

JANUARY WEINER

Instytut Nauk o Środowisku

Uniwersytet Jagielloński

Ingardena 6, 30-060 Kraków

e-mail weiner@eko.eko.uj.edu.pl.

Motto:

— A, ba! — rzekła pani du Val-Noble — to tak jak
ze śledziem, który jest najchytrzejszą z ryb.

— Dlaczego?

— Tego właśnie nikt nie mógł się dowiedzieć.

Balzac, tłum. Tadeusz Żeleński-Boy

BLASKI I NĘDZE ŻYCIA EKOLOGA

HISTORIA NATURALNA

Historia naturalna tym się różni od historii, że nie dotyczy wydarzeń będących skutkiem celowego działania ludzi, ale takich zjawisk, których przebiegiem kierują ślepe siły przyrody i wrodzone właściwości organizmów. Historia ekologii jest niewątpliwie historią naturalną. Ekologia ewoluje nie tylko dlatego, że nagro-



January Weiner, słowa kluczowe:

1947, A_{max} , allometria, autor, bioenergetyka, biologia, biosfera, *Capreolus capreolus*, cabernet sauvignon, Darwin K., ekologia, ekosystem, Erbarme dich,

madza się wiedza faktograficzna, rozbudowuje hierarchiczny system teorii i hipotez i unowocześniają się metody — jak to jest w innych naukach przyrodniczych. W ekologii wiele metod nie zmieniło się od samego początku, szereg ważnych problemów postawionych sto lat temu nadal oczekuje rozwiązania, za to zmienia się ciągle obiekt badań, zespół pojęć i sam zakres domeny. Patrząc z zewnątrz, ekologię można trafnie zdefiniować jako jeden z programów badawczych biologii (WEINER 1999); taka definicja jednak niewiele daje współczesnemu ekologowi, który chciałby zrozumieć logikę rozwoju uprawianej przez siebie dziedziny po to, by wiedzieć co sam powinien robić. Okrągłe daty — jak przełom tysiącleci — skłaniają do takich refleksji nawet chłodnych racjonalistów.

Kiedy Darwin w 1859 r. wytyczył nowy obszar badań przyrodniczych, nazwany parę lat później przez Ernsta Haeckla ekologia, związek tej nauki z ewolucjonizmem był oczywisty i niepodważalny. Samemu Darwinowi nie przy-

mein Gott!, ewolucja, Ferdynand, FSO 1500, gaga-ku, GIS, Grodziński W., herbata, Humboldt A. v., January 3, jaskinia, Kraków, lutownica, Messiaen O., Mongolia, Marburg, NSF, PAN, PAU, *Phodopus sungorus*, profesor, ptak, Popper K., Puszcza Niepolomicka, recenzja, różnorodność, rysunek, Szostakowicz D., tokarka, Trzeci Kampus, Uniwersytet Jagielloński, USA, Wanda, Wilson E.O., wykład, zegar słoneczny, życie.

szło nawet do głowy, żeby problematykę ekologiczną jakoś szczególnie wyróżnić spośród reszty zagadnień omawianych w „O powstawaniu gatunków”. Dzisiejsi autorzy podręczników ekologii dowodzą, że to Darwin był jej ojcem, cytując słynną frazę o „entangled bank” (zwrot dość niezręcznie przetłumaczony w pierwszym polskim wydaniu „O powstawaniu gatunków” jako „zarośnięte wybrzeże” — chociaż chodzi tu raczej o to, co po góralsku nazywa się „brzyzek”): „Jakże to frapujące, kiedy — przyglądając się gęsto zarośniętemu zboczowi, pokrytemu mnóstwem roślin różnych gatunków, z ptakami śpiewającymi wśród krzewów, z rozbakami owadami unoszącymi się w powietrzu i robakami pełzającymi wskroś wilgotnej gleby — zdamy sobie sprawę, że te przedziwne złożone formy, tak bardzo różniące się między sobą i uzależnione od siebie w sposób tak skomplikowany, wszystkie są wynikiem działania praw, które nadal działają wokół nas”.

W dziele Darwina są jednak głębsze odniesienia do tego, co dziś nazywamy ekologią. Oczywisty jest związek ekologicznego pojęcia konkurencji wewnątrzgatunkowej z ewolucyjnym pojęciem doboru, a także funkcjonalne powiązanie ekologicznej adaptacji (przystosowania) z ewolucyjnym dostosowaniem (ang. fitness). Darwin pisał również o konkurencji międzygatunkowej i innych wielogatunkowych interakcjach, w tym o relacjach troficznych, antycypując pojęcie ekosystemu, o geochemicznej roli zespołów organizmów, o wpływie różnorodności gatunkowej na produktywność i stabilność ekosystemów (choć, oczywiście, nie posługiwał się żadnym z tych terminów). Za czasów Darwina nie było genetyki i biologii molekularnej, toteż właśnie dane ekologiczne stanowiły żrąb empiryczny biologii ewolucyjnej.

Wytarte zwroty mówią o darwinowskiej rewolucji, o tym, że jego teoria pchnęła nauki przyrodnicze na nowe tory. Rzeczywiście, po Darwinie nie sposób było uprawiać biologii tak jak dawniej. Istotnie, teoria Darwina była niezwykle płodna, przede wszystkim dlatego, że odsłoniła ogromny obszar nowych pytań. Można było zatem oczekiwać szybkiego i harmonijnego rozwoju obojga bliźniąt: ekologii i ewolucjonizmu. Nic takiego jednak nie nastąpiło. Teoria ewolucji rozwijała się dość powoli, dopiero w latach 30. naszego wieku nastąpiło raptowne przyspieszenie. Zaś stuczterdziestoletnia historia ekologii — to meandry leniwych i nieraz mętnych nurtów, wśród których pojawiały się nawet prądy wsteczne, płynące wbrew biologii ewolucyjnej. Dziś, u progu XXI w. wydaje się, że ekologia rozlała się szeroką i bystrą rzeką.

Główne nurty ekologii (badania biocenoz, ekosystemów i całej biosfery, biogeochemia, część problematyki obecnie nazywanej badaniami bioróżnorodności) rozmięły się z biologią ewolucyjną. Trwający do tej pory rozłam rozpoczął się sto lat temu. Kontrowersje zapoczątkowali amerykańscy botanicy: H.S. Cowles i F. E. Clements (później dołączył do nich zoolog V. E. Shelford), którzy pod wrażeniem zaobserwowanych, powtarzalnych wzorców w strukturze i dynamice układów ekologicznych, przypisali im właściwości superorganizmów, nie dbając zupełnie o to, jak się mają ich interpretacje do teorii Darwina. Clements wywarł wielki wpływ na dalszy rozwój ekologii, wyznaczając kierunki badań i kreując terminy takie jak sukcesja czy klimaks, którymi od tej pory posługują się wszyscy ekolodzy. Fundamentalną krytykę tych poglądów zapoczątkował w latach 20. amerykański botanik, H. A. Gleason, który — stojąc twardo na gruncie teorii ewolucji — proponował inne wyjaśnienia obserwowanych wzorców.

Spór sprzed stu lat referują niektóre podręczniki ekologii (COLINVAUX 1992, BEGON i współaut. 1996), rzadko zwracając uwagę na jego ciągłą aktualność (WEINER 1999). Podejście superorganizmalne atakowano od czasów Gleasona wielokrotnie, aż po ŁOMNICKIEGO, który w 1978 r. ogłosił w „Wiadomościach Ekologicznych” artykuł, noszący znamiona manifestu: „Przygody ekologów i ewolucjonistów w krainie superorganizmów”. Analiza Łomnickiego odwoływała się między innymi do psychologicznych powodów popularności idei, tak czy inaczej nazywanego superorganizmu, co wyjaśnia nieco uporczywość tego sposobu rozumowania, ale nie tłumaczy do końca powodów ciągłego odradzania się tego sposobu myślenia w ekologii. W dyskusji, która się potem wywiązała, wielu autorów wyrażało pogląd, że problem jest dawno przebrzmiały, a Łomnicki atakuje słomianą kukłę. A przecież to dopiero później niebywałą karierę zrobiła superorganizmalna hipoteza Gai (LOVELOCK 1979) i nastąpiła konsolidacja grupy eko-holistów wokół nestora ekologów, Howarda T. Oduma (JORGENSEN i współaut. 1992, ODUM 1995).

Ortodoksyjnie darwinowskie były natomiast kierunki badawcze plasujące się na obrzeżu ekologii: fizjologia porównawcza, etologia, niektóre elementy ekologii populacyjnej. Nie jest przypadkiem, że zgodność z darwinowskim paradygmatem i zainteresowanie ewolucyjnymi pytaniami szło w parze z poprawnością metodologiczną i sprawnością warsztatową „mocnego wnioskowania”, co zapewniało tym kierun-

kom wymierny sukces. To na tym pograniczu doszło do spektakularnych odkryć, które w bezprzykładny sposób wstrząsnęły opinią publiczną i z ewolucyjnej ekologii uczyniły temat salonowych konwersacji i debat telewizyjnych. Można dowieść, że poszukiwania ewolucyjnych mechanizmów kooperacji organizmów, z których ostatecznie wywodzi się teoria doboru krewniaczego, samolubny gen i cała socjobiologia, zainspirowane zostały przez problem *par excellence* ekologiczny: postawione przez WYNNE-EDWARDSA (1962) pytanie o mechanizm samoregulacji populacji, który byłby zgodny z teorią Darwina. Bystry nurt ekologii ewolucyjnej, który się z tego wyłonił, przez długie lata nie powracał do głównego koryta, gdzie stagnowały odmęty ekologii populacji, biocenoz i ekosystemów.

Jednak po czterdziestu prawie latach sukcesów ekologii ewolucyjnej kolejne prace, które przy pomocy badań behawioru czy alokacji zasobów dowodzą, że Darwin w zasadzie miał rację, wskazują na stopniowe wyczerpywanie się tego programu badawczego. Można czasem odnieść wrażenie, iż adepci tego kierunku wciąż szukają zegarka pod latarnią, bo tam jasno i bezpiecznie, podczas gdy poza wąskim snopem światła teorii ewolucji nic nie widać, zegarka szukać trzeba po omacku, narażając się na zarzut ignorowania paradygmatu i stosowania błędnej metodologii. Skoro obiekty badań konstytuujące dziedzinę ekologii: wielogatunkowe zespoły i ekosystemy — to trudno uchwytnie abstrakcje, ekolodzy ewolucyjni wolą pozostać przy konkretnym organizmie.

ZŁOTA DEKADA

Trzeba uważać, aby hydrograficzno-horologiczna metaforyka nie zaprowadziła nas za daleko. Nie jest bowiem prawdą, że tylko w obrębie nurtu ekologii ewolucyjnej dokonywał się szybki postęp, dzięki poprawnej metodologii i płodnemu paradygmatowi. Również klasyczna, rdzenna ekologia zespołów i ekosystemów miała swój świetny okres, kiedy precyzyjnie formułowano ważne pytania, ostrymi narzędziami matematycznych modeli i eksperymentów testowano hipotezy mieszczące się w tym samym, darwinowskim paradygmacie, co ewolucyjne dociekania na temat obyczajów osobników i genetyki populacji. Mam na myśli lata 60., kiedy to zainicjowano wiele naraz kierunków, które wyznaczyły ramy badań ekologicznych na następne dziesięciolecie. Oto garść przykładów:

1960: N. G. Hairston, F. E. Smith i L. B. Slobodkin stawiają hipotezę („HSS”) wyjaśniającą równowagę w ekosystemach jako wynik interakcji pomiędzy poziomami troficznymi;

1961: J. H. Connell publikuje wyniki pionierskich, eksperymentalnych badań terenowych nad interakcjami międzygatunkowymi;

1962: V. C. Wynne-Edwards stawia problem regulacji populacji i altruizmu;

1963: W. D. Hamilton ogłasza teorię doboru krewniaczego. Tym samym położone zostają podwaliny socjobiologii;

1964–1974: Międzynarodowy Program Biologiczny (IBP) — badania produktywności upowszechniają stosowanie ilościowych metod w ekologii ekosystemów, dzięki międzynarodowej współpracy obiektem ekologii staje się cała biosfera; badania bioenergetyczne dostarczają materiału dla przyszłych analiz optymalizacji historii życiowych;

1964: P. R. Ehrlich i P. H. Raven oraz J. Janzen (1966) inicjują badania koewolucji w biocenozach;

1966: praca R. H. MacArthur i E. R. Pianki o optymalnym wykorzystaniu mozaikowego siedliska staje u podstaw późniejszego rozwoju ekologii behawioralnej i badań nad ewolucyjną optymalizacją historii życiowych;

1966, 1969: E. C. Pielou publikuje wpływowe książki, ugruntowujące znaczenie matematyki w ekologii;

1967: F. H. Bormann i G. E. Likens publikują pierwsze wyniki wieloletnich badań w zlewniach Hubbard Brook, inicjując eksperymentalne, wielkoskalowe (w czasie i przestrzeni) badania ekosystemów;

1967: R. H. MacArthur i E. O. Wilson ogłaszają swoją teorię biogeografii wysp;

1967: R. W. Whittaker proponuje gradientową analizę zespołów roślinnych.

Zapewne można by wymienić jeszcze wiele innych brzemiennych w skutki wydarzeń naukowych z tamtego okresu. Nie wszystkie z wymienionych tu koncepcji do dziś zachowały znaczenie. Skrupulatni historycy nauki zauważają na pewno, że wiele ważnych wątków zainicjowano nieco wcześniej (np. prace G. E. Hutchinsona z lat 1958 i 1959 na temat niszy i różnorodności gatunkowej) lub nieco później (analizy matematyczne dynamiki populacji R. M. Maya, z początku lat 70.). Ale koncentracja istotnych osiągnięć ekologii w latach 60. jest wyraźna. Nic dziwnego, że wielu adeptów lgnęło wówczas do ekologii z czystego entuzjazmu dla nauki. Amerykańskie Towarzystwo Ekologiczne pod koniec lat 50. liczące około 2000 członków, w ciągu

parunastu lat urosło do 6500. Podobnie było w innych krajach.

Charakterystyczną cechą tego okresu było zajmowanie się fundamentalnymi problemami teoretycznymi i wyraziste piętno wielkich indywidualności — takich jak G.E. Hutchinson, R. H. MacArthur czy E. O. Wilson. Wyjątkiem był Międzynarodowy Program Biologiczny — wielkie przedsięwzięcie organizacyjne, angażujące rzesze bezimiennych badaczy, a przy tym pierwszy w ekologii wielki projekt nastawiony na

praktykę. Wprawdzie wyniki IBP miały zdecydowanie większe znaczenie teoretyczne niż praktyczne, a w tłumie ekologów produktywności i bioenergetyków zaznaczyły się wielkie indywidualności (międzynarodową pozycję wyrobili sobie wówczas także badacze polscy), jednak rychło okazało się, że był to zwiastun zmiany stylu uprawiania ekologii.

Kres złotemu wiekowi ekologii położyło zajęcie się problemami stosowanymi.

KŁĘSKI EKOLOGICZNE

Przełom lat 60. i 70. to eksplozja zainteresowania ochroną środowiska. W 1972 r. ukazał się pierwszy „Raport rzymski”; lawina popularnych publikacji o wyczerpywaniu się zasobów naturalnych, zanieczyszczeniach wszystkiego i wymieraniu gatunków przytłoczyła opinię publiczną. Ekolodzy uwierzyli, że to ich sprawa i zachłysnęli się niespodziewaną popularnością. Właśnie wtedy słowo „ekologia” weszło do potocznego języka, ale w krótkim czasie przestało znaczyć to, co znaczyło od czasów Haeckla i stało się synonimem wielu rozmaitych pojęć — od praktycznej ochrony środowiska, poprzez planowanie przestrzenne, inżynierię sanitarną, zanieczyszczenia przemysłowe i inne nieszczęścia („ekologia daje się nam we znaki”), aż po różne ideologie, działalność polityczną i rozmaite szalbierstwa. Autor tego opracowania w sytuacjach towarzyskich starannie ukrywa fakt, że jest z zawodu ekologiem, i to bioenergetykiem, aby nie być wziętym za kogoś w rodzaju nawiedzonego różdżkarza o lewackich skłonnościach.

Daleki jestem od lekceważenia ochrony środowiska, jako działań niezbędnych dla utrzymania znośnych warunków życia ludzi na Ziemi. Zaryzykuję jednak twierdzenie, że ochrona środowiska, jak mało która dziedzina stosowana, pozbawiona jest twórczego wpływu na nauki podstawowe; dwie pozostałe dziedziny aplikacyjne, związane z ekologią: gospodarka zasobami naturalnymi (np. rybactwo, łowiectwo, leśnictwo) i ochrona przyrody (gatunkowa i rezerwatowa) w większej mierze posiłkują się wynikami nauk biologicznych i dlatego dostarczają im inspiracji, chociaż nie można tego nawet porównywać ze sprzężeniem zwrotnym teorii i praktyki w takich choćby dziedzinach, jak biologia molekularna i medycyna.

Praktyka nie może czekać na opracowanie spójnej, niesprzecznej, metodologicznie poprawnej teorii ekologicznej. Trzeba gospodarować naturalnymi populacjami ryb i zwierzyń, ho-

dować lasy, chronić przyrodę, utylizować odpady, rekultywować hałdy i tak dalej. W tej sytuacji ekologia stosowana radzi sobie, dokonując niedalekich ekstrapolacji i uogólnień indukcyjnych, wypracowując praktyczne algorytmy, podobnie jak dawni budowniczy stawiali mosty i katedry, chociaż nie znali tych wszystkich teorii fizycznych, których dziś uczą na pierwszym roku politechniki. Powszechny dostęp do silnych komputerów pozwala, do celów praktycznych, używać ekstensywnych modeli cyfrowych i dokonywać skutecznych (dla doraźnych potrzeb) symulacji złożonych układów ekologicznych. Na przykład, chociaż wiadomo, że model logistyczny jest w zasadzie błędny, to przecież na krótką metę pozwala modelować dynamikę niektórych populacji. O sukcesji wiadomo na pewno tylko to, że jest procesem stochastycznym — co wyklucza możliwość przewidywania jej przebiegu inaczej, niż w oparciu o szczegółową znajomość każdego konkretnego układu. Ale uogólnione dane obserwacyjne wystarczają, by skutecznie prowadzić kontrolowaną sukcesję na nieczynnych wysypiskach śmieci i hałdach kopalni odkrywkowych. Gospodarka leśna w tej części Europy wciąż jeszcze opiera się na tradycji pozbawionej teoretycznych podstaw — i jakoś działa.

Ochronę środowiska człowieka od ekologii — nauki biologicznej, oddziela przepaść, z jednej strony dlatego, że większość praktycznych problemów daje się rozwiązać w oparciu o wiedzę zdobytą przed wielu laty i zdrowy rozsądek, bądź też — są to zagadnienia w ogóle nie mające nic wspólnego z biologią (np. czysto techniczne problemy chemii przemysłowej czy inżynierii sanitarnej). W każdym razie, większość trudności, jakie piętrzą się przed praktyką ochrony środowiska, nie wynika z niedorozwoju nauk podstawowych, ale z braku pieniędzy, niedostatków społecznej świadomości lub zacofania technologii.

Adepci ekologii, poznający tę dziedzinę z podręczników, stają wobec nie lada problemu: oto podręczniki pełne są głębokich rozważań teoretycznych na temat marginalnych zagadnień ekologii oraz masy faktów, przykładów i strzępów teorii, dotyczących zagadnień fundamentalnych, a kończą się zwykle apokaliptycznymi wizjami zagrożenia środowiska naturalnego człowieka, któremu jakoś ma przeciwdziałać cała ta ekologiczna wiedza, tylko nie wiadomo jak. Łatwo dojść mogą do nihilistycznego wniosku, że „katastrofa ekologiczna” to nic innego, jak stan, w jakim znajduje się ta dziedzina nauki.

Wrażenie to pogłębia fakt, że u zarania dziejów ekologii pojawiło się kilka istotnych pytań, na które do tej pory nie znaleziono zadowalających odpowiedzi. Wymienię tylko dwa charakterystyczne przykłady. Już w 1870 r. konkurent Darwina, A. R. Wallace, zauważył wzorzec rozmieszczenia geograficznego różnorodności gatunków: największa wartość w strefie równikowej, malejąca w kierunku obu biegunów. Sprzed stuleci pochodzą pierwsze wzmianki o regularnych, cyklicznych zmianach liczebności gryzoni; systematyczne próby wyjaśnienia tego zjawiska podjęli ekolodzy przed z górą 70. laty. I oto — jak przyznają w 1999 r. autorzy publikacji jubileuszowych na 50-lecie czasopisma „Oikos” — oba te zagadnienia są dalekie od rozwiązania. O pierwszym wiadomo, iż spośród dziesiątek zaproponowanych hipotez jedne popadają w błędne koło, inne są w sprzeczności z faktami (ROHDE 1999). Co się zaś tyczy cykli populacyjnych, STENSETH (1999) na zakończenie swojego przeglądu doszedł do wniosku, że temat ten jeszcze przez wiele lat będzie inspiracją dla kolejnych pokoleń badaczy (co go wyraźnie ucieszyło). W czasie, gdy ekolodzy bezskutecznie borykali się z tymi dwoma (i jeszcze paru innymi) zagadnieniami, powstały z niczego i rozwinęły się niebywale całe nowe dziedziny biologii, takie jak genetyka, biochemia czy biologia molekularna. Trudno to nazwać inaczej niż klęską ekologii, ale nie ma powodu do rozpacz. Nawet fizycy mają swoje problemy nierozwiązane od lat.

Klęską brzemieną w skutki może być dla ekologii niepowodzenie w rozwiązaniu istotnych problemów ludzkości, do czego ekolodzy sami się garna. Od początku lat 70. ekolodzy dają do zrozumienia, że ich badania uratują świat — a to przed głodem, a to przed zanieczyszczeniami przemysłowymi, a to znowu przed ociepleniem globalnym. Deklaracje te zwykle wyprzedzają rozwój podstawowych badań, które mogłyby dopiero dać przesłanki dla badań stosowanych. Jednym z powodów jest zapewne walka o środki

na badania (ekologów jest dużo, a uprawianie ekologii jest kosztowne), w konkurencji z niezwykle popularnymi innymi dziedzinami biologii, których tryumfy trafiają na pierwsze strony gazet.

Z początkiem lat 90. amerykańscy ekolodzy przystąpili do ofensywy ostro stawiając tezę, że bez intensyfikacji badań ekologicznych niemożliwe będzie rozwiązanie problemów ludzkości. Manifest opublikowany w „Ecology” (LUBCHENCO i współaut. 1991) streścić można przepisując słowa kluczowe: różnorodność biologiczna, biosfera, badania ekologiczne, podejmowanie decyzji o środowisku, zmiany globalne, kalendarz badań, fundusze na badania, priorytety badawcze, sustainability, sustainable ecological systems (wciąż nie wiem, jak to nazwać po polsku). Manifestów było więcej, w czasopismach naukowych, popularnych i prasie codziennej. Zwłaszcza dwa słowa kluczowe zrobiły karierę: sustainable biosphere i biodiversity. Tymi hasłami, za Amerykanami, zaczęli dekorować podania o granty ekolodzy na całym świecie, jedni — w poszukiwaniu odpowiedzi na najistotniejsze pytania dotyczące ogólnych praw rządzących rozwojem biocenoz i funkcjonowaniem ekosystemów, inni — *sordidi lucri causa...*

Z jednej strony zmierzano bowiem do konsolidacji wysiłków badawczych w najbardziej obiecujących kierunkach (i zdobycia na nie odpowiednich środków), z drugiej — oficjalnie zaliczono do ekologii wszelkie prace związane z ochroną środowiska, choćby zupełnie jałowe poznawczo.

Hasła „sustainable biosphere” i „biodiversity” mogły liczyć na rezonans w szerokich kręgach społeczeństwa. Opinia publiczna była przygotowana na ich przyjęcie. W latach 80. ogromną popularność zyskała tak zwana hipoteza Gai (LOVELOCK 1979). Słusznie odrzucona przez naukę jako fantazja pozbawiona dyscypliny metodologicznej, odegrała przecież ogromną rolę, uświadamiając milionom laików, że biosfera jest zintegrowanym systemem, którego stan może ulegać zmianom, oraz, że te zmiany mogą być dla nas dotkliwe. Elokwencja Lovelocka okazała się tu skuteczniejsza, niż podręczniki akademickie. Inne z kolei popularne książki (choćby „Silent spring” R. Carson) uwrażliwiły publiczność na problematykę wymierania gatunków za sprawą nieroztropnych działań człowieka. Odwołano się przy tym do emocji, przechodząc do porządku nad racjonalnymi uzasadnieniami tezy o samostabilności biosfery i znaczeniu bogactwa gatunkowego dla jej funkcjonowania. Przy tej sposobności wyszła na jaw szokująco słaba znajomość różnorodności taksonomicznej świata (MAY 1988); chwycili

wiatr w żagle wegetujący do tej pory taksonomie, fauniści i floryści.

Zwrócenie uwagi na te dwa problemy nie było jedynie koniunkturalne. Rzeczywiście, oba zagadnienia: utrzymywanie się i zmiany równowagi chemicznej i termodynamicznej w biosferze oraz pochodzenie i znacznie różnorodności gatunkowej, stanowią kluczowe pytania współ-

czesnej biologii. Ekologia jest najważniejszą domeną biologii, aby podjąć wyzwanie. Choć ciągle zamiast oryginalnych pomysłów badawczych pojawiają się inicjatywy organizacyjne (GOSZ 1999), to jednak na przełomie wieków widać oznaki zmian w sposobie uprawiania ekologii, które napawają otuchą (WEINER 2000).

KLIMAKS ?

Optymizm swój opieram na kilku przesłankach. Po pierwsze, coraz wyraźniej widać powrót zainteresowania badaczy fundamentalnymi problemami ekologii (LAWTON 1999), widać to nawet w spisach treści czasopism poświęconych ekologii stosowanej.

Po drugie, wyraźnie zaznacza się zbliżenie między ekologią ekosystemów (w tym ekosystemu globalnego) a biologią ewolucyjną. W szczególności, podejmowane są wysiłki w celu zasypania sztucznego podziału pomiędzy ekologią zespołów (już w latach 60. silnie powiązaną z ekologią ewolucyjną) a ekologią ekosystemów, przy czym w coraz większym stopniu korzysta się tutaj z kontrolowanych eksperymentów laboratoryjnych i terenowych do testowania jasno sformułowanych hipotez (SCHULZE i MOONEY 1994). Rygorystyczną analizą — w miejsce dawnych opisowych dywagacji — objęto strukturę troficzną ekosystemów i różnorodność gatunkową biocenoz, unieważniono przy tym wiele dawnych uogólnień, których wyrugowanie z podręczników akademickich zajmie jeszcze wiele lat. Wstępem do tej poprawy jakości badań ekologicznych były potępienie spory metodologiczne ekologów na tle badań nad tworzeniem się zespołów (ang. species assembly) i konkurencją, które miały miejsce w latach 80. (STRONG i współaut. 1984, DIAMOND i CASE 1986). Polemiki te były nacechowane emocjami, jakich w biologii nie bywało chyba od czasów Darwina. Choć starcia te postronnym obserwatorom mogły się wydawać wręcz niesmaczne, to przecież ich znaczenie dla wyostrenia narzędzi badawczych ekologii jest dziś oczywiste.

Wreszcie, wielkie znaczenie ma postęp metodologiczny, polegający na wypracowaniu odpowiedniego warsztatu do badań układów biologicznych w wielkiej skali. Składają się na to trzy czynniki:

1) rozwinięcie technik badawczych umożliwiających obserwacje w dużej skali przestrzennej;

2) nagromadzenie danych i rozwinięcie metod, pozwalających analizować dynamikę ukła-

dów ekologicznych w skali dziesięcioleci, a także setek tysięcy i milionów lat;

3) nowe podejście badawcze, które ma już swoją nazwę — makroekologia.

Problem wyboru odpowiedniej skali nie od dziś zaprzęta uwagę ekologów (WIENS 1990). Układy ekologiczne rozciągają się na wielkich obszarach przestrzeni i czasu. Tymczasem — jak dowodzi tego analiza publikacji ekologicznych — dotychczas najczęściej obiektem badań były powierzchownie próbne obejmujące kilku metrów kwadratowych, obserwowane przez kilka lat (GOSZ 1999).

Możliwość dokonywania obserwacji w wielkiej skali zawdzięczamy przede wszystkim metodom satelitarnym. Czym innym jest bowiem żmudne rekonstruowanie globalnych wzorców klimatycznych czy biogeochemicznych na podstawie lokalnych danych z rozproszonych punktów pomiarowych, a czym innym bezpośrednia obserwacja i pomiar, na przykład rozkładu temperatury, składu chemicznego atmosfery i koncentracji chlorofilu całej planety równocześnie, i to przez okres dziesiątków lat. Skoro biosfera jest zintegrowanym ekosystemem, to należy badać jej właściwości i dynamikę jako całości, i dopiero potem wyjaśniać zaobserwowane wzorce redukując je do procesów elementarnych; wszak takie postępowanie sprawdza się najlepiej przy badaniu wszelkich skomplikowanych układów.

Pokonanie problemu skali czasowej jest bardziej złożone. Musiało upłynąć wystarczająco dużo czasu od zapoczątkowania badań ekologicznych, żeby w długich seriach danych można było zaobserwować powtarzalne wzorce. Konieczne jest jednak celowe projektowanie nowych, wieloletnich obserwacji i eksperymentów. Stwarza to poważne trudności: przeciętny cykl doktoratu trwa zaledwie 3–4 lata (a przecież to doktoranci stanowią motor postępu w naukach przyrodniczych!), również agencje finansujące badania ze zrozumiałych względów nie są skłonne inwestować w programy, których wyniki będzie można ocenić za kilkadziesiąt lat.

Nie są to jednak trudności nie do pokonania, jak o tym świadczy sieć stacji do badań długoterminowych (ang. Long Term Ecological Research — LTER), założona w USA, obecnie rozpościerana na inne kraje.

Znacznie większą skalę czasową zapewniają badania paleobiologiczne, paleoklimatologiczne i paleogeochemiczne. Dzięki spektakularnemu postępowi technicznemu, nowe metody (badanie odwiertów lodu Antarktyki i rdzeni wiertniczych z dna oceanu, zastosowanie izotopów stabilnych) pozwalają obserwować, porównywać i analizować powtarzalne wzorce w dynamice biosfery na przestrzeni setek tysięcy i milionów lat.

Szczególnie interesującą propozycją badawczą jest makroekologia (BROWN i MAURER 1989, BROWN 1995). Zdaniem twórcy tego neologizmu, J. H. Browna, makroekologia nie jest subdyscypliną ekologii, tylko jednym z jej programów badawczych. Chodzi o prowadzenie obserwacji i opis zachowań złożonych układów w taki sposób, by można było wyodrębnić powtarzalne wzorce i dokonywać indukcyjnych uogólnień za pomocą analiz statystycznych. Nie jest to całkiem nowy wynalazek, jednak zasługą J. H. Browna i B. A. Maurera jest konsekwentne stosowanie takiego podejścia w ekologii. Złożone układy często wykazują właściwości

wynikające z interakcji elementów składowych. Bardzo trudno przewidzieć zachowanie złożonych układów, badając je „od dołu” (ang. „bottom-up”), poprzez elementy składowe. Dotychczasowe zmagania ekologów — holistów z cechami wyłonionymi (emergentnymi) prowadziły przeważnie na manowce mętnej metafizyki (JORGENSEN i in. 1992, ODUM 1995).

Makroekologia, postulująca badanie układów „od góry” (ang. „top-down”) stanowi dla metafizycznego hólizmu konkretną alternatywę. Jak dotąd największe pole do popisu znalazła na terenie biogeografii, gdzie poszukuje ewolucyjnych wyjaśnień obserwowanych wzorców rozmieszczenia gatunków (GASTON 2000). Makroekologia spotkała się zrazu z silną krytyką, spowodowaną między innymi irytującą dezynwolturą, z jaką sam J. H. Brown traktuje niektóre fakty i ustalenia innych dziedzin ekologii oraz jego skłonnością do wycieczek w stronę teorii chaosu i fraktali, co oczywiście do niczego dobrego nie prowadzi. Mój egzemplarz „Makroecology” jest okropnie pokreślony, na marginesach wyrazy zachwyty krzyżują się z inwektywami (zaiste, pasjonująca to była lektura). Krytyka wyszła jednak makroekologii na dobre i obecnie wielu badaczy dostrzega w tym podejściu obiecujące możliwości (BROWN 1999, GASTON i BLACKBURN 1999, LAWTON 1999).

EKOLOGIA STOSOWANA: POLITYKA I ŁOWY

A zatem, jestem optymistą, jeżeli chodzi o rozwój naukowej ekologii w niedalekiej przyszłości. Spodziewam się szybkiego postępu w rozumieniu złożonych układów biologicznych, z całą biosferą na czele. Nie sądzę jednak, żeby ekologia — nauka miała odegrać w najbliższym czasie istotną rolę w działaniach praktycznych. Tak jak Międzynarodowy Program Biologiczny, mimo bezspornych sukcesów badawczych, nie doprowadził do zlikwidowania głodu na świecie, tak samo inne programy badawcze nie powstrzymają wymierania gatunków, wzrostu poziomu zanieczyszczeń ani skutków globalnego ocieplenia. Wszystko to bowiem domena polityki. Chociaż ekologia dość dobrze sobie radzi z optymalizowaniem gospodarki naturalnymi populacjami, to przecież nie od ekologii zależy jak realizowane są wielkości połowów ryb na łowiiskach dalekomorskich, ani to, jak prowadzona jest gospodarka łowiecka. Tam, gdzie krzyżują się interesy państw, albo — odpowiednio — klubów myśliwskich, leśników, turystów, narciarzy, lokalnej ludności, biznesmenów, miłośników przyrody, i gdzie zaangażowane są grube pieniądze, ustalenia naukowe mogą być co naj-

wyżej wykorzystywane instrumentalnie przez pozostające w konflikcie interesów strony. Pseudonaukowe spory, toczone przez wynajętych ekspertów na temat przyczyn i spodziewanych skutków ocieplenia globalnego, są tego najlepszym przykładem, tu bowiem nacisk polityki i ekonomii jest druzgocący. Uwikłanie ekologii w wielką politykę ma skutki opłakane, gdyż — jak zawsze — prowadzi do skorumpowania najbardziej fundamentalnych zasad nauki. Zdarzało się to różnym szacownym dziedzinom akademickim, ale naukom przyrodniczym najrzadziej. Niestety, ekologia, obok nauk biomedycznych, jest tu niechlubnym wyjątkiem. Ale w interesach, nawet jeżeli są sprzeczne, byle nazwane po imieniu, można osiągnąć kupiecki kompromis. Dlatego mam nadzieję, że w praktyce ochrony środowiska uda się uzgodnić priorytety, których realizację może wspomóc wiedza ekologiczna.

Znacznie gorzej jest z ochroną przyrody — bogactwa gatunków, siedlisk, krajobrazów. Nie ma obiektywnego prawa przyrody, które ustalałoby ponad wszelką wątpliwość, co jest lepsze: park narodowy czy lunapark. Takie rozstrzyg-

niecie mieści się wyłącznie w płaszczyźnie kultury, to znaczy abstrakcyjnych wartości wyznaczanych przez ludzi. Uzurpacją i nieostrożnością jest twierdzenie ekologów, że posiadają środki, by takie spory rozstrzygać. Uzurpacją, gdyż nauki przyrodnicze nie potrafią uzasadniać wartości, co najwyżej pomagają ustalić czy, i które z nich, są zagrożone, może nawet nieodwracalnie; nieostrożnością, gdyż grozi to uwikłaniem ekologii w konflikt idei, który — w odróżnieniu od sprzeczności materialnych interesów — bardzo trudno zażegnać. Pragmatycy proponują, aby spory o ochronę przyrody sprowadzić w całości na płaszczyznę interesów, wyceniając w dolarach wartość gatunków i „usług ekosystemowych”. Może to dobry pomysł, ale to też nie jest ekologia. Ostre odgraniczenie domeny ścisłej nauki przyrodniczej, od ideologicz-

nych uzasadnień praktycznych działań w środowisku, jest najważniejszym postulatem pod adresem ekologów XXI wieku.

Paradoksalnie, najbardziej przydatna w praktyce ze wszystkich dziedzin biologii wywodzących się z ekologii, może się okazać socjobiologia. Jej konstatacje, co do wrodzonych motywów postępowania ludzi (RIDLEY 2000), są ignorowane przez dyletantów lub odrzucane ze wstrętem przez pięknoduchów, ale mają ten sam poziom obiektywnej wiarygodności, co inne ustalenia nauk przyrodniczych. Może dzięki zrozumieniu tego, co socjobiologia ma nam do powiedzenia, uda się na tyle skutecznie uzgodnić hierarchię społecznych potrzeb, że będzie można sensownie wykorzystać postępy naukowej ekologii dla ich zaspokojenia.

LITERATURA

- BEGON M., HARPER J. L., TOWNSEND C. R., 1996. *Ecology*. Blackwell Sci., Oxford.
- BROWN, J.H., 1995. *Macroecology*. Chicago Univ. Press, Chicago.
- BROWN, J.H., 1999. *Macroecology: progress and prospect*. *Oikos* 87, 3–14.
- BROWN J. H., MAURER B. A., 1989. *Macroecology: the division of food and space among species on continents*. *Science* 243, 1145–1150.
- COLINVAUX P., 1993. *Ecology 2*. Wiley & Sons.
- DIAMOND J., CASE T. J. (Red.), 1986. *Community ecology*. HARPER & ROW, N.Y.
- GASTON K. J. 2000. *Global patterns in biodiversity*. *Nature* 405, 220–227.
- GASTON K. J., BLACKBURN T. M., 1999. *A critique for macroecology*. *Oikos* 85, 353–368.
- GOSZ J. R., 1999. *Ecology challenged? Who? Why? Where is this headed?* *Ecosystems* 2, 475–481.
- JORGENSEN S. E., PATTEN B., STRASKRABA M., 1992. *Ecosystem emerging: toward an ecology of complex systems in a complex future*. *Ecol. Model.* 62, 1–7.
- LAWTON, J., 1999. *Are there general laws in ecology?* *Oikos* 84, 177–192.
- LOVELOCK J. E., 1979. *Gaia: A new look at life on Earth*. Oxford University Press, Oxford.
- LUBCHENCO J., OLSON A. M., BRUBAKER L. B., CARPENTER S. R., HOLLAND M. M., HUBBELL S. P., LEVIN S. A., MacMahon J. A., MATSON P. A., MELILLO J. M., MOONEY H. A., PETERSON C. H., PULLIAM H. R., REAL L. A., REGAL P. J., RISSER P. G., 1991. *The sustainable biosphere initiative: an ecological research agenda*. *Ecology* 72, 371–412.
- ŁOMNICKI A., 1978. *Przygody ekologów i ewolucjonistów w krainie superorganizmów*. *Wiad. Ekol.* 24, 249–259.
- MAY, R. M., 1988. *How many species are there on earth?* *Science* 241, 1441–1449.
- ODUM H. T., 1995. *Energy system concepts and self-organization: a rebuttal*. *Oecologia*, 104, 518–522.
- RIDLEY M., 2000. *O pochodzeniu cnoty*. Rebis, Poznań.
- ROHDE K., 1999. *Latitudinal gradients in species diversity: a review of recent work and what can parasites teach us about the causes of the gradients*. *Ecography* 22, 614–628.
- SCHULZE E.-D., MOONEY H. A., 1994. *Biodiversity and ecosystem function*. Springer, Berlin.
- STENSETH, N. C., 1999. *Population cycles of voles and lemmings: density dependence and phase dependency in a stochastic world*. *Oikos* 87, 427–461.
- STRONG D. R., SIMBERLOFF D., ABELE L. G., THISTLE A. B. (Red.), 1984. *Ecological communities. Conceptual issues and the evidence*. Princeton Univ. Press, Princeton, N.J.
- WEINER J., 1999. *Życie i ewolucja biosfery*. Podręcznik ekologii ogólnej. PWN, Warszawa.
- WEINER J., 2000. *Dziesięć hipotez na temat stanu i kierunku rozwoju ekologii w Polsce*. *Kosmos* 49, 211–227.
- WIENS, J. A. 1990. *Ecology 2000. An essay on future directions in ecology*. *Revista Chilena de Historia Natural* 63, 309–315.
- WYNNE-EDWARDS, V. C., 1962. *Animal dispersion in relation to social behavior*. Hafner, N.Y.