

## **Współczesne poglądy na teorię ewolucji**

### ***The modern view of the evolution theory***

*Paweł Koperski*

*Wydział Biologii Uniwersytetu Warszawskiego,*

*p.t.koperski@uw.edu.pl*

#### Istota procesów ewolucyjnych

Ewolucja to pojęcie bardzo szerokie i używane w bardzo różnych znaczeniach. Poza znaczeniem stosowanym w naukach społecznych (np. ewolucja systemów religijnych) lub astronomii (ewolucja gwiazd), właściwe procesy ewolucyjne dotyczą kierunkowych, nieodwracalnych zmian w czasie cech pewnej szczególnej klasy samopowielających się obiektów. Przejawy działania tych obiektów, nazywanych replikatorami, sprowadzić można do maksymalizowania liczby swoich kopii. Immanentnymi właściwościami tak rozumianych procesów ewolucyjnych są: naturalna niedoskonałość powielania (mutacje) i kierunkowa selekcja obiektów (dobór) (Dawkins 1989). W najbardziej rozpowszechnionym znaczeniu stosuje się go do opisu mechanizmów zmienności w świecie organizmów. Oprócz zespołów genów (a więc replikatorów podlegających ewolucji biologicznej), według tych samych ogólnych zasad zachodzą procesy ewolucyjne (lub quasi-ewolucyjne) sztucznych organizmów wewnątrz pamięci komputera (tzw. artificial life, np. Dawkins 1994), komórek układu odpornościowego (Roitt i wsp. 2000), a według niektórych także reprezentacji obiektów w komórkach układu nerwowego (Calvin 1997). Szczególnym przykładem replikatorów są memy, podstawa ewolucji kulturowej w ujęciu memetyki (Blackmore 2002).

Według obowiązujących powszechnie w świecie nauki poglądów, takie właśnie procesy ewolucyjne, którym podlegają geny i zespoły genów, odpowiadają za zróżnicowanie ich wytworów (wehikułów) a więc współcześnie występujących i wymarłych organizmów.

#### Teoria ewolucji

Należy podkreślić, że ewolucja i teoria ewolucji to pojęcia odmienne. Ten drugi termin odnosi się do opisu przebiegu i mechanizmów procesu ewolucji, która jako taka jest obecnie niepodważalnym faktem naukowym, udokumentowanym dowodami wywodzącymi się z wielu dziedzin nauki. O ile żaden z powszechnie obdarzanych szacunkiem naukowców-przyrodników nie podaje więc w wątpliwość występowania zjawiska ewolucji i jego decydującej roli w zróżnicowaniu i funkcjonowaniu biosfery, o tyle teoria ewolucji, z samej definicji, jako teoria naukowa, podlega modyfikacjom i procesom falsyfikacji przez świat nauki metodami naukowej metodologii.

Najpowszechniej przyjmowana obecnie wersja teorii ewolucji wywodzi się od teorii zaproponowanej przez Karola Darwina w książce *O powstawaniu gatunków na drodze doboru naturalnego*", przy czym jej niektóre elementy zostały niezależnie opracowane przez Alfreda R. Wallace'a (2008). Powszechnie uważa się, że ogłoszona przez Darwina teoria ewolucji oznaczała wprost niezwykle przełom w zrozumieniu przez człowieka zasad rządzących światem, porównywalny jedynie z percepcją najważniejszych teorii fizycznych i kosmologicznych: Kopernika, Newtona i Einsteina. Główne tezy teorii ewolucji, sformułowane w książkach Darwina (1959) przedstawić można w następującej formie:

- Wszystkie żyjące i wymarłe gatunki pochodzą od jednej lub kilku pierwotnych form życia. Początkowo bardzo podobne do siebie, z biegiem czasu gromadziły zmiany i obecnie bardzo się od siebie różnią.
- Przyczyną zmian ewolucyjnych jest dobór naturalny - czyli selektywne przeżywanie i rozmnażanie się niektórych osobników ("lepiej dostosowanych"), wydających na świat podobne potomstwo.

W rzeczywistości, jak zauważył Mayr (1982) darwinowska teoria ewolucji nie jest jednorodna, w jej skład wchodzi bowiem 5 szczegółowych teorii:

1. Teoria ewoluowania - Cechy linii fyletycznych zmieniają się w czasie
2. Teoria wspólnego pochodzenia - Wszystkie gatunki pochodzą od wspólnych przodków
3. Teoria gradualizmu - Różnice między organizmami, nawet bardzo odległe, wyewoluowały za pośrednictwem drobnych zmian przez formy pośrednie
4. Teoria zmian populacyjnych - Ewolucja zachodzi w wyniku zmian względnej częstości występowania w obrębie populacji osobników o odmiennych cechach
5. Teoria doboru naturalnego - Zmiany częstości występowania osobników o różnych cechach są spowodowane zróżnicowaną zdolnością przeżywania i rozmnażania się, co prowadzi do adaptacji a więc powstania cech zwiększających dostosowanie do środowiska

Oprócz koncepcji doboru naturalnego, przedstawionej w swej najbardziej znanej pracy, Darwin uważany jest także za twórcę koncepcji doboru sztucznego (*Zmienność zwierząt i roślin w stanie udomowienia*), behawioryzmu ewolucyjnego (*O wyrazie uczuć u człowieka i zwierząt*) i, co szczególnie ważne, doboru płciowego (*Dobór płciowy*). Według niektórych (Miller 2004) to właśnie ten typ doboru, działający w istocie bardzo odmiennie od "doboru naturalnego", odpowiedzialny jest za powstanie wielu adaptacji, trudnych do wyjaśnienia w inny sposób. Ten niezwykle istotny sposób przejawiania się mechanizmów ewolucji odpowiedzialny jest za tworzenie dymorfizmu płciowego, zachowań i struktur społecznych a także za biologiczne aspekty ewolucji kulturowej.

## Ewolucyjna synteza

Współczesna wersja teorii ewolucji, zwana syntetyczną teorią ewolucji lub, szerzej, *neodarwinizmem*, opracowana została w latach 40-tych i 50-tych XX wieku przez zespół ewolucjonistów, jako synteza teorii Darwina-Wallace'a ze współczesnymi osiągnięciami genetyki i paleontologii. Szczególnie istotny był przy tym udział genetyków populacyjnych, korzystających z zaawansowanego warsztatu matematycznego. Od tego czasu datuje się podział zjawisk ewolucyjnych na te, które zachodzą w obrębie gatunku czyli mikroewolucję i prowadzące do powstania nowych gatunków czyli makroewolucję. Poniższe, podstawowe mechanizmy, wchodzące w skład syntezy ewolucyjnej są powszechnie przyjmowane przez większość ewolucjonistów (wg Futuyma 2008):

- Fenotyp jest odrębny od jego genotypu, chociaż to genotyp wraz ze środowiskiem kształtuje fenotyp. Cechy nabyte przez organizm nie są przekazywane potomstwu.
- Dziedziczna zmienność opiera się na genach, które przechodzą z pokolenia na pokolenie, przy czym większość cech fenotypowych wynika ze współdziałania wielu genów. Geny mutują, tworząc stabilne formy alternatywne - allele, może to powodować efekty fenotypowe.
- Zmiany ewolucyjne mają charakter procesu populacyjnego, polegającego na zmianie względnej częstości występowania w populacji osobników o odmiennych genotypach i zwykle także fenotypach. Główne procesy powodujące zmiany częstości genotypów w populacji to losowe fluktuacje zwane dryfem genetycznym oraz nielosowe zmiany powodowane przez dobór naturalny.
- Działanie doboru wyjaśnia zarówno drobne jak i znaczne różnice między gatunkami, powstawanie nowych cech, które w takim wypadku nazywane są adaptacjami a także przystosowawcze różnice pomiędzy izolowanymi populacjami jednego gatunku. Populacje naturalne cechuje zmienność genetyczna a dobór naturalny może prowadzić do zwiększenia początkowego zakresu zmienności.
- Ewolucja różnic międzygatunkowych postępuje małymi krokami. Poszczególne gatunki reprezentują z reguły osobne pule genowe, są więc grupami, które nie wymieniają genów z innymi grupami. Powstanie dwóch (rzadko więcej) gatunków ze wspólnego przodka (specjacja) najczęściej odbywa się w wyniku genetycznego zróżnicowania populacji oddzielonych barierą geograficzną. Wyższe taksony powstały w wyniku stopniowej akumulacji niewielkich różnic a nie nagłego pojawienia się, wskutek mutacji, drastycznie odmiennych form.
- Skamieniałości dostarczają wielu przykładów takich fenotypowych gradacji, a luki w ciągłości linii filetycznych w oczywisty sposób wynikają z niekompletności zapisu kopalnego.

Poza syntetyczną teorią ewolucji, dawniej i współcześnie, formułowane były inne, częściowo konkurencyjne teorie ewolucji (np. mutacjonizm), niektóre z nich są obecnie włączane w obręb naukowego ewolucjonizmu (teoria endosymbiozy, teoria neutralistyczna - poniżej), podczas gdy

inne nie przetrwały wymagań naukowej metodologii (poniżej wspomnę pokrótce o podstawowych założeniach dwóch takich koncepcji). Konkurencyjne wobec siebie teorie ewolucji, mimo różnic w opisywaniu mechanizmów procesu ewolucji biologicznej, przyjmują jego istnienie za udowodniony fakt. Według współczesnych ujęć można wyróżnić 8 kategorii przesłanek, wskazujących na rzeczywiste istnienie i istotność procesów ewolucji organizmów (wg. Futuyma 2008). Każda z tych przesłanek (dowodów ewolucji) oparta jest na licznych przykładach dotyczących zarówno gatunków żyjących współcześnie jak i wymarłych:

1. Hierarchiczna organizacja życia - wymarłe i współczesne gatunki można uporządkować w formie hierarchicznego systemu opartego na ich cechach, co wynika z długotrwałego procesu rozszczepiania i różnicowania
2. Homologia - podobieństwo wielu struktur biologicznych, mimo odmienności pełnionych przez nie funkcji wynika z tego, że cechy organizmów są zmodyfikowanymi cechami ich przodków
3. Podobieństwa embriologiczne - niektóre cechy przodków, ewidentnie nieprzydatne w dalszych stadiach ontogenezy pojawiają się w rozwoju embrionalnym
4. Narządy szczątkowe - niektóre struktury anatomiczne, funkcjonalne u przodków występują także u potomków nie pełniąc żadnych funkcji
5. Konwergencja - narządy występujące u różnych grup organizmów mimo znacznych różnic strukturalnych wykazują często podobieństwo ze względu na podobieństwo wykonywanych funkcji
6. Niedoskonałości budowy - wiele narządów wykazuje ewidentne błędy konstrukcyjne, jasno wskazujące, że nie mogą być efektem inteligentnego i dalekosiężnego planowania
7. Zasięgi geograficzne - występowanie wielu organizmów, zwłaszcza w oddalonych od siebie i izolowanych częściach globu da się wytłumaczyć tylko koncepcją ich pochodzenia od wspólnych przodków
8. Formy pośrednie - istnieje ogromna liczba struktur o skrajnych i pośrednich stopniach rozwoju u poszczególnych gatunków i wyższych taksonów, dotyczy to zarówno struktur molekularnych (gradacja różnic w sekwencjach DNA) jak i adaptacji morfologicznych.

#### Modyfikacje i udoskonalenia teorii ewolucji

Niektóre z podanych wcześniej tez ewolucyjnej syntezy uległy w ostatnich latach modyfikacjom na skutek analizy wyników badań prowadzonych nowymi metodami. Należy do nich np. zjawisko przekazywania przez rodziców potomstwu pewnych kategorii zmian fenotypowych nabytych w trakcie życia. Takim zjawiskiem jest "efekt matczyiny" - modyfikacja pewnych elementów fenotypu potomstwa: wielkości, behawioru anty-drapieżniczego czy wieku przystępowania do rozrodu poprzez bodźce z jakimi matka spotyka się w trakcie życia - wykazany np. u rozwielitek (Sakwińska 2004). Koncepcja gatunku, jako grupy osobników posiadających osobną pulę genową także uległa modyfikacji przez liczne odkrycia z dziedziny

genetyki populacyjnej. W tym przypadku rozliczne przypadki naturalnej hybrydyzacji, utrzymywanej często przez skomplikowane, nie-mendelowskie mechanizmy genetyczne (np. Rafiński 2002b) kazały w wielu przypadkach odejść od koncepcji istnienia w przyrodzie gatunku jako rzeczywistej kategorii biologicznej. Udokumentowanie powszechnego zachodzenia w przyrodzie tzw. poziomego transferu genów, dokonywanego pomiędzy przedstawicielami różnych gatunków także stanowi zupełnie nowy element w zbiorze mechanizmów ewolucji. To zjawisko, bardzo ważne w ewolucji bakterii (np. ewolucyjne procesy wzrostu odporności szczepów bakteryjnych na antybiotyki (Ochman i wsp. 2000) stwierdzono także u wielu grup wielokomórkowców i odbywa się najczęściej za pośrednictwem wirusów. Przypuszcza się, że poziomy transfer genów między gatunkami ma ogromne znaczenie ewolucyjne (Doolittle 1999). Nową koncepcją, która została powszechnie przyjęta przez świat ewolucjonistów była sugestia, że właściwym podmiotem ewolucji nie są osobniki a zespoły replikujących się genów (Dawkins). Może to, w istocie wbrew teozom Darwina, prowadzić do powstawania adaptacji nie prowadzących do lepszego dostosowania osobników czy populacji. Wykazano, że przypadku tzw. samolubnych elementów genetycznych (Hurst i Werren 2001), dobór działający na poziomie genów może działać przeciwnie do kierunku działania doboru na poziomie osobników.

Teoria endosymbiotyczna (OEC) to przykład teorii początkowo krytykowanej jako sprzeczna z pryncypiami ewolucjonizmu, która jednak po wieloletniej dyskusji została powszechnie uznana za najbardziej prawdopodobny opis mechanizmów prowadzących do powstania współczesnych organizmów eukariotycznych. Współczesną organellarną wersję teorii endosymbiotycznej zaproponowała Margulis (1966), według niej mitochondria, plastydy oraz kinetosomy wici bakteryjnych pochodzą od bakteryjnych endosymbiontów, które zostały wchłonięte przez komórki gospodarzy przed wyewoluowaniem mechanizmu eukariotycznej mitozy. Przeżyły one i rozmnażały się wraz z komórką gospodarza, przechodząc jako organizmy symbiotyczne do następnych pokoleń. Proponowane przez teorię OEC hipotetyczne mechanizmy posłużyły do stworzenia podstaw systemów klasyfikacji największych jednostek taksonomicznych. Współczesne sposoby klasyfikacji organizmów na królestwa i cesarstwa (np. Cavalier-Smith, 1998) w znacznym stopniu oparte są właśnie na właściwościach endosymbiontów organizmów i kolejności w jakich dochodziło do pierwotnych i wtórnych aktów endosymbiozy.

Z drugiej strony ustawić można hipotezę Gai, jako przykład koncepcji od początku stojącej w opozycji do syntetycznej teorii ewolucji chociaż, według jej twórców, postuluje ona tylko nieco odmienne spojrzenie na ewolucję. Ta kontrowersyjna koncepcja została wysunięta przez Johna Lovelocka a następnie znacznie zmodyfikowana przez Lynn Margulis (2000). Według niej biosferę Ziemi należy traktować jako nadrzędną jednostką biologiczną, swego rodzaju samoregulujący się superorganizm a wszystkie istoty ewoluujące i żyjące na Ziemi działają wspólnie, aby zachować na naszej planecie optymalne warunki do życia. Biosfera ma

zdolność reagowania na zmiany panujących warunków, a nawet jest w stanie, poprzez aktywność autotrofów tak modyfikować warunki abiotyczne, aby warunki życia na Ziemi były bardziej korzystne dla elementów biosfery. Hipoteza przypisuje własności żywego organizmu Ziemi jako całości, a ewolucja organizmów to według niej mechanizm, poszukujący, na zasadzie sprzężeń zwrotnych, optymalnego środowiska naturalnego dla życia na planecie. Hipoteza ta nie spełnia metodologicznych warunków koniecznych do uznania jej za teorię naukową, wymaga założenia nieweryfikowalnej celowości i w zasadzie niemożliwa jest do sfalsyfikowania. Z punktu widzenia syntetycznej teorii ewolucji a wbrew hipotezie Gai, klimat panujący na naszej planecie i jego zmiany są przyczyną a nie skutkiem istnienia życia na Ziemi. Organizmy oddziałują na klimat i zmieniają go, ale na drodze ewolucji wytwarzają adaptacje zwiększające szanse przeżycia i reprodukcji pojedynczych osobników.

### Współczesne badania ewolucyjne

Tematyka współczesnych badań prowadzonych przez ewolucjonistów jest niesłychanie różnorodna a jej, nawet pobieżne omówienie wykracza znacznie poza ramy tego artykułu. Poniżej podano więc tylko przykłady kilku najważniejszych problemów, wokół których skupione były i są współczesne badania w obrębie ewolucjonizmu.

Jednym z najgłośniejszych sporów w łonie ewolucjonistów są kontrowersje pomiędzy stanowiskiem adaptacjonistów i neutralistów. O ile ci pierwsi (Williams, 1997), w zgodzie z koncepcjami neodarwinizmu przyznają decydującą funkcję w ewolucyjnych procesach doborowi naturalnemu, a więc dostosowawczemu charakterowi zmian ewolucyjnych o tyle neutraliści za najważniejsze źródło zmian ewolucyjnych uważają dryf genetyczny. Koncepcja neutralizmu, wywodząca się z prac Kimury (1983) postuluje tezę, że większość zmian fenotypowych przekazywanych następnym pokoleniom ma swoje źródło w neutralnych z punktu widzenia doboru, niepodlegających kierunkowej, adaptacjonistycznej selekcji zmianach w geonotypie i opisuje przede wszystkim zjawiska zachodzące w skali mikroewolucyjnej.

Dostrzegalnym dowodem na szybki rozwój nauk ewolucyjnych w ciągu ostatnich lat jest powstanie i doskonalenie takich dziedzin nauki jak ekologia ewolucyjna, behawiorystyka ewolucyjna, psychologia ewolucyjna i psychiatria ewolucyjna. Jako przykład niech posłużą żywo dyskutowane przed laty kwestie z dziedziny ewolucji behawioru dotyczące zachowań świadczących o istnieniu i istotności tzw. doboru grupowego, które obecnie wyjaśniane są przez teorię ewolucji przy pomocy koncepcji uzyskanych m.in. z analizy modeli matematycznych opartych o założenia teorii gier (Krebs i Davies, 2001). W klasycznych modelach takich interakcji między osobnikami podstawowym parametrem czyni się względną zdolność do replikacji własnych kopii określaną jako dostosowanie (*fitness*) osobnika. Jeśli przyjmiemy, że dobór naturalny to w istocie selektywne zróżnicowanie rozrodczości osobników, to przekonamy się, że w ogromnej większości przypadków działa on na zespoły genów na poziomie

osobników, bo to one jako ich nosiciele rozmnażają się i podlegają śmierci czyli wycofują swoje geny z puli genetycznej populacji (Dawkins, 2003). Indywidualnym dobozem oddziałującym na osobnicze kopie genów wytłumaczyć więc można także większość takich zjawisk, które często odruchowo a zupełnie błędnie tłumaczone są jako "korzyść grupy" lub "dobro gatunku". Takie egoistyczne zachowania stają się w takim przypadku Strategią Stabilną Ewolucyjnie (ESS), którym to terminem określa się podstawową koncepcję tego rodzaju modelowania. Oznacza ono strategię, która po utrwaleniu się wśród członków populacji uniemożliwia rozprzestrzenienie się w drodze doboru naturalnego mutacji powodujących stosowanie innych strategii (Maynard-Smith 1982). Większości przypadków tzw. zachowań altruistycznych, a więc zwiększających dostosowanie innych, z reguły spokrewnionych osobników kosztem własnego dostosowania można wyjaśnić jako w istocie samolubne na gruncie specyficznej odmiany doboru indywidualnego - doboru krewniaczego. Ewolucyjna korzyść osobnika polega w takim przypadku na maksymalizacji replikacji kopii własnego genotypu w ciałach krewniaków. W pozostałych sytuacjach, np. gdy osobniki "obdarowywane" altruizmem nie są krewnymi "obdarowującego" mamy do czynienia z tzw. altruizmem odwzajemnionym - strategią polegającą na zachowaniach altruistycznych związanych z oczekiwaniem na ich odwzajemnienie co prowadzi do obustronnych korzyści (Weiner, 1999). Z rzeczywistymi przykładami doboru grupowego, gdy korzyści z zachowań altruistycznych wobec grupy przeważają nad korzyściami indywidualnymi mamy do czynienia tylko w pewnych rzadkich, określonych sytuacjach, najczęściej wśród osobników tworzących tzw. metapopulacje, a więc odizolowane fragmenty środowiska zasilane przez migrantów z zewnątrz, jak w przypadkach pasożytów żyjących w ciałach dużych zwierząt (Krebs i Davies 2001).

### Odtwarzanie filogenezy

Szczególnie wiele uwagi ewolucjoniści kierowali zawsze na odtwarzanie przeszłych zdarzeń ewolucyjnych. Jednym z głównych tego powodów był fakt, że najwięcej krytyki ze strony przeciwników teoria ewolucji zbierała za postulowanie ścisłego związku gatunku ludzkiego ze światem zwierząt, co aż do dzisiaj w karykaturalnej formie prezentowane jest jako "pochodzenie człowieka od małpy". Odtwarzanie kierunków i wyjaśnianie mechanizmów filogenezy organizmów oparte jest na trzech typach metod, do pewnego momentu konkurencyjnych a od pewnego czasu uzupełniających się: paleontologicznych, porównawczych i molekularnych. Konfrontacja danych molekularnych, paleontologicznych, embriologicznych i morfologicznych jest dziś podstawą programów badawczych wielu współczesnych ewolucjonistów (Urbanek, 2007). Żywy społeczny oddźwięk idei naturalnego pochodzenia człowieka powodował, że najczęściej prezentowane argumenty, broniące poprawności koncepcji ewolucyjnych wysuwane były przez paleontologów. Bardzo wiele szczególnie udokumentowanych zapisem kopalnym szlaków ewolucyjnych, wiodących od

odległych przodków do bardzo odmiennych potomków poprzez liczne, stopniowo zmieniające się stadia pośrednie (Dzik 2003) prezentowanych było i jest nadal jako przekonujące i spektakularne "dowody ewolucji". Znalezione w ostatnich latach niezliczone wręcz znaleziska pozwoliły na zdobycie znacznej wiedzy na temat procesów ewolucyjnych dotyczących także bardzo odległych w czasie i najbardziej pierwotnych zwierzęcych organizmów wielokomórkowych (np. fauna ediakarańska), choć interpretacje tych znalezisk nadal dzielą wielu specjalistów. Jak dotąd analiza pieczołowicie dokumentowanych ścieżek filogenezy poszczególnych grup organizmów nie potwierdza istnienia gwałtownych skoków ewolucyjnych a więc wydaje się raczej potwierdzać koncepcje gradualizmu. Trzeba zaznaczyć jednak, że typowymi zjawiskami, obserwowanymi w dobrze udokumentowanych liniach filogenetycznych są długie okresy braku zmian morfologicznych przerywane gwałtownymi zmianami budowy (Futuyma, 2008).

Szczególne miejsce w zainteresowaniach ewolucjonistów od zawsze zajmowała antropogeneza, wybitnie przykuwająca również uwagę społeczną. Wbrew ideologicznym krytykom ewolucyjnej antropogenezy (np. Wieland, 2000), "przebieg procesów prowadzących do powstania współczesnego *Homo sapiens* został szczegółowo udokumentowany licznymi znaleziskami i precyzyjnie umiejscowiony w czasie. Zapis ten dowodzi, nie pozostawiając co do tego żadnych wątpliwości, że ewolucja współczesnego człowieka prowadziła poprzez liczne formy pośrednie od wymarłych przodków, którzy większością cech anatomicznych przypominali małpy człekokształtne" (Futuyma 2008). Zapis kopalny Homininae dostarcza jednoznacznych dowodów istnienia morfologicznych trendów ewolucyjnych obejmujących wiele cech, takich jak: pojemność czaszki, budowa zębów i mięśni szczęk, budowa kończyn. Według współczesnych ustaleń współczesny człowiek wyewoluował w Afryce a jego linia ewolucyjna rozeszła się z linią prowadzącą do szympansa ponad 5 mln lat temu (Stringer i McKie 1999). Wyrafinowane metody odtwarzania filogenezy człowieka, oparte o numeryczną analizę danych uzyskanych różnymi metodami (anatomiczne, genetyczne, enzymatyczne) pozwalają na stworzenie najbardziej prawdopodobnego (najoszczędniejszego) drzewa rodowego według zasad tzw. największej parsymonii. Niewielka liczba znalezionych okazów utrudniając rozróżnienie pomiędzy wewnątrz- i międzygatunkową zmiennością pozostawia odpowiedź na pytanie o liczbę gatunków i rodzajów hominidów kwestią sporną. Chociaż więc całościowy obraz ewolucji jest jasny, relacje filogenetyczne pomiędzy poszczególnymi taksonami są ciągle niezupełnie wyjaśnione. Także przyczyny poszczególnych trendów ewolucyjnych u przodków człowieka i ich korzyści selekcyjnych są nadal gorąco dyskutowane i pozostają w fazie lepiej lub gorzej udokumentowanych hipotez (Futuyma 2008).

Z drugiej strony rozwój metod badawczych biologii molekularnej w drugiej połowie XX wieku pozwolił na porównywanie genów różnych gatunków i umożliwił zastosowanie całkowicie nowego podejścia do poznania stopnia podobieństwa ewolucyjnego gatunków i większych grup



taksonomicznych. Również zrozumienie podstawowych z punktu widzenia populacji mechanizmów specjacji takich jak przepływ genów i dryf genetyczny stało się możliwe dopiero za sprawą metod molekularnych. Nie sposób nie zgodzić się ze stwierdzeniem Futuymy (2008), że "wpływ biologii molekularnej na biologię ewolucyjną jest tak wielki, że trudno sobie wyobrazić, aby biologia ewolucyjna mogła przejść w przyszłości równie głębokie przewartościowanie metodologiczne i konceptualne". Wielkim osiągnięciem biologii molekularnej było przede wszystkim wykazanie uniwersalności kodu genetycznego u wszystkich organizmów. Z jednej strony świadczy to o wspólnym pochodzeniu całego świata żywego Ziemi, z drugiej pozwala na próby ustalenia stosunków pokrewieństwa pomiędzy organizmami (Urbanek 2007). Przyjęcie założenia o porównywalnym i podobnym tempie przypadkowej substytucji aminokwasów pozwoliło na próby wyskalowania i standaryzacji uniwersalnego "zegara molekularnego", pozwalającego na względne i bezwzględne określanie czasu w jakim zaszły poszczególne zdarzenia ewolucyjne na podstawie analizy sekwencji genetycznych (Rafiński 2002a). Obecnie postuluje się raczej zmienne tempo ewolucji molekularnej u różnych grup organizmów, np. gryzonie wydają się ewoluować 2-3 razy szybciej niż naczelnice (Li 1997). Koncepcja zegara molekularnego wykorzystywana jest obecnie od określania przybliżonego wieku pojawiania się grup filogenetycznych tam gdzie brakuje danych paleontologicznych. Obecnie molekularne badania filogenezy skoncentrowały się na sekwencjach kwasów nukleinowych, zarówno w obrębie jądrowego DNA, w sekwencjach mitochondrialnych (szczególnie sekwencji kodujących oksydazę cytochromową) jak i w rybosomalnym RNA. Powszechnie przyjmowany jest pogląd, że w poznaniu filogenezy bardziej skuteczna jest analiza sekwencji jednego genu u wielu grup organizmów niż wielu genów u większej ich liczby (Urbanek 2007).

Dane uzyskane przez filogenetyków molekularnych na temat występowania podobnych sekwencji genetycznych u bardzo odmiennych grup zwierząt (np. geny homeotyczne HOX odpowiedzialne za różnicowanie się w rozwoju podstawowych odcinków ciała - Krzanowska 2002), których niezależne powstanie u różnych organizmów jest skrajnie nieprawdopodobne, dostarczyły kolejnych, niezwykle silnych argumentów na rzecz pochodzenia wszystkich organizmów od wspólnych przodków. Także ten argument, podobnie jak i powoływanie się ewolucjonistów na wspólne wszystkim organizmów szczegóły kodu genetycznego nie przekonały jednak wszystkich anty-ewolucyjnie nastawionych zwolenników wielokrotnej kreacji. Wysunęli oni kontrkoncepcję o wielokrotnym wykorzystywaniu przez Stwórcę tych samych, sprawdzonych elementów konstrukcyjnych przy niezależnym tworzeniu rozmaitych organizmów (Behe 1998). Tego rodzaju niezgodna z metodologią naukową argumentacja doczekała się terminu "koncepcja Boga-zapchajdziury" (*God of the gaps*) jako konsekwentne doszukiwanie się "nadnaturalnego projektu" wszędzie tam, gdzie nie znany jest szczegółowy mechanizm badanego zjawiska (Collins, 2008).

## Spoleczna percepcja teorii ewolucji

Mimo powszechnego przyjęcia teorii ewolucji przez współczesny świat naukowy, ewolucjonizm był i jest nadal niezwykle agresywnie atakowany zarówno jako teoria naukowa jak i system poglądów i pojęć przeciwstawny do kreacjonizmu. Od chwili opublikowania książek Darwina aż do dzisiaj większość poglądów odrzucających istnienie ewolucji biologicznej i jej znaczenia w biosferze formułowana była z pozycji religijnych. Niektóre głośne i prezentowane w mediach poglądy przeciwników ewolucjonizmu sprowadzają do irracjonalnego oskarżania go o ogólny upadek zasad etycznych i obarczania go winą o większość niekorzystnych zjawisk współczesnego świata i współczesnych społeczeństw (Yahya, 2007). Tego typu ocena teorii naukowej, opisującej świat takim jaki jest, z pozycji etycznych, a więc określających ją, zdaniem autora, rzeczywistość powinna być, to typowy przykład znanego w filozofii tzw. błędu naturalistycznego (Moore, 1919). Jednoznacznie negatywne stanowisko wobec ewolucjonizmu wyrażane jest powszechnie w islamie (Sultan Salem, 2002; Nurad-Din, 2003). Często wykorzystywanym w mediach i książkach argumentem przeciwników ewolucji biologicznej i ewolucjonizmu jest fakt oparcia jej na **teorii**, w znaczeniu **tylko** teorii, co sprawia, że może być ona jakoby łatwo zastąpiona przez inne teoretyczne konstrukty. Wiele krytycznych wobec ewolucjonizmu twierdzeń opartych jest w istocie na założeniu o równocności teorii ewolucji i innych, sprzecznych z nią hipotez, trudnych do sfalsyfikowania ("kreacjonizm młodej ziemi" (Giertych, 1987), "katastrofizm" (Johnson, 1989)). W rzeczywistości koncepcje te nie są jednak w żadnym wypadku równocenne, mamy bowiem w takim przypadku do czynienia z metodologicznym i terminologicznym nadużyciem, wynikającym z faktu, że w języku potocznym terminem teoria określane jest co innego niż w języku stosowanym przez naukowców. Potoczne rozumienie terminu teoria oznacza twierdzenie spekulatywne, nie poparte wystarczającymi dowodami, podczas gdy w języku nauki teoria naukowa to: spójny system pojęć i twierdzeń oparty na danych doświadczalnych i wnioskowaniu, uznany za ogólnie działające prawa i przyczyny obserwowanych zjawisk.

Bardziej wyrafinowane formy anty-ewolucyjnych poglądów, formułowane przez kreacjonistów lub ideologów i mające formalną postać koncepcji naukowych były falsyfikowane przez świat naukowy lub traktowane są jako koncepcje nie spełniające wymogów teorii naukowej. Współcześnie, konsekwentne przeciwstawianie ewolucjonizmu stanowisku kreacjonistycznemu nie w każdym przypadku jest jednak uzasadnione. Wielu współczesnych naukowców o światopoglądzie religijnym, głównie chrześcijan, akceptuje teorię ewolucji w rozumieniu współczesnej nauki, przyjmując jednakże nefalsyfikowalny naukowo pogląd o zapoczątkowaniu procesu ewolucji przez ponadnaturalny sprawczy impuls (Collins, 2008). Takie też jest w istocie oficjalne np. stanowisko Kościoła Katolickiego w sprawie teorii ewolucji (Jan Paweł II, 1996), które z reguły definiuje się jako "ewolucjonizm teistyczny". Także według

oficjalnego stanowiska polskich biskupów (Rada Naukowa Episkopatu Polski, 2006): "Nowe zdobycze nauki każą nam uznać, że teoria ewolucji jest czymś więcej niż hipotezą". Dokument ten krytykuje tych, którzy interpretują dosłownie biblijne opowiadanie o stworzeniu świata i na tej podstawie kwestionują nauczanie o ewolucji w szkole. Według niego fundamentalistyczny kreacjonizm nie jest zgodny z nauką katolicką. Z drugiej strony, stanowisko to odrzuca jednoznacznie główne założenie syntetycznej teorii ewolucji o niekierunkowej i przypadkowej zmienności ("ślepe siły natury"), podkreślając, że dla chrześcijan proces ewolucji powinien pozostawać "w harmonii z wielkim planem Boga(...)".

Rozwinięciem teistycznego podejścia do teorii ewolucji jest bardzo głośna i wpływowa w ostatnich latach koncepcja tzw. Inteligentnego Projektu (Intelligent Design), propagowana przez grupę naukowców związanych w większości z chrześcijańskimi wspólnotami w południowych Stanach Zjednoczonych. Jego twórcy i orędownicy (Behe, 1996) prezentują pogląd, według którego wyjaśnieniem dla pewnych cech Wszechświata a w szczególności zróżnicowania żywych organizmów jest osobowa siła sprawcza - "inteligentny projektant", a nie tylko działające samoistnie, niesterowane procesy przyrodnicze, takie jak dobór naturalny i ewolucja. Wymaga to przyjęcia nieudowodnionego założenia, że zawsze możliwe jest odróżnienie zjawisk powstałych w wyniku procesów naturalnych od tych, w których powstanie zaangażowany musiał być jakiś rozumny czynnik. W sensie historycznym ta koncepcja, wykorzystywana politycznie do zwalczania darwinizmu, jest współczesnym rozwinięciem znanego od starożytności tzw. argumentu teleologicznego<sup>1</sup>. Argumentacja zwolenników koncepcji Inteligentnego Projektu oparta jest na poszukiwaniu zjawisk określanych, niezbyt precyzyjnie, jako tzw. nieredukowalna oraz ukierunkowana (*specified*) złożoność (Dembski, 1998). Zwolennicy ID postulują brak sprzeczności ich koncepcji – w przeciwieństwie do klasycznego kreacjonizmu – z teorią ewolucji oraz podkreśla fakt akceptowania przez nią koncepcji wspólnego pochodzenia organizmów. W rzeczywistości jest to hipoteza sprzeczna z neodarwinizmem, postulującym ewolucję jako proces oparty o przypadkowe mutacje i dobór naturalny tworzące narastającą złożoność (Dawkins, 2007). Dominująca część naukowców i organizacji naukowych zgadza się, że teoria inteligentnego projektu nie jest teorią naukową a przejawem pseudonauki. Brak jest w niej mianowicie propozycji metod naukowego weryfikowania pozytywnych twierdzeń a więc jest niemożliwa do sfalsyfikowania. Do tej pory żadne czasopisma naukowe, w których zamieszczane artykuły poddawane są recenzji naukowej, nie opublikowało oryginalnych rezultatów badań w jakikolwiek sposób potwierdzających postulaty ruchu IP.

W trakcie słynnego, nagłaśnianego w mediach, precedensowego procesu w Dover w amerykańskim stanie Pensylwania w 2005 r., dotyczącego nauczania w amerykańskich

---

<sup>1</sup> Ten sposób wnioskowania, rozpowszechniony w XVII w przez pastora Paleya jako "argument z projektu", oparty jest na metaforze o łatwym rozpoznaniu przez człowieka tworu naturalnego, takiego jak kamień od tworu do którego powstania musiał przyczynić się inteligentny twórca takiego jak np. zegarek albo złożony organ np. oko.

szkołach państwowych Teorii Inteligentnego Projektu na równi z teorią ewolucji, sąd, w wyniku kilkumiesięcznej procedury jednoznacznie stwierdził, że Teoria Inteligentnego Projektu nie jest koncepcją naukową a religijną; narusza wielowiekowe fundamenty nauki przez odwołanie się i dopuszczenie możliwości nadprzyrodzonych uwarunkowań oraz, że koncepcje IP mogą być nauczane jedynie na lekcjach nauk społecznych a nie nauk przyrodniczych. W związku z procesem upublicznione zostało oświadczenie w tej sprawie 72 laureatów nagrody Nobla, w którym stwierdzone zostało m.in., że: "Ewolucja, logicznie wywiedziona z potwierdzonych empirycznie świadectw jest rozumiana jako rezultat niekierowanego, niezaplanowanego procesu przypadkowej zmienności i doboru naturalnego. Jako podstawa współczesnej biologii jej niezbędna rola została dodatkowo potwierdzona przez możliwość badania DNA. W przeciwieństwie do niej, teoria inteligentnego projektu jest zasadniczo nienaukowa; nie może być testowana jako teoria naukowa ponieważ jej centralna konkluzja bazuje na wierze w interwencje nadprzyrodzonego czynnika. Istnieją różnice pomiędzy naukowym i religijnym światopoglądem i tej różnicy zacierać nie można." (*pl.wikipedia.org*)

### Abstract

Według obowiązujących powszechnie w świecie nauki poglądów, procesy ewolucyjne, którym podlegają geny i zespoły genów, odpowiadają za zróżnicowanie ich wytworów (wehikułów) a więc współcześnie występujących i wymarłych organizmów. . O ile żaden z powszechnie obdarzanych szacunkiem naukowców-przyrodników nie podaje więc w wątpliwość występowania zjawiska ewolucji i jego decydującej roli w zróżnicowaniu i funkcjonowaniu biosfery, o tyle teoria ewolucji, z samej definicji, jako teoria naukowa, podlega modyfikacjom i procesom falsyfikacji przez świat nauki metodami naukowej metodologii. Powszechnie uważa się, że ogłoszona przez Darwina teoria ewolucji oznaczała wprost niezwykły przełom w zrozumieniu przez człowieka zasad rządzących światem, porównywalny jedynie z percepcją najważniejszych teorii fizycznych i kosmologicznych: Kopernika, Newtona i Einsteina. Współczesna wersja teorii ewolucji, zwana syntetyczną teorią ewolucji lub, szerzej, *neodarwinizmem*, opracowana została w latach 40-tych i 50-tych XX wieku przez zespół ewolucjonistów, jako synteza teorii Darwina-Wallace'a ze współczesnymi osiągnięciami genetyki i paleontologii. Poza syntetyczną teorią ewolucji, dawniej i współcześnie, formułowane były inne, częściowo konkurencyjne teorie ewolucji (np. mutacjonizm), niektóre z nich są obecnie włączane w obręb naukowego ewolucjonizmu (teoria endosymbiozy, teoria neutralistyczna), inne nie przetrwały wymagań naukowej metodologii (poniżej wspomnę pokrótce o podstawowych założeniach dwóch przykładowych koncepcji z tej grupy - hipotezy Gai i Teorii Inteligentnego Projektu). Konkurencyjne wobec siebie teorie ewolucji, mimo różnic w opisywaniu mechanizmów procesu ewolucji biologicznej, przyjmują proces ewolucji za udowodniony fakt. Niektóre z podanych wcześniej tez ewolucyjnej syntezy uległy w ostatnich

latach modyfikacjom na skutek analizy wyników badań prowadzonych nowymi metodami. - lateral transfer, OET, selfish gene. szczególnie wiele uwagi ewolucjoniści kierowali zawsze na odtwarzanie przeszłych zdarzeń ewolucyjnych. Odtwarzanie ich kierunków i wyjaśnianie mechanizmów oparte jest na trzech typach metod, do pewnego momentu konkurencyjnych a od pewnego czasu uzupełniających się: paleontologicznych, porównawczych i molekularnych.

## Pismienictwo:

- Behe M. 1996: Darwin's Black Box. Free Press.
- Blackmore, S, 2002: Maszyna memowa, Rebis, Poznań.
- Calvin, W, 1997: Jak myśli mózg, CiS, Warszawa
- Cavalier-Smith, T, 1998: A revised six-kingdom system of life, Biol. Rev. 73: 203-266.
- Collins, F, 2007: Język Boga, Świat Nauki, Warszawa.
- Darwin, K, 1959:1960: Dzieła wybrane. t. 1-8, tłum. zbiorowe: PWRiL, Warszawa.
- Dawkins, R, 1989: Samolubny gen, PIW Warszawa.
- Dawkins, R, 1994: Ślepy zegarmistrz, PIW Warszawa.
- Dawkins, R, 2003: Fenotyp rozszerzony, PIW Warszawa
- Dawkins, R, 2007: Bóg urojony, CiS Warszawa.
- Dembski, WA, 1998: The design inference - eliminating chance through small probabilities, Cambridge University Press, Cambridge.
- Doolittle W. F. 1999: Phylogenetic classification and the universal tree, Science 284: 2124:2129.
- Dzik, J, 2003: Dzieje życia na Ziemi, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Futuyma, D. J. 2008: Ewolucja ,Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Giertych, M, 1987: Upadek teorii ewolucji, Nowe Horyzonty, 8: 1-17.
- Hamilton, WD, Axelrod, R i Tanese, R, 1990: Sexual reproduction as an adaptation to resist parasites (A review), Proc. Nat. Acad. Sci. 87: 3566-3573.
- Hurst, LD A i Werren, JH, 2001: The role of selfish genetic elements in eukaryotic evolution, Nature Res. Genet. 2: 597:606.
- Jan Paweł II, 1996: On evolution, Message to the Pontifical Academy of Sciences (na <http://www.ewtn.com/library/PAPALDOC/JP961022.HTM>).
- Johnson, JWG, 1989: Na bezdrożach teorii ewolucji., Michalineum, Warszawa.
- Kimura, M, 1983: The neutral theory of molecular evolution, Cambridge University Press, Cambridge.
- Krebs, JR i Davies, NB, 2001: Wprowadzenie do ekologii behawioralnejWydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Krzanowska H, 2002: Zapis informacji genetycznej. W: Krzanowska H i Łomnicki A (red), Zarys mechanizmów ewolucji, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Li, WH, 1997: Molecular evolution, Sinauer Associates, Sunderland.
- Margulis L. 2000: Symbiotyczna planeta, tłum. M. Ryszkiewicz, CiS, Warszawa
- Margulis, L, 2000: Symbiotyczna planeta, CiS, Warszawa.
- Maynard:Smith J. 1982: Evolution and the Theory of Games, Cambridge University Press
- Moore G. E. 1919: Zasady etyki, tłum C. Znamierowski: Wydawnictwo M. Arcta, Warszawa
- Mayr, E, 1982: The Growth of Biological Thought - Diversity, Evolution, and Inheritance, Harvard University Press
- Miller G. 2004: Umysł w zalotach: Rebis , Poznań
- Nurud: Din 2003: Theory of evolution from an islamic perspective, [Islam:online.net/ health and Science/](http://Islam:online.net/healthandScience/)
- Ochman H., Lawrence J. G. i Groisman E. A. 2000: Lateral gene transfer and the nature of bacterial innovation: Nature 405: 299:304.
- [pl.wikipedia.org/wiki/Teoria\\_inteligentnego\\_projektu](http://pl.wikipedia.org/wiki/Teoria_inteligentnego_projektu).
- Rada Naukowa Episkopatu Polski, 2006: Stanowisko Rady Naukowej Konferencji Episkopatu Polski wobec ewolucji Płock, 24 listopada 2006 r. (na <http://www.kuria.lomza.pl/>)
- Rafiński J. 2002a: Badanie przebiegu filogenezy. W: Krzanowska H. i Łomnicki A. (red) Zarys mechanizmów ewolucji: Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Rafiński J. 2002b: Gatunek i specjacja. W: Krzanowska H. i Łomnicki A. (red) Zarys mechanizmów ewolucji: Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa
- Roitt I., Brostoff J. i Male D. 2000 - Immunologia Tłumaczenie J. Żeromski (red), PZWL, Warszawa
- Sakwińska O. 2004, Persistent maternal identity effects on life history traits in Daphnia, Oecologia 138, 3: 379:386
- Stringer C. i Mc Kie R. 1999: Afrykański exodus: pochodzenie człowieka współczesnego, tłum. J.A. Tomaszewski, Prószyński i sp:ka, Warszawa
- Sultan Salem A. K. 2002: Evolution in the light of islam. [Islam:online.net/health and Science/](http://Islam:online.net/healthandScience/)
- Urbanek A. 2007: Jedno istnieje tylko zwierzę... Myśli przewodnie biologii porównawczej, MiIZ PAN, Warszawa.
- Wallace A. R. 2008, W cieniu Darwina, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa
- Weiner J. 1999: Życie i ewolucja biosfery: Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa

Wieland C. 2000: Kamienie i kości: Wydawnictwo Megas, Warszawa  
Williams G. C. 1997 - Świąteczko mydliczki, CiS, Warszawa  
Yahya H. 2007: The atlas of creation, vol. 1:3. Global Publishing, Istanbul