

The study of the mobility and speciation of heavy metals in polluted soils from Copșa Mică, Sibiu County

FLAVIUS-PAUL DUBLEȘU

UNIVERSITATEA „LUCIAN BLAGA” DIN SIBIU

Facultatea de Științe Agricole, Industrie Alimentară și Protecția Mediului

Specializarea: Ingineria și Protecția Mediului în Agricultură

Email: flaviuspaul.dublesu@ulbsibiu.ro

BOGDAN ȘOFARIU

UNIVERSITATEA „LUCIAN BLAGA” DIN SIBIU

Facultatea de Științe Agricole, Industrie Alimentară și Protecția Mediului

Specializarea: Ingineria și Protecția Mediului în Agricultură

Email: bogdan.sofariu@ulbsibiu.ro

Lector dr. PETRONELA-BIANCA (PAVEL)

VECERDEA

UNIVERSITATEA „LUCIAN BLAGA” DIN SIBIU

Facultatea de Științe Agricole, Industrie Alimentară și Protecția Mediului

Specializarea: Ingineria și Protecția Mediului în Agricultură

Email: petronelabianca.pavel@ulbsibiu.ro

Abstract

The Copșa Mică area in Romania is heavily affected by contamination with heavy metals, particularly lead (Pb), cadmium (Cd), and zinc (Zn), due to intense industrialization. This study investigates the impact of this pollution on soil and the mobility of heavy metals. The results highlight significant contamination, surpassing permissible limits, affecting soil fertility and plant development. Additionally, the potential of red mud for remediating contaminated soil is explored. The conclusions emphasize the need for urgent remediation strategies to protect the environment and the health of local residents.

Keywords:

heavy metals, soil contamination, remediation, environmental impact, health hazards.



Introducere

Metalele grele sunt elemente naturale persistente în mediu, însă acumularea lor excesivă în sol poate genera probleme ecologice și de sănătate publică semnificative. Acestea afectează negativ proprietățile fizico-chimice ale solului, reduc fertilitatea și influențează negativ creșterea plantelor și funcțiile ecosistemului. Zona Copșa Mică, este una dintre cele mai poluate zone din România, fenomenul de poluare fiind provocat de activitatea industrială a două întreprinderi, CARBOSIN și SOMETRA, întreprinderi care au pus bazele industriei chimice și metalurgice în localitate. Timp de aproape 60 de ani (1936-1993), CARBOSIN, fosta întreprindere producătoare de negru de fum (produs utilizat în procesul de fabricare a anvelopelor din întreaga țară), a fost considerat unul dintre cei mai mari poluatori datorită emisiilor sale care au afectat zona pentru o lungă perioadă de timp, transformând orașul Copșa Mică într-un oraș negru și bolnav. Nu numai orașul Copșa Mică a avut de suferit de pe urma acestui tip de poluare, ci și împrejurimile sale, suprafața afectată fiind

estimată la nivelul anului 1993, la 180.750 ha [1]. După 1993, datorită scăderii treptate a eficienței economice a unității, uzina CARBOSIN a intrat în faza de lichidare. Închiderea uzinei a permis o regenerare parțială a mediului natural, negrul de fum dispărând din peisajul vizibil, dar nu și din sol, până la diferite adâncimi. Dintre cei doi poluatori, CARBOSIN s-a dovedit a fi cel mai puțin agresiv, poluarea cu negru de fum fiind puternic intensificată, dar mai puțin periculoasă decât poluarea cu metale grele. Așadar, principalul responsabil pentru poluarea istorică cu metale grele din zona Copșa Mică este SOMETRA (fosta Întreprindere Metalurgică de Metalurgie Neferoasă), o întreprindere care are ca principală activitate producerea de materiale neferoase (plumb și cadmiu) și produse chimice derivate. Principalele deșeuri rezultate în urma procesului de producție sunt gaze cu conținut de SO₂, gaze și pulberi cu conținut de Pb și alte metale toxice precum Cd, Zn și Cu.

Deși după 1989 a avut loc un declin industrial și o aliniere a legislației naționale la standardele europene de mediu, poluarea cu metale grele persistă, localizată în special în vecinătatea fostelor platforme industriale. Cu trecerea timpului, metalele grele (în special Pb și Cd) s-au acumulat în sol, constituind astfel un pericol prin efectele cumulative, prin remanența în timp și prin imposibilitatea lor de a se degrada în mod natural. Pătrunse în sol, metalele grele participă la o serie de procese fizico-chimice în funcție de condițiile de mediu, în urma cărora, fie rămân în sol sub o formă sau alta, fie părăsesc sistemul, de exemplu prin eroziune, datorită vântului sau ploilor, datorită levigării (când pătrund în orizonturile mai profunde) sau pătrund în plantele existente pe solul respectiv [2]. În decursul ultimilor ani, zona Copșa Mică, în continuare puternic afectată de poluarea istorică cu metale grele, a făcut ca atenția și eforturile multor cercetători să se îndrepte spre monitorizarea poluării și spre găsirea de soluții, atât pentru depoluarea acestor soluri, cât și pentru reducerea consecințelor asupra sănătății oamenilor și a animalelor din zonă [3], [4], [5], [6]. Scopul acestei lucrări este de a investiga în detaliu comportamentul metalelor grele în solurile cercetate și de a evalua impactul acestora asupra mediului înconjurător. Accentul este pus nu doar pe concentrațiile totale de metale grele din sol, ci și pe formele solubile, extractibile, mobile și potențial biodisponibile ale acestora, pentru a înțelege mai bine ciclul și riscurile asociate cu aceste substanțe toxice. Obiectivele specifice ale acestui studiu includ caracterizarea agrochimică, pedologică și fizico-chimică a solurilor cercetate, evaluarea gradului de încărcare a acestora cu metale grele, precum și studierea distribuției metalelor grele în diferite fracțiuni geochemice. De asemenea, studiul investighează mobilitatea, specierea și biodisponibilitatea metalelor grele în soluri, pentru a înțelege mai bine riscurile asociate cu acestea. Rezultatele acestei cercetări pot aduce contribuții semnificative în înțelegerea interacțiunilor dintre metalele grele și soluri, precum și în dezvoltarea unor strategii eficiente de monitorizare și gestionare a poluării solului. În final, aceste informații vor contribui la protejarea mediului și a sănătății umane împotriva efectelor nocive ale metalelor grele în soluri.

Materiale și Metode

Pentru a investiga gradul de contaminare și impactul asupra solului din Copșa Mică, s-a realizat o campanie de prelevare a probelor de sol din diferite zone reprezentative ale zonei studiate. S-a ținut cont de istoricul industrial al zonei și distribuția aparentă a contaminării. Numărul și locația exactă a punctelor de prelevare s-au stabilit în urma unei analize preliminare de teren. Probele de sol au fost recolectate utilizând echipamente adecvate pentru a evita contaminarea. Analiza proprietăților fizico-chimice ale solului (compoziția granulometrică, pH-ul, conținutul de materie organică, capacitatea de schimb cationic și aprovizionarea cu nutrienți) au fost efectuate în laborator utilizând metode standard (STAS 7184). Pentru aprecierea gradului de poluare a solurilor studiate cu metale grele s-a determinat concentrația totală pentru metalele: Zn, Cd, Pb și apoi, rezultatele analitice s-au comparat cu pragurile de alertă și de intervenție (pentru folosințe sensibile), stabilite prin Ordinul MAPPM. (Ministerul Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului) nr.

756 din anul 1997. Pentru a urmări distribuția metalelor grele pe verticală, în profilul solurilor, s-au analizat probe de sol prelevate atât de la suprafață (0-20 cm), cât și de la adâncimile de 20-40 cm și 40-60 cm. Pentru determinarea concentrațiilor totale de metale grele din probele de sol au fost necesare etape suplimentare de pretratare a probelor, respectiv uscarea completă (până la masă constantă) a probelor de sol la 105 °C în etuvă (Air Concept Precisa) și mineralizarea (digestia) acestora. S-au efectuat câte trei determinări pentru fiecare probă. Mineralizarea probelor de sol s-a realizat cu apă regală (2,5 ml HNO₃; 7,5 ml HCl) după metoda standardizată ISO 11466:1995, în vase de digestie din PTFE (politetrafluoretilenă), folosind sistemul de digestie cu microunde TOPwave de la Analytik Jena, Germania. Pentru evaluarea mobilității metalelor grele s-a folosit extracția chimică secvențială (7 fracțiuni), simulând diferite grade de biodisponibilitate. Analiza concentrației metalelor Pb, Cd și Zn în probele de sol și extracte a fost realizată prin metode spectrometrice cu performanțe ridicate utilizând ContrAA800 de la Analytik Jena. Pe lângă analiza solului, în cadrul studiului nostru s-au analizat și plante spontane (*Lolium multiflorum*) din zona Copșa Mică pentru a evalua biodisponibilitatea metalelor grele. Această analiză a fost esențială pentru înțelegerea modului în care metalele grele se acumulează în plante și devin disponibile pentru organismele vii care le consumă.

Tabel.1. Caracterizarea parcelelor de teren studiate

Parcela	Notație parcelă	Distanța față de sursa de poluare	Altitudinea	Coordonate GPS
1	P1	1720 m	304 m	46°11'26" lat. N 24°24'14" long. E
	P1 - ȘR	1671 m	304 m	46°11'27" lat. N 24°24'08" long. E
2	P2	1716 m	310 m	46°11'20" lat. N 24°24'11" long. E
3	MSG	4655 m	296 m	46°11'92" lat. N 24°28'02" long. E



Fig. 1. Localizarea punctelor de recolare a probelor de sol

Rezultate și discuții

Analiza detaliată a solurilor din zona Copșa Mică din județul Sibiu a relevat următoarele constatări semnificative: poluarea în zona studiată este dominată de poluarea chimică, cu concentrații ridicate de metale

grele, în special Pb, Cd și Zn, datorită activităților industriale intense. Emisiile industriale, în special cele generate de platforma industrială din Copșa Mică, afectează solul pe o rază extinsă, cu consecințe negative asupra fertilității și biodiversității solului. Proprietățile agrochimice ale solurilor, precum textura, conținutul de materie organică și reacția chimică, influențează gradul de poluare, constatându-se că solurile sunt slab aprovizionate cu elemente nutritive și prezintă un conținut redus de carbon organic și humus. Analiza concentrațiilor de metale grele a evidențiat depășiri semnificative ale valorilor limită admise, cu Pb, Cd și Zn prezentând concentrații de peste 3,8 ori pentru Pb, respectiv 5,1 ori pentru Cd (Fig. 2), și 4,2 ori mai mari decât valorile limită pentru Zn. Analiza mobilității metalelor grele în solurile de la suprafață a indicat că Cd este cel mai mobil, urmat de Zn și Pb, în timp ce celelalte metale grele prezintă o mobilitate mai scăzută.

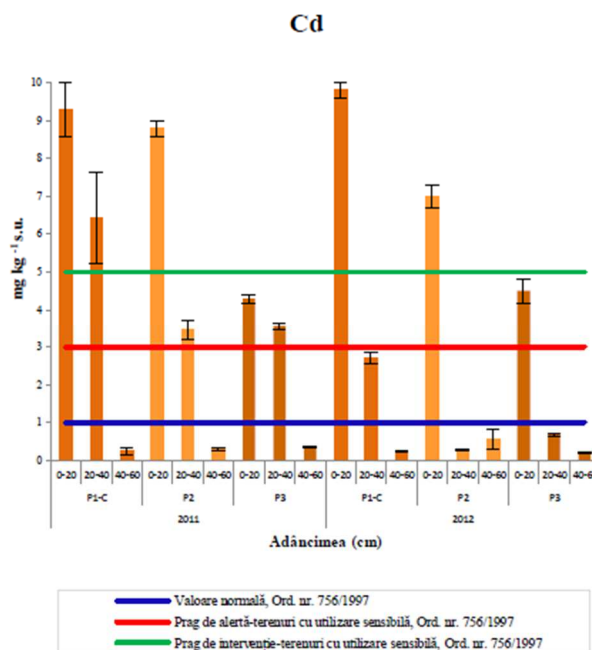


Fig. 2. Variația conținutului de cadmiu în profilul solului
 Autor: Flavius Dubleșu

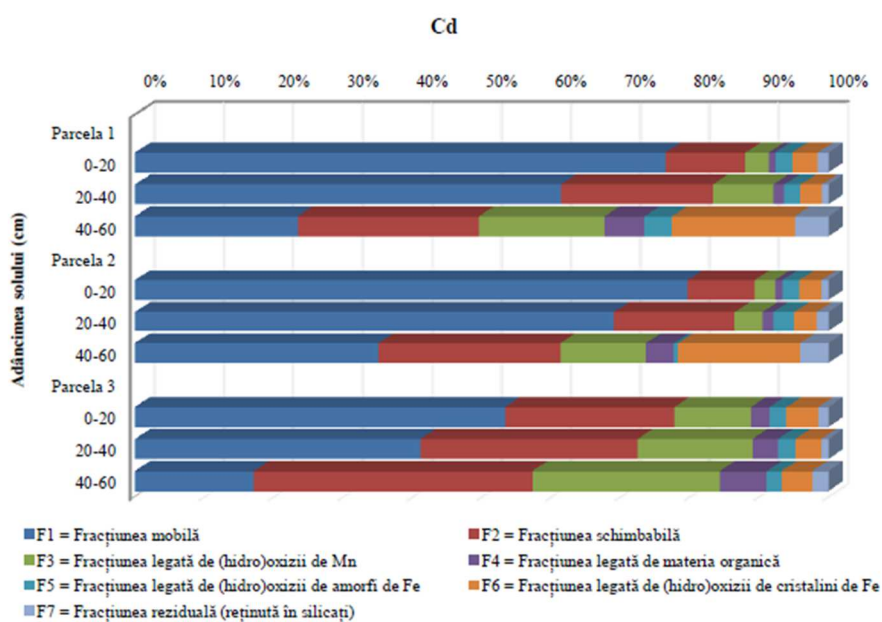


Fig. 3. Distribuția cadmiului în cele 7 fracțiuni
 Autor: Flavius Dubleșu

Din punctul de vedere al distribuției metalelor grele în diferite fracțiuni geochimice se constată că metalele investigate sunt în general reținute în mineralele argiloase sau legate de materia organică (în special Cu și Pb), în timp ce Zn, Cd și Pb se găsesc cu precădere în fracțiunea mobilă sau schimbabilă, fiind slab reținute la suprafața solidă a solului. În ceea ce privește mobilitatea (exprimată ca factor de mobilitate %) metalelor grele în orizontul superior al solurilor cercetate, se constată că Cd prezintă mobilitatea cea mai ridicată, urmat de Zn și apoi de Pb. De asemenea, mobilitatea acestor metale scade în profilul solului odată cu adâncime. Aceste constatări accentuează necesitatea de remediere a solurilor din Copșa Mică pentru a reduce impactul negativ asupra mediului și a sănătății publice, evidențiind importanța monitorizării continue a calității solului și implementării măsurilor adecvate de protecție a mediului.

Concluzii

Prezentul studiu evidențiază o problemă gravă de contaminare a solului cu metale grele (Pb, Cd, Zn) în zona Copșa Mică, cauzată de activitățile industriale intense din zonă. Rezultatele obținute furnizează informații valoroase despre mobilitatea și biodisponibilitatea metalelor grele în solurile contaminate, contribuind semnificativ la înțelegerea impactului poluării asupra mediului și sănătății umane. Aceste informații sunt esențiale pentru elaborarea unor strategii eficiente de remediere și management al poluării. Poluarea cu metale grele (Pb, Cd, Zn) afectează negativ fertilitatea solului, reducând producția agricolă și punând în pericol sănătatea populației locale. De asemenea, rezultatele studiului pot contribui semnificativ la înțelegerea mobilității metalelor grele în solurile contaminate, oferind date și analize relevante pentru zona Copșa Mică. Prin investigarea distribuției și mobilității acestor metale în soluri, precum și prin evaluarea impactului lor asupra mediului și sănătății umane, studiul aduce noi informații esențiale pentru strategiile de remediere și management al poluării. Concluziile studiului subliniază importanța remedierii solurilor contaminate cu metale grele în zona Copșa Mică, România, din cauza activităților industriale intense. Pentru remedierea eficientă a solurilor contaminate, este esențială înțelegerea detaliată a condițiilor de mediu, a caracteristicilor metalelor grele și a proprietăților solului, precum și aplicarea tehnicilor de remediere adecvate. Monitorizarea continuă și evaluarea rezultatelor sunt esențiale pentru asigurarea succesului în gestionarea și protejarea mediului înconjurător.

Bibliografie

- 1] „Raport științific și tehnic (RST) – ECODIVERGEN – Efectele poluării asupra dimensiunii populațiilor naturale, distribuției și diversității genetice a speciilor genului *Rhizobium* în diferite zone agricole din România și rolul acestora în remedierea solurilor,” 2009.
 - 2] „Strategia de dezvoltare a județului Sibiu pentru perioada 2012 – 2020 (revizuită, actualizată și completată), Sibiu, 2012.” 2012.
 - 3] „Proiect PNCDI-2, RUTSOLMEG - Remedierea și utilizarea durabilă a solurilor poluate cu metale grele din zona Copșa Mică, 2007-2010”.
 - 4] „Proiect METAGRO – Evaluarea bilanțului de metale în agrosistemele din România 2008-2011”.
- „Proiect RESOLMET – Tehnologie inovativă de remediere a solurilor contaminate prin activitățile

5] specifice industriei metalurgice, 2008-2011.”.

„Proiect RE CARE,” [Interactiv]. Available: <https://www.recare-hub.eu/recare-project>.

6]