CONTRIBUȚII LA STUDIUL CONȚINUTULUI DE METALE GRELE ÎN SOLURILE DIN ECOSISTEMUL URBAN BĂLȚI

<https://doi.org/10.52673/18570461.21.1-60.07>

CZU: 504.054:574.4:546.79(478-21)

Doctor în științe biologice **Andrian ȚUGULEA**

E-mail: andrusha_tugulea@yahoo.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7106-8921>

Doctor habilitat în științe biologice, conferențiar universitar **Constantin BULIMAGA**

E-mail: cbulimaga@yahoo.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1288-0140>

Doctorandă **Anastasia PORTĂRESCU**

E-mail: cherkashyna.anastasiia@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7620-7049>

Institutul de Ecologie și Geografie

CONTRIBUTIONS TO THE STUDY OF HEAVY METALS CONTENT IN THE SOILS OF THE BALTI URBAN ECOSYSTEM

Summary. The paper presents the evaluation of the heavy content in the soils of the Balti urban ecosystem. Is predominates typically moderately humiferous chernozem soils. Based on the obtained results, it was established that the soils pH is weak-alkaline. The content of heavy metals in the edaphic component in some research sites exceeded the Alert Threshold for Pb, Cu, Zn. Values of total Pb content ranged from low to very high (18.5-98.61 mg/kg), Cu from low (17.48 mg/kg) to very high (134.63 mg/kg), Zn from low (38.92 mg/kg) to very high (311.34 mg/kg). Greater pollution with these heavy metals was founds in the Central-Western part of the city. For Cr were recorded very low content, and Ni – medium. Because the pH of the soil is weak-alkaline, these concentrations do not pose a danger to biotic components.

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

Rezumat. În lucrare este prezentată evaluarea conținutului de metale grele în solurile ecosistemului urban Bălți. Predomină solurile cernoziomice tipice moderat humifere. În baza rezultatelor obținute, s-a stabilit că pH-ul solului este slab-alkalin. Conținutul metalelor grele în componenta edafică în unele situri de cercetare au înregistrat depășiri ale Pragului de alertă pentru Pb, Cu, Zn. Valorile conținutului de Pb total au variat de la scăzut la foarte mare (18,5-98,61 mg/kg), Cu de la scăzut (17,48 mg/kg) până la foarte mare (134,63 mg/kg), Zn de la nivelul scăzut (38,92 mg/kg) la foarte mare (311,34 mg/kg). S-a constatat o poluare accentuată cu aceste metale grele în partea central-vestică a orașului. Pentru Cr a fost înregistrat un conținut foarte scăzut, iar pentru Ni scăzut-mediu. Deoarece pH-ul solului este slab-alkalin, aceste concentrații nu prezintă pericol pentru componentele biotice.

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

INTRODUCERE

Solul este una dintre cele mai importante resurse naturale. Spre deosebire de celelalte componente ale mediului înconjurător, solul are rolul unui nutrient biotic cu proprietăți de absorbant, autopurificator și neutralizator biologic al poluanților, mineralizator al reziduurilor organice. Proprietățile solului și calitatea acestuia sunt determinate de diversitatea condițiilor naturale de solificare și interacțiunea lor cu factorii antropici care conduc la formarea diferitor tipuri de sol. Studiul acestui proces pe teritoriul Regiunii de Dezvoltare Nord a demonstrat că aici are loc formarea unui înveliș de sol cu caracter variabil și complex. Varietatea

zonală a învelișului de sol include mai multe tipuri: cenușii albice, cenușii tipice, cenușii molice, cernoziomuri argiloiluviale, cernoziomuri levigate, cernoziomuri tipice moderat humifere. În această consecutivitate sunt răspândite solurile în direcția nord-sud (zonalitatea orizontală) și de sus în jos [1].

Pe teritoriul municipiului Bălți predomină solurile cernoziomice tipice moderat humifere. În partea dreaptă a Râutului, în cartierul Slobozia, se întâlnesc cernoziomuri tipice slab humifere. Vegetația ierboasă foarte bogată și variabilă a contribuit la formarea unui strat profund de sol bine structurat și humificat. Pe luturile loessoide cuaternare s-au format cernoziomuri tipice slab humifere. Prezența aproape de suprafață a apelor

freatice a condiționat formarea clasei de soluri hidromorfe (cernozioimoide), iar prezența în rocile parentale a apelor freatice și a sărurilor solubile contribuie la formarea solurilor halomorfe [2].

Activitatea antropică a impulsionat procesele de degradare a solurilor, acestea având urmări nefaste pentru mediu și societate. S-a modificat componența și proprietățile, s-a redus calitatea și productivitatea solurilor: dehumificarea, micșorarea conținutului elementelor biofile, destructurarea, tasarea, poluarea, eroziunea prin apă și eoliană ș.a. continuă să afecteze profund funcțiile solului. Un impact deosebit asupra solului este cauzat de procesele socio-economice care au loc cu precădere în ecosistemele urbane și care duc la poluarea esențială a tuturor componentelor de mediu.

În ultimul timp poluarea mediului înconjurător cu metale grele suscită o atenție sporită din cauza problemelor majore pe care le provoacă, deoarece majoritatea metalelor grele nu se găsesc sub formă solubilă în apă sau, dacă totuși există, speciile chimice respective sunt complexate cu liganzi organici sau anorganici, fapt ce influențează radical toxicitatea acestora [3].

Metalele grele (MG) ca Zn, Fe, Cu, Co, sau Cr sunt nutrienți esențiali ai plantelor, manifestând caracter toxic doar în concentrații ridicate. Pb, Cd și Hg sunt metale toxice fără a avea vreun rol funcțional în metabolism [4]. Poluarea mediului cu astfel de metale grele ca Pb, Zn, Cu, Cd care se referă la clasa I (Pb, Cd) și 2 (Cu, Zn) de toxicitate afectează sistemul „sol-planță”. Or, metalele grele manifestă caracteristici chimice diverse și ca urmare vor acționa diferit și din punct de vedere al comportamentului și ecotoxicității în ecosisteme. Atât timp cât metalele grele rămân strâns legate de constituenții solului și accesibilitatea lor este redu-

să, efectul lor dăunător asupra organismelor din sol și asupra mediului înconjurător va fi redus [5]. Însă, atunci când condițiile de sol permit ca metalele grele să treacă în soluția solului, conținuturile crescute ale acestora în sol prezintă un risc direct de poluare, prin urmare, constituie o amenințare pentru biodiversitatea vegetală și animală [6].

În pofida faptului că solurile au calitatea esențială de a absorbi diverse tipuri de poluanți, capacitatea de autopurificare naturală a acestuia este limitată. În cadrul studiului impactului antropic în ecosistemele urbane asupra aerului, apei și biodiversității prezintă interes și studiul procesului de acumulare a metalelor grele în soluri. De obicei, poluarea cu metale grele este provocată de procesele tehnologice industriale, transportul auto, gestionarea inadecvată a deșeurilor ș.a.. În contextul celor expuse, scopul prezentei lucrări este de a evalua conținutul metalelor grele în stratul superior al solului (0-10 cm) din ecosistemul urban Bălți (EUB).

MATERIALE ȘI METODE

Probele de sol (20 de eșantioane) au fost colectate din sectoare în imediata apropiere a străzilor, din zone relativ omogene și reprezentative ale parcurilor și pe malul râului Răut pe data de 4 și 28 august 2020. Proba medie constă din 5 probe colectate prin metoda liniară la un interval de 10 m în cazul liniamentelor stradale și prin metoda plicului pe malul râului Răut și parcuri (figura 1). Probele au fost împachetate în mod individual în pungi de polietilenă. Pe fiecare pungă s-au notat indicativul sitului de cercetare, data, executorul. Recoltarea probelor de sol a fost efectuată în cantități suficiente pentru efectuarea ulterioară a analizelor de laborator.

Figura 1. Schema siturilor de prelevare a probelor de sol.

Etapa de laborator a presupus condiționarea (selecția, uscarea, măcinarea) eșantioanelor de sol, în vederea determinării conținutului de metale grele (Cu, Ni, Pb, Zn, Cr), forma totală.

Determinarea MG s-a efectuat în Laboratorul de Referință de Mediu al Agenției de Mediu. Conținutul de metale grele (Cu, Ni, Pb, Zn, Cr – forme totale) s-a determinat prin analiza soluțiilor de cenușă utilizând metoda spectrometriei de absorbție atomică cu atomizare termică a elementelor în atomizator cu grafit (Analytik Jena GmbH - ZEnit 650 P) [7].

Reprezentarea cartografică a rezultatelor obținute a fost elaborată în baza soft-ului Qgis. Cu ajutorul acestui program datele obținute sunt supuse modelării prin intermediul metodei IDW (distanța inversă ponderată) – metodă care determină valoarea unui microelement într-o locație lipsită de măsurători ca medie ponderată a valorilor învecinate cunoscute, coeficienții de ponderare fiind invers proporționali cu distanța dintre punctul cu valoare cunoscută și punctul în care se dorește estimarea valorii. În acest fel, punctele mai apropiate contribuie mai mult la

Tabelul

Nivelul conținutului metalelor grele în solurile ecosistemului urban Bălți, stratul 0-10 cm

Nr. d/o	Situl de colectare	Conținutul metalelor grele (mg/kg)				
		Cu	Ni	Pb	Zn	Cr
1.	Str. Calea Ieșilor (Selecția)	122,41	30,23	47,01	141,66	29,63
2.	Str. Decebal	32,09	23,25	44,75	311,34	31,48
3.	Str. Victoriei (str. Decebal)	134,63	27,03	92,47	99,34	33,86
4.	Str. Victoriei (Barza albă)	18,28	30,35	98,61	38,92	33,92
5.	Zona verde (str. Victoriei)	23,27	29,67	28,69	53,1	22,9
6.	Str. Calea Ieșilor intersecție cu str. Victoriei	17,48	32,17	27,63	42,3	31,82
7.	Parcul de agrement (partea V a orașului)	36,83	31,47	18,52	93,66	40,98
8.	Str. Ștefan cel Mare	28,27	28,27	46,49	69,54	29,46
9.	Str. Ștefan cel Mare (CET)	28,23	33,27	32,25	54,8	29,42
10.	Str. Ștefan cel Mare (primărie)	27,63	33,31	21,63	67,06	40,98
11.	Parcul (primărie)	27,63	33,79	48,37	67,06	33,06
12.	Str. Nicolae Iorga	30,13	29,65	32,73	109,02	29,62
13.	Str. Nicolae Iorga intersecție cu Aleea Șolom Aleihem	22,77	32,95	26,09	63,1	38,08
14.	Str. Decebal (S.A. Drumuri)	26,87	35,97	63,95	74,8	28,54
15.	Amonte oraș (malul r. Răut)	86,85	30,85	33,04	78,13	19,12
16.	Str. Locomotivelor (malul r. Răut)	40,17	32,37	49,88	141,33	25,09
17.	Str. Kiev (malul r. Răut)	19,53	22,39	58,74	107,25	18,8
18.	Lacul de canotaj (mal)	27,27	41,25	24,42	95,77	17,29
19.	Gara auto (malul r. Răut)	32,69	38,19	29,82	95,31	20,32
20.	Aval SEB (malul r. Răut)	23,07	34,89	24,22	75,27	30,1
Pragul de alertă (PA) (Kloke, 1980)		100	75	50	300	100
Pragul de intervenție (PI) (Kloke, 1980)		200	150	100	600	300
Diapazonul în solurile RM (Kirilyuk, 2006)		2-400	5-75	5-30	10-166	25-145
Media în solurile RM (Kirilyuk, 2006)		32	39	20	71	91
Klark (Lăcătușu, 2008)		22,4	23	30	66	63
Nivelul conținutului metalelor grele în solurile din RM, pH – 6,0-8,5 (Kirilyuk, 2006) [6]						
Foarte scăzut		< 10	< 15	< 10	< 20	< 40
Scăzut		11-25	16-30	11-20	2-50	41-70
Mediu		26-50	31-50	21-30	51-100	71-100
Sporit		51-75	51-70	31-40	101-150	101-150
Mare		76-100	71-100	41-50	151-200	151-200
Foarte mare		101-150	101-150	51-60	202-250	201-250

Figura 2. Distribuția Cu generată prin interpolare IDW utilizând datele experimentale pentru or. Bălți.

valoarea interpolată decât punctele mai îndepărtate, păstrând, în același timp, intacte valorile în punctele cunoscute.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Starea ecologică a componentei edafice din EUB a fost evaluată după stratul de sol superior (0-10 cm), care se consideră a fi cel mai afectat de poluare și care este în relație directă cu toate componentele biotice (organismele vegetale edafice și bioindicatoare, micro-organisme din sol) și abiotice (depuneri atmosferice, procese fizico-chimice ș.a.) ale ecosistemelor.

În baza scalei de gradăție a solurilor din Republica Moldova, conform Kirilyuk (2006) [6], concentrația metalelor grele s-a încadrat în diferite nivele ale conținutului, de la *scăzut* la *foarte mare* (tabelul).

Cuprul (Cu) total în stratul 0-10 cm de sol variază de la conținut *scăzut* (17,48 mg/kg) până la *foarte*

mare (134,63 mg/kg) (tabelul). Pragul de alertă (PA) după Klocke (1980) [7] a fost depășit în două situri: str. Calea Ieșilor și str. Victoriei. De remarcat că distanța dintre aceste două situri este de circa 470 m (figura 2). La o distanță de circa 420 m spre est (str. Decebal) de aceste situri concentrația Cu a înregistrat 32,09 mg/kg. Concentrația Cu ce se apropie de PA a fost înregistrată și pe malul râului Răut în partea de Nord a orașului (86,85 mg/kg). Pentru Cu, conform scalei propuse de Kirilyuk (2006) [6], majoritatea siturilor cercetate se încadrează la nivelul mediu al conținutului de metale grele. Rezultatele obținute pentru Cu sunt în limitele pentru solurile Republicii Moldova. După Adriano (2001) [9], Cu intră în categoria microelementelor cu rol biologic important pentru ecosisteme, carența acestui metal în sol (< 10 mg/kg) sau depășirile pragului de alertă (>100 mg/kg) pot reduce creșterea rădăcinilor și lăstarilor, inhibarea enzimelor.

Figura 3. Distribuția Pb generată prin interpolare IDW utilizând datele experimentale pentru or. Bălți.

Figura 4. Distribuția Zn generată prin interpolare IDW utilizând datele experimentale pentru or. Bălți.

Nichelul (Ni) total în stratul 0-10 cm de sol a înregistrat un conținut *scăzut*, iar în unele cazuri – *mediu*. Concentrația Ni în majoritatea siturilor cercetate, după Kirilyuk (2006), se află în media solurilor din Republica Moldova (39 mg/kg), doar situl din apropierea lacului pentru canotaj a depășit media (tabel). Valorile înregistrate pentru Ni se află în limitele de valori pentru solurile din Republica Moldova (5-75 kg/ha) și nu se apropie de PA după Klope (1980).

Plumbul (Pb). Valorile conținutului de Pb total în solurile EUB studiate, pentru stratul 0-10 cm au variat între 18,5 și 98,61 mg/kg (tabel). În parcul de agrement din partea V a orașului concentrația Pb s-a încadrat în media pentru solurile din Republica Moldova (20 kg/ha). Au fost înregistrate patru cazuri de depășire a PA după Klope, (1980), iar în două cazuri valoarea înregistrată se apropie de Pragul de intervenție (PI). De menționat că în siturile din partea de Vest a orașului a fost înregistrat un conținut *foarte mare* al Pb în sol (figura 3).

Zincul (Zn). Solul (0-10 cm) în siturile cercetate a înregistrat valori ale Zn total cuprins între limitele 38,92-311,34 mg/kg, adică de la nivelul *scăzut* la unul *foarte mare* al conținutului de metale grele după Kirilyuk (2006). Un singur sit dintre cele cercetate a depășit PA după Klope (1980) (tabelul, figura 4). Valorile înregistrate pentru acest microelement se încadrează în diapazonul solurilor Republicii Moldova.

Cromul (Cr) total în stratul (0-10 cm) din siturile cercetate ale EUB au indicat un nivel *foarte scăzut* al conținutului de metale grele după Kirilyuk (2006). Valorile înregistrate nu se apropie de klark-ul solurilor după Lăcătușu (2008) pentru Cr.

În mediul acid al solului, Zn și Ni manifestă o mobilitate mare, astfel fiind preluate foarte ușor de către

componentele biotice ale ecosistemului. Metalele grele, precum Cu și Pb, manifestă o mobilitate mai redusă, ceea ce prezintă un pericol de alt caracter, prin acumularea lor de-a lungul timpului în stratul superior al solului [10-12]. Ținând cont că solurile în siturile cercetate au pH-ul *slab-alkalin*, concentrația metalelor grele nu prezintă pericol pentru componentele biotice. Astfel, în condițiile acidifierii solului, aceste metale vor prezenta un potențial pericol pentru ecosistemul analizat [13].

CONCLUZII

Evaluarea conținutului de metale grele a componentei edafice (0-10 cm) din ecosistemul urban Bălți în baza scalei de gradatie a solurilor din Republica Moldova scoate în evidență că în unele situri analizate conținutul MG s-a încadrat în categoriile de niveluri de la *foarte scăzute* pentru Cr până la *foarte mare* pentru Pb.

Pragul de alertă pentru valorile metalelor grele studiate este depășit pentru Cu în două situri, Zn – un sit, iar pentru Pb – în patru situri. Valorile Pb pentru două situri se apropie de Pragul de intervenție.

S-a constatat o poluare mai mare cu aceste metale grele în partea Central-Vestică a orașului Bălți, dar ținând cont că pH-ul solului este *slab-alkalin*, aceste concentrații nu prezintă pericol pentru componentele biotice.

NOTĂ. Cercetările au fost efectuate în cadrul Proiectului 20.80009.7007.11 – *Evaluarea stabilității ecosistemelor urbane și rurale în scopul asigurării dezvoltării durabile.* / The research was carried out within the Project 20.80009.7007.11 – *Assessing the stability of urban and rural ecosystems in order to ensure sustainable development.*

BIBLIOGRAFIE

1. Ursu A., Overcenco A., Vladimir P., Marcov I. Solurile halomorfe din stepa Bălților. În: Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științele vieții, nr. 1(313), 2011, p. 154-160.
2. Ursu A. Raioanele pedogeografice și particularitățile regionale de utilizare și protejare a solurilor. Ch.: Tipogr. Acad. de Șt., 2006. 232 p.
3. Popescu C. Poluarea cu metale grele – factor major în deteriorarea ecosistemelor. În: Revista de Ecologie, ECOS 22 – 2010, p. 30-34.
4. Mingorance M., Valdes B., Rossini Oliva, S. Strategies of heavy metal uptake by plants growing under industrial emission. În: Environ Int. 2007, 33 p. 514-520. Doi: 10.1016/j.envint.2007.01.005.
5. Fasola R. Conținutul metalelor grele în solurile baziului râului Cereșnovăț. În: Studia Universitatis Moldaviae: Seria „Științe reale și ale naturii”. 2015, nr. 6(86), p. 103-109.
6. Kirilyuk V. Mikroelementy v komponentakh biosfery Moldovy. Chișinău: Pontos, 2006. 156 p.
7. 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.
8. Klope A. Richtwerte'80 Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden, Mitt. VDULFA, H1-3, 1980, p. 9-11.
9. Adriano D. Trace elements in Terrestrial Environments. In: Biogeochemistry, Bioavailability and Risk of Metals. Second edition, Springer, 2001. 867 p.
10. Kabata-Pendias A., Pendias H. Trace Elements in Soil and Plants. CRC Press, 2001. 65 p.
11. Lăcătușu R. Noi date privitoare la abundența generală a metalelor grele în soluri, 2008. 154 p.
12. Schulte A. Adsorption density, mobility and limit values of Cd, Zn and Pb in acid forest soils. In: Arch. Acker-Pfl. Boden, 1994, vol. 38, p. 71-81.
13. Friedland A. The use of organic forest soils as indicators of atmospheric deposition of trace metals. In: Verry, E. & Vermette, S.: The deposition and fate of trace metals in our environment. 1992, p. 97-104.

Arta cămășii cu altiță – candidat la Lista reprezentativă a patrimoniului UNESCO.
Lidia Rusu, economist, în cămășă cu prescuri țesută ațeste, tehnică pe care a reabilitat-o.