

CONȚINUTUL METALELOR GRELE ÎN SOLURILE BAZINULUI RÂULUI CEREȘNOVĂȚ

Regina FASOLA

Institutul de Ecologie și Geografie al AȘM

În lucrarea de față este prezentată evaluarea conținutului metalelor grele în solurile bazinului r. Cereșnovăț, în special în ecosistemul forestier „Racovății de Sud”. Conținutul metalelor grele în solurile bazinului r. Cereșnovăț a fost determinat conform metodelor recomandate de programul ICP Forest, după tipurile de sol, pe straturi fixe de 10 cm. În baza rezultatelor obținute s-a observat că acumularea metalelor grele este dependentă și influențată de diferiți factori, ca: factorul antropic, distanța de la sursa de poluare, configurația terenului, proprietățile fizice de migrare a metalelor grele și tipul de sol. S-a constatat că nivelul *scăzut – mediu* al metalelor grele din solurile bazinului r. Cereșnovăț manifestă condiții ecologice favorabile pentru componentele biotice ale ecosistemului forestier „Racovății de Sud”, rezultate ce ne permit să deducem că starea de sănătate a biodiversității și funcționalitatea ecosistemului nu sunt amenințate de factorul edafic.

Cuvinte-cheie: *metale grele, poluare, sol, ecosistem forestier.*

CONTENT OF HEAVY METALS IN THE SOILS OF THE CEREȘNOVĂȚ RIVER BASIN

Within the present study was assessed the content of heavy metals in the soils of the Cereșnovăț river basin, and particularly within the forest ecosystem “Racovății de Sud”. The content of heavy metals in the soils of the Cereșnovăț river basin was determined according to the methods recommended by ICP Forest program after soil types, on fixed layers of 10 cm. Based on the outcomes was observed that the accumulation of heavy metals is dependent and influenced by various factors: human factor, the distance from the pollution source, the terrain, the physical properties of migration of heavy metals and soil type. It was found that *low - medium* content of heavy metals in the soils of Cereșnovăț river basin presents favorable ecological conditions to biotic components of the forest ecosystem “Racovății de Sud”. Results allow us to conclude that the health of biodiversity and functioning capacity of the ecosystem are not threatened by edaphic factor.

Keywords: *heavy metals, pollution, soil, forest ecosystem.*

Introducere

Proprietatea metalelor grele de a se acumula în organismele vegetale și animale, inclusiv în cel uman, precum și patologia pe care o determină, justifică atenția care se acordă acestor poluanți. Dacă nu sunt atent monitorizate, metalele grele (MG) din soluri, aer și ape pot pune în real pericol mediul ambiant [11]. Principalele MG cu impact negativ asupra ecosistemelor forestiere, care sunt eliberate în atmosferă sub forma de praf, iar la temperaturi ridicate – sub formă de gaze, de la termocentrale și alte instalații de ardere a combustibililor solizi și lichizi, circulația rutieră prin gazele de eșapament, sunt: Cd, Pb, Hg, Co, Cr, Cu, Ni și Zn [3].

În scopul de a identifica măsurile specifice ce trebuie luate pentru a reduce efectele negative ale emisiilor de MG asupra mediului, 41 de părți la Convenția de la Geneva (1979) au semnat și au ratificat Protocolul de la Arhus (1998) privind supravegherea și evaluarea depunerilor și transportul transfrontalier de metale grele în zona EMEP [4]. Metalele grele vizate de Protocol includ Pb, Cd și Hg, care prezintă un risc semnificativ pentru sănătatea omului și pentru mediu. Pe lângă metalele Pb, Cd și Hg, la ședința EMEP (EB.AIR/GE.1/1998/8) au fost recomandate pentru monitorizare și metalele As, Cr, Cu, Ni și Zn [3].

Problema privind poluarea ecosistemelor forestiere cu metale grele este tratată în mod deosebit și în cadrul programului ICP Forests [5]. În rapoartele științifice ale acestui program este analizat comportamentul MG într-un ecosistem, care reprezintă o problemă complexă, deoarece distribuția acestora se realizează atât în compartimentele abiotice, cât și în cele biotice. Se atenționează și procesele de transport al MG, care se pot desfășura în cadrul aceluiași compartiment (apă, aer, sol) sau între compartimente diferite prin mecanisme de advecție și/sau dispersie [9].

Studiile efectuate de autorii lucrării [6] au confirmat că concentrațiile în sol de Cd – 1 mg /kg, Pb – 150 mg/kg, Zn – 100 mg/kg și Cu – 20 mg/kg nu sunt dăunătoare pentru organismele solului. Un conținut mai mare, de 4-10 ori, poate duce la efecte negative asupra biotei solului, proceselor de descompunere a masei organice, activității enzimatică și a metabolismului de C și N [2,12].

Conform literaturii de specialitate [6, 13], atât timp cât metalele grele rămân strâns legate de constituenții solului și accesibilitatea lor este redusă, efectul lor dăunător asupra organismelor din sol și asupra mediului înconjurător va fi redus. Însă, atunci când condițiile de sol permit ca MG să treacă în soluția solului, conținuturile crescute de metale grele în sol prezintă un risc direct de poluare a solului și, deci, a biodiversității vegetale și animale. Riscul de poluare cu MG a solului și a plantelor depinde de diferiți factori abiotici și biotici, forma chimică a elementelor, sinergismul sau antagonismul cu alte substanțe chimice, condițiile de sol și climă.

În contextul problemei expuse mai sus, în studiul nostru, în scopul de a evalua conținutul metalelor grele în solurile bazinului r. Cereșnovăț, au fost prevăzute și evaluate concentrațiile MG din sol pe tot cursul r. Cereșnovăț, în special în ecosistemul forestier „Racovății de Sud”.

Material și metode

Conținutul metalelor grele în solurile bazinului r. Cereșnovăț a fost evaluat conform metodelor recomandate de programul ICP Forest [7]. Pe tot cursul r. Cereșnovăț (Fig.1), probele de sol au fost colectate după tipurile de sol, pe straturi fixe de 10 cm, proba medie fiind alcătuită din cinci subprobe selectate în formă de șah [8]. Pentru recoltarea probelor de sol a fost utilizat burghiu cu mâner marcat la fiecare 10 cm și cu cilindru metalic cu volumul de cca 200 cm³. Probele au fost împachetate în mod individual în pungi de polietilenă, suficient de rezistente pentru asigurarea integrității probelor de sol. Pe fiecare pungă au fost înscrise indicațiile reprezentative, adâncimea stratului, data, executorul. Aceeași informație a fost înscrisă și pe o etichetă, care a fost introdusă în pungă înainte de legarea și împachetarea acestora.



Fig.1. Amplasarea stațiilor de colectare a eșantioanelor de sol pe cursul r. Cereșnovăț.

Etapa de laborator a presupus condiționarea (selectarea, uscarea, măcinarea) eșantioanelor de sol, în vederea determinării parametrilor chimici. Conținutul metalelor grele (Cu, Zn, Ni, Cr), forma totală, în solurile studiate a fost determinat în Laboratorul Ecosisteme Naturale și Antropizate prin metoda Spectrometriei Roentgen – fluorescente la aparatul SPECTROSCAN MAK-S-G [12].

Rezultate și discuții

Starea ecologică a componentei edafice din bazinul r. Cereșnovăț 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 bioindicatori, microorganisme din sol) și abiotice (depuneri atmosferice, procese fizico-chimice ș.a.) ale ecosistemelor. De asemenea, au fost efectuate trei profiluri de sol până la roca maternă: primul la începutul cursului râului și altele două la intrarea și ieșirea din pădure. După aceste profiluri au fost efectuate observații asupra legităților de migrare, originii MG, dependenței de tipul de sol ș.a.

În studiul dat, conținutul MG din sol, pentru stratul superior (0-10 cm), evaluat în baza scalei de gradație a solurilor din Republica Moldova (RM) (Tab.1) [13], a înregistrat un conținut scăzut – mediu pentru toate

metalele studiate. Deci, nu s-a înregistrat niciun caz de poluare pentru niciun metal analizat, atât în ecosistem, cât și în terenurile agricole adiacente. Conținutul MG studiate atinge valori medii ale Klarkului [11], ce se încadrează în media pentru solurile RM [13] (*a se vedea* Tabelul).

Tabel

Conținutul metalelor grele în solurile (0-10 cm) ale bazinului r. Cereșnovăț, mg/kg s.u.

Amplasarea și nr. stațiilor	Tipul de sol	Cu	Ni	Zn	Cr	
În amonte de ecosistemul „Racovății de Sud”	1	<i>Cernoziom argiloiluvial</i>	28	32	58	62
	2	<i>Cernoziom aluvial stratificat</i>	38	32	74	62
	3	<i>Cernoziom levigat</i>	31	33	57	61
	4	<i>Cernoziom aluvial stratificat</i>	26	29	51	71
	5	<i>Cernoziom aluvial stratificat</i>	28	32	50	68
	6	<i>Cernoziom aluvial stratificat</i>	22	29	45	61
	7	<i>Cernoziom levigat</i>	35	40	49	78
	8	<i>Cernoziom levigat</i>	38	44	61	73
	9	<i>Cernoziom argiloiluvial</i>	30	33	47	75
	10	<i>Cernoziom argiloiluvial</i>	28	35	51	75
	11	<i>Cernoziom tipic aluvial</i>	55	41	76	58
Media – tipuri de cernoziom		33	35	56	68	
În cadrul ecosistemului „Racovății de Sud”	12	<i>Rendzina carbonatică</i>	23	30	50	73
	13	<i>Rendzina carbonatică</i>	23	28	49	58
	14	<i>Rendzina carbonatică</i>	42	34	68	48
	15	<i>Rendzina carbonatică</i>	22	21	40	55
	17	<i>Rendzina carbonatică</i>	18	19	39	48
	Media – rendzina carbonatică		26	26	49	56
Terenuri adiacente ecosistemului „Racovății de Sud”	16	<i>Cernoziom tipic</i>	46	44	52	67
	18	<i>Cernoziom tipic</i>	20	26	47	55
DMS		10,3	9,1	12,7	13,0	
Klark (Lăcătușu, 2008)		22,4	23	66	63	
Diapazonul în solurile RM (Кирилюк, 2006)		2-400	5-75	10-166	25-145	
Pragul de alertă (PA) (Kloke, 1980)		100	75	300	100	
Pragul de intervenție (PI) (Kloke, 1980)		200	150	600	300	
Nivelurile conținutului metalelor grele în solurile din RM, pH – 6,0-8,5, Кирилюк (2006)						
		Cu	Ni	Zn	Cr	
Foarte scăzut		< 10	< 15	< 20	< 40	
Scăzut		11-25	16-30	21-50	41-70	
Mediu		26-50	31-50	51-100	71-100	
Sporit		51-75	51-70	101-150	101-150	
Mare		76-100	71-100	151-200	151-200	
Foarte mare		101-150	101-150	201-250	201-250	

Valorile atestate de noi oferă condiții optimale pentru biodiversitate și nu presupune un impact negativ major pentru acestea. Drept confirmare a celor spuse sunt valorile MG, care nu ating pragul de alertă (PA) și, cu atât mai puțin, pragul de intervenție (PI) [10], fapt ce exclude riscul de toxicitate și afectarea funcționalității ecosistemului forestier studiat.

În condiții de impact minor asupra componentelor de mediu totuși se estimează o acumulare mai sporită a MG în terenurile agricole adiacente și pe cursul râului în amonte de ecosistemul forestier „Racovății de Sud” (Tab.1). Aceste valori pot fi argumentate prin aportul antropic ca rezultat al lucrărilor agricole (prelucrare chimică, introducerea îngrășămintelor ș.a.). De asemenea, variațiile conținutului MG este explicată și ca rezultat al diferitelor tipuri de sol, pe terenurile adiacente ecosistemului forestier sunt prezente cernoziomuri levigate și argiloiluviale, iar în ecosistem este prezentă rendzina carbonatică.

În baza rezultatelor obținute s-a observat o legitate clasică a acumulării MG în dependență de factorul antropic, distanța de la sursa de poluare, configurația terenului, proprietățile fizice de migrare a MG și tipul de sol. Astfel, în probele de sol colectate de pe terenurile agricole adiacente, din liziera pădurii și din mijlocul pădurii, se observă o diminuare a conținutului de MG pe curba de nivel (Fig.2).

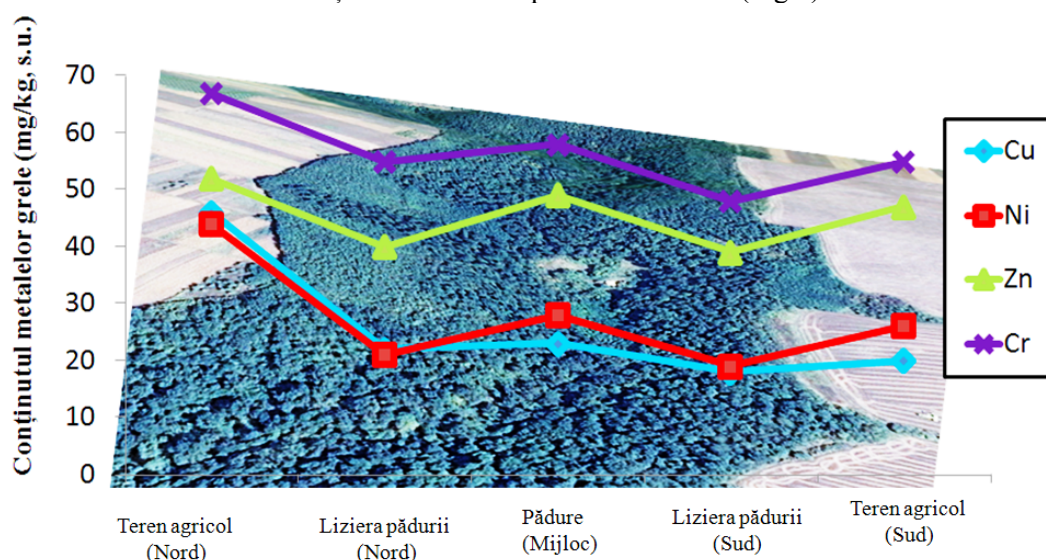


Fig.2. Conținutul metalelor grele din solurile (0-10 cm) ale ecosistemului forestier „Racovății de Sud” și de pe terenurile agricole adiacente, mg/kg, s.u.

Cele mai mari cantități de MG în sol s-au înregistrat pe terenurile agricole din partea de nord (Cu – 46, Ni – 44, Zn – 52 și Cr – 67 mg/kg, s.u.), care scad în probele de sol din liziera nordică a pădurii (Cu – 22, Ni – 21, Zn – 40 și Cr – 55 mg/kg, s.u.) și cresc nesemnificativ în probele de sol din mijlocul pădurii, care sunt amplasate pe vale, la baza pantelor (Cu – 23, Ni – 28, Zn – 49 și Cr – 58 mg/kg, s.u.). Aceeași legitate se respectă pentru partea sudică, mai puțin accentuată, comparativ cu partea nordică, unde cel mai mare conținut al metalelor grele se înregistrează pe terenurile agricole (Cu – 20, Ni – 26, Zn – 47 și Cr – 55 mg/kg, s.u.) și scad în liziera sudică a pădurii (Cu – 18, Ni – 19, Zn – 39 și Cr – 48 mg/kg, s.u.) (Fig.2).

Cum am menționat mai sus, au fost analizate trei profiluri de sol până la roca maternă (0-80 cm): în amonte pe cursul râului (proba 1 – Fig.1), la intrarea în pădure (proba 12 – Fig.1) și în aval de pădure (proba 14 – Fig.1), pentru studierea legităților de migrare, a originii MG, a dependenței de tipul de sol și a altor procese fizico-chimice. Astfel, pentru profilul din cursul superior al râului, cernoziom argiloiluvial (Fig.3), se observă o creștere a conținutului MG odată cu adâncimea, care descrește în stratul inferior – roca maternă (60-70 cm). Dintre metalele analizate (Cu, Ni, Zn și Cr), Zn înregistrează o variație redusă (50-60 mg/kg, s.u.) de la un strat la altul; mai corect, este vorba despre o fluctuație, ca rezultat al mobilității mari a Zn.

Pe întreg profilul sunt estimate maximele, pentru toate elementele, în stratul 30-50 cm, care pot fi explicate prin apariția elementelor rocii materne în acest strat, și anume: prezența silicaților și a hidraților acizilor Al, Fe, Mn, care mobilizează compușii fixați. Mobilitatea geochimică a metalelor grele studiate este controlată în dependență de prezența diferiților oxizi (Fe, Mn ș.a.) în straturile respective.

În profilul de la intrarea în ecosistemul forestier „Racovății de Sud” rendzina carbonatică (Fig.4), cu toate că este un alt tip de sol decât în cazul precedent, se observă aceeași legitate – creșterea conținutului MG odată cu adâncimea, care descrește în stratul inferior – roca maternă (60-70 cm). Această legitate comună ambelor tipuri de sol ne sugerează ideea că migrarea MG, indiferent de tipul de sol, se supune acelorași legități; tipul de sol poate doar influența asupra accentuării la un strat anumit. În rendzina carbonatică este mai evidentă concentrarea MG odată cu adâncimea, caracteristică și pentru Zn, spre deosebire de cernoziomul argiloiluvial. Stratul subțire de sol în rendzina carbonatică, precum și prezența compușilor de calciu, a oxizilor de fier și a silicaților, mai sporită în rendzina carbonatică, determină o mobilitate relativ mai redusă a MG începând cu stratul 20-30 cm. Mobilitatea moderat ridicată a Zn din rendzina carbonatică, comparativ cu cernoziomul argiloiluvial, poate fi explicată prin conținutul de humus mai mare în rendzină, ceea ce determină creșterea mobilității zincului.

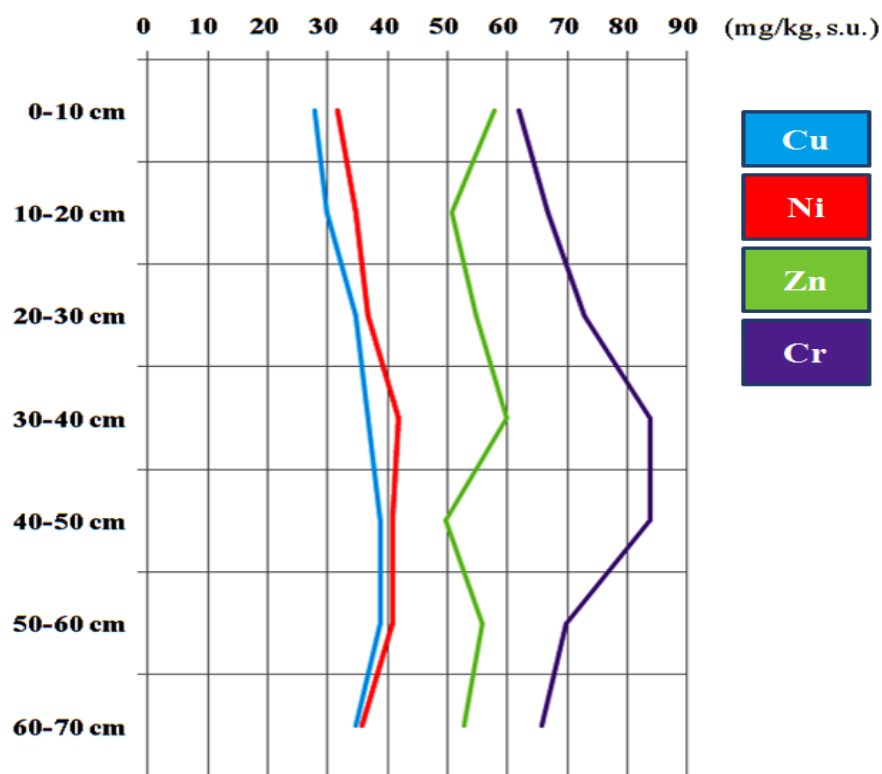


Fig.3. Migrarea metalelor grele în proba din cursul superior al r. Cereșnovăț, mg/kg s.u.

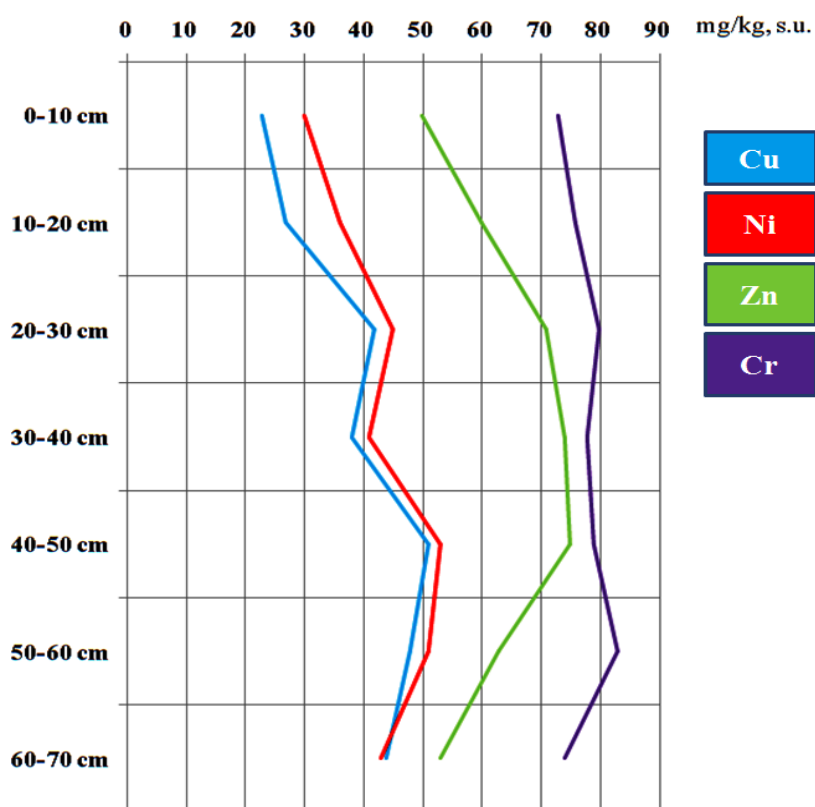


Fig.4. Migrarea metalelor grele în proba de la intrarea în ecosistemul forestier „Racovății de Sud”, mg/kg s.u.

Migrarea MG în profilul de la ieșirea din ecosistemul forestier „Racovății de Sud”, rendzina carbonatică (Fig.5), poartă un caracter deosebit decât în primele două cazuri analizate. Evidentă este scăderea concentrațiilor metalelor Cu, Ni și Zn odată cu creșterea adâncimii, unde doar Cr nu se supune acestei legități. Desigur, acest proces este în mare parte determinat de geochimia substratului, dar putem menționa și influența antropică minimă, proba fiind colectată la ieșirea din pădure. Analizând cele două profiluri de sol – de la intrarea în pădure (Fig.4) și de la ieșirea din pădure (Fig.5) – pentru primul caz, care de-a lungul anilor a fost supus impactului antropic (scurgerile de pe terenurile agricole), se atestă o acumulare a MG în substrat, iar scurgerile traversând de-a lungul pădurea, unde au loc procese de autopurificare naturală, rezultă un profil de sol la sfârșitul pădurii cu un conținut mai redus de MG.

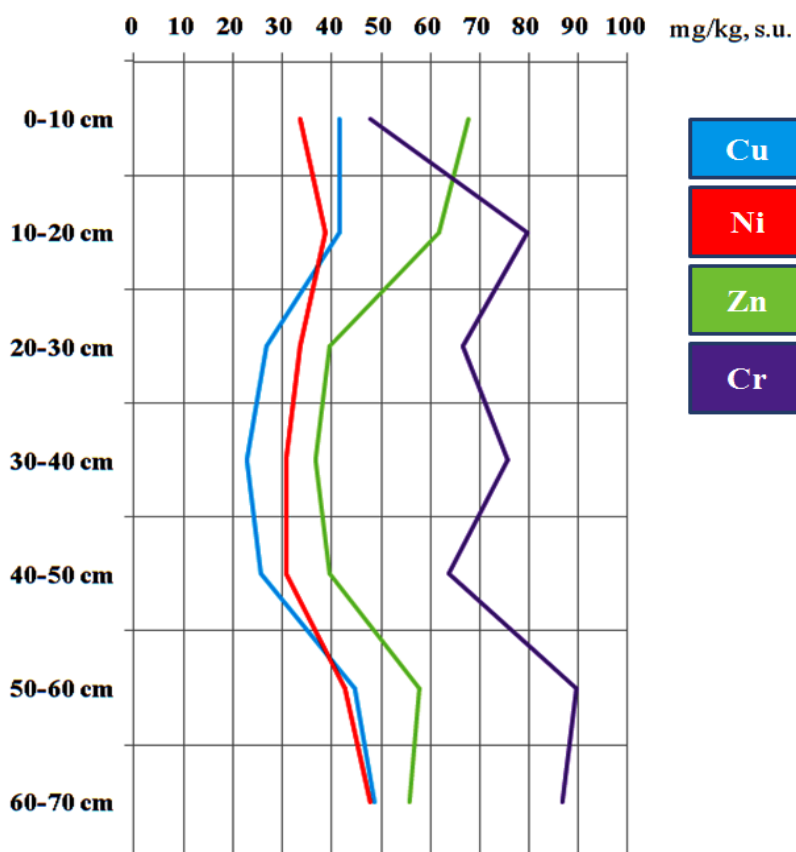


Fig.5. Migrarea metalelor grele în proba de la ieșirea din ecosistemul forestier „Racovății de Sud”, mg/kg s.u.

Concluzii

În baza rezultatelor obținute s-a observat și s-a demonstrat că acumularea metalelor grele este dependentă și influențată de factorul antropic, distanța de la sursa de poluare, configurația terenului, proprietățile fizice de migrare a metalelor grele și de tipul de sol.

Nivelul scăzut – mediu al metalelor grele din solurile bazinului râului Cereșnovăț manifestă condiții ecologice favorabile pentru componentele biotice ale ecosistemului forestier „Racovății de Sud”, rezultate ce ne permit să deducem că starea de sănătate a biodiversității și funcționalitatea ecosistemului nu sunt amenințate de factorul edafic.

Bibliografie:

1. ATANASSOV, I. et al. Applications of data for background concentrations of Pb, Zn, Cu and Cd in soils for calculating critical loads. In: *UBA. Effects-based approaches for heavy metals*. Workshop Schwerin, Germany, 12-15 October 1999, p.137-140.
2. COUGHTREY, P.J. et. al. Litter accumulation in woodlands contaminated by Pb, Zn, Cd and Cu. In: *Oecologia*, 1979, no.39, p.51-60.

3. EMEP/CCC-Report 4/2013. *Heavy metals and POP measurements, 2011*. Norwegian Institute for Air Research PO Box 100, NO-2027, Kjeller, Norway, 2013. 136 p.
4. EMEP: Status Report 2/2012. *Long-term Changes of Heavy Metal Transboundary Pollution of the Environment (1990-2010)*, MSC-W & CCC & CEIP Report, 2012. 65 p.
5. FISCHER, R. et al. *Forest Condition in Europe, 2010 Technical Report of ICP Forests*. Work Report of the Institute for World Forestry 2010/1. ICP Forests, Hamburg, 2010. 175 p.
6. GĂMĂNECI, Gh., CĂPĂȚÎNĂ, C. Studiul poluării cu metale grele a solului din zona Rovinari. În: *Analele Universității „Constantin Brâncuși” din Târgu-Jiu. Seria Inginerie*, 2011, nr.3, p.309-318.
7. ICP Forests. *Sampling and Analysis of Soil, Part X*. In: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, UNECE, ICP Forests, Hamburg, 2010. 208 p. <http://www.icp-forests.org/Manual.htm>
8. IVAN, D., DONIȚĂ, N. *Metode practice pentru studiul ecologic și geografic al vegetației*. București, 1975. 250 p.
9. KABATA- PENDIAS, A., PENDIAS, H. *Trace Elements in Soil and Plants*. CRC Press, 2001. 65 p.
10. KLOKE, A. *Richtwerte'80 Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden*, Mitt. VDULFA, H1-3, 1980, p.9-11.
11. LĂCĂTUȘU, R. *Noi date privitoare la abundența generală a metalelor grele în soluri*. București, 2008. 154 p.
12. TYLER, G. et. al. Heavy metal ecology of terrestrial plants, microorganisms and invertebrates. In: *Water, Air, and Soil Pollution*, 1989, no.47, p.189-215.
13. КИРИЛЮК, В. *Микроэлементы в компонентах биосферы Молдовы*. Chișinău: Pontos, 2006. 156 с.
14. КУЗНЕЦОВ, А. и. д. *Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственной и продукции растениеводства*. Москва, 1992. 100 с.

Prezentat la 18.11.2015