

Hopkin S. P. 1989 — Ecophysiology of metals in terrestrial invertebrates —

**Elsevier Applied Science, London, New York,
ss. IX + 366. [ISBN 1-85166-312-6]**

Od czasu rozpowszechnienia się w laboratoriach naukowych absorpcyjnej spektrometrii atomowej, liczba opracowań na temat metali w środowisku przyrodniczym wykładniczo wzrasta. Wiele z nich reprezentuje jednak statyczne podejście do zagadnienia, przedstawiając mniej lub bardziej obszerne spektrum koncentracji różnych metali w rozmaitych składowych ekosystemu. Aby jednak zrozumieć funkcjonowanie metali w ekosystemach, niezbędna jest znajomość ich fizjologii u organizmów żywych. Tę zaś rozumieć należy jako złożony zespół procesów biochemicznych, wykształconych w toku ewolucji, które poprzez odpowiednią gospodarkę jonową pozwalają owym organizmom przetrwać w ich środowisku; w tym szczególnym przypadku — przetrwać w środowisku lądowym. Założenie takie każe spojrzeć także na metale jak na substancje, których poziom musi być przez organizmy żywe regulowany, nie zaś — jak się to często zdarza — wrzucać je do wspólnego worka określanego mianem „zanieczyszczeń”. Tym bardziej, że czysto mechaniczne przyporządkowanie jednych pierwiastków chemicznych do „zanieczyszczeń”, innych zaś do „elementów biogennych” pozostaje na ogół bez większego związku z rzeczywistością. Każdy organizm charakteryzuje się określonym zakresem tolerancji na obecność rozmaitych substancji chemicznych w środowisku i dopiero przekroczenie tych granic upoważnia nas do przypisania owym substancjom statusu „zanieczyszczeń”. W tak określonym zbiorze mogą się zatem znaleźć zarówno (tzw. pierwiastki ksenobiotyczne (uznawane w świetle obecnego stanu wiedzy za zbędne dla organizmów żywych), jak i biogenne. Ekologiczne funkcjonowanie i znaczenie metali (podobnie, jak wszelkich innych czynników środowiskowych) pozostaje więc w ścisłym związku z fizjologią organizmów żywych. Takie właśnie podejście do zagadnienia rozumie autor pod pojęciem „ekofizjologii metali”.

Tak sprecyzowana filozofia problemu sama już narzuciła konstrukcję książki. W klarownym wprowadzeniu autor wyjaśnia, co można, a co należy rozumieć pod pojęciem „metali”, jakie są możliwe klasyfikacje metali i które z nich sam autor uważa za najsensowniejsze. Tutaj też po raz pierwszy spotyka się czytelnik z ewolucyjnym spojrzeniem na ekofizjologię metali. Kolejne trzy rozdziały książki (2–4) także poświęcone są zagadnieniom bardziej ogólnej natury: tu omówiono tolerancję organizmów żywych na różne koncentracje pierwiastków chemicznych, wpływ formy chemicznej, w jakiej występować mogą metale, na siłę ich oddziaływania, naturalne i antropogenicz-

ne źródła metali w ekosystemach lądowych. W rozdziale czwartym obszernie omówiono metody analizy metali w materiale biologicznym. Znaleźć tu można wskazówki na temat zbioru i sposobów przygotowania materiału do analizy, dostępnych metod oznaczania koncentracji metali w próbach, a także praktyczne uwagi na temat prezentacji danych.

Kolejny, piąty rozdział książki stanowi bogaty zbiór danych na temat transferu metali w ekosystemach lądowych. Autor zwraca uwagę na fragmenty ekosystemów kluczowe dla dystrybucji i obiegu metali (organiczna warstwa gleby!), a także na różnice w dynamice poszczególnych metali (np. względnie „nieruchliwy” ołów i bardzo mobilny kadm). Zagadnienia te powiązane są ściśle z przepływem metali w lądowych łańcuchach troficznych. Jedną z ważniejszych konkluzji tego rozdziału jest oparte na licznych badaniach stwierdzenie, iż koncentracja metali w organizmach żywych zależy nie tylko od dostępności metali w środowisku i poziomu troficznego, ale też — w nie mniejszym stopniu — od rodzaju diety i fizjologii organizmu. Sama zaś koncentracja metalu nie stanowi bynajmniej wskaźnika wrażliwości organizmu na jego ewentualne toksyczne oddziaływanie.

Zagadnienie ekofizjologii metali trudno rozważać bez zrozumienia czynników kontrolujących pobieranie, przechowywanie i wydalanie metali przez bezkręgowce (rozd. 6). Na drodze ewolucji zostały wykształcone mechanizmy, pozwalające na regulację koncentracji pierwiastków biogenych i ksenobiotycznych w tkankach w zakresach, jakie występowały w naturalnym środowisku poszczególnych gatunków. Poprawne funkcjonowanie tych mechanizmów możliwe jest zatem tylko w pewnych granicach i — z reguły — przy zachowaniu odpowiednich proporcji pomiędzy różnymi pierwiastkami chemicznymi. W sytuacjach, gdy owe naturalne granice i proporcje są przekraczane, może dochodzić do niedoborów lub nadmiarów (toksyczność) metali. Okazuje się jednak, iż nawet w takich przypadkach możliwe jest powstanie względnie szybko nowych przystosowań umożliwiających funkcjonowanie bezkręgowców w zmienionym środowisku. Przystosowania te pojawiać się mogą na każdym z trzech etapów odżywiania: selektywne pobieranie bardziej odpowiedniego pokarmu, zmiana odczynu przewodu pokarmowego, zmiana składu flory jelitowej, zwiększone wydalanie nadmiaru metali w postaci nierozpuszczalnych depozytów.

W najobszerniejszym, siódmym rozdziale autor przedstawia szczegółowo znaczenie i fizjologię metali na poziomie gatunku, organizmu oraz poszczególnych organów. Przyjęto tu bardzo wygodny dla czytelnika podział na podrozdziały, oparty na systematyce bezkręgowców. Omówione są więc kolejno te same zagadnienia u lądowych mięczaków, pierścienic, skorupiaków, owadów, wijów i pajęczaków. Autor pokusił się także o klasyfikację bezkręgowców pod względem anatomicznej budowy systemu pokarmowego i wydalniczego oraz wynikającej zeń różnej dynamiki metali na poziomie organizmu. W całym rozdziale liczne są nawiązania do ekologicznych konsekwencji omawianych przystosowań.

Dalej, w nieco krótszej już formie (rozd. 8 i 9), zebrano informacje na temat możliwości stosowania lądowych bezkręgowców jako indykatorów skażenia środowiska metalami, sposobów prowadzenia poprawnego monitoringu środowiskowego oraz fizjologii metali na poziomie komórkowym.

Ten znakomity przegląd autor zakończył krótkim „poradnikiem dla badacza”, gdzie czytelnik znajdzie sugestie, czym zająć się warto, co zaś — zdaniem Hopkina — na więcej uwagi niezbyt już zasługuje. Autor sądzi więc, iż ilość zgromadzonych danych na temat koncentracji Zn, Cd, Pb i Cu w różnych składowych ekosystemów jest już całkowicie zadowalająca. Jeśli więc kontynuować taki kierunek badań (pomiar koncentracji), to raczej warto zająć się „resztą tablicy Mendelejewa” (szczególnie warte zainteresowania wydają się arsen i rtęć). Za szczególnie godne polecenia badania na poziomie ekosystemów uważa autor prace nad interakcjami metali z innymi zanieczyszczeniami (kwaśne deszcze!), monitoring prowadzony w taki sposób, by możliwe było określenie przepływów metali w ekosystemie, nie zaś jedynie stwierdzenie ich puli, oraz laboratoryjne badania nad transportem metali przez ściółkę i glebę. Zagadnienie szczególnie interesujące na poziomie gatunkowym to wyjaśnienie przyczyn znacznych różnic w akumulacji metali u blisko spokrew-

nionych gatunków, pomimo braku zauważalnych różnic w diecie oraz strukturze i funkcjonowaniu ich przewodów pokarmowych. Wciąż nie wyjaśniono także, czy bezkręgowce lądowe wykształciły genetycznie zdeterminowaną tolerancję na metale ciężkie w diecie. Na poziomie komórkowym natomiast wciąż oczekuje wyjaśnienia mechanizm transferu metali przez błony komórkowe oraz immobilizacji metali w strukturach wewnątrzkomórkowych.

Książka napisana jest świetnym i niebywale lekkim, jak na tego typu opracowania, językiem. Pomimo ogromnej ilości zgromadzonych danych (1056 cytowanych pozycji!) czyta się ją jednym tchem od początku do końca. Nb. styl taki zapowiada już zaczerpnięty z pracy P. Nurtevy (Uniwersytet w Helsinkach) prolog pt. „Zamordowany wędrowiec” i gwarantuję, że czytelnik nie poczuje się zawiedziony do ostatnich stron książki. Dzięki przedstawieniu zagadnienia w szerokich horyzontach wiedzy ewolucyjnej, ekologicznej i fizjologicznej, pracę tę gorąco można polecić zarówno osobom nie związanym bezpośrednio z badaniami tytułowej „ekofizjologii metali”, jak i specjalistom. Dla tych ostatnich szczególnie użyteczny okaże się zapewne 3-stronicowy indeks nazw łacińskich omawianych w tekście gatunków oraz 17-stronicowy indeks rzeczowy. Zainteresowany czytelnik znajdzie też listę adresową dostawców certyfikowanych biologicznych materiałów porównawczych.

By utwierdzić czytelnika w przekonaniu, iż książkę tę ze wszech miar warto polecić, pozostaje tylko przytoczyć za autorem jeden z ostatnich jej akapitów: „(...) ekscytujące odkrycia czekają na „badaczy metali” („metalworkers”), którzy potrafią podejść do badanych zagadnień w odpowiedni sposób. Przez ów „odpowiedni sposób” rozumiem takie planowanie eksperymentów, by pozwoliły one na znalezienie odpowiedzi na konkretne pytania, których rezultaty dostarczą informacji pomocnych w zrozumieniu, jak zwierzęta żyją w swoim środowisku (...)”.

Ryszard Laskowski