

January WEINER

HIPOTEZA GAI: HEREZJA I INSPIRACJA

Naczelnym paradygmatem wszystkich nauk biologicznych jest teoria ewolucji – współczesna wersja teorii Darwina. Teoria ta nie ma konkurencji, jeżeli idzie o wyjaśnianie przyczyn i mechanizmów powstawania wszystkich cech organizmów żywych. Głównym mechanizmem jest dobór naturalny, który polega na tym, iż organizmy, wyposażone w zróżnicowane, genetyczne programy, według których realizowana jest historia życiowa każdego osobnika, w konfrontacji ze środowiskiem (na które składają się również inne organizmy) mają rozmaite szanse przetrwania i wydania potomstwa, tj. powielenia swoich programów genetycznych. Te organizmy, które, w danej chwili trwania życia na Ziemi, są tu obecne i funkcjonują (tj. pobierają zasoby i przetwarzają je na swoje kopie) są dowodem, iż właśnie ich geny przeszły szczęśliwie przez sito doboru naturalnego. Czy odniosą podobny sukces w przyszłości – nie wiadomo, bo dotychczasowe powodzenie niczego nie gwarantuje. Dobór naturalny działa zawsze na poziomie osobników, nosicieli określonych programów genetycznych, których powielenie (lub nie) zależy od tego, jak determinowane przez nie cechy sprostają aktualnym wyzwaniom środowiska.

Teoria doboru naturalnego wyklucza, aby o sukcesie genów decydował długofalowy interes nie jednego, ale grupy osobników, np. populacji, całego gatunku czy wręcz zespołu różnych gatunków, bo dobór z definicji nie toleruje cech, które nie przynoszą ewidentnej przewagi nosicielowi danych genów nad innymi. W pewnych szczególnych sytuacjach dobór może doprowadzić do powstania cech pozornie „altruistycznych”. Na przykład niektóre osobniki same się nie rozradzają po to, by poświęcić życie wychowywaniu potomstwa innych, blisko spokrewnionych osobników; tak jest w społeczeństwach pszczół czy

mrówek. Jest to przejaw tzw. doboru krewniaczego, który jest tylko szczególnym przypadkiem zwykłego doboru: przy specyficznym systemie rozrodu bezpłodny osobnik, dbający o blisko spokrewnione potomstwo, przyczynia się do rozpowszechnienia swoich genów bardziej skutecznie, niż gdyby sam się rozmnażał.

Biolodzy ewolucyjni poświęcili mnóstwo wysiłku, aby zbadać hipotezę, czy możliwy jest dobór pomiędzy grupami osobników niespokrewnionych, to znaczy, czy mogą wyewoluować takie cechy, które stanowią obciążenie dla poszczególnych osobników, ale przynoszą sukces ich niespokrewnionej grupie. Problem ten, postawiony w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku i następnie bardzo intensywnie badany, został rozwiązany negatywnie. Jak dotąd nie znaleziono ani rzeczywistych przykładów takiego zjawiska, ani nie opracowano teoretycznych modeli, które by taki mechanizm implikowały (jeżeli nie liczyć kilku bardzo specyficznych lub mało realistycznych sytuacji). Większość obserwowanych zjawisk dała się wyjaśnić albo zwykłym doborem naturalnym, albo doborem krewniaczym.

Jeszcze łatwiej, w kategoriach zwykłego doboru naturalnego, można wyjaśnić powstanie nieraz spektakularnych przykładów współdziałania organizmów należących do różnych gatunków, do czego każdemu z nich potrzebne są specjalne cechy, doskonale dopasowane do cech partnera. Można tu wymienić chociażby mutualizm roślin kwiatowych i zapylających je owadów, czy też ścisłe sprzężenie przeżuwaczy, zjadających niestrawny dla nich pokarm roślinny i symbiotycznych mikroorganizmów, dokonujących „za nie” fermentacji tego materiału w ich przewodach pokarmowych. Mamy tu do czynienia z koewolucją, tj. z doborem działającym równocześnie na obu partnerów, z których każdy jest dla pozostałego po prostu elementem zmieniającego się środowiska. Dobór naturalny premiuje u każdego partnera takie cechy, które nosicielowi dają natychmiastową przewagę nad innymi odmianami. W rezultacie obserwujemy nieraz bardzo wyrafinowane układy międzygatunkowej kooperacji, pasożytnictwa czy roślinożerności, żaden z nich, jako taki, nie był jednak obiektem celowego działania ewolucji, lecz powstał poprzez wygrywanie indywidualnych przewag w drodze doboru naturalnego przez poszczególne organizmy.

A zatem, ani w przypadku podlegających doborowi krewniaczemu grup rodzinnych, ani podlegających koewolucji zespołów różnogatunkowych organizmów, dobór naturalny nie ma na „celu” utrwalenia zespołów wielu osobników jednego lub wielu gatunków, nie działa w dalekosiężnym „interesie” tych grup. Żaden z zaangażowanych „partnerów” nie „poświęca się dla dobra ogółu”. Dobór polega jedynie na zróżnicowanej szansie przeżycia i wydania potomstwa osobników,

a ubocznym skutkiem tego działania może być utrwalenie się kooperacji na poziomie rodziny lub zespołu kilku osobników różnych gatunków. Ewolucji przez dobór naturalny nie podlega „życie na Ziemi”, „biocenoza”, „ekosystem”, skład atmosfery czy temperatura planety. Posługując się językiem potocznym, możemy wprawdzie powiedzieć, iż „życie ewoluuje”, a nawet że „planeta ewoluuje” – w tym sensie, że dokonują się kierunkowe zmiany w czasie, ale nie wolno tego mylić ze ściśle zdefiniowanym pojęciem ewolucji darwinowskiej.

Ten wstęp – będący desperacką próbą streszczenia podręcznika biologii ewolucyjnej¹ – ma na celu umieszczenie kontrowersji wokół hipotezy Gai na tle współczesnej biologii. Jest to niezbędne dlatego, iż postawienie hipotezy Gai w pierwotnej formie stanowiło atak na teorię ewolucji i musiało wywołać gwałtowną reakcję². Wykażę dalej, iż po kilkudziesięciu latach, mimo daleko idących modyfikacji, rozbrat hipotezy Gai ze współczesną nauką wciąż nie został zażegnany.

Paradygmat ewolucyjny bywa świadomie atakowany – w końcu na tym polega sens badań naukowych, by podważać przyjęte teorie. Szuka się więc empirycznych przykładów, które zdają się podważać teorię doboru, poszukuje się teoretycznych modeli alternatywnych, które mogłyby wyjaśnić wszystko to, co już wyjaśnia współczesna teoria ewolucji wraz z nowymi obserwacjami. Takim wyzwaniem dla standardowej teorii doboru naturalnego było właśnie postawienie kwestii, czy możliwy jest dobór grupowy. Ale i w tym wypadku i w innych przypadkach teoria ewolucji pozostała nienaruszona, chociaż ciągle wzbogaca się o nowe szczegóły.

Obok zdyscyplinowanych metodologicznie prób świadomego podważenia uniwersalnej zasady doboru, ustawicznie mają miejsce próby nieświadome, polegające na naiwnym interpretowaniu faktów, milczącym (nieuświadomionym) przyjmowaniu błędnych założeń, rozumowaniu przez analogię i argumentowaniu czysto retorycznym. Takie nieporządne wnioskowanie jest prawdziwą plagą ekologii, w błędy popadają nie tylko pojedynczy badacze (jak choćby słynny etolog Konrad Lorenz, laureat nagrody Nobla, który wielokrotnie, zapewne bez należytego zastanowienia, pisał o ewolucji „cech dobrych dla gatunku”), ale nawet całe szkoły badawcze (na przykład niektórzy ekolodzy, zainspirowani pracami amerykańskiego botanika Clementsa, który wierzył w celowy

¹ Zobacz np.: H. Krzanowska, A. Łomnicki, J. Raflński, H. Szarski, J. M. Szymura, *Zarys mechanizmów ewolucji*, PWN, Warszawa 2002; J. Weiner, *Życie i ewolucja biosfery*, PWN, Warszawa 1999.

² R. Dawkins, *The extended phenotype*. Oxford University Press, Oxford 1982.

rozwój ekosystemów i ich dążenie do homeostazy – jakby były jakimiś „superorganizmami”).

Właśnie taki błąd popełnili James Lovelock i wspierająca go swoją publicystyką Lynn Margulis. Zafascynowani obserwacjami świadczącymi o ogromnym wpływie żywych organizmów na środowisko naszej planety (czemu ani przedtem, ani później nauka nie zaprzeczała) postawili tezę, że życie pełni rolę aktywnego systemu regulacyjnego planety. W gruncie rzeczy zasugerowali, że Ziemia stanowi cybernetyczny, homeostatyczny system sprzężeń zwrotnych, prowadzący do stabilizacji globalnej temperatury, składu chemicznego itd. Przyjęcie założenia o celowości implikuje wprowadzenia pojęć wartościujących. Właśnie dla podkreślenia takich poglądów potrzebne było wprowadzenie metafory Gai.

Trudno się dziwić, iż taka teza została entuzjastycznie podchwycona przez rozmaitych ideologów, a równocześnie – spotkała się z fundamentalną krytyką biologów³. Ci ostatni bowiem nie zadowolili się poetyckimi metaforami (po które sięgał Lovelock) ani agresywną, nacechowaną politycznie retoryką (specjalność Lynn Margulis), tylko zażądali wyjaśnienia, zgodnego z dotychczasową wiedzą na temat dziedziczenia i kształtowania cech organizmów, w jaki sposób może działać, i jak mógł wyewoluować, taki celowo działający system. W jaki sposób samoregulacja na poziomie planety mogłaby się wyłonić z doboru naturalnego na poziomie indywidualnym?

James Lovelock podjął wyzwanie. Odwołał naiwną retorykę o Ziemi-superorganizmie (choć jego zapewnieniom, iż od początku miał co innego na myśli, nie może dać wiary nikt, kto czytał teksty oryginalne), ale nie zrezygnował z tezy o samoregulacyjnym, homeostatycznym działaniu biosfery i nie zaniechał posługiwania się metaforą Gai. Jako wyjaśnienie zaproponował słynny model „świata stokrotek”⁴. U jego podstaw leży przyjęte milcząco założenie, iż możliwe do utrwalenia przez dobór cechy korzystne dla osobnika równocześnie wywierają efekt „dobry dla planety”: w miarę ocieplania klimatu lepiej być odbijającą promieniowanie białą stokrotką, bo to zapobiega podwyższeniu temperatury ponad fizjologiczne optimum, więc białe stokrotki (w zgodzie z teorią doboru) zaczynają dominować

³ R. Dawkins, *The extended phenotype*, Oxford University Press, Oxford 1982; Postgate J., *Gaia gets too big for her boots*. *New Scientist*, 1988, 7.04., 60; G. C. Williams, *Gaia, nature worship and biocentric fallacies*, *Quart. Rev. Biol.* 1992, 67: 479-486.

⁴ A. Watson, J. E. Lovelock, *Biological homeostasis of the global environment: the parable Daisyworld*, *Tellus* 1983, 35B: 284-289.

nad ciemnymi, dzięki czemu cała planeta odbija więcej promieniowania, a jej klimat ulega ochłodzeniu. „Świat stokrotek” to oczywiście kolejna metafora – Lovelock chciał pokazać, że można sobie wyobrazić sytuację, w której dobór działający na poziomie osobników prowadzi do regulacji parametrów całego układu. Zgoda, rzeczywiście można to sobie wyobrazić. Trudniej natomiast wskazać realistyczne przykłady takich układów. Co więcej, bez trudu można podać równie logiczne modele, które zamiast do stabilizacji prowadziłyby do destabilizacji układu. Sięgając do tej samej metafory: czemuż by u ciemnych stokrotek nie miała pojawić się odmiana enzymów lepiej funkcjonujących w wyższej temperaturze? Wówczas to one zdominowałyby planetę, z fatalnymi następstwami. Ba, mnóstwo jest w przyrodzie przykładów takiego właśnie „samolubnego”, destabilizującego układu, działania organizmów i prowadzącego w ślepą uliczkę doboru naturalnego.

Siłą i zarazem słabością modelu „świata stokrotek” jest początkowe założenie. Jeżeli z góry przyjmujemy, że co dobre dla osobnika, to dobre dla biosfery, popadamy w błędne koło rozumowania. Nie musimy już dalej rozwijać całego modelu, będzie on najwyżej służył przedstawieniu założeń jako wniosków, a to nie jest dobra metodologia naukowa. Model stokrotek ani nie jest metodologicznie poprawnym testem hipotezy Gai, ani nie pozwala wygenerować testowalnych hipotez. Jest „taką sobie bajeczką”, bez względu na to, jak bardzo zostanie skomplikowany dodatkowymi elementami i jak elegancka będzie zastosowana przy tym matematyka (pod tym względem różne wersje „świata stokrotek” są bez zarzutu).

Jest faktem, że systemy ekologiczne (zarówno lokalne układy, jak i ekosystem całej biosfery) wykazują niekiedy znaczną inercję w stosunku do zmian warunków zewnętrznych, iż ustalają się w nich długo utrzymujące się stany równowagi, np. tempa procesów biogeochemicznych, co niekiedy upoważnia nawet do stawiania hipotez o istnieniu mechanizmów „regulacyjnych” (sprzężeń zwrotnych). Wyjaśnianie takich zjawisk – skądinąd pasjonujące i posiadające ogromne konsekwencje, zarówno czysto poznawcze, jak i praktyczne – nie wymaga odwoływania się do mechanizmów sprzecznych ze współczesną biologią ewolucyjną. W szczególności nie ma powodu postulować, iż mamy do czynienia z „homeostazą” i celowym regulowaniem przez „życie” (czyli kogo?) środowiska naszej planety na zadanym (przez kogo?), optymalnym (dla kogo?) poziomie.

Na tym jednak nie koniec. Argumenty Lovelocka, które dały pochop do poszukiwania mechanizmu rzekomo stabilizującego warunki życia na Ziemi, również okazały się nieścisle. Według obecnej wiedzy,

bynajmniej nie ma tu mowy o stabilności ani nawet o względnej stałości parametrów środowiska. Od 4 miliardów lat, odkąd istnieje życie na Ziemi, warunki zmieniały się ciągle w bardzo szerokim zakresie, nasza planeta co najmniej kilkakrotnie otarła się o całkowite wyjałowienie. Działalność żywych organizmów doprowadzała do katastrof ekologicznych – jak choćby tlenorodna fotosynteza, zapoczątkowana jakieś 2,5 miliarda lat temu, która spowodowała wyćpienie większości dominujących wcześniej organizmów, czy też głębokie zmiany klimatu, spowodowane przez działalność organizmów (zmiany bilansu węgla w biosferze) albo przez czynniki astronomiczne, których życie na Ziemi nie tylko nie kompensowało, ale wręcz pogłębiało. Klimat zmieniał się od totalnych lub częściowych zlodowaceń do powszechnego tropiku. Aby wyjaśnić fakt, że życie łatwo się odradza, wypełnia różne nisze, przejawia ogromną różnorodność i może się rozwijać w rozmaitych warunkach – również zmieniając te warunki zarówno w skali lokalnej, jak i globalnej – nie trzeba się odwoływać do globalnych mechanizmów homeostatycznych. Są prostsze wyjaśnienia, a najważniejszym wytłumaczeniem jest zwykły mechanizm doboru naturalnego działający na poziomie osobników.

Konsekwencją rozdzwiewu między hipotezą Gai a współczesną biologią, i więcej: rozdzwiewu między gajańskim sposobem argumentowania a wymogami dyscypliny metodologicznej nauk przyrodniczych, było jednomyślne i zdecydowane odrzucenie tego pomysłu przez nauki przyrodnicze. Hipotezę Gai zignorowały najważniejsze podręczniki ekologii⁵, jeżeli niektóre poświęcają jej nieco miejsca⁶ to po to, by ostrzec adeptów przed błędami teorii usilnie popularyzowanej przez środki masowego przekazu. Do pogodzenia stanowiska zwolenników hipotezy Gai z punktem widzenia przyrodników nigdy nie doszło, bo dojść nie mogło. Dzieje się tak również dlatego, że ze strony zwolenników hipotezy Gai nie zanosi się również na ustępstwa w najważniejszych sprawach, nie mówiąc o uporze w posługiwaniu się specyficzną, nacechowaną emocjonalnie retoryką.

W ostatnich latach obserwujemy jednak ciekawy proces: oto w czasopismach naukowych, w publikacjach autorów ortodoksyjnie prze-

⁵ Np. R. E. Ricklefs, *Ecology*, Freeman, New York 1990; P. Colinvaux, *Ecology 2*, Wiley & Sons, Inc., New York 1993; M. Begon, J. L. Harper, C. R. Townsend, *Ecology, individuals, populations and communities*, Blackwell, Oxford 1996; Ch. J. Krebs, *Ekologia*, PWN, Warszawa 1996.

⁶ Np. P. R. Ehrlich, J. Roughgarden, *The science of ecology*, MacMillan, New York 1987; R. Brewer, *The science of ecology*, Saunders, San Francisco 1988.

strzegających poprawnej metodologii i akceptujących obowiązujące paradygmaty pojawiają się pojęcia i terminy dawniej zarezerwowane dla paranaukowej literatury gajańskiej. W szacownych miastach uniwersyteckich odbywają się kongresy poświęcone problemom, którymi dawniej zajmowali się „gajanie”, ba, James Lovelock bywa honorowym gościem tych zgromadzeń. Niby nie powinno nas to dziwić, bo ogromna część dorobku tego uczonego to rzetelne, a często rewelacyjne prace z zakresu biogeochemii, publikowane w najlepszych czasopismach naukowych; widać jednak, że to nie tylko owe techniczne publikacje stanowią o nagłym wzroście popularności Lovelocka wśród geochemików i ekologów. I nie o osobiste przymioty tego autora tu chodzi (choć wszyscy, którzy mieli okazję poznać go osobiście, są pod wrażeniem jego ujmującej osobowości). Ten rzekomy synkretyzm, zbliżenie stanowisk w istocie rzeczy niemożliwych do pogodzenia powodują wiele zamętu i konfuzji. O co tu chodzi?

Otóż – wydaje się, że naukowy establishment, nie zmieniając stanowiska w sprawie istoty sporu – musiał przyznać autorowi hipotezy Gai, iż dokonał on wielkiego dzieła, zwracając uwagę badaczy na ogromnie ważne i słabo poznane obszary nauk przyrodniczych: znaczenie organizmów (zwłaszcza mikrobów) dla kształtowania bilansu geochemicznego i klimatu planety, pokazując, w jaki sposób parametry środowiska, zwanego tradycyjnie „abiotycznym”, są wynikiem działania żywej części biosfery (a więc środowiska biotycznego). Choć jest prawdą, że zwykła ekologia, biogeochemia i mikrobiologia na długo przed Lovelockiem dostrzegały tę problematykę, to prawdą jest i to, że dopiero popularność hipotezy Gai i potrzeba stworzenia alternatywy dla jej nieuprawnionych wniosków i pochopnych uogólnień doprowadziły do ogromnej intensyfikacji badań. Być może, taki był nieuchronny bieg wydarzeń. Nowe obserwacje, a także potrzeby praktyki, związane z naszymi obawami o przyszłość cywilizacji w zmieniających się warunkach środowiska planety, pewnie musiały prędzej czy później doprowadzić do intensyfikacji badań w tym kierunku. Jednak inspirowanej roli Lovelocka nie można zlekceważyć. Początek dał amerykański geochemik Stephen H. Schneider, zresztą krytyk hipotezy Gai. Uznawszy za patologiczną sytuację, w której nauka ignoruje jedną z najbardziej wpływowych społecznie hipotez, zwołał (pod egidą Amerykańskiego Towarzystwa Geofizycznego) pierwszą konferencję „Scientists on Gaia”⁷. Potem były następne.

⁷ S. H. Schneider, P. Boston, (Red.), *Scientists on Gaia*, MIT Press, Cambridge, MA, 1993.

Obecnie ma miejsce specyficzna redefinicja pojęć związanych z hipotezą Gai. Aby nie używać tej nazwy, próbuje się (z miernym powodzeniem) wprowadzić nową dziedzinę: naukę o systemie Ziemi (Earth system science) albo „geofizjologię”, a zamiast „Gaja” pisze się „ekosfera” albo „biosfera” lub jeszcze coś innego. Głównym wyzwaniem staje się wytłumaczenie obserwacji na poziomie ekosystemu lub całej biosfery nie tylko w zgodzie z darwinowskim paradygmatem, ale wręcz w oparciu o tę zasadę. Chodzi o takie przeformułowanie metafizycznych pytań Lovelocka o stabilność biosfery i przyczyny uporczywej trwałości życia na podlegającej paroksyzmom planecie, aby dało się na nie odpowiadać w zgodzie z metodologią nauk ścisłych. Różnice czasem wydają się sprowadzać do subtelności stylistycznych, innego doboru słów, ale są to jednak sprawy fundamentalne. Zupełnie czym innym jest bowiem stwierdzenie, że organizmy mają znaczny wpływ na pewne aspekty środowiska abiotycznego (*„the biota has a substantial influence over certain aspects of the abiotic world”*), a czym innym skonstatowanie, że istnieje *„metabolic homeostasis by and for the biosphere”* (z programowego tekstu Margulis i Lovelocka). Można rozważać, jakie ewolucyjne korzyści przyniosła roślinom zielonym fotosynteza tlenorodna, ale to nie to samo, co twierdzić, iż *„plant produce oxygen because it benefits life as a whole”*. Warto zastanawiać się nad konsekwencjami utrzymywania przez organizmy stosunkowo wysokiego stężenia metanu czy tlenków azotu w atmosferze, ale to nie to samo, co sugerować ich celowe działanie: *„what, then, is the purpose of methane and how it does relate to oxygen? One obvious function is to maintain the integrity of the anaerobic zones of its origin”*; *„we may be sure that the efficient biosphere is unlikely to squander the energy required in making [nitrous oxide] unless it has some useful function”*. Nie jest wszystko jedno, czy zastanawiają nas geochemiczne skutki biologicznych przemian związków azotu, czy też pytamy o mechanizm celowej regulacji: *„As with methane, the biosphere uses a great deal of energy in producing ammonia, which is now entirely of biological origin. Its function is almost certainly to control the acidity of environment”*.

Podjmuje się zatem próby wykazania, że „gajańskie efekty”, takie jak wydzielanie lotnych związków siarki przez glony morskie, o istotnych konsekwencjach klimatycznych, mogły zostać utrwalone przez dobór naturalny na poziomie indywiduów⁸. Wydaje się to płodnym

⁸ W. D. Hamilton, T. M. Lenton, *Spora and Gaia: How microbes fly with their clouds*, *Ethology, Ecology and Evolution*, 1998, 10: 1-16; D. T. Welsh, P. Viaroli, W. D. Hamilton, T. M. Lenton, *Is DSMP synthesis in chlorophycean*

podejściem, chociaż jak dotąd brak spektakularnych osiągnięć. Przedmiotem dociekań staje się wyjaśnianie zachowania złożonych układów (takich jak ekosystemy), które mogą dążyć do pewnych stanów, np. równowagi, z powodów termodynamicznych, bez potrzeby sięgania do fantastycznych teorii. Na przykład pewne powtarzalne wzorce w funkcjonowaniu ekosystemów nie muszą być wynikiem niemożliwej do zaakceptowania kierunkowej ewolucji złożonych układów biologicznych, lecz skutkiem ograniczeń fizykochemicznych, narzuconych na ewolucję w drodze indywidualnego doboru. Być może, procesy produkcji i dekompozycji materii organicznej zmierzają do pewnych punktów równowagi tylko dlatego, że na skutek fizycznych ograniczeń możliwe było wyewoluowanie skończonej liczby odmian najważniejszych enzymów (biokatalizatorów), zawsze tych samych u milionów różnych gatunków organizmów⁹. To „neogajańskie” podejście jest jeszcze w powijakach, jak dotąd ogranicza się do ostrożnego formułowania hipotez i prób tworzenia modeli matematycznych. Już teraz można jednak powiedzieć, iż podejmowane są poważne próby pogodzenia prozaicznej, ale niezbędnej w naukach ścisłych dyscypliny metodologicznej z nieskrępowanymi wizjami twórczej wyobraźni, bez których nie ma postępu w nauce. Byłby to jedynie powód do optymizmu, gdyby nie chaos, jaki jest ubocznym skutkiem tej aktywności. Wielu laików i dyletantów sądzi bowiem, iż mamy tu do czynienia z akceptacją (czy wręcz rehabilitacją) oryginalnej hipotezy Gai. Zamieszanie pogłębia i to, że organizatorzy neogajańskich kongresów i redaktorzy zbiorowych publikacji¹⁰ nie wykazują dość stanowczości w eliminowaniu wystąpień utrzymanych w duchu „starej” Gai lub wręcz przewyższających tamtą hipotezę pod względem fantazji i metodologicznego niechlujstwa. Czasami trudno dociec, czy poważny badacz, tylko dla podniesienia walorów literackich tekstu naukowego, sięga po gajańskie metafory, czy to kolejny dyletant gaworzy, co mu ślina na język przyniesie („Gaja jest endotermiczna, a Morze Śródziemne jest jej nerką” – napisał szwajcarski paleogeochemik K. J. Hsü¹¹ i zaiste nie wiem, kpi, czy o drogę pyta). Zwolennicy

macro-algae linked to aerial dispersal? *Ethology, Ecology and Evolution*, 1999, 11: 265-278.

⁹ G. J. Williams, *The molecular biology of Gaia*, Columbia University Press, NY, 1996; T. Volk, *Gaia's Body. Toward a physiology of Earth*, Springer Vlg, Heidelberg 1998.

¹⁰ *Gaia 2000. 2nd Chapman Conference on the Gaia Hypothesis*, Valencia, 19-23 June 2000. Abstracts.

¹¹ K. J. Hsü, *Gaia and Mediterranean Sea*. *Scientia Marina* 2001, 65: 133-140.

„starej Gai” nie dają za wygraną, wciąż głoszą swoje poglądy, a publikacje „neogajan” cytują tryumfalnie jako dowód na to, że zawsze mieli rację. Spektakl odbywa się przed zdeorientowaną publicznością, bo zainteresowanie środków masowego przekazu tą problematyką nie maleje, zaś poziom wykształcenia publicystów i czytelników dodatków niedzielnych, jaki jest – każdy widzi. Wielkie to wyzwanie dla nauczycieli akademickich i popularyzatorów nauki.