

**Schulze E.-D., Mooney H. A. (red.) 1993 –
Biodiversity and ecosystem function –
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York,
ss. 525. [ISBN 3-540-55804-7]**

Wielkie zmiany, jakie następują na świecie w składzie organizmów, muszą budzić zaniepokojenie, tym bardziej że ich znaczenie jest prawie nie znane. Książka stanowi zbiór prac i artykułów poświęconych znaczeniu zmniejszającej się różnorodności biologicznej dla funkcjonowania ekosystemów. Większość stanowią referaty wygłoszone na sympozjum w Bayreuth w październiku 1991 roku. Opublikowana została jako 99. pozycja serii „Ecological Studies”.

Zamieszczone w niej prace podzielono na kilka działów: funkcjonowanie ekosystemu, zależności międzygatunkowe, zależności w zespołach organizmów, ekosystem jako zintegrowana jednostka, analogie między ekosystemami a przemysłem, grupy funkcjonalne.

Rozwijane są dwa przeciwstawne poglądy: jeden, że różnorodność świata żywego ma bardzo istotny wpływ na sposób funkcjonowania zespołów, względnie ekosystemów, i drugi, że do prawidłowego funkcjonowania układów wystarczy mniej gatunków, niż ich jest obecnie, pod warunkiem, że zostanie zachowana odpowiednia obfitość biomasy.

Rzecznikiem pierwszego poglądu jest P. R. Ehrlich, który na wstępie przedstawia tzw. zasadę nitów (rivet popper principle), do której nawiązuje potem wielu innych autorów. Mówi ona, że bez szkody można zmniejszyć liczbę nitów (tu odpowiednik gatunków) w skrzydle dobrze skonstruowanego samolotu, ale tylko do pewnej granicy, gdy się ją przekroczy, samolot spada.

W kilku artykułach, pisanych przez zwolenników drugiego poglądu, wysuwane są zarzuty, że właściwie brak dowodów, że różnorodność jest potrzebna, w zasadzie przytaczane są tylko najrozmaitsze anegdotki, zamiast rzetelnych danych.

Wszyscy zgadzają się chyba tylko co do jednego, że sprawa różnorodności wymaga badań i że bardzo niewiele jest dobrze przeprowadzonych doświadczeń, nie budzących zastrzeżeń, które wyjaśniałyby, jakie znaczenie ma zwiększanie liczby gatunków. Wnioskiem nawołującym do podjęcia badań nad relacją różnorodność–funkcjonowanie układów kończy się zdecydowana większość artykułów.

Bardzo ciekawy jest artykuł P. H. Vitouska i D. W. Hoopera, w którym postawiono pytanie, czy różnorodność wpływa na biogeochemię. Opisana została seria eksperymentów poletkowych (Ewel i in. 1991), w których w ciągu 5 lat porównywano monokulturę z terenami o naturalnie odbywającej się sukcesji, oraz z poletkami gdzie dosiewano dodatkowo gatunki. W rezultacie porównano poletka jednogatunkowe z takimi, na których rosło sto i więcej gatunków. Stwierdzono, że największe różnice zachodzą przy małej liczbie gatunków, należy się ich spodziewać w zakresie między 1 a 10. Istotne znaczenie ma jednak nie tylko ile ich jest, ale też jakie to są gatunki, np. zupełnie inne znaczenie w retencji pierwiastków mają rośliny jednoroczne i wieloletnie.

Jeden z artykułów (M. J. Swift, J. M. Anderson) omawia różne sposoby gospodarki rolnej, dziedzinę, gdzie sam człowiek tworzy układy o różnym stopniu skomplikowania i trwałości. Autorzy starają się wykazać, że grupy drobnych, krótko żyjących organizmów są na tyle ściśle powiązane ze sobą, że obniżenie liczebności lub nawet wyginięcie którejś z nich powoduje takie zmiany w pozostałych, że w rezultacie przebieg całkowitej mineralizacji nie zmienia się. Nieliczne organizmy, które są zdolne przeżyć po zaburzeniach w środowisku, szybko przejmują funkcje ustępujących gatunków.

Autorzy dużo miejsca poświęcają zmianom, jakie następują w składzie organizmów heterotroficznych żerujących na żywych lub martwych tkankach roślinnych wraz ze zmianami

w różnorodności roślin i znaczeniu tych zmian. Wysunięto hipotezę, że w uprawach jedynie system podziemny może być traktowany jako funkcjonalna całość. Rozważano też, czy ważniejsza jest różnorodność gatunkowa uprawy, czy raczej zachowanie w krajobrazie trwałych zbiorowisk, w odpowiedniej proporcji. Na przykład stosowanie gospodarki alejowej, przy której uprawy jednoroczne są przecięte wieloletnimi, może być ważniejsze dla stabilności całego układu, niż wielogatunkowe, ale sezonowe uprawy.

Oceny różnorodności w niektórych grupach organizmów bardzo trudno jest opierać na analizie składu gatunkowego. Na przykład przy ocenie bakterii i innych równie drobnych organizmów planktonowych rzadko operuje się gatunkami, raczej grupami funkcjonalnymi. Gdy się uwzględni wszystkie organizmy, to okaże się, że całkowita biomasa planktonu jest zadziwiająco stała w ciągu roku, mimo bardzo dużych zmian zachodzących w poszczególnych składowych. Jest też stała relacja między biomasą a produkcją. Autorzy (C. E. W. Steinberg, W. Geller) zakładają, że spojrzenie na ekosystem od innej strony, z pominięciem taksonomii, a oparte na analizie wielkości od bakterii po kręgowce może być miarą kompletności układu. Braki w spektrum wielkości mogą świadczyć o zakłóceniu w strukturze ekosystemu i jego funkcjonowaniu. Różnorodność rozmiarów ciała prowadzi do stabilności systemu. Są to na razie hipotezy wymagające potwierdzenia.

W książce szereg artykułów dotyczy ciekawego i bardzo słabo poznanego mikroświata (M. Meyer, F. Oberwinkler, J. J. Nurdon, D. J. Read). O zmianach zachodzących w naturze i składzie mikroorganizmów niewiele wiadomo. Słabo znana jest ich wrażliwość i odporność na zmiany warunków środowiskowych oraz współzależności z innymi organizmami. D. J. Read przedstawia sukcesję nie w sposób tradycyjny, jako proces zmian w roślinności, ale przede wszystkim jako ciąg przekształceń we współzależnościach między roślinami wyższymi a mikroflorą. Stara się dowieść, że zmiany w tych współzależnościach następują w miarę pogarszania się warunków pokarmowych. Przy obfitości fosforu i azotu w początkowych stadiach sukcesji występują zespoły roślin ruderalnych nie współżyjące z mikroflorą. W miarę jak zaczyna brakować tych pierwiastków wkracza roślinność zielna związana z grzybami tworzącymi mikoryzę wewnętrzną i krzewy współżyjące z bakteriami wiążącymi azot. W fazie nagromadzenia się materii organicznej ta roślinność ustępuje na rzecz drzew wyłącznie z mikoryzą ektotroficzną, które dzięki tym grzybom mogą mieć dostęp do składników odżywczych zawartych w materii organicznej. Jest bardzo prawdopodobne, że wielka różnorodność roślin występująca w ekosystemach trawiastych wynika z małej wybiórczości grzybów endomikoryzowych współżyjących z roślinnością łąk. Grzybnia przerasta korzenie różnych gatunków roślin wyższych, łączy je ze sobą i zaopatruje w fosfor równocześnie cały zespół. Natomiast mikoryzę ektotroficzną charakteryzuje duża wybiórczość, co prowadzi do występowania bardzo niewielu gatunków roślin na wrzosowiskach i w lasach szpilkowych.

W. J. Bond dowodzi w swoim artykule, że jest pewna liczba gatunków kluczowych (keystone species), wyeliminowanie których powoduje zachwianie stabilności układów oraz pociąga za sobą wypadanie innych gatunków i zastąpienie ich przez nowe nie dopuszczane poprzednio ze względu na konkurencję. Nie muszą to być wcale gatunki istotne z punktu widzenia przepływu energii. Przedstawiono przykładowo takie gatunki na różnych poziomach troficznych: wśród drapieżców, roślinożerców, roślin, zapylaczy, wśród mikroflory itd. Najlepsze przykłady takich gatunków można zdaniem autora podać na podstawie badań morza. Prawdopodobnie bierze się to stąd, że reakcje w ekosystemach wodnych zachodzą szybciej niż na lądzie, gdzie na rezultaty manipulowania liczebnością trzeba czekać dziesięciolecia. Wśród przykładów gatunków kluczowych wymieniana jest np. larwa motyla *Pringleophaga marrioni* z regionu subantarktycznego, która przerabia w ciągu roku 1,5 kg ściółki na 1 m² powierzchni przyspieszając 10-krotnie mineralizację azotu i 3-krotnie mineralizację fosforu. Wprowadzenie na ten teren myszy domowej, która żeruje na tych larwach, zmniejszyło znacznie ten przerób, co zmieniło może szybkość gromadzenia się torfu i sukcesję roślinności.

Konieczność wyznaczenia gatunków kluczowych podano też w podsumowaniu książki, jako jedno z priorytetowych zadań stojących przed ekologią. Wydaje się to jednak dziwne wobec stwierdzenia, że

gatunek kluczowy to kategoria zmienna, zależna od okoliczności, właściwość której nie posiada się na stałe. Należałoby spytać, czy są gatunki, których usunięcie nie powoduje żadnych zmian, czy są gatunki niepotrzebne, a więc nadmierna różnorodność. Tak formułują pytanie J. H. Lawton i V. K. Brown. Autorzy ci rozpatrują dwie przeciwstawne możliwości: pierwszą, że każdy gatunek ma jakieś znaczenie w całości biosfery, a stopniowe eliminowanie gatunków powoduje coraz gorsze funkcjonowanie układu. Alternatywą do tej jest hipoteza nadmiaru, według której nie powinno się zmniejszać biomasy producentów i konsumentów, a jeżeli taki warunek zostanie spełniony, procesy ekologiczne będą przebiegać bez zakłóceń, mimo niewielkiej liczby gatunków. Autorzy podkreślają nierównocенność gatunków i potrzebę badań nad ich rolą. Skłaniają się jednak do twierdzenia, że funkcjonować mogą i w historii Ziemi funkcjonowały ekosystemy znacznie uboższe od obecnych. Duże znaczenie ma dopiero usunięcie całego zespołu gatunków, a nie którejś z jego składowych, chyba że usuwany jest gatunek kluczowy. Procesy zachodzące w ekosystemie opierają się na strukturach z wbudowanym nadmiarem. Autorzy uważają, że prawdziwą groźbą dla funkcjonowania jest zniszczenie biomasy, a nie różnorodności. Podstawowe pytanie, jakie należy zadać, to jaka minimalna liczba gatunków jest konieczna. Przy tym trzeba wziąć pod uwagę zarówno funkcjonowanie w przeciętnych warunkach, jak też sytuacje wyjątkowe, oraz skutki nie tylko doraźne, ale też długotrwałe.

Poglądu przeciwnego, potrzeby bogactwa gatunków dla właściwego funkcjonowania układów broni F. J. Woodward. Mimo to opisuje ekosystem z regionu antarktycznego, złożony z kilku zaledwie gatunków, który istnieje tysiące lat i jest bardzo stabilny. Ponieważ jednak poszczególne gatunki roślin w odmienny sposób reagują na zmiany warunków, gdy jest ich wiele plon jest niemal stały z roku na rok. Podano także szereg innych przykładów przemawiających za tym, że ekosystem, w którym jest wiele elementów i wiele różnych reakcji, ma większą możliwość zachowania homeostazy.

S. J. McNaughton rozpatruje zależność rośliny wieloletnie-pasące się zwierzęta. Opiera się przy tym wyłącznie na własnych doświadczeniach. Główne wnioski mówią, że brak dowodów zależności między różnorodnością a produktywnością. Natomiast różnorodność może stabilizować układ. Jeden z podanych przykładów to nawożenie NPK odłogów 6- i 17-letniego. Produkcja nadziemna bardziej zróżnicowanej roślinności starszego odłogu nie reaguje na nawożenie, reaguje na nie tylko układ mniej zróżnicowany, zresztą słabiej plonujący. Inaczej jednak jest z konsumentami. Przyrost produkcji roślinożerców i drapieżców pod wpływem nawożenia jest większy na starszym polu. Inne doświadczenia autora przeprowadzone w Parku Narodowym Serengeti i Yellowstone dowodzą, że bardziej zróżnicowana roślinność jest bardziej odporna na pasterstwo i susze.

S. L. Pimm zawarł w swoim artykule przegląd pojęcia stabilność, jego niejednoznaczność w rozumieniu różnych autorów. Dowodzi, że ekosystemy uproszczone są bardziej elastyczne i bardziej zmienne, łatwiej wnikają do nich nowe gatunki, szybciej więc są wypełniane powstałe ubytki.

Podobnie, wiele uwagi definicji pojęcia stabilność poświęca F. Berendse. Dużo zamieszania powstało jego zdaniem ze względu na niejednakowe rozumienie tego słowa. Stała liczebność populacji może wynikać z bardzo różnych powodów: (1) niezmiennych warunków siedliskowych, (2) szybkiego powrotu składu gatunkowego zespołu do poprzedniego stanu po zaburzeniach, (3) braku reakcji na zakłócenia. Analizy matematyczne oparte na bardzo uproszczonych modelach nie mogą zapewnić dalszego postępu wiedzy.

W kilku artykułach na marginesie dyskusji nad różnorodnością pojawiają się rozważania co do spodziewanych przyszłych zmian liczby gatunków wobec zachodzących przekształceń klimatu Ziemi.

W podsumowaniu książki przygotowanym przez redaktorów tomu zawarty został przegląd najważniejszych problemów i główne wnioski. Autorzy stwierdzają, że wciąż dobrze nie wiadomo dlaczego i w jaki sposób zmiany różnorodności mogą wpłynąć na funkcje ekosystemu, to jest na przemiany węgla i innych pierwiastków oraz wody, a także na utrzymanie stabilności.

Książka stara się połączyć dwa nurty badań, które są najczęściej prowadzone oddzielnie: analizy świata żywego i analizy przebiegu procesów chemicznych.

Trzeba sobie zdawać sprawę, że wielka liczba gatunków ulegnie zagładzie, ale nie można przewidzieć konsekwencji tych strat. Niewiele badań, w których próbowano manipulować liczbą gatunków roślin, prowadzi do wniosku, że najbardziej zmienia funkcjonowanie ekosystemu wzrost liczby gatunków w zakresie między 1 a 10. Dalsze zmiany nie powodują różnic.

Podany został przykład lasów liściastych w Europie o składzie gatunkowym zubożonym przez lodowiec i lasów amerykańskich bogatych gatunkowo. Nie można wykazać, że lasy obu regionów funkcjonują w odmienny sposób.

Kluczową sprawą, decydującą o stabilności, jest równowaga między dopływem i rozkładem materii w glebie. Prawdopodobnie biologia gleby, mało dotychczas poznana, ma duży wpływ na funkcje ekosystemu.

Autorzy uważają, że w wyniku zmian klimatu Ziemi powstaną ekosystemy o zubożonym składzie gatunkowym, wrażliwe na inwazję chwastów, roślinożerców, patogenów. Może to prowadzić do załamania funkcji, co stwierdzono w modelach.

A tak można streścić główne problemy zebrane na końcu, które wymagają dalszego testowania i wyjaśnienia:

– Funkcje ekosystemu mogą być utrzymane mimo zmniejszonej liczby gatunków. Różnorodność może być jednak konieczna dla utrzymania zespołu, gdy zmienią się warunki, czyli w długoletnich analizach nie stwierdza się nadmiaru gatunków.

– Stabilność może reagować w różny sposób na zmniejszanie liczby gatunków w różnych warunkach.

– Bardzo potrzebne jest nasilenie badań nad różnorodnością tak, żeby ekologowie mogli przewidzieć przyszłe zmiany w tym zakresie.

Główny wniosek, jaki nasuwa się czytelnikowi po przejrzaniu książki jest jednak taki, że niewiele wiadomo o różnorodności i funkcjonowaniu układów. Zwłaszcza zajrzenie do podziemnego świata mikroorganizmów każe stwierdzić bezmiar nieznanymi zależności. Bardzo dobrze, że pojawiło się kilka artykułów, które tę kwestię poruszają, tradycyjnie bowiem różnorodność kojarzy się przede wszystkim z bogactwem szaty roślinnej. Bardzo dobrze też, że mówi się o potrzebie poszukiwania zależności między procesami krążenia materii a strukturami biotycznymi, które najczęściej badane są oddzielnie, a jeżeli razem, to w bardzo uproszczonych układach.

Przy obecnym ograniczonym stanie wiedzy o różnorodności więcej zaufania budzą artykuły, które przytaczają konkretne dane empiryczne, niż te, które posługując się głównie modelami matematycznymi, wnioskuje o nadmiarze gatunków. Nie budzą zaufania także prognozy co do następstw dla różnorodności przewidywanych zmian klimatu.

W każdym razie książka jest bardzo dobrym przeglądem stanu wiedzy i niewiedzy o funkcjonowaniu układów, a także głównych kierunków zainteresowań ekologów.

Anna Kajak