

Aspecte privind utilizarea bioindicatorilor în supravegherea ecosistemelor

Anca Măciucă

Omul este parte componentă a ecosistemelor naturale și, în decursul timpului, influența lui asupra acestor ecosisteme a cunoscut transformări fundamentale. Dacă inițial modificările antropice ale ecosistemelor au fost imperceptibile, odată cu progresul umanității efectele activității umane au devenit din ce în ce mai vizibile.

Amploarea ingerinței umane în funcționarea ecosistemelor a crescut mereu, activitatea umană ajungând în prezent să afecteze ecosfera. Într-o primă perioadă, oamenii nu au fost conștienți de implicațiile dezvoltării societății și a progresului tehnologic asupra mediului înconjurător. Ulterior, au început să fie evidente efectele negative ale intervenției umane masive asupra ecosistemelor, care a afectat echilibrul foarte complex, dar și foarte sensibil al biosferei. Ca urmare a activității antropice, au apărut deja modificări globale ale climei, precum și ale circuitelor biogeochimice globale, cu repercusiuni asupra tuturor ecosistemelor terestre. Implicațiile acestei stări de fapt pot deveni foarte grave, deoarece de buna funcționare a acestor ecosisteme depinde, în ultimă instanță, supraviețuirea noastră ca specie și eventuala continuare a evoluției umanității.

După conștientizarea existenței pericolului dezechilibrării ecosistemelor care sus-

țin viața pe întreaga planetă, s-a căutat găsirea unor modalități de supraveghere a acestora.

Scopul acestei supravegheri este reprezentat, în primul rând, de detectarea din timp a unor eventuale modificări în funcționarea și componența sistemelor biologice, care le-ar putea conduce pe acestea în final la dezorganizare, la colaps, sau le-ar putea angaja într-o direcție de evoluție nefavorabilă. Alertarea din timp a specialiștilor dă posibilitatea factorilor de decizie să ia măsuri pentru remedierea situației, înainte să apară efecte negative ireversibile.

În al doilea rând, se urmărește studierea reacției și a răspunsului biosistemelor la modificarea globală a mediului, care rămâne o realitate, în ciuda eforturilor internaționale care au început să se facă pentru realizarea unei dezvoltări durabile, care presupune concomitent și conservarea mediului. Informațiile obținute pe baza sistemelor de supraveghere sunt stocate în baze de date, pentru a da posibilitatea realizării unor comparații în timp.

Pe plan global există mai multe rețele de supraveghere a ecosistemelor sau doar a anumitor parametri abiotici. Aceste rețele au o desime și o extindere variate și sunt dotate cu aparatură mai mult sau mai puțin sofisticată. Cea mai extinsă rețea de supra-

veghere a ecosistemelor se află în Europa.

Monitorizarea poate fi instrumentală sau biologică. Monitorizarea biologică sau biomonitoringul poate să înlocuiască sau să completeze monitoringul instrumental. Biomonitoringul este de preferat monitorizării instrumentale, în cazul în care nu se dispune de resurse financiare suficiente pentru amplasarea și întreținerea unui echipament sofisticat (cum este în general cazul în țările în curs de dezvoltare sau subdezvoltate); el este foarte convenabil pentru cazurile în care se urmărește monitorizarea pe timp foarte îndelungat a unor suprafețe de mari dimensiuni. Complementaritatea biomonitoringului rezidă în faptul că supravegherea instrumentală realizează măsurători instantanee și periodice legate, în general, de factorii abiotici, furnizând doar informații cantitative, separat pentru fiecare dintre aceștia; monitoringul biologic, în schimb, poate oferi indicații despre variația în timp, acumularea sau efectul interacțiunii anumitor factori abiotici și despre răspunsul organismelor vii individuale sau al comunităților de organisme la modificările mediului.

Bioindicatorii sunt specii, populații, sau ansambluri de specii care, datorită variabilității lor (biochimice, fiziologice, etologice sau ecologice), permit caracterizarea stării unui ecosistem și pun în evidență, cât mai precoce posibil, modificările naturale sau antropice ale acestuia (Blandin, 1986, citat de Lucău, 1997)

Idea speciilor bioindicatoare este vehiculată încă din secolul trecut, când a fost observată capacitatea indicatoare a lichenilor în ceea ce privește compoziția, puritatea și umiditatea aerului. În a doua jumătate a secolului XX, cercetările au vizat în general găsirea unor indicatori și punerea la punct de metode care să ofere informații legate de poluanți (ai aerului, solului,

apelor). Ulterior, pe măsura apariției preocupărilor legate de alte tipuri de degradare a ecosistemelor, s-a căutat identificarea unor bioindicatori care să ofere informații legate de stabilitatea ecosistemelor, de menținerea biodiversității, de gestionarea durabilă a unor ecosisteme forestiere sau agricole (efectul anumitor măsuri sau tehnici de gestionare asupra acestor ecosisteme), sau informații legate de răspunsul ecosistemelor la modificarea globală a climei.

În ceea ce privește indicatorii poluării, aceștia sunt de două tipuri: specii sensibile, care indică prezența unui poluant prin apariția unor leziuni sau malformații și specii acumulative, care concentrează poluantul în corpul lor. Mai există și o altă categorie, și anume specii care proliferază și devin abundente în zonele poluate. Indicatorii poluării pot fi animalii sau vegetali, aceștia din urmă mai numeroși. Bioindicatorii pentru poluare au ca avantaj, față de monitorizarea instrumentală, faptul că pot oferi un răspuns la efectul combinat al anumitor poluanți, spre deosebire de instrumente care măsoară separat cantitățile fiecărui poluant) și pot da indicații, în urma analizei de țesuturi, legate de cantități foarte mici de poluanți din mediu, precum și de evoluția poluantului în timp, pe perioade mai îndelungate.

Așa cum s-a menționat, primele și cele mai cunoscute specii folosite ca indicatoare ale calității aerului au fost speciile de licheni. Valoarea lor ca bioindicatori a fost recunoscută încă de acum 100 de ani, dar metode concrete de monitorizare a poluării aerului cu dioxid de sulf, prin intermediul lichenilor, au fost puse la punct și îmbunătățite în ultimii 30 de ani (Case, 2002).

Alte specii de plante au fost utilizate ca indicatori ai poluării cu ozon; acești bioindicatori (împreună cu alți indicatori ai

poluării aerului) pot fi încadrați în două categorii: (1) specii introduse, în general plante ierbacee, repede-crescătoare, uniforme genetic, numite generic “specii santinelă” (utilizarea lor face obiectul metodei active de biomonitorizare) și (2) specii care cresc natural într-o anumită zonă, sunt plante perene, arbuști sau arbori, cu creștere înceată și care au o reacție lentă la creșterea concentrației de poluant, efectele apărând mai târziu în decursul perioadei de creștere; aceste specii sunt numite generic “specii detector” sau biomonitori (utilizarea lor face obiectul metodei pasive de monitorizare).

Exemple pentru speciile din prima categorie sunt tutunul (*Nicotiana tabacum* L.) și urzicuța (*Urtica urens* L.), iar pentru speciile din a doua categorie, în S.U.A. se utilizează: mălinul american (*Prunus serotina* Ehrh.), pinul galben (*Pinus ponderosa* Laws.), frasinul american (*Fraxinus americana* L.), frasinul de Penssylvania (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.), plopul temurător (*Populus tremuloides* L.), arborele lealea (*Liriodendron tulipifera* L.).

Speciile-santinelă reacționează de obicei rapid la creșterea concentrației de ozon din aer, fiind folosite pentru a semnaliza de timpuriu prezența acestuia. Reacția rapidă este însă caracteristică doar stadiilor juvenile și de aceea plantele trebuie reintroduse periodic. Ele sunt în prealabil cultivate în aer curat, lipsit de poluanți și transplantate apoi în zonele monitorizate; fiind uniforme genetic, și reacția lor la poluant este relativ uniformă.

Speciile-detector nu fac obiectul unor măsuri speciale de îngrijire în mediul natural în care cresc. Trebuie menționat că doar unii indivizi dintr-o populație și anume cei sensibili, reacționează la concentrații ridicate de ozon. De asemenea, reacția indivizilor este condiționată și de celelalte

condiții staționale.

Printre alte specii de plante care sunt utilizate ca bioindicatori pentru diferiți poluanți se pot menționa: sunătoarea (*Hypericum perforatum* L.) pentru acid fluorhidric, urzicuța (*Urtica urens* L.) pentru ozon și pentru peroxiacetil-nitrați, zăzania (*Lolium multiflorum* Lam.) pentru acid fluorhidric și metale grele, fetica (*Valeriana locusta* Betke.) pentru metale grele, lucerna (*Medicago sativa* L.) pentru dioxidul de sulf, orzul (*Hordeum vulgare* L.) pentru metale grele și compuși ai florului, porumbul (*Zea mays* L.) pentru acid fluorhidric, dioxid de sulf, metale grele etc.

Alături de plante, ca bioindicatori ai poluării se folosesc insectele, cum sunt alina (*Apis mellifera* L.) pentru acid fluorhidric, sau păduchele socului (*Aphis sambucci* L.) pentru dioxid de sulf, iar dintre mamifere, șobolanul (*Rattus rattus* L.) pentru dioxidul de azot. După cum s-a menționat, indicatorii biologici nu sunt utilizați doar în cazul poluării, ci și pentru alte scopuri.

Astfel, furnicile (Formicidae, Hymenoptera) sunt utilizate ca bioindicatori în condițiile reconstrucției ecologice în anumite zone (zone degradate de activități miniere, zone distruse de incendii) sau ca bioindicatori ai diversității. În general, se studiază ansamblul de specii de furnici din zonele respective și relațiile lor cu prada sau prădătorii (Andersen, 1997).

Alte specii de insecte, și anume carabidele (Carabidae, Coleoptera), sunt un fidel indicator al modului de distribuție a vegetației: există specii caracteristice mediului alpin, subalpin sau forestier. Aceste specii au, față de condițiile abiotice (și implicit biotice), exigențe foarte stricte (de altfel, o condiție a alegerii speciilor bioindicatoroare este ca ele să fie stenotopice); în plus carabidele sunt caracterizate printr-o mare

mobilitate, astfel încât orice perturbare a microclimatului lor specific determină o reacție rapidă și deplasarea indivizilor spre alt habitat, mai convenabil. Răspunsul insectelor la modificările mediului este mai rapid ca al vegetației, de exemplu. Inventarierea, la un anumit interval de timp, a ansamblului de specii de carabide și stocarea acestor informații în baze de date poate oferi, prin comparație, informații privitoare la dinamica ecosistemelor (Pena, 2001).

Alte insecte, cum sunt libelulele (Odonata), pot oferi, în urma studierii evoluției distribuției acestora în spațiu, indicații despre apariția unei perturbări în funcționarea ecosistemului din care acestea fac parte. Fluturii (Lepidoptera) pot oferi informații despre reapariția și succesiunea speciilor vegetale pe teren denudat (Doucet, 1999). De asemenea, păianjenii (Araneide) pot fi utilizați ca bioindicatori ai echilibrului ecosistemelor.

Păsările sunt foarte buni bioindicatori (și în unele cazuri, singurii) ai schimbărilor de mediu, la care reacționează prin modificarea compoziției speciilor din cadrul unei biocenoze, prin modificarea comportamentului sau a aspectului și a capacității de reproducere. Păsările pot fi utilizate pentru a examina efectele pe termen lung ale fragmentării habitatelor lor, efectul introducerii de noi specii în ecosistem, pentru monitorizarea calității apelor, pentru obținerea de informații privind sănătatea populațiilor de pești, pentru identificarea unor poluanți, cum sunt pesticidele organoclorurate, metalele grele sau substanțele radioactive. Un avantaj al utilizării păsărilor ca bioindicatori este reprezentat de faptul că au fost în amănunt studiate în trecut și, ca urmare, se dispune deja de numeroase date privitoare la răspândirea lor naturală, la ecologia și etologia lor, care pot fi comparate cu date

noi, obținute din ecosisteme afectate eventual de degradare sau perturbări diverse (Mckown, 2003).

Astfel, pentru supravegherea calității apelor izvoarelor de munte din ecosisteme forestiere, în Statele Unite este utilizat ca bioindicator sturzul de apă (*Seiurus motacilla* L). El a fost ales ca bioindicator pentru stabilitatea ecosistemelor forestiere care adăpostesc izvoare, pentru stabilirea măsurilor prioritare de conservare a acestor ecosisteme și stabilirea unor obiective pentru reconstrucția ecologică, acolo unde este cazul (ecosistemele respective fiind afectate de fragmentarea suprafețelor forestiere și de acidificarea apelor datorită tehnicilor de drenare miniere). Sturzul de apă a fost selectat ca bioindicator deoarece este legat atât de calitatea apelor de munte, cât și de suprafețe întinse de pădure matură (Brooks et al., 2000).

Diferite specii de bufnițe au fost și ele utilizate ca specii santinelă, pentru avertizare precoce în cazul degradării ecosistemelor. Aceste specii, la fel ca și alte specii de prădători, au fost utilizate ca biomonitori deoarece sunt larg răspândite, au un comportament teritorial, nu sunt migratoare, au o rată de înmulțire ridicată și un metabolism rapid. Fiind consumatori de ordin superior, bufnițele pot concentra în corpul lor, datorită prăzii consumate, diverse substanțe poluante. Bufnițele s-au dovedit sensibile la o variată gamă de poluanți, cum sunt pesticidele (organoclorurate sau organofosforice), metalele grele, floruri, și concentrează în corp, datorită hranei consumate, pesticide. Speciile folosite ca indicatori în diverse zone ale globului, mai ales în America de Nord (Canada și S.U.A.), Europa (Norvegia, Olanda, Spania, Marea Britanie) și Africa (Africa de sud) sunt reprezentate de ciuful de pădure (*Asio otus* L), striga (*Tyto alba* L.), buha (*Bubo bubo* L., *Bubo*

virginianus L.), ciuful de câmp (*Asio flameus* L.), ciuvica (*Glaucidium perlatum* L.). Utilizarea acestor specii ca bioindicatori presupune studii privind modificarea a comportamentului legat de reproducere, studii ale grosimii cojii ouălor, studii legate de enzimele de detoxifiere din ficat și analize nedistructive, cum sunt cele ale peneilor, sângelui sau excrețiilor.

Un alt bioindicator care a fost frecvent utilizat și bine studiat este șoimul călător (*Falco peregrinus* L.), ale cărui populații au înregistrat în trecut o drastică diminuare datorită expunerii la D.D.T și la alte insecticide organoclorurate. După interzicerea acestor insecticide, populațiile speciei s-au refăcut în numeroase țări și interesul pentru această specie ca bioindicator a mai scăzut, locul ei fiind luat de diferitele specii de bufnițe menționate anterior (Sheffield, 1997).

Se fac cercetări, de asemenea, pentru punerea la punct a metodelor de folosire a chițcanilor (Soricidae, Insectivora) și liliecilor (Chiroptera) ca bioindicatori ai efectelor fragmentării habitatelor, defrișărilor, utilizării pesticidelor, diminuării diversității biotopurilor. Se urmărește, concomitent, găsirea de măsuri pentru protejarea acestor specii și implicit pentru conservarea biodiversității ecosistemelor din care fac parte (Vaughn, 2002).

Bioindicatorii deschid un câmp larg de cercetare; numeroase proiecte de cercetare sunt în curs de desfășurare și definitivare, deoarece sunt încă numeroase aspecte de clarificat și este necesară punerea la punct a unor metode coerente de supraveghere a mediului prin intermediul bioindicatorilor. Pentru ca aceștia să poată fi utilizați în mod concret, în practică trebuie alese specii capabile să furnizeze informațiile necesare scopului urmărit prin monitorizare și ale căror relații cu factorii de mediu și cu cele-

alte specii din biocenoză să fie foarte bine cunoscute. La elaborarea metodelor concrete de monitorizare trebuie să se țină cont de scara la care se fac determinările și de datele exacte care se culeg, precum și de modalitatea de prelucrare și stocare a acestor date, pentru ca ele să fie relevante, iar interpretările realizate pe baza lor să fie cât mai apropiate de realitate.

Ținând cont de dificultățile financiare existente în țara noastră și de alte motive obiective, care fac dificilă supravegherea instrumentală a ecosistemelor forestiere, biomonitoringul reprezintă o alternativă (sau o eventuală completare) deosebit de interesantă.

Bibliografie

- Andersen, A. 1997. Using ants as bioindicators: Multiscale Issues in Ant Community Ecology, <http://www.consecol.org/vol11/iss1/art8>.
- Brooks, R., et al. 2000. Progress Report: Using Bioindicators to develop a Calibrated Index of Regional Ecological Integrity for Forested Headwater Ecosystems, <http://es.epa.gov/ncer/progress/grants/97/eoind/brooks99.html>.
- Case, J., 2002. What is biomonitoring? <http://members.shaw.ca/james.case/lichens/biomonitoring.html>.
- Doucet, P., L'utilisation des indicateurs biologiques pour caractériser les stress environnementaux, <http://www.usherbrooke/environnement/essais/PDoucet.html>. Accesat în 2002.
- Lucău Anca, 1997. Conceptul de bioindicator, revista Natura, Editura Universității București, pag. 50-57.
- Mckown, M., 2003. Why birds?. <http://www.audubon.org/bird/wb.html>.
- Pena, M., 2001. Les Carabides (Coleoptera) des hauts-sommets de Charlesvoix: assemblages et cycles d'activité dans les environnements alpin, subalpin et forestier?, http://www.crad.ulaval.ca/Maurice_Pena.pdf
- Sheffield, S., 1997. Owls as Biomonitoring of Environmental Contaminants, <http://nrcs.fs.fed.us/epubs/owl/SHEFFIE.pdf>
- Vaughn, Nancy, 2002. Interaction between agricul-

tural management, biodiversity and life history: Insectivorous mammals and their prey as bioindicators, <http://www.bio.bris.ac.uk/research/mammal/bioindicators.html>

Summary

Aspects of bioindicator's using in the monitoring of ecosystems

The paper presents some aspects concerning the use of different species in ecosystem monitoring. The introduction of bioindicator species for the ecological control (and future protection) of ecosystems dates from about thirty years but in the recent period more and more species are identified and used for this purpose. If at the beginning the accent was posed on vegetal species as indicator of environmental contaminants, in our days animal species are used as indicators of all kinds of perturbations and stresses of ecosystems, not only damages caused by pollution. The biomonitoring presents an special interest for developing countries, like ours.

Key words: species used as bioindicators, sentinel-organism, biomonitor, environmental contaminants, ecosystem damage, ecosystem stress, biomonitoring

Autorul. Dr. ing. Anca Măciucă activează ca șef de lucrări la Facultatea de Silvicultură din cadrul Universității "Ștefan cel Mare" Suceava. Poate fi contactată la adresa email ancam@eed.usv.ro