

Piotr Skubała
(Uniwersytet Śląski w Katowicach)

Wokół tajemnicy życia na Ziemi

Zagadka życia na Ziemi fascynuje ludzkość od zarania dziejów. Niezliczone rzesze mędrców i filozofów, szamanów i naukowców, pasjonatów i specjalistów poświęciły życie, zdrowie i umysły, aby ją rozwikłać. Jaki jest efekt tych starań? Czy rozumiemy funkcjonowanie naszej biosfery? Czy rozumiemy związek pomiędzy różnorodnością biologiczną a funkcjonowaniem ekosystemów? Co wiemy o gatunków żyjących wraz z nami na tej planecie? Zgromadzana przez ludzkość wiedza wydaje się być imponująca. Znamy masę elektronu, liczbę gwiazd w drodze mlecznej, ilość informacji zgromadzonej w genomie człowieka, czy sposoby porozumiewania się roślin. O wielu tych, wydawałoby się trudnych rzeczach, uczą się dzieci w szkole. Trudnym do pojęcia paradoksem jest to, że nie potrafimy, nawet w przybliżeniu określić liczby gatunków żyjących z nami na Ziemi. Tymczasem poznanie gatunków żyjących na planecie jest warunkiem sine qua non zrozumienia przyrody. Co więcej, nie potrafimy nawet podać kompletnej listy już poznanych i opisanych już gatunków. Norman Myers, brytyjski ekolog, uważa, że nie jesteśmy świadomi rozmiarów naszej ignorancji. Nie wiemy niemal nic o działalności ziemskiego ekosystemu i dopiero zaczęliśmy pojmować charakter planetarnego życia jako całości¹.

Nauka której celem jest poznanie funkcjonowania naszej planety, odkrycie tajemnicy życia na Ziemi w ujęciu globalnym jest ekologia. Ekologia jest słowem, które zrobiło niezwykłą karierę w świecie. Dla niektórych oznacza ono wszystko co najlepsze, jest wyrazem troski i odpowiedzialności za świat przyrody. Dla innych jest wyrazem pewnej przesady w podejściu do spraw środowiskowych, czasem oznacza nawet oszołomstwo. Warto jednak pamiętać, że ekologia oznacza przede wszystkim dyscyplinę biologiczną. Jest nauką, która może i powinna odegrać niezwykle ważną rolę w życiu każdego z nas. Odkrywa ona dla nas prawdę o świecie wokół z nas i staje się wskazówką jak mamy postępować w świecie, w którym przyszło nam żyć.

¹ *What ails the globe?* 1994. Top ecologist Norman Myers offers his list of the Earth's top 10 environmental problems. Earth Times. San Diego, Apr'94, www.sdearthtimes.com/et0494/et0494s0.html; [dostęp: 21.09.2013].

Czym zajmuje się ekologia?

Ekologia to nauka o zależnościach w świecie przyrody. Po raz pierwszy termin ekologia został użyty przez niemieckiego biologa Ernesta Haeckla w 1869 roku dla określenia nauki, której przedmiotem zainteresowania jest całokształt oddziaływań między organizmami i ich środowiskiem, zarówno ożywionym, jak i nieożywionym². Eugene Odum (czołowy amerykański ekolog XX wieku) określał ekologię jako naukę o strukturze i funkcjonowaniu przyrody³. Ekologia próbuje zrozumieć i opisać funkcjonowanie biosfery i wszystkich składających się nań zespołów życia, począwszy od szczebla organizmu, kończąc na poziomie biosfery. Ekologia jest dziedziną wiedzy, która pojawiła się stosunkowo późno. Czy rzeczywiście nikt wcześniej nie zwracał uwagi na ten ważny aspekt życia, jakim są zależności? Z jednej strony w historii nauki do tego okresu niemal nie było badaczy, którzy zwracali uwagę na zależności w przyrodzie. Z drugiej jednak strony, jak pisał John Halifax (pisarz brytyjski), plemiona pierwotne żyły wplecione w tkaninę życia do tego stopnia, że filozofowanie i roztrząsanie Prawdziwej Natury, byłoby czymś podobnym do ryby opisującej naturę wody⁴.

Dlaczego ekologia jest ważna?

W historii Ziemi pięciokrotnie wystąpiło zjawisko zwane masowym wymieraniem, które oznacza gwałtowne (w skali geologicznej) wyginięcie wielu gatunków roślin i zwierząt w wyniku zadziałania globalnych czynników środowiskowych. Za każdym razem około 10 milionów lat trwała odbudowa różnorodności biologicznej na naszej planecie. Obecnie na Ziemi trwa szóste wielkie wymieranie, nazywane plejstoceno-holocenem. Jest ono pierwszym spowodowanym przez jeden z żyjących gatunków⁵. Na ile skala postępującej utraty różnorodności biologicznej jest dzisiaj groźna? W 2009 roku Johan Rockström ze Stockholm Resilience Center w Szwecji oraz grupa badaczy z Europy, Stanów Zjednoczonych i Australii wytyczyli bezpieczne wartości dla kluczowych czynników środowiskowych⁶. Przeprowadzili wiele interdyscyplinarnych badań nad procesami fizycznymi i biologicznymi decydującymi o stabilności środowiska. Wybrali dziewięć czynników, których zaburzenie, ich zdaniem, zniszczy środowisko bezpowrotnie. Określili zakres bezpieczeństwa dla każdego z tych procesów. Ich przekroczenie może zachwiać ekosystemem, prowadząc do zagłady. Z ocen badaczy wynika, że trzy spośród analizowanych procesów - zanieczyszczenie azotem, zmiana klimatu i spadek różnorodności biologicznej, nie mieszczą się już w granicach bezpieczeństwa. Przy czym, przekroczenie progu bezpieczeństwa dla pierwszego z nich jest niewielkie, w przypadku azotu 3-krotne, a w odniesieniu do różnorodności biologicznej zakres bezpieczeństwa został przekroczo-

² Ch. J. Krebs, *Ekologia. Eksperymentalna analiza rozmieszczenia i liczebności*, tłum. A. Kozakiewicz, M. Kozakiewicz, J. Szacki, Warszawa 2011, s. 5.

³ E. P. Odum, *Podstawy ekologii*, tłum. pod red. W. Matuszkiewicz, A. Wasilewski, Z. Wójcik, Warszawa 1977, s. 18.

⁴ B. Devall, G. Session, *Ekologia głęboka*, tłum. E. Margielewicz, Warszawa 1994, s. 112.

⁵ K. N. Lee, *Sustainability, Concept and Practice of [w:] Encyclopedia of Biodiversity*, red. S. Levin, San Diego 2001, vol. 5, s. 554.

⁶ J. Rockström, W. Steffen, K. Noone, Å Persson, F. S. Chapin, i in., *A safe operating space for humanity, "Nature" 2009, vol. 461, s. 472-475.*

ny 10-krotnie⁷. Utrata różnorodności biologicznej powinna stać się dzisiaj kluczową częścią debaty na temat dobrobytu ludzi i możliwości utrzymania naszego stylu życia.

Ekologia próbuje zrozumieć i opisać funkcjonowanie biosfery i wszystkich składających się nań zespołów życia. Zmierza do opisanie tajemnicy życia na naszej planecie. Czy może być coś istotniejszego dla ludzkości, niż zadanie zbadania planety, na której się zrodzili i od której funkcjonowania zależy dalszy los ludzkości? Czy istnieje dzisiaj wiele problemów badawczych ważniejszych niż poznanie funkcjonowania naszej planety? Ekologia pozwala także zrozumieć naukowe przesłanki ochrony życia na naszej planecie. Łączy wszystkie dziedziny badań biologicznych i pomaga w podejmowaniu decyzji środowiskowych. Czy istnieje dzisiaj wiele problemów badawczych ważniejszych niż zastosowanie skutecznych sposobów ochrony przyrody?

Kamieniem milowym w zastosowaniu danych ekologicznych do rozwiązywania problemów środowiskowych była działalność Rachel Carson (amerykańska biolog), a szczególnie jej książka „Silent Spring” („Milcząca wiosna”), wydana w 1962 roku. Carson, mając świadomość złożonych powiązań istniejących w przyrodzie, przestrzegała przed skutkami stosowania pestycydów, w tym DDT. Jako jedna z pierwszych zwróciła ona uwagę społeczeństwa na sprawy ekologii i ochrony środowiska, a także znacząco przyczyniła się do powstania ruchu ekologicznego w świecie. Carson sformułowała w tej książce przesłanie godne przypomnienia: „«Kontrola nad Naturą» jest sformulowaniem pełnym arogancji, które zostało wprowadzone do biologii i filozofii w najbardziej prymitywnym etapie rozwoju nauki, gdy uważano powszechnie, że Natura istnieje jedynie dla wygody człowieka”⁸.

Patrząc na to co dzieje się we współczesnej nauce, które z dyscyplin biologicznych są popularne, można by dojść do wniosku, że ekologia nie wnosi ważnych informacji, albo też wiedza o funkcjonowaniu ekosystemów jest już pełna. Obserwujemy obecnie ekspansję dyscyplin biotechnologicznych, a tymczasem badania taksonomiczno-sytematyczne i ekologiczne uznawane są za „niemodne”. Edward Wilson broni pozycji ekologii podkreślając, że „Tak jak biologia molekularna służy zdrowiu człowieka, ekologia gwarantuje zdrowie planety”⁹.

Co wiemy o różnorodności życia na Ziemi?

Czy ekologia, nazwana przez Eugene Oduma „supernauką”, należy do tych dziedzin, w których wiedza jest już bardzo obszerna? Dzisiaj ekolodzy obserwują środowisko używając znacznie precyzyjniejszych narzędzi, niż miała do dyspozycji wspomniana Rachel Carson. Badamy zmiany w ekosystemach sięgając z jednej strony do narzędzi genetycznych, z drugiej strony obserwujemy biosferę z kosmosu. A jednak stan naszej wiedzy o przyrodzie jest niezwykle skromny. January Weiner (ekolog z Uniwersytetu Jagiellońskiego) uważa, że chemia w XVIII wieku była prawdopodobnie na takim etapie rozwoju, w jakim dziś znajduje się ekologia¹⁰.

⁷ Tamże, s. 473.

⁸ B. Devall, G. Session, *Ekologia głęboka ...*, s. 127.

⁹ E. O. Wilson, *A Global Biodiversity Map*, „Science” 2000, vol. 289, s. 2279.

¹⁰ J. Weiner, *Życie i ewolucja biosfery. Podręcznik ekologii ogólnej*, Warszawa 1999, s. 22.

Jest niemal pewnym, że nigdy nie będziemy w stanie opisać i nazwać wszystkich gatunków żyjących na Ziemi, przedstawić niezliczonej liczby interakcji je łączących. Ziemia jest cudem i życie na niej pozostaje dla nas wciąż tajemnicą. Pragnąc udokumentować powyższą tezę, przyjrzyjmy się jaki jest aktualny stopień poznania różnorodności biologicznej, ile gatunków czeka jeszcze na odkrycie. Następnie zwrócimy uwagę na współczesną wiedzę o zależnościach łączących poszczególne gatunki. Tylko znając wszystkie gatunki bakterii, grzybów, roślin i zwierząt występujące w danym ekosystemie oraz interakcje zachodzące pomiędzy nimi, a także pomiędzy nimi a środowiskiem abiotycznym, jesteśmy w stanie zrozumieć funkcjonowanie tej części przyrody.

Od czasów Linneusza opisano około 1,9 miliona gatunków¹¹. Wielu naukowców uważa jednak, że 20% to synonimy, co oznaczałoby, że znamy około 1,5 miliona gatunków. „Ojciec bioróżnorodności” Edward Osborne Wilson (amerykański ekolog) zwraca uwagę, że 99% opisanych gatunków znamy tylko z nazwy, z paru okazów w muzeum i strzępków anatomicznych opisów w czasopismach naukowych. Muzea są dzisiaj zawałone nowymi gatunkami. Brak nam czasu i specjalistów, którzy mogliby opisać tę wielką bioróżnorodność¹².

Mimo kilkuset lat wyteżonej pracy botaników i zoologów nawet w przybliżeniu nie wiemy, ile gatunków żyje obecnie na Ziemi. Szacowana liczba gatunków, podawana przez różnych autorów, jest bardzo zróżnicowana. Sceptycy mówią o 3 milionach. Paul Ehrlich i Edward Wilson w artykule pt. *Biodiversity Studies: Science and Policy*, który ukazał się w *Science*, sugerują, że potencjalna liczba gatunków na Ziemi to 90-100 mln¹³. Jedne z pierwszych tego badań przeprowadził w 1982 roku Terry Erwin z Narodowego Muzeum Historii Naturalnej. Oceniał on, że w samym tylko lesie równikowym żyje 30 mln gatunków stawonogów¹⁴. W ostatnim okresie w prestiżowym czasopiśmie PLoS ONE ukazała się praca międzynarodowej grupy naukowców, pod kierownictwem Camilo Mora (Uniwersytet na Hawajach). Autorzy w oparciu o analizę 1,2 miliona gatunków z baz danych Catalogue of Life oraz World Register of Marine Species doszli do wniosku, że na Ziemi żyje 8,7 miliona gatunków¹⁵. Czy powyższe oszacowania są wiarygodne? Niewątpliwie mają kilka słabych punktów. Naukowcy oparli się na najbardziej znanych taksonach, takich jak ptaki i ssaki. Zatem jeśli liczba gatunków w tych grupach nie jest dokładna, obliczenia również będą błędne. Robert May z Oxfordu (były przewodniczący brytyjskiego Royal Society) tę próbę oszacowania różnorodności biologicznej na Ziemi nazwał „niezwykłym testamentem ludzkiego narcyzmu, który każe wierzyć, iż wiemy, że 1 lutego 2011 roku w bibliotece amerykańskiego Kongresu znajdowało się 22 194 656 książek, ale który nie umie powiedzieć, z iloma gatunkami roślin i zwierząt dzielimy świat, ani nawet podać rzędu ich wielkości”¹⁶.

¹¹ A. D. Chapman, *Numbers of Living Species in Australia and the World*, (2nd ed.), Canberra, Australian Biological Study, <http://www.environment.gov.au/node/13875>, [dostęp 11.09.2014].

¹² E. O. Wilson, *Różnorodność życia*, tłum. J. Weiner, Warszawa 1999, s. 168.

¹³ P. R. Ehrlich, E. O. Wilson, *Biodiversity Studies: Science and Policy*, „Science” 1991, vol. 253, s. 759.

¹⁴ T. L. Erwin, *Tropical forests: their richness in Coleoptera and other arthropod species*, „Coleopterists’ Bulletin” 1982, vol. 36, s. 74-75.

¹⁵ C. Mora, D. P. Tittensor, S. Adl, A. G. B. Simpson, B. Worm, *How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?*, „PLoS Biology” 2011, vol. 9(8): e1001127. doi:10.1371/journal.pbio.1001127, [dostęp 4.11.2013].

¹⁶ Naukowcy: Ziemię zamieszkuje 8,7 mln gatunków, Nauka w Polsce, serwis PAP poświęcony polskiej nauce <http://www.naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news,384210,naukowcy-ziemie-zamieszkuje-87-mln-gatunkow.html>, [dostęp 4.11.2013].

Wciąż na naszej planecie w XXI wieku, po setkach lat badań, można odnaleźć niezwykle miejsca, obfitujące w nowe dla nauki gatunki. W latach 1999-2009 naukowcy zidentyfikowali w Puszczy Amazońskiej 1200 nowych gatunków roślin i kręgowców (rośliny - 637 gatunków, ryby - 257, płazy - 216, gady - 55, ptaki - 16 i ssaki - 39). Wynika z tego, że na każde trzy dni w ciągu tego okresu przypadało odkrycie jednego nowego gatunku¹⁷. W 2005 roku grupa 11 naukowców z Australii, Indonezji i USA zorganizowała wyprawę w rejon gór Foja w północno-zachodniej części Nowej Gwinei. Wyprawa trwała 30 dni, zbadano tylko mały fragment lasu, który zajmuje obszar większy od Luksemburga. Efektem wyprawy było poznanie ponad 40 nowych, nieznanych nauce gatunków roślin i zwierząt¹⁸.

Jeżeli skromnie założymy, że na naszej planecie występuje od 5-30 milionów, to przy obecnym tempie opisywania gatunków potrzebowalibyśmy kilku stuleci, aby je wszystkie opisać i nazwać¹⁹. Camilo Mora i współautorzy obliczyli, że trzeba jeszcze około 1200 lat, około 303 tysięcy taksonomów, i 252 miliardy euro, aby opisać gatunki dotychczas nieznane²⁰. Warto zwrócić uwagę, że prawdopodobnie większym problemem, niż kłopoty finansowe, przy próbie opisanie bioróżnorodności naszej planety, jest brak specjalistów, którzy mogą się podjąć tego zadania. Taksonomia to nauka w poważnym kryzysie, naukowców opisujących nowe gatunki jest coraz mniej. Osoby decydujące o finansowaniu tego typu badań, pozostają pod wrażeniem, że bioróżnorodność Europy została już opisana w XIX wieku. Na uczelniach modne są dzisiaj inne kierunki, kształcenie studentów w zakresie taksonomii ulega systematycznemu zmniejszaniu. Tymczasem bez poprawnej identyfikacji gatunku, bez odkrywania nowych, bez porządkowania sporego bałaganu w systematyce, rozwój takich dziedzin wiedzy jak ekologia, biologia ewolucyjna, ochrona przyrody i środowiska, a także biotechnologia, pozostaje pod znakiem zapytania.

Do jakiego stopnia poznaliśmy różnorodność biologiczną w naszym kraju? Czy wiele gatunków czeka u nas na odkrycie? Okazuje się, że i w naszym kraju wiele gatunków czeka na odkrycie. Stopień poznania bogactwa gatunkowego takich grup jak pierwotniaki, nicienie, owady bezskrzydłe czy wszędy ocenia się na 10 do 50%. Długa jest lista grup organizmów, w obrębie których znamy od 50 do 90% gatunków. Na temat potencjalnej liczby gatunków bakterii, grzybów i glonów w Polsce w ogóle brak danych²¹. Kiedy poznamy faunę i florę naszego kraju? Niech odpowiedzią będzie poniższy przykład. Wyobraźmy sobie niepozorny trawnik pod moim wydziałem biologii. Byłby ogromny kłopot ze sporządzeniem kompletnej listy gatunków zasiedlających ten trawnik. Osobiście byłbym w stanie sporządzić spis gatunków jednej z grup roztoczy - mechowców (Oribatida). Prawdopodobnie znalazłbym ich tam od 30 do 40 gatunków. Miałbym ogromny problem ze znalezieniem specjalistów, którzy mogliby oznaczyć wszystkie pozostałe grupy roztoczy. Prof. January Weiner pisze o tym następują-

¹⁷ *Amazon Alive!: A Decade of Discoveries 1999-2009*, WWF Living Amazon Initiative, WWF-Brazil, http://www.wwf.se/source.php/1310817/Amazon%20Alive_2010.pdf, [dostęp 11.09.2014].

¹⁸ B. M. Beehler, *The Foja Mountains of Indonesia: Exploring the Lost World*, "ActionBioscience" 2007, <http://www.actionbioscience.org/biodiversity/beehler.html>, [dostęp 23.01.2014].

¹⁹ B. Fontaine, K. van Achterberg, M. A. Alonso-Zarazaga, R. Araujo, M. Asche, i in., *New Species in the Old World: Europe as a Frontier in Biodiversity Exploration, a Test Bed for 21st Century Taxonomy*, "PLOS ONE" 2012, Vol. 7(5): e36881. doi:10.1371/journal.pone.0036881, [dostęp 10.09.2014].

²⁰ C. Mora, i in., *How Many Species ...*

²¹ *Polskie studium różnorodności biologicznej*, red. R. Andrzejewski, A. Weigle, Warszawa 1994.

co: „Problem polega na tym, że specjalistów potrafiących odróżnić gatunki w obrębie poszczególnych grup systematycznych, w kraju takim jak Polska można policzyć na palcach jednej – a co najwyżej dwóch rąk”²².

Jaka skromna jest nasza wiedza o różnorodności życia na Ziemi, jak nikłe jest wyobrażenie każdego z nas o bogactwie życia wokół nas, pozwoli zrozumieć kolejny przykład. Wyobraźmy sobie, że bierzemy między dwa palce szczyptę gleby leśnej (około 1 grama). Ile komórek bakteryjnych znajduje się pomiędzy dwoma palcami? Liczby, jakie podają zapytane osoby są bardzo zróżnicowane. Od kilku tysięcy do kilkuset milionów. Tymczasem 1 gram gleby leśnej zawiera około 10 mld komórek bakteryjnych²³. Większość z nas nie zdaje sobie sprawy, jak bogate jest życie, szczególnie to pod naszymi stopami, jak nasycona życiem jest cienka warstwa kuli ziemskiej zwana biosferą. Zastanówmy się teraz, ile gatunków bakterii znajdować się może w naszej szczyptce gleby leśnej? Podręcznik Bakteriologii Systematycznej według Bergeya zawiera 4000 gatunków²⁴. A ile mieści się w szczyptce gleby leśnej? I tutaj spore zaskoczenie. Norwescy uczeni zbadali metodami genetycznymi populacje bakterii w próbkach gleby z lasu bukowego i w płytkich osadach morskich. W 1 gramie gleby, czy osadu, stwierdzili obecność właśnie czterech tysięcy odmiennych genetycznie form, a więc mniej więcej tyle, ile poznaliśmy do tej pory na całej kuli ziemskiej²⁵. Kilka lat później inni badacze podają, że potencjalna liczba gatunków bakterii w 1 gramie gleby to 50 tysięcy²⁶.

Co wiemy o interakcjach w przyrodzie?

Czy nasza wiedza o zależnościach, będących istotą badań ekologicznych, jest równie skromna? W podręcznikach znajdziemy wiele różnych terminów określających wzajemne interakcje, takie jak: mutualizm, protokooperacja, komensalizm, drapieżnictwo, pasożytnictwo i inne. O tych zależnościach uczą się już uczniowie w szkołach poczynając od szkoły podstawowej. Z pozoru wydawać by się mogło, że wiedza o nich powinna być spora. Okazuje się jednak, że nasza wiedza o zależnościach jest fragmentaryczna. W podręcznikach ekologii możemy znaleźć opisy struktury I (troficzna), II (konkurencyjna) i III (paratroficzna) rzędowej, które odzwierciedlają wyłącznie interakcje typu pokarmowego i konkurencję. Zaczęto dopiero opracowywać sieci pokarmowe dla zespołów obejmujących 100 gatunków, co jest liczbą nad wyraz skromną, jak na bogactwo gatunkowe przeciętnej biocenozy, obejmującej tysiące gatunków²⁷. O wielu grupach organizmów, do dnia dzisiejszego nie wiemy podstawowej rzeczy; co one jedzą. Żaden ekosystem nie został jeszcze opisany w pełni nawet w odniesieniu do jednej, wydaje się fundamentalnej zależności, jaką jest drapieżnictwo/roślinożerstwo. Robert D. Holt z University of Florida zwraca uwagę, że aby ocenić i znaleźć środki zaradcze na postępującą utratę różnorodności biologicznej i degradację funkcji ekosystemów,

²² J. Weiner J., *Kłopoty z bioróżnorodnością*, „Wszecławiat” 2007, vol. 108(7-9), s. 94.

²³ V. Torsvik, J. Goksøyr, F. L. Daee, *High diversity in DNA of soil bacteria*, „Applied and Environmental Microbiology” 1990, vol. 56, s. 783.

²⁴ E. O. Wilson, *Różnorodność ...*, s. 180.

²⁵ V. Torsvik, i in., *High diversity ...*, s. 786.

²⁶ L. F. W. Roesch, R. R. Fulthorpe, A. Riva, G. Casella, A. K. M. Hadwin, i in., *Pyrosequencing enumerates and contrasts soil microbial diversity*, „The ISME Journal” 2007, vol. 1 (4), s. 283–290, doi:10.1038/ismej.2007.53, [dostęp: 10.09.2014].

²⁷ J. Weiner, *Życie i ewolucja ...*, s. 250.

niezbędna jest wiedza, o tym, kto kogo zjada w przyrodzie²⁸. Pozostałe interakcje, jak np. mutualizm, protokooperacja, komensalizm, amensalizm, drapieżnictwo, pasożytnictwo, nie doczekały się nawet takich opracowań jak dla drapieżnictwa.

Jak skomplikowany jest świat zależności w przyrodzie pozwoli nam zrozumieć poniższy przykład. Odbędziemy wędrowkę ze świata makro do mikro. Wybierzmy się do Australii i zajrzyjmy do wnętrza termitiery, gdzie żyje *Mastotermes darwiniensis*. We wnętrzu tego gniazda żyje kilkaset tysięcy osobników tego gatunku termita, doskonale współpracujących, tworzących jeden „superorganizm”. Sprawdźmy teraz co znajduje się we wnętrzu jednego z osobników, w jego jelicie tylnym. W tej części ciała termita żyje 10¹² bakterii oraz 10 milionów przedstawicieli Protista. Jeden z gatunków Protista został opisany jako *Mixotricha paradoxa*. Okazał się on być w istocie organizmem złożonym z pięciu różnych form prokariotycznych. Jest on swoistym konsorcjum 5 różnych gatunków Protista²⁹. Mówi się o nim „bestia z 5 genomami”. Profesor Lewis Thomas (dyrektor nowojorskiego Ośrodka Badań nad Rakiem) w esejie *The Lives of a Cell* pisze o nim: „Odlóżmy rozpoczęcie wojen nuklearnych do czasu, gdy choćby jeden organizm żywy, np. *Mixotricha paradoxa* zostanie do końca poznany”³⁰.

Przyroda „red in tooth and claw” czy „green in root and flower”?

Jak dzisiaj postrzegamy naturę? Czy traktujemy ją jako nam przyjazną czy wroga? Co uważamy za główną siłę napędową w przyrodzie - walkę czy symbiozę? Starożytni Grecy interpretując zjawiska przyrodnicze, uznawali istnienie harmonii w przyrodzie za podstawową zasadę jej funkcjonowania. Koncepcje tak zwanej „ekologii opatrnościowej”, według której przyroda jest skonstruowana tak, by każdy gatunek mógł żyć w harmonii z innymi, pojawia się w dziełach Herodota i Platona. Przez wieki pojmowanie przyrody niewiele odbiegało od platońskiej „harmonii natury”. Jednak z końcem XVIII wieku, „ekologia opatrnościowa” i „harmonia natury” zostały zastąpione przez takie pojęcia jak dobór naturalny i walka o byt.

Karol Darwin w swojej teorii ewolucji tajemnicę życia na Ziemi opisywał mniej więcej tak: zmienność (przypadkowe powstawanie odmiennych osobników) i selekcja („przeżywanie najstosowniejsze”) to dwie fundamentalne cechy życia na naszej planecie i one prowadzą do powstawania nowych gatunków. „Przeżywanie najstosowniejsze” było zwykle postrzegane jako walka albo przynajmniej okrutna konkurencja. Neo-darwiniści twierdzą, że organizmy podlegają ewolucji, gdy mutacje genetyczne sprawiają, że organizm staje się wydajniejszym we współzawodnictwie i dzięki temu jego geny zostają przekazane następnym pokoleniom. Postrzegają oni przyrodę jako dżunglę, w której organizmy walczą przeciwko sobie, aby przetrwać. Według neo-darwinistów w przyrodzie nie ma miejsca na współpracę, kooperację. Zależności przynoszące obustronne korzyści są traktowane jako wyjątek. Lord Alfred Tennyson, XIX-wieczny poeta angielski, jest autorem słynnego powiedzenia, będącego metaforą ewolucji darwiniowskiej: „Nature, red in tooth and claw”³¹.

²⁸ 2020 Visions, „Nature” 7 January 2010, vol. 463(7), s. 32.

²⁹ L. Margulis, *Symbiotyczna planeta*, tłum. M. Ryszkiewicz, Warszawa 2000, s. 91.

³⁰ T. Lewis, *The Lives of a Cell: Notes of a Biology Watcher*, New York 1974, s. 27.

³¹ A. Tennyson, *Memoriam A.H.H.* 1849, http://en.wikisource.org/wiki/In_Memoriam_A._H._H.; [dostęp 10.05.2013].

Do niedawna ignorowaliśmy rolę zależności symbiotycznych w ekosystemach. Traktowaliśmy je jako ciekawostki (porosty, mikoryza, bakterie brodawkowe). Współczesne badania ekosystemów wskazują, że stosunki między organizmami żywymi są w większości oparte na współpracy, zasadzie współlistnienia i wzajemnych zależnościach oraz, że stosunki te mają mniej lub bardziej symbiotyczny charakter. Interakcje symbiotyczne przenikają współczesne ekosystemy³². Pogląd ujmujący symbiozę jako zjawisko typowe i o podstawowym znaczeniu dla istot żywych powoli toruje sobie drogę we współczesnej nauce. Przyjrzyjmy się kilku wybranym zjawiskom na Ziemi i zobaczymy jaką rolę odgrywa w nich symbioza.

Uczymy się w szkole o mikoryzie (symbioza korzeni roślin z grzybami), ale ilu z nas zdaje sobie sprawę ze skali tego zjawiska i jego znaczenia. Okazuje się, że większość lądowych roślin naczyniowych (90%), a także część mszaków i paprotników żyje w związkach symbiotycznych z grzybami³³. Wynika z tego, że gdyby w przeszłości nie doszło do współpracy grzybów i glonów, nie nastąpiłaby inwazja roślin na ląd, a dzisiaj bez tej kooperacji trudno życie na lądzie by nie istniało. Kolejny proces bez którego trudno wyobrazić sobie życie na lądzie i naszą egzystencję to zoogamia – zapylenie roślin przez zwierzęta, głównie owady. Około 80% roślin, w tym 70% roślin uprawnych, jest zapylna z udziałem zwierząt³⁴. Zapylenie jest więc gwarantem wyżywienia ludzkości.

Jednym z podstawowych praw przyrody jest prawo obiegu materii. Niezwykle ważną rolę w tym procesie spełniają destruenci (bakterie i grzyby), którzy rozkładają substancje organiczne do prostych związków nieorganicznych. Degradacja materii organicznej byłaby jednak praktycznie niemożliwa gdyby nie współpraca mikroorganizmów z bezkręgowcami. Podobnie rozkład martwego drewna dokonuje się jako efekt symbiozy owadów z mikroorganizmami. Większość owadów kambio- i ksylofagów, zasiedlających martwe drewno i przyczyniających się do jego rozkładu, posiada liczne symbiotyczne mikroorganizmy³⁵. Kolejną ważną symbiozą, ułatwiającą życie wielu organizmom, jest obecność bakterii wiążących azot atmosferyczny. Zjawisko to dotyczy nie tylko roślin motylkowych (17,5 tys. gatunków), ale odkryto je u innych roślin naczyniowych, a nawet u niektórych zwierząt (termitów i małży *Teredo*). Celuloza jest najobfitszym surowcem energetycznym na Ziemi. Korzystanie z tego zasobu energii przez roślinożerców jest możliwe dzięki liczным mikroorganizmom obecnym w ich ciele³⁶. Jakikolwiek proces przyrodniczy wzięlibyśmy pod lupę, okazuje się, że kluczową rolę odgrywa w nim symbioza.

Lynn Margulis (biolog amerykańska) w jednej ze swoich książek pisze: „Życie na ziemi rozwinęło się nie w wyniku walki, ale współpracy”³⁷. Pełne zrozumienie roli symbiotycznych interakcji w kształtowaniu ekosystemów i ich roli w procesie ewolucji dopiero przed nami. Może przyszłe pokolenia będą postrzegały przyrodę jako wielką

³² J. Weiner: *Życie i ewolucja...*, s. 589.

³³ B. Wang, Y. L. Qiu, *Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants*, „Mycorrhiza” 2006, vol. 16 (5), s. 299.

³⁴ J. Ollerton, R. Winfree, S. Tarrant, *How many flowering plants are pollinated by animals?*, „Oiko” 2011, vol. 120, s. 321.

³⁵ A. Walczyńska, *Życie we wnętrzu drzewa*, „Wszechświat” 2003, vol. 104, s. 281.

³⁶ J. Weiner, *Życie i ewolucja ...*, s. 382-384.

³⁷ L. Margulis, D. Sagan, *Microcosmos: Four Billion Years of Evolution from Our Microbial Ancestors*, New York 1986, s. 15.

wspólnotę „green in root and flower”, jak określił ją Boucher, proponując alternatywny opis przyrody w stosunku do zaproponowanego przez Tennysona³⁸.

Co wnosi współczesna ekologia do naszego pojmowania świata?

Efektom badań ekologii jest obraz świata niezwykle skomplikowany, w którym wszystkie jego elementy (rośliny, zwierzęta, mikroorganizmy, woda, powietrze, gleba) są powiązane na najprzeróżniejsze sposoby. Barry Commoner (amerykański biolog) w *The Closing Circle* z 1971 tak formułuje I prawo ekologii: „Każda rzecz jest powiązana z wszystkimi innymi rzeczami”³⁹. Uważnie studiując zależności w świecie wokół nas, dojdziemy do wniosku, że każdy gatunek, niezależnie od szerebla rozwoju ewolucyjnego, jest potrzebny, ważny, ma do spełnienia niezwykle rolę. Każdy byt żyje tylko dzięki innym bytom. Istotą życia na Ziemi są zależności, one w pewnym sensie tworzą i warunkują funkcjonowanie biosfery. Tylko zaakceptowanie tego podstawowego prawa ekologicznego, planowanie wszelkich działań w przyrodzie zgodnie z nim, pozwoli nam na rozwiązanie problemów ekologicznych na naszej planecie.

Często przyrównujemy życie na Ziemi do sieci pajęczej. W sieci pajęczej nie ma nitek mniej lub bardziej ważnych, podobnie w przyrodzie, każdy gatunek jest ważny, ma do spełnienia, określoną, pożyteczną rolę w ekosystemie jako całości. W pięknych słowach pisze o tym Lewis Thomas (lekarz, poeta): „...nie ma istot prawdziwie samotnych. Wszystkie stworzenia są, w pewnym sensie, związane z całą resztą i od niej zależne”⁴⁰. Oznacza to, że świat jest przyjazny. Nic nam na dobrą sprawę nie zagraża. Każda istota spełnia wobec nas służebną rolę, jest w pewnym sensie naszym przyjacielem. Zapewne większości z nas taka perspektywa wydaje się podejrzana, a może dla wielu z nas nie jest ona radosną (?). Wszystko zależy od tego, czy jesteśmy w stanie spojrzeć szerzej i dalej, niż sięga nasza (ograniczona zwykle) ludzka perspektywa. Ekologia dowodzi bezsprzecznie, że każdy drapieżnik, pasożyt czy organizm chorobotwórczy (a więc te, które nam tak trudno określić mianem sprzymierzeńca czy przyjaciela), odgrywa niezwykle ważną rolę dla funkcjonowania ekosystemu, jest gwarantem utrzymania homeostazy, a więc gwarantem istnienia innych form życia.

Paul Sears nazywa ekologię wywrotową dziedziną⁴¹. Co pozwala tak mówić o ekologii? Biolog Neil Everndon (1978) w eseju „Beyond Ecology” tak ową ideę ujmuje: „Prawdziwie wywrotowym elementem w ekologii nie jest żadna z jej wyrafinowanych koncepcji, lecz jej podstawowe założenie: Wzajemne powiązanie wszystkiego”⁴². Przyjęcie tego założenia oznacza całkowitą zmianę perspektywy dla badacza, ale też dla zwykłego zjadacza chleba. Przyjęcie i pełne zrozumienie tego podstawowego założenia oznacza „rewolucję”, zupełną zmianę w podejściu do przyrody i jest tym czego dzisiaj najbardziej potrzebujemy.

³⁸ A. Fausto-Sterling A. 1993, *Is Nature Really Red in Tooth and Claw?*, „Discover” 1993, vol. 14, s. 27.

³⁹ B. Commoner, *The Closing Circle: Nature, Man, and Technology*, New York 1970, s. 126.

⁴⁰ M. Dowd, *Earthspirit. A Handbook for Nurturing an Ecological Christianity*, Connecticut 1991, s. 16.

⁴¹ B. Devall, G. Sessions, *Ekologia głęboka...*, s. 117.

⁴² Tamże, s. 76.

Резюме

О тайне жизни на Земле

Состояние наших знаний о функционировании биосферы является чрезвычайно скромным. Экология это наука, которая пытается разгадать тайну жизни на Земле и позволяет понять научное обоснование для ее защиты. Ее называют «супер-наукой», объединяет все сферы биологических исследований и помогает в принятии экологических решений. Несмотря на сотни лет напряженной работы ботаников и зоологов, даже приблизительно не знаем, сколько видов живет на Земле. Со времени Линнея познакомились ок. 1,9 милл. видов, в то время как по оценкам число видов достигает до 100 милл.. Тем не менее на планете можем найти необычные места, богатые неизвестными видами. Кроме того, даже в Польше, многие виды ждут, чтобы быть обнаруженными. Наше знание отношений в природе является неполном. Изменяются наши знания о роли отдельных взаимодействий в природе. До недавнего времени, мы игнорировали роль симбиотических зависимости в экосистемах. Современные исследования экосистем показывают, что отношения между живыми организмами, в большинстве построены на основе сотрудничества, принципе сосуществования и взаимозависимости, и что эти отношения имеют более или менее симбиотический характер. Полное понимание роли симбиотических взаимодействий в формировании экосистем и их роль в процессе эволюции еще впереди. Тщательно изучая зависимости в мире вокруг нас, мы приходим к выводу, что каждый вид, независимо от уровня эволюционного развития, важен и ему приходится выполнять уникальную роль. Сутью жизни на Земле являются взаимные зависимости, это они, в некотором смысле, создают и определяют функционирование биосферы. Земля является чудом и жизнь на ней по-прежнему остается для нас загадкой.

Summary

The mystery of life on Earth

The state of our knowledge on the functioning of the biosphere is limited. Science, which is trying to unravel the mystery of life on Earth is ecology. It is a science that allows us to understand the scientific evidence to protect life on our planet. Called "super science", combines all areas of biological research and helps in making environmental decisions. Despite hundreds of years of hard work of botanists and zoologists we still do not know how many species live on Earth. Since the time of Linnaeus about 1.9 million species were described, while the estimated number of species is as high as 100 million species. Still on the planet in the twenty-first century, after hundreds of years of research, you can find unusual places, rich in species new to science. Also in Poland, many species waiting to be discovered. If you simply assume that there are about 5 to 30 millions of species, we need several centuries to describe them all. Our knowledge about the relationships in nature is fragmentary. Our knowledge about the importance of different interactions in nature is changing. Until recently, the role of symbiotic interactions in ecosystems was ignored. Modern studies of ecosystems have shown that the relationships between living organisms are mostly based on cooperation, the principle of co-existence and mutual dependency, and that these relations are more or less symbi-

otic. Full understanding of the role of symbiotic interactions in establishing ecosystems and their role in the process of evolution is yet to come. Carefully studying the relationships in nature, we come to the conclusion that each species, regardless of the level of evolutionary development, is important, it has to fulfill a unique role. The essence of life on Earth are interactions, they in a sense, create and determine the functioning of the biosphere. It is almost certain that we will never be able to describe all living species on Earth, recognised countless interactions between them.

