który wyraźnie jest tak ważny dla każdego, kto broni ewolucyjnej modyfikacji w czasie, nie sprzyjał za bardzo sprawie Darwina. W rezultacie Darwin zapis ten ignorował; zapis kopalny z pewnością nie wpływał na jego teoretyczne rozważania czy oczekiwania. Faktycznie to, co często widział, to była staza. W rzeczywistości «faktualna informacja», jaką prezentuje Darwin, wydaje się popierać filozoficzny (i naukowy) punkt widzenia niezgodny z jego własnym. Darwin był spełnionym teoretykiem, uczonym o najwyższym statusie, który nie pozwolił, by [obserwowane] dane stanęły na drodze jego idei”.¹⁷

Nagle pojawienie się większych nowych form życia i stabilność tych form w czasie, doprowadziło niektórych uczonych do wątpliwości, czy zapis kopalny popiera ideę wspólnoty pochodzenia.¹⁸

A takie formy pośrednie jak archeopteryks czy ssakopodobne gady?

Jeśli zapis kopalny jest tak niepowiązany, jak mówią krytycy, to dlaczego pokazuje on świadectwo form przejściowych w rodzaju archeopteryksa i gadów ssakokształtnych? Czy ten materiał empiryczny nie pokazuje jednak, że Darwinowski obraz historii życia jest słuszny?

Nie, mówią krytycy. Wyobraźmy sobie test składający się ze 100 pytań. Jeden ze studentów oddał test z tylko trzema prawidłowymi odpowiedziami. Student ten zwraca uwagę na te trzy poprawne odpowiedzi i mówi: „One dowodzą tego, że rozumiem temat. To tylko przypadek, że nie udało mi się z pozostawymi”.

Jak na to zareagujemy? Prawdopodobnie wskażemy na te 97 odpowiedzi zaznaczone na czerwono i powiemy: „Przypadek? Tu jest 97 błędnych odpowiedzi. Przypadek to te trzy prawidłowe odpowiedzi”.

W podobny sposób krytycy wskazują, że nieciągłość (nagle pojawienie się, po którym następuje staza) to przeważający wzorzec zapisu kopalnego.¹⁹ Formy przejściowe to rzadkie wyjątki. Nawet obrońcy ujęcia Darwinowskiego uznają, że zapis kopalny ujawnia dużo mniej form przejściowych, niż to przewidywała teoria wspólnoty pochodzenia. Na przykład w 1982 roku paleontolog z Oxford University, Thomas Kemp, zauważył, że „[seria gadów ssakokształtnych] jest jedynym takim większym przejściem w królestwie zwierząt, które wygląda na dobrze udokumentowane przez faktyczny zapis kopalny”.²⁰

Chociaż ostatnio wydobyto możliwą sekwencję przejściową prowadzącą od ssaków lądowych do wieloryba, krytycy darwinizmu utrzymują, że sekwencje przejściowe są w najlepszym przypadku rzadkie. Dlatego uważają, że teoria Darwina poniosła klęskę w tym ważnym teście. Tak jak testuje się studentów na egzaminach, tak teorie testuje się sprawdzając, jak odpowiadają one materiałowi empirycznemu. W przeważającej większości przypadków teoria wspólnoty pochodzenia nie pasuje do zebranego w zapisie kopalnym materiału empirycznego. Student, który udzielił prawidłowej odpowiedzi tylko raz co jakiś czas, nie zasługuje na zaliczenie. Podobnie, mówią krytycy, teoria naukowa, która tylko rzadko pasuje do zebranego materiału empirycznego, nie zdaje doświadczonego testu.

cdn.

Mieczysław Pajewski

miepai@wp.pl

www.creationism.org.pl/Members/miepai

* W tekście wykorzystałem materiał książki: Stephen Meyer, Scott Minnich, Jonathan Moneymaker, Paul A. Nelson and Ralph Seelke, *Explore Evolution. The Arguments for and against Neo-Darwinism*, Hill House Publishers, Melbourne & London 2007, s. 13-27.

Przypisy:

1 „Wszystkie istoty organiczne, jakie kiedykolwiek żyły na tej ziemi, pochodzą od jakiejś wspólnej formy wyjściowej” (Karol Darwin, *O powstawaniu gatunków drogą doboru naturalnego czyli o utrzymaniu się doskonalszych ras w walce o byt*, DeAgostini, Altaya, Warszawa 2001, s. 555).
2 Philip Gingerich, „The Whales of Tethys”, *Natural History* April 1994, vol. 103, s. 86-88; C. Zimmer, „Back to the sea”, *Discover* 1995, vol. 16, s. 82-84; P. Gingerich, S.M. Raza, M. Arif, M. Anwar, X. Zhou, „New Whale From the Eocene of Pakistan and the Origin of Cetacean Swimming”, *Nature* 1994, vol. 368, s. 844-847; P. Gingerich, B.H. Smith, E.L. Simons, „Hind Limbs of Eocene Basilosaurus: evidence of feet in whales”, *Science* 1990, vol. 249, s. 154-157.
3 Adrian Desmond and James Moore, *The Life of a Tormented Evolutionist: Darwin*, Warner Books, Inc., New York, NY 1992, s. 514.
4 Por. Robert L. Carroll, „Towards a new evolutionary synthesis”, *Trends in Ecology and Evolution*, January 2000, vol. 15, s. 27-32.
5 Ale nie zawsze – na przykład trylobity należą do najwcześniejszych zwierząt, które pojawiły się podczas wybuchu w kambry. Były jednak dość złożone, mając dziesiątki typów komórek oraz złożone oczy, które korzystały ze

skomplikowanych mechanizmów optycznych.
6 James W. Valentine, *On the Origin of Phyla*, University of Chicago Press, Chicago 2004, s. 35.
7 Por. James W. Valentine and David Jablonski, „Morphological and developmental macroevolution: a paleontological perspective”, *International Journal of Developmental Biology* 2003, vol. 47, s. 517-522.
8 Por. S.A. Bowring, J.P. Grotzinger, C.E. Isachsen, A.H. Knoll, S.M. Pelechaty, & P. Loloşov, „Calibrating rates of early Cambrian evolution”, *Science* 1993, vol. 261, s. 1293-1298; S.A. Bowring, J.P. Grotzinger, C.E. Isachsen, A.H. Knoll, S.M. Pelechaty, & P. Loloşov, „A new look at evolutionary rates in deep time: Uniting paleontology and high-precision geochronology”, *GSA Today* 1998, vol. 8, s. 1-8; S. Aris-Brosou and Z. Yang, „Bayesian models of episodic evolution support a late Precambrian explosive diversification of the Metazoa”, *Molecular Biology and Evolution* 2003, vol. 20, s. 1947-1954; Robert L. Carroll, „Towards a new evolutionary synthesis”, *Trends in Ecology and Evolution*, January 2000, vol. 15, s. 27-32.
9 Por. Susumo Ohno, „The notion of the Cambrian panamalgama genome”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Aug 1996, vol. 93, s. 8475-8478.
10 Por. Nancy B. Simmons, „An Eocene Big Bang for bats”, *Science* January 28, 2005, vol. 307, s. 527-528.
11 Scott Gilbert, „Morphogenesis of the Turtle Shell: the Development of a Novel Structures in Tetrapod Evolution”, *Evolution & Development* March-April 2001, vol. 3, s. 56.
12 Por. Judith Cebra-Thomas, Fraser Tan, Seeta Sista, Eileen Estes, Gunes Bender, Christine

Kim, Paul Riccio, and Scott F. Gilbert, „How the Turtle Forms Its Shell: A Paracrine Hypothesis of Carapace Formation”, *Journal of Experimental Zoology (Mol Dev Evol)* 2005, vol. 304B, s. 1-12.
13 Stefan De Boer, Steven Maere, and Yves Van de Peer, „Genome duplication and the origin of angiosperms”, *Trends in Ecology and Evolution* 2005, vol. 20, s. 591-597.
14 „Nagły rozwój, na ile możemy sądzić, wszystkich wyższych roślin w niedawnych czasach geologicznych jest paskudną tajemnicą” (korespondencja między Karolem Darwinem a jego przyjacielem, Josephem Hookerem; cyt. za: Henry Dunkinfield Scott, *The Evolution of Plants*, Henry Holt, New York 1911, s. 37).
15 Darwin, *O powstawaniu gatunków...*, s. 379.
16 David M. Raup, „Conflicts between Darwin and paleontology”, *Field Museum of Natural History Bulletin* 1979, vol. 50, s. 22-29.
17 Joel Cracraft, „Phylogenetic Analysis, Evolutionary Models, and Paleontology”, w: Joel Cracraft and Niles Eldredge (eds.), *Phylogenetic Analysis and Paleontology*, Columbia University Press, New York 1979, s. 7-39.
18 Giuseppe Sermonti and Roberto Fondi, *Dopo Darwin: Critica al' Evolucionismo*, Rusconi, Milan 1980.
19 Por. R.L. Carroll, „Limits to knowledge of the fossil record”, *Zoology* 1997-1998, vol. 100, s.1 221-231.
20 T.S. Kemp, *Mammal-like reptiles and the Origin of Mammals*, Academic Press, London, England 1982, s. 296.