REPARTIȚIA SPAȚIALĂ A NIVELULUI DE CONTAMINARE CU UNELE METALE GRELE AL FLORILOR DE SALCÂM *(Robinia pseudoacacia)* DIN REPUBLICA MOLDOVA

SPATIAL DISTRIBUTION OF THE LEVEL OF CONTAMINATION WITH SOME HEAVY METALS OF ACACIA FLOWERS (*Robinia pseudoacacia*) FROM REPUBLIC OF MOLDOVA

Valeriu BRAȘOVEANU, ORCID: 0009-0006-0488-8096
Cristina BRAȘOVEANU, ORCID:
Regina FASOLA, ORCID:
Nicolaie GRIGORAȘ, ORCID:
Liliana STRATAN, ORCID:
Institutul de Ecologie și Geografie al USM

CZU: 504.5:633.875.2(478) e-mail: valeriubrasoveanu@yahoo.com

The purpose of this study was to determine the content of heavy metals (Pb, Cu, Zi and Ni) in acacia flowers - the main melliferous forest species in Republic of Moldova. More than 90 samples were collected from forest ecosystems, protection strips and trees on the edges of the car routes and the level of heavy metals (HM) contamination in acacia flowers was assess. With Spectroscan Maks-G was determined the level of the HM by the Roethgen-fluorescence spectrometry method. In the representative samples the level of HM fell below the maximum admissible limits (MAL) established by the World Health Organization (WHO) for medicinal plants, with the exception of two cases for Cu. This fact makes efficient to use of acacia flowers in beekeeping and pharmaceutical.

In depending on the geographical area, on average, the HM values studied didn't show significant differences, with some increasing tendencies for the central area of RM. Based on the result of the spatial distribution of the level of HM contamination of acacia flowers, we have the recommend for economic purposes for beekeepers and the entities subordinated to the "Moldsilva" Agency keep away to use of the acacia in near the industrial areas of Balti municipality, Rezina city and Chisinau municipality.

Cuvinte-cheie: *floare de salcîm, metale grele, plante melifere, produse forestiere nelemnoase.*

INTRODUCERE

Principalele metale grele (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 procesele de ardere a combustibililor și de la diferite procese industriale de producție, sunt: Cd, Pb, Hg, Co, Cr, Cu, Ni și Zn [2]. În ecosistemele forestiere MG pătrund în rezultatul procesului de "spălare" a atmosferei prin depunerile totale, folosirea fertilizatorilor, pesticide, erbicidelor, care conțin metal (Hg, Cu, Zn, As, etc.).

În perioada postbelică, depunerile atmosferice a MG au fost în permanentă creștere [2], înregistrând o scăderea în ultimele două decenii, ca rezultat al utilizării filtrelor moderne la instalațiile industriale, de asemenea, ca rezultat al implementării stricte a legislației de mediu [1]. 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 [2].

Actuală este şi problema MG în siguranţa utilizării produselor forestiere nelemnoase, în cazul nostru a florilor de salcâm – de o importanță meliferă și farmaceutică. Această problemă este esenţială, în special, în ecosistemele antropizate, cum ar fi zone industriale şi urbane, zone limitrofe infrastructurii auto, etc. De asemenea, această problemă este actuală şi în contextul în care floarea de salcâm se bucură de o popularitatea mare ca rezultat al accesului liber, eficacităţii terapeutice, costuri minime în comparaţie cu medicamentele şi alimentele produse industrial. Salcâmul reprezintă principala specie forestieră meliferă din Republica Moldova, de la care se obţin producţii mari de miere monofloră, superioară şi de o calitate deosebită. Tot odată, florile de salcâm, ca plante medicinale, au proprietăți calmante, antispastice, alcanizante si cicatrizante.

În această ordine de idei, în acest studiu a fost prevăzută evaluarea contaminării cu unele metale grele (Pb, Cu, Zn şi Ni – forma totală) în floarea de salcâm. Au fost colectate peste 90 probe, atât din ecosisteme forestiere, cât și din fâșiile de protecție și arbori amplasați adiacent traseelor auto. Conţinutul MG a fost analizat în baza valorilor admisibile stabilite de către Organizaţia Mondială a Sănătăţii şi propuse de cercetările internaţionale (1996, 2006) [4,5].

MATERIAL ȘI METODĂ

Pentru a evalua nivelul de contaminare cu metale grele (Pb, Cu, Zn și Ni – forma totală) a florilor de salcâm din RM au fost colectate peste 90 probe, atât din ecosisteme forestiere, cât și din fâșiile de protecție și arborii amplasați adiacent traseelor auto.

În teren au fost delimitate suprafeţele de probă și localizate cu ajutorul GPS-ului (GPSmap – 62s) și caracterizate geografic, (caracteristicile reliefului legate de expoziţie pantă, altitudine, orientarea geografică şi faţă de sursa de poluare principală). Au fost efectuate observații asupra răspândirii, stării, abundenții speciilor vegetale investigate.

Materialul biologic (floarea de salcâm) a fost colectat conform recomandărilor ICP Forests (2010) [3], proba medie fiind alcătuită din 5 subprobe cu condiția ca eșantioanele să fie recoltate din 4 direcţii după punctele cardinale din coroana exemplarelor studiate. Probele colectate au fost transportate în pungi perforate, inscripționate cu datele de identificare.

În laborator, în cazul inflorescențelor de salcâm au fost desprinse şi utilizate doar florile individuale. S-a efectuat cântărirea, uscarea, după care calcinarea termică la temperatura de 400-450^{o}C timp de două ore în soba cu mufel (СНОЛ-*И*4).

Conţinutul metalelor grele (Pb, Cu, Ni, Zn și Co) a fost determinat prin metoda spectrometriei Roethgen – fluorescentă, la aparatul Spectroscan MAX – G [7], în laboratorul Ecosisteme Naturale și Antropizate din cadrul Institutului de Ecologie și Geografie.

A fost efectuată localizarea pe hartă a suprafețelor experimentale și redată repartiția spațială a nivelului de contaminare cu MG a probelor studiate, utilizând programa QGIS, datele din teren colectate cu GPS și a hărților forestiere, planurilor topografice și orto-foto-planurilor.

REZULTATE ŞI DISCUŢII

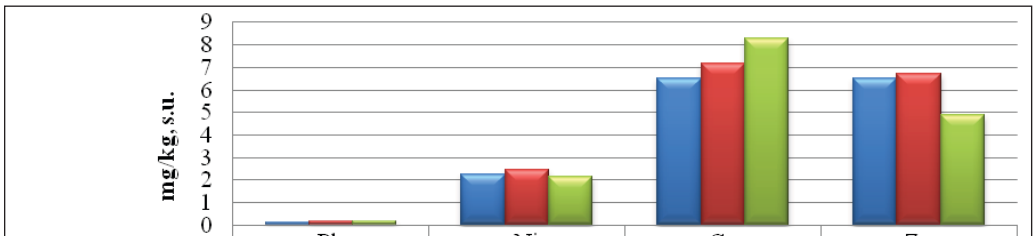
Conținutul MG în probele studiate, cu excepția a două cazuri pentru Cu, s-a încadrat sub limitele maximal admisibile (LMA) stabilite de Organizația mondială a Sănătății (OMS) pentru plante medicinale (OMS, 2006, 1996) (Tab.1). Astfel, în baza rezultatelor noastre, putem spune că nu nivelul MG în floare de salcâm nu prezintă careva riscuri pentru sănătatea omului și poate fi valorificată, atât în apicultură, cât și în scopuri farmaceutice. În dependență de zona geografică, în medie, valorile MG studiate nu au înregistrat diferențe semnificative, cu unele tendințe de sporire pentru zona de centru a RM (Tab.1).

Tabelul 1

Valorile medii ale conținutului metalelor grele în probele de floare de salcâm (*Robinia pseudoacacia)* în funcție de zona geografică a RM, mg/kg, s.u.

	Pb	**Ni**	**Cu**	**Zn**
Zona de nord (29 probe)	0,13	2,54	4,60	6,42
Zona de centru (31 probe)	0,15	2,65	5,10	6,59
Zona de sud (23 probe)	0,14	2,58	5,09	6,39
or. Chișinău (14 probe)	0,10	1,65	6,74	14,49
LMA pentru plante medicinale (OMS, 2006, 1996)	**2**	**10**	**20**	**50**

În dependență de locul colectării florilor de salcâm – trupuri de pădure, fâșii forestiere sau arborii adiacenți traseelor auto, rezultatele obținute ne-au demonstrat că cel mai mic conținut de MG se înregistrează în florile colectate din trupurile de pădure (Fig.1). Astfel, putem recomanda de a acorda prioritate valorificării florilor de salcâm din ecosistemele forestiere.



	Pb	Ni	Cu	Zn
Trupuri de pădure	0,11	2,26	6,52	6,53
Fâșii de protecție	0,16	2,47	7,18	6,72
Traseie auto	0,17	2,14	8,28	4,9

Fig. 1. Conținutul metalelor grele în florile de salcâm (*Robinia pseudoacacia)* în funcție de amplasament și condiții staționare, mg.kg, s.u.

Plunbul (Pb). Valorile Pb total în florile de salcâm studiate au variat de la 0,02 mg/kg (Bușteni - pădure) până la 0,34 mg/kg (Step-Soci – fâșie de protecție), valori mai mici decât LMA (2 mg/kg). În baza rezultatelor obținute, aplicând sisteme informaționale geografice, în baza modelărilor, au fost identificate zone cu tendințe de acumulare a Pb în florile de salcâm (Fig. 2). Astfel, alături de depunerile atmosferice, sursele locale de poluare cu Pb, manifestă impact negativ asupra salcâmetelor din raza orașelor Edineț și Bălț, în special, în aval de aceste surse. Zona industrială Rezina-Râbnița influențează acumularea Pb în florilor de salcâm în aval (Fig. 2). Deși, cum am menționat, conținuturile de Pb nu depășesc LMA nici într-un caz, ceea ce nu prezintă amenințări asupra consumatorilor finali, totuși, recomandă de evitat zonele aval de mun. Bălți, Rezina, Chișinău și regiunea UTA Găgăuzia, pentru colectarea de către populație și valorificate în scopuri economice de apicultori și entitățile subordonate Agenției „Moldsilva”.

Cuprul (Cu). Pentru salcâmetele studiate, conținutul de Cu total în flori a variat de la 0,8 mg/kg (s. Vâsoca) până la 20, 1 mg/kg (Step-Soci – fâșie de protecție) și 20,4 (Baurci Moldoveni - pădure), valori mai mici decât LMA (20 mg/kg), cu excepția ultimelor două menționate. Ultimele două cazuri ar prezenta careva avertizări, dar fiind la limita LMA, luând în calcul și erorile ce pot apărea în procesul de analiză chimică, nu vom clasa ca o situație alarmantă. Pe lângă cele menționate, problema acumulării Cu în diferite componente de mediu (sol, biotă) este o foarte răspândită pe teritoriul RM. În cazul nostru nivelului de contaminare cu Cu este scăzut (Fig. 3), care nu prezintă careva riscuri pentru valorificarea salcâmetelor în scopuri economice și farmaceutice.

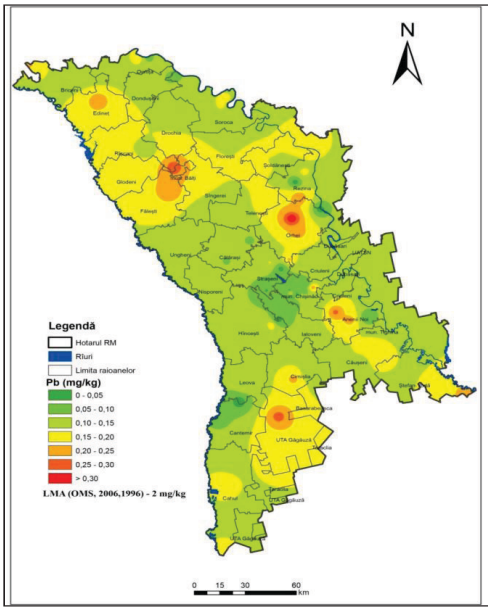


Fig. 2. Repartiția spațială a nivelului de contaminare cu **Pb** a florilor de salcâm (*Robinia pseudoacacia)* din RM

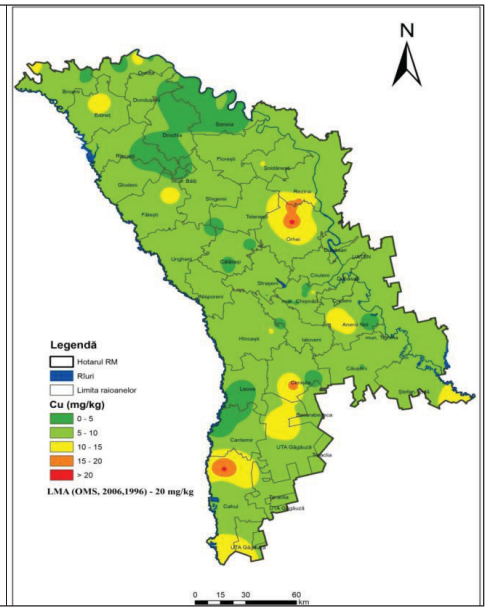


Fig. 3. Repartiția spațială a nivelului de contaminare cu **Cu** a florilor de salcâm (*Robinia pseudoacacia)* din RM

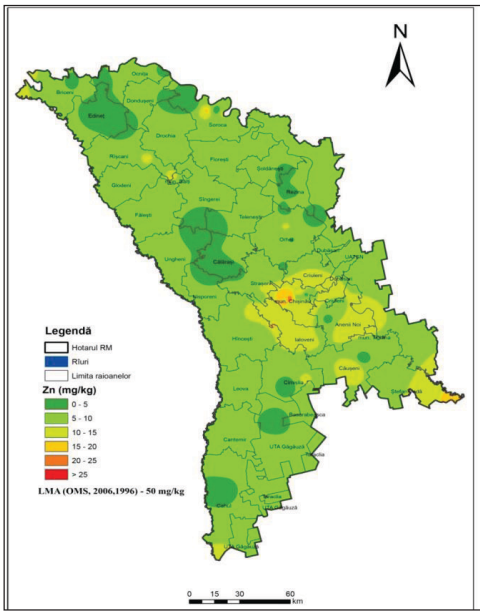


Fig. 4. Repartiția spațială a nivelului de contaminare cu **Zn** a florilor de salcâm (*Robinia pseudoacacia)* din RM

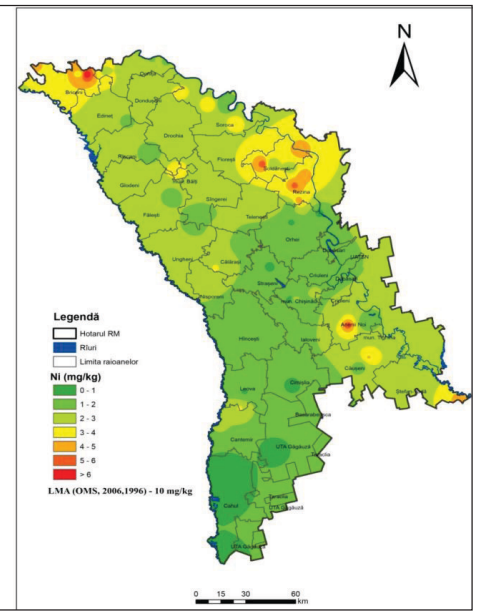


Fig. 5. Repartiția spațială a nivelului de contaminare cu **Ni** a florilor de salcâm (*Robinia pseudoacacia)* din RM

Zincul (Zn). Zn este component de bază pentru diferite enzime, cu funcții structurale și catalitice pentru organismele vii, iar în concentrații sporite devine toxic. În acest context, conținutul de Zn acumulat în florile de salcâm nu va afecta funcțiile enumerate ca rezultat al valorilor înregistrate mult sub LMA (50 mg/kg). Aceste valori au variat de la 0,4 mg/kg (Bădiceni – fâșie de protecție) până la 27 mg/kg (Chișinău, str. V. Lupu). Astfel, în baza modelărilor QGIS, după conținutul de Zn, salcâmetele din RM pot fi valorificate cu succes în apicultură și scopuri farmaceutice cu recomandarea de a fi evitată raza mun. Chișinău și extrema SE a țării, unde sunt careva tendințe de sporire a conținutului de Zn (Fig. 4).

Nichelul (Ni). Este, de asemenea, un element esențial pentru plante și animale, care în cantități mici este necesar pentru reglarea conținutului de lipide în țesuturi și pentru formarea celulelor roșii din sânge. Datele experimentale au relevat faptul că concentrația de Ni în probele studiate nu depășesc valorile LMA (10 mg/kg) și au variat de la 0,1 mg/kg (Baurci Moldoveni - pădure) până la 6,8 mg/kg (Tribisăuți - pădure). Analizând datele privind conținutul de Ni în floarea de salcâm la nivel de țară (Fig. 5) am putea recomanda valorificarea salcîmetelor din zona de centru și sud a RM, unde se înregistrează cel mai mic nivel de contaminare cu Ni. De asemenea, conform rezultatelor obținute, salcâmetele din raionul Briceni și din zona industrială Rezina-Râbnița înregistrează cel mai mare nivelului de contaminare a florilor cu Ni.

Pentru metalele grele studiate (Pb, Cu, Zn și Ni) au fost efectuate cercetări privind corelația dintre conținutol metalelor în florile de salcâm și altitudinea amplasării suprafeței experimentale (SE). Altitudinile cuprinse de SE au variat de la 7 m (Congaz) până la 353 m (Horodiște). Astfel, în urma analizei în programul MO Excel 2007, am constatat că pentru metalele Pb, Cu și Zn nivelul de contaminare este mai mare la altitudinile mici (până la 160-180 m), care scade odată cu creșterea altitudinilor. Comun pentru toate trei metale (Pb, Cu, Zn) este frecvența sporită a concentrațiilor cele mai mari la altitudini cuprinse între 100 și 180 m. O situație opusă se înregistrează pentru Ni, care poate fi determinată de sursa de poluare și proprietățile fizico-chimice ale metalului, unde nivelul de contaminare a florilor studiate crește odată cu altitudinile și frecvența concentrațiilor sporite înregistrându-se la altitudini de 180-250 m. În baza acestei analize vom recomanda valorificarea meliferă și sanogenă a salcâmetelor amplasate la altitudini de peste 200 m, unde riscul contaminării cu MG este mai mic comparativ cu cele amplasate la altitudini sub 200 m.

CONCLUZII

1. Conținutul metalelor grele (Pb, Cu, Zn și Ni) determinat în floarea de salcâm (*Robinia pseudoacacia)*, cu excepția a două cazuri pentru Cu, s-a încadrat sub limitele maximal admisibile stabilite de Organizația mondială a Sănătății pentru plante medicinale, ceea ce permite valorificarea eficientă florilor de salcâm în apicultură și farmaceutică.

2. În funcție de amplasamentul salcâmetelor studiate după zonele geografice ale RM, în medie, valorile MG studiate nu au înregistrat diferențe semnificative, cu unele

tendințe de sporire a gradului de contaminare în zona de centru a RM. Cel mai mic conținut de MG se înregistrează în florile colectate în trupurile de pădure și putem recomanda de a acorda prioritate valorificării florilor de salcâm din ecosistemele forestiere, după care în alte cazuri.

3. În baza rezultatelor obținute noi am constatat că pentru metalele Pb, Cu și Zn nivelul de contaminare este mai mare la altitudini mici (până la 160-180 m), care scade odată cu creșterea altitudinilor, cu frecvența sporită a concentrațiilor mari la altitudini cuprinse între 100 și 180 m. În baza acestei analize vom recomanda valorificarea melifera și sanogenă a salcâmetelor amplasate la altitudini de peste 200 m, unde riscul contaminării cu MG este mai mic comparativ cu cele amplasate la altitudini sub 200 m.

4. În baza rezultatelor privind repartiția spațială a nivelului de contaminare cu MG a florilor de salcâm (*Robinia pseudoacacia),* putem recomanda de evitat valorificate în scopuri medicinale a salcâmetelor din zonele mun. Bălți, or. Rezina și mun. Chișinău.

Referinţe:

1. Church, T. and Scudlark, J. Trace elements in precipitation at the middle antlantic coast: A successful record since 1982. In: The deposit. and fate of TM in our envir., 1992, p. 45-56.
2. 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.
3. 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: 01.01-01.07.2023]
4. World Health Organization. WHO Guidelines for Assessing Quality of Herbal Medicines with Reference to Contaminants and Residues. WHO, Geneva, Switzerland, 2006, 105 p.
5. WHO. Permissible limits of heavy metals in soil and plants. (Genava: WHO), Switzerland, 1996.
6. FAO. Global forest resources assesment 2010. Main report. Rome, Italy, 2010. 343 p. http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf [Accesat: 01.01-01 .07.2023]
7. Кузнецов А. и. д. Методические указание по определению тяжолых металов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. М ., 1992, 100 с.