

STAREA ECOLOGICĂ A SITULUI EMERALD „PĂDUREA HÂRBOVĂȚ”

FASOLA Regina ORCID: 0000-0003-2968-5210

LIOGCHII Nina ORCID: 0000-0002-8202-1934

BRAȘOVEANU V. ORCID: 0009-0006-0488-8096

BRAȘOVEANU Cristina ORCID: 0009-0002-9612-6355

Institutul de Ecologie și Geografie al Universității de Stat din Moldova

e-mail: reginaf21@mail.ru

Abstract. În lucrare sunt prezentate rezultatele evaluării stării habitatelor din situl Emerald „Pădurea Hârbovăț”. În urma cercetărilor din teren au fost puse în evidență prezența unor habitate naturale favorabile pentru 26 de specii de floră cu valoare conservativă la nivel național și internațional. În rezultatul analizelor de laborator a concentrațiilor și stocurilor de metale grele în solul compartimentelor ecosistemelor forestier s-a stabilit conținuturi sporite de Cu și, uneori, Zn, ca rezultat al prelucrării intensive a terenurilor agricole limitrofe și a pădurilor cu chimicale ce conțin aceste metale. Cu toate acestea, nu s-a înregistrat poluarea solului cu metale chiar nici depășirea pragului de alertă, fapt ce exclude riscul de toxicitate pentru plante și organisme din sol. Datele obținute confirmă importanța conservativă a sitului și starea ecologică favorabilă a habitatelor evaluate.

Cuvinte-cheie: habitate naturale, sit Emerald, conservarea biodiversității, statut de protecție, metale grele, poluare atmosferică.

INTRODUCERE

Conservarea biodiversității reprezintă o prioritate în contextul degradării accelerate a ecosistemelor naturale și al reducerii populațiilor speciilor rare. Biodiversitatea este un activ natural care trebuie conservat, iar conservarea acestuia are la bază, printre altele, protecția habitatelor naturale. Prin intermediul rețelei EMERALD, înființată în cadrul Convenției de la Berna, se asigură conservarea habitatelor naturale și a speciilor de floră și faună sălbatică, supuse unei protecții speciale la nivel European [1, 2].

Obiectivele prezentului studiu sunt identificarea și evaluarea speciilor rare de floră împreună cu habitatele lor naturale ale sitului Emerald „Pădurea Hârbovăț”, înregistrarea abundenței și a gradului de acoperire a substratului, evaluarea stării ecologice a biotei și solului în baza conținutului metalelor grele.

Unul dintre factorii care influențează starea ecosistemelor forestiere este persistența depunerilor atmosferice [3, 4]. Există corelații clare între chimismul solului forestier și depunerile acide și de metale grele. Majoritatea metalelor au un rol bivalent în mediul ambiant, în dependență de concentrație acestea pot fi micronutrienți esențiali sau componente toxice pentru plante și organisme din sol. Prin urmare, emisiile și depunerile de metale grele și ciclul acestora în mediul

Înconjurător sunt probleme importante în cercetarea calității mediului [5, 6]. Astfel, evaluarea stării solului furnizează informații cu privire la factorii de stres ai solului asupra stării de sănătate a ecosistemelor forestiere, evidențiați prin dezechilibre nutritive sau afectarea creșterii biodiversității vegetale [6].

METODE ȘI MATERIALE

Cercetările au fost efectuate în cadrul sitului Emerald „Pădurea Hârbovăț” (Fig.1), utilizându-se următoarele metode: metoda transectelor [7], pentru înregistrarea speciilor de floră și metoda descrisă de Braun-Blanquet [8], pentru estimarea abundenței și a gradului de acoperire a substratului de către speciile rare. Determinarea apartenenței sistematice a speciilor colectate a fost realizată cu ajutorul microscopelor Micmed-5 și MBS-10, precum și al determinatoarelor de specialitate [9]. Gradul de raritate și statutul de conservare al speciilor de floră au fost stabilite în conformitate cu criteriile UICN și cu prevederile actelor normative naționale, regionale și internaționale [10-12]. Totodată, au fost identificate speciile de floră de interes european pentru a căror conservare au fost desemnate siturile Emerald, în conformitate cu prevederile Legii nr. 225 din 13.10.2022 [13].

Nivelurile metalelor grele (MG) în componentele de mediu au fost studiate conform metodologiei recomandate de convenția LRTAP, programelor ICP Forests, EMEP, ICP Vegetation [5, 6, 20]. Pregătirea probelor de sol și biotă a avut loc în cadrul laboratorului Ecosisteme Naturale și Antropizate, IEG al USM, utilizând metoda spectrometriei Roethgen fluorescentă, la aparatul Spectroscan MAX-G [14]. Rezultatele obținute au fost interpretate **în baza gradației** metalelor grele din RM, conform Кирилюк (2006), aprecierea riscului de toxicitate a metalelor grele, conform valorilor Klarkului (Lăcătușu, 2008), pragul de alertă (PA), pragul de intervenție (PI), după Kloke (1980) și pragul de toxicitate, după Bergman (1992), Bonneau (1998), etc [15, 16, 17].

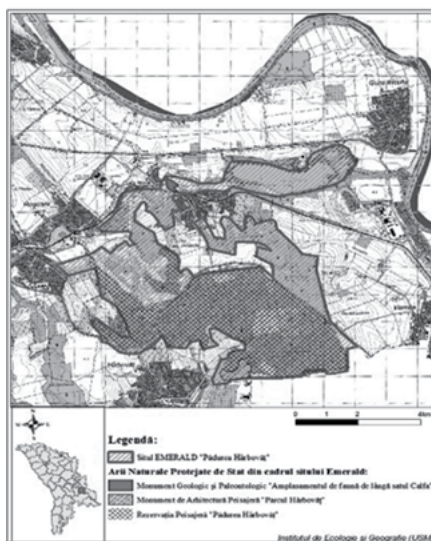


Fig. 1. Schema amplasării sitului EMERALD „Pădurea Hârbovăț”

REZULTATE

Situl Emerald „Pădurea Hârbovăț” reprezintă unul dintre cele mai importante complexe forestiere din centrul Republicii Moldova. Fiind localizat pe un relief deluros și dispunând de diverse condiții geomorfologice și microclimatice beneficiază de un mozaic de ecosisteme forestiere de silvostepă și stepă, care contribuie și creează condiții favorabile pentru un număr semnificativ de specii de

plante protejate la nivel național și European menționate de noi și în alte lucrări [2, 18].

Conform Formularului Standard al sitului, biodiversitatea vegetală este asociată cu patru habitate principale de interes conservativ: F3.247 – desișuri de foioase ponto-sarmatice, G1.7 – păduri termofile de foioase, G1.A1 – păduri de stejar și carpen și X18 – stepe împădurite. Aceste habitate constituie elemente reprezentative ale zonei de interferență dintre ecosistemele forestiere și cele stepice din sud-estul Europei [2, 19].

În baza rezultatelor obținute a fost elaborată lista taxonilor de interes conservativ. Din cele 26 specii rare de plante identificate pe teritoriul sitului [18] 9 plante sunt incluse în Cartea Roșie a Republicii Moldova. Dintre acestea 5 specii (*Crambe tataria*, *Ornithogalum boucheanum*, *Pulsatilla grandis*, *Stipa dasyphylla*, *S. tirsia*) sunt încadrate în categoria **periclitat** (EN), 2 specii (*Pyrus elaeagrifolia* și *Rindera umbellata*) în categoria **critic periclitat** (CR) și 2 specii (*Bellevalia sarmatica* și *Securigera elegans*) în categoria **vulnerabil** (VU). Speciile *Crambe tataria* și *Pulsatilla grandis* prezintă o importanță conservativă deosebită deoarece se regăsesc și în Cartea Roșie a Ucrainei, Lista Roșie Europeană, Convenția de la Berna, Directiva Habitare și Lista de referință a speciilor de floră de interes european, pentru care au fost declarate siturile Emerald (Anexele 2, 3, Legea nr. 94/2007). Prezența lor constituie unul dintre argumente pentru desemnarea și menținerea statutului de protecție al sitului.

Analizând distribuția speciilor rare constatăm o legătură strânsă cu caracteristicile habitatelor. De exemplu, Habitatul F3.247 adăpostește specii caracteristice lizierelor și zonelor de tranziție, precum *Amygdalus nana*, *Pyrus elaeagrifolia*, *Adonis vernalis* și *Securigera elegans*. Habitatul G1.7 este asociat speciilor xeroterme și silvostepice, inclusiv *Pulsatilla grandis*, *P. montana* și *Asparagus tenuifolius*. În habitatul forestier dominant G1.A1 se întâlnesc specii precum *Convallaria majalis*, *Epipactis helleborine*, *Ornithogalum boucheanum* și *Staphylea pinnata*. Habitatul X18 concentrează cea mai mare diversitate de specii rare, inclusiv *Crambe tataria*, *Bellevalia sarmatica*, *Rindera umbellata* și speciile de *Stipa spp.*

Analiza distribuției acestor specii în cadrul habitatelor sitului arată că majoritatea sunt asociate habitatului X18 – stepe împădurite, ceea ce demonstrează importanța deosebită a ecosistemelor de silvostepă pentru conservarea florei rare din centrul Republicii Moldova.

Starea și dezvoltarea stratului ierbos sunt influențate de sezonalitate și de condițiile climatice. Primăvara, datorită umidității ridicate, se înregistrează cel mai mare grad de acoperire a substratului. La momentul cercetărilor (a. 2024) speciile *Convallaria majalis* și *Polygonatum latifolium* au prezentat cele mai mari valori ale acoperirii (50–75%), fiind favorizate de condițiile specifice pădurilor mature de stejar și carpen. Speciile *Asparagus tenuifolius*, *Ornithogalum boucheanum*, *Staphylea pinnata* și *Stipa dasyphylla* au avut un grad de acoperire de 10–25%, în timp ce majoritatea speciilor rare au înregistrat valori sub 10%, fiind reprezentate

prin populații mici și dispersate. Aceste populații sunt mai vulnerabile la schimbările de mediu și la impactul factorilor antropici.

Rezultatele pun în evidență faptul că Situl Emerald „Pădurea Hârbovăț” adăpostește numeroase specii rare de plante ceea ce sugerează necesitatea monitorizării și conservării acestora împreună cu habitatele lor naturale.

Evaluarea conținutului metalelor grele în sol s-a efectuat pentru stratul superior (0-20 cm), care este în relație directă cu toate componentele biotice (vegetația edafică și bioindicatori, microorganisme din sol) și abiotice (depuneri atmosferice, procese fizico-chimice ș.a.) ale ecosistemelor. Conținutul MG s-a încadrat în categoriile de niveluri *scăzute – mare* (Tab. 1), conform Кирилюк (2006). Nu s-a înregistrat nici un caz de poluare pentru nici un metal analizat. Pentru toate ecosistemele studiate, caracteristic sunt tendințe de acumulare a metalelor Zn și Cu, dar chiar și aceste concentrații nu depășesc valorile PA (Tab. 1).

Tabelul 1.

Conținutul MG în solul din situl EMERALD “Pădurea Hârbovăț”, mg/kg s.u.

Obiectul de studiu	Stratul (cm)	Zn	Cu	Ni	Co
MNB - Schinoasa Mare	0-20	145	41	33	8
RNS - Voinova	0-20	115	57	24	6
RP - Hârbovăț	0-20	154	74	35	5
RP- Telița	0-20	97	49	27	7
RP - Hârbovăț (SE 1117)		58	26	29	11
Pragul de alertă (PA) (Kloke, 1980)		300	100	75	30
Pragul de intervenție (PI) (Kloke, 1980)		600	200	150	50
Diapazonul în solurile RM (Кирилюк, 2006)		10-166	2-400	5-75	4-18
Nivelurile conținutului metalelor grele în solurile din RM, pH – 6-8,5 (Кирилюк, 2006)					
Nivelul conținutului		Zn	Cu	Ni	Co
Foarte scăzut		< 20	< 10	< 15	< 5
Scăzut		21-50	11-25	16-30	5,1-10
Mediu		51-100	26-50	31-50	11-20
Sporit		101-150	51-75	51-70	21-30
Mare		151-200	76-100	71-100	31-40
Foarte mare		201-250	101-150	101-150	41-50
Nivelul de poluare					
Poluare slabă		251-500	151-250	151-250	51-100
Poluare moderată		501-1000	251-350	251-350	101-150
Poluare puternică		1001-2000	351-500	351-500	151-250
Poluare critică		>2000	>500	>500	>250

Privind acumularea MG în biotă (Fig. 2), s-a stabilit cumulări mai mari pentru Cu în bioindicatori (licheni și mușchi) și în materialul foliar al speciilor edificatoare de arbori (*Quercus pubescens*). Aceste valori depășesc de 2 ori pragul de toleranță (12 mg/kg), pentru plantele lemnoase, dar se încadrează în limitele conținutului Cu în frunzele de stejar (5-80 mg/kg) din RM, după Кирилук (2006).

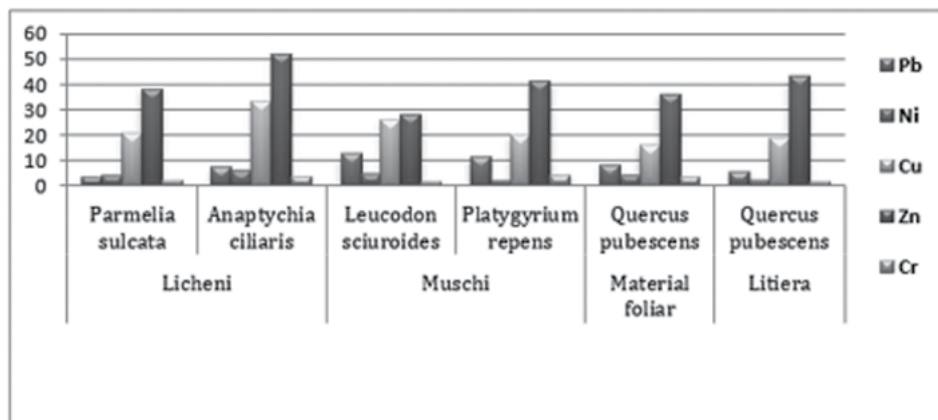


Fig. 2. Conținutul MG în biota edificatoare și ecobioindicatoare a ecosistemelor forestiere studiate, mg/kg s.u.

Estimarea gradului de poluare cu MG (după conținutul MG în mușchi) în baza scalei europene, ICP Vegetation (2013), demonstrează pentru Zn niveluri *foarte scăzute – moderate*, Pb, Ni și Cr niveluri *optime – sporite* și Cu, cu cel mai sporit nivel de poluare – *mari și foarte mari*. Valorile mari de Cu și Zn din probele de licheni accentuează aportul depunerilor atmosferice cumulate cu aportul substanțelor ce conțin Zn și Cu utilizate în tratarea terenurilor agricole adiacente și masivelor pădurilor.

Conform modelărilor EMEP (2022), 70-90% din depunerii totale antropice de Pb, Cd și Hg din RM sunt de origine transfrontalieră, în special, din Ucraina, România, Polonia [2, 20]. Impactul transfrontalier asupra pădurilor din centru țării, inclusiv Sitului EMERALD “Pădurea Hârbovăț”, este mai pronunțat comparativ cu ecosistemele forestiere amplasate în zonele de nord și sud.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

Situl Emerald „Pădurea Hârbovăț” are o valoare conservativă important datorită diversității habitatelor forestiere, de silvostepă și prezenței a 26 de specii rare și amenințate de floră, dintre care 9 sunt incluse în Cartea Roșie a Republicii Moldova. Speciile *Crambe tataria* și *Pulsatilla grandis* se remarcă prin importanța lor conservativă la nivel național și european.

Majoritatea speciilor rare sunt reprezentate prin populații mici și dispersate, dependente de condiții ecologice specifice și vulnerabile la modificările habitatelor. În acest context, menținerea integrității habitatelor naturale și monitorizarea continuă a stării acestora sunt esențiale pentru conservarea biodiversității sitului.

Prin patrimoniul său floristic și habitatelor de interes european pe care le adăpostește, Situl Emerald „Pădurea Hârbovăț” constituie un teritoriu important prioritar pentru conservarea biodiversității în Republica Moldova și în cadrul Rețelei Emerald.

După conținutul MG în solurile studiate, acestea s-au încadrat în categoriile cu niveluri *scăzute* – *mari*, după Кирпильюк (2006), pentru toate metalele studiate. Deci, nu s-a înregistrat nici un caz de poluare cu MG și nici o depășire a pragului de alertă, fapt ce exclude riscul de toxicitate, în ecosistemele forestiere studiate, pentru plante și organisme din sol.

În materialul foliar de stejar pufos (*Quercus pubescens*) s-au stabilit cumulări mai mari pentru Cu, valori ce depășesc de 2 ori pragul de toleranță pentru plantele lemnoase, dar se încadrează în limitele conținutului Cu în frunzele de stejar din RM. Bioindicatorii analizați (licheni și mușchi) ne indică, asemenea, valorile mari de Cu și Zn, ceea ce accentuează aportul depunerilor atmosferice.

Notă: Studiul a fost dezvoltat în cadrul proiectului 010801 “Sporirea securității ecologice și rezilienței geo-ecosistemelor la modificările actuale de mediu” (2024-2027), finanțat de Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare, Republica Moldova

BIBLIOGRAFIE

1. Comisia Europeană, 1992, Directiva 92/43/CEE a Consiliului din 21 mai 1992 privind conservarea habitatelor naturale și a speciilor de faună și floră sălbatică.
2. Tărlăuț A. et al. Plan de management al site-ului EMERALD „Pădurea Hârbovăț”. Chișinău: Tipograf. „Impressum” 2024. 110 p.
3. Adriano D. C. *Trace elements in Terrestrial Environments*. Biogeochemistry, Bioavailability and Risk of Metals, second edition, Springer, 2001. 867 p.
4. Lăcătușu R. Noi date privitoare la abundența generală a metalelor grele în soluri, 2008. 154 p.
5. ICP Forests. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Hamburg, 2010. <http://www.icp-forests.org/Manual.htm> [Accesat: 2025]
6. Harmens H., Norris D., Mills G. Heavy metals and nitrogen in mosses: spatial patterns in 2010/2011 and long-term temporal trends in Europe. ICP Vegetation Programme Coord. Centre, Centre for Ecology and Hydrology, Bangor, UK, 2013. 63 p.
7. Sîrbu, I., Benedek Ana Maria. Ecologie practică Ed. a 3-a, rev. – Sibiu: Editura Universității „Lucian Blaga” din Sibiu, 2012. 294 p. (metoda transectelor) Pp 152-159 ISBN 978-606-12-0311-6.
8. Braun Blanquet, J. *Pflanzensoziologie*. 3 Aufl. Wien, N. Y., 1964. 865 p.
9. Negru, A. *Determinator de plante din flora R. Moldova*. Ch.: Univ., 2007. 391p. ISBN 978-9975-47-007-0.

10. Negru, A. *Plantele rare din flora spontană a Republicii Moldova*. Chișinău, 2002. 198 p. ISBN: 9975701493.
11. Oltean, M.; Negrean, G.; Popescu, A. ș. a; *Lista roșie a plantelor superioare din România. București. 1994*
12. Bilz, M., Kell, Sh. P., Maxted, N., Lansdown, R.V. *European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011. 144 p. ISBN 978-92-79-20199-8.*
13. LP225/2022 (Monitorul oficial Nr. 343-348 din 04.11.2022).
14. Кузнецов А. и. д. Методические указание по определению тяжелых металов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. М., 1992, 100 с.
15. Bolea V., Chira D. *Flora indicatoare a poluării*. București: Ed. Silvică, 2008. 368 p.
16. Lăcătușu R. Noi date privitoare la abundența generală a metalelor grele în soluri, 2008. 154 p.
17. Кирилюк В. Микроэлементы в компонентах биосферы Молдовы. Ч., 2006. 156 с.
18. Liogchii, Nina, Fasola, Regina. Caracteristica speciilor de interes special din situl emerald „Pădurea Hîrbovăț” și măsuri de conservare. In: *Studia Universitatis Moldaviae (Seria Științe Reale și ale Naturii)*, 2025, nr. 6(186), pp. 36-43. ISSN 1814-3237.
19. <https://natura2000.eea.europa.eu/Emerald/SDF.aspx?site=MD0000018>
20. EMEP/MSCE website: <http://en.msceast.org/index.php/moldova> (accesat 2026).