

**ACADEMIA DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI
MINISTERUL MEDIULUI**

INSTITUTUL DE ECOLOGIE ȘI GEOGRAFIE

Cu titlu de manuscris
CZU:574.3:504.064.2(478)(043.3)+
+574.3:504.3.054(478)(043.3)

BEGU ADAM

**STUDIUL ECOBIOINDICAȚIEI ÎN REPUBLICA MOLDOVA ȘI
IMPLEMENTAREA EI ÎN MONITORINGUL CALITĂȚII
MEDIULUI**

03.00.16 – Ecologie

**AUTOREFERATUL
tezei de doctor habilitat în biologie**

CHIȘINĂU, 2010

Teza a fost elaborată în laboratorul Ecobiota și Radioecologie al Institutului de Ecologie și Geografie (IEG)

Consultant științific:

DEDIU Ion,

dr. hab. în biol., prof. univ., mem. cor. al AȘM

Referenți oficiali:

CRISTEA Vasile,

dr. în biol., prof. univ., directorul Grădinii Botanice din or. Cluj, România

SOFRONI Valentin,

dr. hab. în geogr., prof. univ., Universitatea de Stat din Tiraspol (cu sediul în Chișinău)

BUMBU Iacob,

dr. hab. în biol., prof. univ., Universitatea Tehnică din Moldova

Componența Consiliului Științific Specializat:

MIHAILESCU Constantin,

Președintele Consiliului, dr. hab. în geogr., Proiectul pentru dezvoltare regională DFID

TĂRÎȚĂ Anatolie,

secretar științific, dr. în biol., Institutul de Ecologie și Geografie

TOMA Simion,

dr. hab. în agric., prof. univ., acad. al AȘM, Consiliul Național de Acreditare și Atestare

POSTOLACHE Gheorghe,

dr. hab. în biol., prof. univ., Grădina Botanică (Institut) a AȘM

TODERAȘ Lidia,

dr. hab. în biologie, Universitatea AȘM

Susținerea va avea loc la **10 iunie**, 2010, ora **14⁰⁰** în cadrul ședinței Consiliului Științific Specializat DH 12.03.00.16-03, din cadrul Institutului de Ecologie și Geografie, pe adresa: MD 2028, mun. Chișinău, str. Academiei, 1 (aula 352)

Tel./ fax +373-22-211134, e-mail: ieg@asm.md

Teza de doctor habilitat și autoreferatul pot fi consultate la biblioteca Academiei de Științe a Moldovei (str. Academiei, 5 MD-2028) și pe pagina web a C.N.A.A. (www.cnaa.md)

Autoreferatul a fost expediat la aprilie, 2010

Secretar științific

al Consiliului Științific Specializat,

TĂRÎȚĂ Anatolie, dr. în biol.

Consultant științific:

DEDIU Ion, dr. hab. în biol., prof. univ., mem. cor. al AȘM

Autor

BEGU Adam

© Begu Adam, 2010

REPERELE CONCEPTUALE ALE CERCETĂRII

Actualitatea temei. Un șir de state, inclusiv și înalt dezvoltate, utilizează pe larg metoda ecobioindicației în monitorizarea calității mediului. Această metodă este bazată pe studiul unor specii și comunități de organisme, sensibile la schimbarea condițiilor mediului extern sau cu particularități cumulative, îndeosebi a poluanților chimici, adică este aplicat monitoringul ecobiologic sau ecobiomonitoringul. Metoda ecobioindicației face posibilă obținerea informației despre fluctuațiile în timp și spațiu, acumularea sau efectul sinergetic dintre anumiți factori abiotici și răspunsul organismelor vii la modificările mediului [13].

Tradițional, monitorizarea fenomenelor negative, se realizează prin metoda instrumentală, instalând o rețea ecologică complexă [45], care semnalizează, în regim non-stop, dinamica fenomenelor. Metoda biomonitoringului, prin fito- și zooindicație, este propusă spre utilizare în supravegherea stării ecosistemelor forestiere ca alternativă metodei instrumentale [30].

Descrierea situației în domeniul de cercetare. Ecosistemele forestiere constituie circa 10,7% din teritoriul țării noastre [35], reprezentând și habitatele cu cea mai bogată diversitate biologică. Spre regret, gradul de împădurire al teritoriului țării este insuficient pentru asigurarea echilibrului ecologic în toate regiunile țării. Pe lângă faptul că cota ecosistemelor ecologic stabilizatoare este sub necesarul de 15%, în zonele industriale ele sunt supuse impactului antropic local și transfrontier puternic.

În Republica Moldova până în prezent cercetări complexe, strict orientate spre domeniul bioindicației nu au fost efectuate, cu atât mai mult în domeniul ecobioindicației. Ținând cont de importanța ecosistemelor forestiere, acvatice și palustre și urbane, precum și de dificultățile financiare din țara noastră, ce fac irealizabil monitoringul instrumental, devine destul de actuală supravegherea stării mediului prin metoda monitoringului biologic, bazat pe principiul ecobioindicației, direcție promovată la nivel european și de Convenția de la Geneva (1979), privind poluarea atmosferică transfrontalieră pe distanțe lungi [17].

Reieșind din cele expuse mai sus, **scopul** cercetărilor noastre a fost de a argumenta științific existența premiselor ecobioindicației în Republica Moldova și elaborarea unor criterii de evaluare a calității mediului prin diferite varietăți ale ecobioindicației: licheno-, brio-, mico-, fico- și malacoindicație.

Penru realizarea scopului au fost trasate următoarele **obiective**:

1. Sistematizarea informației privind lichenoflora RM și alcătuirea Registrului Lichenoflorei în conformitate cu sistemul și nomenclatura contemporană;
2. Argumentarea științifică a premiselor aplicării ecobioindicației în RM;
3. Elaborarea criteriilor de evaluare a calității aerului în ecosistemele forestiere, forestier-pietrofite și urbane și adaptarea unor scale și indici la condițiile RM;
4. A verifica posibilitatea aplicării practice în RM a Indicelui Purității Atmosferei (IPA) – propus pentru Canada și Indicelui Poleotoleranței (IP) – propus pentru Pribaltica;
5. A estima particularitățile acumulării metalelor grele în litieră, mușchi, licheni și moluște în funcție de specie, roza vânturilor, altitudine și distanța de la sursa de poluare;
6. Monitorizarea dinamicii schimbărilor morfologice ale transplanților monitoringului biologic activ în condițiile mun. Chișinău, precum și efectele nocive ale poluanților asupra pigmentilor fotosintetici și capacitatea de acumulare a unor microelemente;
7. Stabilirea gradului de poluare cu substanțe organice și metale grele a afluenților de stânga ai Prutului și tendința proceselor de degradare.

Metodologia cercetării a fost asigurată în baza elaborărilor în domeniul bioindicației, aplicate în diferite țări de savanții [14, 23, 25, 66, 61, 10, 22, 47, 43]. Toxitoleranța speciilor indicatoare de licheni la poluarea atmosferei cu SO₂ – în baza scalelor propuse de [28, 29, 2]. Indicele Purității Atmosferei – în baza formulelor propusă de [27, 31, 56]. Gradul de poluare atmosferică cu SO₂ în baza afectării arborilor de „făinare” – utilizând scala propusă de [12].

Cota parte a poluării transfrontaliere a Republicii Moldova cu SO₂, NO_x, NH₃ și metale grele a fost înregistrată conform metodologiei EMEP 50x50 km² [39], promovată de Convenția de la Geneva [17]. Emisiile de la sursele locale de poluare – în baza hărților privind Impactul antropic asupra mediului înconjurător [36] și Starea mediului înconjurător [38, 37], informației SHS, măsurărilor proprii efectuate în teren și conform rezultatelor analizelor chimice în mostrele de aer, nămol, litieră, apă, zăpadă și biotă, colectate în timpul expedițiilor.

Noutatea științifică. Au fost elaborate 3 criterii de apreciere a calității aerului în baza diversității specifice, abundenței și toxitoleranței ecobioindicatorilor față de poluanți. Au fost stabilite particularitățile de migrare/cumulare a poluanților în corpul biotei și în componentele abiotice. A fost elaborat, pentru prima dată în RM, registrul speciilor

ecobioindicatoare, criteriile și metodologia de evaluare a calității aerului. A fost obținută o informație originală despre starea ecologică a ecosistemelor forestiere și urbane în condițiile poluării locale și transfrontaliere.

Au fost stabilite modificări esențiale, ca rezultat al activității antropice, în componența biodiversității, abundenței speciilor vulnerabile, pereclitate și rare și afectarea speciilor ecobioindicatoare în dependență de gradul lor de toleranță, particularitățile de cumulare a poluanților, cantitatea și calitatea noxelor etc.

În baza cercetărilor în teren și studiului de laborator au fost descrise 22 specii de licheni, anterior neidentificate pentru Republica Moldova. Analiza diversității floristico-faunistice denotă că în ecosistemele studiate circa 30 specii sunt rare și amenințate cu extincția. Dintre acestea, în Cartea Roșie a Republicii Moldova [16] sunt incluse: 15 specii de licheni și 7 specii de mușchi. Pentru ediția a III a Cărții Roșii sunt propuse 7 specii de licheni și 8 specii de mușchi.

Originalitatea științifică a rezultatelor constă în efectuarea unui studiu complex, cu aplicarea metodelor ecologice, biologice, chimice și pedologice, care a permis obținerea unei informații noi despre diversitatea biologică la nivelul speciilor și ecosistemelor, caracterele esențiale ale ecobioindicatorilor, toleranța lor față de poluanți, capacitatea de migrare/cumulare a poluanților în corpul biotei și în componentele abiotice, efectele de sinergism, compatibilitate, similitudine și ecoton în unele ecosisteme forestiere, acvatice și urbane.

Semnificația teoretică. A fost fondată teoretic ecobioindicația, ca direcție de studiu a calității mediului ambiant și modurile de aplicare a ei în RM; au fost argumentate științific principiile ecobioindicației în ecosistemele forestiere, forestier–pietrofite, acvatice și urbane în baza analizei interdependenței dintre factorii abiotici și biotici ai ecosistemelor studiate și prin studii profunde privind: diversitatea biologică, abundența, gradul de toleranță și particularitățile cumulative ale ecobioindicatorilor în condițiile intensificării impactului antropic asupra ecosistemelor. Cercetările ecobioindicației au servit pentru stabilirea legităților de funcționare și menținere a echilibrului ecologic în ecosistemele forestiere, forestier–pietrofite, acvatice și palustre și urbane; a fost stabilit gradul de toleranță a ecobioindicatorilor; particularitățile ecologice și biologice a ecobioindicatorilor, abundența și aria lor de răspândire; completat registrul speciilor de licheni, mușchi și alge din diverse ecosisteme și habitate ale Republicii Moldova; completată banca de date privitor la diversitatea biologică a ecosistemelor studiate.

Valoarea aplicativă a lucrării. În calitate de ecobioindicatori veritabili în realizarea monitoringului ecologic sunt propuse 75 de specii, dintre care: licheni – 40, mușchi – 30, moluște – 3, ciuperci – 2 specii. A fost stabilit gradul afectării speciilor ecobioindicatoare în dependență de toxicitatea și particularitățile lor cumulative, cantitatea și calitatea noxelor etc.

Metodologia ecobioindicației, scalele toxicității lichenilor și briofitelor și criteriile elaborate, sunt propuse pentru evaluarea calității mediului (poluare cu SO₂, metale grele, substanțe organice). Este modificată metoda de transplantare a ecobioindicatorilor din ecosistemele nepoluante în cele urbane, cu scopul aprecierii calității atmosferei.

Rezultatele științifice principale înaintate spre susținere.

1. Diversitatea specifică, abundența și toxicitatea ecobioindicatorilor se află în dependență directă de particularitățile biologice, climatice, factorii fizico-chimici și relațiile biotice ale componentelor ecosistemului.

2. Este elaborată Metodologia Ecobioindicației calității aerului în condițiile RM, exprimată prin Monitoringul Biologic Pasiv al ecosistemelor forestiere și Monitoringul Biologic Activ al spațiilor locative (selitebice) și sectoarelor cu perspectivă de extindere a localităților.

3. Sunt elaborate și științific argumentate criteriile ecologice de evaluare a calității mediului: Gradații de Evaluare a Calității Aerului (GECA), Scala Toxicității Lichenilor (STL), Indicele Purității Atmosferei (IPA).

4. În condițiile fragmentării înalte a fondului forestier din RM, reliefului accidentat și lipsei megasurselor de poluare, monitoringul calității aerului se va realiza în rețeaua de 25x25 km, deoarece rețeaua EMEP 50x50 km nu asigură date obiective privind calitatea aerului.

5. Spectrul diversității specifice al algoflorei afluenților de stânga a r. Prut a suferit modificări esențiale pe parcursul ultimilor 40-45 ani, demonstrând tendința de eutroficare și salinizare a râurilor Sărata și Larga și de limnificare a râului Camenca.

6. Poluarea chimică a aerului provoacă anumite modificări morfologice și biochimice ale talului lichenic, manifestate prin decolorarea și distrugerea corpului, diminuarea conținutului pigmentilor fotosintetici și sporirea conținutului de metale grele – particularități ce pot sta la baza evaluării calității mediului.

7. În rezultatul monitoringului biologic activ din mun. Chișinău a fost stabilit faptul că în zona selitebică, datorită legităților neordinare de convecție a maselor de aer, reținute, în special, de blocurile locative, conținutul poluanților este o funcție direct proporțională cu altitudinea și nu invers, cum se considera până în prezent.

Implementarea rezultatelor științifice.

1. A fost apreciată calitatea mediului (conținutul SO₂ și metale grele din aer, sol, apă, biotă) din 62 ecosisteme forestiere și 1 ecosistem urban și saprobitatea apei din 9 ecosisteme acvatice și palustre, aplicând metodele monitoringului biologic pasiv și activ, bazat pe utilizarea ecobioindicației (licheno-, brio-, fico-, mico- și malacoindicație).
2. Este alcătuit fotoalbumul a 40 de specii de licheni, recomandați ca ecobioindicatori veritabili în efectuarea operativă și eficientă a biomonitoringului calității aerului din diferite ecosisteme forestiere, forestier–pietrofite și urbane.
3. A fost completată lista lichenoflorei RM cu 22 de specii, semnalate pentru prima dată pe teritoriul țării noastre.
4. Este alcătuit Registrul Lichenoflorei RM, conform sistemului de clasificare și nomenclaturii contemporane, aprobate la nivel internațional.
5. Datele privind gradul de poluare a atmosferei cu SO₂ și conținutul metalelor grele în sol, mușci, licheni, moluște și mâl sunt incluse în Pașapoartele Ecolgice a 36 obiecte protejate de stat.

Aprobarea rezultatelor lucrării. Rezultatele cercetărilor au fost comunicate, discutate și aprobate la diverse foruri științifice de specialitate: Conf. șt.-pr. „Ecologia și protecția mediului înconjurător în RM”, 1992; Conf. științ. „Ocrotirea naturii. Present și viitor”, Chișinău, 1995; Simpoz. Jubil. „30 ani de la formarea rezervației Codrii”, Lozova, 2001; The Second Internat. Confer. on Ecological Chemistry. October 11–12, Chisinau, 2002; Environment and progress. Univ. Babeș–Bolyai, 2002; Mejdunorodnâi seminar “Obmen i dostup k ekologhicescoi informații v svete realizatii Orhuscoi Convenții”, 11–14 noiembrie, Khiev, 2002; Conf. internaț. șt.–pract. “Solul – una din problemele principale ale secolului XXI”, Chișinău, 2003; The 1st internat. Confer. of the moldavian chemical society „Achievements and perspectives of modern chemistry”, October 6–8, Chișinău, 2003; Environment & Progress 2, Cluj–Napoca, 2004; The third Internat. Confer. on Ecological Chemistry, May 20–21, Chisinau, 2005; Ecologie și Protecția Mediului – Cercetare, Implementare, Management. Conf. Jubil.–INECO–15 ani (29 dec., 2005), Chișinău, 2006; Simpoz. Jubiliar – Rezervația „Codrii”–35 ani. Lozova, 2006; 7th Subregional Meeting on Effect-oriented Activities in the Countries of Eastern and South-eastern Europe, Baia Mare, România, 2006; Conf. Internaț. „Aspecte științifico-practice a dezvoltării durabile a sectorului forestier din RM”, ICAS, Chișinău, 2006; Simpoz. Naț. „Contribuții științifice în tehnologii și echipamente pentru evaluarea și protecția mediului”, 2007, Aralia (Bistrița–Năsăud); Simpoz. Internaț. „Sisteme Informaționale Geografice”. Ediția a XV, 2007, Chișinău; Simpoz.

„Mediul–cercetare, protecție și gestiune”. Ed. a VI. Cluj-Napoca, 2007; The 10th DKMT Conference on Cross-border Bioecology And Public Health., 2008, Arad, Romania; Simpoz. naț. cu participare internaț. „Contribuții științifice în tehnologii și echipamente pentru evaluarea și protecția mediului”, 2008, Aralia (Bistrița–Năsăud); Simpoz. Științ. Internaț. „Biosisteme la diferite niveluri de organizare în tehnologiile de monitorizare ecologică modernă”, 2008, Cernăuți (Ukraina); Conf. „Aerul și apa componente ale mediului”, 2009, Cluj–Napoca (România).

Publicații la tema cercetărilor. În baza materialului științific acumulat au fost publicate 40 lucrări științifice și metodice, inclusiv 3 monografii, 1 articol de sinteză, 35 articole, 1 recomandare metodică.

Volumul și structura tezei. Teza este tehnoredactată pe 170 pagini de text de bază și se constituie din adnotare, introducere, șase capitole divizate în 48 paragrafe și subparagrafe, concluzii generale și recomandări, indice bibliografic din 452 surse. Materialul ilustrativ include 50 tabele, 26 figuri și 9 anexe.

Cuvinte-cheie: ecobioindicație, toxitoleranță, licheni, ecosisteme forestiere și urbane, criterii de evaluare, poluare cu SO₂ și metale grele, programul european EMEP, biomonitoring.

CONȚINUTUL TEZEI

1. PROBLEMA BIOINDICAȚIEI ȘI ACTUALITATEA EI ÎN REPUBLICA MOLDOVA

Este descrisă importanța ecobioindicației ca domeniu al ecologiei la etapa actuală, sunt expuse scalele de evaluare a poluării utilizate în lume. Detaliat sunt arătate prioritățile monitoringului biologic pasiv și activ față de metoda instrumentală, bazate pe reacții de răspuns a indicatorilor la anumiți poluanți și particularitățile cumulative ale ecobioindicatorilor. În final, se menționează că problema ecobioindicației în Republica Moldova este destul de actuală, iar aplicarea ei practică poate contribui la ameliorarea gradului de stabilitate a ecosistemelor.

2. MATERIALE ȘI METODE DE CERCETARE

Lucrarea se bazează pe rezultatele investigațiilor științifice personale efectuate pe parcursul anilor 1991-2001, la catedra Biologie vegetală a Universității de Stat din Tiraspol și 2001-2007 – în laboratorul Impact

Ecologic și Ecobioindicație al Institutului Național de Ecologie și unele date obținute în comun cu colaboratorii Institutului de Ecologie și Geografie.

Obiect de studiu au servit 62 ecosisteme forestiere, 9 – acvatice și 15 stații ale ecosistemului urban Chișinău, în care au fost evaluate sursele de poluare și starea componentelor ecosistemice de bază: aer, apă, sol, biotă. Schema amplasării obiectelor include 8 sectoare cu risc ecologic sporit, dislocate în toate cele 5 regiuni landsaftice ale țării (Figura 2.1):

Zona de silvostepă: A. Regiunea podișurilor și platoului de silvostepă include: I) 8 ecosisteme din zona de influență a or. Edineț și Lipcani, pe o rază de circa 80 km, cu pădurile din preajma localităților: 1–Criva, 2–Pererâta, 3–Tețcani, 4–Trebisăuți, 5–Trinca, 6–Fetești, 7–La Castel, 8–Zăbriceni; II) 8 ecosisteme din zona de influență a or. Edineț și Mogilău, pe o rază de circa 100 km, cu pădurile din preajma localităților: 9–Clocușna, 10–Ocnîța-Hădărăuți, 11–Lipnic, 12–Cernoleuca, 13–Dondușeni, 14–Climăuți, 15–Călărășăuca-Moșana, 16–Chertroșica Nouă; III) 10 ecosisteme din zona de influență a or. Râbnîța și Rezina, pe o rază de circa 90 km, cu pădurile din preajma localităților: 17–Ciorna, 18–Păpăuți, 19–Șoldănești, 20–Cuhureștii de Sus, 21–Saharna, 22–Pohribeni, 23–Lopatna, 24–Orhei, 25–Seliște, 26–Ivanca. **B. Regiunea podișurilor și câmpiilor cu fâneată din stepa Bălțului:** IV) 6 ecosisteme din zona de influență a or. Bălți și Florești, pe o rază de circa 70 km, cu pădurile din preajma localităților: 27–Rublenița, 28–Răduleni Vechi, 29–Stânca Mare, 30–Hâjdieni, 31–Iabloana, 32–Mândreștii Noi. **C. Regiunea podișurilor cu păduri ale Codrilor:** V) 10 ecosisteme din zona de influență a or. Ungheni și Iași, pe o rază de circa 120 km, cu pădurile din preajma localităților: 33–Potoci (România), 34–Valea Mare, 35–Nemțeni, 36–Cotul Morii, 37–Cornești, 38–Bahmut, 39–Bălănești, 40–Seliște Leu, 41–Cobac, 42–Bujor; VI) 8 ecosisteme din zona de influență a or. Chișinău și Hâncești, pe o rază de circa 60 km, cu pădurile din preajma localităților: 43–Căpriană, 44–Durlești, 45–Tohatin, 46–Budești, 47–Cimișeni, 48–Logănești, 49–Sărata-Mereșeni, 50–Sărata Galbenă.

Zona de stepă: D. Regiunea câmpiei de stepă a teraselor Nistrului inferior: VII) 4 ecosisteme din zona de influență a or. Tighina, Tiraspol și Dnestrovsc, pe o rază de circa 40 km, cu pădurile din preajma localităților: 51–Hârbovățul Nou-Balmaz, 52–Copanca, 53–Cioburciu-Răscăieți, 54–Cărbuna. **E. Regiunea câmpiilor fragmentate din stepa Bugeacului:** VIII) 8 ecosisteme din zona de influență a or. Cahul și Comrat, pe o rază de circa 170 km, cu pădurile din preajma localităților: 55–Sărata Nouă, 56–Codrii Tigheci, 57–Crihana Veche, 58–Văleni, 59–Giurgiulești, 60–Congaz, 61–Taraclia, 62–Vilcovo (Ukraina).

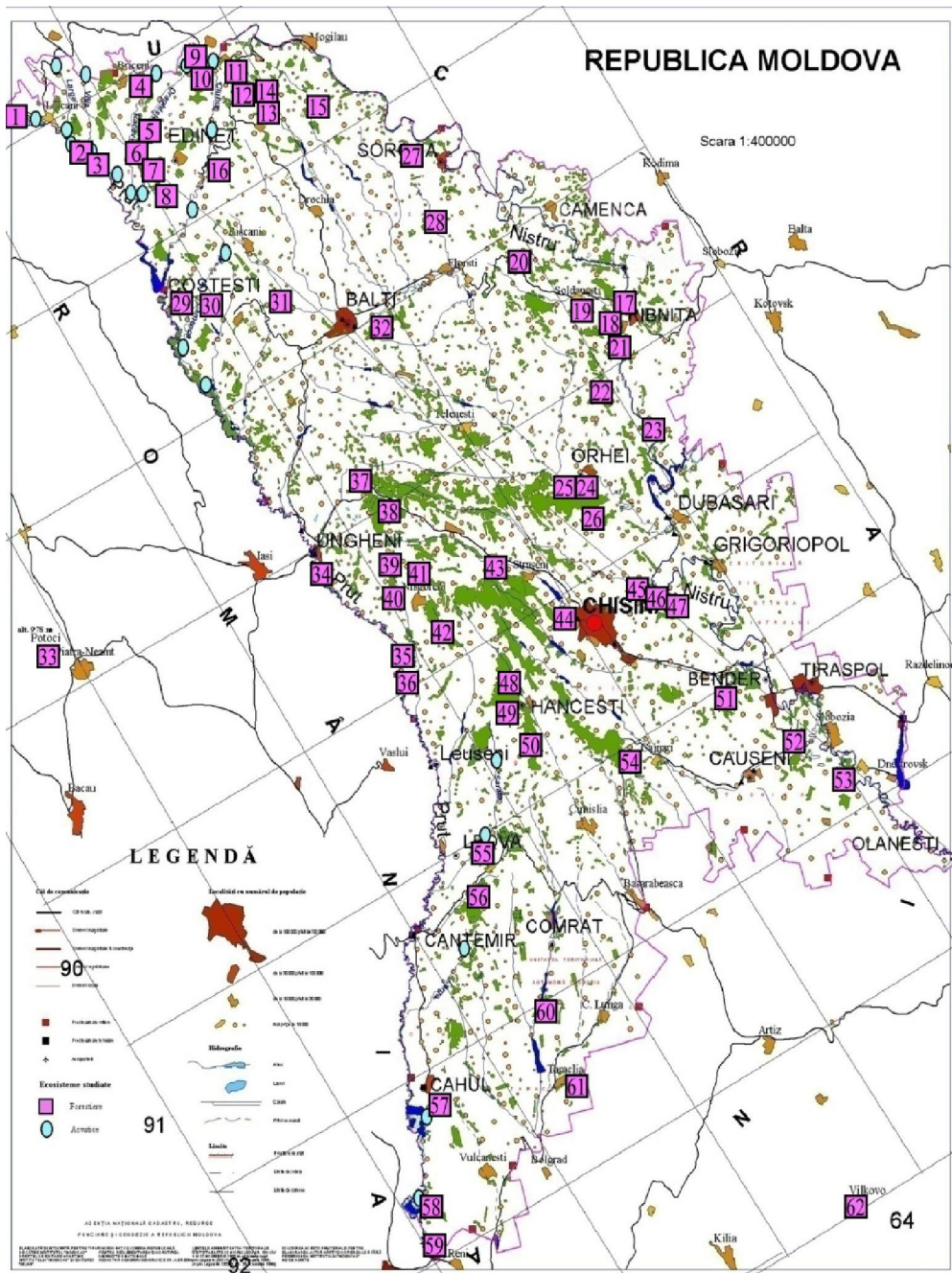


Fig. 2.1. Amplasarea ecosistemelor și stațiilor cercetate

Studiul ecosistemelor forestiere, palustre și acvatice, cu colectarea mostrelor, efectuarea observațiilor și măsurărilor au fost asigurate grație transportului special din cadrul INECO – Niva și Nissan „Patrol”. Colectarea, determinarea și păstrarea mostrelor acumulate în rezultatul a circa 40 expediții în teren a fost realizată conform metodelor uzuale standard [51, 63, 55, 25, 64, 65, 50, 58, 47, 48]); aplicarea monitoringului biologic activ, conform [10, 22]; toxitoleranța lichenilor, conform [29, 2, 56]. Determinarea apartenenței sistematice a speciilor de biotă – utilizând microscopie MBS – 10, Micmed – 5.

Pentru realizarea monitoringului activ au fost utilizate speciile de *Hypogymnia physodes*, *Evernia prunastri*, *Parmelia sulcata*, *Parmelia caperata* și *Usnea hirta*, colectate din rezervația științifică „Codrii”. Mostrele-transplant au fost amplasate pe tulpinile arborilor din zona cercetată, la înălțimea de circa 1,5 m [14, 47] și erau fotografiate o dată la două săptămâni. Perioada de expunere a fost de 9 luni.

Calitatea mediului a fost estimată prin: 1. Indicele similitudinii floristice Jaccard (1901) [53]. 2. Indicele saprobității, după Pantle et Buck, 1955 [53]. 3. Toxitoleranța lichenilor la poluarea cu SO₂ – în baza a 20 de scale, adaptându-le la scala cu 6 trepte. 4. Indicele Purității Atmosferei – după [19, 26], cu modificările noastre. 5. Scala poluării aerului cu SO₂, în baza afectării arborilor de „făinare” – conform [12], cu unele completări. 6. Conținutul metalelor grele în sol, mâl, zăpadă, cochiliile melcilor și biotă – prin spectrometrie (AAS – 3, VGP – 210, Spectroscan MAX-G). 7. Indicii chimici ai apei – prin metode fotometrică (КФК – 2МА) și titrimetrică; 8. Conținutul clorofilei „a” și „b” în licheni – prin metoda spectrofotometrică (СФ-26).

Studiul calității surselor acvatice în baza ecobioindicației a fost efectuat pe 9 afluenți de stânga a Prutului (Larga, Vilia, Lopatinca Racovăț, Draghiște, Ciuhur, Camenca, Sărata, Larga) și însăși râul, conform schemei din fig. 2.1, colectând mostre din cursul superior, (uneori și mijlociu) și inferior al râului, sau amonte și aval de sursele de poluare.

Aparatajul utilizat în determinarea indicilor chimici de către laboratoarele în care au fost realizate este omologat de către Departamentul de Stat pentru Standardizare și Metrologie.

3. PREMISELE APLICĂRII ECOBIOINDICAȚIEI ÎN UNELE TIPURI DE ECOSISTEME DIN REPUBLICA MOLDOVA

Aplicarea lichenoindicației în monitoringul calității factorilor de mediu este cea mai indicată în literatura de specialitate [32, 23, 66, 61, 3, 56, 18] ș.a. Conform analizei de sinteză a publicațiilor științifice referitor la lichenoflora Republicii Moldova efectuată de autor, actualmente sunt cunoscute circa 200 specii de licheni, cuprinse în 12 ordine, cu 35 familii și 76 genuri, conform The Ainsworth & Bisby s Dictionary of the fungi [24] și nomenclaturii propuse de [26], ceea ce constituie o bază suficientă a biodiversității, în realizarea monitoringului calității mediului.

Predomină speciile cu tal crustos (108) și foliculos (80), mai puțini fiind cei fruticuloși (18) – ultimele 2 grupe fiind recomandate în monitorizarea calității mediului. În funcție de substratul preferat, domină

lichenii epifleoizi (138), cu suficienți ecobioindicatori ai calității mediului, care pot fi utilizați în monitoringul ecologic al pădurilor și altor arii bogate în arbori. Lichenii epilitici (44) sunt omniprezenți în ecosistemele pietrofite, iar celelalte grupe includ doar 17 specii epigeice și 7 specii epixilici.

Corologia indică o abundență sporită în RM a speciilor foarte răspândite pe Terra (103) și comune (73), ceea ce permite utilizarea lor în monitoringul regional sau european al calității mediului. Cota speciilor rare și foarte rare este de 30 de specii, dar utilizarea lor în ecobioindicație pe scară largă nu este recomandată. Lichenoflora RM este bine asigurată cu specii de indicatori veritabili ai poluării mediului, îndeosebi a aerului atmosferic cu diferiți poluanți chimici – SO₂ și NO_x, mai puțin O₃, Cl, F etc. Astfel, sensibili la poluarea mediului cu SO₂ sunt 115 specii, dintre care foarte sensibili – 20, sensibili – 25, moderat sensibili – 50, rezistenți la poluare – 16 și foarte rezistenți – 4 specii. Destul de receptive la poluare cu NO_x sunt 34 de specii, dintre care rezistente sau indiferente – 3 specii. Sensibile la poluarea aerului cu F, O₃, și Cl sunt, respectiv 3, 3 și 2 specii. Indicatori veritabili ai acidifierii mediului sunt 27 de specii. Spre regret, printre epilitice (44) lipsesc speciile sensibile la poluare, confirmând faptul, că speciile epilitice, sunt cele mai nerecomandate în ecobioindicație [62].

Așa dar, bogăția speciilor și particularitățile morfologice, ecologice și corologice a lichenoflorei RM asigură premise optimale în realizarea monitoringului factorilor de mediu din diferite tipuri de ecosisteme, îndeosebi forestiere, forestier–pietrofite, urbane și mai puțin în cele pietrofite, stepice, acvatic și palustre, agricole.

Multitudinea scalelor de evaluare a calității aerului în baza toxitoleranței lichenilor variază de la 3 până la 12 trepte. De regulă, cele cu 10-12 trepte sunt aplicate în Anglia, Pribaltica, Canada (regiunea boreală), unde lichenoflora e foarte bogată. Pentru condițiile Franței, ele deja au fost reduse la 7 trepte ([42]. Noi considerăm că lichenoflora RM poate asigura cu specii indicatoare o scală de 6 trepte: 5 trepte caracterizate de specii cu diferită toxitoleranță, iar ultima treaptă constituind-o zona în care lipsesc complet lichenii, deci cea mai poluată. Cele 20 scale analizate de noi, au fost aplicate în diferite regiuni climatice (boreală, temperată, subtropicală). Anumite specii au fost comune în testările mai multor autori, dar atribuindu-le diferite grade ale toxitoleranței. Astfel testările noastre prin gazare, transplantare și cercetările în teren ne-au permis să selectăm 40 de specii ecobioindicatoare, care asigură realizarea monitoringului calității aerului din ecosistemele forestiere: 3 specii cu toxitoleranța de gradul I, 15 specii – II, 16 specii – III, 4 specii – IV, 2 specii – gradul V. Frecvența înaltă a acestor specii în ecosistemele forestiere din RM, garantează utilizarea aceluiași

specii și în Rețeaua Europeană de monitoring, multe dintre specii fiind comune și spațiului european.

Reieșind din faptul, că la etapa actuală s-a acumulat o informație bogată privind concentrația celor mai toxici poluanți din atmosferă, ce provoacă dereglări în activitatea vitală a lichenilor [1, 15, 40, 67, 46, 59], unii autori de scale specifică gradații de concentrații SO₂ [23, 28, 57] ș.a.). Concentrațiile indicate diferă mult de la un autor la altul, probabil că unele date sunt obținute în condiții de laborator, altele în teren; diferă structura emisiilor, condițiile climatice, metodica cercetărilor ș.a. Analiza gradațiilor ne permite să constatăm că la majoritatea autorilor, concentrația SO₂ < 0,05 mg/m³ aer e indicată pentru zona cu aer curat, iar efectele nocive încep de la 0,1 până la 0,3 mg/m³ aer, unii indicând treapta > 0,3 mg/m³ aer ca foarte poluată, alții indicând ca fatală pentru licheni concentrația SO₂ > 0,5 mg/m³ aer. Astfel, în baza unor date, publicate de alți autori și în baza testărilor noastre prin gazare și transplantare, propunem Scala Toxitoleranței Lichenilor (STL) față de diferite concentrații de SO₂ (Tabelul 3.1).

Tabelul 3.1. Scala Toxitoleranței Lichenilor (STL) față de diferite concentrații de SO₂ în aer

Toxitoleranța	Particularitățile zonei	Concentrația SO₂ în aer, mg/m³ aer	Prezența lichenilor cu diferit grad de sensibilitate la poluare
I	Nepoluată	< 0,05	Foarte sensibili
II	Poluare ușoară	0,05 – 0,1	Sensibili
III	Poluare moderată	0,1 – 0,2	Cu rezistență moderată
IV	Poluată (de luptă)	0,2 – 0,3	Cu rezistență sporită
V	Poluare puternică	0,3 – 0,5	Cu rezistență mare
VI	Poluare critică	> 0,5	Lipsa completă a lichenilor

Considerând că nu orice prezență a bioindicatorului este un criteriu veritabil al indicației [49], în cazul lichenilor, veridic va fi considerat gradul de acoperire a substratului cu taluri ale speciei indicatoare de peste 10% din suprafață. Astfel, reieșind din abundența ecobioindicatorilor este propus următorul criteriu de evaluare a calității aerului (Tabelul 3.2).

Brioflora RM numără 154 specii [64,65] incluse în 28 familii, conform sistemului Fleișer–Broterus [8] și este destul de bine reprezentată în toate tipurile de pădure, prezentând o similitudine înaltă cu brioflora țărilor vecine – România și Ucraina (peste 100 specii sunt comune). Dintre cele mai des

recomandate și utilizate specii în monitoringul calității mediului din Europa, la noi se întâlnesc *Pleurozium schreberi*, *Hypnum cupressiforme* și *Hylocomium splendens*. Cu regret, numai *Hypnum cupressiforme* are o răspândire mai largă, fiind menționat ca epifit (în păduri), epilit (pe substrat pietros), uneori și epigeic (pe sol). Celelalte două specii sus-numite sunt indicate de Simonov [64], doar în câte două stații fiecare. În cercetările noastre (2001-2007) cel mai des a fost depistat *H. cupressiforme* (în 9 stații). Destul de valoroase pentru brioindicație în RM sunt speciile de *Marchantia polymorpha* (16 stații), *Bryum argenteum*, *Funaria hygrometrica*, *Radula complanata* – indicate ca foarte răspândite, dar și *Camptothecium lutescens* (20 stații), *Polytrichum juniperinum* (11 stații), *Brachithecium salberosum* (10 stații). Cu toate că în RM sunt 30 de specii de mușchi indicatori ai poluării aerului cu SO₂, fragmentarea sporită a arealelor nu permite alcătuirea unei rețele dense cu utilizarea mai multor specii. Sporadic pot fi utilizate 8 specii – la poluarea cu metale grele, 3 specii – la poluarea cu radionuclizi, 4 specii – la poluare cu F.

Tabelul 3.2. Gradații de Evaluare a Calității Aerului (GECA)

Calitatea aerului	Conținutul SO ₂ în aer, mg/m ³	Abundența speciilor cu diferit grad de toxitoleranță, % din suprafața substratului	Culoare convențională
1.Curat	<0,05	I > 10 sau I < 10 și II > 75	albastru
2.Slab poluat	0,05-0,1	I – 0 -10 sau II – 50-75	verde
3.Moderat poluat	0,1-0,2	II - 10-50 sau III > 50	violet
4.Poluat	0,2-0,3	III - 10-50 sau IV > 50	galben
5.Puternic poluat	0,3-0,5	IV - 10-50 sau V - 1-100	roșu
6.Poluare critică	>0,5	Lipsa deplină a lichenilor	negru

Monitorizarea calității factorilor de mediu în ecosistemele forestiere, utilizând alte grupe de organisme indicatoare, devine problematică pentru RM, deoarece ele nu asigură o frecvență satisfăcătoare în toate regiunile țării. Spre exemplu, este cunoscută sensibilitatea coniferelor la poluarea aeriană cu Pb, F, SO₂, HF, HCl [52], dar cota pădurilor de conifere în RM constituie numai 2,1% din suprafața împădurită [9], iar arborii cu frunză căzătoare manifestă o sensibilitate medie față de poluanții aerieni [52], fapt ce-i plasează pe poziție nefavorabilă ecobioindicației.

Utilizarea ciupercilor în monitoringul calității mediului, la fel, nu asigură perspective mari. Macromicetele pot acumula intens metale grele și radionuclizi în corpul lor, dar caracterul lor efemer limitează extrem de mult perioada de monitorizare. Micromicetele parazite, îndeosebi reprezentanții ord. *Erysiphales* pot fi ecobioindicatori ai poluării aerului cu SO₂, deoarece gradul de răspândire a bolilor (făinarea, necroze) este o funcție indirectă gradului de poluare a aerului cu SO₂, care în timpul ploilor formează H₂SO₄ ce distruge ciuperca parazită. Rezultatele cercetărilor efectuate de noi în ecosistemele forestiere din ocolul silvic Șuri, județul Soroca, în spațiile verzi ale mun. Chișinău [7] și în rezervațiile forestiere [33] confirmă aceste particularități și în condițiile Moldovei. Merită atenție și utilizarea nevertebratelor în evaluarea calității mediului, îndeosebi a moluștelor *Helix pomatia*, *Cepaea* sp., *Anodonta* sp. ș. a.

Analiza saprobiologică și taxonomică a vegetației algale din 9 afluenți de stânga ai Prutului, efectuată de noi în anii 2004–2007, denotă o diversitate algală bogată (620 specii), dintre care circa 70% manifestă particularități de saprobitate evidente. Deci premisele ficoindicației în testarea poluării organice sunt asigurate, atât prin diversitate, cât și prin specii indicatoare.

Condițiile ecosistemelor urbane sunt favorabile aplicării bioindicației, exprimată prin lichen-, brio-, malaco- și ficoindicație, deoarece aceste grupe de organisme sunt omniprezente pe diferite substraturi și în diverse habitate. Cercetările de acest gen, îndeosebi lichen- și brioindicația, sunt la etapa de pionerat, dar demonstrează existența premiselor implementării monitoringului biologic în ecosistemele urbane. Astfel, în cele 17 zone de recreație din mun. Chișinău, studiate în anii 2003-2006 de către doctoranda autorului [20], au fost înregistrate 28 specii de licheni și 21 specii de mușchi, dintre ele 12 și, respectiv, 7 specii – indicatori veritabili, iar în cele 9 lacuri din zonele de agrement studiate au fost înregistrate 174 specii de alge, majoritatea lor fiind indicatori ai diferitor nivele de saprobitate.

Astfel, premisele ecobioindicației în ecosistemele din RM sunt dominate de abundența lichenoflorei – principalele organisme indicatoare a poluării aeriene cu diferiți compuși gazoși și cu metale grele. Frecvența întâlnirii speciilor indicatoare în tot teritoriul țării permite realizarea monitoringului biologic pasiv într-o rețea echivalentă cerințelor programului european EMEP, promovat de Convenția de la Geneva (1979). Celelalte grupe de bioindicators satisfac parțial aceste cerințe, plasându-se după licheni în următoarea consecutivitate descrescândă: *Ascomycota (Lichenii, Erysiphales)* – *Bryophyta* – *Algae* – *Molusca* – *Gymnospermae* – *Angiospermae*.

4. MONITORINGUL BIOLOGIC PASIV AL CALITĂȚII MEDIULUI ÎN ECOSISTEMELE FORESTIERE ȘI FORESTIER-PIETROFITE

Lichenoindicația. Evaluarea calității aerului atmosferic din 62 ecosisteme forestiere din tot teritoriul Republicii Moldova (vezi Figura 2.1) a fost realizată ținând cont de diversitatea specifică, abundența și toxitoleranța speciilor indicatoare, cu aplicarea Scalei Toxiteranței Lichenilor (STL) și Gradațiilor de Evaluare a Calității Aerului (GECA), elaborate de noi [6].

Astfel, în teritoriul țării noastre au fost semnalate 3 ecosisteme forestiere în care aerul este apreciat ca aer curat (Ocnița-Hădărăuți, Bahmut, Seliște Leu) și unul în România (Potoci), cota celor cu aer slab poluat atinge 11 ecosisteme, moderat poluat – 31, poluat – 13, puternic poluat – 3 (Criva, Saharna, Copanca), iar cele cu poluare critică lipsesc (Tabelul 4.1). Calitatea aerului din ecosistemele cu aer curat este confirmată prin prezența speciilor foarte sensibile la poluare, cu o acoperire a tulpinii de peste 10% (spre exemplu, *Usnea hirta* – la Ocnița-Hădărăuți, *Peltygera canina* – la Bahmut și *Ramalina fraxinea* – la Seliște Leu). Ecosistemele cu aer slab poluat ($SO_2 = 0,05 - 0,1 \text{ mg/m}^3$ aer) sunt amplasate, prioritar, în nordul (6 – Trebisăuți, Fetești, La Castel, Zăbriceni, Lipnic, Dondușeni) și cenrul țării – zona Codrilor (3 – Bujor, Cimișeni, Logănești), iar 2, respectiv, pe cursurile mijlocii ale Nistrului (Lopatna) și Prutului (Cotul Morii). Ecosistemele cu aer moderat poluat ($SO_2 = 0,1 - 0,2 \text{ mg/m}^3$ aer) sunt cele mai multe (31) și au o distribuție largă în tot teritoriul țării, mai des fiind supuse impactului de la sursele locale din preajmă (exemplu – Hâjdieni, Criva, Orhei, Seliște, Durlăști, Budești, Văleni, Giurgiulești ș.a.) sau de la sursele transfrontaliere, în special prin precipitații acide (exemplu – Bălănești, Cobac). Altele, probabil sunt supuse efectelor comune, deoarece sunt ceva mai departe de sursele de poluare (exemplu – Tețcani, Clocușna, Rublenița, Stâncă Mare, Sărata Galbenă, Sărata-Mereșeni, Cărbuna ș.a.). Cota ecosistemelor cu aer poluat ($SO_2 = 0,2 - 0,3 \text{ mg/m}^3$ aer) este de 13, ele dominând sectoarele din preajma focarelor de poluare Bălți, Rezina-Râbnița, Chișinău, Tiraspol, Cuciurgan (exemplu – Trinca, Chetroșica Nouă, Mândreștii Noi, Păpăuți, Șoldănești, Tohatin, Hârbovăț, Cioburciu ș.a.). Aer puternic poluat ($SO_2 = 0,3 - 0,5 \text{ mg/m}^3$ aer) este stabilit pentru 3 ecosisteme – Criva, Saharna, Copanca, care au o dislocare în nemijlocită apropiere de sursele de poluare și în calea vânturilor dominante, ce deplasează poluanții emiși în aer de diferite surse. Ecosisteme cu poluare critică a aerului ($SO_2 > 0,5 \text{ mg/m}^3$ aer) nu au fost înregistrate.

Tabelul 4.1. Calitatea aerului ecosistemelor forestiere apreciată în baza GECA și IPA

Ecosisteme forestiere din preajma localităților:	Criva	Pererița	Tețcani	Trebișăuți	Trinca	Fetești	La Castel	Zăbriceni	Clocușna	Ocnîța	Hădărăuți	Lipnic	Cernoleuca	Dondușani	Climăuți	Călărășauc a Mosana	Chetroșica	
IPA (<i>DeSloover</i> , 1968)	V	III	IV	III	V	IV	I	II	II	I	III	III	III	IV	V	IV	IV	
GECA (<i>Begu</i> , 2008)	V	III	III	II	IV	II	II	II	III	I	II	III	II	III	IV	IV	IV	
Altitudinea, m	140	120	150	270	230	260	260	250	260	280	280	265	280	265	275	255		
Expoziția	SV	N	NV	SV	V	NE	V	N	SE	SE	NE	SV	NV	SV	NE	NE		
Focarul poluării	Edineț – Lipcani								Edineț – Mogilău									
Ecosisteme forestiere din preajma localităților:	Rublenița	Rădulenii Vechi	Stânca Mare	Hăjdieni	Iabloana	Măndreștii Noi	Ciorna	Păpăuți	Șoldănești	Cuhureștii de Sus	Saharna	Pohribeni	Lopatna	Orhei	Seliște	Ivanca		
IPA (<i>DeSloover</i>)	V	IV	V	V	III	IV	III	IV	IV	IV	V	III	I	IV	IV	IV		
GECA (<i>Begu</i>)	III	III	III	III	III	IV	III	IV	IV	IV	V	III	II	III	III	III		
Altitudinea, m	310	350	220	140	230	250	190	260	320	310	210	260	210	180	261	200		
Expoziția	NE	E	V	NV	S	NE	SV	E	E	NE	SV	E	E	N	NE	N		
Focarul poluării	Soroca-Iampol-Bălți							Rezina – Râbnîța – Orhei										
Ecosisteme forestiere din preajma localităților:	Potoci	Valea Mare	Nemțeni	Cotul Morii	Cornești	Bahmut	Bălănești	Seliște Leu	Cobac	Bujor	Căpriana	Durlești	Tohatin	Budești				
IPA (<i>DeSloover</i>)	I	V	V	II	III	I	III	III	III	IV	IV	II	V	III				
GECA (<i>Begu</i>)	I	IV	IV	II	III	I	III	I	III	II	III	III	IV	III				
Altitudinea, m	978	90	80	80	380	340	429	380	380	240	320	220	200	200				
Expoziția	V	-	-	-	V	NE	NV	SE	NE	SE	NE	NV	N	NV				
Focarul poluării	Ungheni – Iași										Chișinău-Hâncești							
Ecosisteme forestiere din preajma localităților:	Cimișeni	Logănești	Sărata-Mereșeni	Sărata-Galbenă	Hîrbovățul Nou -Balmaz	Copanca	Cioburciu-Râscăieți	Cărbuna	Vîlcovo	Sărata Nouă	Codr. Tigheci	Crihana Veche	Văleni	Giurgiulești	Congaz	Taraclia		
IPA (<i>DeSloover</i>)	II	II	IV	IV	V	V	IV	II	IV	V	III	V	V	V	IV	IV		
GECA (<i>Begu</i>)	II	II	III	III	IV	V	IV	III	IV	III	III	V	III	III	III	III		
Altitudinea, m	190	310	320	250	160	150	170	200	2	220	300	180	150	60	170	160		
Expoziția	V	E	SV	V	SE	NV	NE	NV	-	NE	SV	SV	SE	S	NV	NV		
Focarul poluării	Chișinău				Tighina-Tiraspol-Cuciurgan					Tiraspol-Cuciurgan-Cahul								

De regulă, ecosistemele cu aer slab poluat sunt dispuse la altitudini de peste 200 m, iar cele cu aer poluat – sub 200 m, dar există și excepții, deoarece un rol prioritar îl joacă distanța de la sursa de poluare și direcția dominantă a vânturilor (exemplu – Trinca, Călărășeuca, Chetroșica Nouă, Mândreștii Noi, Saharna, dispuse la altitudini de peste 200 m, dar destul de poluate). Comparativ cu ecosistemul Potoci (România) de tip montan, majoritatea ecosistemelor forestiere din Republica Moldova sunt de tip colinar (200–600 m), mai rar câmpie (0–200 m). Mai accentuate pot fi considerate efectele poluării în ecosistemele de câmpie din preajma localităților Valea Mare, Nemțeni, Crihana Veche, Vilcovo (Ukraina), iar pentru Criva, Hâjdieni, Orhei, Tohatin, Copanca, Hârbovăț, Cioburciu, rolul determinant revine distanței apropiate față de sursa de poluare și rozei vânturilor.

Astfel, cele mai mari emisii de SO₂ de la sursele locale în anul 2005 au fost caracteristice pentru zona de SE a RM, cu focarul Tighina-Tiraspol-Cuciurgan, depășind de circa 20 de ori Chișinăul, de 100 de ori Bălțul și de peste 700 de ori Cahulul. Acest focar a dus la poluarea ecosistemelor din SE, datorită rozei vântului predominant de la NV spre SE, fapt depistat de noi și prin ecobioindicație. Emisiile de SO₂ de la sursele din Soroca – 154 t/an și Bălți – 85 t/an au determinat degradarea ecosistemului Hâjdieni, iar explorările geologice de la Criva și Trinca, ultimul afectat și de arderea neautorizată a pneurilor la obținerea varului, au plasat aceste ecosisteme în categoria celor cu aer puternic poluat. Emisii mari de SO₂ sunt caracteristice or. Hâncești (332 t/an), ceea ce a afectat starea aerului atmosferic din ecosistemele limitrofe – Sărata Galbenă și Sărata-Mereșeni. Emisiile surselor Chișinăului au contribuit, evident, la poluarea ecosistemelor Balmaz-Hârbovăț, spre SE și Tohatin-Budești, spre E. În mare măsură efectele poluării de la facarul Rezina-Râbnita sau manifestat numai în nemijlocita apropiere (Saharna, Ciorna, Păpăuți), datorită vânturilor NV, neafectând ecosistemele Pohribeni și Lopatna. Posibilele efecte nocive, catastrofale vegetației, de la focarul Cuciurgan au fost mai pronunțate pentru Copanca, iar pentru Cioburciu-Răscăieți fiind puțin diminuate, la fel, de vânturile NV.

Sudul țării este afectat de poluarea transrontalieră (or. Galați, România), îndeosebi Crihana Veche, dar și Giurgiulești și Văleni. Efectele poluării de la sursele din Iași, inseparabile de cele din Ungheni, fortifică poluarea ecosistemelor din regiunea limitrofă – Valea Mare, Nemțeni, mai slab Bălănești, Cobac, dar nicidecum nu străbat spre Bahmut și Cornești, situate în NE de focar și protejate de relieful mai înalt al Codrilor de Nord-Vest.

Conform EMEP Report 1/2003 [39] elaborat de Institutul Meteorologic din Norvegia, poluarea transfrontalieră rămâne actuală pentru multe state din

Europa, inclusiv și RM, care este situată în zona depunerilor anuale de SO₂ de 700-1000 mg/m². La fel, în ultimii 5 ani apare tendința sporirii emisiilor în atmosferă, datorită creșterii potențialului economic în Europa de SE.

Racordarea lichenoindicației, stabilită pentru cele 62 ecosisteme studiate, la rețeaua EMEP 50x50 km, conform cadranelor în care e cuprinsă RM (Tabelul 4.2), denotă o camuflare a situației ecologice reale, probabil datorită faptului că efectele poluării sunt mai pronunțate până la circa 25–30 km de la sursa de poluare. În cazul rețelei EMEP, situația ecologică este nivelată pe tot cuprinsul (50x50 km), fapt ce nu corespunde realității. Spre exemplu, în cadranul 86/64 cele 11 ecosisteme studiate de noi, denotă un aer curat – pentru ecosistemul Očnița, slab poluat – pentru Fetești, Trebisăuți, Zăbriceni, La Castel, Lipnic, Dondușeni, moderat poluat – pentru Clocușna, Cernoleuca, iar aer poluat – pentru Trinca și Chetroșica Nouă. Matricea EMEP însă caracterizează aerul din acest cadran ca poluat, iar datele noastre, în general – ca slab poluat. Analiza comparativă a rezultatelor evaluărilor noastre și celor efectuate de EMEP a coincis doar în 2 cazuri (cadranele 91x63 și 92x63).

Tabelul 4.2. Repartizarea ecosistemelor forestiere în rețeaua EMEP (32 cadrane 50x50 km)

Nord - Sud	Direcția Vest – Est						Total	RO, UA
	62	63	64	65	66			
85	RO	1	-			UA	1	
86	RO	2	11	1		UA	14	
87	RO	2	1	2		UA	5	
88	RO	-	2	1	4		7	1- RO
89	RO	3	6	4	1		14	
90	RO	1	4	3	-		8	
91		2	1	3	-		6	
92	3	2	-	-	-		5	
93	-	UA	UA	UA	UA		-	
94	UA	UA	1- UA	UA	UA		-	1- UA
Total	3	13	25	14	5		60	2

Abrevieri: RO – România; UA – Ucraina

Reieșind din conținutul S și N în precipitațiile atmosferice anuale (kg/ha) conform grilei EMEP 50x50 km, 6 cadrane (85–90/63) din NV și Centru-E au poluare slabă cu S, 4 cadrane din SV (91–92/62–63) – poluare moderată, 5 cadrane din N (85–87/64–65) – sunt poluate, iar 15 cadrane din

Centru-S, Centru-E și SE(88–92/64–66) – puternic poluate. Evaluarea aceluiași cadrane în baza lichenoindicației, în linii mari, confirmă legitatea de bază, dar în particular oferă informații cu mult mai precise pentru fiecare ecosistem în parte sau pentru grupe de ecosisteme compacte amplasate. Grila de 50x50 km, probabil e reușită în cazul zonelor extinse de păduri (taiga) sau țări cu un grad sporit de împădurire și relief de câmpie (Belarusi, Republicile Baltice, Polonia, Rusia etc.) și nicidecum pentru pădurile dezmembrate și puține din RM, amplasate prioritar pe relief accidentat, care redirecționează esențial efectele poluanților nocivi, atât locali, cât și transfrontalieri. Astfel, la nivel național este necesar a aplica grila de 25x25 km.

Poluarea ecosistemelor forestiere cu NOx exprimă, de regulă, aceleași legități ca și în cazul SO₂. Prevalează considerabil emisiile de la focarul Tighina-Tiraspol-Cuciurgan (circa 7300 t/an), urmat de Chișinău (1680 t/an), cu o diminuare evidentă la Rezina, Bălți, Drochia – respectiv 260, 108 și 107 t/an. Celelalte focare nu depășesc 100 t/an fiecare. Conform grilei EMEP, conținutul N în precipitațiile anuale (kg/ha) exprimă aceleași legități ca și în cazul S, excepție – cadranele SE (91–92/64–66), cu o diminuare triplă față de cadranele nordice limitrofe. Conținutul diferit de N sau de NOx în precipitații, emis de sursele locale, a determinat sporirea speciilor nitrofile din Centru–Est (Budești, Cimișeni) și SE (Balmaz-Hârbovăț, Cioburciu-Râscăeți, Vilcovo), parțial și în cele din preajma or. Bălți – Iabloana, Mândreștii Noi.

Evaluarea calității aerului în baza indicilor integrativi, ne permite să constatăm următoarele. Indicele purității atmosferice (IPA), propus de către [19] pentru Canada, cât și indicele poleotoleranței (IP), propus de [68,41] pentru Estonia, se bazează pe toxifobia sau clasele de poleotoleranță a speciilor indicatoare și pe frecvența și gradul de acoperire a substratului. Calculul IPA și IP pentru toate cele 62 ecosisteme forestiere studiate, a fost efectuat luând ca bază cele două formule, dar cu unele modificări: toxifobia speciilor propusă de canadieni (cuprinsă între gradațiile VI-I) a fost redusă la 5 trepte, deoarece treapta I înseamnă poluare critică și deci lichenii lipsesc complet; cele 10 clase ale poleotoleranței, propuse de Trass, au fost încadrate în 5 clase – de la cele mai sensibile (I) spre cele mai toxitolerante specii (V), deoarece diversitatea specifică a lichenoflorei Moldovei este net inferioară celei din Estonia și practic nu dispunem de un număr suficient de ecobioindicatori veritabili pentru toate cele 10 trepte. În cazul ambilor indici (IPA și IP) gradul de acoperire-abundență, propus de autori de a fi exprimat prin anumit punctaj, a fost exprimat de către noi prin valori reale, pornind de la faptul că acoperirea/abundența sub 10% nu este veridică.

Astfel, IPA propus de [19], cu modificările noastre, atinge valori maxime – 159,0-153,8 (pentru Potoci și Ocnîța-Hădărăuți) și minime – 8,1-9,1 (pentru Tohatin, Saharna și Călărășăuca). Acest diapazon permite a constata că 5 ecosisteme au aer curat (IPA >100), 7 – aer slab poluat (IPA=100-75), 14 – aer moderat poluat (IPA =70-50), 20 – aer poluat (IPA = 50-25), 16 ecosisteme – puternic poluat (IPA = 25-5), iar ecosisteme cu poluare critică a aerului (IPA <5) – lipsesc (Tabelul 4.3). Analiza IP, propus de [68], cu modificările noastre, denotă că ecosisteme cu aer curat (IP<1), slab poluat (IP=1-2) și cele cu poluare critică (IP>5), în genere, lipsesc. Deci, dintre cele 6 gradații de apreciere, 3 se exclud și scala practic nu funcționează. În afară de aceasta, categoria celor cu aer puternic poluat (IP=4-5) include doar 1 ecosistem.

Tabelul 4.3. Calitatea aerului apreciată prin diferite metode

Calitatea aerului	Metoda de evaluare			Coincidențe	
	Begu, 2008 - GECA	DeSloover, 1968 - IPA	Trass, 1971- IP	Begu/ DeSloover	Begu/ Trass
I – aer curat	4	5	-	3	-
II – aer slab poluat	11	7	-	4	-
III – aer moderat poluat	30	14	23	10	11
IV – aer poluat	13	20	38	7	12
V – aer puternic poluat	4	16	1	4	-
VI – aer cu poluare critică	-	-	-	-	-
Total	62	62	62	28	23

Între cele trei metode de evaluare a calității aerului (Begu, DeSloover, Trass) există coincidență doar pentru 10 cazuri (ecosisteme). Cât privește corelația cu gradațiile propuse de noi, IPA coincide în 28, iar IP – în 23 de cazuri, dar aplicarea practică a IP nu poate fi recomandată, deoarece cuprinde numai 3 trepte, fapt menționat ceva mai sus. De regulă IPA tinde spre a mări cota ecosistemelor cu aer mai curat, iar IP – celor cu aer mai poluat.

Analiza coeficientului de concordanță Kendall, indicator al apropierii dintre diferite metode de studiu, denotă o similitudine semnificativă (0,47) între GECA și IPA, comporativ cu 0,22, între IP și IPA și 0,17, între IP și GECA. Astfel putem concluziona că în linii mari, IPA propus de DeSloover et LeBlanc, cu modificările noastre, poate fi aplicat în condițiile Moldovei.

Drept bază pentru asigurarea echilibrului ecologic durabil în funcționarea ecosistemelor forestiere din RM, servesc sarcinile critice, stabilite de Convenția de la Geneva (1979) pentru SO₂, NO_x și NH₃. Sub

noțiunea de sarcini critice (*Critical Loads*) privind nocivitatea sulfului și azotului asupra ecosistemelor se subînțelege acel nivel al concentrațiilor depunerilor acidifere, care nu provoacă efecte nocive de lungă durată în structura și funcționalitatea ecosistemelor. Astfel, ecosistemele forestiere din RM nu dispun de rezerve privind sarcinile critice la poluare cu SO₂, media anuală pentru dendrospecii sau a perioadei de vegetație constituind 0,02 mg/m³ aer, iar pentru comunitățile de licheni și cianobacterii, organisme foarte sensibile la poluare, constituind doar 0,01 mg/m³. Lichenoindicația a demonstrat că nivelul actual de poluare este cuprins între 0,05 și 0,5 mg/m³ aer pentru SO₂ (Figura 4.1), deci efectele nocive de lungă durată se manifestă în toate cele 62 de ecosisteme forestiere studiate.

Brioindicația. Cele 36 ecosisteme forestiere studiate numără 57 specii de briofite. Mai bogate în diversitate au fost pădurile Cernoleuca, Bălănești, Pererâta – cu 9-10 specii fiecare și îndeosebi, defileul Țipova și RȘ Codii, cu 12 și 13 specii, respectiv. Foarte sărace în mușchi sunt pădurile din preajma Chișinăului – Tohatin, Cimișeni, Durlești și cele din sudul țării – Crihana Veche, Vilcovo. În unele cazuri sărăcia diversității se explică prin impactul negativ al emisiilor poluanților de la sursele din apropiere (Păpăuți, Iabloana, Tohatin, Budești, Cimișeni, Vilcovo, Trinca). Repartizarea mușchilor, după toleranța față de impactul antropic în ecosistemele studiate, confirmă, în linii mari, legitățile stabilite prin lichenoindicație.

Micoindicația. Dinamica dezvoltării și gradul afectării de către „făinare” a stejarului este recomandată ca criteriu în monitorizarea calității aerului, în special poluarea cu SO₂, H₂S, ș.a. În anii cu precipitații moderate, ca cantitate și ca repartizare în timp, afectarea arborilor poate fi la maxim diminuată dacă aerul e poluat cu S, deoarece ultimul distruge ciuperca.

Un studiu de caz în ocolul silvic Șuri, r-nul Soroca (repetat ulterior și în condițiile mun. Chișinău), denotă că la arborii de *Quercus robur* și *Acer tataricum* în anul 1999, „făinarea” a atins gradul IV și V de răspândire (multe pete pe frunze), ceea ce constituie 37-44% și corespunde concentrației medii anuale a SO₂ în aer de circa 40-55 mg/m³ [12]. Totuși scala utilizată este destul de convențională privitor la Gradul de răspândire a bolii și nu ține cont de dinamica dezvoltării „făinării”, condițiile termice, orografice, prezența poluării cu S, etc. Astfel, s-a stabilit că gradul de infectare al arborilor de pe culmea versantului, în medie, este mai mare decât la cei de la baza versantului cu circa 12%–la stejar și 7%–la arțar.

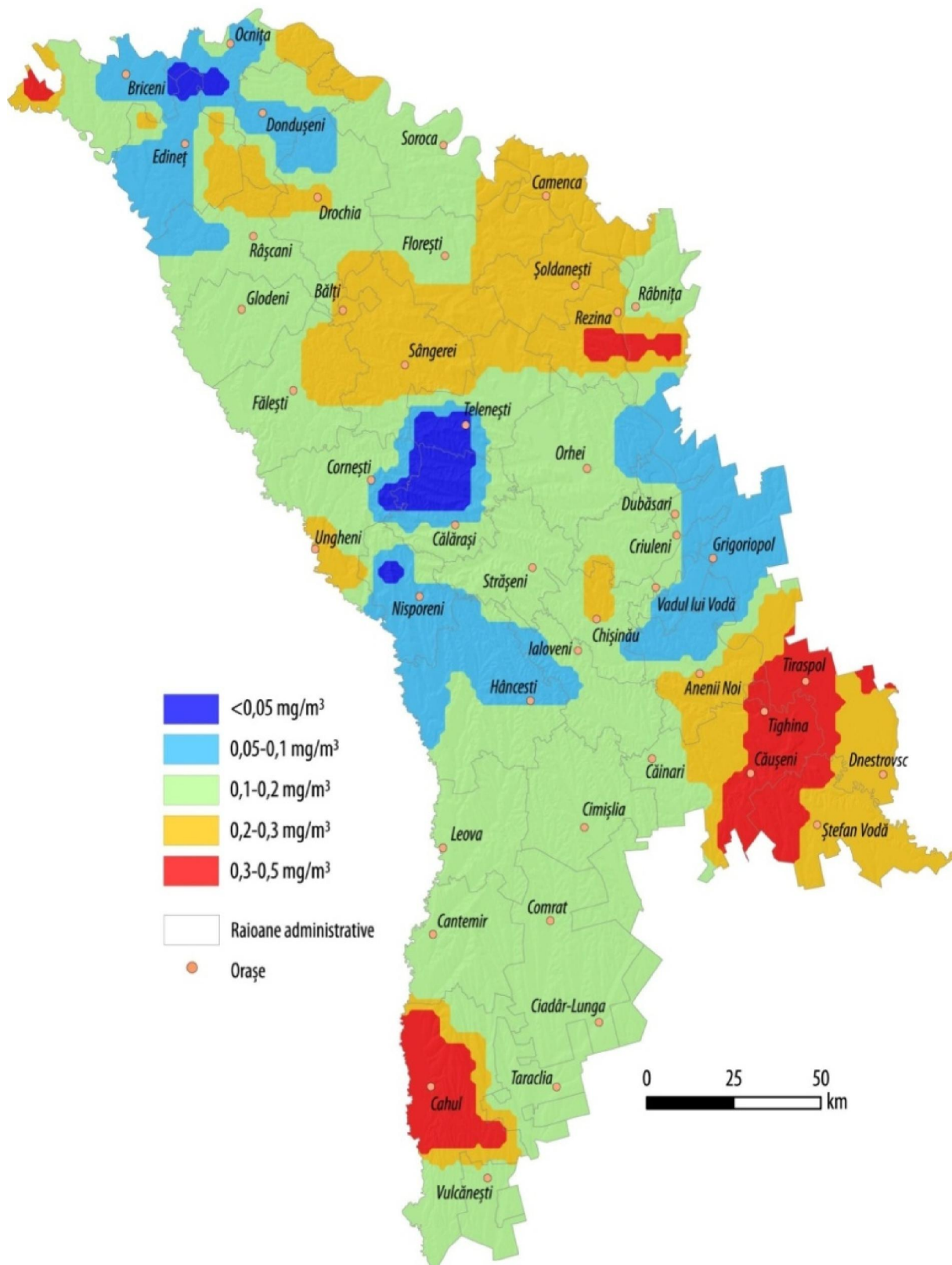


Fig. 4.1. Interpretarea cartografică a gradului de poluare a aerului cu SO₂, realizată în baza lichenoindicației

Particularitățile cumulării substanțelor poluante de către anumiți componenți abiotici și biotici. Studiul efectuat în 34 ecosisteme forestiere denotă unele legități de acumulare diferențiată a metalelor grele de către componenții abiotici și biotici ai ecosistemului și căile de poluare. Rezultatele analizelor chimice demonstrează că în solurile pădurilor noastre, nici unul dintre cele 7 elemente studiate nu a depășit concentrația maximă admisibilă (CMA). Arborii ecosistemelor din preajma focarelor Bălți-Soroca-Rezina manifestă tendințe sporite de acumulare a Zn (89-141 mg/kg) în litieră, demonstrând o legătură directă cu conținutul lui în sol. Reieșind din faptul că frunzele de stejar conțin în mediu 1-50 mg/kg Zn [54], o bună parte a Zn litierei, probabil, are origine aeriană, îndeosebi la Păpăuți (229 mg/kg), Rublenița (162 mg/kg) ș.a. (Figura 4.2). Lichenii sau dovedit a fi cumulatori mai buni ai Zn față de mușchi. Conținutul Zn a depășit CMA în 10 cazuri pentru litieră, în 6 cazuri – licheni și nici o dată – în mușchi. Analog legităților stabilite pentru Zn, ecosistemele din preajma focarului Bălți-Soroca-Rezina au o tendință sporită de acumulare a Cu în litieră și licheni.

Biota a manifestat capacități sporite de acumulare a Pb, conținutul căruia depășea CMA = 10 mg/kg s.u., în 10 cazuri pentru litieră și îndeosebi, 28 și 29 cazuri, respectiv, pentru mușchi și licheni. Această situație, precum și înregistrarea celor mai mari valori (35-30 mg/kg) pentru ecosistemele forestiere Păpăuți, Saharna, Tohatin, dispuse în preajma surselor evidente de poluare (combinatele metalurgic și de ciment din Râbnița și Rezina, industria Chișinăului), confirmă calea aeriană de poluare. Tendința de poluare a ecosistemului Bălănești ar fi rezultatul ploilor acide.

Conținutul Cd în litieră – numai în trei cazuri depășea CMA=3 mg/kg (Rublenița, Ocolina, Lucăceni-Petrușeni). Valori aproape de CMA sunt caracteristice și pentru pădurea Păpăuți (2,78 mg/kg). În cazul Cd, litiera și mușchii sau dovedit a fi mai buni acumulatori decât lichenii, fapt ce denotă utilizarea lor în monitoringul poluării cu Cd a mediului (Figura 4.3). Conținutul de Cr în litiera, mușchii și lichenii era cu mult peste CMA=2 mg/kg. s.u.[54]. În toate cazurile mușchii și lichenii au acumulat mai mult Cr decât litiera, fapt ce presupune o pătrundere a poluantului pe cale aeriană din țările vecine, cota cărora constituie: Ucraina – circa 40%, România – circa 25% [60]. Nivelul critic ce afectează productivitatea plantelor (15 mg/kg) nu a fost depășit. Focarele de poluarea cu Cr sunt: Chișinău (conținut sporit la Tohatin, Budești, Cimișeni), Bălți (Iabloana, Mândreștii Noi, Lucăceni-Petrușeni) și Rezina-Râbnița (Păpăuți, Șoldănești, Dobrușa). Nichelul e acumulat mai bine de arbori (coeficientul de absorbție biologică = 2,2), deaceia conținutul lui în litieră prevalează față de cel din licheni și mușchi. Originea lui poate fi atât din sol, cât și din aer.

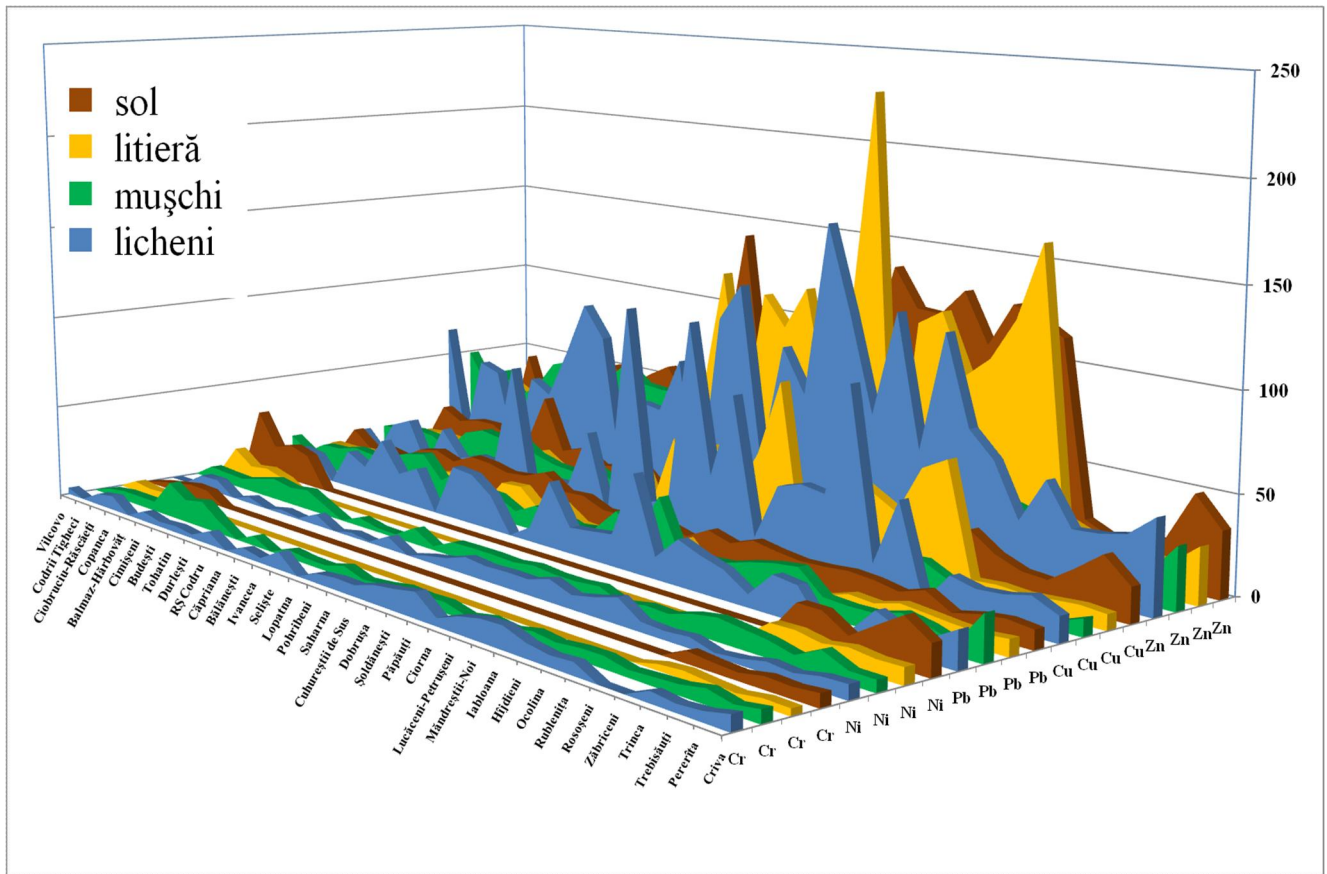


Fig. 4.2. Conținutul Cr, Ni, Pb, Cu și Zn în solul și biota ecosistemelor studiate, mg/kg

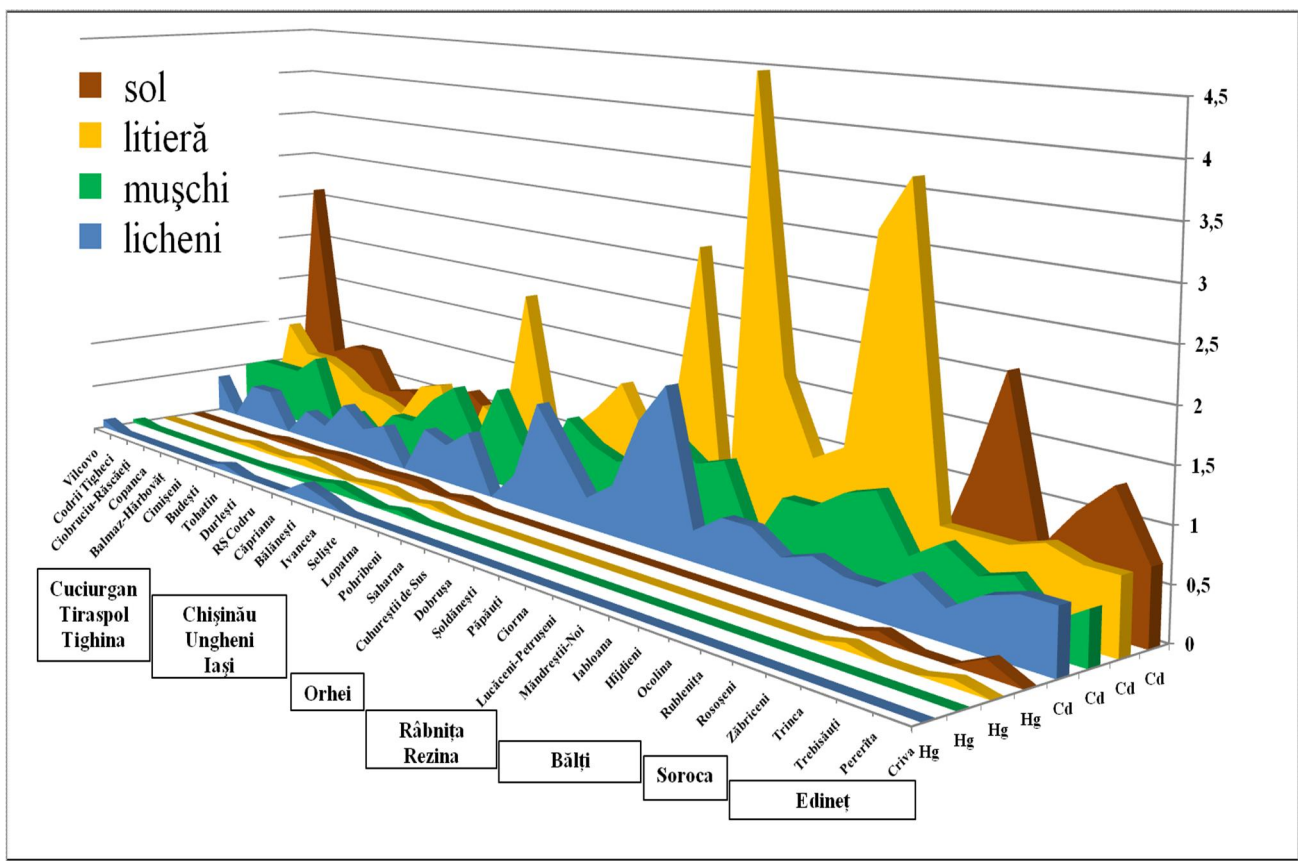


Fig. 4.3. Conținutul Hg și Cd în solul și biota ecosistemelor studiate, mg/kg

Din cele 12 ecosisteme evaluate după conținutul Hg, în 7 din 10 cazuri Hg depășește CMA = 0,04 pentru litieră, în 4 din 7 cazuri – în mușchi și în toate cele 4 cazuri analizate de licheni. Lichenii au acumulat de circa 1,5-2,0 ori mai mult Hg, comparativ cu mușchii. Depășirea conținutului de Hg față de CMA, îndeosebi la Bălănești, de circa 2,5 ori în mușchi (0,10 mg/kg) și 4 ori în licheni (0,16 mg/kg), confirmă poluarea transfrontalieră, prin precipitații (abundente și frecvente la cea mai mare altitudine – 429,5 m).

Astfel, putem confirma că conținutul microelementelor este mai mare în zona de Centru-CNE, cauzată de focarele Chișinău, Rezina-Râbnita, Soroca, cu unele piscuri moderate în N și S, influențate de sursele de poluare Edineț-Criva și Tiraspol-Cuciurgan.

Cumularea metalelor grele în funcție de specie. Specia de mușchi *Anomodon viticulosus* avea un conținut mai mare de metale grele, comparativ cu *Camptothecium lutescens* (ecosistemul Lopatna). *Hypnum cupressiforme*, față de *Mnium cuspidatum*, acumulează mai bine Zn, Cu, Pb (pădurea Pererâta), iar *Mnium cuspidatum* și *M. rugicum* – Cr și Ni, fapt confirmat pentru ecosistemele Pererâta și Cernoleuca. Reieșind din frecvența întâlnirii speciilor studiate, mai preferabile în monitorizarea poluării cu metale grele sunt speciile *Anomodon viticulosus* și *Hypnum cupressiforme*. În cazul lichenilor, *Parmelia sulcata* a acumulat mai bine Zn și Pb, față de *Hypogymnia physodes* (pădurea Pererâta), iar *Xanthoria parietina* reține mai bine Zn, Pb, Cr, față de *Cladonia pyxidata* (pădurea Păpăuți).

5. MONITORINGUL BIOLOGIC PASIV AL CALITĂȚII MEDIULUI DIN ECOSISTEMELE ACVATICE ȘI PALUSTRE

În limitele bazinului hidrografic al r. Prut studiat, se manifestă o diferență destul de pronunțată între algoflora sectoarele din nordul și cele din sudul țării. Astfel râurile sudice – Sărata și Larga, au cea mai joasă algodiversitate, respectiv – 115 și 135 specii și cel mai mic număr de specii comune cu râurile nordice (de la 29 până la 56). Acest lucru a determinat cel mai înalt indice de similitudine (Is.) dintre râurile sudice Sărata și Larga (Is.=0,96) și cel mai jos, cu celelalte râuri, Is.=0,12-0,14 (Tabelul 5.1).

Un număr mare de specii comune – 302 a fost depistat pentru râurile Larga și Camenca (Is.= 0,93). Puțin mai slab se manifestă legăturile floristice dintre Camenca și Vilia – 242 specii comune și Is.=0,76, față de râurile Lopatinca și Racovăț, cu numai 202 specii, dar un indice mai mare – Is.=0,90. Particularitățile edafice, hidrologice, climatice și ecologice ale teritoriului în care s-au format și funcționează anumite râuri, î-și lasă amprenta

asupra spectrului algoflorei, similitudinei și componenței chimice a mediului de viață. Mai evident aceste deosebiri separă râurile sudice de cele nordice; apropie râurile Larga și Camenca și îndepărtează râul Larga de râurile Vilia și Racovăț, iar Racovățul de Vilia. Aceste legități au fost confirmate prin indicii saprobității (Isap.) și componența chimică a nămolului și apei. Râurile sudice (Sărata, Larga) ating cele mai mari valori ale Isap. – 2,4, media anuală, iar sezonier – 2,6-2,8-2,4, respectiv primăvara, vara, toamna, fiind și cele mai poluate cu substanțe organice. Poluarea organică, îndeosebi se manifestă prin dezvoltarea abundentă a speciilor α , β , și γ -*mezosaprobe* și γ -*polisaprobe*. Afluenții râurilor Racovăț și Ciuhur, din contra, sunt mai puțin poluați cu substanțe organice – Isap. fiind mai mic (Draghiște – 1,9, Ciuhureț – 1,9). În general, calitatea apei afluenților studiați, apreciată pe baza saprobității algoflorei, caracterizează apa ca fiind *mezosaprobă*, cu tendințe, în unele cazuri, spre ape *oligosaprobe* (îndeosebi primăvara – Vilia, Larga, Lopatinca, Racovăț), alteori, spre *polisaprobe* (îndeosebi vara – Ciuhur, Camenca și în special, Sărata și Larga).

Tabelul 5.1. Similitudinea floristică a algoflorei râurilor studiate în anii 2004-2007 (coeficientul Jaccard, 1901, după [53])

Râurile	Larga	Vilia	Lopatinca	Racovăț	Ciuhur	Camenca	Sărata	Larga
Larga	448	138	212	175	215	302	36	44
Vilia	0,40	372	194	128	190	242	38	56
Lopatinca	0,65	0,65	415	202	186	165	29	31
Racovăț	0,48	0,37	0,90	452	190	236	36	39
Ciuhur	0,65	0,62	0,56	0,55	433	219	48	52
Camenca	0,93	0,76	0,44	0,66	0,61	503	65	70
Sărata	0,14	0,17	0,12	0,12	0,19	0,25	115	86
Larga	0,16	0,25	0,12	0,14	0,20	0,25	0,96	135

După valorile indicilor chimici ai apei și nămolului celor 9 afluenți studiați, apa r. Prut se încadrează în clasa II, manifestând o duritate foarte joasă (<5 mg.ech/l) și un conținut foarte mic de PO₄ (<0,25 mg/l), plasându-se, după acești indici, chiar în I clasă de calitate O calitate înaltă o are apa r. Racovăț – clasa II, cu indicii NO₃ și PO₂ corespunzând clasei I. Apa râurilor Vilia, Draghiște, Lopatinca corespunde clasei II, a râurilor Larga, Ciuhur – claselor II-III, a râului Camenca – clasei III, iar râurile sudice Sărata și Larga – claselor III-IV. În linii mari, chimismul apei denotă aceleași particularități, comune râurilor sudice Sărata și Larga – fiind cele mai poluate, cu saprobitate înaltă și diversitate floristică scăzută. Condiții mai bune întrunesc râurile Camenca și Cuihur, iar cele mai curate chimic rămânând Racovăț, Vilia și Larga.

6. MONITORINGUL BIOLOGIC AL CALITĂȚII MEDIULUI DIN ECOSISTEMELE URBANE ȘI RURALE

Monitoringul biologic pasiv. *Brioindicația* calității aerului din ecosistemul urban Chișinău s-a bazat pe strategiile de reproducere a speciilor, care sunt într-o strânsă corelare cu calitatea mediului înconjurător. De obicei, supraviețuiesc speciile predispuse la înmulțire vegetativă [21]. Toate speciile întâlnite în zonele de recreație studiate, prezintă capacități de înmulțire vegetativă, adică sunt adaptate condițiilor stresogene urbane, prin capacitate de înmulțire sporită, nefiind limitate de impunerea unei înmulțiri sexuate. Influența poluării aerului asupra dezvoltării sporofitului la unele specii corticole și tericole de briofite, observate timp de trei ani în zonele de recreație ale municipiului, au demonstrat că numărul sporogoanelor crește treptat, pe măsura îndepărtării de la sursa de poluare (Tabelul 6.1).

Tabelul 6.1. Variația numărului de sporogoane la unele specii de mușchi din zonele de recreație ale mun. Chișinău, în funcție de distanța de la sursa de poluare [20]

Nr. ord.	Zone de recreație	Specii de mușchi	Numărul de sporogoane pe 1 cm ²		Diferența: centru-periferie
			Periferia zonei de recreație	Centrul zonei de recreație	
1	Parcul Dendrariu	<i>Leskea polycarpa</i>	15	27	12
2	Pădurea Calea Orheiului	<i>Leskea polycarpa</i>	19	20	1
3	Grădina Botanică	<i>Leskeella nervosa</i>	17	27	10
4	Pădurea–parc Lunca Gâștelor	<i>Leskeella nervosa</i>	16	25	9
5	Parcul Râșcani	<i>Leskea polycarpa</i>	23	30	7
6	Parcul Valea Trandafirilor	<i>Leskeella nervosa</i>	20	31	11
7	Pădurea Schinoasa	<i>Leskea polycarpa</i>	17	17	0
8	Parcul Buiucani	<i>Pylaisia polyantha</i>	14	17	3
9	Pădurea–parc M.Sadoveanu	<i>Pylaisia polyantha</i>	27	37	10
10	Parcul Valea Morilor	<i>Pylaisia polyantha</i>	15	18	3
Media			18	25	7

Fertilitatea speciilor de mușchi variază, în medie, de la 18 sporogoane/cm² – la periferiile zonelor de recreație, până la 25 sporogoane/cm² – în regiunile de centru ale sectoarelor cercetate. S-a observat că între fertilitatea speciilor de mușchi și distanța de la sursa de

poluare există o relație directă. Cu cât ne îndepărtăm de periferiile zonei de recreație, cu atât numărul de sporogoane ale mușchilor este mai mare (parcul Dendrariu – 12, parcul Valea Trandafirilor – 11, pădurea–parc M. Sadoveanu – 10, Grădina Botanică – 10, pădurea–parc Lunca Gâștelor – 9, parcul Râșcani – 7). Totodată, în zonele de recreație intens poluate, pe tot cuprinsul lor, numărul sporogoanelor este aproape egal, atât la periferii, cât și în regiunile mai îndepărate de acestea (pădurea Schinoasa, parcul Buiucani, parcul Valea Morilor, pădurea Calea Orheiului).

Micoindicația calității aerului din ecosistemul urban Chișinău a fost realizată în anul 2004, adaptând scala propusă de [12] pentru aprecierea poluării aerului atmosferic cu SO₂ și S, la speciile studiate de noi: *Quercus robur* – gazdă, iar *Microsphaera alphytoides* – micoparazit. Astfel, cea mai mare dezvoltare a “făinării” au avut-o arborii de pe străzile Alecsandri și Russo, la care circa 30% din suprafața frunzelor era afectată (infecțare de gradul IV), deci concentrația de SO₂ și S constituie 40–55 mg/cm³ aer (Tabelul 6.2). Străzile Cogâlniceanu și Mateevici sunt ceva mai poluate, concentrația SO₂ atingând 55–70 mg/cm³ aer și în mare măsură, inhibând dezvoltarea ciupercii (ploi acide). Stradela Criuleni (din preajma străzii Gh. Asachi) s-a dovedit a fi cea mai poluată cu SO₂ (70–85 mg/cm³ aer), fapt ce a favorizat distrugerea ciupercii patogene, arborii având gradul II de infecțare, deci <10% din suprafața limbului foliar.

Tabelul 6.2. Relația indirectă dintre gradul dezvoltării făinării și conținutul SO₂ în aer

Strada/stradela (mun. Chișinău)	Particularitățile infectării arborilor de <i>Quercus robur</i> cu <i>Microsphaera alphytoides</i>	Gradul infectării	Suprafața afectată, %	Concentrația SO ₂ , mg/cm ³ aer
V. Alecsandri	Dintre cele 3 straturi convenționale, numai stratul de sus era infectat, circa 80–100%	IV	30	40-55
Alecu Russo	Dintre cele 3 straturi convenționale numai stratul de sus era infectat, circa 80–100%	IV	30	40-55
M. Cogâlniceanu	Numai stratul de sus era infectat în proporție de circa 50 %	III	15	55-70
A. Mateevici	Numai stratul de sus era infectat în proporție de circa 50 %	III	15	55-70
Criuleni (preajma str. Asachi)	Stratul de sus era afectat în proporție de 25–30%	II	<10	70-85

A fost confirmat experimental că primele simptome ale bolii apar din a doua decadă a lunii mai, intensitatea atacului depinzând, în mare măsură, de emisiile de SO₂ și NO_x provenite, în general, de la transportul auto.

Malacoindicația cumulării metalelor grele în cochiliile de *Helix pomatia*, exprimă nivelul concentrațiilor din ultimii 3-5 ani, acumulate de către solul și plantele verzi cu care se hrănesc moluștele. Parcul din satul Milești s-a dovedit a fi cel mai curat habitat, privind conținutul Zn, Cu și Ni acumulate de *Helix pomatia*, urmat de Rezervația Peisajeră „La 33 de vaduri”, în care e amplasat satul Naslavcea (Tabelul 6.3). Spre regret, conținutul Pb și Cd este mai mare față de celelalte habitate și chiar diferența este statistic semnificativă. Bineînțeles, pentru parcul Milești lipsesc sursele locale de poluare, deci efectele poluării cu Pb și Cd pot fi de origine transfrontalieră. Considerabil cresc concentrațiile unor metale grele în habitatele mun. Chișinău, în special, în pădurea-parc M. Sadoveanu: Zn – până la 25,90, Cu – 6,32 și parțial Pb – 3,79 mg/kg s.u. La utilizarea mielcilor în monitoringul calității mediului, îndeosebi a speciei *Helix pomatia*, ca acumulator bun, în special a Cd, Ni ș.a., trebuie să se țină cont de particularitățile cumulării metalelor grele de către solul și plantele ce constituie hrana lor de bază.

Așa dar, aplicarea brio-, mico- și malacoindicației, exprimate prin diversitatea speciilor, intensitatea reproducerii, gradul de dezvoltare a „făinării”, dar și prin capacitatea de acumulare a metalelor grele de către bioindicatori, au permis evaluarea calității mediului din mun. Chișinău.

Tabelul 6.3. Conținutul metalelor grele în cochiliile mielcului viței de vie (*Helix pomatia*) din diferite ecosisteme cu funcții recreative

N	Localitatea	Habitatul	Conținutul, mg/kg s.u.				
			Zn	Cu	Pb	Cd	Ni
1	Mun. Chișinău	Scuar, str. Academiei	3,43	1,83	1,52	0,12	14,68
2	Mun. Chișinău	Pădurea-parc M. Sadoveanu	25,90	6,32	3,79	0,14	6,98
3	Mun. Chișinău	Parcul Valea Morilor	5,68	1,80	1,13	0,19	13,20
4	Naslavcea, rn. Ocnîța	Rezervația „La 33 de vaduri”	1,40	1,70	3,50	0,23	1,00
5	Milești, Nisporeni	Parcul Milești	0,55	0,42	2,08	0,28	0,83
CMA pentru animale terestre (Kiriliuk, 2006)			160	2,40	2,00	0,50	0,80
Diferența Minimal Semnificativă (DMS)			10,53	2,26	1,19	0,06	6,54

Monitoringul biologic activ. Sensibilitatea lichenilor la poluanții gazoși prin modificări morfologice ale talului, a fost testată prin 16 fotografieri periodice a transplanților pe parcursul a 9 luni de expunere

(24.XII.06–23.09.07) în mun. Chișinău. În general, primele simptome de afectare a transplanților au apărut aproximativ după o lună de expunare, constituind 3–5% din suprafața talului (Figura 6.1), manifestate prin decolorarea talurilor sau, uneori, prin distrugerea lui parțială (exemplu: Botanica, Bd. Dacia – *Parmelia caperata*). Primele afectări sunt caracteristice transplanților din stațiile intravilane, dislocate pe forme de relief cu altitudine sporită (Alt.iv.) – străzile P. Zadnipru, M. Costin, Academiei, Bd. Dacia, urmate de stațiile intravilane din depreseuni (Dep.iv.) – străzile M. Cebotari, Muncești. Către 03.04.07, numai în 17 din cele 60 de variante, transplanții nu erau afectați, restul, circa 73%, manifestau simptome evidente de impact negativ al poluanților aerieni, gradul de afectare atingând uneori 20–27% din suprafața talului, în special, 3 variante din sectorul Botanica. Odată cu creșterea duratei de expunere a transplanților, gradul de afectare sporește, intensificându-se în perioada estivală, în special str. Albișoara (70–90% – *Evernia prunastri*), Bd. Dacia (70–80% – *Parmelia sulcata* și 55–60% – *Parmelia caperata*), Paris (70% – *Evernia prunastri*, 80% – *Hypogymnia physodes*, 90% – *Parmelia sulcata*), Academiei (60% – *Evernia prunastri*, 50–80% – *Hypogymnia physodes*). Sfârșitul experienței s-a semnalat, în unele stații, cu distrugerea completă sau aproape completă a talului: Albișoara – 100% – *Hypogymnia physodes*, 90% – *Evernia prunastri*; Academiei – 90% – *Evernia prunastri*, 85% – *Hypogymnia physodes*.

Din punct de vedere al calității aerului, în ansamblu, cele mai poluate cu SO₂, sunt: zona locativă adiacentă str. Paris (sectorul Buiucani) – toate mostrele transplantate au fost afectate de la 50 până la 90% din suprafață și str. Albișoara – 10–100%, urmate de zona locativă adiacentă str. Academiei – 15–90% și Bd. Dacia – 15–80%. Dintre cele mai curate zone, se evidențiază extravilanul din preajma str. Bucovinei (sectorul Râșcani), unde practic, mostrele transplantate au rămas neafectate. Urmează celelalte zone extravilane în care calitatea aerului nu suportă impact evident din partea surselor de poluare – șos. Hâncești (afectarea 7–15%), șos. Balcani (3–20%) și Poiana Nucului (10–20% din suprafața talului).

Remarcăm faptul că contrar presupunerilor noastre, bazate pe legitățile de acumulare a noxelor, variantele amplasate în locuri de depresiune nu au fost cele mai afectate, ci din contra, cele de la altitudine mai mare, dar dislocate în incinta spațiilor locative. Cu certitudine, emisiile de origine auto, sunt reținute în spațiile dintre blocurile locative și administrative (majoritatea cu 9–10 etaje), iar cele emise de coșurile întreprinderilor încep să se depună de sus în jos, adică de la altitudine (cu concentrații mai mari), spre depresiuni (deja mai diluate în noxe). Astfel, roza vânturilor și

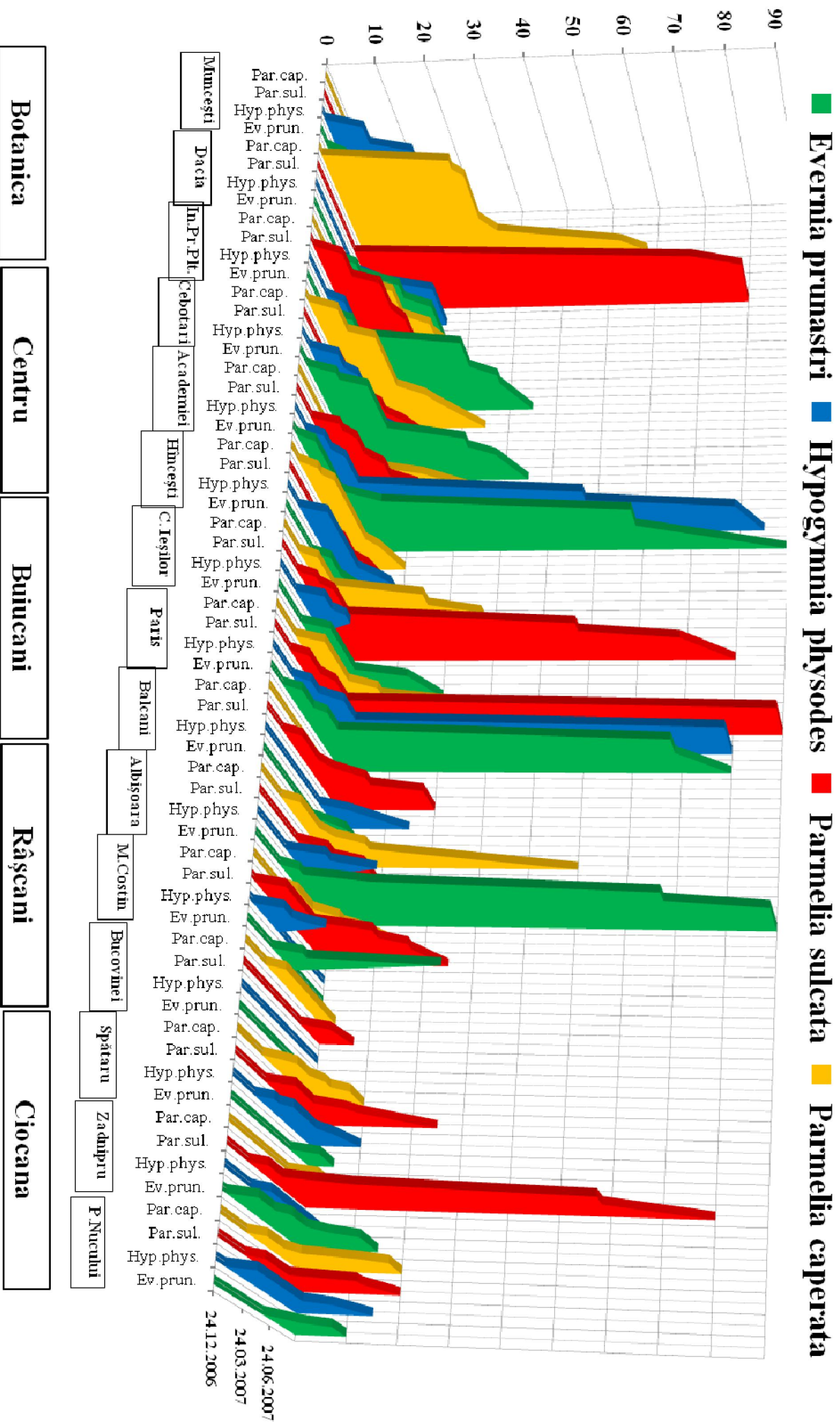


Fig. 6.1. Gradul de afectare a talurilor lichenilor pe parcursul monitoringului biologic activ, %

altitudinea nu au putut manifesta efecte de purificare a aerului, specifice sectoarelor deschise de șes. Poluarea discrește de la Alt. iv., spre Dep. iv. și Alt. ev. În mun. Chișinău roza vânturilor a deplasat prioritar masele de aer cu poluanții însumați în el de la NV spre SE, sporind poluarea aerului în sectoarele Centru și Botanica. Sectorul Botanica (fără macroîntreprinderi industriale) suportă consecințele deplasării frontale a poluanților din sectoarele Ciocana de Jos (macroîntreprinderi) și Centru (transport auto și feroviar cu trafic intens).

Dintre cele 4 specii transplantate, în 6 cazuri *Parmelia sulcata* atingea cel mai înalt grad de afectare: Bd. Dacia – 80%, str. Paris – 90%, P. Zadnipru – 80%, M. Spătaru – 25%, P. Nucului – 20%, Balcani – 20%, deci s-a dovedit a fi cea mai sensibilă la poluare, urmată de *Hypogymnia physodes* – 2 cazuri (Albișoara – 100%, Calea Ieșilor – 100%) și finisând cu *Evernia prunastri* – 2 și *Parmelia caperata* – 1, respectiv, cazuri. Evident, afectarea talului a depins în mare măsură de tipul și gradul de agresivitate a poluantului (SO₂, NO_x, H₂S etc.) Deseori afectarea mostrelor are loc destul de brusc, fie că apare un nou poluant, dar cel mai probabil, concentrațiile cresc considerabil: Bd. Dacia, *Parmelia sulcata*, prima înregistrare de afectare a talului – 70%, la 23.06.07; Albișoara – 70%, la 29.05.07; Paris – 70%, la 23.06.07.

Analiza imaginilor foto ne permite să constatăm o schimbare bruscă a aspectului talurilor din unele variante, începând cu 23.06.07. Probabil, anterior (29.05.07–23.06.07) a avut loc o poluare pronunțată în anumite zone. Astfel, *Parmelia sulcata* de la str. P. Zadnipru devine brusc de culoare cafenie, de la Bd. Dacia – cenușiu închis și cenușiu mediu, iar în variantele de la Calea Ieșilor și Paris talul se distruge. Tot începând cu 23.06.07 se distruge considerabil talurile de *Evernia prunastri* și *Hypogymnia physodes* (str. Paris, Academiei), precum și *Parmelia caperata* (str. Paris, Bd. Dacia).

Conform datelor monitoringului calității aerului în mun. Chișinău, efectuat de SHS, în ultimii ani (2004–2006) nivelul de poluare a aerului a crescut, remarcându-se NO₂ (2004 și 2006 depășind CMA 1,3; 1,1), fenolul (2006 – la limita CMA) și îndeosebi formaldehidele (1,3; 1,3 și 1,6 CMA, respectiv 2004, 2005, 2006), pe când SO₂ are tendința de creștere, dar a rămas sub CMA (0,2–0,3 CMA) [34]. Probabil deaceia efectele nocive ale SO₂ se manifestă mai lent, după 4–6 luni și nu ca în zonele intens poluate, peste 29 zile [52].

Sensibilitatea lichenilor la poluanții gazoși prin modificări biochimice ale componentilor talului a fost evaluată prin conținutul pigmentilor fotosintetici – clorofila „a” și „b”. Cel mai intens a degradat conținutul de clorofilă din specia *Parmelia sulcata* (Figura 6. 2), diminuându-se în toate

variantele analizate de la circa 2,5 ori (Tohatin), până la circa 40 ori (str. Paris), diferența dintre variante fiind statistic semnificativă.

Degradarea clorofilei în talurile de *Parmelia sulcata* era presupusă prin gradul sporit de afectare a talurilor, descris anterior. Astfel *Parmelia sulcata* este un indicator foarte sensibil la poluarea mediului aerian, simptomele afectării fiind cele mai evidente, atât vizual, cât și analitic. Urmează *Parmelia caperata* – diminuarea conținutului clorofilei de la circa 1,5 ori (variante Institutul de Protecție a Plantelor), până la circa 25 de ori (str. Paris). Mai slab a diminuat conținutul pigmentilor în talurile speciei *Evernia prunastri* evidențiindu-se, în special, variantele str. Paris – de circa 15 ori și str. M. Cebotari – de circa 6,5 ori față de martor. Conținutul pigmentilor în *Hypogymnia physodes* a diminuat de la circa 1,1 ori (str. Bucovinei), până la circa de 10 ori (șos. Balcani).

Astfel, gradul de distrugere a pigmentilor confirmă, că există o corelație bună între gradul de afectare morfologică și cel biochimic al talului lichenilor. Considerabil s-a micșorat conținutul clorofilei *a* și *b* în mostrele celui mai poluat variant – str. Paris, înregistrând valori extrem de joase la toate speciile studiate; urmează stațiile – str. P. Zadnipru, valori joase pentru 3 specii; șos. Balcani și str. Academiei. La fel, ca și în cazul evaluării pe baza imaginilor, cel mai curat aer este caracteristic pentru sectorul Râșcani, aici conținutul clorofilei a rămas destul de înalt, urmat de variantele Tohatin și M. Spătaru din sectorul Ciocana.

Efectele acumulării metalelor grele de către transplanți, pe parcursul a 9 luni, au fost pe deplin confirmate. Cele mai mari acumulări le înregistrează Cu și Cr – de circa 10–20 și respectiv, 8–17 ori mai mari decât martorul; urmează Pb și Ni – de circa 3–8 ori și încheie Cd – de circa 1,5–6,0 ori mai mult decât proba martor (Figura. 6. 3). Dacă Cu, Cd și Ni rămân sub valorile CMA pentru plante (100, 3 și respectiv 10 mg/kg s.u.), apoi concentrațiile Pb și Cr depășesc de 1,8–3,8 și respectiv 2,2–5,3 ori CMA (CMA Pb=10, CMA Cr=5 mg/kg, s.u.).

La fel, Pb și Cr totalmente, iar Cd parțial, depășesc nivelele critice pentru plante, stabilite pentru Europa, cât și pentru România. Astfel, riscul prezentat de aceste două elemente (Pb și Cr) este destul de mare, atât pentru vegetație, dar și pentru populația urbei. Pb înregistrează valori maxime în stațiile – str. P. Zadnipru (38,5 mg/kg) și str. Paris (37,9 mg/kg), iar Cr – str. Albișoara (28,4 mg/kg) și Academiei (28,7 mg/kg). Aceste variante au fost nominalizate ca zone destul de poluate și în baza altor indici descriși anterior. Mai poluate cu metale grele sau dovedit a fi zonele locative – str. Paris (Zn, Pb, Cu, Cr), str. Academiei (Zn, Pb, Cr) și Albișoara (Pb, Cr).

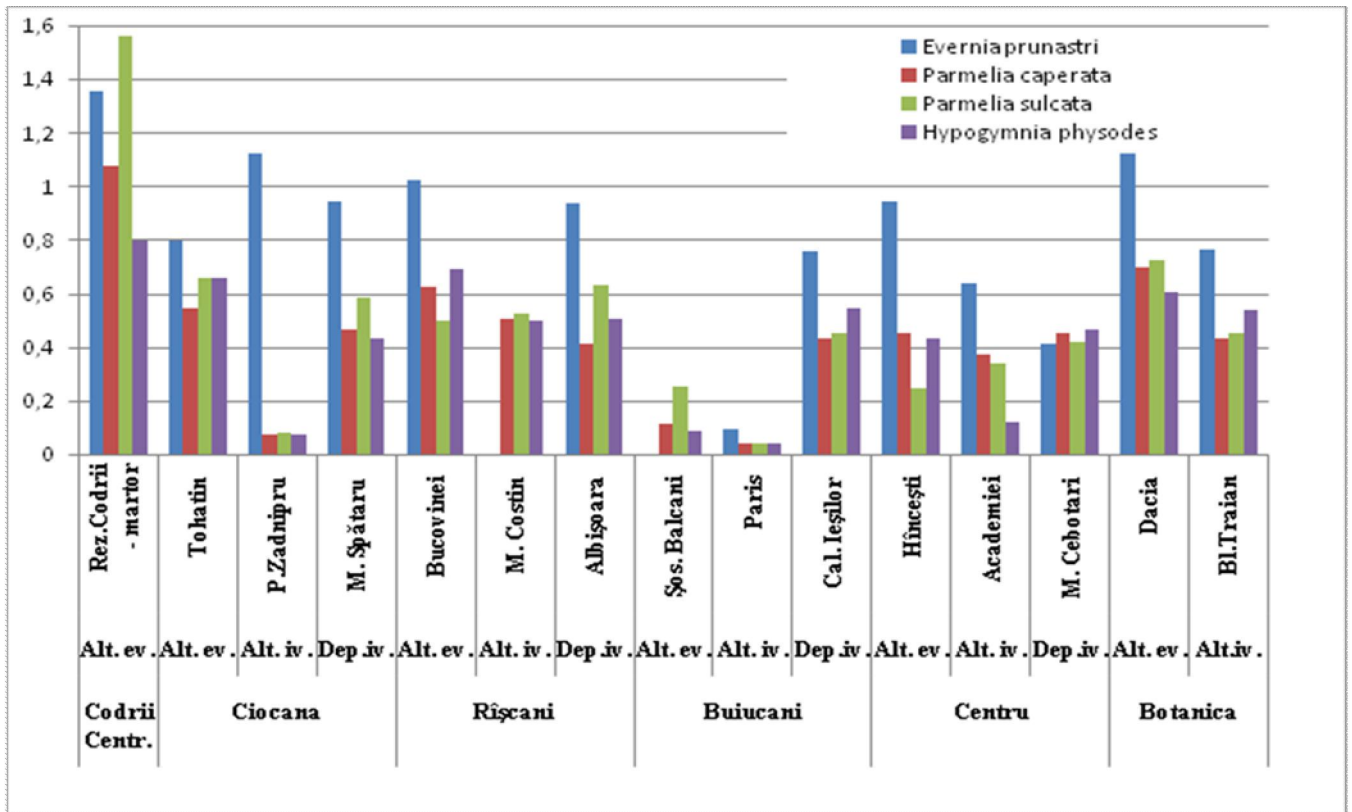


Fig. 6.2. Conținutul clorofilei $a+b$ în transplanții monitoringului activ, mg/g s.u.

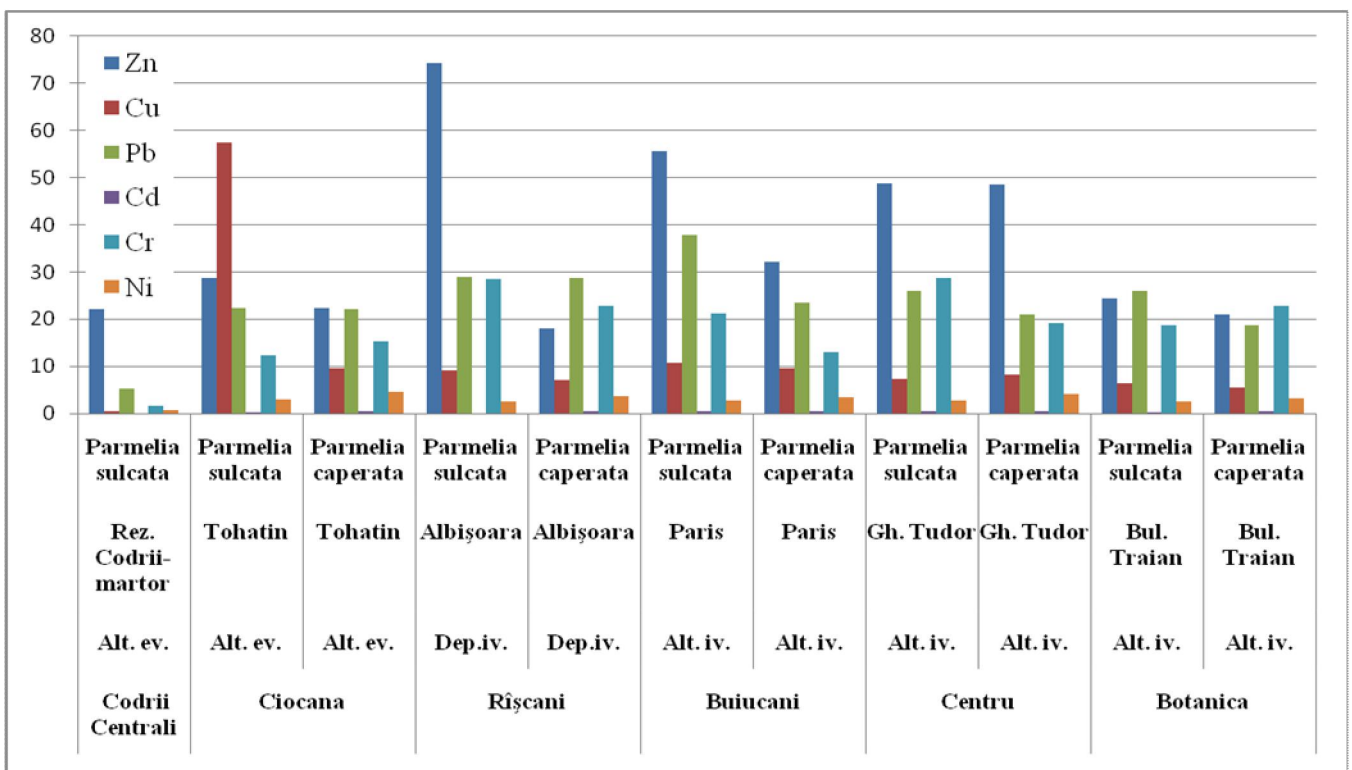


Fig. 6.3. Acumularea metalelor grele în transplanții monitoringului activ, mg/kg s.u.

Parmelia sulcata manifestă o capacitate mai mare de acumulare a metalelor grele (excepție Ni) comparativ cu specia *Parmelia caperata*.

Așa dar, capacitatea de acumulare a metalelor grele de către licheni este destul de mare, indicii obținuți sunt similari datelor bibliografice și confirmă posibilitatea aplicării lor în monitoringul biologic activ al calității aerului. În cazul cercetărilor noastre, particularități deosebite de modificare morfo-anatomică a talului sub acțiunea SO₂, precum și de acumulare a metalelor grele, a manifestat specia *Parmelia sulcata*.

Reieșind din rezultatele acestui studiu putem confirma faptul că cea mai favorabilă, din punct de vedere ecologic, este partea de N–NV a mun. Chișinău (sectoarele Râșcani și Ciocana) – direcție în care se merită și extinderea spațiului locativ.

CONCLUZII GENERALE

1. În baza cercetărilor efectuate au fost stabilite premisele ecobioindicației în Republica Moldova, exprimate prin: a) prezența a 40 specii indicatoare de licheni, ce formează anumite asociații sensibile la poluarea mediului aerian cu SO₂, NO_x ș.a. și acumulează în corpul său concentrații mari de metale grele; b) posibilitatea utilizării parțiale, ca ecobioindicatori, a mușchilor (*Bryophyta*) și moluștelor (*Molusca*) – cumulara metalelor grele, algelor (*Algae*) – poluarea cu substanțe organice, ciupercilor (*Erysiphales*) – poluarea aerului cu SO₂.
2. Rezultatele obținute în cadrul monitoringului biologic pasiv și monitoringul biologic activ ne-au permis să argumentăm teoretic posibilitatea și eficacitatea aplicării ecobioindicației în monitorizarea calității aerului atmosferic în ecosistemele forestiere, forestier-pietrofite și urbane.
3. A fost elaborată scala cu 6 trepte a toxitoleranței lichenilor (STL) din teritoriul Republicii Moldova la poluarea aerului cu SO₂, ținând cont de similitudinea condițiilor geografice și rezultatele testărilor proprii prin transplantare și studiu în teren.
4. Indicele Purității Atmosferei (IPA) propus de DeSloover (1968), poate fi aplicat în condițiile RM la monitorizarea calității aerului, cu unele modificări.
5. Au fost elaborate Gradații de Evaluare a Calității Aerului (GECA) în ecosistemele forestiere și urbane, bazate pe abundența/acoperirea reală a indicatorului, gradul de toxitoleranță și coraportul dintre speciile ecobioindicatoare din anumite asociații.
6. A fost demonstrat faptul că în zona selitebică concentrația poluanților este o funcție direct proporțională cu altitudinea și nu invers, așa cum se considera până în prezent.

7. Specia *Parmelia sulcata*, frecventă în ecosistemele forestiere, s-a dovedit a fi cea mai receptivă la poluanții chimici aerieni, în special SO₂, înregistrând modificări morfologice și biochimice evidente (schimbarea culorii, degradarea talului și a pigmentilor fotosintetici).
8. Între afluenții Prutului din sectorul de Nord și de Centru al RM se manifestă o similitudine evidentă a algoflorei, iar între afluenții de Centru–Nord și cei de Sud – foarte slabă, ultimii manifestându-se printr-o salinizare și poluare organică mai mare, față de cei din Nord și Centru.
9. În urma cercetărilor noastre a fost demonstrat faptul, că ecobioindicația nu poartă un caracter specific, ci cenotic, astfel confirmând concepția ecosistemică ecobioindicatoare a francezilor Van Haluwyn et Lerond [42, 43], care propun evaluarea mediului pe baza asociațiilor de licheni.
10. A fost demonstrat experimental că la baza construirii teoriei generale a ecobioindicației trebuie să fie pus principiul sistemic (holistic), care vine în confirmarea necesității exclusive a monitoringului ecologic integrat.

RECOMANDĂRI

1. Răspândirea largă, frecvența înaltă și dominanța preponderentă a speciei *Parmelia sulcata* în ecosistemele forestiere, precum și posibilitatea de a o transplanta ușor în cele urbane și industrializate, permite utilizarea ei în calitate de standard în cartarea geografică a poluării aeriene cu SO₂ și metale grele, cerință prevăzută de Programul comisiei Europene de Standardizare, Măsurări și Testări (PESMT).
2. În scopul evaluării stării ecologice a ecosistemelor forestiere și urbane este recomandată metoda ecobioindicației – metodă eficientă și ușor realizabilă, prin aplicarea Gradațiilor de Evaluare a Calității Atmosferei (GECA), la baza cărora sunt puse diversitatea specifică a lichenilor, toxitoleranță speciilor indicatoare și abundența/gradul de acoperire a substratului.
3. Întru diminuarea impactului antropic negativ asupra unor ecosisteme forestiere din Centrul, Sud–Estul și Sudul republicii, sunt necesare măsuri de reutilare a întreprinderilor mari din centrele industriale cu impact negativ major asupra mediului (Rezina, Râbnița, Tiraspol, Cuciurgan, Chișinău) și urgentarea renovării parcului auto, cu introducerea normelor europene.
4. Perspectiva extinderii spațiului locativ în mun. Chișinău trebuie să se axeze pe direcția N, NV și NE – impactul antropic este minim, excluzând direcția SE (sec. Botanica) – impactul antropic este maxim.

BIBLIOGRAFIE

1. Atlas R. M., Schofield E. Respons of the lichens *Peltigera apthosa* and *Cetraria nivalis* and alga *Nostoc commune* to sulphur dioxide, natural gas and crude oil in Artic Alaska. In: Astarte 1975, vol. 8, № 2, p. 35-58.
2. Bartok K., Rusu A., Kozma A. Caracterizarea gradului de poluare al oraşului Cluj-Napoca prin componentul lichenologic. In: Environment and Progges, Cluj-Napoca, 2003, p. 29-33.
3. Bartók K. Cartea poluării atmosferice pe baza sensibilităţii lichenilor. În: Contrib. botanice, Univ. Babeş – Bolyai. Cluj-Napoca, 1985, p. 51-57.
4. Bartók K. Aplicarea cercetărilor lichenologice în monitoringul poluării. În: Ocrot. nat. med. înconj., 36, № 1, p. 41-46.
5. Begu A. Ecobioindicaţia – metodă eficientă în monitorizarea calităţii mediului. În: Mediul Ambient. Ediţie specială. Chişinău, 2005, p. 45-49.
6. Begu A. Sensibilitatea lichenilor la poluanţi gazeşi exprimată prin modificări morfologice ale talului. În: Naukovi Wisnyk Chernivetskoho Universitetu: Zbirnyk naukovykh prats. – Vyp. 417: Biology. Chernivtsi, 2008, p. 55-61.
7. Begu A., Păgînu V., Obuh P. Ecologia infectării stejarului cu *Microsphaera alphytoides* Griff. et Maubl. în condiţiile municipiului Chişinău. În: Ecologie şi Protecţia Mediului– Cercetare, Implementare, Management. Mater. Conf. Jubil. – INECO 15 ani (29. XII. 2005), Chişinău, 2006, p. 68-69.
8. Begu A., ş.a. Ciuperci. Plante fără flori. În: seria „Lumea vegetală a Moldovei”. Ch.: Î.E.P. Ştiinţa, 2005 (Combinatul Poligr.), Vol. 1, 2005. 204 p.
9. Begu A., ş.a. Resursele vegetale. În: Vol. I. “Resursele naturale” din seria “Mediul Geografic al Republicii Moldova”. Chişinău, 2007, p. 110-135.
10. Benett J. P., et al. Element concentrations in the lichen *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. after three years of transplanting along Lake Michigan. In: Environmental and Experimental Botany, 1996, 36, 3, 255 p.
11. Bennett J. P. Abnormal chemical-element concentrations in lichens of Isle-Royale National-Park. In: Environmental and Experimental Botany, 1995, 35, 3, 259-277.
12. Bevan R.J., Greenhalgh G.N. *Rhytisma acerinum* as a biological indicator of pollution. In: Environ Pollution, 1976, 10, p. 271- 285, 3 figs.
13. Brodo I.M. Transplant experiments with corticolous lichens using a new tehniue. In: Ecology, 42(4), USA, 1961, p.38-41.
14. Blandin A. Bioindicateurs et diagnostic de systemes ecologique. In: Bull. Ecol., 1986, 17, p.215-307.
15. Burton M.A.S. Biological monitoring of environmental contaminants (plants). MARC Report Number 32. Monitoring and Assessment Research Centre, King's College London, University of London, 1986.
16. Cartea Roşie a Republicii Moldova. Ediţia a doua. MECDT, AŞM. Ch.: Ştiinţa, 2002. 287 p.
17. Convenţia asupra Poluării Atmosfecice Transfrontaliere pe Distanţe Lungi (Geneva, 13.XI. 1979). Chişinău, 1995. 11 p.
18. Crişan F. Aprecierea comparativă a calităţii mediului în două aglomerări urbane: Bruxelles şi Cluj-Napoca, utilizînd ca bioindicatori macrolicheni epifiţi. În: Mediul – cercetare, protecţie şi gestiune. Univ. Babeş - Bolyai. Cluj – Napoca, 2002, p. 34-35.
19. DeSloover J., LeBlanc F. Mapping of atmospheric pollution on the basis of lichen sensitivity. In: Poceedings of the Symposium on Recent Advanses in Tropical Ecology. Varansi, 1968, p. 42-56.
20. Donica A. Evaluarea stării ecologice din principalele zone de recreiaţie ale mun. Chişinău în baza ecobioindicaţiei. Autoref. tez. dr. în biol. Chişinău, 2007. 22 p.
21. Farmer A.M., Bates J.W., Bell J.N.B. Ecophysiological effects of acid rain on bryophytes and lichens. In: Bryophytes and Lichens in a changing environment. Clarendon Press. Oxford. 1992, p. 59.
22. Garty J. and Hagemeyer J. Heavy metals in the lichen *Ramalina duriaei* transplanted at biomonitoring stations in the region of a coal-fired power plant in Israel after three yeras of operation. In: Water, Air and Soil Pollution, 1988, 38, 3-4, p. 311-324.

23. Hawksworth D. L. and Rose F. Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. In: *Nature*. Lond. 1970, 227, p.145-148.
24. Hawksworth D. et al. *Dictionary of the fungi*. Internat. Mycological Institute. 1995. 616 p.
25. Ivan D., Doniță N. *Metode practice pentru studiul ecologic și geografic al vegetației*. București, 1975. 250 p.
26. Kondratyuk S., Khodosovtsev A., Zelenko S. *The Second Checklist of Lichen Forming, Lichenicolous and Allied Fungi of Ukraine*. Kiev: Phytosociocentre, 1998. 180 p.
27. LeBlanc F. and DeSloover J. In: *Canadian Journal of Botany*. 48. 1970, p. 1485-1496.
28. LeBlanc F. et Rao D. Effects of sulphur dioxide on lichen and moss transplants. In: *Ecology*, 1972, 54 (3), p. 612-617.
29. LeBlanc F., Rao D.N. Evaluation of pollution and drought hypotheses in relation to lichens and bryophytes in urban environments. In: *The Bryologist*, 76. Ontario, 1973, p.1-19.
30. Măciucă A. Aspecte privind utilizarea bioindicatorilor în supravegherea ecosistemelor. În: *Bucovina Forestier*, XI, 1. Comentarii. Univ. Ștefan cel Mare. Suceava, 2003, p. 53-58.
31. Mohan Gh., Gîrlea D. Lichenii și briofitele – indicatori ai gradului de poluare atmosferică. În: *Studii și comunicări*, V, Extras, Muzeul Pitești. Pitești, 1980. p. 21-24.
32. Nylander W. Les lichens du Jardin de Luxemburg. In: *Bul. bot., France*. 1865, V. 13, p. 364-372.
33. Obuh P., ș. a. Mixomicetele din rezervațiile forestiere ale Moldovei: Diversitatea și importanța ecobioindicatoare. În: *Mater. Simpoz. Jubil. Rezervația „Codrii”–35ani*. Lozova, 2006, p. 72-74.
34. *Protecția mediului în Republica Moldova*. Chișinău, 2007, 64 p.
35. *Republic of Moldova State of the Environment: Report*. Ch.: s.n., 2007...2006, 82 p.
36. *Republica Moldova. Atlas. Geografia fizică*. Colectiv de autori. Ed. „Iulian”, 2002, 45 p.
37. *Republica Moldova. Poluanți organici persistenți*. Hartă la scara 1:500 000, 2004.
38. *Republica Moldova. Starea Ecologică*, 2004.
39. Review and Revision, Emission data reported to CLRTAP, MSC-W Status Report, 2003, Vigdis Vestreng, Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Cooperativ program for monitoring and evolution of the long range transmission of Air pollutants in Europe. Technical Report. July, 2003.
40. Richardson D.H.C., Nieboer E. Surface binding and accumulation of metals in lichens. In: *Cellular interactions in symbiosis and parasitism*. Columbus: Ohio State University Press, 1980, p. 75- 94.
41. Trass H. Clases of lichen poleotolerance and ecological monitoring. In: *Problems of ecological monitoring and ecosystem modelling*. L.: Gidrometeoizdat, 1985, p. 123-137.
42. Van Haluwyn C. et Lerond M. Le lichens et la qualite de l'air. Evolution metodologique et limite. – Rapport nr. 2130. Ministere de l'Environnement. SPETIE. 1986, 207 p.
43. Van Haluwyn C. et Lerond M. Les lichens et la bioindication de la qualite de l air. Guide technique a l'usage professeurs des colleges et lycees. Paris, 2000. 52 p.
44. Van Haluwyn C., Lerond M. La lichenologie dans l'evaluation de la qualite du milieu. In: *Colloques phytosociologiques*, 15. 1987, p. 233-250.
45. Андреев А. Оценка биоразнообразия, мониторинг и экосети. Кишинев: ВІОТІСА, 2002, 168 с.
46. Блюм О. Б. Сравнительная оценка действия токсических газов на CO₂ - газообмен лишайников. В “Экологическ. и физиолого-биохим асп. антропоген. растений”. Всес. конф. Тезисы докл. I, Таллин, 1986, с. 39-41.
47. Бязров Л. Г. Трансплантация лишайников как метод лишеноиндикации. 1999.
48. Вассер С.П., Царенко П.М. Разнообразие водорослей Украины. В: *Альгология*, Т. 10, nr. 4. Киев, 2000, 309 с.
49. Викторов С. В. и др. Введение в индикационную геоботанику. М. 1962.
50. Гарибова Л. В. и др. Водоросли, лишайники и мохообразные СССР. Изд-во "Мысль". М, 1978. 365 с.
51. Голубкова Н. С. Определитель лишайников средней полосы Европейской части СССР. Изд-во "Наука". М.–Л., 1966. 256 с.

52. Гудериан Р. Загрязнение воздушной среды. Перевод с английского Н. С. Гельман. Изд-во "Мир". Москва, 1979. 200 с.
53. Дедю И. И. Экологический энциклопедический словарь: свыше 8 тыс. терминов. Кишинев: Гл. ред. Молд. Сов. Энцикл., 1989. 406 с.
54. Кирилук В. П. Микроэлементы в компонентах биосферы Молдовы. Chişinău: Pontos. 2006. 156 p.
55. Клейн Р., Клейн Д. Методы исследования растений. Москва: Колос, 1974. 528 с.
56. Кондратюк С., Мартиненко В. Ліхеноіндикація. (Посібник). Київ–Кіровоград: ТОВ «КОД» 2006. 260 с.
57. Лийв С., и др. Сравнение результатов фитоиндикации и других методов, использованных для определения загрязнения воздуха в городах Эстонии. В сб.: Проблемы современной экологии. Экологические аспекты охраны окружающей среды в Эстонии. Тезисы II республ. эколог. конф., Тарту, 1982, с. 50.
58. Масюк Н. П., и др. Методы сбора, культивирования, изучения и хранения водорослей. В сб.: Водоросли. Справочник. Киев: Наук. думка, 1989, с. 170-196.
59. Михайлова И., Воробейчик Е. Эпифитные лишеносинузии в условиях химического загрязнения: зависимость доза - эффект. В жур.: Экология, 1995, № 6, с. 455-460.
60. Мониторинг и моделирование трансграничного переноса свинца, кадмия и ртути в атмосфере Европы. ЕМЕП Отчет 3/99. Июль, 1999.
61. Мэннинг У. Дж., Федер У. А. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. (перевод с англ.). Л.: Гидрометеиздат. 1985. 144 с.
62. Нильсон Э. М. Экологические основы антропоустойчивости эпифитных лишайников. В сбор.: Экологические и физиолого-биохимические аспекты антропоустойчивости растений. Тез. докладов. Всесоюз. конф. 3-5 дек., 1986. Т. I. Таллин, 1986, с. 126-127.
63. Окснер А. М. Флора лишайников Украины, 1, Київ, 1956.
64. Симонов Г. П. Бриофлора Молдавской ССР. Кишинев :Штиинца, 1972. 128 с.
65. Симонов Г. П. Определитель листостебельных мхов Молдавской ССР. Кишинев: Штиинца, 1978. 168 с.
66. Трасс Х. Х. Классы поустойчивости лишайников и экологический мониторинг. В сбор.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л.: Гидрометеиздат, 1984, с. 144-159.
67. Трасс Х. Х. Лишайники и загрязненность воздуха. В кн.: Жизнь растений. В 6-ти томах. Т. 3. Водоросли. Лишайники. М.: Просвещение. 1977, с. 431-433.
68. Трасс Х.Х. Поустойчивость лишайников. В сб.: Материалы VI симпозиума микологов и лишенологов Прибалт. Респ. Рига, 1971, с. 66-70.

LISTA LUCRARILOR PUBLICATE LA TEMA TEZEI

Monografii:

1. Begu A. *Ciuperci micromicete; Licheni; Ecvisetofite; Ferigi; Gimnosperme*. În: Begu A., Manic Şt., Şalaru V., Simonov Gh. Ciuperci. Plante fără flori. Ch.: Î.E.P. Ştiinţa (Combinatul Poligr.), Ser.: „Lumea vegetală a Moldovei”. 2005, vol. 1, pp. 8-20; 102-141; 176-200.

Articole de sinteză:

2. **Begu A.** Contributions to the study of lichens in the Republic of Moldova and their application in air quality monitoring. În: *Contribuţii Botanice*, Grădina Botanică “Alexandru Borza”, Cluj-Napoca. 2009, XLIV: 93-106.

Articole în reviste de circulaţie internaţională:

3. Begu A., Brega V. The Assessment of Air quality Through Lichen Indication in Forest Ecosystems. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Cluj-Napoca, România*. În: Series *Geographia*. Volume 54 (2009) Nr. 3, p. 95-102.

Articole publicate în reviste ştiinţifice:

4. **Begu A.** *Aspecte privind infectarea arborilor de Quercus și Acer cu ciupercile parazite din ord. Erysiphales*. În: *Mediul Ambient*. Nr. 2 (2) iunie. Chişinău, 2002, p. 11-14.

5. Begu A., Calugareanu, N., Buburuz D. *Aspecte privind elaborarea standardelor ecologice pentru evaluarea ecosistemelor*. În: Buletinul AȘM. Științe biologice, chimice și agricole, 2 (291), 2003, p. 134-138.
 6. Calugareanu N., Begu A. *Poluarea cu metale grele a unor ecosisteme silvice din regiunea de centru a Republicii Moldova*. În: Mediul Ambient, Nr. 2 (13) aprilie. Chișinău, 2004, p.11-12.
 7. **Begu A.** *Evaluarea impactului asupra ecosistemelor silvice prin metoda bioindicației*. În: Buletinul AȘM. Științe biologice, chimice și agricole, 1 (292), 2004, p. 156-161.
 8. **Begu A.** *Ecobioindicația – metodă eficientă în monitorizarea calității mediului*. În: Mediul Ambient. Ediție specială. Chișinău, 2005, p. 45-49.
 9. Crețu A., Begu A. *Evaluarea calității aerului atmosferic din spațiile verzi ale municipiului Chișinău în baza lichenoindicației*. În: Mediul Ambient, nr. 3 (21) iunie. Chișinău, 2005, p. 1-4.
 10. Begu A., Lungu A., Obuh P. *Aspecte privind taxonomia, ecologia și rolul ecobioindicatorilor al vegetației algale din afluenții de stânga a Prutului de mijloc*. În: Buletinul AȘM. Științe biologice, chimice și agricole, 2(299), 2006, p. 172-178.
 11. Begu A., Sandu M., Obuh P. ș.a. *Starea ariilor naturale protejate de stat în bazinul râului Prut*. În: Mediul Ambient, nr. 5 (29) octombrie, Chișinău, 2006, p. 4- 9.
 12. Begu, A., Liogchii, N., Brega, V. ș. a. *Argumentarea științifică a valorii ecosistemului forestier Lupăria*. În: Mediul Ambient. Nr. 4(34), Chișinău, 2007, p. 16 -23.
 13. Begu A., Liogchii N., Donica A. *Aspecte privind realizarea monitoringului biologic pasiv și activ în ecosistemele forestiere și urbane*. În: Mediul Ambient, nr.5 (35), Chișinău, 2007, p.1-4.
 14. Crețu A., Sandu M., Begu A., Brega V. *Evaluarea calității bazinului aerian al mun. Chișinău în baza precipitațiilor solide*. În: Mediul Ambient, nr.1 (31), Chișinău, 2007, p. 17-21.
 15. Crețu A., Begu A., Liahu G. *Aspecte privind structura pașaportului ecologic al zonelor de recreație*. În: Mediul Ambient. nr. 2 (32) Chișinău, 2007, p. 39-40.
 16. Crețu A., Begu A. *Lichenoindicația - metodă eficientă în aprecierea calității aerului*. În: Mediul Ambient. Nr. 1 (25) februarie. Chișinău, 2006, p.15-18.
 17. Begu A., Lungu A., Obuh P., Ungureanu I. *Studiu ecocenologic și ecobioindicator al algovegetației râului Ciuhur (Prutul de mijloc)*. Univ. de Stat din Moldova. Analele științifice ale USM. Seria „Științe chimico-biologice”. Chișinău, 2006, p. 397-401.
- Articole in culegeri internaționale:**
18. Begu A., Simonov Gh., Gău S., Coșleț N. *Assessment of noxious substances impact on certain ecosystems through mediation of bioindicators*. Advances and prospects of ecological chemistry. Conference proceedings. The Second International Conference on Ecological Chemistry, Chisinau, Republic of Moldova, 11-12 October, 2002, p. 29-35.
 19. Brega V., Brega R., Begu A., Duca Gh. *The integrated assessment indexes of ecosystems in Moldova. Critical loads of pollutants, acidification and bioindicators*. The Second International Conference on Ecological Chemistry, Chisinau, Republic of Moldova, 11-12 October, 2002, Abstract BOOK, p. 125-127.
 20. Begu A., Buburuz D., Brega V., ș.a. *Concepția de standard ecologic*. Environment & Progress 2/2004. Editura EFES, Cluj- Napoca, 2004, p. 39-42.
 21. **Begu A.** *Air pollution monitoring in forest ecosystems using bioindicators*. 7th Subregional Meeting on Effect-oriented Activities in the Countries of Eastern and South-eastern Europe, Baia Mare, Romania, 28 septembrie -1 octombrie, 2006, p. 65-78.
 22. Liogchii N., Begu A. *Pollution of some forest's ecosystems by heavy metals*. 7th Subregional Meeting on Effect-oriented Activities in the Countries of Eastern and South-eastern Europe, Baia Mare, Romania, 28 septembrie – 1 octombrie, 2006, p. 148-156.
 23. Begu A., Liogchii N., Crețu A. *Aspecte privind lichenoflora unor ecosisteme forestiere și calitatea aerului*. Confer. Internaț. „Aspecte științifico-practice a dezvoltării durabile a sectorului forestier din Republica Moldova”, Chișinău, 17-18 noiembrie, Chișinău, ICAS, 2006, p. 150 – 155.
 24. **Begu A.** *Premisele lichenoindicației în Republica Moldova (Premises of lichenoidication in Republic of Moldova.)* Environment & Progress-11/ 2007. Mediul – Cercetare, Protecție și Gestiune. Managementul Dezastrelor Tehnologice. Cluj-Napoca, 2007, p. 35 – 37.

25. **Begu A.** *Sensibilitatea lichenilor la poluanți gazoși exprimată prin modificări morfologice ale talului.* Міжнародна наукова конференція „Біосистеми різних рівнів організації в технологіях сучасного екомоніторингу”. 24-25 жовтня, м. Чернівці, 2008 року, p. 55 – 61.
26. Brega V., Begu A., Buburuz D., Bobeica V. *The economical and environmental aspect of potential energy crops.* Environmental economics. Studies and Research.. Les Presses Agronomiques de Gembloux, ASBL, Gembloux (Belgium). EFES-Editura Fundației pentru Studii Europene. Cluj – Napoca (România), 2008, p. 23 - 35.
27. **Begu A.** *Aplicarea scalelor bazate pe toxicotoleranța lichenilor în reflectarea calității aerului.* Tehnologii și echipamente pentru evaluarea și protecția mediului. Environment & Progress 12/2008. Editura EFES, Cluj- Napoca, 2008, p. 29-34.
28. Brega V., Begu A., Liogchii N., Bobeică V. *Emisiile acide, depozitia și încărcăturile critice ale N Si S pentru ecosistemele bazinului râului Prut.* Tehnologii și echipamente pentru evaluarea și protecția mediului. Environment & Progress 12/2008. Cluj-Napoca, 2008, p. 57–64.

Articole in culegeri naționale:

29. Begu A., Postolachi Gh., Volontir N., Prepeliță A. *Resursele vegetale.* Capitolul VI. Resursele naturale, Vol. 1. Ser.: Mediul Geografic al Republicii Moldova. Ch.: Î.E.P. Știința (Combinatul Poligr.), 2007, p. 110-135.
30. **Begu A.** *Aprecierea particularităților substratului cu ajutorul fitoindicatorilor.* Învățământul universitar din Moldova la 70 ani. Mater. conf. științif.- metodice, Chișinău, 9-10 octombrie, 2000, Vol. II, p. 3-5.
31. **Begu A.** *Influența poluării atmosferice asupra lichenoflorei unor sectoare ale mun. Chișinău.* În: Biodiversitatea vegetală a Republicii Moldova. Culegere de articole științifice. Chișinău, 2001, p. 70-72.
32. Simonov Gh., Crețu A., Begu A. *Utilizarea briofitelor în scopul evaluării calității aerului atmosferic.* În: Ecologie și Protecția Mediului–Cercetare, Implementare, Management. Materialele Confer. Jubiliare – INECO 15 ani (29 decembrie, 2005), Chișinău, 2006, p. 64-67.
33. Begu A., Păgînu V., Obuh P. *Ecologia infectării stejarului cu Microsphaera alphytoides Griff. et Maubl. în condițiile municipiului Chișinău.* În: Ecologie și Protecția Mediului–Cercetare, Implementare, Management. Materialele Conferinței Jubiliare – INECO 15 ani (29 decembrie, 2005), Chișinău, 2006, p. 68-69.
34. Crețu A., Begu A. *Aspecte privind realizarea monitoringului activ al calității aerului în unele sectoare ale mun. Chișinău.* În: Ecologie și Protecția Mediului–Cercetare, Implementare, Management. Material. Conf. Jubil.–INECO 15 ani (29, XII. 2005), Chișinău, 2006, p.70-72.
35. Liogchii N., Begu A., Crețu A. *Conținutul metalelor grele în licheno- și brioflora unor zone de recreație a mun. Chișinău.* În: Ecologie și Protecția Mediului–Cercetare, Implementare, Management. Material. Conf. Jubil.–INECO 15 ani (29.XII.2005), Chișinău, 2006, p. 72-75.
36. Begu A., Simonov Gh. *Biodiversitatea lichenofitelor evidențiate în perioada 2001-2005 în ecosistemele naturale ale Republicii Moldova.* Materialele Simpozionului Jubiliar - Rezervația „Codrii”- 35 ani. Lozova, 2006, p. 26-27.
37. Obuh P., Lungu A., Begu A., Grabco N., Ungureanu I. *Mixomicetele din rezervațiile forestiere ale Moldovei: Diversitatea și importanța ecobioindicatoare.* Materialele Simpozionului Jubiliar- Rezervația „Codrii”- 35 ani. Lozova, 2006, p. 72-74.
38. Begu A., Liogchii N. *Argument științific privind protecția ecosistemului forestier Rădiul de Jos, raionul Fălești.* Academicianului P. M. Zhukovskii – 120 ani. În: Culegere de articole științifice. Eco-TIRAS. Chișinău, 2008, p. 15-18. .
39. Begu A., Liogchii N., Moșanu L., Donica A. *Evaluare calității aerului în zonele de recreație ale mun. Chișinău.* În: Mater. Conf. șt. anuale – 2007, UST. Chișinău, 2008, p. 23-24.

Recomandari metodice:

40. Begu A., Boboc N., Alexandrov E. *Instrucțiune privind evaluarea prejudiciului cauzat mediului în rezultatul nerespectării legislației privind subsolul.* În: Ghid cu privire la evaluarea prejudiciului cauzat mediului de la activitățile antropogene și mecanisme de compensare a lui. Ediție bilingvă. Chișinău, 2006 p. 13-20; p. 118-125.

ADNOTARE

Begu Adam „Studiul ecobioindicației în Republica Moldova și implementarea ei în monitoringul calității mediului”, teza de doctor habilitat în biologie, or. Chișinău, 2010. Introducere, șase capitole, concluzii generale și recomandări, bibliografie din 452 titluri, 170 pagini text de bază, 50 tabele, 26 figuri, 9 anexe. Rezultatele obținute sunt publicate în 40 lucrări științifice.

Cuvinte-cheie: ecobioindicație, licheni, toxitoleranță, ecosisteme forestiere și urbane, poluare cu SO₂ și metale grele, criterii de evaluare, programul european EMEP, biomonitoring.

Domeniul de studiu: ecologie. **Scopul:** argumentarea științifică a existenței premiselor aplicării ecobioindicației în RM și elaborarea criteriilor de evaluare a calității mediului prin lichen-, brio-, mico-, fico- și malacoindicație. **Obiectivele:** premisele aplicării ecobioindicației în RM; elaborarea criteriilor de evaluare a calității aerului în ecosistemele forestiere și urbane; verificarea funcționalității programului european EMEP, Indicelui Purității Atmosferei (IPA) și Indicelui Poleotoleranței (IP) în condițiile RM; estimarea capacității de acumulare a metalelor grele în litieră, mușchi, licheni și moluște în funcție de sursa de poluare, altitudine, roza vânturilor și specie; monitorizarea schimbărilor morfo-anatomice ale lichenilor transplantați în condițiile mun. Chișinău, precum și capacitatea de acumulare a unor microelemente.

Noutatea și originalitatea științifică. Au fost elaborate 3 criterii de apreciere a calității aerului în baza diversității specifice, abundenței și toxitoleranței ecobioindicatorilor față de poluanți. Au fost stabilite particularitățile de migrare/cumulare a poluanților în corpul biotei și în componentele abiotice. A fost alcătuit registrul lichenilor și mușchilor ecobioindicatori. A fost obținută o informație originală despre starea ecosistemelor forestiere, acvatic și urbane în condițiile poluării locale și transfrontaliere; a fost stabilit gradul afectării speciilor ecobioindicatoare în dependență de toxitoleranța și particularitățile lor cumulative, cantitatea și calitatea noxelor. În calitate de ecobioindicatori veritabili în realizarea monitoringului ecologic sunt propuse 75 de specii, dintre care: licheni – 40, mușchi – 30, moluște – 3, ciuperci – 2.

Semnificația teoretică. A fost fondată teoretic ecobioindicația ca direcție de studiu a calității mediului ambiant și modurile de aplicare a ei în RM. Au fost argumentate științific principiile ecobioindicației în ecosistemele forestiere și urbane, în baza analizei interdependenței dintre factorii abiotici și biotici, diversitatea biologică, abundența, toxitoleranța și particularitățile cumulative ale ecobioindicatorilor.

Valoarea aplicativă. Metodologia și criteriile elaborate au fost aplicate în evaluarea calității mediului (poluare cu SO₂, metale grele, substanțe organice) din 62 ecosisteme forestiere, 9 ecosisteme acvatic și 15 stații ale mun. Chișinău.

АННОТАЦИЯ ДИССЕРТАЦИИ

Бегу Адам «Изучение экобиоиндикации в Республике Молдова и ее внедрение в мониторинге качества среды», диссертация доктора хабилизат биологических наук, г. Кишинев, 2010. Введение, шесть глав, общие выводы и рекомендации, библиография из 452 названий, 170 страниц основного текста, 50 таблиц, 26 рисунков, 9 приложений. Полученные результаты опубликованы в 40 научных трудах.

Ключевые слова: экобиоиндикация, лишайники, токситолерантность, лесные экосистемы, SO₂ и тяжелые металлы, критерии оценки, программа ЕМЕР, биомониторинг.

Область исследования: экология. **Цель:** научные предпосылки экобиоиндикации в РМ и разработка критериев оценки качества окружающей среды через лишено-, брио-, мико-, фико- и малакоиндикацию. **Объективы:** предпосылки экобиоиндикации в РМ; разработка критериев оценки качества воздуха в лесные и городские экосистемы; возможность применения в условиях РМ европейской программы ЕМЕР, Индекса Чистоты Воздуха (ИЧВ) и Индекса Полеотолерантности (ИП); оценка способностей лесной подстилки, мхов, лишайников и моллюсков накапливать тяжелые металлы; мониторинг биодеградации трансплантов в условиях Кишинева, а также их способность накапливать некоторые микроэлементы.

Научная новизна и оригинальность. Разработаны 3 критерия оценки качества воздуха на основе видового разнообразия, степени покрытия и токситолерантности индикаторов. Установлены особенности накопления поллюантов в компонентах биоты и абиоты. Составлен реестр лишайников и мхов индикаторов. Получена оригинальная информация о состоянии лесных, водных и городских экосистемах в условиях локального и трансграничного загрязнения; выявлена степень деградации экобиоиндикаторов в зависимости от их токситолерантности, количества и качества загрязнителей. В качестве достоверных биоиндикаторов для реализации экологического мониторинга предложены 75 видов, из которых: лишайники – 40, мхи – 30, моллюски – 3, грибы – 2.

Теоретическое значение. Разработаны теоретические обоснования экобиоиндикации как направление изучения качества окружающей среды и способы ее применения в РМ. Дано научное обоснование принципам экобиоиндикации в лесных, водных и городских экосистемах на основе анализа особенностей биоразнообразия и взаимозависимости между абиотическими и биотическими факторами.

Прикладное значение. Разработанные методология и критерии были применены в оценке качества окружающей среды (загрязнение с SO₂, тяжелыми металлами и органическими веществами) в 62 лесных и 9 водных экосистемах и 15 точках Кишинева.

ABSTRACT

Begu Adam “**Ecobioindication study in the Republic of Moldova and its implementation in monitoring the quality of environment**”, thesis in biology for doctor habilitatus, Chisinau, 2010. Introduction, six chapters, general conclusions and recommendations, bibliography from 452 titles, 170 pages basic text, 50 tables, 26 figures, 9 annexes. The results are published in 40 scientific papers.

Keywords: ecobioindication, lichens, toxitoleration, urban and forest ecosystems, SO₂ and heavy metal pollution, evaluation criteria, European Program EMEP, biomonitoring.

Field of study: ecology. **Scope:** scientific argumentation of premises the application of ecobioindication in the RM and elaborated criteria for environmental assessment through lichen-, bryo-, mico-, fico- and malacoindication. **Objectives:** premises and application of ecobioindication method in the RM; elaboration of evaluation criteria for air quality in urban and forest ecosystems; verification of the Program EMEP, Index of Atmospheric Purity (IAP) and Poleotoleration Index (PI) functionality in the conditions of the RM; estimation of the cumulating features of heavy metals in litter, mosses, lichens and molluscs according to the source of pollution, altitude and cardinal direction; monitoring morpho-anatomical changes, applied in the lichens transplants within Chisinau, and their metals cumulative capacities.

Novelty and scientific originality. 3 criteria were developed for assessing the air quality depending on specific diversity, abundance and toxitoleration towards pollutants. Features regarding pollutants accumulation in the body of biota and abiotic components were established. The lichens and mosses ecobioindicator species register was developed. Original information was obtained regarding the state of forest, aquatic and urban ecosystems in terms of local and transboundary pollution; the ecobioindicator species degree of damage was established depending on their particular toxitoleration and cumulative properties, the quantity and quality of pollutants. As genuine ecobioindication species for performing the environmental monitoring were proposed 75 species, out of which: lichens - 40, mosses - 30, molluscs - 3, fungi -2.

Theoretical significance. The theory of ecobioindication was founded as a direction within the environmental quality studies in the Republic of Moldova. Ecobioindication principles have been scientifically reasoned for forest, aquatic and urban ecosystems based on abiotic and biotic factors interdependence and performed studies on: ecobioindicators biologic diversity, abundance, degree of tolerance and cumulative features.

Application value. Elaborated methodology and criteria were applied in the environmental assessing (SO₂, heavy metal and organic pollution) from 62 forest, 9 aquatic ecosystems and 15 urban stations in the Chisinau city.

BEGU ADAM

**STUDIUL ECOBIOINDICAȚIEI ÎN REPUBLICA MOLDOVA ȘI
IMPLEMENTAREA EI
ÎN MONITORINGUL CALITĂȚII MEDIULUI**

03.00.16 – ECOLOGIE

Doctor habilitat în biologie

**Aprobat spre tipar: 23.04.2010.
Hârtie ofset. Tipar ofset.
Coli de tipar – 2,2.
Poligrafia
POLIGRAF.MD**

**Formatul hârtiei 60x84 1/16
Tirajul 70 ex.
Comanda Nr. 179
Adresa: bd. Mircea cel Batran 5/1**