



KRONIKA NAUKOWA

Międzynarodowe sympozjum na temat bioindykacji zmian zachodzących w ekosystemach lądowych pod wpływem czynników antropogenicznych (Halle, NRD, 27-31 VIII 1979 r.)

Międzynarodowe spotkania dotyczące oceny odkształceń środowiska przyrodniczego metodami bioindykacyjnymi mają już kilkuletnią tradycję. Zapoczątkowali je Czesi organizując 3 kolejne sympozja w Pradze (1971), Moście (1973) i Liblicach (1975). Przygotowania czwartego sympozjum podjęli się ekologowie z NRD. Sympozjum odbywało się pod protektoratem NRD-owskiego Komitetu MAB przy UNESCO i Towarzystwa Biologicznego NRD. Gospodarzami jego i prawdziwymi organizatorami byli ekologowie z Zakładu Geobotaniki Uniwersytetu Marcina Lutra w Halle nad Saławą.

W sympozjum wzięło udział ok. 150 osób z 13 krajów. Dominowali oczywiście gospodarze (100 osób). Wśród gości zagranicznych najliczniejsza była delegacja polska (15 osób). Czechosłowację reprezentowało 9 uczonych, Austrię 8, ZSRR 5, RFN 3, natomiast Anglię, Belgię, Danię, Finlandię, Hiszpanię, Holandię i USA po 1 osobie. Wśród Polaków przeważali pracownicy akademii rolniczych (11 osób — Poznań, Szczecin, Warszawa, Wrocław). Z PAN-u przyjechały 3 osoby (Kraków, Warszawa), a z uniwersytetu tylko jedna (Warszawa).

Tematykę sympozjum skupiono w 4 grupach: (1) metodyczne i teoretyczne podstawy bioindykacji, (2) bioindykacja na poziomie subkomórkowym i komórkowym, (3) bioindykacja na poziomie osobniczym (gatunkowym), (4) bioindykacja na poziomie populacji i biocenozy. Mimo bardzo zróżnicowanej i szerokiej problematyki obrady toczyły się wspólnie, bez podziału na sekcje. Dlatego 4 dni sympozjum były wypełnione „po brzegi” ogromną liczbą 60 referatów i krótkich doniesień.

Obrady każdej grupy rozpoczynał syntetyczny, 45-minutowy referat, który stanowił tło dla licznych zwykłych doniesień. Były to referaty zamówione, autorstwa wybitnych specjalistów. Referat prof. G. Stöckera (NRD) otwierał pierwszą grupę tematyczną, prof. dr L. Weissmanna (CSRS) — grupę drugą, prof. W. Ernsta (Holandia) — trzecią, prof. P. Müllera (RFN) i prof. M. S. Giljarova (ZSRR) — grupę czwartą. Po każdym z tych referatów następowały kolejno krótkie, 15-minutowe doniesienia. Najliczniejsze były one w grupie czwartej — populacyjno-biocenotycznej, w pierwszej natomiast, najbardziej teoretycznej, były tylko cztery doniesienia. Po obradach każdej z grup tematycznych toczyła się ożywiona, lecz z konieczności ograniczona w czasie dyskusja.

Nie chciałabym tutaj omawiać poszczególnych referatów czy doniesień. Informacje na ten temat można znaleźć w sprawozdaniu z tego sympozjum publikowanym w „Kosmosie A”. Przedstawię natomiast 4 ogólniejsze zagadnienia, na których, jak mi się wydaje, skupiała się uwaga uczestników sympozjum. Jako takie kluczowe zagadnienia można wymienić: (1) ogólne zasady bioindykacji, (2) kryteria doboru testów, (3) cechy idealnego wskaźnika oraz (4) główne typy biotestów.

Bioindykacja polega na określaniu wartości środowiska za pomocą testów biologicznych. Jako biowskaźników (biotestów) używa się zwykle roślin, rzadziej natomiast zwierząt. Biowskaźnikiem może być tylko taki organizm, który reaguje w sposób określony na stres środowiska. Reakcja ta może zachodzić na różnych poziomach strukturalnych i dotyczyć zmian w obrębie komórki, tkanek, zmian w funkcjach osobnika, populacji czy całego ekosystemu.

W stosunku do biowskaźników stawiane są wysokie wymagania. Dobry wskaźnik powinien być stenobiontem, tzn. mieć wąską skalę tolerancji ekologicznej (np. w stosunku do skażenia powietrza), reagować specyficznie na jeden tylko czynnik, dalej być gatunkiem pospolitym i występującym obficie w terenie oraz być łatwy do hodowli, jeśli ma służyć do testów laboratoryjnych. Materiał biologiczny używany do testowania musi być także jednorodny pod względem genetycznym i reprezentować to samo stadium rozwojowe czy fenologiczne. „Idealnych” wskaźników jest na pewno w przyrodzie niewiele. Spośród znanych już biowskaźników należy wybrać te najwłaściwsze i wyskalować je na przykład w stosunku do standardowych pomiarów stężenia gazów i pyłów w powietrzu. Wyskalowane biotesty mogłyby stać się wtedy metodami pomocniczymi w ocenie skażeń przemysłowych środowiska lub nawet zastępczymi dla uciążliwych i czasochłonnych pomiarów fizyczno-chemicznych. Metody biowskaźnikowe są często czulsze, a z reguły tańsze od pomiarów fizyczno-chemicznych powietrza. Same organizmy wskazują bowiem tutaj skażenie środowiska.

Wśród biotestów można wydzielić kilka grup, których podstawę stanowią: obecność gatunku lub zmiany w jego rozmieszczeniu, zmiany morfologiczne różnych organów, dalej zmiany chemiczne, fizjologiczne i biochemiczne. Referaty wygłaszane w Halle, ekspozycja „posterów” oraz wycieczka do Dübener Heide — poligonu badawczego ekologów z Uniwersytetu w Halle dostarczyły licznych przykładów różnych typów tych biotestów. Część z nich przytaczam w niniejszym artykule.

1. Testy oparte na obecności lub zmianach w rozmieszczeniu i liczebności organizmów. Najbardziej wrażliwą na zanieczyszczenia powietrza grupą roślin są, jak ogólnie wiadomo, porosty. Z obszaru obciążonego emisjami przemysłowymi najwcześniej znikają epifity, bardziej odporne są porosty liściaste i skorupiaste. Na podstawie rozmieszczenia tych grup R. Rabe (RFN) wykreślał strefy skażenia w Aachen, w Lipsku uczynił to P. Gutte, w Monachium J. Jürging, a w szeregu miejscowości Anglii M. Seaward. Wśród porostów skorupiastych znany jest jednak również gatunek toksytolerancyjny — *Lecanora conizaeoides*. Rozprzestrzenia się on łatwo i szybko w miastach i regionach przemysłowych, a więc w terenach pozbawionych konkurencji innych porostów. *Lecanora conizaeoides* występuje często i obficie na pniach sosen w Dübener Heide — kompleksie lasów sosnowych, które znajdują się pod działaniem emisji SO_2 (R. Schubert, NRD). Przy stężeniach tego gazu $20\text{--}100 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (średnia roczna) plechy *Lecanora* zajmują powierzchnię pni drzew od 1 do 40%. W strefie najwyższych stężeń SO_2 , powyżej $150 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, nawet i ten toksytolerancyjny gatunek pojawia się w ograniczonej ilości i jest zastępowany przez jeszcze bardziej odporne glony (*Pleurococcus viridis*).

Grzyby kapeluszowe (*Macromycetes*) reagują na wysokie stężenia SO_2 zmniejszeniem różnorodności gatunkowej oraz zmniejszeniem liczby owocników. Jak wykazały obserwacje H. Dörfelta w Dübener Heide, na powierzchniach położonych w odległości 4 km od emitorów rosły tylko 2 gatunki i 2 owocniki, w odległości 16 km natomiast 8 gatunków i 27 owocników. Za najbardziej wrażliwe na skażenie powietrza uznał Dörfelt prawdziwki (*Boletus edulis*), rydze (*Lactarius deliciosus*) oraz *Xerocomus badius*, za odporne natomiast *Tricholoma terreum*, *Russula sanguinea* i *Gomphidius rutilus*.

W Dübener Heide studiowano również zachowanie się grzyba pasożytniczego — *Rhytisma acerinum* (U. Braun). Podkładki tego grzyba w postaci czarnych plam na liściach klonów i jaworów nie występowały w strefie o średnim rocznym stężeniu SO_2 przekraczającym $60 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. W obszarze o stężeniu $\text{SO}_2 < 40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pasożyt ten pojawiał się co prawda, ale procent zainfekowanych liści drzew był niewielki, znacznie niższy, aniżeli w terenach „czystych”.

F. Tieze i A. Stubbe (NRD) polecają jako czułe wskaźniki skażenia powietrza zwierzęta bezkręgowce. Liczba osobników *Abax parallelus* i *Carabus violaceus* maleje wraz ze wzrostem stężeń SO_2 . Przeciwnie zachowują się *Leistus ferrugineus* i *Pterostichus oblongopunctatus*, ich liczebność w obszarach skażonych wyraźnie rośnie.

Skażenie powietrza jest często pośrednią przyczyną zanikania osobników lub całych populacji. W strefach wysokich stężeń SO_2 stwierdzono w Dübener Heide gwałtowny spadek liczby sikor (*Parus ater* i *P. cristatus*) (H. Ansorge). Bezpośrednim tego powodem był brak lub częściowe zniszczenie sosen, na których gnieździły się te ptaki.

Zanieczyszczenia wnikają do ekosystemów, krążą w nich i akumulują się. Prowadzą więc do zatrucia szeregu komponentów budujących łańcuchy troficzne. Przyjmuje się, iż nagromadzenie się substancji zanieczyszczających, np. metali ciężkich, wzrasta wzdłuż łańcucha troficznego. Najwyższe stężenia stwierdza się dlatego u drapieżców. Skażeniem pokarmu tłumaczy F. Stubbe (NRD) wyraźne zmniejszanie się populacji wydry (*Lutra lutra*), a G. Oehme (NRD) ginięcie orła morskiego-bielika (*Haliaeetus albicilla*).

2. Zmiany morfologiczne organów. Sosna, jeden z najpospolitszych gatunków leśnych w Europie Środkowej, jest łatwo uszkodzana przez emisje SO_2 . R. Schubert (NRD) oceniał w Dübener Heide, według kilkustopniowej skali, procent zniszczenia igieł tego gatunku, ich trwałość oraz wielkość rocznych przyrostów pędów plagiotropowych. Stwierdził korelację dodatnią między wielkością nekroz i wiekiem igieł a stężeniem SO_2 w powietrzu oraz korelację ujemną między przyrostem pędów a poziomem tego gazu. Długość igieł używana często jako wskaźnik nie jest według Schuberta godnym polecenia testem. Przy stężeniu SO_2 wyższym niż $100 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ sosna nie osiąga postaci drzewa, lecz występuje tylko w formie krzewiastej. Można tu dodać, że wygląd igieł i koron sosny jest jedynym biotestem, który znalazł się w polskim ustawodawstwie ochrony środowiska.

3. Zmiany w składzie chemicznym organizmu testowego. Mchy są mniej wrażliwą na skażenia grupą roślin aniżeli porosty. Dzięki swojej budowie anatomicznej należą one jednak do wyjątkowych „akumulatorów”. Gromadzą w swoich tkankach duże ilości metali ciężkich. Na podstawie zawartości tych toksycznych pierwiastków w mchach można wnioskować o skażeniu nimi środowiska. W. Pietsch (NRD) oceniał skażenie torfowisk leżących w pobliżu szos mierząc zawartość Pb, Cd, Hg, Cr, Fe w torfowcach, a S. Huttunen (Finlandia) — zanieczyszczenia lasów borealnych w okolicach Oulu analizując *Hylocomium splendens* i *Pleurozium schreberi*.

Materiałem testowym dla S. Börlitza i H. Dässlera (NRD) były rośliny wyższe: *Artemisia vulgaris*, *Tanacetum vulgare*, *Solidago serotina* i *Sambucus nigra*, które rosły obficie w pobliżu hut metali nieżelaznych. W roślinach tych, zbieranych w odległości od 200 m do 1,2 km od emitorów określano stężenia ołowiu oraz niklu, chromu i kadmu korelując je ze stężeniami pyłów zawartych w powietrzu. Strefy wykreślone przy użyciu biowskaźników pokrywały się ze strefami wydzielonymi na podstawie analiz chemicznych powietrza.

K. Czarnowska (Polska) jako organizmów testowych używała dżdżownic, które żyły w glebach parków i zieleńców Warszawy. W ich ciele w Warszawie gromadziło się 4—7 razy więcej metali ciężkich (Zn, Pb, Cu, Cd) aniżeli w obszarze kontrolnym. Stężenia metali ciężkich w tkankach dżdżownic były znacznie wyższe aniżeli w glebie, w której te zwierzęta żyły. E. Nováková (CSRS) analizowała krew i mocz zajęcy (*Lepus europaeus*) żyjących w lasach terenów przemysłowych. Stężenie metali ciężkich w ciele zajęcy odzwierciedlało poziom pyłów metalicznych w powietrzu.

4. Zmiany w aktywności metabolicznej (fotosyntetycznej) i enzymatycznej. Zawartość barwników w roślinach jest często używanym wskaźnikiem. S. Heins (NRD) przeprowadzał ciekawe eksperymenty w Dübener Heide. Ekspozował on w tym skażonym terenie przeniesiony ze stanowiska „czystego” porost epifit — *Hypogymnia physodes*. Porost ten wycięty wraz z korą w postaci kilkucentymetrowych krążków wmontowywano w drewniane tablice i wystawiano na działanie skażeń na okres 29 do 90 dni. Autor mierzył w poroście zawartość chlorofilu a i b oraz białka. Poziom chlorofilu obniżał się proporcjonalnie do długości ekspozycji. Bardziej czuły okazał się chlorofil a. Jego stężenie po 29 dniach wynosiło bowiem 110 μg na g sm, a po 90 dniach 40 μg . W przypadku chlorofilu b analogiczne wartości osiągały 60 i 30 μg . Poziom chlorofilu w plechach *Hypogymnia* ekspozowanych w lesie dochodził do 220 μg , na przestrzeni otwartej natomiast do 180 μg . Jak z tego przykładu widać, las spełnia rolę doskonałego filtra.

R. Rabe (NRD) określał zawartość chlorofilu, jak również poziom białek i aktywność enzymatyczną u kilku gatunków roślin wyższych (*Medicago sativa*, *Vicia faba*, *Nicotiana tabacum*). Gatunki te ekspozowane na działanie skażeń w Stuttgarcie wskazywały spadek zawartości barwników i protein oraz obniżenie aktywności szeregu, enzymów, m.in. enzymu G6PDH.

K. Richter (NRD) badał zachowanie się enzymów mszyc, żerujących na roślinach w parkach miejskich Lipska. Stwierdził spadek aktywności dehydrogenaz oraz wzrost aktywności transaminaz. Wynika z tego, że SO_2 , główny związek zanieczyszczający w Lipsku, może być zarówno inhibitorem, jak i stymulatorem procesów biochemicznych.

M. Tesche (NRD) zwrócił uwagę na poziom aminokwasu proliny jako wskaźnika stresu u roślin. Wskaźnik ten nie jest jednak specyficzny. Akumulację prolin powoduje bowiem zarówno działanie dwutlenku siarki, jak i mrozu czy suszy. Równoczesne działanie tych trzech czynników wywołuje najostrzejszą reakcję, tak że akumulacja prolin jest wtedy najwyższa.

Imisje przemysłowe są tylko jednym z wielu typów skażeń środowiska, ekosystemów naturalnych i uprawnych. W Halle omawiano także bioindykację innych typów chemizacji związanej z nawożeniem mineralnym, używaniem pestycydów oraz chemicznym oczyszczaniem szlaków komunikacyjnych. Coraz częściej praktykowane jest nawożenie skażonych lasów związkami azotowo-fosforowo-potasowymi, aby osiągnąć lepszy przyrost drewna. Eutrofizacja siedlisk leśnych powoduje wycofywanie się szeregu grzybów mikoryzowych (*Boletus*, *Cortinarius*, *Lactarius*), zanikanie mikocenoz typowych dla siedlisk oligotroficznych a rozpowszechnienie

zbiorowisk eutrofilnych z *Agaricus fissuratus*, *Lepista personata* czy *Conocybe subovalis* (H. Kreisel, NRD). Spryskiwanie chlorkami ulic i dróg w okresie zimy wzbogaca ich pobocza w związki soli. Wysokie stężenia NaCl w glebie eliminują występowanie wielu gatunków roślin, a przyczyniają się do rozprzestrzeniania halofitów. Na zjawisko to zwracał uwagę E. Weinert (NRD). Takie gatunki, jak *Salsola kali*, *Puccinella distans* i *Diplotaxis tenuifolia* stały się niemal stałymi składnikami roślinności przy szosach.

Stosowanie herbicydów na polach powoduje zmiany w składzie florystycznym zbiorowisk chwastów (E. Mahn, F. Kühn, NRD), zmiany w dominacji i biomacie poszczególnych gatunków (W. Gluch, NRD), zmiany w ich aktywności enzymatycznej (H. Schulz, NRD) i wreszcie zmiany w strukturze fauny glebowej (J. Prasse, NRD).

Bardzo ważnym testem jest niewątpliwie „żywa” gleba, traktowana jako kompleks. Biowskaźnikami jej stanu mogą być, jak stwierdził M. Górny (Polska), składniki flory i fauny glebowej oraz aktywność fizjologiczna.

Symposium w Halle zorientowało 150 uczestników o pracach prowadzonych w większości krajów Europy, wykreśliło również kierunek przyszłych badań. Według uchwalonej na zakończenie spotkania rezolucji powinno się obecnie skoncentrować wysiłki na kompleksowej kontroli („monitoring”) środowiska, po czym powoli przechodzić do studiów nad funkcjonowaniem całych ekosystemów znajdujących się pod presją emisji przemysłowych.

Symposium było zorganizowane bardzo dobrze. Uczestnicy byli zakwaterowani w nowoczesnym hotelu, skąd dowożono ich autobusem na posiedzenia. Obrady odbywały się w jednym miejscu, gdzie stale była czynna restauracja i kawiarnia. Gospodarze zorganizowali dla nas również wycieczkę po zabytkach Halle, koncert w szklarniach Ogrodu Botanicznego, a nawet wieczorne ognisko, przy którym długo rozbrzmiewały wielojęzyczne śpiewy. Uczestnicy symposium będą wspominać jeszcze długo tę miłą atmosferę stworzoną przez gospodarzy.

Krystyna Grodzińska

Międzynarodowe symposium na temat „Zintegrowane badania populacji ptaków” (Wageningen, Holandia, 17-21 IX 1979 r.)

Znany dobrze polskim ekologom z licznych publikacji i osobistych kontaktów holenderski Instytut Badań Ekologicznych (Instituut voor Oecologisch Onderzoek, Arnhem) obchodził w 1979 r. swoje dwudziestopięciolecie. W celu uczczenia tego jubileuszu zorganizowano symposium w dziedzinie, w której ekolodzy holenderscy mają szczególne osiągnięcia: ekologii populacyjnej ptaków. Rocznica założenia Instytutu zbiega się w czasie z 25 rocznicą opublikowania fundamentalnego dzieła Lacka¹, kładącego podwaliny ekologii ewolucyjnej, a opartego w głównej mierze na analogicznych badaniach populacji sikor w Wielkiej Brytanii. Nic też dziwnego, iż znakomitą większość uczestników symposium stanowili — obok go-

¹ Lack D. 1954 — The regulation of animal numbers — Clarendon Press, Oxford, ss. 343.