



MINISTERUL MEDIULUI



GHID DE UTILIZARE A SPECIILOR ÎN PROGRAMELE DE BIOMONITORIZARE

GHID DE UTILIZARE A SPECIILOR
ÎN PROGRAMELE DE BIOMONITORIZARE



Autori:

ȘTEFĂNUȚ SORIN

MANOLE ANCA

ION CONSTANȚA MIHAELA

ÖLLERER KINGA ÁGNES

ONETE MARILENA

MANU MINODORA

VICOL IOANA

MOLDOVEANU MIRELA MĂDĂLINA

MAICAN SANDA

BANCIU CRISTIAN

COBZARU IOANA

NICOARĂ ROXANA GEORGIANA

FLORESCU LARISA ISABELA

MOGÎLDEA ELENA DANIELA

PURICE DORINA-MARIETA

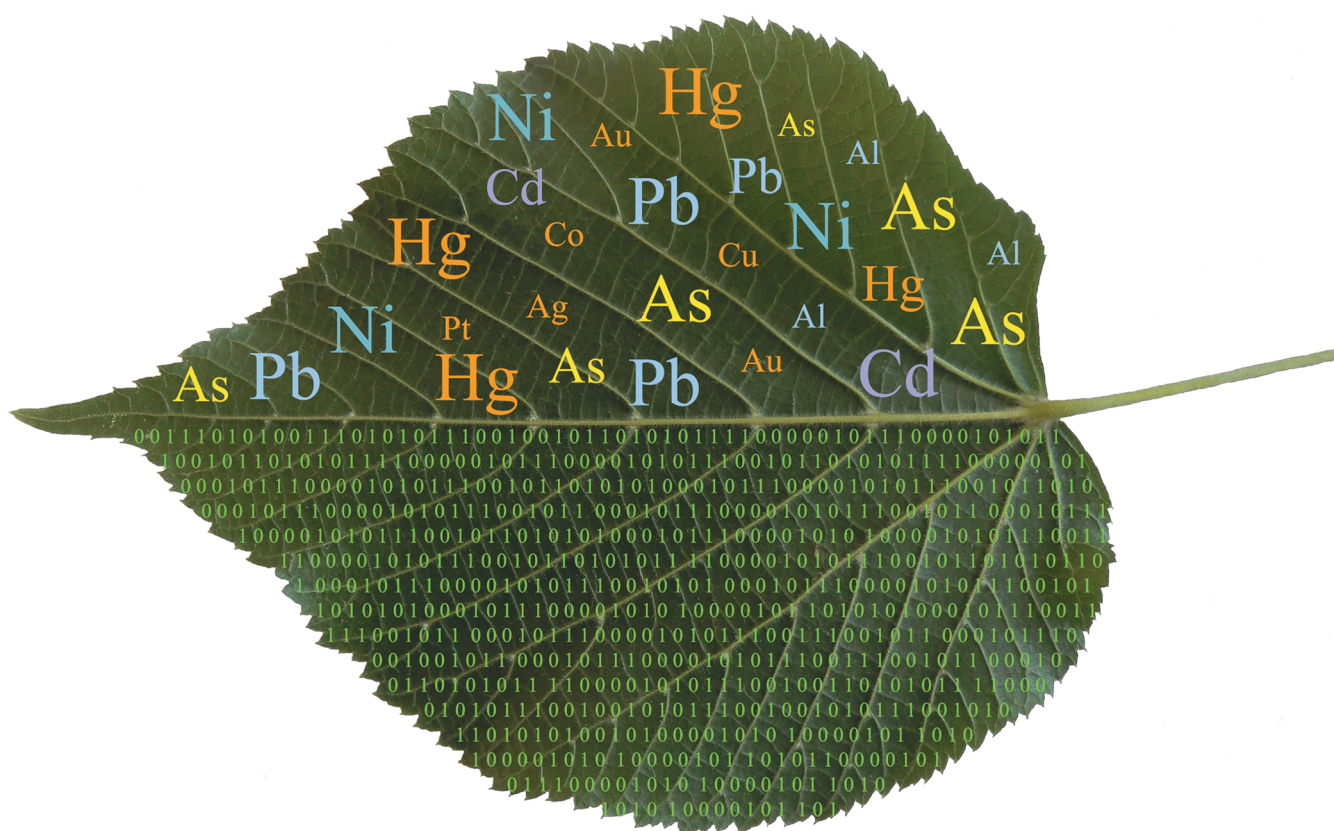
NICOLAE CLAUDIA DANIELA

CATANĂ RODICA DANIELA

VĂLEANU VIRGINIA FLOAREA

CONSTANTIN MARIAN

GHID DE UTILIZARE A SPECIILOR ÎN PROGRAMELE DE BIOMONITORIZARE





Proiect finanțat printr-un Grant acordat de Islanda, Liechtenstein și Norvegia

Proiectul „*Sistem național de monitorizare pe termen lung a bioacumulării metalelor grele aeropurtate (BIOMONRO)*” este susținut în cadrul Programului R004 – „*Reducerea Substanțelor Periculoase*”, pentru care Ministerul Mediului este Operator de Program.

CUPRINS

PREFAȚĂ	7
1. INTRODUCERE	8
1.1. Aspecte generale	8
1.1.1. Definiții și concepte	8
1.1.2. Istoricul biomonitorizării	9
1.1.3. Avantajele biomonitorizării	16
1.1.4. Selectarea speciilor utilizate în programele de biomonitorizare	17
1.2. Descrierea speciilor utilizate în programele de biomonitorizare	20
1.2.1. Plante superioare	20
1.2.2. Licheni	27
1.2.3. Briofite	33
1.2.4. Alte grupe de organisme	35
1.2.4.1. Macromicete	35
1.2.4.2. Mamifere	43
1.2.4.3. Păsări	53
1.2.4.4. Nevertebrate (Artropode)	58
2. BIOMONITORIZAREA ACTIVĂ	63
2.1. Principiile biomonitorizării active	63
2.2. Metode și tehnici utilizate în biomonitorizarea activă	63
Selectarea și colectarea speciei de briofite	63
Pregătirea materialului vegetal	64
Tratarea materialului ante-expunere	64
Stabilirea concentrațiilor inițiale	64
Amplasarea și expunerea săculeților	65
Tratamente post-expunere	65
3. BIOMONITORIZAREA PASIVĂ	66
3.1. Principiile biomonitorizării pasive	66
3.2. Metode și tehnici utilizate în biomonitorizarea pasivă	66
Identificarea și selectarea speciilor biomonitor indigene în aria de interes	66
Stabilirea punctelor de monitorizare	66
Colectarea de material biologic	66
Păstrarea materialului biologic	66
Pregătirea materialului biologic pentru analize	67
4. PROTOCOL DE BIOMONITORIZARE ACTIVĂ DEZVOLTAT LA NIVEL NAȚIONAL	68
4.1. Stabilirea punctelor de monitorizare	68
4.2. Colectarea și pregătirea materialului vegetal	68
4.3. Amplasarea probelor	70
4.4. Colectarea și prelucrarea probelor	70
4.5. Protocol de reducere a presiunii de colectare a speciei <i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Schimp. din flora spontană	70
5. PROTOCOL DE BIOMONITORIZARE PASIVĂ DEZVOLTAT LA NIVEL NAȚIONAL	72
5.1. Stabilirea punctelor de monitorizare	72
5.2. Colectarea probelor	72
5.3. Organizarea, păstrarea și prelucrarea probelor	74
ANEXA	75
BIBLIOGRAFIE	95



MULȚUMIRI

Mulțumim, în primul rând, reprezentanților Operatorului de Program, în mod special doamnei Marisanda Pîrîianu – coordonator al Mecanismului Financiar SEE și echipei de la Programul RO04 (Delia Bunceanu – manager program, Luminița Tîrchiță – expert tehnic, Carla Busuioc – expert comunicare, Alina Săndulescu – manager public) pentru sprijinul constant acordat pe tot parcursul derulării proiectului.

Mulțumim de asemenea, doamnei Dorina Mocanu director general al Direcției generale evaluare impact și controlul poluării pentru avizarea accesului în perimetrul stațiilor din cadrul *Rețelei Naționale de Monitorizare a Calității Aerului* precum și tuturor reprezentanților *Agențiilor pentru Protecția Mediului* din județele Alba, Arad, Argeș, Bacău, Bihor,

Bistrița Năsăud, Botoșani, Brăila, Brașov, Buzău, Călărași, Caraș Severin, Cluj, Constanța, Covasna, Dambovița, Dolj, Galați, Giurgiu, Gorj, Harghita, Hunedoara, Ialomița, Iași, Ilfov, Maramureș, Mehedinți, Mureș, Neamț, Olt, Prahova, Salaj, Satu Mare, Sibiu, Suceava, Teleorman, Timiș, Tulcea, Vâlcea, Vaslui, Vrancea și din municipiul București, pentru sollicitudine și disponibilitate.

Mulțumim colegilor din Institutul de Biologie București, partenerilor și colaboratorilor noștri de la S.C. IMU Laboratories S.R.L., S.C. Multidimension S.R.L., S.C. MBM Software & Partners S.R.L., S.C. Office & More S.R.L., precum și tuturor celor care au contribuit într-un fel sau altul la îndeplinirea cu succes a obiectivelor proiectului BioMonRo.



PREFAȚĂ

Lucrarea „Ghid de utilizare a speciilor în programele de biomonitorizare” reprezintă sinteza unor rapoarte de activitate ale proiectului „Sistem național de monitorizare pe termen lung a bioacumulării metalelor grele aeropurtate (BioMonRo)”, finanțat printr-un Grant acordat de Islanda, Liechtenstein și Norvegia (SEE 2009 – 2014) și susținut în cadrul Programului RO04 – „Reducerea Substanțelor Periculoase”, având ca beneficiar Institutul de Biologie București al Academiei Române (IBB).

Proiectul BioMonRo a fost implementat în perioada 19 mai 2015 - 31 martie 2017, având o valoare totală de 5.060.000 lei (1.146.742,21 EURO), finanțată în totalitate prin fonduri nerambursabile din MF-SEE (85%) și de la bugetul național (15%) prin Ministerul Mediului în calitate de Operator de Program.

Obiectivul central al proiectului a fost dezvoltarea unui sistem național de monitorizare a acumulărilor de metale grele (plumb, cadmiu, nichel, arsen și mercur) aeropurtate, utilizând organismele vii.

În lucrarea de față, ne propunem prezentarea biomonitorizării parcurgând etapele principale de la idee la practică, astfel încât să poată oferi cunoștințele de bază pentru cei interesați, atât de aspectele conceptuale, cât mai ales de aplicarea acestui tip de monitorizare. Astfel, în capitolul introductiv (1), în cele dedicate biomonitorizării active (2) și, respectiv, biomonitorizării pasive (3) sunt tratate cu precădere aspectele teoretice și descriptive, în timp ce capitolele 4 și 5 sunt dedicate exclusiv protocoalelor originale dezvoltate pentru aplicarea biomonitorizării la nivel național.

Acest ghid se adresează tuturor celor implicați în controlul calității mediului ambiant, deopotrivă factorilor decizionali și a celor care desfășoară activități de monitorizare a calității aerului, dar și celor interesați de problematica vastă a biomonitorizării.

Autorii

1. INTRODUCERE

1.1. ASPECTE GENERALE

1.1.1. DEFINIȚII ȘI CONCEPTE

Materia vie, la toate nivelurile de organizare, este în mod natural expusă factorilor de stres biotic sau abiotic. Capacitatea de a reacționa la factorii de stres caracterizează toate sistemele vii și este una din motoarele evoluției. Stresul natural se manifestă la rate relativ constante și de cele mai multe ori permite adaptarea speciilor. Începând cu ultimul secol schimbările produse în mediul înconjurător sunt fără precedent, atât din punct de vedere calitativ, cât și cantitativ. Ca urmare a activităților umane (dezvoltarea industriei, a agriculturii, a transporturilor etc.) au fost eliberate în mediu, în cantități semnificative, substanțe inexistente în natură (xenobiotice, multe radionuclide), potențial nocive atât pentru sănătatea mediului cât și a omului. Mai mult, acești noi factori de stres se adaugă celor deja existenți provocând sistemelor vii un stres cumulat care de cele mai multe ori depășește capacitatea acestora de adaptare (Markert, 2007). Între substanțele antropogene periculoase eliberate în mediu, se încadrează și metalele grele. Din punct de vedere chimic termenul de *metal greu* este atribuit metalelor de tranziție care au masa atomică mai mare de 20 și greutatea specifică peste 5. În terminologia utilizată în Biologie termenul se extinde și la alte metale sau metaloide care pot fi toxice pentru sistemele vii, chiar și în concentrații foarte mici.

Odată eliberate în mediu, metalele grele nu își diminuează în timp concentrațiile, ci se acumulează continuu și în cantități din ce în ce mai mari care sunt corelate cu creșterea globală a populației, cu extinderea activităților industriale, cu intensificarea utilizării combustibililor fosili etc. Metalele grele se găsesc în aerul atmosferic sub formă de pulberi în suspensie, particulele cu diametrul mai mic de 10 μm reprezentând așa-numita *fracție inhalabilă*, răspunzătoare de mortalitatea cauzată de poluarea atmosferică. Deoarece poluarea atmosferică este considerată una din principalele amenințări pentru sănătatea mediului și a omului, în ultimii ani s-au intensificat eforturile privind monitorizarea calității aerului.

Biomonitorizarea este definită ca o investigație repetată a modificărilor comportamentale, funcționale și/sau morfologice ale organismelor și populațiilor ca urmare a influenței unor factori chimici, fizici și ecologici. *Biomonitorii* sunt organisme care pot oferi informații cantitative privind calitatea mediului în care se regăsesc. Astfel,

un bun biomonitor poate indica atât prezența unui poluant, cât și cantitatea acestuia, oferind informații și cu privire la intensitatea expunerii (Steubing și Jäger, 1982; Maslov, 2002; Sutton și colab., 2004). Unele specii sunt sensibile la un singur tip de poluant sau la combinații ale mai multor poluanți. Aceste specii sunt utilizate mai ales în studiile de decelare a simptomelor provocate de diverși poluanți și de stabilire a corelațiilor dintre un anumit simptom și un anumit tip de poluant.

Biomonitorizarea poluării aerului cu ajutorul diferitelor organisme este o practică cu o experiență de câteva decenii. De-a lungul anilor s-au realizat activități de biomonitorizare cu mai multe tipuri de organisme (vegetale, animale și fungi) în vederea identificării grupelor care se pretează cel mai bine pentru aceste tipuri de investigații. Se cunoaște faptul că unele specii și varietăți de plante superioare și specii aparținând grupelor inferioare (mușchi și licheni) răspund la acțiunea poluanților gazoși și la cei sub formă de particule, într-o manieră predictibilă și la concentrații mult mai mici decât cele necesare organismelor umane sau animale ca să dezvolte răspunsuri (Steubing și Jäger, 1982; Kovács, 1992; Maslov, 2002). Aceste specii, varietăți sau cultivare se pretează la monitorizarea efectelor poluării atmosferice și la aprecierea distribuției lor spațiale și temporale.

În prezent se cunosc două abordări conceptuale privind monitorizarea calității aerului. Prima implică măsurători directe ale compoziției aerului atmosferic, iar cea de-a doua, evaluarea bioacumulărilor.

a. **Măsurătorile directe** implică analize cantitative și calitative ale pulberilor din atmosferă, precipitații și depozite de suprafață. Pentru ca rezultatele măsurătorilor să fie relevante, acestea trebuie să se efectueze continuu, pe termen lung și să aibă acoperire mare. Aplicarea la scară largă a acestor metode este costisitoare și necesită personal calificat, precum și echipamente speciale. Mai mult, din cauza impedimentelor de ordin logistic, nu este posibilă instalarea de echipamente în toate punctele de monitorizare.

b. **Cuantificarea bioacumulărilor** implică analiza materialului biologic, consecutivă expunerii unor surse de poluare. Deși măsurarea bioacumulărilor ca metodă de estimare a poluării atmosferice cu metale grele a fost propusă încă din anii '60 (Bruin, 1990), este utilizată cu precădere în ultimii 10 ani. Spre deosebire de măsurătorile directe, colectarea probelor este simplă, nu necesită echipamente speciale, iar analiza materialului

biologic este facilitată de multitudinea de metode disponibile. Mai mult, speciile biomonitor acumulează de cele mai multe ori un spectru larg de metale grele ceea ce face metoda și mai facilă (Hoodaji și colab., 2012).

În funcție de metoda utilizată, biomonitorizarea poate fi:

- ▶ **biomonitorizare pasivă** - atunci când se utilizează speciile native sau aclimatizate într-un anumit teritoriu;
- ▶ **biomonitorizare activă** - atunci când biomonitorii sunt transplantați sau plasați în zonă monitorizată.

1.1.2. ISTORICUL BIOMONITORIZĂRII

Plante inferioare

a. Licheni

Preocupări referitoare la utilizarea lichenilor ca indicatori și monitori ai poluării atmosferice cu metale grele au fost semnalate în literatura de specialitate încă de la începutul revoluției industriale, demarată la jumătatea secolului al XVIII-lea (Larsen și colab., 2007; Purvis și colab., 2007). Numeroase lucrări de specialitate confirmă că lichenii acumulează metalele grele în concentrații ridicate, motiv pentru care pot fi utilizați ca biomonitori ai calității mediului (Purvis și colab., 2007). La începutul secolului al XX-lea, Herman E. Hasse a efectuat cercetări asupra diversității speciilor de licheni în Bazinul Los Angeles (California), înregistrând la acea dată aproximativ 500 specii de licheni. Ulterior, urbanizarea, industrializarea și traficul rutier au determinat declinul dramatic, progresiv, al comunităților de licheni, 56 de specii fiind înregistrate în perioada 1976–1977 și abia 51 de specii identificate în 2008 (Riddell și colab., 2011). De-a lungul secolului al XIX-lea, cercetările efectuate în Marea Britanie, Germania (München) și Franța (Paris), au semnalat dispariția anumitor specii de licheni din zone afectate de diferite activități industriale (Seaward, 2008).

O importanță deosebită a fost acordată speciilor de licheni aflate în colecția Muzeului Național de Istorie Naturală din Londra, asupra cărora s-au realizat cercetări comparative cu probe colectate recent. Aceste cercetări au scos în evidență modificări ale compoziției chimice a atmosferei în perioada 1797–2007, deosebit de importante în analiza reconstituirii scenariilor istorice (Purvis și colab., 2007).

Ca urmare a activităților industriale, în decursul timpului, anumite specii de licheni cu grad redus de toxicitate (sensibile la poluarea atmosferică) au dispărut din arii intens poluate. Legislația implementată în privința reducerii substanțelor poluante din atmosferă s-a dovedit a fi eficientă, dovada cea mai semnificativă o constituie recolonizarea substraturilor cu speciile de licheni corticole dispărute pentru o anumită perioadă de timp,

din cauza poluării atmosferice (Larsen și colab., 2007; Seaward, 2008). Un veritabil indicator al poluării atmosferice este specia *Lecanora conizaeoides* Nyl. ex Cromb., numită și lichenul poluării, care a înregistrat o acoperire considerabilă în perioada 1800–1979, urmată de o reducere dramatică a acoperirii și chiar de dispariție, după 1979 (Purvis și colab., 2007). Datorită reducerii substanțelor poluante ca urmare a măsurilor de prevenire și de reducere a concentrațiilor acestora din atmosferă, specia *Lecanora conizaeoides* a fost semnalată din nou (Larsen și colab., 2007). În localitatea Palmerton (Pennsylvania, Statele Unite ale Americii), în urma activităților industriale desfășurate în cadrul unei topitorii de-a lungul unei perioade îndelungate de timp (1850–1970) s-a constatat că, din cauza toxicității concentrațiilor mari de zinc, diversitatea speciilor de licheni a scăzut dramatic, identificându-se doar șapte specii de licheni (Nash, 2008).

În urma conflictelor militare care au avut loc în Bosnia-Herzegovina (regiunea balcanică, 1994–1995), Organizația Tratatului Atlanticului de Nord a elaborat în iulie 2000 Programul de Mediu al Națiunilor Unite care cuprinde informații asupra utilizării muniției cu uraniu fisionabil (uraniu cu un conținut redus al izotopului fisionabil ²³⁵U). În cadrul acestui program s-a demonstrat contaminarea mediului cu uraniu emis în atmosferă ca urmare a atacurilor militare (Rosamilia și colab., 2004).

Cercetările efectuate după accidentul nuclear de la Cernobil au argumentat că, lichenii sunt acumulatori eficienți ai radionuclizilor. În perioada 1960–1970, s-au efectuat cercetări asupra utilizării armelor nucleare și consecințele transferului ¹³⁷Cs de-a lungul lanțului trofic licheni-reni-om (Iurian și colab., 2011).

b. Briofite

Pe plan internațional, tehnica utilizării briofitelor în monitorizarea metalelor grele reprezintă un concept nou, aplicat în special în țările puternic industrializate unde cercetările privind poluarea aerului reprezintă o prioritate. Această metodă este una dintre cele mai eficiente și convenabile din punct de vedere economic.

Briofitele au fost intens utilizate pentru monitorizarea metalelor grele (în principal, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, V și Zn) încă de la sfârșitul anilor '60 (Rühling și Tyler, 1968, 1971; Pakarinen și Tolonen, 1976; Steinnes, 1977). Conceptul și tehnica monitorizării acumulării metalelor grele în mușchi au fost introduse în țările nordice și au fost testate pentru prima dată la nivel internațional în anul 1980, în cadrul unei colaborări Danemarca - Elveția.

La nivel european, în anul 1999, cercetările referitoare la poluarea atmosferică cu metale grele au fost incluse în cadrul programului *Cooperative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range transmission of Air Pollutants in Europe*. În cadrul acestui proiect, în

conexiune cu diferite alte programe naționale și internaționale au fost raportate depuneri atmosferice ale metalelor grele.

În anul 2001 a fost inițiat proiectul *The European Survey of Atmospheric Heavy Metal Deposition* ca parte integrantă a programului *International Cooperative Programme on Effects of Air Pollution on Natural Vegetation and Crops (ICP Vegetation)*, coordonat de Centrul de Ecologie și Hidrologie din Bangor (Marea Britanie) și Comisia pentru Economie a Națiunilor Unite. La realizarea acestui proiect au participat 90 de cercetători din 28 de țări europene. Pe baza rezultatelor privind conținutul în metale grele al briofitelor s-a realizat o hartă a depunerilor cantitative de metale toxice din atmosferă, de pe teritoriul țărilor participante la proiect (Rühling, 1994; Rühling și Steinnes, 1998; Buse și colab., 2003). Cercetările, repetate la interval de cinci ani, au analizat depunerile atmosferice de metale grele inclusiv în România, comparativ cu țările învecinate (Ucraina, Polonia, Slovacia, Ungaria) (Blum, 2007).

Stadiul cercetărilor în România

În România, tehnica utilizării briofitelor în studiile de poluare a aerului cu metale grele a fost aplicată pentru prima dată în anul 1995, cercetările fiind efectuate în Carpații Orientali. În cursul acestor cercetări au fost colectate 84 probe de mușchi (Institutul de Fizică Atomică București) aparținând speciilor *Pleurozium schreberi* și *Hylocomium splendens*. Acestea au fost analizate prin metoda *Analizei prin cuplare cu neutroni activați (NAA)* la Institutul de Cercetări Nucleare, Dubna, Rusia și prin *Spectrometrie de masă cu plasmă cuplată inductiv (ICP-MS)* la Universitatea Norvegiană de Știință și Tehnologie, Departamentul de Chimie (Blum, 2007).

În anul 1999, în cadrul proiectului *Atmospheric Deposition of Heavy Metals in Rural and Urban Areas of Romania Studied by the Moss Biomonitoring Technique Employing Nuclear and Related Analytical Techniques*, au fost colectate 70 de probe reprezentate de specia *Hypnum cupressiforme*, din Podișul Transilvaniei. Determinările efectuate prin metoda NAA la Institutul de Cercetări Nucleare din Dubna au evidențiat prezența a 35 de elemente chimice, incluzând și metale grele (Stan și colab. (2001).

În perioada 2000–2001, cercetările au fost continuate de Mocanu R. (Universitatea din Iași) în alte regiuni din partea de sud și de vest a Munților Carpați. Au fost colectate 214 probe de mușchi, conținutul în metale grele fiind determinat prin metoda *Spectrometriei de absorbție atomică (AAS)* (Blum, 2007).

Utilizarea speciilor *Pleurozium schreberi*, *Pleurozium purum* și *Rhytidiadelphus squarrosus* în studii de monitorizare a depunerilor atmosferice de metale grele din apropierea topitoriilor de Pb și Cu-Zn din Baia Mare

a evidențiat concentrații crescute de Pb, As, Cu și Cd, comparativ cu valorile înregistrate în alte regiuni din Europa, cu industrie similară. Aceste specii au fost utilizate și în studiile efectuate de Culicov și colab. (2002), probele fiind colectate din 28 de situri situate la distanță de 2–17 km de depozitele de Cu, Pb și Zn din Baia Mare. Utilizând metoda *Analizei prin cuplare epitermică cu neutroni activați (ENAA)* și *Spectrometriei de absorbție atomică în flacără (FAAS)* au fost determinate 31 de elemente, inclusiv majoritatea metalelor grele caracteristice pentru acest tip de industrie. Analiza rezultatelor a evidențiat două componente industriale majore: una caracterizată de Pb, Cu, As și Sb, iar cealaltă de Zn și Cd (Culicov și colab., 2005).

În perioada 1995–2001, în cadrul unei colaborări România-Rusia-Norvegia, au fost analizate 291 probe de mușchi colectate din Munții Carpați, Podișul Transilvaniei și Bazinul hidrografic al râului Prut (acoperind cca. 60% din suprafața României). În cea mai mare parte probele au inclus speciile *Hypnum cupressiforme* și *Hylocomium splendens*, un număr mic fiind reprezentat de *Brachytechium salebrosum* și *Brachytechium rutabulum* (Tabelul 1). Utilizând metodele NAA (*Analiza neutronilor activați*) și FAAS (*Spectroscopie de absorbție atomică în flacără*) au fost determinate 40 de elemente, concentrațiile acestora fiind, în general, semnificativ mai ridicate comparativ cu cele înregistrate în alte țări din Europa (Lucaciu și colab., 2004).

Tabelul 1. Specii de mușchi din România colectate în perioada 1995–2001

Anul	Numărul de probe colectate	Regiunea	Specia
1995	85	Carpații Orientali	<i>Hylocomium splendens</i>
1998	75	Carpații Meridionali și Occidentali	<i>Hylocomium splendens</i>
1999	69	Podișul Transilvaniei	<i>Hypnum cupressiforme</i>
2000	43	Sudul României	<i>Hypnum cupressiforme</i>
2001	21	Bazinul râului Prut	<i>Hypnum cupressiforme</i> , <i>Brachytechium salebrosum</i> , <i>Brachytechium rutabulum</i>

adaptat după Lucaciu și colab., 2004

c. Plante superioare

În secolul al XVI-lea, botanistul florentin Andrea Cesalpino menționa în lucrarea „*De Plantis Libri*” prezența ubicvistă pe rocile ultramafice din valea superioară a Tibrului (Toscana) a unui mic arbust peren pe care îl numește *Alyson* (Cesalpino, 1583). Această specie, descrisă și denumită de către Desvaux (1814) drept *Alysum bertolonii*, a fost analizată de Minguzzi și Vergnano (1948) care raportează o acumulare neobișnuit de mare de nichel în organele supraterane, respectiv 0,79% Ni (masă uscată), în condițiile în care concentrația în

sol a acestui element nu depășește 0,42% (Minguzzi și Vergnano, 1948). Deși surprinzătoare, aceste date nu au incitat comunitatea științifică a vremii. Câțiva ani mai târziu sunt publicate rezultate asemănătoare de către cercetători din Georgia privind specia *Alyssum murale* (Doksopulo, 1961), însă interesul comunității științifice a rămas la fel de scăzut. După mai bine de zece ani încep să fie publicate tot mai multe cercetări privind așa-numitele *plante de nichel* (Servene și Brooks, 1972; Cole, 1973; Jaffre și Schmid, 1974; Kelly și colab., 1975; Jaffre și colab., 1976) care reușesc să trezească interesul a din ce în ce mai mulți cercetători. Sunt publicate tot mai multe lucrări privind acumulările de metale grele (Cd, Cu, Co, Mn, Zn, Se etc.), preocupările în domeniu intensificându-se pe măsură ce se intuiește potențialul utilizării plantelor în domenii diferite, unele cu impact economic (fitoremediere, fitoextracție, fitomining, biomonitorizare etc.).

Începând cu anii '90 se publică studii ample în care se încearcă gruparea speciilor acumuloare de metale grele pe familii botanice (Leblanc și colab., 1997, Broadley și colab., 2001). De exemplu, familia Brassicaceae este

cea mai bine reprezentată în ceea ce privește numărul de specii care acumulează metale grele (Tabelul 2). În plus, s-a încercat stabilirea de corelații între anumite familii botanice și capacitatea de acumulare a anumitor metale grele (Figura 1).

Pornind de la premiza că în condițiile unui mediu alterat, comunitățile de plante expuse acestuia reflectă cu acuratețe modificările mediului (Nash, 1988), în ultimii 10 ani s-au intensificat studiile privind acumulările de metale grele la anumiți fitotaxoni și utilizarea acestora în biomonitorizarea calității aerului. Deși unele metale grele cum ar fi cobaltul, cuprul, fierul, manganul, molibdenul, nichelul și zincul sunt elemente cu rol important în fiziologia plantelor, atunci când depășesc anumite concentrații prag, devin toxice. Fitotoxicitatea metalelor grele se manifestă în special prin creșterea producerii de specii reactive de oxigen urmată de alterarea unor procese fiziologice prin inactivarea unor enzime, prin blocarea unor grupe funcționale ale moleculelor metabolic active, prin înlocuirea unor elemente esențiale sau prin alterarea integrității membranare (Rascio și Navari-Izzo, 2011). Unele specii de plante

Tabel 2. Familii botanice acumuloare de metale grele

Metal	Număr de specii	Familia botanică
Cadmium	1	Brassicaceae
Cobalt	26	Lamiaceae, Scrophulariaceae
Cupru	24	Cyperaceae, Lamiaceae, Poaceae, Scrophulariaceae
Mangan	11	Apocynaceae, Cunoniaceae, Proteaceae
Nichel	290	Brassicaceae, Cunoniaceae, Euphorbiaceae, Flacourtiaceae, Violaceae
Seleniu	19	Fabaceae
Taliu	1	Brassicaceae
Zinc	16	Brassicaceae, Violaceae

Adaptat după Leblanc și colab., 1997

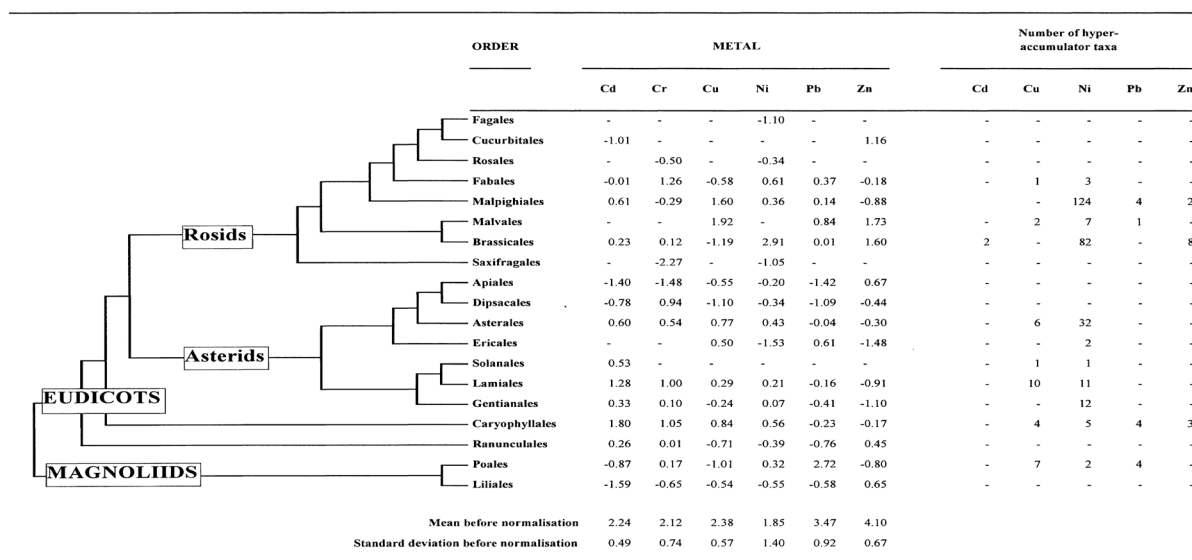


Figura 1. Acumulări de metale grele pe familii botanice (Adaptat după Broadley și colab., 2001)

sunt capabile să supraviețuiască, să se dezvolte și să se reproducă pe soluri metalifere sau în zonele poluate/contaminate cu metale grele ca rezultat al activităților antropice. Aceste specii pot fi doar tolerante fără să acumuleze, sau pot să acumuleze și să concentreze metalele grele.

a. *Speciile tolerante* au dezvoltat mecanisme prin care restricționează absorbția de metale grele. Aceste specii tolerează concentrații de metale grele care pentru alte specii au grad crescut de toxicitate, devenind aproape exclusive în anumite medii. Speciile tolerante au capacitatea de a inactiva metalele grele la nivel radicular restricționând la minimum translocția la nivel foliar, țesuturile foliare ale acestor specii fiind sensibile la toxicitatea metalelor grele (Hall, 2002).

b. *Speciile acumuloare* au capacitatea de a absorbi din mediu metalele grele, de a le transloca și de a le acumula în organele supraterane, în special la nivel foliar. Aceste specii și-au dezvoltat mecanisme de rezistență și nu manifestă simptomele specifice supra-expunerii la metale grele. Din această categorie au fost identificate până în prezent peste 450 de specii, numărul acestora fiind în creștere, pe măsură ce investigațiile se extind la tot mai multe specii de plante (Rascio și Navari-Izzo, 2011). Spre deosebire de speciile tolerante, speciile de plante acumuloare de metale grele sunt cele utilizate ca biomonitori. Aceste specii au distribuție largă și se încadrează în categorii taxonomice (familii) destul de îndepărtate din punct de vedere filogenetic. În multe cazuri doar o singură specie din cadrul unui gen are capacitatea de a acumula metale grele (Reeves și Baker, 2000) așa încât se poate considera că această abilitate a evoluat sub presiunea selectivă a factorilor ecologici, dar independent în cadrul aceluiași grup taxonomic (Baker și Brooks, 1989).

Diferențele dintre cele două categorii de specii, tolerante și acumuloare, sunt semnificative (Tabelul 3).

Tabelul 3. Specii tolerante vs. specii acumuloare de metale grele

Metal	Specii tolerante (μg/g masă uscată)	Specii acumuloare (μg/g masă uscată)
Cadmiu	0.1	100
Cobalt	1	5000
Cupru	10	5000
Mangan	400	10 000
Nichel	3	5000
Seleniu	0.1	1000
Zinc	70	10 000

Adaptat după Brooks, 2004

Semnificația biologică a acumulării de metale grele în țesuturile unor specii de plante este încă discutată și studiată. În prezent sunt emise mai multe ipoteze dintre

care trei sunt susținute de cei mai mulți cercetători și anume:

- ▶ prezența metalelor grele în țesuturile vegetale crește rezistența la secetă;
- ▶ acumularea metalelor grele în plante dezvoltă alelopatie;
- ▶ acumularea metalelor grele în plante reprezintă un mecanism de apărare (contra ierbivorelor, fitopatogenilor, insectelor etc.).

Speciile de plante superioare acumuloare de metale grele sunt răspândite atât în zonele tropicale, cât și în zonele temperate, fiind identificate în aproape toate suprafețele acoperite cu vegetație.

Stadiul cercetărilor în România

La nivel național preocupările privind utilizarea organismelor vii în determinarea calității mediului, în general, și a contaminării cu metale grele, în special, sunt puține și disparate și tratează în special grupele inferioare de plante, respectiv briofite și licheni. În ceea ce privește plantele superioare, cele mai consistente studii privind utilizarea arborilor în biomonitorizarea metalelor grele aparțin lui Oroian și colab. (2012a,b).

Un prim studiu (Oroian și colab., 2012a) analizează material vegetal (țesut foliar) prelevat de la arborii care cresc în vecinătatea unor stații de monitorizare a calității aerului din cadrul RNMCA, din Cluj-Napoca și anume: CLU-1 (Str. Aurel Vlaicu), CLU-2 (Centru – în apropierea colegiului Nicolae Bălcescu), CLU-3 (Bd. 1 Decembrie 1918) și CLU-4 (în apropierea ExpoTransilvania). Speciile considerate pentru testare au fost: *Pinus nigra*, *Aesculus hippocastanum*, *Betula pendula*, *Picea pungens* var. *glauca*, *P. abies*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Juglans regia*, *Robinia pseudoacacia* și *Thuja occidentalis*. Din probele de material vegetal a fost cuantificat doar plumbul. Rezultatele au demonstrat că sunt contaminări cu plumb în toate zonele din care au fost prelevate probe. Speciile care au acumulat în cantități mari acest metal și recomandate în biomonitorizarea plumbului sunt: *Aesculus hippocastanum*, *Tilia cordata*, *Juglans regia* și *Thuja occidentalis*.

Într-un alt studiu (Oroian și colab., 2012b) analizează potențialul pentru biomonitorizare al unor specii arboricole ornamentale frecvent utilizate în arhitectura peisajeră și anume: *Pinus nigra*, *Aesculus hippocastanum*, *Betula pendula*, *Picea pungens* var. *glauca* și *Tilia cordata*. Materialul vegetal analizat provine de la arbori situați în zone cu trafic intens din orașul Cluj-Napoca. Materialul vegetal a constat din țesut foliar, ce a fost colectat săptămânal în decursul unui an, iar metalele cuantificate au fost cuprul, cadmiul, plumbul și zincul. Rezultatele au sugerat că *Aesculus hippocastanum* este indicat pentru biomonitorizarea plumbului și cuprului din aerul atmosferic, iar *Betula pendula* pentru biomonitorizarea

cadmiului. De asemenea, toate speciile analizate pot fi utilizate în biomonitorizarea zincului.

Alte grupe de organisme

a. *Macromicete (Regnul Fungi)*

Importanța metalelor grele pentru creșterea fungilor filamentoși a fost demonstrată de către Raulin J. încă din 1869 prin cercetări privind cultivarea pe medii nutritive a speciei *Aspergillus niger* (Raulin, 1869) În 1939 Foster a ajuns la concluzia ca metalele grele precum: Zn, Fe, Cu, Mn și posibil și altele sunt indispensabile pentru creșterea fungilor filamentoși. Cercetările au fost confirmate ulterior, de Yogeswari, în 1948, care a studiat efectul borului, zincului și magneziului asupra speciilor de *Fusarium*.

Începând cu anul 1970 s-au intensificat cercetările privind identificarea și utilizarea fungilor care absorb metale grele. Aceste studii au urmat creșterii interesului pentru dezvoltarea unor tehnologii mai puțin poluante de extragere a metalelor grele și refacerea zonelor afectate. În general, cercetările micologice s-au axat pe două direcții: identificarea speciilor bioacumulatoare și a celor bioindicatoare. Identificarea speciilor bioacumulatoare comestibile prezintă interes crescut cu atât mai mult cu cât acestea sunt consumate și pot avea consecințe grave asupra sănătății umane. Concentrația de metale grele diferă nu numai de la un sporofor la altul, din aceeași specie, dar și în interiorul aceleiași sporofor. Astfel, s-a remarcat faptul că în pălăria sporoforului, concentrația de metale grele este mai mare (Șirić I. et al., 2017).

Conform Tănase și colab. (2008a), principalii factori care determină acumularea de metale grele în macromicete sunt: categoria ecologică din care fac parte (saprofite, parazite sau micorizante), tipul de sol, perioada de colectare și interacțiunile cu alte substanțe. La acestea se pot adăuga și disponibilitatea și concentrația elementului în sol. După Svoboda și Chrástný (2008), cantitatea de metale acumulate de sporofori este în principal datorată vârstei miceliului și intervalului de timp dintre fructificări. Studiile de laborator au indicat o preferință a unor specii, de aceeași vârstă, pentru acumularea de metale din soluții. Influența unor factori abiotici (temperatura, pH-ul și umiditatea) a reprezentat obiectivul mai multor studii.

Conform lui Gadd și White (1993) o atenție deosebită a început să fie acordată fungilor în procesele biotehnologice de îndepărtare sau imobilizare a metalelor grele. Biosorbția metalelor la nivelul organismelor se realizează prin procese fizico-chimice ca absorbția și schimbul de ioni.

Îndepărtarea metalelor grele din soluție se face în trei moduri: legarea metalelor la suprafața celulară, acumularea intracelulară și transformarea chimică (Singh, 2006).

Toate cele trei moduri de îndepărtare a metalelor grele se realizează de către fungii vii, însă legarea metalelor la suprafața celulară se poate face și prin utilizarea

fungilor în stare uscată (biomasă uscată). Principalul avantaj al biosorbției este că prin acest mecanism se elimină sensibilitatea la metale grele (efectul toxic). Alte avantaje mai sunt: metalul absorbit poate fi îndepărtat și biomasa poate fi reutilizată, biomasa poate fi păstrată pe termen lung, iar factorii de comandă abiotici au un impact mai mic asupra procesului de absorbție (Chatterjee, 2006). Biosorbția se realizează prin cuplarea mai multor mecanisme ca: atracția electrostatică, schimbul de ioni, legăturile covalente, forțele Van der Waals, absorbția și microprecipitarea (Singh, 2006).

În România sunt puține studii referitoare la concentrația de metale grele din macrofungi. Unele specii pot fi bioindicatori pentru anumite elemente, precum Os, Cd și Cr. Acestea pot fi detectate în ciupercă, dar nu și în substrat. Un exemplu este specia *Macrolepiota procera* care a fost colectată în județul Dâmbovița și în care s-au găsit cantități mici de osmiu. Autorii au sugerat că această specie poate fi considerată bioindicator pentru osmiu, deoarece în solul colectat de sub sporocarp nu a fost detectat acest element (Busuioc și colab., 2008). Această ipoteză este susținută și de cercetările lui Tănase și colab. (2008b) care au evidențiat faptul că unele specii de macromicete conțin urme de Cd și Cr, elemente care au fost sub limita de detecție în sol.

În Valea Jiului au fost investigate de către Corneanu și colab. (2010), cinci specii de macromicete, concentrațiile de Pb din acestea fiind peste nivelul valorilor normale. Speciile analizate au fost: *Agaricus campestris* (L.) Fries lângă halda de cenușă Ceplea; *Auricularia mesenterica* (Dicks.) Pers. pe *Juglans regia*, din zonă haldei de steril Rovinari și Moi; *Coprinus comatus* (Müll.) S.F. Gray colectată lângă Ceplea; *Macrolepiota procera* (Scop. Ex Fr.) Sing. în halda de steril Moi și lângă halda de cenușă Ceplea și Turceni; *Polyporus alverolaris* (DC.) Bond. et Sing. pe *Juglans regia*, lângă Ceplea și Turceni (Corneanu și colab., 2010). Din cele cinci specii (*Marasmius oreades*, *Hypholoma capnoides*, *Cortinarius largus*, *Cortinarius armillatus* și *Boletus griseus*) investigate de către Elekes și Busuioc (2010), în *Marasmius oreades* s-au găsit concentrații mari de bismut.

Alte specii (*Lactarius rufus* și *Paxillus involutus*) colectate din Munții Călimani concentrează metale grele precum Zn și Cr. În *Lactarius rufus*, Cu și Mn sunt în concentrații mai mici decât în substrat, iar Pb și Ni au fost sub limita de detecție (Tănase și colab., 2008b).

Cercetările în zonă urbană și limitrofă a Bucureștiului au avut ca rezultat identificarea a două specii acumulative de Cd (*Boletus rubellus* și *Boletus chrysenteron*) și a două specii care pot fi considerate biomonitoroare: *Fomes fometarius* și *Ganoderma applanatum* (Mogîldea, 2008). Rezultatele susțin cercetările efectuate de Pyatt (1992) care consideră specia *Ganoderma applanatum* potrivită ca biomonitor al poluării aerului.

b. Nevertebrate (Încrângătura Arthropoda)

Studii privind utilizarea nevertebratelor ca biomonitori s-au realizat începând din anul 1977–1978, observându-se că anumite artropode (acarienii) sunt mai sensibile la poluarea cu metale grele. Acestea au continuat până în prezent confirmându-se că unele specii de artropode pot fi utilizate ca biomonitori ai calității mediului (Williams și colab. 1977; Strojan, 1978; Steiner 1995; Zaitsev și Walters, 2006; Skubala și Kafel, 2004; Migliorini și colab. 2005). Studii de biomonitorizare s-au realizat atât în Europa (Olanda, Finlanda, Franța, Polonia, Belgia, Austria, Grecia, Germania, Anglia, Italia), începând din 1997–1984, până în prezent, cât și în Canada, Rusia (Van Straalen și Van Wensem, 1986; Morgan și colab., 1986; Weigmann, 1995; Russell și Alberti, 1998; van Straalen și colab., 1998; Cortet și colab., 1999; Devkota și Schmidt, 2000; van Straalen și colab., 2001; Seniczak și Seniczak, 2002; Scheifler, 2002; Skubala și Kafel, 2004; Khalil, 2009; Heikens și colab., 2010; Gongalsky și colab., 2010; Butovsky, 2011; Skubala și Zaleski, 2012; Owojori și Siciliano, 2012; Ardestani, 2014).

Studiile privind folosirea biomonitorilor-nevertebrate în proiectele de ecotoxicologie din România au început în anul 2007 și au luat în considerare anumite grupe de nevertebrate, precum: isopodele, chilopodele, diplopodele și tisanopterele (Giurginca, 2008; 2010; Ion, 2008; Oromulu-Vasilii și Bărbuceanu, 2008).

c. Păsări (Clasa Aves)

Majoritatea studiilor apărute în domeniul biomonitorizării folosind păsările, sunt concentrate pe determinarea nivelului contaminanților în diferite organe, ouă și pene. Deși sunt foarte importante în evaluarea impactului general, studiile asupra efectelor poluanților sunt puține. Sunt sărace exemplele din literatură care au făcut o corelație clară între nivelul contaminanților și efectele biologice și ecologice specifice, ca de exemplu efectul poluanților asupra grosimii cojii de ouă la păsările de pradă (Helander, 2002).

Biomonitorizarea folosind păsările a fost propusă de diverși autori pe grupe de specii, în funcție de preferințele acestora de habitat și hrană, tendințele în aprofundarea acestui subiect concentrându-se în principal pe păsările specifice zonelor umede, pe păsările răpitoare, aflate în verigile superioare ale lanțului trofic sau pe specii de păsări sedentare și comune, în principal în zonele urbane și periurbane.

Păsările de apă reprezintă un grup foarte sensibil la poluarea cu metale grele, suferind degradări ale condiției fizice sau moartea când sunt expuse unor concentrații crescute. Expunerea la concentrații sub-letale a metalelor grele cauzează disfuncții reproductive, crește șansele de îmbolnăvire și produce dereglări comportamentale

(Zhang și Ma, 2011). La nivel populațional poate produce un declin masiv, urmat de schimbări în distribuția acestora.

Expunerea la poluarea cu metale grele este de obicei mai mare în vârful lanțului trofic (specii prădătoare sau consumatori de ordinul I, II etc.). De aceea, păsările răpitoare pot fi potrivite pentru monitorizarea gradului de poluare.

Diferitele organe interne, în special cu țesuturi moi, au fost folosite ca bioindicator în multe studii. De asemenea, diverse tipuri de țesuturi au fost preferate: mușchi, ficat, rinichi, splină, inimă, țesut adipos, creier, oase, gonade, sânge etc. Există diferențe privind concentrația aceluiași metal în diferite țesuturi la aceeași specie. Goodale și colab. (2008) a studiat contaminarea cu mercur la câteva specii de păsări folosind ouăle și sângele, arătând că ele sunt efectiv bioindicatori ai poluării cu Hg în Golful Maine. Cid și colab. (2009) a măsurat Pb și Cu din oase, mușchi, ficat, gonade și creier la trei specii reprezentative pentru ecosistemul Floridei. Dauwe și colab. (2005) folosește organe interne de la pițigoii mare, alături de ouă și pene pentru a stabili o corelație între capacitatea de acumulare a metalelor grele în aceste probe. Alți autori se concentrează pe țesuturi de la alte specii, ca de exemplu *Columba livia* (Dond Ha-Nam și colab., 2004) din zone poluate și nepoluate din Coreea, stârci (Kim și Koo, 2007) sau vrăbii de casă (Swaleh și Sansur, 2006).

Ouăle păsărilor pot fi un instrument de detectare a metalelor grele bioacumulate. Mora (2008) a studiat conținutul în metale din ouă la diferite specii de paseriforme pentru a determina succesul de eclozare. Ouăle păsărilor de apă pot fi folosite deoarece sunt ușor de colectat și pot fi păstrate o perioadă mai îndelungată de timp, în comparație cu țesuturile. Variabilitatea contaminării datorită nivelului trofic al păsărilor este bine cunoscută. Ouăle sunt un bun indicator al expunerii la poluanții locali, păsările petrecând câteva săptămâni pe teritoriile de cuibărit în perioada de reproducere, consumând suficiente resurse și, implicit, poluanți (Burger, 2002). Mulți autori folosesc cojile de ouă de la diverse specii (Ayaș, 2007) sau ouăle întregi, ca de exemplu specii acvatice ca stârcii (*Ardea cinerea*, *Nycticorax nycticorax*, *Bulbucus ibis*) (Burger și colab., 2007; Abdullah și colab., 2015) sau *Parus major* (Dauwe și colab., 2005).

Penele sunt cel mai folosit instrument de determinat concentrația de metale grele bioacumulate la păsări. Un număr important de articole au arătat că penele sunt utile pentru biomonitorizarea poluării cu metale deoarece concentrațiile reflectă bioacumularea din sânge la momentul creșterii acestora (Burger, 1993; Grue și colab., 1986; Dmowski, 1999).

Sunt și dezavantaje în folosirea penelor, ca de exemplu contaminarea exogenă, variații ale concentrației între

Tabel 4 - Acumulări de metale grele în țesuturile mamiferelor

Specia	Probă	Metale grele $\mu\text{g/g}^{-1}$					Autor
		Pb	Cd	Ni	As	Hg	
Cai de curse	păr	1,43		0,19		0,91	Asano și colab., 2005
<i>Lynx rufus</i> (Râs american)	păr					0,93–8,61	Cumbe și Jenkins, 1974 ($\mu\text{m} = \text{ppm}$)
<i>Procyon lotor</i> (Raton)	păr					2,09–9,86	
	mușchi scheletic					0,13–0,39	
	ficat					1,43–4,53	
<i>Didelphis marsupialis</i> (Oposum)	păr					1,30–4,44	
<i>Urocydon cinereoargenteus</i> (Vulpe gri)	păr					0,28–0,76	
<i>Vulpes fulva</i> (Vulpea roșie)	păr					0,49–2,84	
<i>Odocoileus virginianus</i> (Căprioara cu coada alba)	păr					0,21–0,59	
<i>Vulpes fulva</i> (Vulpe roșie)	rinichi	0,57	1,45				Dip și colab., 2001
	ficat	1,20	0,52				
<i>Capreolus capreolus</i> (Căprioara)	păr	2,8	0,05	0,86			Długaszek și Kopczy ski, 2014
<i>Sus scrofa</i> (Porc mistreț)	păr	1,1	0,03	0,38			
<i>Lepus europaeus</i> (Iepure de câmp)	păr	4,5	0,07	0,27			
<i>Canis lupus familiaris</i> (Câine)	păr					0,04–0,06	Dunlap și colab., 2007
<i>Vulpes vulpes</i> (Vulpe comună)	ficat					4,51	Kalisińska și colab., 2009 (mg/kg substanță uscată)
	rinichi					5,11	
	mușchi					3,01	
<i>Nyctereutes procyonoides</i> (Câine enot)	ficat					0,35	
	rinichi					0,32	
	muschi					0,06	
<i>Meles meles</i> (Viezure)	ficat					0,82	
	rinichi					1,28	
	mușchi					0,40	
<i>Martes martes</i> (Jder de copac)	ficat					0,38	
	rinichi					0,60	
	muschi					0,19	
<i>Mustela putorius</i> (Dihor)	ficat					0,16	
	rinichi					0,32	
	mușchi					0,21	
<i>Capreolus capreolus</i> (Căprioara)	molar 3	0,23					Kierdorf și colab., 2008
	molar 3	36,61					
	molar 1	2,36					
	molar 3	1,09					
Rasă de câine Fox-terrier	păr	2,8		1,3			Chyla și Zyrnicki, 2000
Rasă de câine Mini schnauzer	păr	1,8		1,5			
Rasă de câine Schnauzer	păr	2,1		5,6			
<i>Canis lupus signatus</i> (Lup iberic)	ficat	4,108	0,528				Hernández-Moreno și colab., 2013
	rinichi	0,031	2,692				
	păr	0,196	0,026				
Capre domestice (carcase ne-afumate)	mușchi		1,89	1,74			Obiri-Danso și colab., 2008
Capre domestice (carcase afumate)	mușchi		2,26	2,16			
Bovine domestice (carcase ne-afumate)	mușchi		1,12	2,63			
Bovine domestice (carcase afumate)	mușchi		4,20	3,50			
<i>Capreolus capreolus</i> (Căprioara)	rinichi	0,02–0,23	0,21–26,8		0,01–0,8	0,02–0,18	Pokorny, 2000; mg kg^{-1} substanță umedă
	ficat	0,06–1,16					

diferite tipuri de pene și segmente de pene, năpârlirea și importanța momentului prelevării probelor. Toate aceste impedimente pot fi însă depășite printr-un bun management al monitorizării.

În trecut penele multor specii de păsări marine au fost folosite ca bioindicatori ai poluării cu metale grele, ca de exemplu *Larus argentatus* (Burger, 1995), analizându-se și posibilitatea variației concentrației în funcție de sex și vârstă. Același autor a studiat și diferențele între diferite specii de chire (Familia Sternidae) din insulele din Nordul Pacificului în ceea ce privește nivelul metalelor grele (2001). Burger și Gochfeld (2000) indică diferențe dintre două specii de albatroși, *Diomedea nigripes* prezentând niveluri ale metalelor mult ridicate față de *Diomedea immutabilis*.

Studiile recente realizate în Europa au încercat să stabilească utilitatea folosirii paseriformelor ca specii bioindicatoare, în special în mediile urbane. Folosirea penelor din coada de la coțofană (*Pica pica*) în Polonia ca bioindicator a fost studiată de Dmowski (1999) și Dmowski și Golomowski (1993). În Belgia, o serie de studii au fost făcute pentru folosirea pițigoilor (Familia Paridae) ca bioindicatori, atât pentru metale grele, cât și pentru poluanți organici, fiind selectate două specii, pițigoiul mare (*Parus major*) și pițigoiul albastru (*Parus caeruleus*). Studiile au evidențiat atât nivelul de metale din pene și gradientul de poluare, cât și modul în care acestea afectează cuibăritul speciilor și hrana acestora (Dauwe și colab., 2002a; Eens și colab., 1999; Janssens și colab., 2001; Dauwe și colab., 2005). Diferențe ale gradului de poluare între o zonă rurală și una urbană au fost puse în evidență în Franța, folosindu-se penele mierlei (*Turdus merula*), din coadă și pene din zonă pieptului, alături de sânge (Scheifler și colab., 2006). Concentrațiile poluanților au fost semnificativ mai mari la păsările din zonă urbană decât la cele din zonă rurală. În Coreea, Nam DH (2004) folosește pene de porumbel (*Columba livia*) pentru monitorizarea poluării cu plumb.

Excrementele păsărilor au fost folosite mai puțin decât țesuturile sau penele acestora în studii de biomonitorizare. Totuși, nivelul concentrației metalelor grele în excremente pare a fi un indicator sensibil al prezenței acestora în mediu (Fitzner și colab., 1995; Nyholm, 1996; Spahn and Sherry, 1999; Dauwe și colab., 2000).

Cele mai utilizate specii de păsări pentru studiul acumulărilor de metale grele, precum și concentrația acestora în probele de material organic au fost sintetizate în Tabelul 5.

d. Mamifere (Clasa Mammalia)

Mamiferele mici au fost studiate privind potențialul acestora ca bioindicatori, încă din anii '80, respectiv începutul anilor '90 (Hunter și colab., 1987, 1989; Cooke și colab., 1990 a,b; Talmage și Walton, 1991). Speciile

care au calități de biomonitor sunt: *Erinaceus europaeus* (ariciul), *Clethrionomys glareolus* (șoarecele roșu), *Myotis bechsteinii*, *Myotis daubentonii*, *Myotis myotis*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Nyctalus noctula* (specii de lilieci), *Canis familiaris* (câinele domestic), *Didelphis virginiana* (oposum, Burger și colab., 1994), *Tamiasciurus hudsonicus* (veverița roșie), *Peromyscus maniculatus* (șoarecele cerb), *Apodemus sylvaticus* (șoarecele de pădure), *Microtus agrestis* (șoarecele de câmp, Hunter și colab., 1989; Beernaert și colab., 2007), *Crocidura russula* (chițcan), *Phloca hispida*, *Erignathus barbatus* (foci, Mendvedev și colab., 1997), *Procyon lotor* (ratonul, Clark și colab., 1989), *Antechinus stuartii*, *Rattus rattus* (șobolanul negru), *Rattus norvegicus* (șobolanul cenușiu). Părțile corpului care sunt recomandate pentru analiza conținutului de metale grele sunt: părul, blana (șoareci, lilieci), dinții (șoareci), spinii (arici), precum și diverse organe (ficat, rinichi, creier).

Potențialul unor mamiferele mari de a acumula metale grele a fost studiat încă de la mijlocul anilor '70 și continuă și în prezent. Cele mai informative studii publicate în acest domeniu au fost sintetizate în Tabelul 4.

1.1.3. AVANTAJELE BIOMONITIZĂRII

Biomonitorizarea, în general, și utilizarea speciilor de plante superioare pentru biomonitorizarea pasivă, în special, prezintă o serie de avantaje și anume:

- ▶ materialului biologic este disponibil din majoritatea habitatelor;
- ▶ pot fi selectate specii pentru care identificarea este facilă;
- ▶ colectarea materialului (probelor) este simplă și nu necesită echipamente speciale;
- ▶ analiza probelor este facilitată de multitudinea de metode de analiză disponibile;
- ▶ colectarea probelor nu periclitează specia;
- ▶ speciile biomonitor au arie largă de răspândire ceea ce face posibilă monitorizarea unor zone extinse;
- ▶ de regulă concentrația metalelor în țesuturile speciilor biomonitor este superioară celei din mediu, ceea ce mărește acuratețea măsurătorilor;
- ▶ plantele superioare manifestă toleranță crescută față de schimbările calitative ale mediului determinate de factorul antropic, spre deosebire de briofite și licheni care sunt sensibile și adesea lipsesc din zonele poluate;
- ▶ plantele superioare acumulează un spectru larg de metale grele;
- ▶ în zonele industriale și urbane, plantele superioare pot furniza informații cantitative de calitate superioară privind concentrațiile de poluanți atmosferici, comparativ cu analiza probelor non-biologice;

Tabel 5. Acumularea de metale grele la diverse specii de păsări

Speciile vizate	Probe	Metale grele	Sursa bibliografică
<i>Ardea cinerea</i> <i>Nycticorax nycticorax</i>	coji de ouă	Cd, Cu, Ni, Pb	Ayas, 2007
<i>Parus major</i> <i>Ficedula hypoleuca</i>	excremente	Cd, Cu, Ni, Pb	Berglund și colab., 2015
<i>Parus major</i> <i>Parus caeruleus</i>	excremente pene	As, Cd, Cu, Pb, Zn	Dauwe și colab., 2000
<i>Somateria mollissima</i>	ouă pene	As, Cd, Cr, Pb, Mg, Hg, Se	Burger și colab., 2007
<i>Parus major</i>	organe interne pene ouă	As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb	Dauwe și colab., 2005
<i>Columba livia</i>	organe interne pene	Pb	Nam și colab., 2004
<i>Nycticorax nycticorax</i> <i>Ardea cinerea</i>	organe interne	Fe, Zn, Cu	Kim and Koo, 2007
<i>Nycticorax nycticorax</i> <i>Ardea cinerea</i>	pene	Zn, Mg, Fe, Cu, Pb, Cd	Kim and Koo, 2007
Review păsări răpitoare	pene	Cd, Cu, Pb, Zn	Lodenijs and Solonen, 2013
<i>Parus caeruleus</i>	pene	Pb	Markowski și colab., 2013
<i>Parus major</i> <i>Parus caeruleus</i>	pene	Pb, Cd, Zn	Markowski și colab., 2014
<i>Bubulcus ibis</i>	ouă pene	Zn, Fe, Ni, Cu, Cd, Mn, Cr, As, Li	Abdullah și colab., 2015
<i>Passer domesticus</i>	organe interne pene ouă	Cu, Cd, Pb, Zn	Swaileh and Sansur, 2006
<i>Phasianus colchicus</i>	mușchi pene	Hg	Swiergosz, 1998
<i>Parus major</i>	pene	Ag, Al, As, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb, Tl și Zn	Jaspers și colab., 2008
<i>Pica pica</i> <i>Parus major</i> <i>Athene noctua</i>	pene	Poluanți organici	Jaspers, 2008

- ▶ permite monitorizarea pe termen lung prin utilizarea speciilor „fitometru” - plante perene care permit urmărirea acumulărilor și a simptomelor pe parcursul mai multor sezoane de vegetație;
- ▶ prin analiza materialului organic conservat (în herbare, muzee) se poate aprecia amplitudinea poluării istorice;
- ▶ prin analiza țesutului lemnos de la nivelul inelelor de creștere din trunchiurile arborilor seculari se poate aprecia poluarea retrospectivă precum și dinamica poluării pe perioade lungi de timp.

diferent de grupul căruia îi aparțin, trebuie să aibă unele calități, cele mai importante fiind:

- ▶ să fie comune în aria de interes;
- ▶ să fie rezistente la poluarea cu metale grele;
- ▶ să acumuleze diverse metale grele;
- ▶ să aibă populații numeroase astfel încât presiunea de colectare să fie minimă;
- ▶ să fie ușor de recunoscut chiar și de către nespecialiști;
- ▶ să fie ușor de colectat;
- ▶ să fie ușor de păstrat/conservat până la prelucrare.

Briofite și licheni

Utilizarea briofitelor și lichenilor în biomonitorizarea pasivă este condiționată de prezența acestora în zonele poluate, ori este binecunoscut faptul ca aceste grupe sunt sensibile la poluare. Absența acestor fitotaxoni din zonele afectate de poluare complică utilizarea lor în biomonitorizarea pasivă, singura opțiune în acest caz fiind monitorizarea activă, respectiv transplantarea în zone poluate sau amplasarea de săculeți care conțin briofite

1.1.4. SELECTAREA SPECIILOR UTILIZATE

ÎN PROGRAMELE DE BIOMONITORIZARE

Materialul biologic utilizat în biomonitorizare poate proveni de la plante inferioare (briofite, licheni, ferigi, macromicete), plante superioare (frunze, scoarță) sau animale (exoschelet, exuvii, gheare, păr, diverse organe, mușchi, pene, coaja ouălor etc). Speciile biomonitor, in-

sau licheni. De asemenea, identificarea taxonomică la aceste grupe este dificilă și necesită implicarea unor specialiști în domeniu.

Macromicete

Unele specii de macromicete s-au dovedit a fi bioacumulatori ai metalelor grele. Se cunoaște faptul că specii de *Agaricus*, *Amanita*, *Coprinus*, *Lycoperdon* și *Marasmius* pot acumula mercur; specii de *Agaricus* și *Marasmius* pot acumula cadmiu; specii de *Pycnoporus* și *Russula* pot acumula zinc și specii de *Agaricus* pot acumula cupru. Dintre macromicete, specia *Ganoderma applanatum* poate fi considerată biomonitor a metalelor grele aeropurtate (Pyatt, 1992).

Cu toate că macromicetele întrunesc multe din calitățile unui bun bioacumulator, perioada scurtă de timp a sporoforilor și dependența de un anumit tip de substrat nu le recomandă, în general, ca specii biomonitor în programele de biomonitorizare.

Plante superioare

Studiile din ultimii zece ani au demonstrat că numeroase specii de arbori, frecvent întâlnite, mai ales în zonele urbane sau industriale în care poluarea atmosferică este crescută, au capacitatea de a acumula metale grele, ceea ce le recomandă pentru biomonitorizarea pasivă. Speciile de arbori au toate calitățile de bun biomonitor dintre care:

- ▶ sunt frecvent întâlnite atât în ariile poluate cât și în cele ne-poluuate;
- ▶ acumulează în concentrații măsurabile toată gama de metale grele aeropurtate;
- ▶ multe specii de arbori sunt rezistente la poluarea cu metale grele și permit monitorizarea pe perioade lungi;
- ▶ sunt ușor de recunoscut și de colectat;
- ▶ mecanismele fiziologice ale bioacumulării în țesuturile foliare sunt cunoscute, ceea ce facilitează interpretarea rezultatelor;
- ▶ ciclul de viață și perioada de vegetație sunt cunoscute în detaliu pentru fiecare specie;
- ▶ speciile de arbori au în mod normal un conținut redus și în general cunoscut de metale grele;
- ▶ materialul colectat (frunze) nu afectează semnificativ individul;
- ▶ probele sunt ușor de manipulat și de păstrat.

Dintre plantele superioare comune studiate, arbori și arbuști, cel mai frecvent sunt recomandate pentru biomonitorizarea pasivă următoarele specii: plopul (*Populus* sp.), frasinul (*Fraxinus* sp.), castanul porcesc (*Aesculus hippocastanum*), pinul (*Pinus* sp.), molidul (*Picea abies*), mesteacănul (*Betula pendula*), salcâmul (*Robinia pseudoacacia*), arțarul american (*Acer negundo*) și stejarul (*Quercus robur* și *Quercus ilex*). Aceste specii sunt recomandate ca

biomonitori în programele de biomonitorizare pe arii extinse.

Nevertebrate

Studiile privind utilizarea grupelor de nevertebrate ca biomonitori pentru poluarea cu metale grele au demonstrat faptul că acestea acumulează substanțele chimice prin intermediul hranei (materie vegetală, fungi sau alte artropode). Mai mult, speciile fungivore (acarienii, colebolele, enchitreidele) în mediu poluat cu metale grele își pot schimba preferințele trofice, datorită modificării condițiilor de creștere a fungiiilor sau datorită schimbării gustului/structurii acestora. Conținutul de metale grele la nevertebrate reprezintă balanța dintre preluarea acestora din mediu și eliminarea lor. Această preluare variază foarte mult, dacă ținem cont de grupele de nevertebrate studiate, în consecință existând mari diferențe în ceea ce privește concentrațiile de metale grele determinate. Astfel, au putut fi identificate grupe de artropode care sunt recomandate pentru biomonitorizarea anumitor metale, cum ar fi:

- ▶ lumbricidele și coleopterele pentru fier;
- ▶ lumbricidele, colebolele, coleopterele, aranele, miriapodele, acarienii, pseudoscorpionii și moluștele pentru zinc;
- ▶ miriapodele și acarienii pentru cupru;

Deși acumulează și concentrează unele metale grele artropodele nu sunt recomandate în programele de biomonitorizare, deoarece:

- ▶ pentru evaluarea gradului de poluare cu metale grele se utilizează aceeași grupă funcțională, de preferat chiar aceeași specie, ceea ce este dificil având în vedere disponibilitatea limitată a grupelor bioacumulatoare în aria de interes;
- ▶ colectarea și identificarea speciilor necesită timp și cunoștințe de specialitate;
- ▶ cantitatea de substanță uscată de artropode necesară analizelor este dificil de obținut fiind necesari mai mulți indivizi din aceeași specie prelevați din același loc.

Păsări

Dmowski (1999) consideră o serie de specii de păsări potrivite pentru a fi folosite ca biomonitori, datorită sedentarității lor, arealului larg de distribuție și datorită faptului ca sunt comune: coțofana (*Pica pica*), porumbelul domestic (*Columba livia domestica*), vrabia de casă (*Passer domesticus*), vrabia de câmp (*Passer montanus*), mierla (*Turdus merula*) și uliul porumbar (*Accipiter gentilis*). Materialul organic utilizat pentru biomonitorizare este reprezentat de pene deoarece:

- ▶ metalele sunt depozitate în pene în timpul formării lor;

- ▶ metalele sunt depozitate în pene numai pe perioada creșterii lor și sunt astfel un indicator al nivelului de metale din sânge din momentul formării penelor;
- ▶ penele sunt ușor de colectat, atât de la specimene vii, cât și de la cele moarte; colectarea penelor de la exemplarele vii este o procedură noninvazivă, ce poate fi realizată de asistenți instruiți;
- ▶ penele sunt ușor de depozitat și păstrat în containere non-metalice și nu necesită refrigerare;
- ▶ concentrația metalelor nu este afectată de păstrarea lor un timp mai îndelungat.

Deși au calități de biomonitor, mobilitatea, frecvența aleatorie și uneori dificultatea de prelevare a probelor limitează utilizarea păsărilor în programele de biomonitorizare.

Mamifere

Pentru a putea fi utilizate ca biomonitori, mamiferele ar trebui să întrunească următoarele criterii: o abundență mare în zonele urbane și suburbane, o rată mică de

migrație. Fiind limitate la o suprafață mică pot permite detectarea poluării localizate, durata de viață fiind suficient de mare pentru a estima posibilele efecte pe o durată mai lungă.

Părul mamiferelor reprezintă un tip relevant de probă în evaluarea poluării cu metale grele, deoarece fiecare fir de păr are o continuitate cu fluxul sanguin prin rădăcina sa, încorporând astfel metale care circulă în sânge în timpul creșterii animalului. În consecință, părul poate reflecta concentrația de metale și poate servi ca estimator non-invaziv pentru aceasta. Studiile au arătat existența corelațiilor semnificative între concentrația de metale din firul depăr și alte țesuturi (ficat, rinichi) și nivelul acestora în mediu (sol). Selecția unor specii comune, larg răspândite și abundente, cum sunt *Rattus norvegicus*, *Rattus rattus*, *Apodemus sylvaticus*, *Erinaceus europaeus*, precum și utilizarea de metode non-invazive de analiză, s-a dovedit a fi eficientă în programele de biomonitorizare. Deși au calități de biomonitor, mobilitatea și dificultatea de prelevare a probelor limitează utilizarea lor în programele vaste de biomonitorizare.

1.2. DESCRIEREA SPECIILOR UTILIZATE ÎN PROGRAMELE DE BIOMONITORIZARE

1.2.1. BRIOFITE

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Hylocomium splendens (Hedw.) Schimp.

Denumire populară:

-

Încadrare taxonomică:

Clasa Bryophyta, Ordinul Bryidae, Familia Hylocomiaceae



Descriere taxonomică:

Plante de culoare verde deschis cu tulpină de culoare roșie, de 10–20 cm lungime. Planta crește în trepte, fiecare treaptă reprezentând un sezon de vegetație, ultima treaptă, spre vârf, fiind din ultimul an de vegetație. În sezonul nou de vegetație, creșterea începe cu formarea unei axe tulpinale, iar mai apoi cu ramificarea acesteia de două ori (bipenat).

Biologie:

Specie montană, saprolignicolă, tericolă, saxicolă, mezofilă și sciafilă. Crește abundent pe suprafețe mari (metri pătrați).

Corologie:

Crește în toate pădurile naturale de molid, în jnepenișurile și pajiștile subalpine din România.

Areal:

Prezentă în aproape toată Europa, exceptând zonă mediteraneană joasă.

Habitat, cenologie:

Păduri de molid, jnepenișuri și pajiști subalpine.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Cea mai utilizată specie de briofite în monitorizarea activă la nivel mondial. De asemenea, este utilizată în

monitorizarea pasivă în țările nordice, unde specia este răspândită pe suprafețe mari.

Importanța generală:

Specie importantă în regenerarea naturală a molidului.

Fișă de identificare a speciei biomonitor**Denumire științifică:**

Pleurozium schreberi (Brid.) Mitt.

Denumire populară:

-

Încadrare taxonomică:

Clasa Bryophyta, Ordinul Bryidae, Familia Entodontaceae

**Descriere taxonomică:**

Plante de culoare verde deschis cu tulpină de culoare roșie, cu ramificare simplă. Vârfurile tulpinii și ale ramurilor sunt cuspidate. Se identifică ușor față de specia *Pseudoscleropodium purum*, cu care se confundă, după culoarea roșie a tulpinii.

Biologie:

Specie montană, saprolignicolă, tericolă, saxicolă, acidofilă, mezofilă și sciafilă. Crește abundent pe suprafețe mari (metri pătrați).

Corologie:

Crește în toate pădurile naturale, în mlaștinile, jnepenișurile și pajiștile subalpine din România.

Areal:

Prezentă în aproape toată Europa, exceptând zonă mediteraneană joasă.

Habitat, cenologie:

Păduri de molid, mlaștini mezotrofe și oligotrofe, pajiști umede, jnepenișuri.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Una dintre cele mai utilizate specii de briofite în monitorizarea activă la nivel mondial. De asemenea, este

utilizată în monitorizarea pasivă în țările nordice, unde specia este răspândită pe suprafețe mari.

Importanța generală:

Specie importantă în regenerarea naturală a molidului.

1.2.2. PLANTE SUPERIOARE

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Aesculus hippocastanum L.

Denumire populară:

Castan porcesc, castan ornamental

Încadrare taxonomică:

Ordinul Sapindales, Familia Hippocastaneaceae

Este unul dintre cei mai comuni arbori ornamentalii.
De asemenea, are utilizări medicale.



Descriere taxonomică:

Specie perenă, arbore cu înălțimea de până la 30 m, ritidom cenușiu-negricios, solzos. Mugurii sunt necleoși. Frunzele sunt opuse, lung pețiolate alcătuite din 4–7 foliole inegal obtuz dublu crenat-serate, foliola din mijloc mai mare decât cele laterale, pe fața superioară glabre, pe cea inferioară tomentoase. Florile sunt dispuse în panicule îndesuite, piramidale, corola de obicei cu 4–5 petale inegale este de culoare albă cu pete roșiatice. Fructul este o capsulă carnoasă, neregulat sferică, dehiscentă, la exterior cu ghimpi moi.

Biologie:

Specie perenă, înflorește în perioada mai-iunie, polenizare cu ajutorul insectelor sau vântului; $2n=40$.

Corologie:

Este o specie cultivată, comună în grădini, parcuri, dar și plantată pe marginea drumurilor, străzilor.

Areal:

Specia este nativă în sudul-estul Europei, în zonă Munților Pindus și în Balcani.

Habitat, cenologie:

Specie cultivată în România.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Utilizat ca bioindicator specific al poluării industriale. În zone puternic contaminate s-a raportat o rată scăzută a inelelor anuale de creștere, dar și concentrații mari de Pb și Cu în țesuturile foliare.

Importanța generală:

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Betula pendula Roth

Denumire populară:

Mesteacăn

Încadrare taxonomică:

Ordinul Fagales, Familia Betulaceae



Descriere taxonomică:

Specia face parte din familia Betulaceae, alături de specii ale genurilor *Carpinus*, *Corylus* și *Alnus*. În România genul *Betula* are 4 reprezentanți, dintre care *B. pendula* este cel mai răspândit. Acesta este o specie perenă, un arbore de talie medie, ce ajunge la înălțimi de până la 30 m. Coronamentul are ramuri ascendente și groase, rămurelele fiind subțiri și pendente. Trunchiul de culoare albicioasă, ritidom gros, negricios, adânc brăzdat. Ramurile anuale sunt glabre, de culoare brună, cu numeroase glande de culoare albă. Frunzele sunt lungi de 2–7 cm, ovat-triunghiulare, ascuțite la vârf, marginile dublu-serate, glabre. Amenții masculi se dezvoltă la sfârșitul verii și sunt vizibili și pe perioada iernii, sunt lungi de 3–6 cm și sunt grupați câte 3–4 la vârful ramurilor, cei femeli iau naștere în axila frunzelor la începutul primăverii. Amenții cu fructe sunt lungi de 1,5–3,5 cm lungime, solzii conului sunt trilobați; fructul, o nuculă aripată, cu aripile de 2–3 ori mai late decât fructul. Poate fi ușor confundat cu *B. pubescens*; ca semne distinctive, acesta are frunzele și ramurile anuale tomentoase.

Biologie:

Este o specie perenă, dar durata de viață nu este foarte mare, vârsta maximă fiind de 100 de ani. Specia este monoică, iar polenul este incompatibil pentru florile femele de pe același arbore. Perioada de înflorire este aprilie-mai. Regenerarea se face din semințe, specie anemocoră. Cu privire la preferințele pentru lumină este o specie heliofilă, nu tolerează umbra, de aceea este înlocuită de alte specii de talie mare; pentru tipul de substrat este calcicolă; troficate: euritrofă, oligotrofă, puternic acidofilă. $2n=28, 42$.

Corologie:

Specie foarte răspândită din regiunea de dealuri până în etajul subalpin, cu un optim de dezvoltare în Carpații Nordici și Orientali. Foarte răspândită în Munții Apuseni.

Areal:

Element eurasiatic. Este foarte larg răspândit în Europa (cu excepția Insulelor Baleare, Creta, Grecia, Islanda, Sardinia), foarte abundent în nordul Europei unde are o distribuție continuă, atât ca specie prezentă în păduri mixte cât și ca păduri pure de mesteacăn; în sudul și vestul continentului, distribuția este grupată și crește la altitudini mai mari. În Asia se găsește în partea de N și E.

Habitat, cenologie:

Formează păduri pe soluri schetice sau în zone defrișate, despădurite, pe coaste însorite, rariști de pădure, tăieturi, tufărișuri, pe soluri scheletice. Limita superioară de vegetație se află în medie la 1100 m, dar poate ajunge ca arbore izolat până la 1400–1600 m. Cenologie: Lathyro hallersteinii–Carpinenion, Vaccinio–Piceion, Sambuco–Salicion.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Concentrații mari de Ni, Mn, B, Cr, Co, Fe, Bi, Cd, Al, Zn au fost raportate în frunzele de *B. pendula* ceea ce o recomandă ca biomonitor al calității aerului.

Importanța generală:

Este cultivat în parcuri și grădini ca specie ornamentală. Ca specie forestieră pionieră, se instalează în mod natural în zonele despădurite. Lemnul se întrebuințează pentru parchet, mobilă, în industria hârtiei, furnir, încălzirea locuințelor, iar seva, în scop medicinal.

Fișă de identificare a speciei biomonitor**Denumire științifică:***Fraxinus* sp.**Denumire populară:**

Frasin

Încadrare taxonomică:

Ordin Oleales, Familia Oleaceae

**Importanța generală:**

F. excelsior, *F. americana* și *F. pennsylvanica* sunt cultivate în scop ornamental în parcuri și de-a lungul străzilor. Lemnul este foarte rezistent și se folosește în industria mobilei, pentru realizarea de instrumente muzicale. Are uz medicinal. Frunzele tinere sunt folosite în scop furajer.

Descriere taxonomică:

Sunt arbori sau arbuști cu frunze opuse, imparipenat-compuse, caduce. Scoarța este netedă, cenușiu închis la *F. ornus*, brun-roșcat, cenușiu-închis și adânc brăzdată la celelalte specii. Mugurii sunt bruni sau negricioși. Florile sunt hermafrodite, lipsite de corolă sau aceasta este foarte rar prezentă, fructul este o monosamară.

Biologie:

Plante perene, arbori sau arbuști, $2n=46, 92, 138$, perioada de înflorire aprilie-mai. *F. ornus* și *F. coriariaefolia* cresc pe soluri uscate până la jilav-umede, *F. pallisae*, *F. excelsior* și *F. angustifolia* preferă solurile reavăn-jilave până la umed-ude. *F. ornus* preferă substratul calcaros.

Corologie:

F. excelsior - specie comună; *F. pallisae* - Jud. Dolj, Olt, Teleorman, Giurgiu, București, Buzău, Tulcea; *F. coriariaefolia* - Tulcea, Galați, Vrancea, Vaslui, Iași; *F. angustifolia* - specie frecventă, *F. ornus* - sporadic în toată țara.

Areal:

Arealul este diferit pentru fiecare specie în parte: *F. ornus* - S Europei, SV Asiei; *F. pallisae* - Specie balcanică-danubiano-pontică; *F. angustifolia* - Europa Centrală și de Sud, NV Africii, SV Asiei; *F. excelsior* - Europa, Caucaz, Alborz; *F. coriariaefolia* - specie Ponto-Caucaziană.

Habitat, cenologie:

Păduri, lunci, zăvoaie, din zonă stepei până în zonă pădurilor de stejar, chiar fag (*F. excelsior*, *F. ornus*). Cenologie: Querco-Fagetea, Alno-Ulmion.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

F. excelsior s-a dovedit a fi o specie potrivită în biomonitorizarea calității aerului, reținând la nivelul aparatului foliar metalele Pb, Cd, Cu, Zn, Ni și Cr.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Phragmites australis (Cav.) Steud.

Denumire populară:

Stuf, trestie

Încadrare taxonomică:

Ordinul Poales, Familia Poaceae

**Descriere taxonomică:**

Specia aparține familiei Poaceae. Are înălțimea de 1–4 m, excepțional ajungând până la 10 m. Prezintă rizom ramificat cu stoloni subterani. Tulpina este erectă, glabră, fistuloasă, foliată. Frunzele sunt plane, rigide, glabre pe fața superioară, ușor păroase pe cea inferioară, lungi de 40–50 cm. Ligula este reprezentată de o serie de peri scurți și rigizi. Inflorescența este un panicul piramidal, dens, spiculețele sunt compuse din 3–7 flori, cea inferioară masculă, restul hermafrodite. Fructul este o cariopsă fusiformă.

Biologie:

Specie perenă, $2n=36, 48, 54, 84, 96$, înflorește în perioada iulie-septembrie. Este o specie iubitoare de lumină, crește pe soluri permanent umede până la submerse, sedimentare, aluvionare, bogate în materii organice.

Corologie:

Este o specie foarte frecvent întâlnită în mlaștini, ape stagnante puțin adânci, malul apelor.

Areal:

Este o specie cosmopolită, având o distribuție foarte largă în toată emisfera temperată și tropicală.

Habitat, cenologie:

Specie frecventă în mlaștini, ape stagnante sau lin curgătoare, depresiuni, pajiști umede, coaste nisipoase. Constituie asociații pure (stufărișuri) compacte, foarte întinse, mai ales în Delta Dunării, unde formează insule plutitoare de stuf (plauri). Cenologie: Phragmition.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

P. australis este o specie recomandată în biomonitorizare și fitoremediere datorită capacității de a fitostabiliza

metale grele ca Hg și As, hiperacumulare a Hg și fitoex tracție a Cd, Pb, Zn, Hg în special la nivelul rădăcinii și rizomilor.

Importanța generală:

Este cultivat în scop ornamental pe marginea iazurilor, lacurilor, heleșteelor. Tulpina este, în mod tradițional, folosită la construirea de acoperișuri, garduri, împletituri și în industria celulozei. De asemenea, stufărișurile și plaurii sunt importante în conservarea unor specii de păsări, ca habitat pentru cuibărit, hrană și adăpost.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Picea abies (L.) H. Karst.

Denumire populară:

Molid

Încadrare taxonomică:

Ordinul Pinales, Familia Pinaceae



Corologie:

Poate fi întâlnit în toți Carpații în etajul montan superior, în etajul subalpin, unde formează molidișuri întinse în special în bazinele superioare ale râurilor.

Areal:

Este o specie nativă pentru Europa Centrală și de Nord.

Habitat, cenologie:

Formează păduri întinse, molidișuri pure sau de amestec cu brad și fag, pe versanți înclinați cu diferite expoziții. Stratul ierbos și arbustiv poate fi compus din diverse specii ale florei de mull, specii de briofite, ericaceae. Cenologie: Myrtillo-Piceion, Soldanella majori-Piceion.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Molidul a fost folosit cu succes în biomonitorizarea pasivă a calității aerului pentru metale ca Pb, Cu, Mn, Zn, Ni, atât în zone poluate aflate de-a lungul marilor artere, cât și în zone industriale.

Importanța generală:

Lemnul este folosit în construcții, la realizarea avioanelor, instrumentelor muzicale, în industria celulozei și a hârtiei. Prin distilarea rășinii se obțin unele produse chimice. Se folosește și în scop medicinal (antiseptic, expectorant, sedativ).

Descriere taxonomică:

Este un arbore de talie mare ce poate ajunge până la înălțimea de 50 m. Coronamentul are o formă tipică ascuțit-piramidală. Scoarța netedă, de culoare brun deschis, cu ritidom brun-roșcat, se exfoliază în solzi subțiri. Ramurile tinere sunt de culoare brun-roșcată, glabre sau dispers pubescente. Frunzele (acele) au 1–2,5 cm lungime, de culoare verde închis, sunt dispuse de jur-împrejurul ramurilor tinere, sunt liniare, cu 4 muchii, pe care sunt prezente benzi cenușii. Conurile femele au 9–17 cm, sunt de culoare verde, roșiatice în stadiu juvenil și devin brune la maturitate.

Biologie:

Specie perenă, sempervirentă, rășinoasă, înflorește în perioada mai-iunie, anemofilă, $2n=22, 24$. Referitor la preferințele pentru lumină, este o specie heliofită-sciadofită; preferă solurile reavene până la umed-ude; este adaptată la temperaturi scăzute; poate crește pe soluri cu troficitate scăzută până la medie și cu aciditate moderată.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Pinus sp.

Denumire populară:

Pin

Încadrare taxonomică:

Ordinul Pinales, Familia Pinaceae



Descriere taxonomică:

Speciile genului *Pinus* aparțin familiei Pinaceae, în România având 4 reprezentanți ai florei spontane și numeroși hibrizi. Aceștia sunt arbori/arbuști rășinoși ce pot ajunge la înălțimi de peste 30 m, iar arbuștii până la 3,5 m. Frunzele sunt aciculare, grupate câte 2–5 pe ramurile scurte, flori unisexuate, iar plantele monoice, conurile nu se dezarticulează la maturitate. Speciile spontane sunt: *P. cembra* (zâmbrul), specie ocrotită, cu frunze grupate câte 5; *P. nigra* cu 2 subspecii: *P. nigra* subsp. *nigra* (pin negru austriac-hibrid) și *P. nigra* subsp. *banatica* (pin de banat-endemic în Carpații de Sud) cu ace grupate câte 2 și lungi de peste 7 cm; *P. mugo* (jneapăn) este un arbust pitic ce prezintă ace mai scurte de 7 cm; *P. sylvestris* (pin) cu ace de 4–7 cm verzi-albăstrui.

Biologie:

Specii perene, rășinoase. Polenizarea se face cu ajutorul vântului. $2n=24$. Cu privire la preferințele pentru lumină sunt specii heliofile. *P. mugo* și *P. cembra* preferă solurile reavene și chiar umede, moderat acide,

P. sylvestris este adaptat la oscilații mari ale regimului de umiditate, *P. nigra banatica* preferă solurile uscate-reavene, calcaroase.

Corologie:

Specii foarte răspândite în Carpați, *P. cembra* - în etajul alpin și subalpin pe versanții văilor glaciare, *P. nigra banatica* - pe stânci calcaroase din zonă Banatului, *P. sylvestris* - în etajul montan și subalpin, uneori și în cel colinar, *P. mugo* - în etajul alpin inferior și subalpin.

Areal:

P. mugo - element central-european și de sud-est-european; *P. cembra* - element Eurasiatic; *P. nigra banatica* - endemic în Carpații de Sud; *P. sylvestris* - specie Eurasiatică.

Habitat, cenologie:

P. mugo formează tufărișuri întinse în marile masive montane, în special pe versanții nordici și vestici; *P. cembra* intră în alcătuirea pădurilor de molid și/sau jneapăn. *P. sylvestris* formează pinete în Carpații de Sud și Est. *P. nigra banatica* formează păduri sau rariști pe stâncile calcaroase din Banat. Cenologie: Vaccinio-Piceion (Seslerio rigidae-Pinetum sylvestris Csűrös și colab. 1988, Lycobruo-Pinetum Matusz 1962, Daphno blagayanae-Pinetum sylvestris Coldea et Pop 1988, Genisto radiatae-Pinetum nigrae Resmeriță 1972, Brukentalio-Piceetum Borhidi 1969, Rhododendro myrtifolii-Piceetum Coldea et Pânzaru 1986 etc.)

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Este folosit ca indicator al depunerilor atmosferice de Pb, Cu, Ni, Cr, măsurate atât la nivelul frunzelor, cât și al scoarței.

Importanța generală:

Pinii sunt cultivați ornamental în parcuri și grădini, dar folosiți și în plantații forestiere. Lemnul este folosit în construcții, în industria celulozei, sculptură, pentru încălzirea locuințelor. Rășina este folosită în obținerea terebentinei, a negrului de fum și a altor substanțe chimice. Unele specii au utilizare alimentară și medicinală. Pe lângă importanța economică, habitatele ce au în compoziție sau sunt formate din diverse specii de pini, au o mare valoare conservativă.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Populus sp.

Denumire populară:

Plop, plop alb/negru/tremurător, plop canadian, plută

Încadrare taxonomică:

Ordinul Malpighiales, Familia Salicaceae



Descriere taxonomică:

Genul aparține familiei Salicaceae, deosebindu-se de ceilalți reprezentanți prin scvamele amentilor dințate sau laciniate, flori prevăzute cu un disc în formă de cupă și muguri cu cel puțin 3 solzi. În România genul cuprinde 3 specii native: *P. alba*, *P. nigra*, *P. tremula*.

Scoarța: Arborii tineri ai speciilor *P. alba*, *P. tremula* și *P. × canescens* au scoarța netedă, de culoare albă sau cenușiu închis; la *P. alba* și *P. tremula*, scoarța prezintă lenticele de formă rombică. La arborii maturi de *P. alba*, ritidomul se formează numai în partea inferioară a trunchiului, este adânc brăzdat și de culoare negricioasă. La *P. nigra*, ritidomul se formează de timpuriu, este negricios și adânc brăzdat. Ramurile tinere de la *P. nigra* sunt glabre, cilindrice și fără muchii, iar la *P. × canadensis* sunt mai mult sau mai puțin muchiate. La *P. alba* și *P. × canescens*, sunt tomentoase, la *P. tremula*, sunt glabre sau slab pubescente. Frunzele: *P. alba* - în funcție pe poziția pe ramurile de vârste diferite, frunzele prezintă un polimorfism accentuat, astfel, cele de pe ramurile anuale sunt ovate, până la eliptic-oblongi, sinuat dințate,

cenușiu tomentoase pe fața inferioară, iar cele de pe ramurile lungi slab până la palmat lobate, acute, cu baza cordată, trunchiată, rotunjită sau lat cuneată, alb-tomentoase pe fața inferioară. *P. tremula* prezintă frunze variabile ca formă, subrotunde până la ovate; obtuze sau acute la vârf, trunchiate, rotunjite sau ușor cordate la bază, pe margini neregulat sinuat-crenat-dințate.

Biologie:

Specie perenă, arbore de talie mare. Perioada de înflorire martie-mai. $2n=19, 38, 57$. Polenizarea și dispersia semințelor se face prin vânt. Specii adaptate la variații mari ale regimului de umiditate și troficitate.

Corologie:

Populus este un gen foarte răspândit, fiind prezent în toate regiunile țării, din zonă de câmpie, până în etajul montan, la 1400 m (*P. tremula*).

Areal:

Speciile sunt native pentru cea mai mare parte a emisferei nordice: Europa, Asia, America de Nord, Africa de Nord.

Habitat, cenologie:

Populus nigra și *P. alba* sunt specii caracteristice pentru pădurile ripariene din toată Europa. În România sunt cunoscute habitatele de „Păduri daco-getice de plop negru (*Populus nigra*) cu *Rubus caesius* (habitatul R4405)” și „Păduri danubian-pontice de plop alb (*Populus alba*) cu *Rubus caesius* (habitatul R4406)” (Doniță și colab., 2005). De asemenea, intră în componența mai multor tipuri de ecosisteme din zonele de luncă, dar și în zonă pădurilor de stejari. Asociațiile vegetale în care sunt prezente specii din genul *Populus*: *Salicetum albae-fragilis* Issler 1926 em. Soó 1957, *Fraxinetum pallisae* (Simon 1960), Krausch 1965, *Fraxino danubialis-Ulmetum Sanda et Popescu* 1999, *Stellario nemori-Alnetum glutinosae* (Kästner 1938) Lohm. 1957; *Querco-Fagetea* și *Prunetalia*.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Speciile de plop (*P. nigra*, *P. alba*, *P. × canadensis*) s-au dovedit a fi eficiente în programe de biomonitorizare, prin analizarea concentrațiilor de metale grele ca Zn, Cu, As, Cd din scoarță și din frunze, din zone urbane, industriale, dar și din zone naturale ripariene.

Importanța generală:

Pădurile naturale de plop (ripariene) au o valoare conservativă foarte mare. Este utilizat în industria celulozei, pentru fabricarea chibriturilor, încălzirea locuințelor, în scop medicinal, ornamental, cultivat de-a lungul străzilor și drumurilor rutiere. De asemenea, este întâlnit în plantații forestiere și perdele de protecție.

Fișă de identificare a speciei biomonitor**Denumire științifică:**

Physcia adscendens (Fr.) Oliv.

Denumire populară:

-

Încadrare taxonomică:

Clasa Ascomycotina, Ordinul Lecanorales, Familia Physciaceae

**Descriere taxonomică:**

Specia prezintă tal folios-lobat, cu lobi furcați de 1–2 mm lungime și 0,7–1 mm lățime, convecși și care nu aderă strâns de substrat. Marginea lobilor este prevăzută cu fibrile patente lungi de aprox. 1 mm, negricioase în partea apicală. Partea inferioară a lobilor este alburie și prevăzută cu soredii. Apoteciile au diametrul de 2 mm, sunt plate, negricioase și adesea alb-brumate. Ascosporii au dimensiunile cuprinse între 17–22 × 8–9,5 micrometri.

Biologie:

hemicriptofită; substrat: scoarțe bogate în nutrienți

Corologie:

Județul Alba: în pădurile din împrejurimile comunei Avram Iancu; Județul Arad: Munții Zărandului, Slatina de Mureș, Bârzava; Județul Bacău: Bazinul Uzului, Culmea Deasă, Dealul Perchiu; Județul Bihor: Munții Bihorului, Vârful Răchita; Județul Botoșani: pădurile Dersca, Lozna, Hilișeu, Pădureni, Horlăceni, Gorovei, Văculești, Vârful Câmpului; București: Grădina Botanică; Județul Caraș-Severin: Dealul Glavcina, Defileul Dunării la Cozla și Pescari; Județul Cluj: Băile Sărata Turda, Cluj Napoca; Județul Harghita: Căpâlnița, Județul Hunedoara: Munții Retezat, Valea Râul Mare, Depresiunea Hațegului la Păucinești, Munții Șureanu, Muntele Aușelul; Județul Iași: pădurile Dealul Mare-Hârlău, Ciric; Județul Ilfov: pădurile Mogoșoaia, Snagov, Brănești; Județul Mehedinți: Defileul Dunării la Cazanele Mici, Valea Ieșelniței, Rezervația Silvică Ogradena, Valea Cernei; Județul

Mureș: Sânmihai de Pădure; Județul Neamț: Cheile Bicazului; Județul Prahova: Pădurea Paltinul, Valea Secăria, Defileul Doftanei; Județul Sibiu: Văsăud-Agnita, Munții Cibinului; Județul Vaslui: pădurile Tutovei, Hălărești; Județul Vrancea: împrejurimile Adjudului, Pădurea Cetățuia.

Areal:

boreal-mediteranean.

Habitat, cenologie:

Physcietalia adscendentis Hadac 1944 em. Barkm. 1958, Lecanoretalia variae Barkm. 1958.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia manifestă rezistență crescută la concentrații ridicate de substanțe poluante.

Importanța generală:

Specie nitrofilă prezentă în ecosisteme eutrofizate.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Platismatia glauca (L.) W. Culb. et C. F. Culb.

Denumire populară:

-

Încadrare taxonomică:

Clasa Ascomycotina, Ordinul Lecanorales, Familia Parmeliaceae



Descriere taxonomică:

Tal folios, slab alipit de substrat, în formă de rozetă, lobi prezintă margini crenate, ascendente, prevăzute cu izidii și soredii, partea superioară cenușiu-verzuie, partea inferioară neagră, la periferie brună, acoperită cu macule albe, rizinele sunt rar dispuse pe partea inferioară a talului. Apoteciile sunt rare, terminale, sesile cu diametrul discului de până la 12 mm, brun-roșcat. Ascosporii au dimensiuni cuprinse între $6-8 \times 4-4,5$ micrometri.

Biologie:

hemicriptofită; substrat: scoarțe acide, din zonele cu climă umedă

Corologie:

Județul Alba: lângă Cugir; Județul Bacău: Bazinul Cașinului, Înșărcătoarea, Zboina Verde, Zboina Neagră, Dobrile, Scutaru, Muntele Bârnatului; Județul Bihor: Stâna de Vale, Munții Bihorului, Vârful La Mormiși; Județul Bistrița-Năsăud: Muntele Ineul; Județul Brașov: șinca Veche, Masivul Bucegi, Poiana Morarului, Pichetul Roșu, Vârful Dichiu; Județul Caraș-Severin: Munții Banatului, Munții Poiana Ruscăi, Muntele Semenici, Muntele Domogled, Băile Herculane, Defileul Jelerău; Județul Cluj: Masivul Vlădeasa, Valea Răcad, Munții Gilău, Muntele Mare, Valea Iara, Capul Dealului; Județul Dâmbovița: Masivul Leoata, Muntele Albescu; Județul Harghita: Munții Harghita, Hășmașul Mare, Minele Bălan; Județul Hunedoara: Munții Șureanului, Vârful Șureanu, Muntele Aușelul, Muntele Măgura, Dealul Prisaca, Masivul Retezat, Valea Râușor, Lacul Galeș, Fașa Iarului,

Câmpușel, Scocul Iarului, Parcul Național Retezat, în fâgete, păduri de amestec, molidișuri montane, molidișuri de limită, Masivul Parâng; Județul Maramureș: Munții Maramureșului, Pârjaba; Județul Neamț: Muntele Ceahlău, Mănăstirea Neamț, Pădurea Durău, Munții Tarcăului, Vârful Tărhăuș, Cheile Bicazului; Județul Prahova: Munții Ciucaș, Muntele Roșu; Județul Sibiu: Munții Sebeșului, Oașa-Mică, Valea Sebeșului, lângă Sibiu, Plaiul Cerii, Masivul Făgăraș, Muntele Arpașul Mare, Valea Arpașului, Muntele Cârșișoara, Vârful Negoii; Județul Suceava: Masivul Rarău, Pădurea Manolea; Județul Vrancea: Munții Vrancei, Vârful Lăcăuș.

Areal:

boreal-central european-mediteranean.

Habitat, cenologie:

Hypogymnietea physodes Follm. 1974.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia manifestă toxitoleranță ridicată la de poluarea atmosferică.

Importanța generală:

Specia se numără printre cele mai recomandate bioacumulatoare.

1.2.2. LICHENI

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Flavoparmelia caperata (L.) Hale

Denumire populară:

-

Încadrare taxonomică:

Clasa Ascomycotina, Ordinul Lecanorales, Familia Parmeliaceae



Descriere taxonomică:

Tal folios-lobat, în formă de rozetă cu diametrul de până la 25 cm, adpres, lobi mari cu margini sinuate, partea superioară galbenă sau galben-verzuie, netedă cu soralii sau isidii, partea inferioară neagră-brună cu rizine spre centru. Prin aplicarea Cl și KCl asupra medulei și soralelor acestea capătă o culoare roșetică iar cu parafenilendiamină capătă culoare oranj-roșetică. Ascosporii au dimensiuni cuprinse între 16–20 și 7–10 micrometri.

Biologie:

hemicriptofită

Corologie:

Județul Alba: Aiud, Alba Iulia, Valea Sebeșului, Râpa Roșie; Județul Arad: Pădurea Șoimuș, Arad, Pâncota, Bârzava, Cladova; Județul Argeș: Muscelele Argeșului, Pietra Nămăești; Județul Bacău: Bazinul Cașinului, Înțărăcătoarea, Zboina Verde, Scutaru, Fata Moartă, Fundu Cașin; Județul Bihor: lângă Salonta, Munții Bihorului, Valea Galbena, Vârful Răchita; Județul Bistrița-Năsăud: Parcul Stațiunii științifice Arcalia și pădurile din împrejurimi; Județul Botoșani: Dersca, Lozna, Hilișeu, Pădureni, Horlăceni; Județul Brașov: Muntele Tâmpa, Munții Baiului, Timișul de Sus, Timișul de Jos, comuna Fântâna, Munții Perșani, Peștera Bogota, Pădurea Dopcei, Pădurea Bogășii; Județul Buzău: Munții Buzăului, Pădurea Ivăneș, Vârful Carpenul lângă Gura Teghi; Județul

Caraș-Severin: Valea Cernei la Băile Herculane, Defileul Dunării, Dealul Glavcina, între localitățile Cozla și Pescari; Județul Cluj: lângă Turda, Cluj-Napoca în Grădina Botanică, Pădurea Hoia; Județul Dâmbovița: Masivul Leoata, Muntele Romanescu, Valea Marginea Domneasca; Județul Giurgiu: Pădurea Comana lângă Crucea lui Gligore; Județul Gorj: Dealul Teișului lângă Tismana; Județul Harghita: Munții Harghita, Lacul Sfânta Ana; Județul Hunedoara: Munții Șureanului, Vârful Hodinic, Dealul Codișei, Dealul Uroiului, Valea Râușor, Râu de Mori; Județul Iași: Pădurea Bârnova, Grajduri; Județul Mureș: comuna Sânmihai de Pădure, Munții Călimani, împrejurimile orașului Târgu-Mureș; Județul Ilfov: pădurile Snagov, Mogoșoaia, Pustnicul; Județul Neamț: Mănăstirea Durău; Județul Sibiu: lângă Sibiu, Masivul Făgăraș, Valea Bâlea; Județul Prahova: Comarnic, Teșila, Masivul Bucegi, Pietra Arsă; Județul Suceava: Pădurea Tătăruș, Masivul Rarău, Piciorul Scurt; Județul Timiș: Lugoj; Județul Vaslui: pădurile Tutovei, Lipovăț, Căpușneni, Humăriei, Gândeasa, Cuciubei, Hălărăști, Bălănești.

Areal:

central-european-subatlantic-mediteranean.

Habitat, cenologie:

Xanthorion parietinae Ochsner 1928, Parmelietum caperatae Felföldy 1941, Parmelietum revolutae Almb. 1948 ex. Klem. 1955.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia manifestă rezistență moderată la poluarea atmosferică.

Importanța generală:

Specia este indicator de păduri seculare în care predomină stejarul.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Parmelia saxatilis (L.) Ach.

Denumire populară:

-

Încadrare taxonomică:

Clasa Ascomycotina, Ordinul Lecanorales, Familia Parmeliaceae



Descriere taxonomică:

Tal folios în formă de rozetă, slab alipit de substrat, lobi imbricați, cu o lățime de 3–5 mm, cu margini arcuat lobulate, partea superioară cenușie, cenușiu-albicioasă, cenușiu brună sau cenușiu-verzuie, cu numeroase izidii, partea inferioară neagră și acoperită cu rizine. Apoteciile au discul brun, cu un diametru ce ajunge până la 10 mm. Ascosporii au dimensiuni cuprinse între 14–18 × 8–12 micrometri. Prin aplicarea KOH, partea superioară a talului capătă culoare galbenă iar prin aplicarea aceluiași reactiv chimic medula capătă culoare galbenă.

Biologie:

hemicriptofită; substrat: pe roci, scoarță de stejar, perne de mușchi

Corologie:

Județul Alba: Galda de Sus, Bradu, Avram Iancu, Munții Sebeșului pe Dealul lui Brat, Dumbrava la Laz, Valea Sebeșului; Județul Bihor: Muntele Codru, Muntele Arsura, Munții Bihorului, Vârful Răchita; Județul Bistrița-Năsăud: Masivul Rodnei, Muntele Ineul, bazinul superior Valea Rebra; Județul Botoșani: Pădureni, Horlăceni; Județul Brașov: Băile Homorod; Județul Buzău: Munții Buzăului, Vârful Carpenul; Județul Caraș-Severin: Valea Cernei la Băile Herculane, Muntele Domogled, Cozla, Pescari; Județul Cluj: Cluj-Napoca în Grădina Botanică, Barajul Fântânele, comuna Beliș, Culmea Ghiduri, Valea Someșului Cald între Barajul Fântânele, comuna Beliș și Tarnița, Masivul Vlădeasa, Valea Răcad, Preluca Rabului, Munții Gilău, Muntele Mare, Capul

Dealului; Județul Dâmbovița: Masivul Leoata, Muntele Tâncova, Muntele Romanescu; Județul Harghita: Munții Harghita, lângă Căpâlnița; Județul Hunedoara: Valea Jiețului lângă Petroșani, Munții Șureanului, Vârful Șureanu, Muntele Aușelul, Muntele Măgura, lângă Gureni, Masivul Retezat, Valea Râușor, Valea Stănișoarei, Lacul Bucura, Muntele Netedul, Câmpușel, Scorota cu apă, Scocul Iarului, Parcul Național Retezat în făgete, păduri de amestec, molidișuri montane, molidișuri de limită; Județul Iași: Pădurea Cornești; Județul Ilfov: pădurile Mogoșoaia și Snagov; Județul Mureș: Munții Călimani, Vârful Voivodesii; Județul Neamț: Cheile Bicazului, Mănăstirea Neamț, Munții Tarcăului, Vârful Tărâuț; Județul Prahova: Munții Ciucaș, Masivul Bucegi; Județul Sibiu: Masivul Făgăraș, Muntele Cârțișoara, Vârtopelul, Muntele Arpaș, Valea Arpașului, Budislavul, Ciortea, Negoii, Cascada Bălea; Județul Suceava: Masivul Rarău, Schitu Rarău, Dealul Muncel, Culmea Cioflăului, Codru Secular Slătioara; Județul Tulcea: Culmea Pricopanului; Județul Vaslui: Pădurea Cazacu; Județul Vâlcea: Munții Lotrului, Valea Călinești, Defileul Cozia, Valea Oltului, între Proieni și Călinești.

Areal:

central european-mediteranean.

Habitat, cenologie:

Parmelietalia saxatilis Wirth 1972, *Rhizocarpetalia obscurati* Wirth 1972, *Chrysotrichetalia chlorinae* Hadac 1944, *Umbilicarietalia cylindrica* Wirth 1972, *Physcietalia caesia* Mattick 1951, *Parmelietum omphalodis* Du Rietz 1921, *Pseudevernetum furfuraceae* Hil. 1925.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia manifestă toxitoleranță ridicată la poluarea atmosferică.

Importanța generală:

Specia se numără printre cele mai eficiente bioacumulatoare a substanțelor poluante.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Parmelia sulcata Taylor

Denumire populară:

lichenul scut

Încadrare taxonomică:

Clasa Ascomycotina, Ordinul Lecanorales, Familia Parmeliaceae



Descriere taxonomică:

Tal folios-lobat, acoperit cu sorale, fără izidii, partea superioară cenușie, alb-cenușie până la brună, partea inferioară neagră. Prin aplicarea KOH medula capătă culoare galben-roșiatică.

Biologie:

hemicriptofită, frecventă pe scoarțe moderat bogate în nutrienți, pe roci

Corologie:

Județul Alba: lângă Aiud; Județul Arad: Munții Zărandului, Slatina de Mureș, Milova, Cladova; Județul Bihor: Pădurea Rădvani-Salonta, Stâna de Vale, Munții Bihorului, Valea Bulzului; Județul Bistrița-Năsăud: pădurile din împrejurimile Stațiunii Științifice Arcalia, dealurile Năsăudului, Valea Satului, bazinul superior Valea Rebra; Județul Botoșani: Pădureni, Horlăceni, Gorovei; Județul Buzău: Pădurea Trestioara, Pădurea Ruginoasa lângă Mlăjet; Județul Cluj: Băile Sărute-Turda, Cluj-Napoca în Grădina Botanică, Masivul Vlădeasa, Valea Răcad; Județul Dâmbovița: Masivul Leaota, Muntele Răiosul, Muntele Romanescu, Valea Brăteiiului; Județul Giurgiu: Pădurea Comana; Județul Hunedoara: Munții Șureanului, Muntele Aușelul, Dealul Donea, Masivul Retezat, Râu de Mori, Valea Răușor, Valea Râul Mare, lângă Cabana Pietrile, Câmpușel, Scorota cu apă, Parcul Național Retezat, în fâgete, păduri de amestec, molidișuri montane, jnepenișuri, Masivul Parâng, Vârful Slăveii Mare; Județul Iași: Dealul Mare-Hârlău; Județul Ilfov: pădurile Pustnicul, Buftea, Snagov; Județul Mehedinți: Subcarpații

Gorjului pe Plaiul Ponoarele, Pârâul Peșteana, Defileul Dunării la Orșova, Munții Cernei, Valea Cernei la Băile Herculane, Muntele Domogled, Dealul Glavcina, Țigancsa Reca, Cozla, Pescari; Județul Mureș: Pădurea Hususău, Sânmihai de Pădure; Județul Neamț: Mănăstirea Neamț, Munții Tarcăului, Cheile Bicazului; Județul Prahova: Munții Ciucaș, Muntele Babeșu, Masivul Bucegi, Poiana Coștilei; Județul Sibiu: Masivul Făgăraș, Vârful Suru, Muntele Arpașul Mare; Județul Suceava: Pădurea Manolea, Muntele Pietrosul Broștenilor, Piciorul Călugărului, Pârâul Rânculeț, Masivul Rarău; Județul Tulcea: Pădurea Letea, Hașmacul Uje; Județul Vaslui: pădurile Tutovei, Humăriei, Lipovăț, Gândeasa, Căpușneni; Județul Vâlcea: Muntele Cozia; Județul Vrancea: Cârligata.

Areal:

arctic-mediteranean.

Habitat, cenologie:

Hypogymnietalia physodis Follm. 1974, Physcietalia adscendentis Hadac 1944 em. Barkm. 1958.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia manifestă rezistență foarte ridicată față de poluarea atmosferică.

Importanța generală:

Specia se numără printre cele mai eficiente bioacumulatoare.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Xanthoria parietina (L.) Th. Fr.

Denumire populară:

lichen galben

Încadrare taxonomică:

Clasa Ascomycotina, Ordinul Teloschistales, Familia Teloschistaceae



Descriere taxonomică:

Tal în formă de rozete, cu diametrul cuprins între 1–20 cm, în stadiul inițial de dezvoltare prezintă un diametru sub 1,5 cm. Talul este alipit de substrat, cu lobi a căror lățime este cuprinsă între 1–5 mm, plăți cu margini ondulate-încrețite, partea superioară este galben-verzuie, galben-aurie, galben-roșcată (prin aplicarea KOH, capătă culoare roșetică), partea inferioară este albicioasă, cu rizine palide, rar dispersate. Apoteciile sunt numeroase, sesile cu diametrul cuprins între 1–5 mm, concolore cu talul, epiteciul este granulos, galben-auriu sau galben-verzui (prin aplicarea KOH capătă culoare purpurie). Ascele sunt îngust clavate cu 8 ascospori incolori, biloculari sau polocelați, cu dimensiuni cuprinse între 10–18 × 6–10 micrometri.

Biologie:

hemicriptofită; substrat: scoarțe bogate în nutrienți, roci, pereți din piatră; se găsește frecvent în apropierea localităților

Corologie:

Județul Alba: Alba Iulia, Sebeș, Laz, Lăcraru, Munții Apuseni, Galda de Sus, pădurile din împrejurimile comunei Avram Iancu; Județul Arad: Munții Zarandului, Bârzava, Gurahonț; Județul Bacău: Bălănești, Bazinul Cașinului, Bazinul Uzului, Culmea Deasă, Dealul Măgura-Târgu Ocna, Dealul Perchiu, Bazinul Pârâului Slănic Moldova; Județul Bihor: Pădurea Rădvani, Defileul Crișului Repede; Județul Bistrița-Năsăud: Beclean, Parcul Stațiunii științifice Arcalia și pădurile din împrejurimile

acesteia, Masivul Rodnei, Muntele Ineul, Rodna Veche; Județul Botoșani: Dersca, Lozna, Hilișteu, Pădureni, Sendriceni, Horlăceni, Gorovei, Văculești, Vârful Câmpului; Județul Brașov: Bogata Olteană, Dopcea, Masivul Făgăraș, Valea Lungă; București: Grădina Botanică, Pădurea Băneasa; Județul Buzău: lângă Buzău, Pădurea Văcărească, Pădurea Varlaam, Munții Buzăului; Județul Caraș-Severin: Defileul Dunării la Cozla și Pescari; Județul Cluj: Băile Sărute Turda, Cluj-Napoca în Grădina Botanică; Județul Constanța: Agigea; Județul Dâmbovița: Jugureni, Masivul Leaota, Muntele Romanescu, Valea Marginea Domnească; Județul Harghita: Târnava Mare, Munții Harghita; Județul Giurgiu: Pădurea Comana; Județul Hunedoara: Masivul Retezat, Clopotiva; Munții Sebeșului, Dealul Rece, Muntele Grușerița; Județul Iași: Copou, Găureni, Miroslava, Dobrovăț, Dealul Mare-Hârlău; Județul Ilfov: Pădurea Brănești, Pădurea Snagov, Pădurea Mogoșoaia, Pădurea Pustnicul; Județul Maramureș: Vișeu de Jos, Valea Morii; Județul Mehedinți: lângă Turnu-Severin în Pădurea Crihala Mică, Vârciorova, lângă Orșova, Defileul Dunării la Cazanele Mici, Rezervația Silvică Ogradena; Județul Mureș: lângă Reghin, Sânmihai de Pădure; Județul Neamț: Muntele Ceahlău, Mănăstirea Neamț, Cheile Bicazului, Cheile Mici; Județul Prahova: Masivul Bucegi; lângă Sinaia; Valea Doftanei; Județul Sibiu: Brad, lângă Sibiu, Dealul Gușterița, Tilișca, Munții Cibinului, Plaiul Crinșului, Muntele Arpaș; Județul Suceava: Cârlibaba, Masivul Rarău; Județul Tulcea: Insula Letea, Munții Măcin; Județul Vaslui: Lipovăț, Humăriei, Căpușneni, Hălărești; Județul Vrancea: Cârligata.

Areal:

boreal-mediteranean.

Habitat, cenologie:

Xanthorion parietinae Ochsner 1928, Xanthorietum aureolae Beschel 1951, Caloplacion decipientis Klem. 1950.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia manifestă rezistență la concentrații crescute de substanțe poluante.

Importanța generală:

Specia este indicatoare de stațiuni eutrofizate.

1.2.3. ALTE GRUPE DE ORGANISME

1.2.3.1. MACROMICETE

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Amanita muscaria (L.) Lam.

Denumire populară:

Muscăriță

Încadrare taxonomică:

Clasa Agaricomycetes, Ordinul Agaricales, Familia Amanitaceae



Descriere taxonomică:

Sporoforul în stadiul tânăr este acoperit de volvă și este asemănător unui ou de culoare albă. Poate fi ușor de confundat cu specii comestibile (exemplare tinere de *Boletus edulis*). La maturitate specia unori este confundată cu *Amanita caesarea*, specie foarte apreciată pentru gustul deosebit. Pălăria este de 5–20 cm diametru, lipicioasă, roșie-portocalie și ornamentată cu scvame albe, caduce. Lamelele sunt libere și de culoare albă. Sporograma este albă. Sporii sunt de 8–12 × 6–9 μm, elipsoidali, subglobuloși, netezi și nu sunt amiloizi. Piciorul are 7–25 cm lungime, 1–3 cm grosime și prezintă un inel mare membranos. Spre bază, piciorul este bulbos și are resturi de volvă dispuse concentric. Studiile moleculare efectuate pe populațiile din diferite regiuni ale lumii, au scos în evidență faptul că sub acest nume se pot distinge mai multe grupuri diferite genetic.

Biologie:

Amanita muscaria este micorizantă cu multe specii de arbori. Sporoforii au perioada de apariție în august-noiembrie. Aceștia apar în grup cu multe exemplare, de multe ori dispuse sub formă de cerc. Răspândirea sporilor se realizează cu ajutorul vântului și al animalelor. Dispersia sporilor la *Amanita muscaria* var. *alba* se face într-o perioadă scurtă de timp, dar în cantitate mare. Procesul de dispersie depinde de umiditatea aerului și atinge apogeul în timpul nopții.

Corologie:

În România, specia poate fi întâlnită în județele: Alba, Argeș, Bistrița-Năsăud, Cluj, Gorj, Hunedoara, Harghita Neamț, Prahova, Sibiu, Suceava și altele.

Areal:

Poate fi găsită din zonă temperată până în regiunea boreală din Emisfera Nordică. Este frecvent întâlnită în Europa și America de Nord. A fost introdusă în Australia, Noua Zeelandă, Africa de Sud și America de Sud. În Australia, *Amanita muscaria* e considerată specie invazivă care înlocuiește unele specii autohtone.

Habitat, cenologie:

Sporoforii acestei specii pot fi găsiți în număr mare, pe sol, în păduri de foioase și conifere. *Amanita muscaria* formează micorize cu mai multe specii de arbori, în special cu pin, molid, brad, mesteacăn și cedru. Preferă solurile acide. Frecvent se întâlnește împreună cu specia *Boletus edulis*. Răspândirea sporilor se face cu ajutorul vântului și al animalelor.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Au fost raportate concentrații mari de V, Cd, Zn, Pb și Se în sporofori.

Importanța generală:

Specie micorizantă cu rol important pentru protecția și dezvoltarea plantei gazdă. Este sursa de hrană pentru insecte care aparțin familiilor: Anthomyiidae, Cecidomyiidae, Heleomyzidae, Mycetophilidae și unele Syrphidae. Este o specie otrăvitoare al cărei consum poate provoca decesul. Conține alcaloizi psihoactivi și a fost folosită în scop religios sau recreativ în doze foarte mici.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Boletus edulis Bull.

Denumire populară:

Hrib

Încadrare taxonomică:

Clasa Agaricomycetes, Ordinul Boletales, Familia Boletaceae



Descriere taxonomică:

Pălăria are 6–25 cm diametru, are culoare crem-brună, glabră, lucioasă și vâscoasă pe timp umed. Porii sunt albi, apoi galbeni-verzui. Piciorul este de 5–30 cm lungime, 2,5–6 cm grosime, de culoarea pălăriei și prezintă pe suprafață o rețea albă. Trama este albă cu gust și miros plăcut. Praful sporifer este brun-olivaceu. Sporii sunt de $14-17 \times 4,5-5,5 \mu\text{m}$. Studiile moleculare pe exemplarele colectate în Europa au arătat că mai multe forme și varietăți ale acestei specii sunt de fapt specii distincte. Conform altor studii moleculare, *Boletus edulis* include specii precum *B. betulicola*, *B. chippewaensis*, *B. persoonii*, *B. quercicola* și *B. venturi*.

Biologie:

Sporoforii se dezvoltă în perioada iunie-octombrie, solitari sau în puține exemplare. Sporii se dispersează cu ajutorul vântului și animalelor. Odată cu introducerea plantelor gazdă cu care formează simbioză sau a solului care conține miceliu, această specie poate fi introdusă în alte zone.

Corologie:

În România, specia a fost semnalată în următoarele județe: Alba, Bistrița-Năsăud, Brașov, Cluj, Gorj, Hunedoara, Harghita, Ilfov, Mehedinți, Maramureș, Neamț, Prahova, Sibiu, Sălaj, Suceava și altele.

Areal:

Specie des întâlnită în Emisfera Nordică (în Europa, Asia și America de Nord) a fost introdusă în Emisfera Sudică, în Africa, Australia și Noua Zeelandă.

Habitat, cenologie:

Crește pe sol, în pădurile de rășinoase și uneori foioase și formează micorize cu specii diferite de arbori. Preferă solurile acide. Se întâlnește deseori alături de specia *Amanita muscaria*.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia a fost semnalată ca fiind acumulator de Cd, Ni, Cu și Se.

Importanța generală:

Este o specie comestibilă foarte apreciată. *Boletus edulis* formează simbioză cu diferiți arbori, relație care crește rezistența plantei gazdă la secetă și metale grele.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Coprinellus micaceus (Bull.) Vilgalys, Hopple și Jacq. Johnson

Denumire populară:

Bureți de rouă

Încadrare taxonomică:

Clasa Agaricomycetes, Ordinul Agaricales, Familia Psathyrellaceae



Descriere taxonomică:

Pălăria este de 2–6 cm diametru, ovoidă sau conic turtită, cu marginea puternic striată, aproape până la centru, și are culoarea galben-ruginie. La exemplarele tinere, pălăria prezintă un val făinos-micaceu constituit din celule sferice, mici strălucitoare, ușor de îndepărtat. Lamellele sunt libere și dese, de culoare albă, la început, ulterior, se fac negre și se lichefiază. Piciorul este alb, de 5–10 cm lungime și 0,2–0,5 cm diametru, cilindric, fasciculat, fistulos și cu suprafața pruinoasă. Sporii sunt de $7.5-10 \times 4.5-6.7 \mu\text{m}$, mitriformi. Seamănă cu *Coprinellus bisporus* (care are doar doi spori pe bazidie) și *Coprinellus truncorum* (care are sporii elipsoidali).

Biologie:

Este o specie saprofită descompune materia organică moartă. Perioada de apariție a sporoforilor este aprilie-noiembrie. Aceștia apar în număr mare pe lemn aflat în descompunere sau cresc pe sol în care se găsește lemn putred. Sporoforii pot fi găsiți în special în perioadele în care umiditatea este mare. Sporii sunt diseminați, cu precădere, cu ajutorul vântului. Un studiu realizat în Peninsula Iberică a arătat că sporii de *Coprinellus* prezenți în aer aparțin acestei specii, iar numărul lor crește cu creșterea umidității și scade cu creșterea temperaturii (Aira et al., 2009).

Corologie:

În România specia a fost semnalată în următoarele județe: Bistrița-Năsăud, București, Caraș-Severin,

Călărași, Giurgiu, Hunedoara, Iași, Ilfov, Maramureș, Neamț, Prahova, Suceava, Teleorman și altele.

Areal:

Specia poate fi găsită în Africa de Nord, Africa de Sud, Europa, America de Nord până în Alaska, Insulele Hawaii, America de Sud, India, Australia, Noua Zeelandă și Japonia. Conform studiilor genetice, populația de *Coprinellus micaceus* din Hawaii a fost introdusă mai recent. În Africa de Sud și în America specia este rar întâlnită.

Habitat, cenologie:

Specia poate fi găsită cel mai adesea pe lemn putred, pe margine de drum, în parcuri, grădini și păduri de foioase.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia poate să bioacumuleze Pb și Cd.

Importanța generală:

Sporoforul este comestibil în stadiu tânăr. Sporoforul produce o varietate de pigmenți care contribuie la formarea humusului după degradarea acestuia. Poate fi utilizat și pentru obținerea cernelii.

Fișă de identificare a speciei biomonitor**Denumire științifică:**

Coprinus comatus (O.F. Müll.) Pers

Denumire populară:

Buretele cu perucă

Încadrare taxonomică:

Clasa Agaricomycetes, Ordinul Agaricales, Familia Agaricaceae

**Descriere taxonomică:**

Pălăria este de 5–15 cm înălțime, ovoidă devine conic turtită cu marginea crăpată și curbată în sus. Are culoarea albă, în centru brun-ocracee și este acoperită cu scvame dese, lănoase, brun-ocracee. Lamelele sunt libere, dese, albicioase, apoi roz, la maturitate se lichefiază repede, devenind negre. Piciorul este de 10–20 cm lungime și 1–2 cm lățime, alb, fibros și fistulos. Sporii sunt de $12-16 \times 7-8 \mu\text{m}$.

Biologie:

Sporoforii apar în grup, de obicei cu multe exemplare, în perioada aprilie - noiembrie, imediat după ploaie. Lamelele se dizolvă pentru dispersarea sporilor. Procesul de maturizare al sporilor începe de la marginea pălăriei spre centru. *Coprinus comatus* este o specie nematofagă capabilă să imobilizeze și să digere nematode.

Corologie:

În România specia a fost semnalată în următoarele județe: Argeș, Bistrița-Năsăud, București, Caraș-Severin, Constanța, Galați, Gorj, Iași, Ilfov, Maramureș, Mehedinți, Mureș, Neamț, Prahova, Satu-Mare, Suceava, Timiș, Vâlcea și altele.

Areal:

Specia poate fi întâlnită în Europa și America de Nord.

Habitat, cenologie:

Specia crește pe pajiști, margini de drum, grădini și parcuri. Crește în zone în care solul a fost răscolit.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Au fost găsite concentrații mari de Cu, Pb și Cd în sporofori.

Importanța generală:

Specia este comestibilă în stadiu tânăr. Trebuie consumată foarte repede după ce a fost colectată, deoarece se degradează rapid. Poate fi cultivată.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Fomes fomentarius (L.) Gillet

Denumire populară:

Iasca fagului

Încadrare taxonomică:

Clasa Agaricomycetes, Ordinul Polyporales, Familia Polyporaceae



Descriere taxonomică:

Ciuperca are formă de copită sau scoică și diametrul de 10–60 cm. Este de culoare cenușiu-albicioasă și are suprafața netedă sau concentric brăzdată. Porii sunt mici 2–3 mm, rotunjiți, regulați, crem deschis, devin cu timpul cenușiu-bruni. Tuburile sunt pluristratificate, fiecare strat de de 2–7 mm lungime și au culoarea brun-ruginie. Sporii sunt de 15–19 × 5–8 μm, cilindrici și netezi. Trama este lemnoasă, fibroasă și tare. Specia poate fi confundată cu *Phellinus igniarius*, dar poate fi deosebită prin faptul că hidroxidul de potasiu în contact cu *Fomes fomentarius* se colorează în roșu închis datorită prezenței fomentariolului.

Biologie:

Este o specie perenă, care poate fi parazită având ca substrat specii de foioase sau saprofită crescând pe arbori căzuți. Temperatura optimă de creștere este între 27–30°C și cea maximă între 34–38°C. Procesul de sporulare are loc primăvara când se pot produce milioane de spori/h și toamna când se produc mult mai puțini. Dispersia sporilor se face la temperaturi mai scăzute.

Corologie:

Se întâlnește în România în următoarele județe: Alba, Bistrița-Năsăud, Botoșani, Brăila, Brașov, București, Caraș-Severin, Constanța, Dâmbovița, Dolj, Gorj, Harghita, Hunedoara, Iași, Ilfov, Mehedinți, Neamț, Olt, Prahova, Satu-Mare, Suceava, Teleorman, Vâlcea și altele.

Areal:

Este o specie foarte răspândită, comună în special în pădurile subalpine Fenoscandiene de *Betula*, în zonă

circumboreală, putând fi întâlnită în Africa de Nord, Asia N-Estul Americii și Europa.

Habitat, cenologie:

Preferă să se dezvolte pe specii de *Betula* în regiunea Nordică și *Fagus* în regiunea Sudică. Poate fi întâlnită pe *Alnus*, *Acer*, *Carpinus*, *Fraxinus*, *Juglans*, *Malus*, *Populus*, *Sorbus*, *Quercus*, *Tilia* și rareori pe *Larix*.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specie biomonitor pentru poluare atmosferică.

Importanța generală:

Sporoforul poate fi utilizat pentru aprinderea focului sau ca materie primă pentru realizarea unor obiecte ornamentale.

Fișă de identificare a speciei biomonitor**Denumire științifică:**

Lepista nuda (Bull.) Cooke

Denumire populară:

Violete, nicoretele vânat

Încadrare taxonomică:

Clasa Agaricomycetes, Ordinul Agaricales, Familia Tricholomataceae



Franța și Taiwan. Specia conține antioxidanți și are proprietăți antimicrobiene.

Descriere taxonomică:

Pălăria este de 5–15 cm diametru, violet-brună devine brun-ocracee la maturitate. Lamele sunt emarginate, de culoare violet și devin brun-violet la maturitate. Sporiile sunt de $6-8 \times 4-5 \mu\text{m}$, albi sau roz deschis. Piciorul este de 5–10 cm lungime și 1,5–3 cm grosime, bulbos, violet și alb pruinios spre vârf. Specia poate fi confundată cu specii din genul *Cortinarius* care sunt toxice, dar care prezintă la marginea pălăriei resturi de cortină.

Biologie:

Este o specie saprofită care degradează litiera și formează sporofori în perioada septembrie-decembrie (rareori în mai). Sporiile sunt dispersați cu ajutorul vântului și a animalelor. Are nevoie de umiditate crescută și temperatură mai scăzută pentru a forma sporofori.

Corologie:

Se întâlnește în România în următoarele județe: Alba, Arad, Bistrița-Năsăud, București, Caraș-Severin, Cluj, Constanța, Giurgiu, Gorj, Iași, Ilfov, Mehedinți, Neamț, Prahova, Satu-Mare, Sibiu, Suceava, Teleorman și altele.

Areal:

Specia crește în Europa și America de Nord și a fost introdusă în Australia.

Habitat, cenologie:

Sporoforii se dezvoltă pe litieră, solidari sau în grupuri, în păduri de foioase și conifere și rar în grădini.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Este o specie care poate acumula Pb și Cd.

Importanța generală:

Specie comestibilă, dar care poate provoca probleme digestive persoanelor mai sensibile. Este cultivată în

Fișă de identificare a speciei biomonitor**Denumire științifică:**

Lycoperdon perlatum Pers.

Denumire populară:

Capul-ciorii

Încadrare taxonomică:

Clasa Agaricomycetes, Ordinul Agaricales, Familia Agaricaceae

**Descriere taxonomică:**

Sporoforul este piriform, pendunculat, de 3–8 cm înălțime și 2–6 cm diametru. Are culoarea albă, mai târziu brună și suprafața acoperită de ace albicioase, piramidale care se desprind ușor. Sporii de 3,5–4,5 μm , ies prin orificiul circular care se deschide la maturitate în partea superioară.

Biologie:

Sporoforii apar solitari sau în grup, în perioada iunie-noiembrie. Preferă pădurile de conifere și cele de foioase, dar se întâlnesc și de-a lungul drumurilor și în zone urbane. Sporoforii cresc pe sol și mai rar pe lemn putrezit. Sporii sunt dispersați prin orificiul circular, cu ajutorul vântului și sunt eliberați prin lovirea sporoforului de către animale sau de picăturile de ploaie.

Corologie:

Se întâlnește în România în următoarele județe: Brașov, București, Bistrița-Năsăud, Calarași, Cluj, Constanța, Giurgiu, Gorj, Harghita, Hunedoara, Ilfov, Maramureș, Mureș, Prahova, Satu-Mare, Sibiu, Suceava, Teleorman și altele.

Areal:

Specie cu distribuție la nivel global. Foarte frecventă în zonele temperate, poate fi găsită și în zonele tropicale.

Habitat, cenologie:

Sporoforii cresc pe solurile pădurilor de foioase și conifere și uneori pe lemn putred.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specie bioacumulatoare de Au, Ag, Fe, Cu, Zn, As, Pb, Se și Hg.

Importanța generală:

Este o specie saprofită, comestibilă în stadii tinere de dezvoltare, având un conținut mai mare de proteine raportat la alte specii de macromicete.

Fișă de identificare a speciei biomonitor**Denumire științifică:**

Macrolepiota procera (Scop.) Singer

Denumire populară:

Pălăria șarpelui

Încadrare taxonomică:

Clasa Agaricomycetes, Ordinul Agaricales, Familia Agaricaceae

**Descriere taxonomică:**

În stadiul foarte tânăr sporoforul are aspect de ou și este acoperit total de văl. La maturitate, pălăria este de 10–31 cm diametru, umbonată, cu suprafața albicioasă și scvame mari și brune, așezate concentric. Lamelle sunt crem deschis și unite în colariu. Sporii sunt de 15–20 × 10–13 μm. Piciorul este de 15–30 cm lungime și 1–3 cm diametru, bulbos la bază, cenușiu, acoperit de zig-zaguri brune luând aspectul de piele de șarpe. Inelul este dublu și mobil. Trama este moale, cu gust de miez de nucă. Poate fi confundată cu *Chlorophyllum rhacodes*, care diferă prin aspectul piciorului, culoarea mai închisă a pălăriei și trama care se înroșește. *Chlorophyllum rhacodes* poate provoca probleme digestive persoanelor mai sensibile, mai ales consumată fără a fi preparată termic.

Biologie:

Sporoforii cresc singuri sau în grup formând uneori cercuri. Perioada de apariție este mai-noiembrie. Reapare în aceeași locație câțiva ani la rând, unori și de mai multe ori în același sezon. Preferă solurile bine drenate, nisipoase. Sporii sunt diseminați cu ajutorul vântului și animalelor.

Corologie:

Se întâlnește în România în următoarele județe: Alba, Argeș, bacău, Bistrița-Năsăud, Brașov, București, Buzău, Caraș-Severin, Cluj, Constanța, Covasna, Galați, Giurgiu, Gorj, Harghita, Hunedoara, Iași, Ilfov, Maramureș, Mureș, Prahova, Satu-Mare, Sibiu, Suceava, Teleorman, Timiș, Vâlcea, Vrancea și altele.

Areal:

Pe glob, specia este răspândită în zonă temperată.

Habitat, cenologie:

Poate fi întâlnită la marginea pădurilor de foioase și conifere, pajiști, tufărișuri și mai rar în parcuri.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

În sporofori au fost găsite concentrații mari de Cd, As și Cr.

Importanța generală:

Specie foarte apreciată pentru gustul său, este consumată frecvent în multe țări.

1.2.3.2. NEVERTEBRATE (ARTROPODE)

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Frankliniella intonsa (Trybom, 1895)

Denumire populară:

Tripsul florilor

Încadrare taxonomică:

Clasa Insecta, Ordinul Tysanoptera, Familia Thripidae



Descriere taxonomică:

Specie de dimensiuni mici, până la 1 mm. Ambele sexe sunt dotate cu aripi. Nu sunt bune zburătoare. Adevărat, indivizii sunt purtați de vânt pe distanțe lungi. Masculul este mai mic și mai deschis la culoare decât femela. Coloritul corpului și picioarelor femelei variază: capul și pronotum este maroniu, mai deschis decât abdomenul; tibia și tarsele sunt gălbui. Setele sunt închise la culoare. Segmentele II-IV antenale sunt de culoare galbenă cu apexul ascuțit. Aripile anterioare sunt pale cu sete închise la culoare. Capul este mai lat decât lung, dotat cu trei perechi de sete oclare. Perechea III de sete este puțin mai lungă decât latura triunghiului oclar. Este prezentă și perechea I de sete postoculare, dar și perechea IV, care este scurtă. Antenele prezintă 8 segmente: segmentele III-IV sunt dotate cu un sensorium furcat; segmentul VIII are aceeași lungime ca și VII. Pronotum are 5 perechi de sete principale: setele anteromarginale sunt mai

scurte decât cele anteroangulare. O pereche de sete secundare este prezentă medial între setele submedianale posteromarginale. Metanotum prezintă două perechi de sete pe marginea anterioară. Aripile anterioare prezintă două rânduri de sete venale.

Biologie:

Specia se reproduce pe frunzele sau florile plantei gazdă. A fost identificată pe specii diverse de plante, fără o evidență de specificitate.

Corologie:

În România, specia a fost identificată în toată țara.

Areal:

Paleartic (Europa, America, Asia).

Habitat, cenologie:

Specia a fost identificată în zone urbane, în pajiști, livezi cu pomi fructiferi, dar și în terenuri agricole (cu cereale), fiind considerat un trips dăunător. Este considerată specie floricolă, xerotermofilă și polifagă.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia are o distribuție ubicvistă în România, fiind recoltată în număr foarte mare din zone cu poluare urbană. S-a identificat prezența urmatoarelor metale grele: Cu, Zn, Pb. Prezintă variații foarte mari ale coloritului și dimensiunilor corpului, diferite anomalii ale antenelor întâlnite la circa 10% din populație, în condiții de poluare.

Importanța generală:

Specia este considerată dăunătoare pentru culturile agricole (de cereale).

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Haplothrips niger (Osborn 1883)

Denumire populară:

Tripsul trifoiului

Încadrare taxonomică:

Clasa Insecta, Ordinul Tysanoptera, Familia Phlaeothripidae



Descriere taxonomică:

Specie de dimensiuni mici, de până la 1 mm. Culoarea corpului este neagră, iar tarsele picioarelor sunt galbene. Aripile anterioare sunt îngustate la mijloc. Antenele sunt formate din 8 articole distincte. Conul bucal lat și rotunjit. Ultimul segment abdominal la ambele sexe tubuliform alungit. Nu sunt bune zburătoare. Capul este hipognat și prezintă un aparat bucal, adaptat pentru înțepat și supt, asimetric, datorită pierderii stiletului mandibular drept. Aripile sunt caracteristice, ele sunt membranoase, extrem de înguste, prevăzute pe margini cu peri foarte lungi (având aspectul unor pene) care au rolul de a mări suprafața portantă a aripii în mod similar cu penele păsărilor. În general, dimorfismul sexual este evident, masculii fiind mai mici, colorați mai deschis și prevăzuți cu unele formațiuni dentiforme, spiniforme sau arii glandulare.

Biologie:

Reproducerea se face cu metamorfoză, în care, după stadiile larvare, apare un stadiu prepupal și unul pupal. Larva seamănă foarte bine cu adultul, dar este lipsită de aripi; la nimfă apar teci de aripi. Stadiul prepupal durează de la câteva ore la câteva zile. Apariția pupei are loc fie în sol, în celule sau coconi sau pe planta gazdă. În zonele cu temperaturi scăzute, tripsul hibernează ca adult sau formă imatura în detritus sau în sol. Larvele se găsesc în general în zone umbroase, sub frunzele plantei gazdă. Foarte rar adulții apar în zonele superioare ale plantei, pe lumină puternică. De obicei sunt activi la primele ore ale zilei.

Corologie:

În România, specia a fost identificată în toată țara.

Areal:

Nearctic, Palearctic (Europa, America de Nord, Asia Mică).

Habitat, cenologie:

Specia a fost identificată în pajiști, în zone urbane, prezentă pe numeroase specii de fabacee, dar și în terenuri agricole (cu cereale), fiind considerat un trips dăunător. Este o specie floricolă, mezofilă și polifagă.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia are o distribuție ubicvistă în România, fiind recoltată în număr foarte mare din inflorescențele de *Trifolium pratense* situat în zone cu poluare urbană. S-a identificat prezența urmatoarelor metale grele: Cu, Zn, Pb.

Importanța generală:

Specia este considerată dăunătoare pentru culturile agricole.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Pterostichus niger (Schaller, 1783)

Denumire populară:

Gândac de sol

Încadrare taxonomică:

Clasa Insecta, Ordinul Coleoptera, Familia Carabidae

**Descriere taxonomică:**

Dimensiunea unui individ este de 15–21 mm. Corpul negru cu reflexe metalice slabe. Capul este mai îngust decât pronotul, fiind puternic punctat lângă stria frontală. Antenele lungi și subțiri, primele articole antenale nu prezintă o muchie longitudinală. Pronotul aproximativ la fel de lung și de lat sau ușor transvers. Marginile laterale ale pronotului ușor rotunjite și îngustate la bază, iar unghiurile posterioare ale pronotului sunt drepte. La baza pronotului se diferențiază câte două impresiuni adâncite. Elitrele alungite, cu striuri longitudinale accentuate, al 3-lea interstriu prezintă 3 puncte adâncite. Interstriurile elitrelor puternic convexe. Baza elitrelor este mai lată decât marginea posterioară a pronotului. Marginile laterale ale elitrelor sunt lățite postmedian și prezintă o bordură lată. Episternitele metasternului relativ alungite. Primele 3 articole ale tarselor anterioare crenate, iar fața ventrală a ultimului articol tarsal este glabră.

Biologie:

Ciclul de viață este bianual, majoritatea adulților care participă la reproducere având doi ani. Se reproduce în toamnă și ierneză ca adult. Se adăpostește sub bușteni sau scoarță și sub frunze. Se poate observa cu ușurință primăvara și toamna.

Corologie:

În România specia este răspândită în toată țara.

Areal:

Nearctic, Palearctic (Europa, Asia, Siberia, America de Nord).

Habitat, cenologie:

Specie silvicolă (fiind identificată în special în păduri de conifere), dar se găsește și în tufărișuri, pajiști, zone

mlăștinoase, habitate costale, agroecosisteme. Specie euri-topă.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia are o răspândire ubicvistă în România, cu un areal mare de distribuție, fiind identificată în diverse tipuri de ecosisteme. S-a identificat prezența următoarelor metale grele: Pb, Cd, Zn, Cu, Fe.

Importanța generală:

Specia este prădătoare, reprezentând o verigă trofică importantă la nivelul solului, cu rol indirect în descompunerea materiei organice.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Lithobius forficatus (Linnaeus, 1758)

Denumire populară:

-

Încadrare taxonomică:

Clasa Chilopoda, Ordinul Lithobiomorpha, Familia Lithobiidae



Descriere taxonomică:

Corpul lung de 18–35 mm, colorat de la brun-roșcat până la castaniu întunecat. Tarsul picioarelor este alcătuit din două articole. Perechea a 15-a de picioare, ultima, este mai lungă și mai zveltă decât celelalte, gheara apicală fiind simplă (un singur vârf). Coxa acestei perechi de picioare este lipsită de spin lateral (VaCx). Tergitele 9, 11 și 13 prezintă prelungiri triunghiulare puternice la colțurile marginii posterioare. Sincoxitul mandibular prezintă un număr de 5+5 dinți evidenți (sau mai mulți), în mod excepțional 4+4. Gonopodele la femelă au 2+2 pinteni și o gheară scurtă lată și cu trei vârfuri (mai rar, se pot observa doar două vârfuri). Masculii se pot confunda cu cei ai speciei *Lithobius parietum*.

Biologie:

Dezvoltarea postembrionară se face prin anamorfoză (în momentul ecloziunii, individul nu are numărul complet de segmente și perechi de picioare, număr la care se ajunge în urma a mai multor năpârli succesive). Specie comună, întâlnită la toate altitudinile.

Corologie:

În România, specia este răspândită pe tot teritoriul țării.

Areal:

Nearctic, Palearctic, Australian.

Habitat, cenologie:

Specia trăiește atât în locuri deschise, cât și în păduri (fiind colectată de sub pietre, lemne, scoarță și din litieră). Se găsește și în grădini, pajiști, zone de locuințe.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specie cu răspândire largă în România, cu un areal mare de distribuție, fiind identificată în diverse tipuri de ecosisteme. S-a identificat prezența următoarelor metale grele: Cd, Zn, Pb, Cu, Fe.

Importanța generală:

Specia este prădătoare, reprezentând o verigă trofică importantă la nivelul solului, cu rol în descompunerea materiei organice.

Fișă de identificare a speciei biomonitor**Denumire științifică:**

Megaphyllum unilineatum(C. L. Koch, 1838)

Denumire populară:

-

Încadrare taxonomică:

Clasa Diplopoda, Ordinul Julida, Familia Julidae

**Descriere taxonomică:**

Lungimea masculului variază între 20–27 mm, cu un diametru mai mic de 1,6–2 mm. Femelele au lungimea de 20,2–29,6 mm și înălțimea de 2–2,6 mm. Corpul este constituit din cap și trunchi. Culoarea corpului este maro-roșcat închis. Prezintă pe suprafața ventrală o linie longitudinală, galbenă, mai rar, albă. Pe cap se găsesc ochi simpli și o pereche de antene. Ochii sunt vizibili. Pe cap sunt prezente două sete frontale. Trunchiul este segmentat, pe fiecare segment fiind prezente două perechi de picioare. Aparatul bucal este format din mandibulă și maxilar. La mascul mandibula prezintă un lob proeminent. Deschiderea glandelor repugnatoriale este mică. Structura preanală este puternică și evidentă. Prima pereche de picioare formează un cârlig, a doua pereche de picioare prezintă un suport pentru penultimele două picioare-segmente. Gonopodele sunt proeminente, situate posterior, ale căror baze sunt ascunse într-un sinus gonopod nu prea adânc. Promerul are aceeași lungime ca și opistomerul, care este complex. Flagelul este bine dezvoltat, lung și puternic.

Biologie:

Specie detritivoră, care se hrănește, în special, cu materie organică aflată în descompunere (plante în putrefacție). Specia poate fi indentificată în stratul de litieră.

Corologie:

În România, specia a fost identificată în Dobrogea.

Areal:

Central și est-european.

Habitat, cenologie:

Specia se întâlnește în zonele de păduri de foioase, tufărișuri, liziere de pădure, dar și în pajiști, peșteri sau ecosisteme urbane.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

S-a identificat prezența următoarelor metale grele: Pb, Cd, Hg, Zn, Cu și Fe.

Importanța generală:

Este o verigă trofică importantă la nivelul solului, cu rol în descompunerea materiei organice.

1.2.3.3. PĂSĂRI

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Anas platyrhynchos

Denumire populară:

Rața mare

Încadrare taxonomică:

Clasa Aves, Ordinul Anseriformes, Familia Anatidae



Descriere taxonomică:

Este cea mai cunoscută, numeroasă, răspândită și mare rață din România, cu o deschidere a aripilor de 92–98 cm. Există diferențe majore între femelă și mascul. Masculul are culoarea de fond cenușie, capul și gâtul verzui-metalizat, pieptul brun și coada neagră, gulerul alb, subcaudalele albe și două dintre penele negre (cele mijlocii), răsucite caracteristic în sus, oglinda este albastră, mărginită de două dungă albe înguste. Femela are culoarea brună-gălbuie, cu pete și dungă brune, negre și albe. Oglinda femelei este identică cu cea a masculului. Picioarele sunt portocalii.

Biologie:

Cuibărește în stufărișuri, pe plauri, în scorburi de copaci, unde femela depune începând cu luna aprilie 8 -14 ouă de culoare verzui sau albastre-verzui, pe care le clocește între 22 și 28 de zile. Dacă prima pontă a fost distrusă, depune o a doua pontă, de regulă mai redusă constând în 6–12 ouă. După apariția puilor, familia de rațe părăsește cuibul. Luând exemplul mamei, puii se hrănesc singuri, iar după 7–8 săptămâni sunt capabili de zbor. Hrana este alcătuită din plante acvatice, semințe diverse, larve, cereale, insecte, pești, melci etc.

Corologie:

În zonele umede din toată România.

Areal:

Rața mare este larg răspândită în emisfera nordică și sudică. În America de Nord: din sudul și centrul Alaskăi până în Mexic, în Insulele Hawaii; în toată Eurasia, din Islanda și sudul Groenlandei și unele zone din Maroc

(Africa de Nord) în vest, Scandinavia în nord, până în Siberia, Japonia și Coreea de Sud în est, Australia și Noua Zeelandă în emisfera sudică.

Habitat, cenologie:

Habitatul preferat este cel din zonele bălților cu stuf, al lacurilor cu apă și vegetație, inclusiv în parcurile urbane, care să îi asigure un mediu propice de adăpost și hrană. Iarna este întâlnită frecvent pe râurile interioare care nu îngheață, urcând pe acestea până în zonă de munte sau se retrag la malul mării cum este cazul celor din Delta Dunării. În iernile grele migrează spre sud.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Fiind o specie foarte comună, cu o răspândire largă în toate bazinele acvatice, atât în zone sălbatice, cât și în zonele urbane, rața mare este un excelent biomonitor al calității habitatelor acvatice. Este ușor de recunoscut. De asemenea, prelevarea probelor de la această specie este realizată cu ușurință.

Importanța generală:

Rața mare este un bun indicator al calității habitatelor acvatice. De-a lungul timpului, a avut mare importanță ca specie cinegetică, fiind una din păsările cele mai vâdate din România.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Columba livia domestica (Gmelin, 1789)

Denumire populară:

Porumbel domestic

Încadrare taxonomică:

Clasa Aves, Ordinul Columbiformes, Familia Columbidae



Descriere taxonomică:

Este ușor de recunoscut, prin talia mare și masivitatea corpului, precum și prin coloritul divers. Provine din porumbelul de stâncă (*Columba livia* Gmelin, 1789) și prezintă multe caractere de la acesta, cum ar fi partea superioară a corpului de culoare gri de cele mai multe ori, târțița albă, două dungi negre pe aripi. Penajul prezintă de cele mai multe ori irizații albastre-verzi.

Biologie:

Porumbeii domestici sunt foarte prolifici, având și patru generații de pui pe an, femelele ajungând la maturitatea sexuală la 7 luni de viață. Cuibul construit este extrem de simplu, format din câteva rămurele și alte materiale. Depun 2–3 ouă, pe care le clocesc 18 zile. După 25–32 de zile de la eclozare, puii pot părăsi cuibul. Hrana lor depinde în cele mai multe cazuri de surse asigurate de om, cum sunt morile, fermele, parcurile sau hrana oferită direct de oameni în orașe. Consumă în mod natural semințe, fructe și uneori nevertebrate, dar pot supraviețui doar cu hrana obținută de la oameni.

Corologie:

În România, este răspândit pe întreg teritoriul țării.

Areal:

Porumbelul domestic este extrem de răspândit în toată lumea, aproape exclusiv în orașe, dar și în unele zone rurale.

Habitat, cenologie:

Porumbelul domestic este bine cunoscut în zonele urbane, la care s-a adaptat foarte bine. Este o pasăre socială,

trăiește în grupuri mari, de zeci de indivizi și cuibărește în mansarde, turnuri de biserică, poduri, pe clădiri etc., sau în adăposturi realizate de crescători. Se hrănește pe sol, unde coboară fără frică în grupuri. În zonele rurale este crescut deseori pentru sport, ornamental sau pentru hrană.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Porumbeii domestici sunt specii sedentare, strâns legate de mediul urban și rural și de hrana obținută de la oameni. Deoarece cresc în număr mare în orașele aglomerate, pot fi monitorizați constant și pot reflecta nivelul poluării, în centrele urbane. Sunt ușor de recunoscut și de capturat pentru analize.

Importanța generală:

În marile centre urbane, când depășesc un anumit grad de aglomerație, porumbeii domestici pot deveni distructivi ai monumentelor și clădirilor importante din punct de vedere arhitectural și pot fi purtători de boli (virusul H5N1). Însă în număr ținut sub control pot avea un impact estetic asupra unor zone urbane, dar și recreativ pentru populație.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Parus major (Linnaeus, 1758)

Denumire populară:

Pițigoii mare

Încadrare taxonomică:

Clasa Aves, Ordinul Passeriformes, Familia Paridae



Descriere taxonomică:

Este ușor de recunoscut, fiind o pasăre mică, cu un penaj colorat intens în galben, cu nuanțe de verzui pe spate, creștetul capului de un negru lucios. De la bărbie pornește o bandă neagră care se întinde pe piept.

Biologie:

Cuibărește în scorburi, cuiburi părăsite de ciocănitari, crăpăturile zidurilor, adesea în țevile gardurilor metalice. Acceptă și cuiburile artificiale. Pe timpul verii se hrănește în principal cu insecte și păianjeni, iar, în anotimpul rece, cu fructe și semințe. Cuibărește de obicei de două ori pe an, având o pontă formată din 5–12 ouă. Perioada de incubare este de 12–15 zile. Puii sunt altriciali, fiind hrăniți de ambii părinți.

Corologie:

În România, este răspândit pe întreg teritoriul țării.

Areal:

Cuibărește în aproape tot Palearcticul de Vest. Este răspândit în toată Europa, cu excepția Islandei și nordul Scandinaviei, inclusiv în numeroase insule mediteraneene. În nordul Africii se găsește în Maroc, Algeria și Tunisia, de asemenea în Orientul mijlociu și o parte din Asia centrală, din nordul Iranului și Afganistan până în Mongolia, către nordul Asiei, de la Munții Ural către est, nordul Chinei și Valea Amur.

Habitat, cenologie:

Preferă ca habitat pădurile de amestec și de foioase, la liziera pădurii. În pădurile dese, cu vegetație densă preferă marginile luminișurilor. Cuibărește frecvent în parcuri și grădini urbane.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Este o specie sedentară, putând fi monitorizată în tot cursul anului. Deoarece cuibărește frecvent în cuiburi

artificiale este ușor de folosit în studii in situ. Este ușor de recunoscut și capturat, pentru prelevarea probelor. A fost folosit cu succes ca bioindicator, fiind utilizate probe de pene și organe, ouă și conținutul lor. Studii în această direcție s-au desfășurat în special în Belgia

Importanța generală:

Specie importantă în lanțul trofic, fiind consumatoare de insecte dăunătoare.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Passer domesticus (Linnaeus, 1758)

Denumire populară:

Vrabia de casă

Încadrare taxonomică:

Clasa Aves, Ordinul Passeriformes, Familia Passeridae

**Descriere taxonomică:**

Păsări ușor de recunoscut, de dimensiuni mici, cu un colorit general maro-pestriț, cu burta albicioasă. Masculul prezintă pe cap un penaj gri și bărbie negricioasă. Femelele au un colorit mai șters.

Biologie:

Vrabia de casă este o specie monogamă, de obicei făcând pereche pe viață. Își construiește cuibul în diferite medii, de regulă în scorburi. Ponta este formată din patru-cinci ouă, uneori mai multe, și crește cam două rânduri de pui pe an. Puii părăsesc cuibul după 11–23 de zile. Ca adult, vrabia de casă se hrănește în mare parte cu semințe, grăunțe și ierburi, dar este o specie oportunistă și ușor adaptabilă și mănâncă cam orice hrană găsește. În orașe, deseori se hrănește pe lângă coșurile de gunoi, pe lângă terasele restaurantelor sau sunt hrănite direct de oameni. O altă parte importantă din dieta lor o constituie insectele, omizile, fluturii, dipterele și afidele.

Corologie:

În România, este răspândită pe întreg teritoriul țării.

Areal:

Vrabia de casă este una dintre cele mai răspândite specii din lume. Arealul său cuprinde aproape în întregime Eurasia, unde este specie nativă, fiind introdusă și extinzându-și arealul și în cea mai mare parte a Americii de Nord, sudul Americii de Sud, Africa de Sud, Australia și Noua Zeelandă.

Habitat, cenologie:

Sunt păsări sociabile, trăiesc în stoluri de câteva zeci de indivizi bine individualizați ierarhic, foarte gălăgioși. Preferă habitatele antropizate, de la marile aglomerări urbane, la sate și ferme.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Vrabia de casă este o specie sedentară, cu preferință pentru habitatele urbane și rurale. Este ușor de recunoscut și de monitorizat. A fost utilizată cu succes ca bioindicator pentru poluarea cu metale grele în zonele urbane, fiind folosite diverse organe, pene, coji de ouă și conținutul acestora. Au fost obținute corelații semnificative între vârsta indivizilor și concentrația de Cu, Pb și Zn.

Importanța generală:

Vrabia de casă este o specie oportunistă, hrănindu-se atât cu semințe și fructe, cât și cu insecte dăunătoare.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Pica pica (Linnaeus, 1758)

Denumire populară:

Coțofană

Încadrare taxonomică:

Clasa Aves, Ordinul Passeriformes, Familia Corvidae



Descriere taxonomică:

Coțofana este o pasăre de dimensiuni medii spre mare, cu o anvergură a aripilor de 52–62 cm și o lungime a corpului (la masculi) de 44–46 cm. Capul, gâtul și pieptul sunt negre-lucioase, cu reflexe albastre și verzi. Picioarele și ciocul sunt negre, irisul este maroniu închis. Sexele sunt similare, însă femela este ușor mai mică.

Biologie:

Coțofana se reproduce începând cu al doilea an de viață, uneori poate forma și stoluri de indivizi tineri, ce se vor reproduce de abia în anul următor. Cuibăritul începe din luna aprilie iar ponta conține de obicei 5–6 ouă. Incubația durează 21–22 de zile și este realizată de femelă. Puii deschid ochii la 6–7 zile după eclozare. Din punctul de vedere al dietei, coțofana este omnivoră, mănâncă ouăle și puii altor păsări, insecte, semințe și alte vegetale.

Corologie:

În România, este răspândită pe întreg teritoriul țării.

Areal:

Coțofana este o specie larg răspândită în toată Europa, în cea mai mare parte a Asiei și până în Peninsula Kamceatka și Taiwan în est. Alte populații se găsesc în nord-vestul Africii și insulele mediteraneene. Specia a fost introdusă și în Japonia, în insula Kyushu.

Habitat, cenologie:

Preferă habitatele rurale, deschise, cu arbori, fiind aproape absentă în zonele fără arbori sau în pădurile prea dese. Uneori cuibăresc în parcuri și grădini, cu vegetație densă, din zonele suburbane. Sunt păsări sedentare, petrecându-și iarna aproape de locurile de cuibărit,

numai indivizii din nordul Europei coboară spre sud în iernile grele.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Fiind o specie sedentară, coțofana poate furniza date importante privind încărcarea mediului cu metale grele în tot cursul anului, nedepășându-se pe distanțe mari și hrănindu-se în apropierea locurilor de cuibărit. Este frecvent întâlnită, atât în mediul rural, cât și în orașe, fiind studiată de diverși cercetători ca bioindicator al poluării cu Cu și Cd. Este o specie ușor de recunoscut și de către nespecialiști.

Importanța generală:

Deși considerată uneori distrugătoare, deoarece se hrănește, uneori, cu pui și ouă de păsări, specia este benefică, hrănindu-se cu insecte parazite sau cu alte insecte dăunătoare.

1.2.3.4. MAMIFERE

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Nyctalus noctula (Schreber, 1774)

Denumire populară:

Liliacul de amurg

Încadrare taxonomică:

Clasa Mammalia, Ordinul Chiroptera, Familia Vespertilionidae



Descriere taxonomică:

Este o specie de talie mare, cu lungimea antebrăzului cuprins între 48 și 58 mm. Tragusul se lărgțește în partea superioară, având aspect de ciupercă. Plagiopatagiul se inseră pe calcii. Degetul 5 este doar puțin mai lung decât metacarpenele degetelor 3 și 4. Aripile sunt lungi și înguste. Femelele au două mamele. Blana este catifelată, alcatuită din peri scurți, de culoare maroniu-roșiatic, puțin mai deschis pe partea ventrală. Iarna, blana de pe partea dorsală prezintă nuanțe maro-cenușii.

Biologie:

Specia se reproduce în perioada verii, masculii fiind adesea solitari. *Nyctalus noctula* folosește ca adăposturi scorburile (situate la o înălțime de 4–12 m), dar prezintă o adaptare bună și la mediul urban. Are un zbor direct și rapid. Vânează la înălțimi considerabile (10–50 m). Poate parcurge distanțe mari, chiar până la 1000 km. Hibernează în scorburile copacilor, în fisurile de la stâncării, clădiri, poduri, dar și în adăposturi subterane. Este o specie insectivoră.

Corologie:

În România, specia a fost identificată pe întreg teritoriul țării.

Areal:

Paleartic (Europa, Rusia, Caucaz, Peninsula Iberică).

Habitat, cenologie:

Specia a fost identificată în diverse tipuri de ecosisteme, cu precădere în cele forestiere și de stâncărie, dar și în ecosisteme urbane.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia are o largă răspândire în România. Este o specie comună, cu o rată de reproducere foarte mare. S-a identificat, în probe de păr, prezența următoarelor metale grele: Pb, Cd, Zn, Cu, Mn.

Importanța generală:

Este inclusă în lista speciilor protejate IUCN, ca specie neamenințată cu dispariția (LC). Este o specie cu rol în menținerea echilibrului dinamic al ecosistemelor, participând la reglarea populațiilor de insecte.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Pipistrellus pipistrellus (Schreber, 1774)

Denumire populară:

Liliacul pitic

Încadrare taxonomică:

Clasa Mammalia, Ordinul Chiroptera, Familia Vespertilionidae



Descriere taxonomică:

Specie de talie foarte mică, având lungimea antebrațului cuprinsă între 29,2 și 33,5 mm. Vârful primului premolar superior este vizibil între canin și al doilea premolar superior, fiind plasat în interiorul șirului dentar. Al doilea incisiv superior este mai mic decât vârful secundar al primului incisiv superior. Cei trei cuspizi ai incisivilor sunt în trepte succesive, vizibili destul de bine și cu ochiul liber. În general, nu există spațiu între al doilea și al treilea incisiv de pe mandibulă, aceștia aflându-se în contact direct. Nu prezintă fire de păr pe partea inferioară a uropatagiului și de-a lungul tibiei. Botul este alungit, bulbii glandulari sunt albi, sau câteodată, gri-albicioși. Partea interioară a urechii este mai lungă (8–9 mm) în comparație cu alte specii. Porțiunea de patagiu cuprinsă între prima încheietură al celui de-al cincilea deget și cot nu este divizată de nervură, iar porțiunea de membrană de deasupra este destul de scurtă, neextinzându-se ca de obicei până la antebraț. Blana este deasă, dar nu atât de netedă ca în cazul altor specii și de culoare maro închis pe spate, adesea ruginie, uneori de maro mai deschis, pal. Urechile și botul sunt de culoare negricioasă, dar unii adulții prezintă o zonă palidă în jurul ochilor. Fața și urechile diferă clar de aspectul blănii, prin coloritul lor închis.

Biologie:

Specia are un zbor rapid, agil și vânează în jurul coronamentului copacilor, de-a lungul aleilor, gardurilor vii, peste suprafețe de apă, în jurul stâlpilor de iluminat. Hibernează în scorburile copacilor, în fisurile din stâncării,

clădiri, poduri, dar și în adăposturi subterane naturale sau artificiale. Este o specie insectivoră.

Corologie:

În România, specia a fost identificată pe întreg teritoriul țării.

Areal:

European.

Habitat, cenologie:

Specia prezintă o mare plasticitate ecologică, fiind identificată în ecosisteme forestiere, stâncării, dar și ecosisteme urbane sau rurale. Coloniile pot fi găsite în scorburi, în fisurile arborilor sau sub scoarță, în clădiri sau poduri, în fisurile zidurilor.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia este foarte răspândită și abundentă, adaptându-se bine și în mediul antropizat. S-a identificat, în probe de păr, prezența următoarelor metale grele: Pb, Cd, Zn, Cu, Mn.

Importanța generală:

Este inclusă în lista speciilor protejate IUCN, ca specie neamenințată cu dispariția (LC). Este o specie cu rol în menținerea echilibrului dinamic al ecosistemelor, participând la reglarea populațiilor de insecte.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Apodemus sylvaticus (Linnaeus, 1758)

Denumire populară:

Șoarecele de pădure

Încadrare taxonomică:

Clasa Mammalia, Ordinul Rodentia, Familia Muridae

**Descriere taxonomică:**

Este o specie de talie mică, de 73–105 mm lungime, cu lungimea cozii de 70–100 mm și o greutate de 17–38 g. Botul este alungit, ochii proeminenți, urechile mari. Coadă, cu mai puțin de 180 de solzi, este de regulă mai scurtă decât lungimea capului și a trunchiului, uneori fiind egală cu aceasta. Laba posterioară nu depășește 24 mm. Culoarea blănii este cenușie-cafenie, mai puțin roșcată, pe mijlocul spatelui. Partea inferioară a corpului este cenușie-albicioasă. Pe piept există uneori o pată galbenă, dispusă longitudinal și nu transversal. Coadă este bicoloră, fiind mai întunecată pe fața dorsală. Părțile interne ale membrilor sunt albicioase. Adulții au o tentă mai cenușie pe partea dorsală a corpului. Femelele au 3 perechi de mamele: o pereche pectorală și 2 perechi inghinale. Dimorfismul sexual este slab exprimat.

Biologie:

Șoarecele de pădure se reproduce în perioada martie-octombrie. Femelele nasc 2–9 pui. Pot avea 3–4 generații pe an. Gestația durează 21–23 zile. Durata de viață este de 18–24 luni. Hrana este foarte variată și cuprinde atât componente de origine animală (insecte, larve de nevertebrate), cât și vegetală, dar consumă de preferință semințele și fructele plantelor ierboase și lemnoase, rizomi, tuberculi, rădăcini, frunze, flori și chiar scoarța unor arbori tineri.

Corologie:

În România, specia a fost identificată pe tot teritoriul țării, până la 2000 m altitudine.

Areal:

European, African, Asiatic.

Habitat, cenologie:

Specia trăiește în pădurile de foioase și mixte, dar și în tufărișuri, terenuri agricole.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia este foarte răspândită și abundentă. Are o rată de reproducere foarte mare. În probe de ficat, rinichi, creier au fost identificate metale grele (Cr, Cu).

Importanța generală:

Este inclusă în lista speciilor protejate IUCN, ca specie neamenințată cu dispariția (LC). Este o specie cu rol în descompunerea materiei organice.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Microtus arvalis (Pallas, 1778)

Denumire populară:

Șoarecele de câmp; șoarecele cu coadă scurtă

Încadrare taxonomică:

Clasa Mammalia, Ordinul Rodentia, Familia Crice-
tidae



Descriere taxonomică:

Specia este de talie mică (83–122 mm, cu o greutate de 14–51 g), având blana cu peri scurți, subțiri și moi, de culoare cenușie, cu nuanțe de galben pe spate și cenușiu-albicioasă, ventral. Botul este scurt și rotunjit, cu vibrizele mai mult albe și lungi până la 30 mm. Pavilioanele urechilor vizibile din blană și cu fața lor internă păroasă. Lobul meatului auditiv puțin dezvoltat. Coada reprezintă 1/3 din lungimea capului și a trunchiului. Membrile anterioare au primul deget redus la forma unui tubercul. Degetele III și IV sunt inegale și sunt cele mai lungi. Tuberculii plantari (5) sunt bine dezvoltați, ocupând mai bine de jumătate din suprafața labei. Membrile posterioare sunt mai lungi și mai subțiri și au toate degetele relativ scurte. Tuberculii plantari sunt în număr de 6 și sunt bine dezvoltați.

Biologie:

Șoarecele de câmp se reproduce tot timpul anului. Femelele nasc 3–10 pui. Pot avea 4–5 generații pe an. Gestăția durează 19–21 zile. Durata de viață este de 18–24 luni. Consumă plante tinere.

Corologie:

În România, specia a fost identificată din Delta Dunării, Câmpia Română, zone deluroase, montane, până în zonele alpine (2300 m altitudine).

Areal:

European.

Habitat, cenologie:

Specia trăiește în terenuri înțelenite, culturi furajere, rareori intrând în păduri, și acolo numai în poieni. În

zonele alpine se stabilește în locuri deschise, fără grohotiș și cu vegetație ierboasă abundentă.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia este foarte răspândită și abundentă. Are o rată de reproducere foarte mare. S-a identificat, în probe de oase, prezența următoarelor metale grele: Pb, Fe, Cu, Zn.

Importanța generală:

Este inclusă în lista speciilor protejate IUCN, ca specie neamenințată cu dispariția (LC). Este o specie cu rol în descompunerea materiei organice.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Myodes glareolus (Schreber, 1780)

Denumire populară:

Șoarecele scurmător de pădure

Încadrare taxonomică:

Clasa Mammalia, Ordinul Rodentia, Familia Crice-
tidae



Descriere taxonomică:

Este o specie de talie mică, de lungime 80–110 mm, cu lungimea cozii de 38–60 mm și o greutate de 15–36 g. Are blana deasă cu peri subțiri vara și ceva mai lungi și groși iarna. Culoarea blănii ventral este roșcată, la adulți, și cu amestec de cenușiu, la juvenili. Pe laturile corpului culoarea devine cenușie. Abdomenul și membrele sunt cenușiu-albicioase. Coadă este bicoloră, acoperită cu peri scurți, se termină cu un smoc de peri lungi și negri. Capul este turtit, ochii sunt vizibili, urechile au marginile rotunjite și sunt clar evidente din blană. Femelele au 4 perechi de mamele: două pectorale și două inghinale.

Biologie:

Șoarecele scurmător de pădure se reproduce în perioada aprilie-septembrie. Femelele nasc 2–7 pui. Pot avea 3–4 generații pe an. Gestația durează 21 zile. Durata de viață este de 18–24 luni. Hrana se compune din părțile verzi ale plantelor, semințe și fructe, ciuperci sau mușchi de pământ. Ca resurse trofice se mai identifică și insectele, rămele, melcii.

Corologie:

În România, specia a fost identificată în toate depresiunile și văile carpatice împădurite, la altitudini cuprinse între 600 și 1800 m.

Areal:

Vestul regiunii Palearctice.

Habitat, cenologie:

Specia trăiește în pădurile de foioase, mixte, de conifere și în luncile și văile însorite, dar acoperite de vegetație bogată.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia este foarte răspândită și abundentă. Are o rată de reproducere foarte mare. S-a identificat prezența următoarelor metale grele: Pb, Cd și Mn.

Importanța generală:

Este inclusă în lista speciilor protejate IUCN, ca specie neamenințată cu dispariția (LC). Este o specie cu rol în descompunerea materiei organice.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Lepus europaeus (Pallas, 1778)

Denumire populară:

Iepurele de câmp

Încadrare taxonomică:

Clasa Mammalia, Ordinul Lagomorpha, Familia Leporidae



Descriere taxonomică:

Este un mamifer de talie medie, având o greutate la maturitate de cca. 4–6,5 kg, cu trup prelungit (62–68 cm), turtit lateral, terminat cu o codiță scurtă, pufoasă și ridicată, capul mic, cu buze groase și foarte mobile, urechi lungi, ovale, acoperite cu păr scurt, ochi mari și bulbucați, picioare anterioare scurte, iar cele posterioare mult mai lungi și acoperite cu păr scurt și des. Caracteristic iepurelui de câmp este faptul că nu se poate deplasa la pas, ci doar prin sărituri, tocmai datorită picioarelor posterioare mult mai lungi. Iepurele de câmp prezintă doi dinți incisivi proeminenți, posterior față de aceștia mai prezintă doi dinți mai mici și ascuțiți. Blana este de culoare cenușiu-cafenie. Vârfurile urechilor și partea dorsală a cozii sunt negre. Iepurele de câmp are mustați lungi și țepoase. Vârful firelor de păr și vârfurile urechilor sunt negre, la fel și vârful codiței.

Biologie:

Iepurele trăiește cca. 10–12 ani, predominante fiind exemplarele de 1–3 ani. Vârsta iepurelui se poate determina în funcție de proeminența caracteristică a piciorului anterior, fragilitatea la rupere a acestora sau după apendicele orbitei. Cea mai exactă metodă este însă cea a cântăririi cristalinelor. Dimorfismul sexual este inexistent. Hrana este diversificată și variază în funcție de anotimp (rădăcini, frunze, fructe etc). Este un animal nocturn și solitar.

Corologie:

În România, specia a fost identificată din Delta Dunării până la limita vegetației forestiere din zonă montană - Munții Carpați, pătrunzând izolat și în golurile alpine (2300 m altitudine).

Areal:

Nearctic, Palearctic, Australian (Europa, America de Nord și Centrală, Asia, Australia, Noua Zeelandă).

Habitat, cenologie:

Specia a fost identificată în toate tipurile de ecosisteme (forestiere, pajiști, tufărișuri, agroecosisteme periurbane). Preferă câmpiile întinse, fertile, cultivate alternativ, astfel încât să aibă la dispoziție și parcele de mărăcinișuri sau mici desișuri. Iepurele de câmp preferă regiunile cu sol cald, permeabil și le evită pe cele reci, argiloase, care rețin apa. Nu agreează zonele agricole de tip monocultură pe suprafețe întinse, deoarece este lipsit de adăpost.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia are o largă răspândire în România. Are o rată de reproducere foarte mare. Este o specie abundentă. S-a identificat prezența următoarelor metale grele, în probe de păr: Pb, Cd, Ni, Al, Cr, Zn, Cu, Fe, Mn.

Importanța generală:

Este inclusă în lista speciilor protejate IUCN, ca specie neamenințată cu dispariția (LC). Specia are și importanță economică, cinegetică.

Fișă de identificare a speciei biomonitor**Denumire științifică:**

Capreolus capreolus (Linnaeus, 1758)

Denumire populară:

Căprioara

Încadrare taxonomică:

Clasa Mammalia, Ordinul Cetartiodactyla, Familia Cervidae

**Descriere taxonomică:**

Lungimea corpului este de 95–150 cm, înălțimea este de 65–100 cm, iar greutatea unui mascul este de 15–50 kg. Corpul și gâtul sunt ușor alungite, ochii mari și vioi. Corpul este ușor și suplu. Urechile late, mai lungi decât jumătate din lungimea capului. Picioarele sunt subțiri și înalte. Membrele posterioare sunt mai lungi decât cele anterioare. Coada este scurtă și neobservabilă din blană. Masculii prezintă coarne drepte și puțin ramificate. Culoarea variază în funcție de anotimp. Vara, în general, roșcată, uneori cafenie pe spate și cenușiu albicioasă pe abdomen. Perii sunt mai scurți pe trunchi și deosebit de scurți pe cap și membre, față de cei din blana de iarnă. Iarna, blana are o culoare cenușie, ce prezintă variabilitate individuală, cu nuanțe deschise sau dimpotrivă -mai închise. Perii sunt lănoși, lungi de 55–65 mm.

Biologie:

Durata sa de viață este de maximum 10 ani, dar poate ajunge și la 15–17 ani. Împerecherea are loc prin lunile iulie-august, iar după 8–9 luni de gestație, femela naște 1–3 pui. Se hrănește cu muguri, ghindă, jir, rugi de mure etc. În general, aceasta se hrănește cu cca. 1000 specii de plante. Are un comportament teritorial, și chiar dacă teritoriul unui mascul se suprapune cu cel al unei femele, în momentul când un alt adult încalcă această delimitare spațială, el va fi exclus.

Corologie:

În România, specia a fost identificată în Transilvania, Banat și nordul Moldovei, mai rar în restul Moldovei, Muntenia și Dobrogea

Areal:

Paleartic (Europa, Rusia, Turcia, Siria, Iraq, Iran, Caucaz).

Habitat, cenologie:

În pădurile de șes și de la munte, mai numeroasă în pădurile mixte, de foioase sau de conifere. Adesea o putem întâlni și în pajiști, zone mai umede, agroecosisteme, dar și în ecosisteme suburbane. Preferă habitatele mozaicate, alcătuite din păduri și zone agricole.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia are o răspândire ubicvistă în România, cu un areal mare de distribuție, fiind identificată în diverse tipuri de ecosisteme ca specie abundentă (euritopă). În diferite organe (rinichi, ficat, păr) s-a identificat prezența urmatoarelor metale grele: Pb, Cd, Ni, Al, Cr, Zn.

Importanța generală:

Este inclusă în lista speciilor protejate IUCN, ca specie neamenințată cu dispariția (LC). Specia are importanță ecologică, intervenind în structura covorului vegetal și în circuitul materiei. Specia are și importanță economică, cinegetică.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Sus scrofa (Linnaeus, 1758)

Denumire populară:

Porc mistreț

Încadrare taxonomică:

Clasa Mammalia, Ordinul Artiodactyla, Familia Suidae



Descriere taxonomică:

Este un animal robust, lungimea corpului atingând 2 m la masculi și 1,5 m la femele. Greutatea variază de la 80 kg la 175 kg, uneori, putând atinge și depăși 300 kg. Culoarea adultului variază: maro, roșu, negru, gri. Coada are o lungime de 15–20 cm, iar la vârf are un smoc mai pârșos. La greabăn atinge o înălțime de până la un metru. Botul este alungit și puternic, terminat cu un disc cartilagos, râțul, în care sunt plasate nările. Dentiția este puternică, caninii fiind foarte dezvoltați. Aceștia sunt recurbați, cu secțiune triunghiulară și lungime până la 28 cm, implantați în maxilarul inferior, circa două treimi din lungimea lor, constituind o redutabilă armă de apărare. Pielea, fiind aspră și îngroșată, contribuie la apărare. Fiecare picior are câte patru degete, din care două bine dezvoltate, cu copite puternice, iar celelalte două sunt rudimentare și plasate pe fața internă a piciorului, ca niște pinteni. Blana adulților este formată din peri lungi și aspri, despicați la vârf. Pe ceafă, de-a lungul spinării, crește o coamă alcătuită din peri lungi și aspri.

Biologie:

Activitatea sa este preponderent nocturnă. Mistrețul manifestă un instinct de asociere în grupuri, denumite ciurde, conduse de femele bătrâne. Masculii ajunși la maturitate preferă însă viața solitară. Durata de viață este de 15–20 ani. Perioada de împerechere este iarna, între lunile noiembrie - decembrie. Gestația durează 17 săptămâni, după care fiecare femelă are 5–10 purcei cu care

rămâne până în noiembrie anul următor. Este un animal omnivor, hrănindu-se cu rădăcini și tulpini subterane, fructe de pădure, plante agricole, larve, râme, gasteropode, ouă de păsări, cadavre. În general 85% din hrana sa este de origine vegetală.

Corologie:

În România, populează pădurile, începând cu Delta și Lunca Dunării, până în Munții Carpați.

Areal:

Paleartic (Europa, Rusia, Asia, Africa).

Habitat, cenologie:

Specia a fost identificată cu predilecție în pădurile de foioase (în special cu *Quercus* sp.), dar și în pădurile de foioase în amestec cu conifere, în habitate deschise precum stepe, tufărișuri și agroecosisteme, zone periurbane, acolo unde există sursă de apă și coronament. Se întâlnește și în habitate situate la nivelul mării până la altitudini de 2400 m (chiar și mai mari în Asia).

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia are o largă răspândire în România. Are o rată de reproducere foarte mare. Este o specie abundentă. S-a identificat prezența următoarelor metale grele: Pb, Cd, Ni, Al, Cr, Zn, Fe, Cu, Mn.

Importanța generală:

Este inclusă în lista speciilor protejate IUCN, ca specie neamenințată cu dispariția (LC). Specia are o mare importanță ecologică, intervenind în structura covorului vegetal, în chimia solului, în circuitul materiei. Specia are și importanță economică, cinegetică.

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Meles meles (Linnaeus, 1778)

Denumire populară:

Viezure sau bursuc

Încadrare taxonomică:

Clasa Mammalia, Ordinul Carnivora, Familia Mustelidae



Descriere taxonomică:

Viezurele (bursucul) este un animal de talie mică, cu o lungime a corpului de 70–80 cm. De asemenea, viezurele prezintă o coadă de 12–19 cm. Înălțimea la greabăn este de 30 cm și poate atinge o greutate de 6,5–18 kg. Blana viezurelui are peri lungi, gălbui la bază, negri la mijloc, sur-albicioși către vârf. Pe spate este alb-sur, înspicat cu negru, trecând în roșcat pe laturile corpului și coadă. Pe abdomen și picioare bursucul este negru-cafeniu. Capul și gâtul sunt dungate longitudinal cu alb. Coada este scurtă, stufoasă, de culoare deschisă, sub care se află o glandă cu secreție dezagreabilă, pentru îndepărtarea dușmanilor, când este urmărit. Dimorfismul sexual nu este foarte evident, femela prezentând doar nuanțe ale blănii mai deschise și dimensiuni generale mai reduse. Se întâlnesc foarte rar bursuci complet albi sau albi cu pete castanii întunecate. Urmele viezurelui sunt caracteristice, ușor de recunoscut, având la membrele anterioare gheare mai lungi (cca 2,5 cm) pe când cele de la membrele posterioare nu depășesc 2 cm; adeseori, urmele lăsate de labele anterioare sunt acoperite numai parțial de cele posterioare.

Biologie:

Longevitatea viezurelui este de circa 15 ani. Viezurele este în general un animal solitar, teritorial, masculul căutând femela doar în perioada împerecherii. Maturitatea sexuală este atinsă la vârsta de un an și jumătate. Împerecherea are loc prin iulie-august. Femela naște o singură dată pe an, în februarie-martie, 3–5 pui. Viezurele este

un animal cu activitate preponderant crepusculară și nocturnă. Cea mai mare parte a timpului o petrece în vizuină. Iarna viezurele intră într-o semihibernare. Dintre simțuri, auzul este foarte dezvoltat, mirosul de asemenea, în timp ce văzul este slab. Omnivor fiind, hrana sa este constituită din rădăcini, jir, ghindă, diferite semințe, struguri, fructe de pădure, melci, insecte, răme, pui de iepuri, păsări, ouă, miere de albine. Toamna consumă multe fructe, în special de pădure, precum și cartofi, sfeclă, porumb și alte cereale.

Corologie:

În România, specia a fost identificată din zonă de munte până în Lunca Dunării.

Areal:

Palaearctic (Europa, Rusia)

Habitat, cenologie:

Specia a fost identificată în păduri mixte, de foioase și conifere, tufărișuri, pajiști și agroecosisteme, stâncării, liziere de pădure, grote naturale, pe sub fundațiile locuințelor. Habitatele preferate sunt situate în zonele de deal și câmpie, precum și în zonele montane (marginea pădurilor subcarpatice aflate în apropierea terenurilor cultivate). Evită zonele mlăștinoase și pe cele montane înalte.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia are o largă răspândire în România. Are o rată de reproducere mare. Este o specie abundentă. S-a identificat prezența Hg, în probe de ficat, rinichi și mușchi.

Importanța generală:

Este inclusă în lista speciilor protejete IUCN, ca specie neamenințată cu dispariția (LC).

Fișă de identificare a speciei biomonitor

Denumire științifică:

Vulpes vulpes (Linnaeus, 1758)

Denumire populară:

Vulpea roșie

Încadrare taxonomică:

Clasa Mammalia, Ordinul Carnivora, Familia Canidae



Descriere taxonomică:

Vulpea este mai mică decât câinele obișnuit și evident mai mică decât lupul. Lungimea corpului este cuprinsă între 110 și 130 cm, din care coada are o lungime de 30–40 cm. Vulpea adultă poate ajunge până la 9–10 kg. Botul este lung și ascuțit, prevăzut cu mustați stufoase. Ochii sunt așezați oblic, cu deschiderea pleoapelor îngustă, de culoare roșu-brun, cu pupila contractată, foarte puțin ovală. Buzele sunt subțiri, ornând deschiderea gurii sub forma unui rânjet. Urechile sunt scurte și late, purtate ridicat. Caninii sunt foarte ascuțiți. Premolarul IV de pe maxilarul superior și primul molar de la nivelul mandibulei sunt mai dezvoltate, purtând denumirea de carnișiere. Mandibula nu prezintă mișcări de lateralitate, ci doar în plan vertical. Vulpea prezintă membre scurte, cele din față având cinci degete, iar cele din spate, numai patru. Coada este lungă și stufoasă, 2/3 din lungimea corpului, purtată de obicei în prelungirea spatelui. De la nivelul capului și până la jumătatea spatelui, blana vulpii este roșcată. De la acest nivel, încep să se supra-pună perii lungi, de culoare sură (cu vârful albicios), diminuând intensitatea culorii roșcat. Laturile trunchiului sunt, de asemenea, roșcat-sur. Membrele pe fața anterioară și laterală, precum și fața externă a urechilor sunt de culoare neagră. Culoarea neagră mai este întâlnită și la nivelul comisurilor buzelor. Culoarea albă este regăsită sub bărbie, sub gât și pe burtă.

Biologie:

Împerecherea are loc în perioada ianuarie-februarie. Femela naște pui o singură dată pe an (martie-aprilie),

în vizuini subterane. La naștere, puii (4–6 pui) sunt orbi, ochii lor se deschid după două săptămâni de viață. Femela este mereu în preajma puilor pentru a-i hrăni și apăra. Dacă i se descoperă vizuina, își mută puii în alt loc. Începând cu a doua lună, puii participă la vânatoare. Durata de viață este de 12–14 ani. Aprecierea vârstei se face cu aproximație după tocirea dentiției. Hrana este constituită din insecte, fructe, semințe, ouă, rozătoare, păsări etc.

Corologie:

În România este rapândită pe tot teritoriul țării.

Areal:

Nearctic, Palearctic, Australian (Europa, America de Nord, Africa de Nord, Asia, Australia, Noua Zeelandă)

Habitat, cenologie:

În România, specia a fost identificată din Delta Dunării până la limita vegetației forestiere din zonă montană. Densitatea cea mai mare este la deal și câmpie, unde abundă hrana. Preferă în general habitatele mozaicate: tufărișuri, păduri, ferme agricole, dar și zonele urbane.

Importanța pentru biomonitorizare (caractere care o recomandă pentru biomonitorizare):

Specia are o largă răspândire în România. Are o rată de reproducere mare. Este o specie abundentă. Este bioacumulator pentru urmatoarele metale grele: Hg, Al, Zn, Fe.

Importanța generală:

Este inclusă în lista speciilor protejate IUCN, ca specie neamenințată cu dispariția (LC). Specia are importanță ecologică, participând indirect în circuitul materiei în natură. Specia are și importanță economică, cinegetică.

2. BIOMONITORIZAREA ACTIVĂ

2.1. PRINCIPIILE BIOMONITORIZĂRII ACTIVE

Biomonitorizarea activă utilizează ca biomontori specii care nu se găsesc, în mod obișnuit, în întreg teritoriul monitorizat. Acestea pot fi specii de briofite sau de licheni care se colectează din zone nepoluate (cât mai puțin poluate) sunt spălate, caracterizate, uneori pre-tratate și apoi plasate în aria care trebuie monitorizată. Deși speciile de licheni au o toleranță crescută la stresul abiotic, pentru biomonitorizarea activă sunt preferate speciile de briofite, deoarece acestea au un potențial mai crescut de captare și reținere a multor tipuri de poluanți atmosferici în comparație cu lichenii care sunt mai selectivi. Acest tip de biomonitorizare are o serie de avantaje:

- ▶ nu depinde de prezența speciilor biomonitor într-o anumită zonă, permițând astfel monitorizarea în orice arie de interes;
- ▶ probele sunt mai uniforme (o singură specie cu aceeași origine), ceea ce crește considerabil acuratețea rezultatelor;
- ▶ permite înregistrarea variațiilor temporare; cunoscând încărcătura inițială și perioada exactă de expunere se pot face măsurători precise raportate la timpul de expunere;
- ▶ metoda elimină aportul edafic la contaminarea cu anumite elemente; probele sunt plasate în săculeți deasupra solului, iar aceștia nu mai sunt inundați în perioadele de precipitații de sol solubilizat;
- ▶ nu mai sunt posibile adaptările fenotipice și genotipice care se pot manifesta la speciilor autohtone și care ar putea diminua concentrația tisulară a contaminanților.

Biomonitorizarea activă nu presupune utilizarea biomonitorilor care se dezvoltă în aria de interes, ci transferul acestora în zonă monitorizată. Deși transferul biomonitorilor presupune în cazul plantelor și transplantarea, cea mai utilizată metodă de biomonitorizare activă este cea a amplasării de săculeți care conțin specia biomonitor selectată, cel mai adesea o briofită. Este așa-numita *metodă a săculeților cu mușchi*. Metoda a fost descrisă și testată practic de către Goodman și Roberts încă din anii '70 și este larg utilizată în biomonitorizarea diversilor poluanți atmosferici, în special a metalelor grele (Goodman și Roberts, 1971). Alți poluanți care au fost determinați prin această metodă sunt hidrocarburi aromatice ciclice și bifenilii policlorurați, precum și alte tipuri, dar cu pondere mai scăzută.

Atunci când se aplică metoda transplantării, se utilizează material vegetal viu care, fie se plantează în zonă de interes, fie se montează pe rame de lemn sau polietilenă și apoi se amplasează în punctele de monitorizare.

Utilizarea metodei săculeților trebuie să urmărească îndeplinirea următoarelor condiții:

- ▶ probele să fie ușor de pregătit și manipulat;
- ▶ probele trebuie să permită reproductibilitatea rezultatelor;
- ▶ specia biomonitor utilizată să aibă capacitatea de a reține o gamă cât mai extinsă de poluanți, în concentrații detectabile;
- ▶ captarea poluantului de către probă trebuie să fie eficientă în raport cu perioada de expunere.

2.2. METODE ȘI TEHNICI UTILIZATE ÎN BIOMONITORIZAREA ACTIVĂ

Indiferent de specia de briofite utilizată, biomonitorizarea activă presupune parcurgerea următoarelor etape:

- ▶ selectarea și colectarea speciei de briofite;
- ▶ pregătirea materialului vegetal;
- ▶ tratarea materialului ante-expunere;
- ▶ pregătirea și păstrarea săculeților;
- ▶ stabilirea concentrațiilor inițiale (a valorilor control);
- ▶ amplasarea și expunerea;
- ▶ tratamente post-expunere;
- ▶ păstrarea probelor.

SELECTAREA ȘI COLECTAREA SPECIEI DE BRIOFITE

În selectarea speciei de briofite trebuie avute în vedere calitățile de biomonitor ale acesteia. De asemenea, rezultatele vor fi mai ușor de comparat și de interpretat dacă se utilizează aceeași specie în toate punctele de monitorizare. În același timp, se recomandă ca toți indivizii colectați să provină din același loc. Speciile de briofite cel mai frecvent utilizate în programele de biomonitorizare activă sunt: *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Pseudoscleropodium purum* (Hedw.) Fleisch, *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. și *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp., la care se adaugă și specii aparținând genului *Sphagnum*.

Colectarea se face din zone cât mai puțin poluate și din arii în care populațiile sunt numeroase așa încât presiunea de colectare să fie minimă. De asemenea, se vor efectua colectări din diverse puncte ale populației pentru

ca impactul să fie cât mai redus și populația să se poată regenera mai ușor. Se vor evita populațiile neuniforme, precum și colectarea indivizilor expuși diferit la factorii de mediu.

PREGĂTIREA MATERIALULUI VEGETAL

Materialul colectat trebuie separat de alte specii colectate accidental și apoi selectată cu atenție partea din corm care se va utiliza efectiv în monitorizare. Selectarea doar a unor părți din materialul colectat trebuie făcută în așa fel încât materialul obținut să fie cât mai uniform (să provină din același tip de țesut de la fiecare individ), știut fiind faptul ca potențialul de bioconcentrare poate fi diferit de la țesut la țesut. De obicei se selectează doar creșterile anuale (la speciile care au acest tip de creștere) sau doar partea apicală sau porțiunile verzi ale cormului.

TRATAREA MATERIALULUI ANTE-EXPUNERE

După selectare, materialul poate fi expus unor tratamente sau utilizat ca atare. Tratamentele sunt de mai multe tipuri și, uneori, conduc la omorârea țesuturilor utilizate (tratamente chimice sau termice). În funcție de tipul de tratament utilizat, monitorizarea se poate face cu țesut viu sau mort. De remarcat faptul că unele studii au demonstrat că țesuturile vii nu au un randament mai bun în biomonitorizare, comparativ cu țesuturile inactivate/moarte (Adamo și colab., 2007). Pre-tratamentele sunt variate, dar cel mai des utilizate sunt spălarea cu apă distilată, tratamentele de devitalizare și uscarea.

a. Spălarea cu apă distilată (după caz, bidistilată) se realizează pentru a îndepărta impuritățile și depunerile de suprafață, dar și pentru *activarea* țesuturilor, atunci când monitorizarea se face cu mușchi vii. Se pot efectua una până la șapte spălări succesive, în funcție de cât de încărcat este materialul, dar în general se consideră că trei spălări succesive sunt suficiente. Spălările se pot efectua prin centrifugare ușoară sau în agitator, iar la prima spălare se pot adăuga compuși tensioactivi de tipul Tween 20 (1–3% v/v). De asemenea, în apa distilată se mai poate adăuga metanol (0,5–1% v/v).

b. Tratamentele de devitalizare se aplică atunci când monitorizarea se face cu material inactivat. Acest tip de monitorizare are avantajul că eficiența reținerii poluanților atmosferici este constantă, realizându-se prin mecanisme pasive independente de procesele vitale din țesuturi. Sunt astfel excluse schimbul ionic, precum și alte procese active de captare și reținere a particulelor. Din punct de vedere practic este de preferat, deoarece materialul odată preparat este disponibil oricând și rezultatele sunt mai uniforme. De asemenea,

variabilele induse de metabolismul țesuturilor vii sunt eliminate, acestea fiind o componentă uneori determinantă în evaluare. De exemplu, Fernandez și colab. (2010) a demonstrat că specia de mușchi *Pseudoscleropodium purum* absoarbe diferit diferiți contaminați în funcție de perioadele de creștere. Tratamentele de devitalizare sunt chimice sau termice. Tratamentul chimic constă în imersia probelor de țesut în acizi minerali tari, cum ar fi acidul azotic în concentrații de 0,025–1M sau acidul clorhidric în concentrații de 0,01–0,5M. Tratamentul termic constă în expunerea la temperaturi ridicate, peste 100°C pentru 24 de ore. Spre deosebire de tratamentul cu acid, tratamentul termic are avantajul de a păstra morfologia și structura țesuturilor și în acest fel nu influențează capacitatea de absorbție pasivă.

c. Uscarea probelor se realizează la temperaturi moderate cuprinse între 20–40°C și are scopul de elimina excesul de umiditate consecutivă spălărilor cu apă sau cu acid. Uscarea durează de la câteva ore până la 48 de ore, în funcție de umiditatea materialului.

d. Pregătirea și păstrarea săculeților. Această etapă presupune confecționarea săculeților și includerea probelor de material vegetal în aceștia. Materialul din care sunt confecționați săculeții este unul inert, de tip plasă, cel mai adesea *plastic*, cum ar fi polipropilena sau polietilena. Materialul se poate spăla cu acid diluat înainte de confecționarea săculeților, pentru eliminarea oricăror contaminanți. Rețeaua trebuie să aibă ochiurile suficient de mici, astfel încât să nu se piardă din proba de material și suficient de mari să poate fi străbătută de curenții de aer. În general dimensiuni ale ochiurilor de 0,1–0,2 cm sunt eficiente și satisfac ambele condiții. Forma săculeților poate fi sferică, plată, cilindrică etc. În cele mai multe studii s-au utilizat săculeți de formă sferică (Ares și colab., 2012). Cantitatea de material care se introduce în săculeți variază în funcție de dimensiunile acestuia. În general, se apreciază că un raport de 30 mg cm⁻² este optim (Temple și colab., 1981). După introducerea materialului vegetal, săculeții sunt legați cu fir de nylon și de păstrează până la montarea lor în teren. Pentru evitarea contaminării probelor, săculeții se păstrează în pungi de nylon sigilate (zip-lock) la temperaturi joase (între -10°C și 20°C).

STABILIREA CONCENTRAȚIILOR INIȚIALE

Înainte de amplasarea în teren, din fiecare tip de probă trebuie analizată concentrația fiecărui tip de contaminant care face obiectul studiului. Pentru acuratețea rezultatelor, în determinarea concentrațiilor finale (post-expunere) trebuie să se ia în calcul și valorile concentrațiilor inițiale (control).

AMPLASAREA ȘI EXPUNEREA SĂCULEȚILOR

Amplasarea săculeților în zonele monitorizate se poate face pe suporturi speciale din lemn sau din material plastic la o înălțime variabilă (de la nivelul solului până la 30 m, în funcție de scopul monitorizării) sau se pot agăța de ramurile vegetației existente în zonă. În general, se recomandă amplasarea la o înălțime cuprinsă între 1,5 m (zonă aerului respirabil) și 4 m. Atunci când scopul studiului include corelarea bioacumulărilor cu unele procese fiziologice, se folosesc probe de țesut viu, care după montarea pe suporturi sunt periodic irigate utilizând sisteme de autoirigare sau pulverizarea cu apă distilată de 1–2 ori săptămânal. În acest tip de monitorizare se mai practică suplimentar și umbrirea, tocmai pentru a reduce stresul hidric. Poziționarea săculeților are relevanță doar în cazul delor cu forme plate, care se orientează orizontal în raport cu sursa de poluare. În cazul celor de formă sferică preluarea contaminanților se face din toate direcțiile. Plasarea suporturilor cu săculeți se va face într-o zonă cât mai deschisă, fără obstacole, clădiri etc. De asemenea, montarea pe suporturi se face în așa fel încât săculeții să nu se atingă între ei și nici de suport.

Un alt factor important este numărul de săculeți care trebuie amplasat într-un punct de monitorizare. Deși acesta variază în limite destul de largi, de la 1 la 30, se recomandă mai multe probe, cel puțin 2–3 pentru fiecare sit.

Durata expunerii trebuie să fie suficient de lungă ca să poată permite acumularea contaminanților și suficient de scurtă ca determinarea să fie relevantă (să se poată

corela episoadele de poluare cu bioacumulările). În general, perioadele de expunere variază de la o săptămână la 20 de luni.

TRATAMENTE POST-EXPUNERE

În unele cazuri, probele de mușchi colectate din săculeți sunt spălate cu apă distilată cu scopul de a îndepărta elementele care au aderat la suprafața organelor vegetale expuse surselor de contaminare. De asemenea, această spălare ușoară se aplică atunci când se urmărește și analiza efectului apei meteorice asupra concentrației finale a contaminanților. Atunci când în monitorizare se utilizează țesuturi vii, timpul de spălare trebuie să fie foarte scurt, cel mult 30 secunde, deoarece intervalele mai lungi ar duce la perturbarea echilibrului hidric extracelular și la mobilizarea contaminanților care au aderat la suprafața pereților celulari sau a membranelor.

Păstrarea probelor

Dacă probele nu pot fi analizate imediat după colectarea lor din teren, acestea trebuie sigilate individual în pungi zip-lock și păstrate la temperaturi scăzute (între -10°C și -20°C). Pentru păstrarea probelor pentru un timp îndelungat, acestea trebuie uscate la temperaturi înalte (80°C) pentru inactivarea enzimelor. Materialul vegetal uscat se macină sub formă de pulbere fină și uniformă, se transferă în pungi mici în fracții de 2–5 g care se sigilează (pungi cu zip-lock), se etichetează și se păstrează într-un loc uscat, la întuneric și la 4°C . Se consideră că pregătite astfel probele pot fi păstrate timp nelimitat (Jones și colab., 1991).

3. BIOMONITORIZAREA PASIVĂ

3.1. PRINCIPIILE BIOMONITORIZĂRII PASIVE

În biomonitorizarea pasivă se utilizează exclusiv speciile biomonitor indigene în aria monitorizată. Deoarece este dificil ca pe arii extinse (de exemplu la nivel de țară sau de continent) să fie indigenă aceeași specie biomonitor, acest tip de monitorizare se aplică în general pe arii mai mici (localitate, județ). De asemenea, pentru o mai bună evaluare a calității mediului, se pot utiliza concomitent mai multe tipuri de specii biomonitor (plante superioare, briofite, licheni, ciuperci, mamifere, păsări, artropode etc.).

Principalul avantaj al acestui tip de monitorizare este că sunt excluse dificultățile de acomodare sau aclimatizare care pot surveni în cazul transferului sau transplantării implicate de monitorizarea activă. De asemenea, nu mai sunt necesare etapele de colectare prealabilă a speciei biomonitor și nici de pregătire a probelor înainte de plasarea în aria studiată, sau cele de montare și întreținere, specifice monitorizării active (confectionare săculeți, confectionare suporturi, sistem de umbrire, asigurarea irigației etc.).

În același timp, metoda biomonitorizării pasive are ca principal dezavantaj faptul că este posibilă doar în ariile în care cresc și se dezvoltă speciile biomonitor, ceea ce limitează simțitor selectarea celor mai eficienți biomonitori. Un alt dezavantaj constă în dificultatea asigurării unor măsurători cât mai uniforme care crește direct proporțional cu mărimea ariei monitorizate.

3.2. METODE ȘI TEHNICI UTILIZATE ÎN BIOMONITORIZAREA PASIVĂ

Indiferent de specia biomonitor utilizată, biomonitorizarea pasivă presupune parcurgerea următoarelor etape:

- ▶ identificarea și selectarea speciilor biomonitor indigene în aria de interes;
- ▶ stabilirea punctelor de monitorizare;
- ▶ colectarea de material biologic;
- ▶ păstrarea materialului biologic;
- ▶ pregătirea materialului biologic pentru analize.

IDENTIFICAREA ȘI SELECTAREA SPECIILOR BIOMONITOR INDIGENE ÎN ARIA DE INTERES

Pentru selectarea speciei biomonitor se vor face deplasări în teren în aria de monitorizare și se vor identifica speciile indigene care au calități de biomonitor. Pentru

replicabilitatea rezultatelor se recomandă ca specia biomonitor selectată să fie relativ uniform răspândită în toată aria monitorizată, astfel încât să permită colectarea de material biologic de la aceeași specie, din toate punctele de monitorizare.

STABILIREA PUNTELOR DE MONITORIZARE

Punctele de biomonitorizare se stabilesc în funcție de scopul urmărit. De exemplu, dacă se urmărește cuantificarea poluării cu metale grele aeropurtate din zonele urbane, punctele de monitorizare se vor amplasa în apropierea zonelor de trafic rutier intens, în proximitatea centralelor termoelectrice sau a altor surse de poluare. La stabilirea punctelor de biomonitorizare se va ține cont și de direcția de circulație a curenților de aer precum și de frecvența emisiilor.

COLECTAREA DE MATERIAL BIOLGIC

Colectarea materialului biologic se va face din punctele de monitorizare la intervale de timp stabilite în funcție de scopul monitorizării. Dacă se urmărește cuantificarea emisiilor pentru un anumit episod de poluare, materialul se va colecta imediat după producerea evenimentului dar și la un anumit interval de timp după încetarea acestuia. Dacă se urmăresc emisiile constante, atunci colectarea materialului se face anual. De asemenea, perioada de colectare depinde de specia biomonitor utilizată. De exemplu, dacă se utilizează specii de arbori cu frunze caduce atunci colectările se fac când frunzele sunt mature și au avut timp să acumuleze, respectiv în lunile august-septembrie. Pentru comparație se pot face colectări și la începutul perioadei de vegetație, respectiv lunile mai-iunie. Dacă se urmărește dinamica unor anumiți poluanți sau poluarea istorică atunci se pot preleva probe de țesut lemnos din inelele anuale de creștere de la speciile lemnoase. De asemenea, se pot utiliza simultan mai multe categorii de specii biomonitor prezente în aria de monitorizare de la care se prelevează elitre, țesut osos, pene, coji de ouă, păr, gheare etc. Materialul biologic prelevat în teren se sigilează în pungi zip-lock care se etichetează.

PĂSTRAREA MATERIALULUI BIOLGIC

Dacă probele nu pot fi analizate imediat după colectarea de pe teren materialul biologic se poate păstra până la 2-3 luni la temperaturi scăzute (între -10°C și -20°C).

Dacă materialul trebuie păstrat pentru un timp mai îndelungat acesta trebuie uscat la temperaturi înalte (80°C) pentru inactivarea enzimelor, după care se măcină fin și se păstrează la rece (4°C), într-un loc uscat și la întuneric. Această metodă se aplică probelor de țesut vegetal. Pentru cele de țesut animal se recomandă fie procesarea imediată, fie păstrarea pentru un timp limitat (1-2 luni) la temperaturi scăzute (-20°C).

PREGĂTIREA MATERIALULUI BIOLOGIC PENTRU ANALIZE

Probele de țesut vegetal și probele de proveniență animală care sunt uscate, cum ar fi fire de păr, pene, țesut osos, unghii, gheare, elitre, coji de ou etc. se mărunțesc foarte fin. Probele umede și în special cele de proveniență animală, se procesează specific, în funcție de metoda de analiză utilizată.

4. PROTOCOL DE BIOMONITORIZARE ACTIVĂ DEZVOLTAT LA NIVEL NAȚIONAL

4.1. STABILIREA PUNCTELOR DE MONITORIZARE

Pentru biomonitorizarea activă s-au considerat ca puncte de monitorizare toate cele 142 de stații fixe de monitorizare a calității aerului din *Rețeaua Națională de Monitorizare a Calității Aerului* (RNMCA). Stațiile de monitorizare sunt răspândite pe întreg teritoriul României iar amplasarea lor este reglementată de legislația națională (Legea 104/2011) fiind conformă cu cerințele prevăzute de normele europene (Directiva 2008/50/CE). Stațiile de monitorizare sunt de mai multe categorii în funcție de principala sursă de poluare și după zonă în care au fost amplasate:

- ▶ 24 stații de tip trafic care evaluează influența traficului asupra calității aerului și au o rază de reprezentativitate de 10–100 m;
- ▶ 57 stații de tip industrial care evaluează influența activităților industriale asupra calității aerului și au o rază de reprezentativitate de 100 m–1km;
- ▶ 37 stații de tip fond urban care evaluează influența așezărilor umane asupra calității aerului și au o rază de reprezentativitate de 1–5km;
- ▶ 15 stații de tip fond suburban care evaluează influența așezărilor umane asupra calității aerului și au o rază de reprezentativitate de 1–5km;

- ▶ 6 stații de tip fond regional care sunt stații de referință pentru evaluarea calității aerului;
- ▶ 3 stații de tip EMEP care monitorizează și evaluează poluarea aerului în context transfrontier la lungă distanță, fiind amplasate în zonă montană, la altitudine medie (Fundata, Semenic și Poiana Stampei).

Reprezentarea punctelor de monitorizare la nivel național poate fi urmărită în Figura 2.

4.2. COLECTAREA ȘI PREGĂTIREA MATERIALULUI VEGETAL

Specia biomonitor selectată pentru biomonitorizarea activă a fost briofitul *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp. Această specie a fost selectată pentru calitățile de biomonitor pe care le întrunește, dintre care cele mai importante sunt:

- ▶ are capacitatea de a tolera, reține și acumula un spectru larg de poluanți atmosferici, inclusiv de metale grele;
- ▶ este larg răspândită în toate pădurile naturale de molid, în jnepenișuri și pajiști subalpine din România;

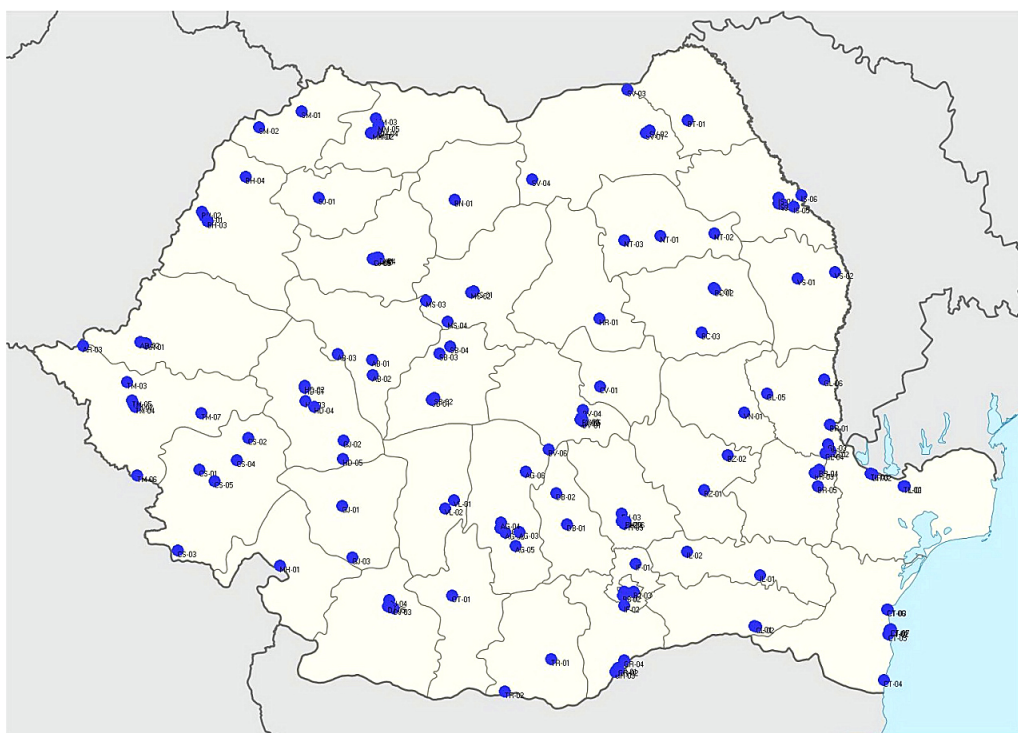


Figura 2. Harta punctelor de monitorizare activă

- ▶ crește abundent și pe suprafețe mari;
- ▶ are creșteri anuale;
- ▶ este ușor de recunoscut, de colectat și de manipulat.

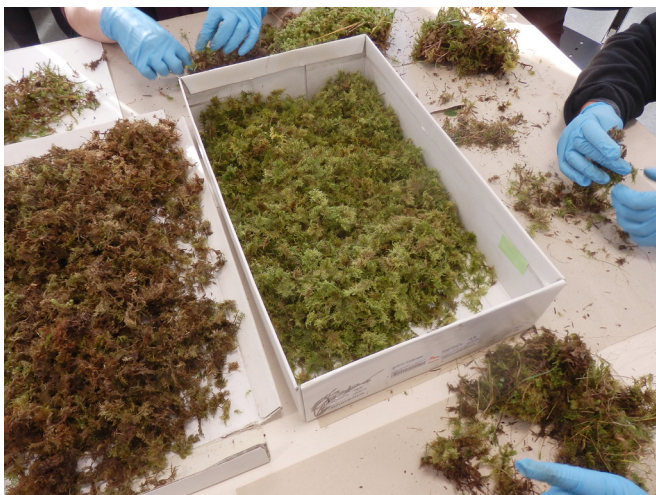

 Figura 3. Colectare material *Hylocomium splendens*

Deși în flora spontană a României sunt prezente mai multe specii de briofite care au calitate de biomonitor, pentru uniformitatea rezultatelor și replicabilitate s-a utilizat exclusiv specia *H. splendens*.

Pentru colectare s-a ales o zonă cât mai puțin poluată și cât mai aproape de București (pentru reducerea costurilor de deplasare). Colectarea materialului s-a făcut din molidișurile naturale din etajul montan al munților Bucegi (Figura 3). Pentru amplasarea de probe în toate punctele de monitorizare activă s-au colectat aproximativ 3 kg de material vegetal.

Materialul vegetal proaspăt a fost mai întâi separat de alte materiale (sol, frunze uscate etc.) și apoi din material au fost selectate doar creșterile din anul în curs. S-a selectat doar creșterea anuală (Figura 4) deoarece uniformitatea probelor asigură și uniformitatea determinărilor, știut fiind faptul că absorbția și reținerea contaminanților nu se face uniform pe toată suprafața cormului. Materialul vegetal separat și sortat a fost apoi uscat la

Figura 4. Selectarea creșterilor anuale



30°C pentru 24 de ore (Figura 5). Creșterile anuale s-au utilizat pentru monitorizare, iar materialul rămas s-a utilizat ca sursă de material pentru campaniile viitoare de monitorizare (vezi paragraful 4.5.).

Din materialul uscat care s-a introdus în săculeții de monitorizare s-au păstrat aproximativ 5–10 g, ca voucher, la temperatură scăzută (–20°C) pentru determinarea încărcăturii inițiale de metale grele.

Pentru confecționarea săculeților s-a utilizat plasa din material inert (Nylon) cu ochiuri mici de 2 mm. S-a optat pentru săculeți de formă sferică deoarece aceștia absorb substanțele poluante pe toată suprafața și din toate direcțiile. Plasa a fost tăiată în pătrate de 12 × 12 cm, în fiecare pătrat introducându-se un gram de material vegetal uscat (Figurile 6 și 7). Săculeții au fost apoi legați cu gută rezistentă (rezistență de rupere 10 kg).

Pentru fiecare punct de monitorizare s-a considerat o serie de 5 săculeți, montați pe același fir de gută și etichetați. Pe etichetă au fost specificate numele instituției care a efectuat biomonitorizarea (Institutul de Biologie București), titlul proiectului în cadrul căruia se efectuează monitorizarea, tipul de monitorizare (monitorizare activă), numărul lotului din care face parte proba de material vegetal, codul stației în care a fost amplasată proba, denumirea științifică a speciei biomonitor utilizată, codul


 Figura 5. *Hylocomium splendens* sortat și uscat


Figura 6. Cântărirea materialului vegetal uscat



Figura 7. Confecționarea săculeților.

numeric al probei și codul de bare aferent fiecărui punct de monitorizare, conform modelului din Figura 8.

Până la montarea în teren, seriile de săculeți au fost sigilate în pungi zip-lock și păstrate la 4°C.

4.3. AMPLASAREA PROBELOR

Deoarece amplasarea săculeților s-a făcut în punctele RNMCA, s-a solicitat mai întâi accesul în perimetrul acestora Direcției Generale Evaluare Impact și Controlul Poluării, respectiv Serviciului Controlul Poluării și Protecția Atmosferei din cadrul Ministerului Mediului Apelelor și Pădurilor. După acordarea accesului (vezi Anexa), probele au fost montate în fiecare dintre cele 142 de stații

Figura 9. Poziționarea probelor în perimetrul stațiilor RNMCA



Institutul de Biologie București
 Proiect BioMonRo - Monitorizare activă
 Lot 1; Anul: 2015; Stația: BT-01
Hylocomium splendens (Hedw.) Schimp.
 Codul probei: 2150101001005



Figura 8. Model de etichetă pentru probele de monitorizare activă

din cadrul RNMCA. Amplasarea s-a făcut prin prinderea pe unul din pereții exteriori ai stației, la o înălțime de cca. 2 m față de nivelul solului, în direcția curenților de aer (Figura 9).

Pentru fiecare probă amplasată a fost completată o fișă (vezi Anexa).

4.4. COLECTAREA ȘI PRELUCRAREA PROBELOR

Pentru colectarea probelor s-a solicitat din nou accesul în perimetrul stațiilor RNMCA. Campania de colectare a probelor a fost organizată la un interval de 4 până la 6 luni de la amplasare. Probele au fost colectate, sigilate în pungi zip-lock și etichetate cu codul de bare aferent fiecărei stații. Fiecare pungă a fost introdusă apoi în plicuri de hârtie pe care au fost notate datele de identificare a probei. Dacă săculeții au fost umezi în momentul colectării, aceștia au fost uscați la temperatura ambientală și apoi sigilați în pungi zip-lock. Până la prelucrarea în laborator, probele au fost menținute la întuneric și la 4°C.

Pentru a putea fi păstrate timp îndelungat, probele au fost uscate la 80°C până la greutate constantă, măcinate și apoi sigilate în pungi zip-lock și stocate la întuneric și la 4°C.

Pentru fiecare probă amplasată a fost completată fișa de biomonitorizare activă (vezi Anexa).

4.5. PROTOCOL DE REDUCERE A PRESIUNII DE COLECTARE A SPECIEI *HYLOCOMIUM SPLENDENS* (HEDW.) SCHIMP. DIN FLORA SPONTANĂ

După separarea creșterilor anuale, materialul provenit de la specia de mușchi *Hylocomium splendens* a fost utilizat pentru cultivare în vederea utilizării în campaniile viitoare de biomonitorizare activă. S-au confecționat rame din lemn având dimensiunile de 1 × 1m pe



Figura 10. Cultivarea materialului de *Hylocomium*.



Figura 11. Detaliu de material pregătit pentru recoltare.

care s-a fixat o plasă cu ochiuri de $0,5 \times 0,5$ cm. Pe plasă s-au montat în strat subțire (1–2 cm) și relativ uniform, exemplarele de *H. splendens*. Ramele s-au plasat pe rafturi în loc umbrit, aerisit și cu umiditate relativă de peste 80%. Exemplarele de *H. splendens* au fost hidratate prin pulverizare cu apă distilată. După cca. o lună creșterile anuale încep să fie observate. Când devin mature acestea se pot colecta (Figurile 10 și 101).

Metoda scade costurile biomonitorizării și are câteva avantaje semnificative:

- ▶ reducerea presiunii de colectare;
- ▶ disponibilitatea materialului pe tot parcursul unui an;
- ▶ materialul este ușor de colectat deoarece doar creșterile anuale străbat ochiurile plasei;
- ▶ materialul este uniform pentru toate punctele de monitorizare (are aceeași origine și se dezvoltă în aceleași condiții);
- ▶ materialul este ferit de sursele de contaminare.

5. PROTOCOL DE BIOMONITORIZARE PASIVĂ DEZVOLTAT LA NIVEL NAȚIONAL

5.1. STABILIREA PUNTELOR DE MONITORIZARE

Stabilirea zonelor țintă pentru biomonitorizarea pasivă a metalelor grele la nivel național s-a realizat prin elaborarea unei hărți a României în sistem standard GIS – rețea (grid regulat) de 10×10 km – și proiecție ETRS89. Harta conține 410 puncte de biomonitorizare (Figura 12). Amplasarea punctelor de biomonitorizare s-a realizat considerându-se trei categorii de zone:

- ▶ cele 142 de puncte de monitorizare în cadrul Rețelei Naționale de Monitorizare a Calității Aerului (RN-MCA) pentru măsurători indicative care să completeze și să complementeze măsurătorile în punctele fixe care se realizează deja în cadrul RNMCA;
- ▶ în zone care deși nu sunt în proximitatea surselor de poluare cu metale grele prezintă semne ale contaminării identificate cu ajutorul bioindicatorilor;
- ▶ în „zone control” în care nu a fost semnalată contaminare cu metale grele (arii protejate, situri Natura 2000).

Punctele de biomonitorizare au fost stabilite în așa fel încât să fie minim 8 puncte de colectare/stații de monitorizare per județ. În acest mod se asigură monitorizarea prezenței și acumulării de metale grele, precum și estimarea dinamicii în timp și spațiu a acestora pe întreg teritoriul României.

Pentru realizarea hărților cu stațiile de monitorizare a bioacumulării metalelor grele din România s-a folosit un registru în care s-au specificat: datele de identificare ale stațiilor de prelevare probe (codul stației, regiunea de dezvoltare, localitatea, adresa, coordonatele GPS, altitudinea, ecologie), tipul stației de prelevare probe, observații în teren utile pentru biomonitorizare, numele persoanei care a completat formularul și data, conform formularului „Registru stațiilor de prelevare probe pentru monitorizarea pe termen lung a bioacumulării metalelor grele din România” (vezi Anexa).

Tabelul centralizat al tuturor celor 410 puncte de monitorizare stabilite poate fi urmărit în Anexă.

5.2. COLECTAREA PROBELOR

Pentru biomonitorizarea pasivă au fost selectate ca specii biomonitor un număr de specii de plante superioare aparținând la șapte genuri, care sunt frecvent întâlnite pe tot cuprinsul României. Acestea sunt:

Populus sp.;

Aesculus hippocastanum;

Betula pendula;

Fraxinus sp.;

Picea abies;

Pinus sp.;

Phragmites australis.

Atunci când în punctele de monitorizare nu s-au regăsit genurile mai sus-menționate, s-a colectat material și de la alte genuri de plante superioare care au specii care întrunesc calități de biomonitor.

Dacă în aria de monitorizare au fost identificate și alte specii biomonitor de la care s-au putut colecta probe atunci s-a procedat și la prelevarea de probe de la aceste specii, precum licheni, briofite, macromicete, artropode, păsări, mamifere etc.

De la plantele superioare au fost colectate doar probe constând din frunze mature (specii cu frunze caduce) și respectiv frunze din anul în curs (la sempervirescente). Cantitatea de material colectat a fost de cca. 150 g. per individ. Frunzele s-au colectat de pe ramurile externe, cele mai expuse poluanților atmosferici, iar atunci când a putut fi determinată direcția curenților de aer, colectarea s-a făcut din zonă expusă acestora.

Din fiecare punct de colectare s-a prelevat material de la trei indivizi aparținând aceleiași specii. Dacă pe o rază de 500m² nu au putut fi identificați trei indivizi aparținând aceleiași specii, atunci s-a colectat material și de la alte specii biomonitor din aria considerată, așa încât pentru fiecare punct de monitorizare să existe câte 3 probe de material vegetal. Materialul vegetal aferent fiecărei probe s-a sigilat în pungi zip-lock care apoi s-au etichetat. Pentru fiecare probă de material colectat s-a completat o fișă de teren în care sunt precizate: codul stației, numărul probei, datele de identificare ale punctului de colectare, denumirea speciei, data colectării etc., conform modelului atașat în Anexă.

Fiecare fișă conține un cod unic de bare specific fiecărei probe colectate cu care va fi etichetată fiecare pungă cu probe (eticheta 1). Separat din fiecare individ de la care s-a colectat material s-au colectat și specimene pentru herbar (de regulă o ramură cu frunze, flori și/sau fructe) care au permis determinarea precisă a speciei. Materialul a fost presat și etichetat separat cu cea de-a doua etichetă din *Fișa de teren* (v. Anexă)

Din fiecare sit de colectare s-au preluat imagini ale zonei (stradă, parc, habitat, puncte de reper), dar și ale individului din care s-a recoltat proba. De asemenea, s-a

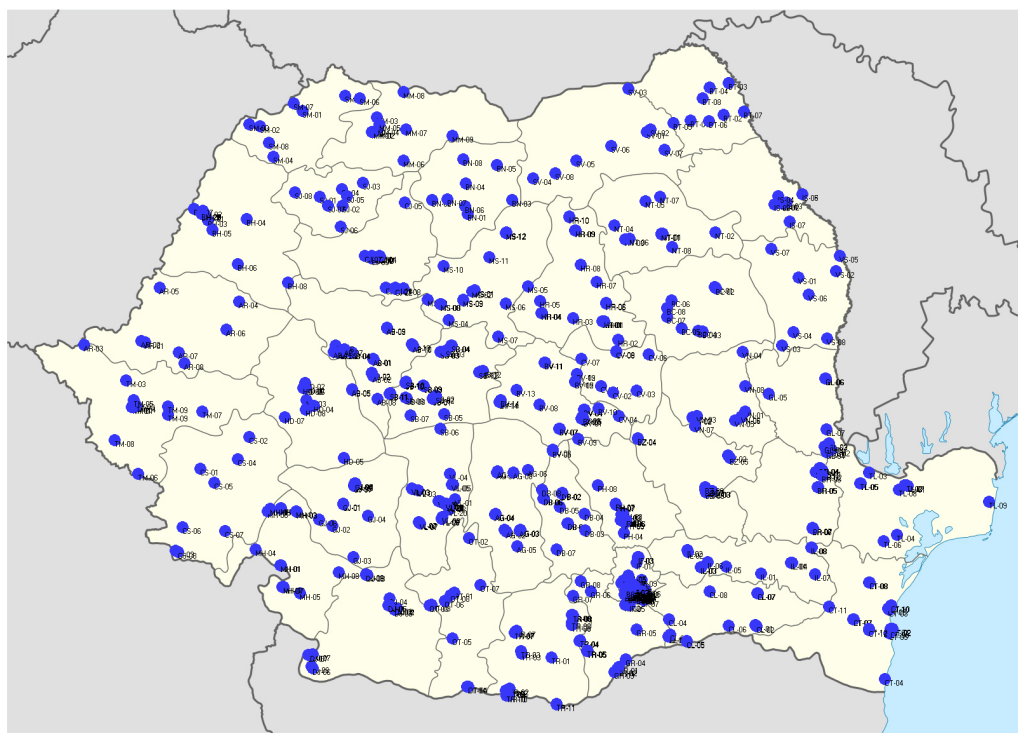


Figura 12. Harta punctelor de monitorizare pasivă

fotografiat orice detaliu relevant pentru monitorizare cum ar fi: simptome fenotipice ale poluării (necroze, clo-roze), un habitus neobișnuit al individului de la care s-a colectat materialul, un detaliu interesant privind zonă din care este colectat materialul etc.

Campaniile de colectare a materialului au fost organizate în plin sezon de vegetație, respectiv în lunile august și septembrie.

Pentru biomonitorizarea pasivă au fost prelevate din teren un total de 1230 de probe de țesut foliar de la plante superioare după cum urmează:

- ▶ județul Alba - 33 de probe;
- ▶ județul Argeș - 24 de probe;
- ▶ județul Arad - 24 de probe;
- ▶ București Sectorul 1 - Ilfov, 18 probe;
- ▶ București Sectorul 2 - 15 probe;
- ▶ București Sectorul 3 - 18 probe;
- ▶ București Sectorul 4 - 24 de probe;
- ▶ București Sectorul 5 - 18 probe;
- ▶ București Sectorul 6 - 15 probe;
- ▶ județul Bacău - 24 de probe;
- ▶ județul Bihor - 33 de probe;
- ▶ județul Bistrița-Năsăud - 24 de probe;
- ▶ județul Brăila - 24 de probe;
- ▶ județul Botoșani - 24 de probe;
- ▶ județul Brașov - 42 de probe;
- ▶ județul Buzău - 24 de probe;
- ▶ județul Cluj - 33 de probe;
- ▶ județul Călărași - 24 de probe;
- ▶ județul Caraș-Severin - 24 de probe;
- ▶ județul Constanța - 36 de probe;
- ▶ județul Covasna - 27 de probe;
- ▶ județul Dâmbovița - 24 de probe;
- ▶ județul Dolj - 21 de probe;
- ▶ județul Gorj - 33 de probe;
- ▶ județul Galați - 24 de probe;
- ▶ județul Giurgiu - 24 de probe;
- ▶ județul Hunedoara - 24 de probe;
- ▶ județul Harghita - 30 de probe;
- ▶ județul Ilfov - 30 de probe;
- ▶ județul Ialomița - 24 de probe;
- ▶ județul Iași - 24 de probe;
- ▶ județul Mehedinți - 24 de probe;
- ▶ județul Maramureș - 27 de probe;
- ▶ județul Mureș - 36 de probe;
- ▶ județul Neamț - 24 de probe;
- ▶ județul Olt - 24 de probe;
- ▶ județul Prahova - 24 de probe;
- ▶ județul Sibiu - 36 de probe;
- ▶ județul Sălaj - 24 de probe;
- ▶ județul Satu-Mare - 24 de probe;
- ▶ județul Suceva - 24 de probe;
- ▶ județul Tulcea - 27 de probe;
- ▶ județul Timiș - 27 de probe;
- ▶ județul Teleorman - 33 de probe;
- ▶ județul Vâlcea - 42 de probe;
- ▶ județul Vrancea - 24 de probe;
- ▶ județul Vaslui - 24 de probe.

La acestea s-au adăugat 254 probe de licheni, 20 de briofite și 49 de probe provenite de la specii de păsări, 50 de probe de macromicete și 16 probe de la alte specii.

5.3. ORGANIZAREA, PĂSTRAREA ȘI PRELUCRAREA PROBELOR

Materialul colectat a fost împărțit în mai multe seturi de probe după cum urmează:

- ▶ 10 g pentru analize la XRF (spectrometru prin fluorescență de raze X);
- ▶ 20 g pentru analize la SAA (spectrometru de absorbție atomică);
- ▶ 10 g pentru analize laborator extern;
- ▶ rezervă de material.

Fiecare tip de probă a fost etichetată cu eticheta corespunzătoare destinației, conform fișei de analiză (vezi modelul din Anexa). Fiecare tip de probă a primit un cod specific de bare. Toate probele au fost sigilate în pungi zip-lock etichetate și păstrate până la analize, la întuneric și la temperaturi scăzute (-10 și -20°C).

Pentru analize materialul vegetal a fost decongelat, uscat la 80°C pentru 24 de ore, mojarat ca pulbere fină și apoi analizat.

De asemenea, materialul de rezervă a fost uscat și mojarat după același protocol și păstrat până la o eventuală utilizare, la întuneric și la 4°C.

ANEXA

TABEL CENTRALIZAT CU PUNCTELE DE MONITORIZARE STABILITE ÎN CADRUL PROTOCOLULUI DE BIOMONITORIZARE PASIVĂ DEZVOLTAT LA NIVEL NAȚIONAL

Nr.crt.	Codul stației	Regiunea	Localitatea	Județul	Zonă vizată
1	AB-01	CENTRU	Alba Iulia	Alba	urban
2	AB-02	CENTRU	Sebeș	Alba	urban
3	AB-03	CENTRU	Zlatna	Alba	urban
4	AB-04	CENTRU	Metș	Alba	pajiște
5	AB-05	CENTRU	Cugir	Alba	pădure, pajiște
6	AB-06	CENTRU	Trâmpoiele	Alba	pajiște
7	AB-07	CENTRU	Feneș	Alba	pajiște
8	AB-08	CENTRU	Șugag	Alba	pădure, pajiște
9	AB-09	CENTRU	Aiud	Alba	urban
10	AB-10	CENTRU	Blaj	Alba	urban
11	AB-11	CENTRU	Dealul Roatei	Alba	pajiște, pădure
12	AG-01	SUD	Pitești	Argeș	urban
13	AG-02	SUD	Pitești	Argeș	urban
14	AG-03	SUD	Radu Negru	Argeș	pădure
15	AG-04	SUD	Budeasa, sat Calotești	Argeș	pădure
16	AG-05	SUD	Oarja	Argeș	agroecosistem
17	AG-06	SUD	Câmpulung	Argeș	pădure
18	AG-07	SUD	Brăduleț	Argeș	pădure
19	AG-08	SUD	Bratia	Argeș	pădure
20	AR-01	VEST	Arad	Arad	zonă urbană
21	AR-02	VEST	Arad	Arad	zonă urbană
22	AR-03	VEST	Nadlac	Arad	zonă urbană
23	AR-04	VEST	Moneasa	Arad	pădure
24	AR-05	VEST	Chișineu-Criș	Arad	pădure
25	AR-06	VEST	Chisindia	Arad	pădure
26	AR-07	VEST	Baratca	Arad	pădure
27	AR-08	VEST	Lipova	Arad	lunca
28	B1-01	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 1	urban
29	B1-02	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 1	urban
30	B1-03	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 1	urban
31	B1-04	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 1	urban
32	B1-06	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 1	urban-parc
33	B1-07	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 1	urban-pădure
34	B2-01	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 2	vegetație de parc antropic, lac
35	B2-02	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 2	urban
36	B2-03	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 2	urban
37	B2-04	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 2	urban
38	B2-05	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 2	urban
39	B3-01	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 3	urban-parc
40	B3-02	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 3	urban-parc
41	B3-03	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 3	urban-parc
42	B3-04	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 3	urban-parc
43	B3-05	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 3	urban-parc
44	B3-06	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 3	urban-parc

Nr.crt.	Codul stației	Regiunea	Localitatea	Județul	Zonă vizată
45	B4-01	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 4	arteră, urban
46	B4-02	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 4	parc
47	B4-03	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 4	arteră, urban
48	B4-04	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 4	parc
49	B4-05	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 4	parc
50	B4-06	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 4	arteră, urban
51	B4-07	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 4	parc
52	B4-08	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 4	arteră, urban
53	B5-01	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 5	urban-parc
54	B5-02	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 5	urban
55	B5-03	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 5	urban
56	B5-04	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 5	urban
57	B5-05	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 5	urban
58	B5-06	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 5	urban
59	B6-01	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 6	zonă urbană
60	B6-02	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 6	zonă urbană
61	B6-03	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 6	zonă urbană
62	B6-04	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 6	zonă urbană
63	B6-05	BUCURESTI-ILFOV	București	Sector 6	zonă urbană
64	BC-01	NORD-EST	Bacău	Bacău	urban
65	BC-02	NORD-EST	Bacău	Bacău	urban
66	BC-03	NORD-EST	Onești	Bacău	urban
67	BC-04	NORD-EST	Slănic Moldova	Bacău	pădure de fag, fânețe
68	BC-05	NORD-EST	Onești	Bacău	urban
69	BC-06	NORD-EST	Moinești	Bacău	urban
70	BC-07	NORD-EST	Dărmănești	Bacău	urban
71	BC-08	NORD-EST	Comănești	Bacău	urban
72	BH-01	NORD-VEST	Oradea	Bihor	urban
73	BH-02	NORD-VEST	Oradea	Bihor	urban
74	BH-03	NORD-VEST	Oradea	Bihor	urban
75	BH-04	NORD-VEST	Oradea	Bihor	urban
76	BH-05	NORD-VEST	com. Tinca	Bihor	pădure
77	BH-06	NORD-VEST	Suplacul de Barcău	Bihor	industrial
78	BH-07	NORD-VEST	Borș	Bihor	ruta transport
79	BH-08	NORD-VEST	Padiș	Bihor	rural
80	BH-20	NORD-VEST	Oradea	Bihor	urban
81	BH-21	NORD-VEST	Oradea	Bihor	urban
82	BH-22	NORD-VEST	Oradea	Bihor	urban
83	BN-01	NORD-VEST	Bistrița-Năsăud	Bistrița Năsăud	urban
84	BN-02	NORD-VEST	Bistrița-Năsăud	Bistrița Năsăud	arie protejată
85	BN-03	NORD-VEST	Bistrița Bargaului	Bistrița Năsăud	arie protejată
86	BN-04	NORD-VEST	Rebrîșoara	Bistrița Năsăud	arie protejată
87	BN-05	NORD-VEST	Maieru	Bistrița Năsăud	arie protejată
88	BN-06	NORD-VEST	Bistrița	Bistrița Năsăud	arie protejată
89	BN-07	NORD-VEST	Sintereag	Bistrița Năsăud	arie protejată
90	BN-08	NORD-VEST	Telciu	Bistrița Năsăud	arie protejată
91	BR-01	SUD-EST	Brăila	Brăila	urban
92	BR-02	SUD-EST	Brăila	Brăila	urban
93	BR-03	SUD-EST	Brăila	Brăila	urban
94	BR-04	SUD-EST	Brăila	Brăila	urban
95	BR-05	SUD-EST	Brăila	Brăila	suburban
96	BR-06	SUD-EST	Brăila	Brăila	zonă umedă
97	BR-07	SUD-EST	Brăila	Brăila	zonă umedă
98	BR-08	SUD-EST	Brăila	Brăila	

Nr.crt.	Codul stației	Regiunea	Localitatea	Județul	Zonă vizată
99	BT-01	NORD-EST	Botoșani	Botoșani	urban
100	BT-02	NORD-EST	Santa Mare	Botoșani	pădure
101	BT-03	NORD-EST	Dorohoi	Botoșani	urban
102	BT-04	NORD-EST	Petricani	Botoșani	urban
103	BT-05	NORD-EST	Cândești	Botoșani	pajiște
104	BT-06	NORD-EST	Flămânzi	Botoșani	rural
105	BT-07	NORD-EST	Ștefănești	Botoșani	pajiște
106	BT-08	NORD-EST	Rădăuți	Botoșani	urban
107	BV-01	CENTRU	Brașov	Brașov	urban
108	BV-02	CENTRU	Brașov	Brașov	urban
109	BV-03	CENTRU	Brașov	Brașov	urban
110	BV-04	CENTRU	comuna Sânpetru	Brașov	urban
111	BV-05	CENTRU	Brașov	Brașov	urban
112	BV-06	CENTRU	comuna Fundata	Brașov	urban
113	BV-07	CENTRU	Zărnești, Piatra Craiului	Brașov	pădure, pajiște, arie protejată
114	BV-08	CENTRU	Șinca Nouă	Brașov	pădure, pajiște
115	BV-09	CENTRU	Predeal	Brașov	urban, pădure
116	BV-10	CENTRU	Prejmer	Brașov	agricol, pădure
117	BV-11	CENTRU	Rupea	Brașov	agricol, pădure
118	BV-12	CENTRU	Homorod	Brașov	agricol, pădure
119	BV-13	CENTRU	Făgăraș	Brașov	pădure, pajiște, agricol
120	BV-14	CENTRU	Sâmbăta de Sus	Brașov	pădure, pajiște, agricol
121	BZ-01	SUD-EST	Buzău	Buzău	urban
122	BZ-02	SUD-EST	Buzău	Buzău	urban
123	BZ-03	SUD-EST	Buzău	Buzău	pajiște, zăvoaie
124	BZ-04	SUD-EST	Buzău	Buzău	păduri
125	BZ-05	SUD-EST	Buzău	Buzău	urban
126	BZ-06	SUD-EST	Buzău	Buzău	industrial
127	BZ-07	SUD-EST	Buzău	Buzău	urban
128	BZ-08	SUD-EST	Buzău	Buzău	trafic
129	CJ-01	NORD-VEST	Cluj	Cluj	urban
130	CJ-02	NORD-VEST	Cluj	Cluj	urban
131	CJ-03	NORD-VEST	Cluj	Cluj	urban
132	CJ-04	NORD-VEST	Cluj	Cluj	urban
133	CJ-05	NORD-VEST	Cluj	Cluj	urban
134	CJ-06	NORD-VEST	Cluj	Cluj	urban
135	CJ-07	NORD-VEST	Cluj	Cluj	urban
136	CJ-08	NORD-VEST	Cheile Turzii	Cluj	arie protejată
137	CJ-20	NORD-VEST	Turda	Cluj	urban
138	CJ-21	NORD-VEST	Turda	Cluj	urban
139	CJ-22	NORD-VEST	Turda	Cluj	urban
140	CL-01	SUD	Călărași	Călărași	urban
141	CL-02	SUD	Călărași	Călărași	urban
142	CL-03	SUD	Căscioarele	Călărași	pădure
143	CL-04	SUD	Budești	Călărași	pădure
144	CL-05	SUD	Oltenița	Călărași	pădure
145	CL-06	SUD	Ciocănești	Călărași	pădure
146	CL-07	SUD	Dragalina	Călărași	agroecosistem
147	CL-08	SUD	Lehliu	Călărași	pădure
148	CS-01	VEST	Reșița	Caraș-Severin	zonă urbană
149	CS-02	VEST	Oțelu Roșu	Caraș-Severin	zonă urbană
150	CS-03	VEST	Moldova Nouă	Caraș-Severin	zonă urbană
151	CS-04	VEST	Buchin	Caraș-Severin	zonă rurală
152	CS-05	VEST	Văliug	Caraș-Severin	pădure, pârtie de ski

Nr.crt.	Codul stației	Regiunea	Localitatea	Județul	Zonă vizată
153	CS-06	VEST	Sasca Montana	Caras-Severin	pădure
154	CS-07	VEST	Eftimie Murgu	Caras-Severin	stâncărie
155	CS-08	VEST	Moldova Nouă	Caras-Severin	iaz de decantare
156	CT-01	SUD-EST	Constanța	Constanța	urban
157	CT-02	SUD-EST	Constanța	Constanța	urban
158	CT-03	SUD-EST	Constanța	Constanța	urban
159	CT-04	SUD-EST	Mangalia	Constanța	urban
160	CT-05	SUD-EST	Constanța	Constanța	urban
161	CT-06	SUD-EST	Navodari	Constanța	urban
162	CT-07	SUD-EST	Constanța	Constanța	urban
163	CT-08	SUD-EST	Navodari	Constanța	pădure, pajiști naturale, culturi
164	CT-09	SUD-EST	Constanța	Constanța	trafic
165	CT-10	SUD-EST	Constanța	Constanța	industrial
166	CT-11	SUD-EST	Cernavoda	Constanța	trafic intens
167	CT-12	SUD-EST	Murfatlar	Constanța	urban
168	CV-01	CENTRU	Sfântu Gheorghe	Covasna	urban
169	CV-02	CENTRU	Reci	Covasna	pădure, pajiște, agricol
170	CV-03	CENTRU	Covasna	Covasna	pădure, pajiște
171	CV-04	CENTRU	Întorsura Buzăului	Covasna	pădure, pajiște
172	CV-05	CENTRU	Târgu Secuiesc	Covasna	pădure, agricol
173	CV-06	CENTRU	Lemnia	Covasna	pădure, pajiște
174	CV-07	CENTRU	Baraolt	Covasna	pădure, pajiște, agricol
175	CV-08	CENTRU	Araci	Covasna	pădure, pajiște, agricol
176	CV-09	CENTRU	Apața	Covasna	pădure, pajiște, agricol
177	DB-01	SUD	Târgoviște	Dâmbovița	urban
178	DB-02	SUD	Fieni	Dâmbovița	urban
179	DB-03	SUD	Bucșani	Dâmbovița	pădure
180	DB-04	SUD	Moreni	Dâmbovița	pădure
181	DB-05	SUD	Gura Vulcanei	Dâmbovița	pădure
182	DB-06	SUD	Voinești	Dâmbovița	pădure
183	DB-07	SUD	Dragodana	Dâmbovița	pădure
184	DB-08	SUD	Malu cu Flori	Dâmbovița	tufărișuri
185	DJ-01	SUD-VEST	Craiova	Dolj	trafic, urban
186	DJ-02	SUD-VEST	Craiova	Dolj	fond, urban
187	DJ-03	SUD-VEST	Craiova	Dolj	trafic, urban
188	DJ-05	SUD-VEST	Craiova	Dolj	fond, suburban
189	DJ-06	SUD-VEST	Ciupercenii Noi	Dolj	urban
190	DJ-07	SUD-VEST	Calafat	Dolj	urban
191	DJ-08	SUD-VEST	Filiași	Dolj	urban
192	GJ-01	SUD-VEST	Tg Jiu	Gorj	urban
193	GJ-02	SUD-VEST	Rovinari	Gorj	industrial
194	GJ-03	SUD-VEST	Turceni	Gorj	urban
195	GJ-04	SUD-VEST	Tg Cărbunești	Gorj	industrial
196	GJ-05	SUD-VEST	Bumbești-Jiu	Gorj	industrial
197	GJ-06	SUD-VEST	Motru	Gorj	industrial
198	GJ-07	SUD-VEST	Sadu	Gorj	industrial
199	GJ-08	SUD-VEST	Defileul Jiului	Gorj	arie protejată
200	GJ-20	SUD-VEST	Bumbești-Jiu	Gorj	urban
201	GJ-21	SUD-VEST	Bumbești-Jiu	Gorj	urban
202	GJ-22	SUD-VEST	Bumbești-Jiu	Gorj	urban
203	GL-01	SUD-EST	Galați	Galați	urban
204	GL-02	SUD-EST	Galați	Galați	urban
205	GL-03	SUD-EST	Galați	Galați	urban
206	GL-04	SUD-EST	Galați	Galați	urban

Nr.crt.	Codul stației	Regiunea	Localitatea	Județul	Zonă vizată
207	GL-05	SUD-EST	Tecuci	Galați	urban
208	GL-06	SUD-EST	Galați	Galați	urban
209	GL-07	SUD-EST	Galați	Galați	pădure
210	GL-08	SUD-EST	Galați	Galați	urban
211	GR-01	SUD	Giurgiu	Giurgiu	urban
212	GR-02	SUD	Giurgiu	Giurgiu	urban
213	GR-03	SUD	Giurgiu	Giurgiu	urban
214	GR-04	SUD	Braniștea	Giurgiu	rural
215	GR-05	SUD	Comana	Giurgiu	pădure
216	GR-06	SUD	Bolintin-Vale	Giurgiu	pădure
217	GR-07	SUD	Sadina	Giurgiu	pădure
218	GR-08	SUD	Vânătorii Mici	Giurgiu	pădure
219	HD-01	VEST	Deva	Hunedoara	zonă urbană
220	HD-02	VEST	Deva	Hunedoara	zonă urbană
221	HD-03	VEST	Hunedoara	Hunedoara	zonă urbană
222	HD-04	VEST	Călan	Hunedoara	zonă urbană
223	HD-05	VEST	Vulcan	Hunedoara	zonă urbană
224	HD-06	VEST	Deva	Hunedoara	pădure de foioase
225	HD-07	VEST	Meria	Hunedoara	pădure de foioase
226	HD-08	VEST	Teliucu Inferior	Hunedoara	haldă de steril
227	HR-01	CENTRU	Miercurea Ciuc	Harghita	urban
228	HR-02	CENTRU	Băile Tușnad	Harghita	pădure, urban
229	HR-03	CENTRU	Vlăhița	Harghita	pădure, pajiște, agricol
230	HR-04	CENTRU	Odorheiu Secuiesc	Harghita	pădure, pajiște, agricol
231	HR-05	CENTRU	Corund	Harghita	pădure, pajiște, agricol
232	HR-06	CENTRU	Frumoasa	Harghita	pădure, pajiște, agricol
233	HR-07	CENTRU	Sândominic	Harghita	pădure, pajiște, agricol
234	HR-08	CENTRU	Gheorghieni	Harghita	pădure, pajiște, agricol
235	HR-09	CENTRU	Borsec	Harghita	pădure, pajiște
236	HR-10	CENTRU	Bilbor	Harghita	pădure, pajiște
237	IF-01	BUCURESTI-ILFOV	Balotești	Ilfov	rural
238	IF-02	BUCURESTI-ILFOV	Măgurele	Ilfov	rural
239	IF-03	BUCURESTI-ILFOV	Snagov	Ilfov	silvostepă
240	IF-04	BUCURESTI-ILFOV	Chitila	Ilfov	rural
241	IF-05	BUCURESTI-ILFOV	Jilava	Ilfov	rural
242	IF-06	BUCURESTI-ILFOV	Pantelimon	Ilfov	Rural
243	IF-07	BUCURESTI-ILFOV	Com. Glina	Ilfov	Rural
244	IF-08	BUCURESTI-ILFOV	Mogoșoaia	Ilfov	urban
245	IF-09	BUCURESTI-ILFOV	Voluntari	Ilfov	rural
246	IF-10	BUCURESTI-ILFOV	Otopeni	Ilfov	urban
247	IL-01	SUD	Slobozia	Ialomița	urban
248	IL-02	SUD	Urziceni	Ialomița	urban
249	IL-03	SUD	Axintele	Ialomița	pădure
250	IL-04	SUD	Țândărei	Ialomița	pădure
251	IL-05	SUD	Căzănești	Ialomița	pădure + teren agricol
252	IL-06	SUD	Butoiu	Ialomița	tufărișuri
253	IL-07	SUD	Făcăeni	Ialomița	pădure
254	IL-08	SUD	Giurgeni	Ialomița	pădure
255	IS-01	NORD-EST	Iași	Iași	urban
256	IS-02	NORD-EST	Iași	Iași	urban
257	IS-03	NORD-EST	Iași	Iași	urban
258	IS-04	NORD-EST	Iași	Iași	urban
259	IS-05	NORD-EST	Iași	Iași	urban
260	IS-06	NORD-EST	Bosia	Iași	rural

Nr.crt.	Codul stației	Regiunea	Localitatea	Județul	Zonă vizată
261	IS-07	NORD-EST	Bârnova	Iași	păduri dacice de stejar și carpen
262	IS-08	NORD-EST	Miroslava	Iași	pădure stepică de stejar
263	MH-01	SUD-VEST	Drobeta Turnu Severin	Mehedinți	urban
264	MH-02	SUD-VEST		Mehedinți	arie protejată
265	MH-03	SUD-VEST	Baia de Aramă	Mehedinți	industrial
266	MH-04	SUD-VEST	Orșova	Mehedinți	urban
267	MH-05	SUD-VEST	Vânju Mare	Mehedinți	industrial
268	MH-06	SUD-VEST		Mehedinți	arie protejată
269	MH-07	SUD-VEST	Devesel	Mehedinți	arie protejată
270	MH-08	SUD-VEST	Breznița-Motru	Mehedinți	industrial
271	MM-01	NORD-VEST	Baia Mare	Maramureș	urban
272	MM-02	NORD-VEST	Baia Mare	Maramureș	urban
273	MM-03	NORD-VEST	Baia Mare	Maramureș	urban
274	MM-04	NORD-VEST	Baia Mare	Maramureș	urban
275	MM-05	NORD-VEST	Baia Mare	Maramureș	urban
276	MM-06	NORD-VEST	Târgu Lăpuș	Maramureș	păduri
277	MM-07	NORD-VEST	Cavnic	Maramureș	mină
278	MM-08	NORD-VEST	Sighetul Marmăției	Maramureș	mlaștini, pajiști, pădure, tufărișuri
279	MM-09	NORD-VEST	Sacel	Maramureș	rural, industrial
280	MS-01	CENTRU	Târgu Mureș	Mureș	urban
281	MS-02	CENTRU	Târgu Mureș	Mureș	urban
282	MS-03	CENTRU	Luduș	Mureș	urban
283	MS-04	CENTRU	Târnăveni	Mureș	urban
284	MS-05	CENTRU	Sovata	Mureș	urban, pădure, pajiște
285	MS-06	CENTRU	Sângeorgiu de Pădure	Mureș	pădure, pajiște
286	MS-07	CENTRU	Sighișoara	Mureș	pădure, pajiște, agricol
287	MS-08	CENTRU	Iernut	Mureș	pădure, agricol
288	MS-09	CENTRU	Ungheni	Mureș	pădure, agricol
289	MS-10	CENTRU	Sânpetru de Câmpie	Mureș	pădure, agricol
290	MS-11	CENTRU	Reghin	Mureș	pajiște, pădure, agricol
291	MS-12	CENTRU	Deda	Mureș	pajiște, pădure, agricol
292	NT-01	NORD-EST	Piatra Neamț	Neamț	urban
293	NT-02	NORD-EST	Roman	Neamț	urban
294	NT-03	NORD-EST	Hânzoaia	Neamț	rural
295	NT-04	NORD-EST	Durau	Neamț	pădure, fânețe montane
296	NT-05	NORD-EST	Agapia	Neamț	pădure, fânețe montane
297	NT-06	NORD-EST	Bicaz	Neamț	pădure
298	NT-07	NORD-EST	Târgu Neamț	Neamț	urban
299	NT-08	NORD-EST	Săvinești	Neamț	urban
300	OT-01	SUD-VEST	Slatina	Olt	urban
301	OT-02	SUD-VEST	Topana	Olt	arie protejată
302	OT-03	SUD-VEST	Balș	Olt	urban
303	OT-04	SUD-VEST	Corabia	Olt	urban
304	OT-05	SUD-VEST	Caracal	Olt	urban
305	OT-06	SUD-VEST	Piatra Olt	Olt	urban
306	OT-07	SUD-VEST	Potcoava	Olt	urban
307	OT-08	SUD-VEST	Slătioara	Olt	urban
308	PH-01	SUD	Ploiești	Prahova	urban
309	PH-02	SUD	Ploiești	Prahova	urban
310	PH-03	SUD	Bleji	Prahova	agroecosistem
311	PH-04	SUD	sat Brazii de Jos, com. Brazi	Prahova	rural
312	PH-05	SUD	Ploiești	Prahova	urban
313	PH-06	SUD	Ploiești	Prahova	urban
314	PH-07	SUD	Plopeni	Prahova	pădure

Nr.crt.	Codul stației	Regiunea	Localitatea	Județul	Zonă vizată
315	PH-08	SUD	Brebu	Prahova	pădure
316	SB-01	CENTRU	Sibiu	Sibiu	urban
317	SB-02	CENTRU	Sibiu	Sibiu	urban
318	SB-03	CENTRU	Copșa Mică	Sibiu	urban
319	SB-04	CENTRU	Mediaș	Sibiu	urban
320	SB-05	CENTRU	Tâlmăci	Sibiu	agricol, pădure
321	SB-06	CENTRU	Lotrioara	Sibiu	pădure, pajiște
322	SB-07	CENTRU	Păltiniș	Sibiu	pădure, pajiște
323	SB-08	CENTRU	Săliște	Sibiu	pădure, agricol
324	SB-09	CENTRU	Ocna Sibiului	Sibiu	pădure, agricol
325	SB-10	CENTRU	Ludoș	Sibiu	pădure, agricol
326	SB-11	CENTRU	Miercurea Sibiului	Sibiu	pădure, agricol
327	SB-12	CENTRU	Agnita	Sibiu	pădure, agricol
328	SJ-01	NORD-VEST	Zalău	Sălaj	urban
329	SJ-02	NORD-VEST	Racaș	Sălaj	pădure
330	SJ-03	NORD-VEST	Lozna	Sălaj	pădure
331	SJ-04	NORD-VEST	Jibou	Sălaj	urban
332	SJ-05	NORD-VEST	Giğăul Almașului	Sălaj	industrial
333	SJ-06	NORD-VEST	Sutoru	Sălaj	trafic, rural
334	SJ-07	NORD-VEST	Bodia	Sălaj	industrial
335	SJ-08	NORD-VEST	Nusfalău	Sălaj	urban
336	SM-01	NORD-VEST	Satu-Mare	Satu-Mare	urban
337	SM-02	NORD-VEST	Carei	Satu-Mare	suburban
338	SM-03	NORD-VEST	Foieni	Satu-Mare	câmpie
339	SM-04	NORD-VEST	Tășnad	Satu-Mare	rural
340	SM-05	NORD-VEST	Călinești-Oaș	Satu-Mare	rural
341	SM-06	NORD-VEST	Negrești-Oaș	Satu-Mare	rural
342	SM-07	NORD-VEST	Sat Petea	Satu-Mare	rural
343	SM-08	NORD-VEST	Comuna Sanislău	Satu-Mare	rural
344	SV-01	NORD-EST	Suceava	Suceava	urban
345	SV-02	NORD-EST	Suceava	Suceava	urban
346	SV-03	NORD-EST	Suceava	Suceava	urban
347	SV-04	NORD-EST	Sat Poiana Stampei	Suceava	mlaștină de turbă
348	SV-05	NORD-EST	Pojorâta	Suceava	pădure, fâneată
349	SV-06	NORD-EST	Zugreni	Suceava	păduri acidofile, pajiști boreale
350	SV-07	NORD-EST	Verești	Suceava	urban
351	SV-08	NORD-EST	Vatra Dornei	Suceava	urban
352	TL-01	SUD-EST	Tulcea	Tulcea	urban
353	TL-02	SUD-EST	Tulcea	Tulcea	urban
354	TL-03	SUD-EST	Isaccea	Tulcea	urban
355	TL-04	SUD-EST	Tulcea	Tulcea	urban
356	TL-05	SUD-EST	Tulcea	Tulcea	pajiște
357	TL-06	SUD-EST	Tulcea	Tulcea	urban
358	TL-07	SUD-EST	Tulcea	Tulcea	urban
359	TL-08	SUD-EST	Mineri	Tulcea	urban
360	TL-09	SUD-EST	Sulina	Tulcea	zonă umedă
361	TM-01	VEST	Timișoara	Timiș	zonă urbană
362	TM-02	VEST	Timișoara	Timiș	zonă urbană
363	TM-03	VEST	Comuna Sinandrei	Timiș	zonă antropizată, rurală
364	TM-04	VEST	Timișoara	Timiș	zonă antropizată, urbană
365	TM-05	VEST	Timișoara	Timiș	zonă antropizată, urbană
366	TM-06	VEST	Moravița	Timiș	zonă antropizată, rurală
367	TM-07	VEST	Lugoj	Timiș	zonă antropizată, urbană
368	TM-08	VEST	Rudna	Timiș	pădure

Nr.crt.	Codul stației	Regiunea	Localitatea	Județul	Zonă vizată
369	TM-09	VEST	Bazoș	Timiș	pădure
370	TR-01	SUD	Alexandria	Teleorman	urban
371	TR-02	SUD	Turnu-Măgurele	Teleorman	urban
372	TR-03	SUD	Troianul	Teleorman	pădure
373	TR-04	SUD	Drăgănești-Vlașca	Teleorman	pădure
374	TR-05	SUD	Brinceni	Teleorman	pădure
375	TR-06	SUD	Blejești	Teleorman	pădure
376	TR-07	SUD	Baldovinești	Teleorman	pădure
377	TR-08	SUD	Videle	Teleorman	pădure
378	TR-09	SUD	Turnu Măgurele	Teleorman	urban
379	TR-10	SUD	Turnu Măgurele	Teleorman	urban
380	TR-11	SUD	Zimnicea	Teleorman	urban
381	VL-01	SUD-VEST	Rm.Vâlcea	Vâlcea	urban
382	VL-02	SUD-VEST	Rm.Vâlcea	Vâlcea	urban
383	VL-03	SUD-VEST	Horezu	Vâlcea	arie protejată
384	VL-04	SUD-VEST	Călimănești	Vâlcea	arie protejată
385	VL-05	SUD-VEST	Muereasca	Vâlcea	arie protejată
386	VL-06	SUD-VEST	Govora	Vâlcea	suburban
387	VL-07	SUD-VEST	Berești	Vâlcea	industrial
388	VL-08	SUD-VEST	Babeni	Vâlcea	industrial
389	VL-20	SUD-VEST	Budești	Vâlcea	pădure, zonă industrială
390	VL-21	SUD-VEST	Râureni	Vâlcea	pădure, zonă industrială
391	VL-22	SUD-VEST	Râureni	Vâlcea	pădure, zonă industrială
392	VL-23	SUD-VEST	Govora	Vâlcea	pădure, zonă industrială
393	VL-24	SUD-VEST	Râureni	Vâlcea	pădure, zonă industrială
394	VL-25	SUD-VEST	Râureni	Vâlcea	pădure, zonă industrială
395	VN-01	SUD-EST	Focșani	Vrancea	urban
396	VN-02	SUD-EST	Vrancea	Vrancea	arie protejată
397	VN-03	SUD-EST	Vrancea	Vrancea	arie protejată
398	VN-04	SUD-EST	Vrancea	Vrancea	zonă industrială
399	VN-05	SUD-EST	Vrancea	Vrancea	trafic
400	VN-06	SUD-EST	Focșani	Vrancea	urban
401	VN-07	SUD-EST	Jitia	Vrancea	industrial
402	VN-08	SUD-EST	Mărășești	Vrancea	trafic
403	VS-01	NORD-EST	Vaslui	Vaslui	urban
404	VS-02	NORD-EST	Huși	Vaslui	urban
405	VS-03	NORD-EST	Tutova	Vaslui	pădure de stejar pufos
406	VS-04	NORD-EST	Bârlad	Vaslui	urban
407	VS-05	NORD-EST	Albița	Vaslui	pajiște
408	VS-06	NORD-EST	Crasna	Vaslui	pajiște
409	VS-07	NORD-EST	Negrești	Vaslui	urban
410	VS-08	NORD-EST	Murgeni	Vaslui	urban

PERMIS ACCES ÎN PERIMETRUL STAȚIILOR RNMCA



MINISTERUL MEDIULUI

DIRECȚIA GENERALĂ EVALUARE IMPACT ȘI CONTROLUL POLUĂRII
SERVICIUL CONTROLUL POLUĂRII ȘI PROTECȚIA ATMOSFEREI

Nr. înreg 95523 /D.M./ 07.10.2015

Către: Agențiile pentru Protecția Mediului
În atenția: Doamnei/Domnului Director executiv
Spre știință: Institutul de Biologie București al Academiei Române (IBB)
Domnului Sorin ȘTEFĂNUȚ, Manager proiect
Agenția Națională pentru Protecția Mediului
Domnului Toma Mihai PETCU, Președinte
S.C. Orion Europe S.R.L.
Domnului Mihai Ștefan ANGHELIU, Director General

Referitor la: accesul reprezentanților IBB în zona stațiilor de monitorizare a calității aerului din Rețeaua Națională de Monitorizare a Calității Aerului (RNMCA) în vederea amplasării unor probe de monitorizare activă

Stimată doamnă/Stimate domn

În cadrul proiectului nr. 3452 din 19.05.2015 “Sistem național de monitorizare pe termen lung a bioacumulării metalelor grele aeropurtate (BIOMONRO)”, contractat în cadrul Programului 004 - “Reducerea substanțelor periculoase”, finanțat din granturi SEE, se vor desfășura activități de amplasare a unor probe de monitorizare activă (săculeți de dimensiuni mici cu material vegetal), în zona tuturor stațiilor de monitorizare a calității aerului din Rețeaua Națională de Monitorizare a Calității Aerului (RNMCA).

Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor, în calitate de Operator de program, trebuie să asigure calitatea implementării acestuia.

Amplasarea acestor probe va fi realizată de către reprezentanți ai Institutului de Biologie București al Academiei Române (IBB), Promotor al proiectului, în **perioada noiembrie-decembrie 2015**, pentru care vă rugăm să permiteți și să sprijiniți accesul în zona stațiilor de monitorizare a calității aerului. Menționăm că MMAP va transmite către IBB, ca persoane de contact, șefii serviciilor monitorizare și laboratoare.

Prezentăm mai jos lista cu echipa proiectului BIOMONRO pentru care s-a solicitat acordul de acces în zona stațiilor de monitorizare a calității aerului, pentru amplasarea probelor de monitorizare activă:

Nr. Crt.	Nume și prenume	Poziția ocupată în proiect
1.	Banciu Cristian	Expert
2.	Constantin Marian	Expert
3.	Dumitrescu Florentina	Tehnician
4.	Maria Gabriel-Mihai	Tehnician

Cu deosebită considerație,

DIRECTOR GENERAL,
Dorina MOCANU





MINISTERUL MEDIULUI



Proiect BIOMONRO

REGISTRUL STAȚIILOR DE PRELEVARE PROBE

REGISTRUL STAȚIILOR DE PRELEVARE PROBE PENTRU MONITORIZAREA PE TERMEN LUNG A BIOACUMULĂRII METALELOR GRELE DIN ROMÂNIA

1. DATE DE IDENTIFICARE ALE STAȚIEI DE PRELEVARE PROBE

- 1.1. Codul stației (gen SV-01):
- 1.2. Regiunea de dezvoltare (selectați): <selectati>
- 1.3. Localitatea:
- 1.4. Județul:
- 1.5. Adresa:
- 1.6. Coordonate GPS
Latitudine (N): ° ' "
Longitudine (E): ° ' "
- 1.7. Altitudine (m):
- 1.8. Ecologie (pădure, pajiște, mlaștină de turbă etc.):

2. TIPUL STAȚIEI DE PRELEVARE PROBE

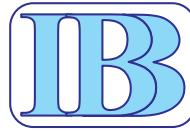
- 2.1. Din Rețeaua Națională de Monitorizare a Calității Aerului (RNMCA):
Codul stației din RNMCA:
- 2.2. Zone ce prezintă semne ale contaminării cu metale grele:
- 2.3. „Zone control” în care nu a fost semnalată contaminare cu metale grele:
Este sit NATURA 2000? (bifați pentru DA / nu bifați pentru NU):
Situl NATURA 2000:
Codul NATURA 2000:

3. OBSERVAȚII

- 3.1. Observații (text):



MINISTERUL MEDIULUI



REGISTRUL STAȚIILOR DE PRELEVARE PROBE

4. NUMELE PERSOANEI CARE A COMPLETAT FORMULARUL

4.1. Nume:

4.2. Prenume:

4.3. Echipa de lucru (gen T2):

DATA COMPLETĂRII FORMULARULUI (format: aaaa.ll.zz)	
--	--

FIȘĂ DE TEREN PENTRU BIOMONITORIZAREA ACTIVĂ



MINISTERUL MEDIULUI



Proiect BIOMONRO

AB-01 Proba nr. 1

Codul de bare al Probei/Stație (TT = 00)

O	A	A	J	J	S	S	P	P	P	T	T	V
2	1	5	2	5	0	1	0	0	1	0	0	5

Fișă de teren – Monitorizare Activă

Regiunea: CENTRU

Judetul: AB



Localitatea: Alba Iulia

Adresa: Str. Lalelelor nr.7B

Grup de organisme: Briofite

Specia: *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp.

Detalii amplasament:

Stație (TT=00)	 2 152501 001005 >
Probă (TT=01)	 2 152501 001012 >
Probă (TT=02)	 2 152501 001029 >

Coordonate GPS: ° ' " N; ° ' " E

Altitudine:

Nr. de săculeți amplasați: 5

Amplasat de:

Data amplasării (Format: aaaa.ll.zz: hh.mm.ss):

Legit:

Data colectării (Format: aaaa.ll.zz: hh.mm.ss):

Nr. de săculeți colectați:

Observații:

Foto:

Data completării formularului:

Numele persoanei care a completat formularul:

Semnătura persoanei care a completat formularul:

FIȘĂ DE TEREN PENTRU COLECTAREA SETULUI DE TREI PROBE PENTRU BIOMONITORIZAREA PASIVĂ



MINISTERUL MEDIULUI



Proiect BIOMONRO

AB-01 Proba nr. 1

Codul de bare al Probei/Stație (TT = 00)

O	A	A	J	J	S	S	P	P	P	T	T	V
1	1	5	2	5	0	1	0	0	1	0	0	6

Fișă de teren

Regiunea: CENTRU

Judetul: AB

Localitatea:

Specia:

Grup de organisme: Briofite ; Licheni ; Macromicete ;

Plante superioare ; Nevertebrate ; Vertebrate ;

Stație (TT=00)	
Probă (TT=01)	
Voucher (TT=02)	

Coordonate GPS: ° ' " N; ° ' " E

Altitudine:

Ecologie:

Legit:

Data colectării:

Determinat:

Data determinării:

Observații:

Data completării formularului:

Numele persoanei care a completat formularul:

Semnătura persoanei care a completat formularul:



MINISTERUL MEDIULUI



Proiect BIOMONRO

AB-01 Proba nr. 2

Codul de bare al Probei/Stație (TT = 00)

O	A	A	J	J	S	S	P	P	P	T	T	V
1	1	5	2	5	0	1	0	0	2	0	0	3

Fișă de teren

Regiunea: CENTRU

Judetul: AB

Localitatea:

Specia:

Grup de organisme: Briofite ; Licheni ; Macromicete ;

Plante superioare ; Nevertebrate ; Vertebrate ;

Stație (TT=00)	 1 152501 002003 >
Probă (TT=01)	 1 152501 002010 >
Voucher (TT=02)	 1 152501 002027 >

Coordonate GPS: ° ' " N; ° ' " E

Altitudine:

Ecologie:

Legit:

Data colectării:

Determinat:

Data determinării:

Observații:

Data completării formularului:

Numele persoanei care a completat formularul:

Semnătura persoanei care a completat formularul:



MINISTERUL MEDIULUI



Proiect BIOMONRO

AB-01 Proba nr. 3

Codul de bare al Probei/Stație (TT = 00)

O	A	A	J	J	S	S	P	P	P	T	T	V
1	1	5	2	5	0	1	0	0	3	0	0	0

Fișă de teren

Regiunea: CENTRU

Judetul: AB

Localitatea:

Specia:

Grup de organisme: Briofite ; Licheni ; Macromicete ;

Plante superioare ; Nevertebrate ; Vertebrate ;

Stație (TT=00)	 1 152501 003000 >
Probă (TT=01)	 1 152501 003017 >
Voucher (TT=02)	 1 152501 003024 >

Coordonate GPS: ° ' " N; ° ' " E

Altitudine:

Ecologie:

Legit:

Data colectării:

Determinat:

Data determinării:

Observații:

Data completării formularului:

Numele persoanei care a completat formularul:

Semnătura persoanei care a completat formularul:

FIȘĂ DE ANALIZE PENTRU SETUL DE TREI PROBE PENTRU BIOMONITORIZAREA PASIVĂ



MINISTERUL MEDIULUI



Proiect BIOMONRO

BT-01 Proba nr. 1

Codul de bare al Probei/Stație (TT = 00)

O	A	A	J	J	S	S	P	P	P	T	T	V
1	1	5	0	1	0	1	0	0	1	0	0	6

Fișă de analize

Regiunea: NORD-EST

Judetul: Botosani

Localitatea:

Specia:

Grup de organisme: Briofite ; Licheni ; Macromicete ;

Plante superioare ; Nevertebrate ; Vertebrate ;

Coordonate GPS: ° ' " N; ° ' " E

Altitudine:

Ecologie:

Legit:

Data colectării:

Determinat:

Data determinării:

Data completării formularului:

Numele persoanei care a completat formularul:

Semnătura persoanei care a completat formularul:

Stație (TT=00)	 1 150101 001006 >
IBB-SFA (TT=03)	 1 150101 001037 >
IBB-XRF (TT=04)	 1 150101 001044 >
EXT-SFA (TT=05)	 1 150101 001051 >
EXT-XRF (TT=06)	 1 150101 001068 >
REZERVĂ (TT=07)	 1 150101 001075 >



Proiect BIOMONRO

BT-01 Proba nr. 3

Codul de bare al Probei/Stație (TT = 00)

O	A	A	J	J	S	S	P	P	P	T	T	V
1	1	5	0	1	0	1	0	0	3	0	0	0

Fișă de analize

Regiunea: NORD-EST

Judetul: Botosani

Localitatea:

Specia:

Grup de organisme: Briofite ; Licheni ; Macromicete ;

Plante superioare ; Nevertebrate ; Vertebrate ;

Coordonate GPS: ° ' " N; ° ' " E

Altitudine:

Ecologie:

Legit:

Data colectării:

Determinat:

Data determinării:

Data completării formularului:

Numele persoanei care a completat formularul:

Semnătura persoanei care a completat formularul:

Stație (TT=00)	 1 150101 003000 >
IBB-SFA (TT=03)	 1 150101 003031 >
IBB-XRF (TT=04)	 1 150101 003048 >
EXT-SFA (TT=05)	 1 150101 003055 >
EXT-XRF (TT=06)	 1 150101 003062 >
REZERVĂ (TT=07)	 1 150101 003079 >



BULETIN DE ANALIZE – BIOMONITORIZARE

1. DATE DE IDENTIFICARE ALE PROBEI

- 1.1. Cod echipament ICPMS: 05
- 1.2. Proba (gen. SV-01, P1):
- 1.3. Codul de bare al probei:

2. METALE GRELE PREVĂZUTE ÎN LEGEA 104/2011

- 2.1. Plumb (Pb): Cantitate acumulată (mg/kg):
- 2.2. Cadmiu (Cd): Cantitate acumulată (mg/kg):
- 2.3. Nichel (Ni): Cantitate acumulată (mg/kg):
- 2.4. Arsen (As): Cantitate acumulată (mg/kg):
- 2.5. Mercur (Hg): Cantitate acumulată (mg/kg):

3. METALE GRELE, ALTELE DECÂT CELE PREVĂZUTE ÎN LEGEA 104/2011, CU EFECTE NEGATIVE ASUPRA MEDIULUI ȘI/SAU SĂNĂTĂȚII OMULUI

- 3.1. Aluminiu (Al): Cantitate acumulată (mg/kg):
- 3.2. Cesium (Cs): Cantitate acumulată (mg/kg):
- 3.3. Crom (Cr): Cantitate acumulată (mg/kg):
- 3.4. Zinc (Zn): Cantitate acumulată (mg/kg):

4. METALE GRELE, DE IMPORTANȚĂ ECONOMICĂ, CU EFECTE NEGATIVE ASUPRA MEDIULUI ȘI/SAU SĂNĂTĂȚII OMULUI

- 4.1. Cobalt (Co): Cantitate acumulată (mg/kg):
- 4.2. Cupru (Cu): Cantitate acumulată (mg/kg):
- 4.3. Fier (Fe): Cantitate acumulată (mg/kg):
- 4.4. Mangan (Mn): Cantitate acumulată (mg/kg):

5. SELECTAȚI SPECIA PENTRU PHYTOMINING?

- 5.1. Specia poate fi folosită în România pentru phytomining? Selectați: ____
- 5.2. Specia este bioindicator?
- 5.3. Specia este biomonitor?
- 5.4. Specia este hiperacumulator?
- 5.5. Dacă este hiperacumulator, pentru ce metal?



MINISTERUL MEDIULUI



Proiect BIOMONRO

BULETIN DE ANALIZE – MONITORIZARE

6. OPINIA EXPERTULUI

6.1. Opinia expertului (text):

7. OBSERVAȚII

7.1. Observații (text):

8. NUMELE PERSOANEI CARE A REALIZAT ANALIZELE

8.1. Nume:

8.2. Prenume:

DATA REALIZĂRII ANALIZELOR (format: aaaa.ll.zz)	
---	--

9. NUMELE PERSOANEI CARE A COMPLETAT FORMULARUL

9.1. Nume:

9.2. Prenume:

DATA COMPLETĂRII FORMULARULUI (format: aaaa.ll.zz)	
--	--

BIBLIOGRAFIE

1. Abdullah M., Fasola M., Muhamma A., Malik S.A., Bostan N., Bokhari H., Kamran M.A., Shafqat M.N., Alamdar A., Khan M., Ali N., Eqani, S.A.M.A.S., 2015. Avian feathers as a non-destructive bio-monitoring tool of trace metals signatures: A case study from severely contaminated areas. *Chemosphere*, 119: 553–561
2. Adamo P., Crisafulli P., Giordano S., Minganti V., Modenesi P, Monaci F., 2007. Lichen and moss bags as monitoring devices in urban areas. Part II: trace element content in living and dead biomonitors and comparison with synthetic materials. *Environmental Pollution*, 146: 392–409
3. Aira MJ, Rodríguez-Rajo FJ, Castro M, Jato V, 2009. Characterization of *Coprinus* spores in the NW of the Iberian Peninsula. Identification and count in aerobiological samples. *Cryptogam Mycol* 30(1):57–66
4. Asano K., Suzuki K., Chiba M., Sera, K., Asan, R., Sakai T., 2005, Twenty-eight element concentrations in mane hair samples of adult riding horses determined by particle-induced X-ray emission. *Biological trace element research*, 107(2): 135–140
5. Ayaş, Z., 2007, Trace element residues in eggshells of grey heron (*Ardea cinerea*) and black-crowned night heron (*Nycticorax nycticorax*) from Nallihan Bird Paradise, Ankara-Turkey. *Ecotoxicology*, 16(4): 347–352
6. Ares A., Aboal J.R., Carballeira A., Giordano S., Adamo P., Fernandez J.A., 2012, Moss bag biomonitoring: a methodological review. *Science of the Total Environment*, 432:143–158
7. Baker A.J.M. și Brooks R.R., 1989, Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements – a review of their distribution, ecology and phytochemistry. *Biorecovery* 1: 81–126
8. Beernaert J., Scheirs J., Leirs H., Blust R., Verhagen, R., 2007. Non-destructive pollution exposure assessment by means of wood mice hair. *Environmental Pollution* 145 (2), 443–451
9. Blum O., 2007. Atmospheric heavy metal deposition in Romania and neighboring countries: comparative evaluation on the basis of all European moss monitoring. pp.: 369–386. În: R.N. Hull și colab. (Eds.), *Strategies to Enhance Environmental Security in Transition Countries*, Springer
10. Broadley M.R., Willey N.J., Wilkins J.C., Baker A.J.M., Mead A., White P.J., 2001, Phylogenetic variation in heavy metal accumulation in angiosperms. *New Phytologist*, 152: 9–27
11. Brooks R.R., 2004, *Plants that hyperaccumulate heavy metals*. CABI Publishing, Eastbourne, UK, ISBN 0851992366, 380pp
12. Bruin M., 1990, Applying biological monitors and neutron activation analysis in studies of heavy-metal air pollution. *IAEA Bulletin*, 4: 22–27
13. Burger J., Nisbet, I.C., Gochfeld, M., 1992. Metal levels in regrown feathers—assessment of contamination on the wintering and breeding grounds in the same individuals. *J Toxicol Environ Health*, 37: 363–374.
14. Burger J., 1993. Metals in avian feathers: bio-indicators of environmental pollution. *Rev Environ Toxicol.*, 5: 203–311.
15. Burger J., Marquez M., Gochfeld M., 1994. Heavy metals in hair of oposum from Palo Verde, Costa Rica. *Archives of Environmental Contamination Toxicology*, 27:472–679.
16. Burger J. și Gochfeld M., 1995a. Biomonitoring of heavy metals in the Pacific Basin using avian feathers. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 14: 1233–1239.
17. Burger J., Gochfeld, M., 1995b. Biomonitoring of heavy metals in the Pacific Basin using avian feathers. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 14 (7): 1233–1239.
18. Burger J. și Gochfeld, M., 2000. Metals in albatross feathers from midway atoll, influence of species, age, and nest location. *Environmental Resources*, 82 (3): 207–210.
19. Burger J., 2002. Food chain differences affect heavy metals in bird eggs in Barnegat Bay, New Jersey. *Environmental Research, Section A*, 90: 33–39.

20. Buse A., Norris D., Harmens H., Bükér P., Ashenden T., Mills G. (Eds.), 2003. Heavy metals in European mosses: 2000/2001 survey. UNECE ICP Vegetation Coordination Centre, CEH Bangor, UK
21. Busuioc G., Stihl C., Dumitru M., 2008. Researches Concerning the Capacity of Some Macromycetes Species for Accumulating Heavy and Rare Metals. Bulletin UASVM, Agriculture 65(2):13–17
22. Butovsky O.R., 2011. Heavy metals in carabids (Coleoptera, Carabidae). ZooKeys, 100: 215–222
23. Chatterjee N., 2006. Biosorption of cadmium by fungi. Master thesis, Deemed University, Patiala
24. Chyla M.A., Zyrnicki W., 2000. Determination of Metal Concentrations in Animal Hair by the ICP Method Comparison of Various Washing Procedures, Biological Trace Element Research, 75:187–193
25. Cid F.D., Gatica-Sosa, C., Antón, R.I., Caviedes-Vidal, E., 2009. Contamination of heavy metals in birds from Embalse La Florida (San Luis, Argentina). Journal of environmental monitoring, 11:2044–205
26. Clark D., Ogasawara P., Smith G. Ohlendorf H., 1989. Selenium accumulation by raccoons exposed to irrigation drainwater at Kesterson National Wildlife Refuge, California. Archives of Environmental Contamination Toxicology, 18:787–94
27. Cesalpino A., 1583, De Plantis Libri, vol.16, Florentiae: 369
28. Cooke J., Andrews S., Johnson M., 1990a. Lead, zinc, cadmium and fluoride in small mammals from contaminated grassland established on fluorspar tailings. Water Air Soil Pollution, 51:43–54
29. Cooke J., Andrews S., Johnson, M., 1990b. The accumulation of lead, zinc, cadmium and fluoride in the wood mouse (*Apodemus sylvaticus* L.). Water Air Soil Pollution, 51:55–63
30. Cole M.M., 1973, Geobotanical and biogeochemical investigation in sclerophyllous woodland and shrub association of the Eastern Goldfield area of Western Australia with particular reference to the role of *Hybanthus floribundus* (Lindl.) F. Muell as nickel indicator and accumulator plant. Applied Ecology, 10: 269–320
31. Corneanu C. G., Corneanu M., Lăcătușu A., Răduțoiu D., Cojocaru L., Ciortan I., 2010, Specii de ciuperci ca indicatori pentru metale grele și / sau radionuclizi. Analele Universității din Craiova, Seria Agricultură – Montanologie – Cadastru, XL(2)
32. Cortet J.G., Gomot-De Vaufleury A., Poinot-Balaguera N., Gomot L., Texier C., Cluzeau D., 1999, The use of invertebrate soil fauna in monitoring pollutant effects. Eur. J. Soil Biol., 35 (3) 115–134
33. Culicov O.A, Mocanu R., Frontasyeva M.V., Yurukova L., Steinnes E., 2005, Active moss biomonitoring applied to an industrial site in Romania: relative accumulation of 36 elements in moss-bags. Environmental Monitoring and Assessment, 108: 229–240. Springer
34. Cumbie P. M., Jenkins, J. H., 1974, Mercury accumulation in native mammals of the southeast. In Proceedings of the 28th Annual Conference of the Southeastern Association of Game and Fish Commissioners : 639–648
35. Dauwe T., Bervoets, L., Blust, R., Pinxten, R., Eens, M., 2000. Can Excrement and Feathers of Nestling Songbirds Be Used as Biomonitors for Heavy Metal Pollution?. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 39: 541–546
36. Dauwe T., Bervoets, L., Janssens, E., Pinxten R., Blust, R., Eens, M., 2002. Great and blue tit feathers as biomonitors for heavy metal pollution. Ecological Indicators, 1:227–234
37. Dauwe T., Bervoets, L., Pinxten, R., Blust, R., Eens, M., 2003. Variation of heavy metals within and among feathers of birds of prey: effects of molt and external contamination. Environ Pollut., 124: 429–436
38. Dauwe T., Janssens, E., Bervoets, L., Blust, R., Eens, M., 2005. Heavy-Metal Concentrations in Female Laying Great Tits (*Parus major*) and Their Clutches. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 49: 249–256
39. Devkota B., Schmidt G.H., 2000, Accumulation of heavy metals in food plants and grasshoppers from the Taigetos Mountains, Greece. Agriculture, Ecosystems and Environment, 78: 85–91
40. Dip R., Stieger C., Deplazes P., Hegglin D., Müller U., Dafflon O., Koch H., Naegeli H., 2001. Comparison of Heavy Metal Concentrations in Tissues of Red Foxes from Adjacent Urban, Suburban, and Rural Areas, Arch. Environ. Contam. Toxicol., 40: 551–556

41. Dmowski K., 1999. Birds as bioindicators of heavy metal pollution: review and examples concerning European species. *Acta Ornithol.*, 34: 1–25
42. Doksopulo E.P., 1961, *Nikel in Roks, Soils, Water and Plants Adjacent to the Chorchanskaya Group*, University of Tbilisi, Georgia [în rusă]
43. Dunlap K, Reynolds A, Bowers P, Duffy L., 2007. Hair analysis in Sled Dogs (*Canis lupus familiaris*) illustrates a linkage of mercury exposure along the Yukon River with human subsistence food systems. *Science of Total Environment*, 385:80–5
44. Elekes C. C., Busuioc G., 2010, The mycoremediation of metals polluted soils using wild growing species of mushrooms. *In: Latest Trends on Engineering Education*, pp. 36–39
45. Eens M., Pinxten, R., Verheyen, R.F., Blust, R., Bervoets, L., 1999. Great and Blue Tits as Indicators of Heavy Metal Contamination in Terrestrial Ecosystems. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 44: 81–85
46. Fernández J.A, Ares A., Rey-Asensio A., Carballeira A., Aboal J.R., 2010, Effect of growth on active biomonitoring with terrestrial mosses. *J Atmos Chem*, 63:1–11
47. Gadd G.M., White C., 1993. Microbial treatment of metal pollution - a working biotechnology? *Trends in Biotechnology*, 11: 353–359
48. Goodale M.W., Evers D.C., Mierzykowski, S.E., Bond, A.L., Burgess, N.M., Otorowski, C.I., Welch, L.J., Scott Hall, C., Ellis J.C., Bradford Allen, R., Diamond, A.W., Kress, S.W., Taylor, R.J., 2008. Marine Foraging Birds As Bioindicators of Mercury in the Gulf of Maine. *EcoHealth.*, 5: 409–425
49. Goodman GT, Roberts TM., 1971, Plants and soils as indicators of metals in the air. *Nature (Lond.)*: 231:287
50. Gongalsky K.B, Zh.V. Filimonova, A.S. Zaitsev, 2010, Relationship between Soil Invertebrate Abundance and Soil Heavy Metal Contents in the Environs of the Kosogorsky Metallurgical Plant, Tula Oblast. *Ekologiya*, 1: 70–73
51. Giurginca A., Munteanu C.M., Stanomir M.L., Niculescu G., Giurginca M., 2010. Assessment of potentially toxic metals concentration in karst areas of the Mehedinți Plateau Geopark (Romania), *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 5 (1): 103 – 110
52. Grue C.E., Hoffman, D.J., Beyer, W.N., Fran-son, L.P., 1986. Lead concentrations and reproductive success in European starling *Sturnus vulgaris* nesting within highway roadside verges. *Environ Pollut.*, 42A: 157–182
53. Foster J. W., 1939, The Heavy Metal Nutrition of Fungi. *The Botanical Review*, 5(4): 207–239
54. Hall J.L., 2002, Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 53: 1–11
55. Helander B., Olsson, A., Bignert, A., Asplund, L., Litzén, K., 2002. The role of DDE, PCB, coplanar PCB and eggshell parameters for reproduction in the white-tailed sea eagle (*Haliaeetus albicilla*) in Sweden. *Ambio*, 31 (5): 386–403
56. Hernández-Moreno D., Casa Resino I., Fidalgo L. E., Llaneza L., Rodríguez F. S., 2013. Non-invasive heavy metal pollution assessment by means of Iberian wolf (*Canis lupus signatus*) hair from Galicia (NW Spain): a comparison with invasive samples, *Environ Monit Assess*, 185:10421–10430
57. Heikens A., Peijnenburg W.J.G.M., Hendriks A.J., 2010. Bioaccumulation of heavy metals in terrestrial invertebrates. *Environmental Pollution*, 113: 385–393
58. Hoodaji M., Ataabadi M., Najafi P., 2012, *Biomonitoring of Airborne Heavy Metal Contamination In Air Pollution - Monitoring, Modelling, Health and Control*, Dr. Mukesh Khare (Ed.), ISBN: 978–953–51–0381–3, InTech, 254pp
59. Hunter B., Johnson M., Thompson D., 1987, Ecotoxicology of copper and cadmium in a contaminated grassland ecosystem. III: Small mammals. *Journal of Applied Ecology*, 24: 601–614
60. Hunter B., Johnson M., Thompson D., 1989. Ecotoxicology of copper and cadmium in a contaminated grassland ecosystem. IV: Tissue distribution and age accumulation in small mammals. *Journal of Applied Ecology*, 26: 89–99
61. ICES, 2003, Report of the Working Group on Seabird Ecology. *ICES CM 2003/C:05*
62. Janssens, E., Dauwe, T., Bervoets. L., Eens, M., 2001. Heavy Metals and Selenium in feathers of Great Tits (*Parus major*) along a pollution gradient. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 20 (12): 2815–2820
63. Jaspers V. L., Covaci A., Deleu P., Neels H., Eens M., 2008. Preen oil as the main source

- of external contamination with organic pollutants onto feathers of the common magpie (*Pica pica*). *Environment international*, 34(6): 741–748
64. Jones Jr. J.B., Wolf B., Mills H.A., 1991. *Plant Analysis Handbook*, Micro-Macro Publishing, Athens, pp. 23–26
65. Ion M., 2008, Centipedes from urban environment. *In: Species Monitoring in the central parks of Bucharest*, Onete M., (Eds.), Ars Docendi, University Bucharest, 79–84
66. Iurian A. R., Hofmann W., Lettner H., Türk R., Cosma C. 2011, Long term study of Cs-137 concentrations in lichens and mosses. *Romanian Journal of Physics*, 56 (7–8): 983–992
67. Jaffré T., Schmid M., 1974, Accumulation du nikel par une Rubiacée de Nouvelle Calédonie: *Psychotria douarrei* (G.Beauvisage) Däniker. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences*, Paris, Série D, 278: 1727–1730
68. Jaffré T., Brooks R.R., Lee J., Reeves R.D., 1976, *Serbetia acuminata* a hyperaccumulator of nickel from New Caledonia. *Science*, 193: 579–580
69. Kalisińska E., Lisowski P., Salicki W., Kucharska T., Kavetska K., 2009. Mercury in wild terrestrial carnivorous mammals from north-western Poland and unusual fish diet of red fox. *Acta Theriologica*, 54 (4): 345–356
70. Kelly P.C., Brooks R.R., Dili S., Jaffré T., 1975, Preliminary observations on the ecology and plant chemistry of some nickel-accumulating plants from New Caledonia. *Proceedings of the Royal Society of London Section B*, 189: 69–80
71. Kierdorf H., Åberg G., Kierdorf U., 2008. Lead concentrations and lead and strontium stable-isotope ratios in teeth of European roe deer (*Capreolus capreolus*), *Eur. J. Wildl Res.*, 54:313–319
72. Kim, J., Koo T.H., 2007. Heavy Metal Distribution in Chicks of Two Heron Species from Korea. *Arch Environ Contam Toxicol.*, 54(4):740–7
73. Khalil M.A., Janssens T.K.S., Berg M., van Straalen N., 2009. Identification of metal-responsive oribatid mites in a comparative survey of polluted soils. *Pedobiologia*, 32 (3):207–221
74. Kovács M., 1992. *Biological indicators in environmental protection*, Ellis Horwood, New York.
75. Larsen R. S., Bell J. N. B., James P. W., Chimonides P. J., Rumsey F. J., Tremper A., Purvis O. W. 2007. Lichen and bryophyte distribution on oak in London in relation to air pollution and bark acidity. *Environmental Pollution*. 146: 332–340
76. Leblanc M., Robinson B.H., Brooks R.R, 1997, Hyperaccumulation de thallium par *Iberis intermedia* (Brassicacée). *Comptes rendus de l'Academie de Sciences*, Paris, Série D
77. Lodenius, M., Solonen, T., 2013. The use of feathers of birds of prey as indicators of metal pollution. *Ecotoxicology*, 22:1319–1334
78. Lucaci A., Timofte L., Culicov O., Frontasyeva M.V., Oprea C., Cucu-Man S., Mocanu R., Steinnes E., 2004. Atmospheric Deposition of Trace Elements in Romania Studied by the Moss Biomonitoring Technique. *Journal of Atmospheric Chemistry*, 49: 533–548. Kluwer Academic Publishers, Netherlands
79. Markert B., 2007, Definitions and principles for bioindication and biomonitoring of trace metals in the environment. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 21(S1): 77–82
80. Markowski, M., Banbura, M., Kalinski, A., Markowski, J., Skwarska, J., Wawrzyniak, J., Zielinski, P., Banbura, J., 2014. Spatial and Temporal Variation of Lead, Cadmium, and Zinc in Feathers of Great Tit and Blue Tit Nestlings in Central Poland. *Arch Environ Contam Toxicol.*, 67: 507–518
81. Maslov B.S., eds. 2002. *Environmental Monitoring, Encyclopedia of life support systems*, EOLSS Publishers, Oxford, UK
82. Mendvedev N., Panichev N., Hyvarinen H., 1997. Levels of heavy metals in seals of Lake Ladoga and the White Sea. *Science of Total Environ.*, 206: 95–105
83. Migliorini M., G. Pigo, T. Caruso, P. Fanciulli, C. Leonzio and F. Bernini, 2005, Soil communities (Acari Oribatida; Hexapoda Collembola) in a clay pigeon shooting range, *Pedobiologia*, 49: 1–13
84. Minguzzi C., Vergnano O., 1948. Il contenuto di nichel nelle ceneri di *Alyssum bertolonii*. *Atti della Societa Toscana di Scienze Naturali*, 55: 49–74
85. Mogîldea D., 2008. Macrofungi in Urban Ecosystem *In Species Monitoring in the Central Parks of Bucharest* Onete M.(Ed.), Ars Docendi, Bucharest, pp. 8–13

86. Mora M.A., 2008. Organochlorine Pollutants and Stable Isotopes in Resident and Migrant Passerine Birds from Northwest Michoacan, Mexico. *Arch Environ Contam Toxicol.*, 55: 488–49
87. Morgan A.J., Morris B., James N., Morgan J.E., Leyshon K., 1986, Heavy metals in terrestrial macroinvertebrates: Species differences within and between trophic levels. *Chemistry in Ecology*, 2: 319–334
88. Nam D.H., Lee D.P., Koo T.H., 2004, Monitoring for lead pollution using feathers of feral pigeons (*Columba livia*) from Korea. *Environmental Monitoring and Assessment*, 95: 13–22
89. Nyholm N., 1996. Measurements of heavy metals in terrestrial birds and mammals. *Proc Symp Development of Environmental Technology in the Barents Region*: 79–98
90. Nyholm N., Sawicka-Kapasta, K., Swiergosz, R., Laczewska, B., 1995, Effects of environmental pollution on breeding populations of birds in southern Poland. *Water Air Soil Pollut.*, 85: 829–834
91. Nash T.H., 1988, Correlating Fumigation Studies with Field Effects, *In: Lichens, Bryophytes and Air Quality*, T.H. Nash, și V. Wirth, (Eds.), *Bibliotheca Lichenologica*, J. Cramer, ISBN 3443580092, University of Michigan, 30: 201–216
92. Nash T. H. 2008. Nutrients, elemental accumulation and mineral cycling. *In: Lichen biology*, Second Edition, Nash T. H. (Ed.), Cambridge University Press, Cambridge: 236–253
93. Obiri-Danso K., Hogarh J.N., Antwi-Agyei P., 2008. Assessment of contamination of singed hides from cattle and goats by heavy metals in Ghana, *African Journal of Environmental Science and Technology*, 2 (8):217–221
94. Oroian G.I., Vitman O., Mihăiescu T., Odagiu A., Paulette L., 2012a, The Air Microelemental Pollution and Trees Health Status. A Case Study: Quantification of Air Pollution with Pb, Using Trees as Bioindicators. *Bulletin UASVM serie Agriculture*, 69(2): 461–463
95. Oroian G.I., Covrig I., Vitman O., Odagiu A., Burduhos P., Milasan A., Sulea C., 2012b, Testing biomonitoring capacity of trees from urban areas. A case study: Cu, Cd, Pb, Zn pollution in Cluj-Napoca, reflected by foliar accumulation of five species located within intense traffic area. Note 1. Results recorded in 2010. *ProEnvironment*, 5: 195–199
96. Oromulu-Vasiliu L., Bărbuceanu D., 2008. Thrips species resistant to urban pollution (Insecta; Tysanoptera). *In: Species Monitoring in the central parks of Bucharest*, Onete M., (Eds.), *Ars Docendi*, University Bucharest, 92–106
97. Owojori O.J., Siciliano D.J., 2012. Accumulation and toxicity of metals (copper, zinc, cadmium, and lead) and organic compounds (geraniol and benzo[a]pyrene) in the oribatid mite *Oppia nitens*. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 31 (7): 639–1648
98. Pakarinen P., Tolonen K., 1976, Regional survey of heavy metals in peat mosses (*Sphagnum*). *Ambio*, 5: 38–40
99. Pokorny B., Ribarič-Lasnik C., 2000, Lead, Cadmium, and Zinc in Tissues of Roe Deer (*Capreolus capreolus*) near the Lead Smelter in the Koroška Region (Northern Slovenia). *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 64(1): 20–26
100. Pyatt B., 1992. Bracket Fungi as Indicators of Atmospheric Pollution, *Environmental Management and Health*, 3(2): 13–15
101. Purvis O. W., Chimonides P. D. J., Jefries T. E., Jones G. C., Rusu A. M., Read H. 2007. Multi-element composition of historical lichen collections and bark samples, indicators of changing atmospheric conditions. *Atmospheric Environment*. 41: 72–80
102. Rascio N., Navari-Izzo F., 2011. Heavy metal hyperaccumulating plants: How and why do they do it and what makes them so interesting? *Plant Science* 180 : 169–181
103. Raulin J., 1869, Etudes chimiques sur la vegetation. *Ann. Sci. Nat. Bot.* 5(11): 93–299
104. Reeves R.D., Baker A.J.M., 2000, Metal-accumulating plants. *In: Raskin I., Ensley B.D., (Eds.) Phytoremediation of toxic metals: using plants to clean up the environment*. New York, USA: John Wiley și Sons Inc, 193–229
105. Riddell J., Jovan S., Padgett P. E., Sweat K. 2011. Tracking lichen community composition changes due to declining air quality over the last century: the Nash legacy in Southern California. *Bibliotheca Lichenologica*. 106: 263–277.
106. Rosamilia S., Gaudino S., Sansone U., Belli M., Jeran Z., Ruisi S., Zucconi L. 2004. Uranium isotopes, metals and other elements in lichens and tree barks collected in Bosnia-Herzegovina. *Journal of Atmospheric Chemistry*, 49:447–460

107. Rühling Å., Tyler G., 1968. An ecological approach to the lead problem. *Botaniska Notiser*, 122: 246–342
108. Rühling Å. (Ed.), 1994. Atmospheric heavy metal deposition in Europe - estimation based on moss analysis. *Nord 1994* (9), Nordic Council Ministers, Copenhagen.
109. Rühling Å., Steinnes E. (Eds.), 1998. Atmospheric heavy metal deposition in Europe 1995–1996. *Nord 1998* (15), Nordic Council Ministers, Copenhagen
110. Russell D.J., Alberti G., 1998. Effects of long-term, geogenic heavy metal contamination on soil organic matter and microarthropod communities, in particular Collembola. *Applied Soil Ecology*, 9: 483–488
111. Seaward M. R. D. 2008. Environmental role of lichens. *In: Lichen biology. Second Edition*, Nash T. H. (Ed.), Cambridge University Press, Cambridge: 297–300
112. Scheifler R. Gomot-de Vaufleury A., Toussaint M.L., Badot P.M, 2002. Transfer and effects of cadmium in an experimental food chain involving the snail *Helix aspersa* and the predatory carabid beetle *Chrysocarabus splendens*. *Chemosphere*, 48: 571–579
113. Scheifler R., Coeurdassier, M., Morilhat, C., Bernard, N., Faivre, B., Flicoteaux, P., Giraudoux, P., Noël, M., Piotte, P., Rieffel, D., de Vaufleury, A., Badot, P.M., 2006. Lead concentrations in feathers and blood of common blackbirds (*Turdus merula*) and in earthworms inhabiting unpolluted and moderately polluted urban areas, *Sci Total Environ.*, 371(1–3): 197–205
114. Servene B.C., Brooks R.R., 1972. A nickel-accumulating plant from Western Australia. *Planta*, 103: 91–94
115. Singh H., 2006. *Mycoremediation: fungal bioremediation*. John Wiley și Sons, ISBN 0470050586, 9780470050583, 608 p
116. Skubala P., Kafel A., 2004. Oribatid mite communities and metal bioaccumulation in oribatid species (Acari, Oribatida) along the heavy metal gradient in forest ecosystems. *Environmental Pollution*, 132: 51–60
117. Skubala P., Zaleski T. 2012. Heavy metal sensitivity bioconcentration in oribatid mites (Acari, Oribatida) gradient study meadow ecosystems. *Science of the Total Environment*, 414, 364–372
118. Spahn, S.A., Sherry, T.W., 1999. Cadmium and lead exposure associated with reduced growth rates, poorer fledging success of little blue heron chicks (*Egretta caerulea*) in South Louisiana wetlands. *Arch Environ Contam Toxicol.*, 37: 377–384
119. Stan O.A., Lucaciu A., Frontasyeva M.V., Steinnes E., 2001. New Results from Air Pollution Studies in Romania. pp. 179–190. *În: Frontasyeva M.V., Perelygin V.P., Vater P. (Eds.), Radionuclides and Heavy Metals in Environment. NATO Science Series, IV/5, Earth and Environment Sciences. Kluwer Academic Publishers, Netherlands*
120. Steiner W.A., 1995. Influence of air pollution on moss-dwelling animals 3. Terrestrial fauna, with emphasis on Oribatida and Collembola, *Acarologia* 36: 149–173
121. Steinnes E., 1977. Atmospheric deposition of trace elements in Norway studied by means of moss analysis. Institut for Atomenergi, Kjeller Report KR-154. Kjeller, Norway
122. Steubing L., Jäger H.J., 1982. Monitoring of air pollutant by plants. Methods and problems, Proceedings of the International Workshop, Osnabrück (F.R.G.), Sept. 24–25, 1981, Kluwer Boston Inc., USA
123. Strojanc L., 1978. The impact of zinc smelter emissions on forest litter arthropods, *Oikos* 31: 41–46
124. Sutton M.A., Pitcairn C.E.R., Whitfield C.P. eds. 2004. Bioindicator and biomonitoring methods for assessing the effects of atmospheric nitrogen on statutory nature conservation sites, JNCC Report no. 306
125. Svoboda L., Chrastný V., 2008. Levels of eight trace elements in edible mushrooms from a rural area. *Food Additives și Contaminants. Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure și Risk Assessment*, 25(1): 51–58
126. Swaileh K.M., Sansur, R., 2006. Monitoring urban heavy metal pollution using the House Sparrow (*Passer domesticus*). *Journal of Environmental Monitoring*, 8: 209–213
127. Swiergosz R., 1998. Mercury accumulation in the muscles and feathers of pheasants, *Phasianus colchicus* (L. 1758). *Biomaterials*, 11(2): 139–143
128. Širić I., Kos I., Kasap A., Kaić A., Držaić V., Rakić L., 2017. Mercury bioaccumulation by wild edible mushrooms, The 52nd Croa-

- tian and 12th International Symposium on Agriculture, Dubrovnik, Croatia
129. Talmage S., Walton B., 1991. Small mammals as monitors of environment contaminants. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 119: 48–143
130. Tănase C, Olariu R, Dunca S., 2008a. Macromycetes contamination with heavy metals in dump plantations from Călimani National Park (Oriental Carpathians), *Contribuții Botanice*, XLIII, 149–155
131. Tănase C., Pui A., Olariu R., Cozma D-G, 2008b. Analysis of heavy metals content in the soil and in the macromycetes species growing on mine waste 103 dumps. *Revista de Chimie București*, 59(5): 479–485
132. Temple PJ, McLaughlin DL, Linzon SN, Wills R., 1981. Moss bags as monitors of atmospheric deposition. *J Air Pollut Control Assoc*, 31: 668–70
133. Van Straalen M.V., Van Wensem J., 1986. Heavy metal content of forest litter arthropods as related of body size and trophic level. *Environmental Pollution*, 42: 202–221
134. Van Straalen N.M., 1998, Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. *Applied Soil Ecology* 9: 429–437
135. Van Straalen N.M., Butovsky, R.O., Pokarzhevskii, A.D., 2001. Metal Concentrations in Soil and Invertebrates in the Vicinity of a Metallurgical Factory near Tula (Russia), *Pedobiologia*, 45: 451–466
136. Weigmann G., 1995. Heavy metal burdens in forest soil fauna at polluted sites near Berlin. *Acta Zoologica Fennica*, 196: 369–37
137. Williams S.T., T. McNeilly, E.M.H. Wellington, 1977. The decomposition of vegetation growing on metal mine waste, *Soil Biol. Biochem.* 9: 271–275
138. Yogeswari L., 1948. Trace element nutrition of fungi *Proceedings of the Indian Academy of Sciences - Section B*, 28 (6): 177–201
139. Zaitsev A.S., V. Wolters, 2006. Geographic determinants of oribatid mite communities structure and diversity across Europe: a longitudinal perspective, *Eur. J. Soil Biol.*, 42: S358–S361
140. Zhang W.W., Ma, J.Z., 2011. Waterbirds as bioindicators of wetland heavy metal pollution. *Procedia Environmental Sciences*, 10: 2769 – 2774

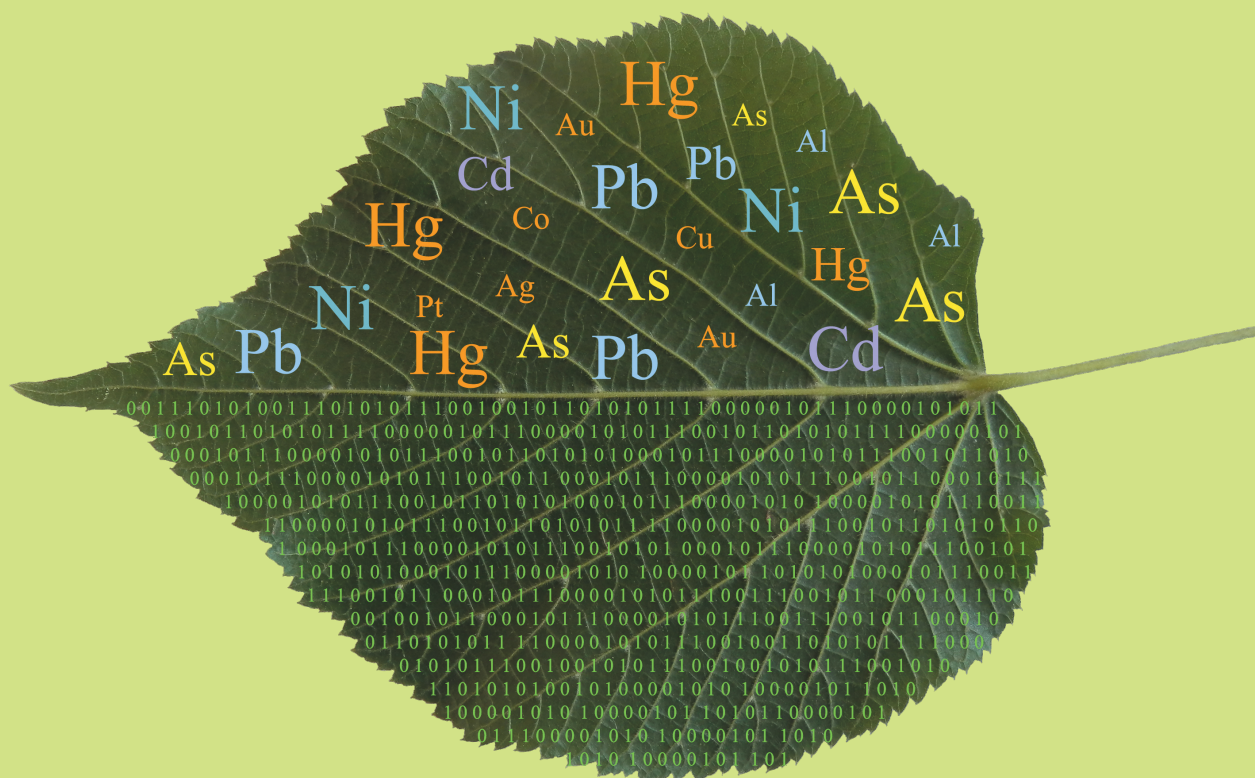
Fotografii:

Nicoară Roxana Georgiana (pp. 20–26); *Ioana Vicol* (pp. 27–32); *Sorin Ștefănuț* (pp. 33–34, p. 69, fig. 4 și fig. 6, p. 70, fig. 7); *Daniela Mogildea* (pp. 35–39, 41–42); *Ioana Cobzaru* (pp. 40, 43–46, 51–57); *Manu Minodora* (pp. 47, 48, 62); *Gabriel Chișame-ra* (pp. 49–51); *Oromulu Vasiliu Liliana* (p. 58, publicată și în http://www.ibiol.ro/publicatii/imagini/pdf/Species%20Monitoring_7.04%20B5.pdf, p. 59, publicată și în: http://www.ibiol.ro/publicatii/imagini/pdf/Species%20Monitoring_7.04%20B5.pdf); *Ion Mihaela Constanța* (p. 60); *Giurgincă Andrei* (p. 61); *Banciu Cristian* (p. 69, fig. 3, p. 70, fig. 9, p. 71, fig. 10, 11); *Anca Manole* (p. 69, fig. 5).



Proiect finanțat printr-un Grant acordat de Islanda, Liechtenstein și Norvegia

Proiectul „Sistem național de monitorizare pe termen lung a bioacumulării metalelor grele aerportate (BIOMONRO)” este susținut în cadrul Programului R004 – „Reducerea Substanțelor Periculoase”, pentru care Ministerul Mediului este Operator de Program.



Conținutul acestui material nu reprezintă, în mod obligatoriu, poziția oficială a Uniunii Europene sau a Guvernului României