

FIZIOLOGIA PLANTELOR ȘI MICROARTROPODELE CA BIOINDICATORI AI POLUĂRII ATMOSFEREI

AL. IONESCU, LILIANA VASILIU

Fenomen permanent în zonele industriale ale lumii, impurificarea atmosferei are consecințe grave asupra existenței și evoluției faunei și florei.

Agenții poluanți acționează în natură izolați sau, cel mai adesea, sub forma unor complexe de noxe, în ambele cazuri aducând modificări morfofiziologice esențiale organismelor animale și vegetale, perturbând structura și compoziția normală a comunităților biotice.

Gradul de nocivitate al impurificării mediului și consecințele acestuia asupra dezvoltării organismelor sînt influențate sensibil de diferite condiții externe, în primul rînd de factorii climatici (dispersia plantelor și animalelor este mai puternic afectată pe direcția dominantă a vîntului, umiditatea favorizează unele procese chimice ce măresc efectul negativ al impurificării etc.). În același context este evidentă acțiunea diferențiată a acestor factori în funcție de anotimp (vara poluarea este mai puternică), de ritmul nictemeral (dimineța cantitatea de noxe este mai crescută) și de topografia biotopilor.

Desigur însă, acțiunea poluanților asupra mediului biotic depinde în egală măsură și de factorii interni, caracteristici speciei, cum ar fi stadiul de dezvoltare, sensibilitatea, starea fiziologică etc.

De aceea, în studiul efectelor biologice ale poluării mediului măsurătorile care evidențiază cantitățile diferitelor noxe aflate în aer, pe sol, în plante și animale nu sînt semnificative decît în măsura în care se găsesc coroborate cu reacția organismelor. Iar cînd o asemenea corelare de date are loc, rolul esențial în a semnaliza procesul de poluare îl au viețuitoarele. Este motivul pentru care, printre acestea trebuie să căutăm speciile cele mai sensibile, fenomenele cele mai caracteristice și obiceiurile tipice care pot fi declanșate de cantități mici de substanțe chimice; în acest caz — și numai atunci — sîntem în prezența unor noxe pe care le vom putea prinde în așa zisele „praguri și doze admise”. În fapt, este evident, fenomenul de poluare apare numai cînd substanțele deversate în mediu constituie o amenințare pentru lumea vie. De aceea el poate fi aflat numai prin intermediul plantelor și animalelor. Bioindicatorii, este un lucru cert, sînt de fapt singura măsură reală a gradului de impurificare existent în natură iar problema de analizat constă numai în a găsi acele specii sau fenomene care să evidențieze cu promptitudine prezența substanțelor de inconfort și a celor nocive.

În această privință aproape toate cercetările din domeniul efectelor biologice ale poluării au adus date inedite care au evidențiat mai întâi calitățile de bioindicatori ale unor organisme și care, mai apoi, au oferit prilej de selecție printre acestea.

De la descrierea unor fenomene generale (2, 12, 13, 21, 24) și a intoxicațiilor și arsurilor provocate plantelor (1, 3, 11, 14), la influența poluării asupra recoltelor (5, 6, 12), la procesele fiziologice și biochimice (4, 9, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 22, 25, 26, 30) și la influențele manifestate asupra unor grupe de animale și a fiziologiei animale, în general (2, 7, 8, 10, 20, 28, 29), datele au pus în evidență sensibilitatea și capacitatea de sesizare a speciilor față de poluanți.

Cercetările noastre, parte integrantă a acestor studii care aparțin „efectelor biologice ale poluării mediului” au ajuns la concluzia că printre indicatorii cei mai prompti ai fenomenului de impurificare se numără unele procese ale fiziologiei vegetale (pentru lumea plantelor) și structura și compoziția populațiilor de insecte (pentru lumea animalelor).

FIZIOLOGIA PLANTELOR, MIJLOC DE DETECTARE A POLUĂRII

Manifestările exterioare ale intoxicației cu diferite noxe sînt o constatare „a posteriori” a fenomenului de impurificare deși, în cazul în care simptomatologia aparține unor plante sensibile, ea își poate ameliora caracterul, căpătînd o oarecare importanță în acțiunea de prevenire a poluării.

Prezența arsurilor, decolorărilor și a malformațiilor foliare și florale (care sînt cele mai frecvente cazuri de manifestări morfologice) nu este, pe de altă parte, decît rezultatul unor procese fiziologice și al unor transformări biochimice.

Analiza acestora, într-o permanentă comparație zonă martor-zonă supusă acțiunii noxelor, poate sesiza dereglările care să pună în evidență existența fenomenului de poluare.

a) STOMATE FUNCȚIONALE

Unul dintre principalii indicatori ai unei stări anormale de vegetație îl constituie numărul stomatelor funcționale (termen prin care se înțeleg stomatele intacte morfologic și fiziologic). În cercetări desfășurate la Copșa Mică, Năvodari, Slatina și Hunedoara, zone cu poluanți diverși, s-a constatat că stomatele sînt lezate în număr mare ceea ce atrage după sine dereglarea mecanismelor de închidere-deschidere.

Fenomenele asemănătoare au fost observate în studiul altor procese legate de funcționarea stomatelor (de pildă transpirația, 12, 14, 17) și ele au putut fi corelate cu gradul de poluare al mediului și cu sensibilitatea plantelor.

S-a constatat că în cazul poluării cu fluor, procentul de stomate funcționale se găsește între 81 și 84 la *Triticum vulgare* și între 86—90 la *Zea mays* cînd gradul de poluare variază între 5 și 8 ppm. În cazul bioxidului de sulf, acțiunea manifestată la nivelul stomatelor este mult mai brutală și, în consecință, numărul stomatelor funcționale scade foarte repede. La *Triticum vulgare* între 66—75% și între 77—82% la *Zea Mays* în condițiile unei poluări de valoare a 5—10 ppm (fig. 1).

Cercetări similare întreprinse cu ajutorul metodei mulajelor, asupra altor plante (*Salix*, *Pelargonium*, *Rosa*, *Bromus*) au arătat că în permanență numărul stomatelor funcționale este influențat de fenomenul de poluare a cărui intensitate o poate evidenția într-un context care să cuprindă o reuniune de criterii.

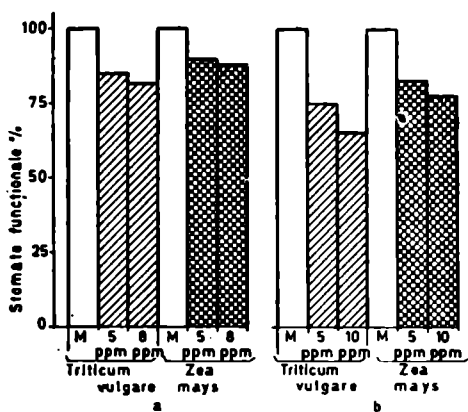


Fig. 1 — Procentul stomatelor funcționale în cazul poluării cu fluor (a) și cu sulf (b) redat în comparație zonă martor — zonă poluată

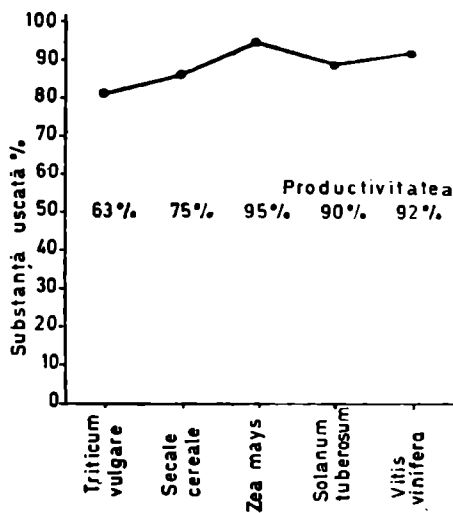


Fig. 2 — Productivitatea plantelor și substanța uscată acumulată în cazul poluării cu fluor

b) ACUMULAREA DE SUBSTANȚĂ USCATĂ ȘI PRODUCTIVITATEA

Măsurători comparative de-a lungul perioadei de vegetație au arătat că în zonele poluate ritmul fotosintezei este scăzut pe ansamblul plantei și, în consecință, acumularea de substanță uscată este micșorată.

Perturbarea creșterii în greutate a plantelor se produce pe mai multe căi, de la absorbția radiculară a noxelor (3, 4, 9, 11) la acțiunea directă și dură provocată părților aeriene, fotosintetizatoare și la transformările histologice, citologice și enzimatice ce se petrec sub acțiunea factorilor poluanți din atmosferă (1, 3, 4, 14, 15, 16, 22, 26).

Departajarea influenței negative a tuturor acestor factori care determină o slabă acumulare de substanță uscată este posibilă (deși cu foarte multe greutatea tehnice) dar acțiunea lor sinergică este totdeauna prezentă. În acest caz, simptomatologia generală poate aprecia scăderea în greutate ce urmează să se producă, urmînd ca analizele gravimetrice finale să stabilească proporțiile reale ale acțiunii poluanților.

În cercetări întreprinse în zone poluate cu fluor, la distanțe de sursa de impurificare care reprezentau încă zone cu noxe ce depășesc pragul admis, s-a pus în evidență scăderea — diferențiată după specie — a cantității de substanță uscată (fig. 2).

Analiza în cîmp (sau pe fenofaze) a greutatea plantelor poate constitui un semnal „a priori” al existenței fenomenului de poluare. Productivitatea plantelor (ca și acumularea de substanță uscată finală) reprezintă însă numai o confirmare a acțiunii noxelor și o dovadă tardivă a prezenței acestora (folosită pentru cunoașterea gradului de impurificare). Analize de laborator și cercetări întreprinse pe teren au stabilit

influența păgubitoare a gazelor toxice, în special a SO_2 (5, 6, 12, 13). În experimentări cu fluor (în camere de fumigare) și în observații de teren (zona Slatina) s-a apreciat că pierderile de productivitate sînt foarte mari la *Triticum* și *Secale* și mult mai mici la *Zea* și *Vitis* (fig. 2).

În stabilirea gradului de afectare a trebuit totdeauna să fie eliminate, cu foarte multă grijă, pierderile care nu se datorau poluării ci unor boli, dăunători sau unei agrotehnici neadecvate.

Experimentările și observațiile din zonele industriale au indicat, aproape fără excepție, o diminuare sesizabilă a productivității și o mai mică acumulare de substanță uscată la plantele de cultură și la plantele florei spontane.

c) CORELAȚIA DINTRE CÎȚIVA INDICATORI FIZIOLOGICI ȘI FENOMENUL DE POLUARE

Analizînd în lucrarea de față aspecte ale stării stomatelor, ale acumulării de substanță uscată și ale productivității plantelor, am dorit să sugerăm felul în care indicatorii fiziologici pot pune în valoare gradul de poluare și sensibilitatea de specie.

Studiul conținutului în apă (prin diferența dintre greutatea verde și greutatea uscată), a transpirației (cu ajutorul balanței de torsionare) și a concentrației sucului celular (determinată refractometric) s-au dovedit, în cercetările noastre, influențabile, în aceeași manieră, ca și stomatele sau randamentul fotosintetic.

Investigațiile întreprinse pe un grup de plante cu un grad de sensibilitate aproape egal (cuprins între 1,0 și 1,4), în zone cu bioxid de sulf ca principal poluant, au arătat diferențieri nete asupra proceselor

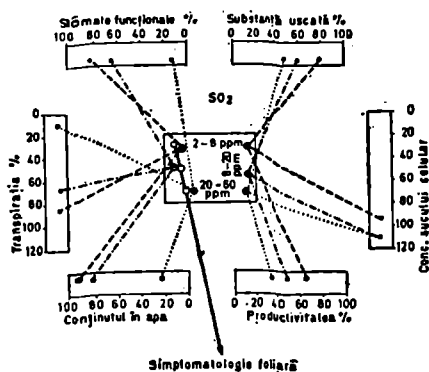


Fig. 3 — Procese fiziologice indicatoare ale gradului de poluare

și indicatorilor stării fiziologice (plantele experimentate au fost *Triticum*, *Secale* și *Pelargonium*).

Figura 3 prezentînd simptomele foarte sugestive și care ar trebui repetate în multiple rânduri pentru a sublinia la nivelul celei mai mici puteri de percepere, evidența fenomenului de distrugere a clorofilei de către SO_2 sînt, în ansamblul lor, o ilustrare a imaginii unor indicatori de neînlăcut în anunțarea — la început — și stabilirea — în final — a gradului de poluare a aerului și a mediului, în general.

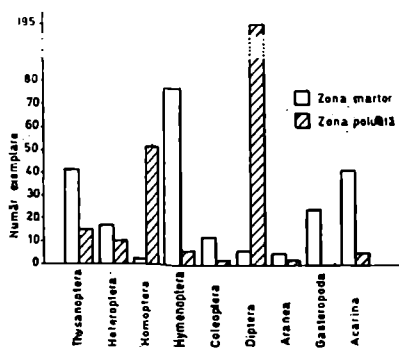


Fig. 4 — Abundența microartropodelor în zona Lumina (poluată) și Constanța km 8 (martor). Metoda cosirii cu fileul

INSECTELE, BIOINDICATORI AI POLUĂRII INDUSTRIALE

Reacția provocată de noxele pătrunse în organism este complexă, fapt care determină o etologie caracteristică pentru animalele din zonele industrializate, manifestată cel mai adesea prin părăsirea biotopilor poluați.

De aceea, pentru indicarea existenței fenomenului de poluare, reprezentative sînt acele animale ale căror posibilități de deplasare sînt reduse, dispersia lor fiind dependentă de felul și concentrația factorilor poluanți.

Cercetările noastre au condus la ideea utilizării insectelor și a altor microartropode pentru prima dată în țară, ca indicatori biologici ai poluării industriale.

Insectele, datorită strînsei dependențe de covorul vegetal, oglindesc modificările produse de prezența noxelor asupra florei, prin schimbări în structura populațiilor.

Entomofauna stenobiontă realizează, din cauza legăturii strînse de mediu, și în cadrul acestuia, de factorii poluanți — o caracterizare precisă a tabloului cenotic și, prin comparație, a schimbărilor survenite (23, 24).

Cercetările noastre au arătat că datorită unei anumite extinderi a valenței ecologice a unor microartropode față de factorii ce determină schimbări în mediul de viață, ele pot fi utilizate pentru determinarea sau semnalizarea acestor modificări (fig. 4).

a) STRUCTURA POPULAȚIILOR DE INSECTE ÎN ZONE IMPURIFICATE CU FLUOR

Fluorul este eliminat în urma proceselor industriale de către fabricile de îngrășăminte superfosfatice, de către uzinele de aluminiu, de către termocentrale, zone în care efectele lui asupra lumii vii au fost studiate în țara noastră.

Prezent în atmosfera centrelor industriale menționate, fluorul devine toxic pentru animale la o concentrație de 10—30 mg/100 g.

Cum insectele sînt mai strîns dependente de substrat, sesizînd poate chiar înaintea plantelor modificările din conținutul atmosferei, credem că doza toxică se situează chiar sub cifrele menționate mai sus, (caracteristice, mai ales, animalelor superioare).

Acțiunea stresantă și perturbările provocate de noxele industriale asupra insectelor sînt greu de decelat prin modificările morfologice pe care acestea le suferă (modificările fiziologice sînt sesizabile la insectele sociale, la albine fiind evidențiată o fluoroză acută care prin paralizie neuromusculară produce moartea lucrătoarelor). Totuși, adesea pe plan populațional (și mai rar pe plan individual) schimbările pot fi relevante asupra structurii și compoziției microartropodelor.

Fluorul acționează ca un factor reglator al densității populațiilor de microartropode, astfel că reducerea numerică sau dispariția unor grupe de organisme, indică perturbări ale echilibrului biocenotic natural.

În cazul noxelor se poate pune în evidență o acțiune diferențiată a acestora pe etaje de vegetație, cele mai afectate fiind cele superioare.

În stratul ierbos al pajiștilor ce asigură prima verigă din cadrul circuitului de materie vie din acești biotopi, se remarcă modificări mai accentuate în dinamica funcțională a populațiilor de microartropode. Agentul poluant, fluorul în cazul luat în considerare, determină o reducere numerică accentuată a ortopterelor, heteropterelor, lepidopterelor și araneelor.

În jurul termocentralei Lumina, comunitatea de acarieni tericoli este scăzută cu 87% față de cea normală, araneele cu 40%. Calitativ și cantitativ structura populațiilor de insecte este profund alterată; notăm o reducere a himenopterelor cu 93% în zona poluată, a heteropterelor cu 59%, a tisanopterelor cu 37%, a coleopterelor cu 17%. Toate acestea sînt elocvente în a considera microartropodele un indicator biologic al poluării (fig. 4).

Selecția pe care impurificarea atmosferei, ca factor extern, o provoacă, duce la supraviețuirea unor organisme cu un înalt grad de adaptabilitate care se înmulțesc puternic în nișele ecologice rămase libere prin înlăturarea speciilor sensibile la poluanți.

Homopterele, cu precădere cicadinele, și dipterele sînt ordinele de insecte a căror pondere ridicată indică prezența unor concentrații crescute cu fluor (la Năvodari de 580 mg/mp/lună).

În studiul faunei de la suprafața solului se constată că micșorarea numărului de microartropode are o influență marcantă asupra distribuției speciilor și o influență selectivă asupra numărului indivizilor. Pondere scăzută în condiții de poluare o au ortopterele, lepidopterele, opilionidele și himenopterele (fig. 5).

Între insecte, coleopterele și dipterele au o pondere aproximativ egală dar mai mare decît a acelorași insecte găsite în zona poluată cu bioxid de sulf și negru de fum (Copșa Mică).

b) MICROFAUNA ȘI FACTORUL POLUANT SO₂

În general, în țara noastră, impurificarea atmosferei nu reprezintă o problemă de amploare deși, în unele centre industriale cum ar fi Copșa Mică și Hunedoara fenomenul acesta este evident datorită prezenței unui complex de noxe rezultat din procesele tehnologice.

În ambele centre menționate bioxidul de sulf reprezintă principala noxă dar ea este însoțită și de alte substanțe vătămătoare cum ar fi Pb, Zb, Cd, SO₃, NO₃, fenoli, hidrocarburi policiclice condensate, gudroane, furingine etc.

Fenomenul de synergism ce se manifestă între SO₂ și negrul de

fum și care este evident în acțiunea sa asupra florei are o influență redusă asupra faunei afectată în mult mai mare măsură de acțiunea combinată a bioxidului de sulf și a acidului sulfuric (format din combinarea SO₂ cu vaporii de apă din aer).

În zona Copșa Mică unde acționează un complex de poluanți (cei mai mulți menționați mai sus) ponderea unor acelorași grupe de micro-

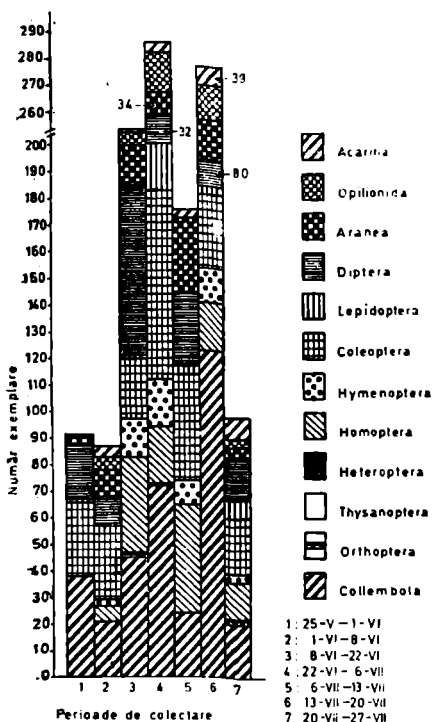


Fig. 5 — Dinamica microartropodelor în biotipul U.S.A.S. Năvodari. Metoda capcanelor

artropode este diferită comparativ cu cea de la Hunedoara (fig. 6) și ambele diferite față de zonele martor.

Abundența absolută a unor microartropode relevă diferențe mai puțin severe ca în cazul impurificării atmosferei cu fluor dar, în general, tabloul cenotic al comunităților de organisme este același. Homopterele

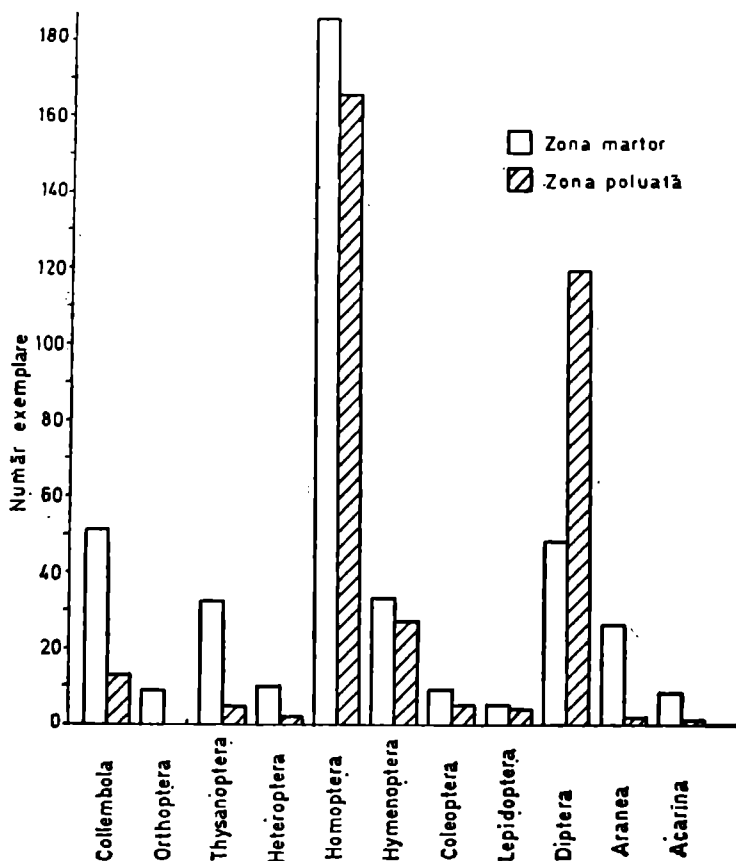


Fig. 6 — Abundența microartropodelor în zona Hunedoara (poluată) și Certeșul de Sus (zona martor). Metoda cosirilor cu fileul

sînt mai rezistente la fenomenul de poluare (în special la Copșa Mică) urmate, îndeaproape, într-un clasament al adaptabilității de diptere (numeroase în zona Hunedoara).

Cercetările noastre au relevat dereglările evidente în structura ecosistemelor naturale din care fac parte comunitățile de microartropode, perturbări ce se întind, de obicei, pe raze de 5—10 km față de sursa de impurificare; peste aceste distanțe situațiile identificate sînt apropiate de echilibrul normal din natura care nu cunoaște fenomenul de poluare industrială.

CONCLUZII

Ansamblul factorilor fiziologici analizați s-a dovedit a alcătui, alături de simptomatologia generală — și uneori înaintea acesteia — un criteriu sigur pentru determinarea existenței fenomenului de poluare și

pentru măsurarea acestuia. Numărul stomatelor funcționale poate indica pe parcurs, acțiunea noxelor și poate fi el singur un criteriu de apreciere al viitoarei productivității. Valoarea sa însă poate fi pusă în evidență prin corelarea cu alți factori fiziologici.

În cadrul lumii animale, microartropodele s-au dovedit prin modificările în structura populațiilor și prin perturbările ce le produc în lanțurile trofice a fi indicatori ai gradului de poluare.

Homopterele și dipterele sînt rezistente atît la poluarea cu fluor cît și la cea cu bioxid de sulf, prezența lor numeroasă corelată cu lipsa himenopterelor, heteropterelor și coleopterelor fiind un indice al existenței fenomenului de poluare.

BIBLIOGRAFIE

1. ADAMS D. F., SOLBERG R. A., *Histological responses of some plant leaves to hydrogen fluoride and sulfur dioxide*. Am. J. Bot., 43, 1956.
2. BALAZOVA G., HLUCHAN E., *Effet des emissions de fluor sur les animaux au voisinage d'une fabrique d'aluminium*, Air Pollution, Ed. Pudoc, Wageningen, 1969.
3. BOVAY E., *Intoxications et brûlures*. In La défense des plantes cultivées. Ed. Payot, Lausanne, 1967.
4. BREDEMANN S., *Biochemie und Physiologie des Fluors*. Ed. Acad. Berlin, 1956.
5. BRISLEY H. R., JONES W. W., *Sulphur dioxide fumigation of wheat with special reference to its effect on yield*. Plant Physiol., 25, 1950.
6. BRISLEY H. R., DAVIS C. R., BOOT J. A., *Sulphur dioxide fumigation of cotton with special reference to its effect on yield*. Agron. J. 51, 2, 1951.
7. CATCOTT E. J., *Les effets de la pollution atmospherique sur les animaux*. La pollution de l'air, 225—236, 1963.
8. CAVAGNA G., BOBOIO G., *Contributo allo studio delle caratteristiche chimico-fisiche e degli effetti biologici degli effluenti di una fabbrica di alluminio*. Med. del Lav. Ital. 61, 2, 69—101, 1970.
9. CORMIS L., *Quelques aspects de l'absorption du soufre par les plants soumise à une atmosphère contenant du SO₂*. In Air Pollution, Ed. Pudoc, Wageningen, 1969.
10. FEILER A., HIEBSCH H., *Quantitative und qualitative Untersuchungen der Spinnen und Käferfauna in rauchgeschädigten Fichten und Kiefernbeständen*. In Imise a leśni cenosy, 107—122, 1968.
11. GUDERIAN R., *Luftverunreinigungen und Pflanzenschutz*. In Zeit. f. Pflanzenkr. u. Pflanzenschutz, 73, 5, 1966.
12. IONESCU AL., SANDA V., GROU E., BUICULESCU IL., *Consideration on the effects of atmosphere impurification upon the flora and vegetation on the Copșa Mică region*. Rev. roum. de biol. 2, 1971.
13. IONESCU AL., VASILIU LILIANA, *Efectele biologice ale poluării atmosferei*, Natura, 6, 1971.
14. IONESCU AL., ȘERBĂNESCU GH., PALL GH., *Elements of the symptomatology of flour polluted plants*. Rev. roum. de biol., 2, 1972.
15. IONESCU AL., GROU E., *Aspects of the physiology and biochemistry on atmosphere pollution*. Rev. roum. de biol., 4, 1971.
16. JONAS H., *Action of air pollutants on the biosynthesis of secondary plant products*. Econ. Bot. U.S.A., 23, 3, 1969.
17. KOZINKA V., KLASOVÁ A., NIZNANSKY A. A., *Zmeny vo fyziologickej regulácii transpirácie, vyvolané pôsobením priemyselných znečistenín*. Biologia, Bratislava, 18, 1963.
18. KUDELA M., WOLF R., *Podrobní a dřevokazný hmyz na smrcích poškozených kouřem*. Lesnická práce 43, 315—318, 1964.
19. NOVAKOVA E., HANZ I., *Zmeny v kvalite srnčích parůzků z podkrusňohorské průmyslové oblasti*. Sborník Věd. les. ústav VSZ v Praze 8, 229—251, 1966.
20. NOVAKOVA E., *Influence des pollutions industrielles sur les communautés animales et l'utilisation des animaux comme bioindicateurs*. Air Pollution, Ed. Pudoc, Wageningen, 41—48, 1969.

21. NOVAKOVA E., *Indicateurs biologiques et leur valeur dans le controle des deteriorations de l'environnement*, Vtei, 5, 5—13, 1971.
22. MC. NULTY I. B., NEWMAN D. W., *Mecanisms of fluoride induced clorosis*. Plant physiol., 36, 1961.
23. PFEFFER A., *Insektenschädlinge an Tanen im Bereich der Gaseexhalationen*, Zeit. f. angew. Entomol., 51, 203—207, 1963.
24. PFEFFER A., *Prispěvek k poznani zoocenosis lesnich porosti ovlivněných imisemi*. Imise a lesní cenosis, 95—106, 1968.
25. PILLET P. E., *Action du fluor et de l'acide beta indolylacétique sur la respiration des tissus radiculaires*. Rev. gen. Notan, 71, 1969.
26. POLLANSCHÜTZ J., *Beobachtungen über die empfindlichkeit verschiedener baumarten gegenüber imissionen von SO₂, Hf und magnesitstaub*. Air pollution, Ed. Pudoc, Wageningen, 1969.
27. TEMPLIN E., *Zur populationsdynamik einiger kiefern-schädinsekten in rauch-geschädigten Beständen*. Wissenschaft. Zeit. 1962.
28. VANEK J., *Exhalaty a společenstva panciriku v severoceske oblasti kourových škod*. In Imise a lesní cenosis 69—94, 1968.
29. VASILIU L., *Cercetări sinecologice cantitative asupra artropodelor din pajști / Copșa Mică și Blăjeș, județul Sibiu /*, St. și cerc. biol. s. zool. 23, 3, 269—275, 1971.
30. ZEKMANOFF S., SPEAKER T. J., *Mecanism of toxicity of sulfur dioxide to plants*. Air Pollution Control Ass. 1968.

LA PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE ET LES MICROARTHROPODES COMME DES INDICATEURS BIOLOGIQUES DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

R é s u m é

Des recherches entreprises dans des zones avec différents polluants ont mis en évidence que les processus physiologiques des plantes comme aussi la structure des populations d'insectes peuvent être des indicateurs surs de la présence du phénomène de pollution, de son degré d'action et de la sensibilité des quelques espèces.

Le nombre des stomates fonctionnelles, l'accumulation de substance sèche, la concentration du suc cellulaire, la productivité et la transpiration sont à côté des éléments de symptomatologie générale des indicateurs de la pollution pour le monde végétale.

D'une autre part, la présence de certains insectes comme les homoptères et diptères corrélée à la réduction massive des hyménoptères et des hétéroptères peut signaler efficacement la présence de certains facteurs polluants dont l'action puissante détermine des changements profonds dans les biocénoses.

De la présentation et de l'interprétation des données de ce travail, il résulte que l'emploi des bioindicateurs est la voie la plus certaine de signaler le processus de pollution de l'environnement.

Institutul de cercetări pentru cereale și plante tehnice Fundulea
și Institutul de cercetări biologice București
Primit în redacție la 15 mai 1977