

CONȚINUTUL METALELOR GRELE ÎN SOLURILE DIN ECOSISTEMUL URBAN BĂLȚI (REPUBLICA MOLDOVA)

CZU: 504.054:574.4:546.79

DOI: <https://doi.org/10.52673/18570461.23.4-71.04>Doctor în științe biologice **Andrian ȚUGULEA**E-mail: andrusha_tugulea@yahoo.comORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7106-8921>Doctor în științe biologice, conferențiar cercetător **Vasile STEGĂRESCU**E-mail: stegarescuv1@gmail.comORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-9515-9829>Doctor în științe biologice **Vladimir MOGÎLDEA**E-mail: vl.mogildea@yahoo.comORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8544-1742>Doctor habilitat în științe biologice, conferențiar universitar **Constantin BULIMAGA**E-mail: cbulimaga@yahoo.comORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1288-0140>Doctorand **Petru PRODAN**E-mail: prodanpetru90@gmail.comORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4661-7757>Doctorandă **Anastasia PORTĂRESCU**E-mail: cherkashyna.anastasiia@mail.ruORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7620-7049>

Institutul de Ecologie și Geografie, USM

THE CONTENT OF HEAVY METALS IN THE SOILS OF THE URBAN ECOSYSTEM BALTI (REPUBLIC OF MOLDOVA)

Summary. Along with the development of human activity, the content of heavy metals in the soil also increases. In this paper, the content of heavy metals in the soils of the Balti urban ecosystem was evaluated. Samples were taken from 30 research sites, soil type and content of total forms of heavy metals (Zn, Cu, Ni, Pb and Cr) were determined. The sites with exceedances of the alert and intervention thresholds on the content of these metals have been determined. Thus, for Zn, exceedances of the alert threshold were found in a single site, and for Pb in 8 sites. It was noted that in the researched sites, due to the low alkaline pH of the soil, the increased concentrations of heavy metals do not represent a threat for the biotic components.

Keywords: heavy metals, pollution, soil, urban ecosystem.

Rezumat. Odată cu dezvoltarea activității antropice crește și conținutul de metale grele din sol. În lucrarea dată a fost evaluat conținutul metalelor grele în solurile din ecosistemul urban Bălți. Au fost prelevate probe din 30 de situri de cercetare, determinat tipul de sol și conținutul formelor totale ale metalelor grele (Zn, Cu, Ni, Pb și Cr). Au fost stabilite siturile cu depășiri ale pragurilor de alertă și de intervenție privind conținutul acestor metale. Astfel, pentru Zn, depășiri ale pragului de alertă au fost determinate într-un singur sit, iar pentru Pb în opt situri. S-a remarcat faptul că în siturile cercetate concentrațiile sporite de metale grele, datorită pH-ului slab-alkalin al solului, nu prezintă pericol pentru componentele biotice.

Cuvinte-cheie: metale grele, poluare, sol, ecosistem urban.

INTRODUCERE

Solurile urbane sunt cunoscute prin caracteristicile sale specifice. Variabilitatea pe orizontală și verticală, gradul înalt de compactare, reacția modificată a solului, conținutul scăzut de materie organică, aerare restrânsă, degradarea structurală și contaminarea cu

microorganisme patogene sunt doar câteva dintre numeroasele procese adverse care afectează și modifică funcțiile ecologice ale solurilor din ecosistemele urbane [1; 2]. Mai mult decât atât, etanșarea solului, care derivă în principal din extinderea zonelor rezidențiale și de trafic, reduce progresiv suprafața ocupată de vegetație [3].

Surse de contaminare a solului urban cu metale grele sunt reziduurile industriale [4], praful și aerosolii de la întreprinderile chimice [5], metalurgice, centralele termoelectrice [6], deversări accidentale etc. Toxicitatea metalelor grele din sol este puternic influențată de reacția (pH) solului, forma în care metalele sunt legate în complecși organici, solubilitatea acestora [7].

Metalele grele ca Zn, Fe, Cu, Co, Cr sunt nutrienți esențiali ai plantelor și manifestă caracter toxic doar în concentrații ridicate. Pb, Cd și Hg reprezintă metale toxice fără a avea vreun rol funcțional în metabolism [8]. Poluarea mediului cu Pb, Zn, Cu, Cd, care se referă la clasa I (Pb, Cd) și 2 (Cu, Zn) de toxicitate, sunt periculoase pentru sistemul „sol-plantă”. Astfel, metalele grele manifestă caracteristici chimice diverse și în consecință acționează diferit sub aspect de comportament și ecotoxicitate în ecosisteme. Atunci când condițiile de sol (pH etc.) permit ca metalele grele să treacă în soluția solului, conținutul crescut al acestora prezintă risc pentru mediul înconjurător [9] și sănătatea umană.

Au fost dezvoltate tehnici de remediere pentru zonele contaminate cu metale grele în vederea atenuării riscurilor asociate mediului, animalelor și sănătății umane. Tehnicile de remediere implică mecanisme de degradare, imobilizare, izolare sau extracție în scopul reducerii efectelor negative ale poluanților prin procese de remediere chimică, fizică sau biologică. În ultimii ani, fitoremedierea a fost folosită ca soluție alternativă pentru procesul de remediere a conținutului de metale grele datorită avantajelor sale ca tehnologie eficientă prietenoasă mediului, bazată pe capacitatea plantelor verzi de a acumula metale grele [10; 11].

Cercetările efectuate contribuie la completarea rezultatelor obținute anterior [12].

MATERIALE ȘI METODE

Probele de sol (30 de eşantioane) au fost colectate pe întreg teritoriul ecosistemului urban Bălți la data de 19 august 2022 (tabelul 1). Prelevarea probei medii constă din cinci probe colectate prin metoda plicului. Analizele ulterioare au fost efectuate în condiții de laborator.

Selectarea/amplasarea locurilor de colectare a probei. Potrivit literaturii de specialitate (C. Ioja, 2013) [13], cele mai utilizate sisteme de colectare parțială a datelor/probelor sunt sistemele: a) aleatorii (randomizat); b) stratificate; c) sistematice; d) accidentale (B. de Vivo et al., 2008) [14], (S. Watts și L. Halliwell, 2005) [15], cu variantele lor combinate.

Pentru selectarea/amplasarea punctelor de măsurare/recoltare a probelor de sol se utilizează rețeaua sistematică (grid) combinată cu cea aleatorie (rețea sistematică stratificată), care presupune divizarea teritoriului studiat în unități omogene (2×2 km) și plasarea aleatorie, în cadrul fiecărei unități omogene, a câte cel puțin un punct de măsurare/colectare a probelor [15].

Pentru solurile urbane este specific un profil neuniform, compactare excesivă, orizont mixt cu incluziuni solide (deșeuri de construcții și menajere, fragmente de orizonturi naturale, deșeuri industriale). În solurile urbane au loc aceleași procese ca și în solurile naturale: formarea și acumularea humusului, mobilizarea și precipitarea carbonaților, formarea structurii, salinizare. Intensitatea acestor procese depinde de vâr-

Tabelul 1
Identificarea siturilor de prelevare a probelor de sol

Punct de prelevare	Coordonatele geografice	Tipul de sol	pH	Adâncimea, cm
1	47°44'08,8" N; 27°51'49,7" E	Cernoziom carbonatic	7,8	0-30
2	47°44'26,9" N; 27°52'51,7" E	Sol aluvial hidric	7,6	0-30
3	47°44'46,4" N; 27°54'11,9" E	Sol aluvial hidric	7,7	0-30
4	47°45'21,1" N; 27°55'21,3" E	Sol aluvial hidric	7,5	0-30
5	47°45'41,7" N; 27°55'48,9" E	Sol aluvial hidric	7,6	0-30
6	47°46'55,6" N; 27°56'13,9" E	Cernoziom carbonatic	7,4	0-30
7	47°46'06,6" N; 27°56'44,6" E	Sol aluvial tipic solonetizat salinizat	7,6	0-30
8	47°45'43,7" N; 27°52'42,3" E	Cernoziom tipic slab humifer	7,5	0-30
9	47°45'34,7" N; 27°57'45,3" E	Sol aluvial tipic	7,5	0-30
10	47°44'42,2" N; 27°57'10,3" E	Cernoziom tipic slab humifer	7,7	0-30
11	47°45'19,4" N; 27°56'33,7" E	Sol aluvial tipic solonetizat salinizat	7,6	0-30

12	47°44'52.0" N; 27°55'24.3" E	Cernoziom tipic moderat humifer	7,6	0-30
13	47°44'35.1" N; 27°55'12.3" E	Cernoziom tipic moderat humifer	7,3	0-30
14	47°44'28.0" N; 27°54'39.7" E	Sol deluvial molic	7,5	0-30
15	47°44'15.9" N; 27°53'55.0" E	Cernoziom tipic moderat humifer	7,1	0-30
16	47°44'24.8" N; 27°53'02.5" E	Sol aluvial hidric	7,6	0-30
17	47°45'27.5" N; 27°53'46.9" E	Cernoziom tipic slab humifer	6,7	0-30
18	47°45'11.8" N; 27°52'45.6" E	Cernoziom tipic slab humifer	7,2	0-30
19	47°45'53.4" N; 27°53'53.6" E	Cernoziom tipic slab	7,3	0-30
20	47°46'50.9" N; 27°53'26.5" E	Cernoziom solonetizat	7,4	0-30
21	47°46'46.6" N; 27°52'51.8" E	Cernoziom tipic slab humifer	7,2	0-30
22	47°47'38.3" N; 27°53'51.4" E	Sol aluvial hidric salinizat	7,6	0-30
23	47°47'30.9" N; 27°54'51.1" E	Cernoziom tipic moderat humifer	7,3	0-30
24	47°46'59.0" N; 27°54'46.2" E	Cernoziom carbonatic	7,5	0-30
25	47°46'32.4" N; 27°55'03.3" E	Cernoziom carbonatic	7,6	0-30
26	47°46'43.8" N; 27°55'38.0" E	Sol aluvial hidric salinizat	7,5	0-30
27	47°46'59.4" N; 27°56'39.0" E	Sol deluvial molic	7,3	0-30
28	47°46'47.3" N; 27°57'20.6" E	Cernoziom tipic slab humifer	7,4	0-30
29	47°47'07.9" N; 27°58'43.7" E	Cernoziom carbonatic	7,3	0-30
30	47°43'55.2" N; 27°51'10.9" E	Sol aluvial hidric	7,2	0-30

sta și condițiile de utilizare a terenului, de specificul zonei naturale. Tipurile naturale de sol sunt conservate în parcurile și zonele forestiere, în luncile râurilor Răut și Răuțel din ecosistemul urban Bălți.

Etapă de laborator a constatat din uscarea și măcinarea probelor prelevate în vederea determinării conținutului de metale grele (Zn, Cu, Ni, Pb, Cr), forma totală.

Determinarea metalelor grele a fost efectuată în Laboratorul de referință de mediu al Agenției de Mediu. Conținutul de metale grele (Zn, Cu, Ni, Pb, Cr – forme totale) a fost stabilit prin metoda spectrometriei de absorbție atomică cu atomizare termică a elementelor în atomizator cu grafit (Analytik Jena GmbH – ZEE nit 650 P) [16].

Reprezentarea cartografică a rezultatelor obținute a fost elaborată prin intermediul soft-ului Qgis. Cu ajutorul acestui program datele obținute sunt supuse modelării utilizând metoda IDW (distanța inversă ponderată).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Probele prelevate din ecosistemul urban Bălți aparțin solurilor slab alcaline (pH – 7,3-7,8) și doar patru probe – solurilor neutre (pH – 6,7-7,2) (tabelul 1).

Zincul (Zn). Solul (0-30 cm) în siturile cercetate a înregistrat valori ale Zn total cuprinse între 37,43-322,05 mg/kg, adică de la nivelul scăzut la foarte mare

a conținutului de metale grele, după V. Kirilyuk (2006) [9]. Un singur sit a depășit Pragul de alertă după A. Kloke (1980) [17]. Valorile înregistrate pentru acest microelement se încadrează în diapazonul de valori ale metalelor grele din solurile Republicii Moldova pentru majoritatea siturilor cercetate (figura 1).

Valorile ce depășesc diapazonul conținutului de Zn în solurile Republicii Moldova sunt situate în partea de Nord (în imediata apropiere a căii ferate), dar și Central-Vestică a orașului (zonă industrială).

Sursele de poluare antropică cu Zn sunt semnificative, provenind în principal din activități industriale – extracția minieră, arderea cărbunelui și a deșeurilor, precum și din utilizarea majoră a Zn în domeniul acoperirilor anticorozive. Zn se folosește pe larg în industria vopselelor și produselor de cauciuc, la fabricarea bateriilor uscate. Zn este un nutrient esențial pentru majoritatea plantelor. Totuși, pe lângă efectul nutritiv, Zn poate fi toxic pentru anumite specii de plante și microorganisme, atunci când este prezent în cantități excedentare în soluri [18]. În cazul orașului Bălți, concentrația sporită de Zn în siturile cercetate provine, în opinia noastră, în urma activității industriale, a transportului feroviar și a arderii cărbunelui.

Cuprul (Cu) total în stratul 0-30 cm de sol variază de la conținut scăzut (12,79 mg/kg) până la mare (89,55 mg/kg) (figura 2). Conținutul de Cu, conform scalei propuse de V. Kirilyuk [9], în siturile cercetate se încadrează în diapazonul stabilit pentru solurile Republicii

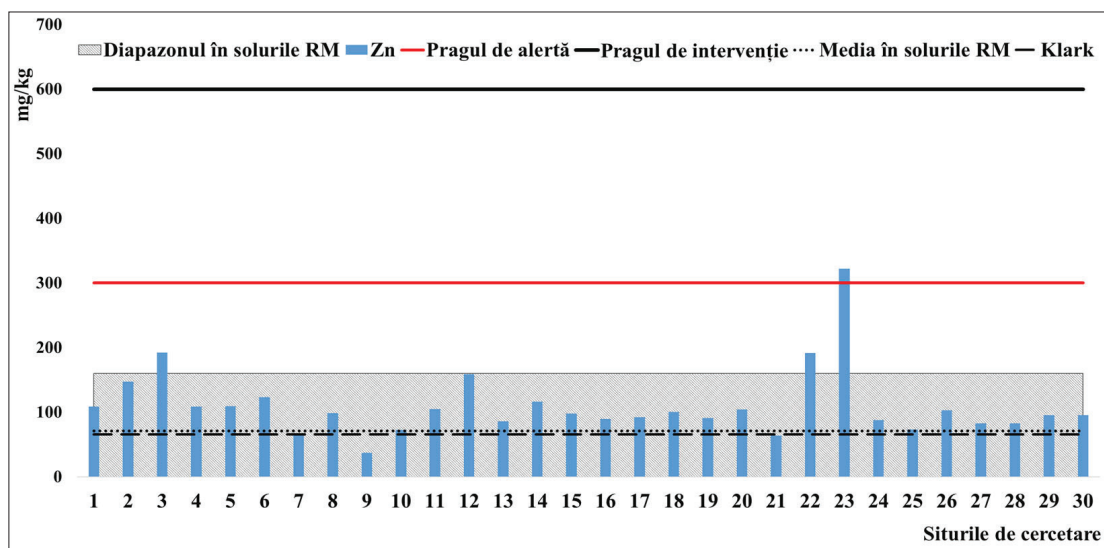


Figura 1. Variația conținutului de Zn în sol.

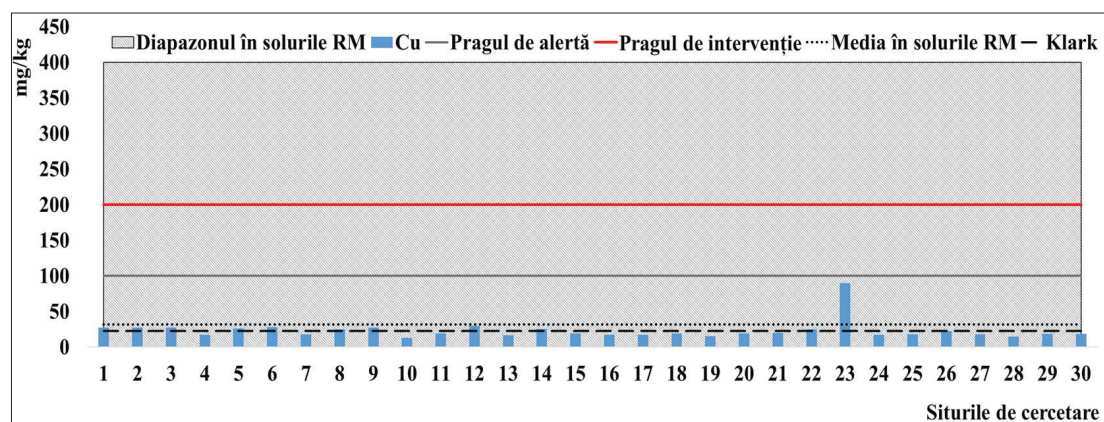


Figura 2. Variația conținutului de Cu în sol.

Moldova. Astfel, media pentru Cu a fost înregistrată în situl din partea de Nord a orașului, dar nu depășește Pragul de alertă.

Potrivit lui D. Adriano (2001) [19], Cu este un microelement important pentru ecosisteme. Carența acestuia în sol (< 10 mg/kg) sau depășirile PA (> 100 mg/kg) pot reduce creșterea rădăcinilor și lăstarilor, dar și inhiba enzimele. Cantități minore din elementul respectiv sunt necesare în dieta umană și animală [20]. Cuprul poate fi și un element toxic pentru organismele vii.

Sursele potențiale de poluare cu Cu includ: extracția și prelucrarea Cu, industria chimică, electrică, agricultura, apele uzate (ferme de porci), oțelăriile ș.a. Compușii de cupru sunt utilizați pe scară largă în agricultură.

Nichelul (Ni) total în stratul 0-30 cm de sol a înregistrat un conținut scăzut, în două cazuri – *sporit* și într-un caz – *mare* (figura 3). Concentrația Ni în majoritatea siturilor cercetate, după V. Kirilyuk (2006), este

comparabilă cu media din solurile din Republica Moldova (39 mg/kg). Valorile înregistrate pentru Ni sunt în limitele conținutului pentru solurile din Republica Moldova (5-75 kg/ha) și doar un sit se apropie de Pragul de alertă după A. Klope (1980). Acesta este atestat în partea Central-Sudică a orașului.

Ni este adesea mobil în plante și se acumulează ușor în frunze și semințe [21], având astfel un potențial ridicat de intrare în lanțul alimentar. Prin urmare, absorbția de Ni de către plante este legată de toxicitatea acestuia, care poate avea posibile implicații în ceea ce privește oamenii și animalele prin lanțul trofic [19].

Plumbul (Pb). Valorile studiate ale conținutului de Pb total în solurile ecosistemului urban Bălți au variat pentru stratul 0-30 cm între 10,89 și 241,2 mg/kg (figura 4). În părțile de Nord și Central-Vestică a orașului, concentrația Pb depășește Pragul de alertă (50 mg/kg), după A. Klope (1980). În patru situri a fost depășit și Pragul de intervenție.

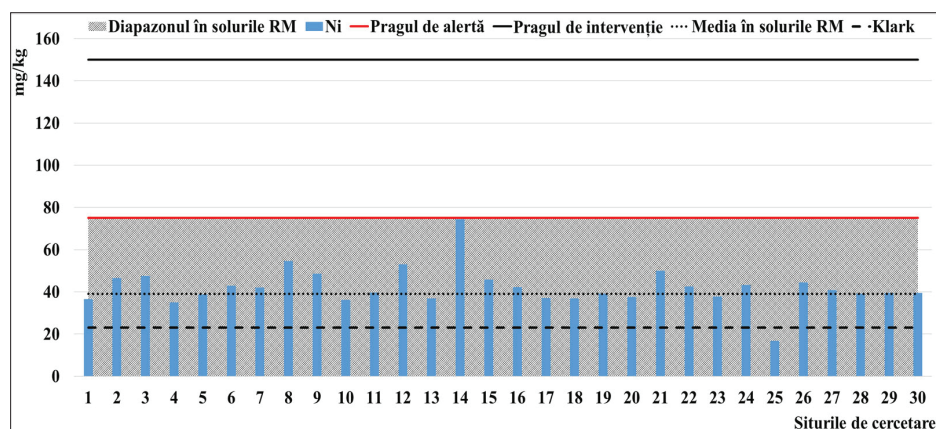


Figura 3. Variația conținutului de Ni în sol.

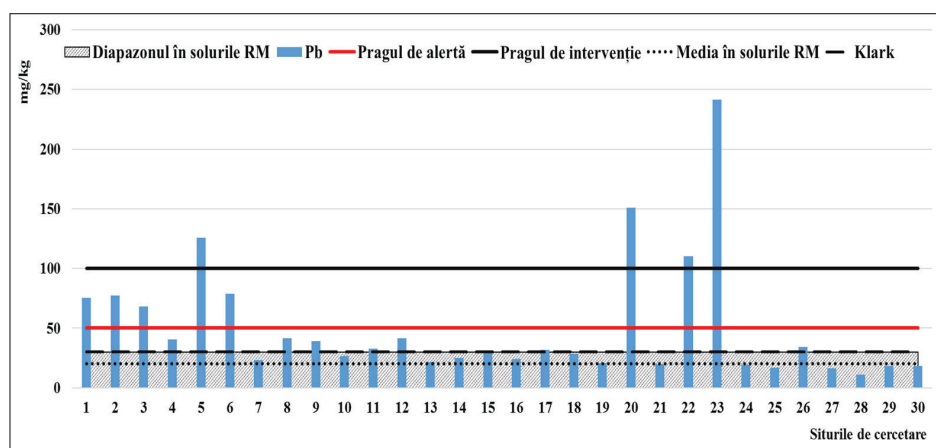


Figura 4. Variația conținutului de Pb în sol.

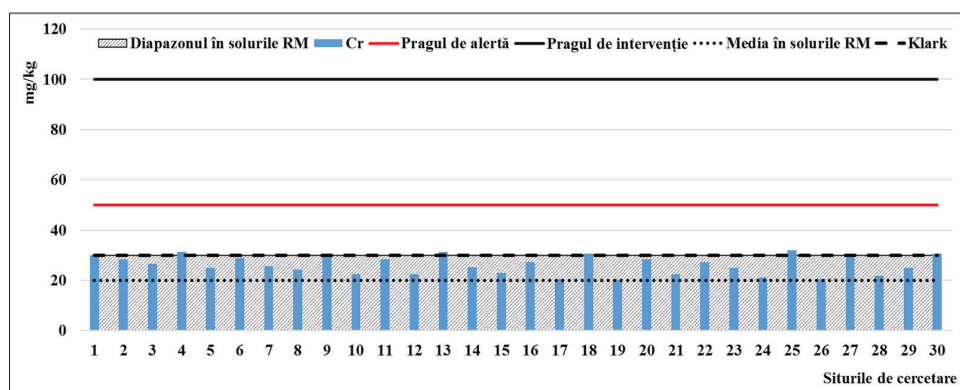


Figura 5. Variația conținutului de Cr în sol.

Sursele de poluare în ecosistemele urbane provin atât de la transportul auto (combustibilii cu conținut de Pb care nu se mai utilizează, acumuloare etc.), cât și de la unele activități industriale (vopsele, acoperirea cablurilor etc.).

Cromul (Cr) total în stratul (0-30 cm) din siturile cercetate ale ecosistemului urban Bălți a indicat un nivel foarte scăzut al conținutului de metale grele după V. Kirilyuk (2006) și se încadrează în limita valorilor (20,18-32,05) (figura 5). Valorile înregistrate nu depășesc klark-ul solurilor după K. Lăcătușu (2008) [22].

Analiză statistică (minimum, media, mediana, maximum) a conținutului de metale grele în solurile din orașul Bălți relevă o deviație de la medie pentru Zn și Pb (figura 6). Conținutul sporit al metalelor grele Pb și Zn în solul ecosistemului urban Bălți, partea de Nord a orașului, provine drept rezultat al activității industriale și transportului feroviar.

Decontaminarea solului de aceste metale grele se poate efectua prin metode convenționale (chimice, fizice) sau biologice (plante, alge, microorganisme etc). Metodele convenționale produc la rândul lor diferiți

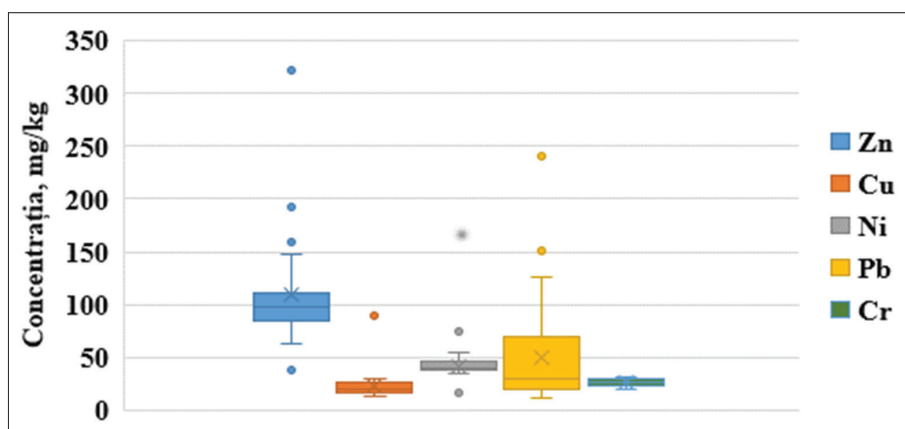


Figura 6. Boxplot al conținutului de metale grele în sol.

poluanți și nu sunt profitabile. Metodele biologice, în special fitoremedierea, sunt considerate prietenoase mediului înconjurător, dar și rentabile [23].

Dintre plantele eficiente pentru decontaminarea solului cu metale grele, îndeosebi cu Pb și Zn, se numără speciile *Brassica juncea* L. [23; 24; 25], *Brassica napus* L. [26], *Cardaminopsis halleri* (L.) Hayek [27], *Euphorbia cheiradenia* Boiss. & Hohen. [28], *Trifolium alexandrinum* L. [29] ș.a.

Remedierea solului prin fitoextracție presupune absorbția poluantului prin rădăcinile plantei și acumularea ulterioară în părțile ei aeriene, după care urmează recoltarea biomasei vegetale și utilizarea ei prin diferite metode [30].

CONCLUZII

Evaluarea conținutului de metale grele în componenta edafică (0-30 cm) din ecosistemul urban Bălți, conform scalei de gradatie a solurilor din Republica Moldova, scoate în evidență faptul că în unele situri analizate conținutul de metale grele s-a încadrat în categoriile de nivel de la *foarte scăzut* pentru Cr până la *foarte mare* pentru Pb.

Pragul de alertă pentru valorile metalelor grele studiate este depășit pentru Zn într-un singur sit, iar pentru Pb – în opt situri. Valorile Pb pentru patru situri a depășit Pragul de intervenție.

De menționat că cea mai mare valoare a concentrațiilor de Pb și Zn a fost înregistrată în partea de Nord a ecosistemului urban Bălți, în imediata apropiere de calea ferată.

Pentru majoritatea metalelor investigate, o poluare mai mare s-a înregistrat în zona de Nord și sporadic în zona Central-Vestică a orașului Bălți, dar ținând cont de faptul că pH-ul solului în mare parte este *slab-acid*, aceste concentrații nu prezintă pericol pentru componentele biotice.

BIBLIOGRAFIE

- Imperato M., Adamo P., Naimo D., Arenzo M., Stanzone D., Violante P. Spatial distribution of heavy metals in urban soils of Naples city (Italy). In: Environmental Pollution, 124, 2003, 247-256.
- Ljung K., Otabbong E., Selinus O. Natural and anthropogenic metal inputs to soils in urban Uppsala, Sweden. In: Environmental Geochemistry and Health, 28, 2006, 353-364.
- Oechtering E. Soil Sealing in the city of Hamburg 1986 and 1999. In: Proceedings First International Conference Soils of Urban, Industrial, Traffic and Mining Areas (W. Burghardt and C. Dornauf Eds.), Essen 12-18 July, Vol. III, 2000, 641-645.
- Schumacher M., Meneses M., Granero S., Llobet J.M., Domingo J.L. Trace element pollution of soil collected near a municipal solid waste incinerator: Human risk. In: Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 59, 1997, 861-867.
- Simonson R.W. Airborne dust and its significance to soils. In: Geoderma, 65, 1995, 1-43.
- Thornton I. Metal contamination of soils in urban areas. In: P. Bullock & P. J. Gregory (Eds.), Soils in the urban environment. Oxford, UK: Blackwell, 1991, 47-75.
- Popescu C. Poluarea cu metale grele – factor major în deteriorarea ecosistemelor. În: Revista de Ecologie, ECOS 22, 2010, 30-34.
- Mingorance M., Valdes B., Rossini Oliva S. Strategies of heavy metal uptake by plants growing under industrial emission. In: Environ Int., 33, 2007, 514-520, doi: 10.1016/j.envint.2007.01.005
- Kirilyuk V. Mikroelementy v komponentakh biosfery Moldovy. Chișinău: Pontos, 2006. 156 p.
- Chaney R.L., Malik M., Li Y.M., Brown S.L., Brewer E.P., et al. Phytoremediation of soil metals. In: Curr Opin Biotechnol. 1997, 8(3), 279-284, doi: 10.1016/S0958-1669(97)80004-3
- Vasilachi I.C., Gavrilescu M. Methods for the remediation of soils polluted with heavy metals. În: Buletinul Institutului Politehnic din Iași. Volumul 67 (71), nr. 4, 2021. Secția Chimie și Inginerie Chimică, 23-40.

12. Țugulea A., Bulimaga C., Portărescu A. Contribuții la studiul conținutului de metale grele în solurile din ecosistemul urban Bălți. În: Akademos, nr. 1 (60), 2021, 57-62, doi: <https://doi.org/10.52673/18570461.21.1-60.07>
13. Ioja C. Metode de evaluare și cercetare a stării mediului. București: Editura Etnologică, 2013. 182 p.
14. De Vivo B., Belkin H.E., Lima A. (Eds.). Environmental Geochemistry: Site Characterization, data Analysis and Case histories. Elsevier 2008. 429 p.
15. Watts S., Halliwell L. Essential Environmental Science – methods and techniques. Routledge. 1996. 512 p.
16. SM SR ISO 11047-2006. Calitatea solului. Determinarea cadmiului, cromului, cobaltului, cuprului, plumbului, manganului, nichelului și zincului din extracte din apă regală. Metode prin spectrometrie de absorbție atomică în flacără și cu atomizare electrotermică.
17. Kloke A. Richtwerte'80 Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger. Elemente in Kulturböden, Mitt. VDULFA, H1-3, 1980, 9-11.
18. Atlasul geochimic al metalelor grele din solurile municipiului Iași și împrejurimi. Editor: Iancu O.G., Buzgar N. Iași: Editura Universității „Alexandru Ioan Cuza”, 2008. 35 p.
19. Adriano D. Trace elements in Terrestrial Environments. In: Biogeochemistry, Bioavailability and Risk of Metals. Second edition, Springer, 2001. 867 p.
20. Irwin R.J., Van Mouwerik M., Stevens L., Seese M.D., Basham W. Environmental contaminants encyclopedia. Selenium entry. Nat. Park Serv., Suite 250, Fort Collins, Colorado, 1997. 99 p.
21. Welch R.M., Cary E.E. Concentration of Chromium, Nickel and Vanadium in Plant Materials. In: Journal of Agricultural and Food Chemistry, 23, 1975, 479-482, <http://dx.doi.org/10.1021/jf60199a017>
22. Lăcătușu R. Noi date privitoare la abundența generală a metalelor grele în soluri, 2008. 154 p.
23. Yadav K.K., Gupta N., Kumar V., Singh J.K., Indian J. Environmental Protection, 37. 2017. 65 p.
24. Takeda R., Sato Y., Yoshimura R., Komemushi S., Sawabe A. Proceedings of the Annual International Conference on Soils, Sediments, Water and Energy, 11, 2006. The Barkeley Electronic Press. 293 p.
25. Turan M., Esringu A. Plant Soil Environ. 53(1), 2007. 7 p.
26. Koptsik G.N. Eurasian Soil Sci., 47, 2014. 923 p.
27. Sharma S., Tiwari S., Hasan A., Saxena V., Pandey L.M. 3 Biotech., 8(4), 1. 2018, doi: 10.1007/s13205-018-1237-8
28. Chehregani A., Malayeri B.E. In: Int. J. Agric. Bio. 9 (3). 2007, 462-465.
29. Ali H., Khan E., Sajad M.A. Chemosphere, 91. 2013, 869-881, doi: 10.1016/j.chemosphere.2013.01.075
30. Cioica N., Tudora C., Iuga D. A review on phytoremediation as an ecological method for in situ clean up of heavy metals contaminated soils. In: E3S Web of Conferences 112, 03024 (2019) TE-RE-RD 2019, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201911203024>.

NOTĂ. Cercetările au fost efectuate în cadrul Proiectului 20.80009.7007.11 *Evaluarea stabilității ecosistemelor urbane și rurale în scopul asigurării dezvoltării durabile* (Program de stat 2020–2023).



Sergiu Galben. *Motiv rural*, 2017, pânză, ulei, 59 × 72 cm.