

## STUDIUL POLUĂRII GEOCHIMICE PENTRU EVALUAREA CALITĂȚII MEDIULUI URBAN DIN TIRASPOL, REPUBLICA MOLDOVA

Gheorghi NICULIȚA<sup>1</sup>, Constantin COSMA<sup>2</sup>, Vasile BENEĂ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universitatea de Stat Tiraspol, <sup>2</sup>Universitatea Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca,

<sup>3</sup>Institutul de Fizică Aplicată, Academia de Științe a Moldovei

**Abstract:** The study of the geochemical pollution's weighting in the quality establishment of the tiraspol urban environment. Transnistrian region is industrial base of Moldova, which have made most releases of harmful substances in the environment. Since the 80's of XX century the enterprises from Tiraspol have emitted into the atmosphere over 900 000 tones of pollutants. The main enterprises with high polluting capacity are represented by the electricity industry. With the change of raw material sources and socio-political conditions, the volume of discharges dropped to 5000-10000 tones. In this paper is presented the appreciation of pollution of superficial soil layer with heavy metals and with radionuclide Cs-137 of the Tiraspol city region and the monitoring of diffusion of this radionuclide in vegetation. The Cs-137 content of 160.36 Bq/kg, found in the superior layer of soil profile collected from zone 1, is above the expected limit. Another part of the work is dedicated to health state of human population in Transnistria region, accompanied by cancer diseases, which could be provoked by soil contamination with heavy metals and radionuclides.

**Key words:** heavy metals, Cs-137, soil, Republic of Moldova, contamination.

### Introducere

Un efect major în contaminarea radioactivă a mediului ambiant, se datorează radionuclizilor de stronțiu și cesiu. Aceștia din urmă sunt radionuclizi artificiali, produși în urma testelor nucleare din anii 50-60 și accidente din industria și energetica nucleară, cum ar fi catastrofa de la Cernobîl din 26 aprilie 1986. În urma acestor teste și accidente nucleare, radionuclizii de Cs-137 și Sr-90 au fost distribuiți la nivel global prin stratosferă și depuși la nivel mondial ca precipitați de radionuclizi [1]. Fiind analogi chimici ai elementelor-biophilii, acești radionuclizi sunt incluși în ciclul biologic, cauzând o influență radioactivă asupra mediului înconjurător. Proprietatea radionuclizilor de Cs-137 și Sr-90, de a difuza din sol prin rădăcini în țesuturile interioare ale plantelor, exclude metodele de decontaminare utilizate în cazul contaminării radioactive externe. În cazul în care concentrația acestor nuclizi depășește o anumită valoare, acesta poate fi o amenințare asupra sănătății omului [2].

În rezultatul accidentului nuclear de la Cernobîl, emisiile radioactive au afectat R. Moldova, mai ales în primele zile ale luni mai, din cauza schimbării direcției vântului. Depunerile radioactive cauzate de această avarie, pe teritoriul republicii, sunt repartizate neuniform. Cantitatea lor diferă în funcție de factorii meteorologici, în special de curenții maselor de aer [3, 4].

O situație asupra contaminării radioactive a mediului înconjurător pe teritoriul R. Moldova a fost făcută în 1991, prin metoda aerogamaspectrometrică [5].

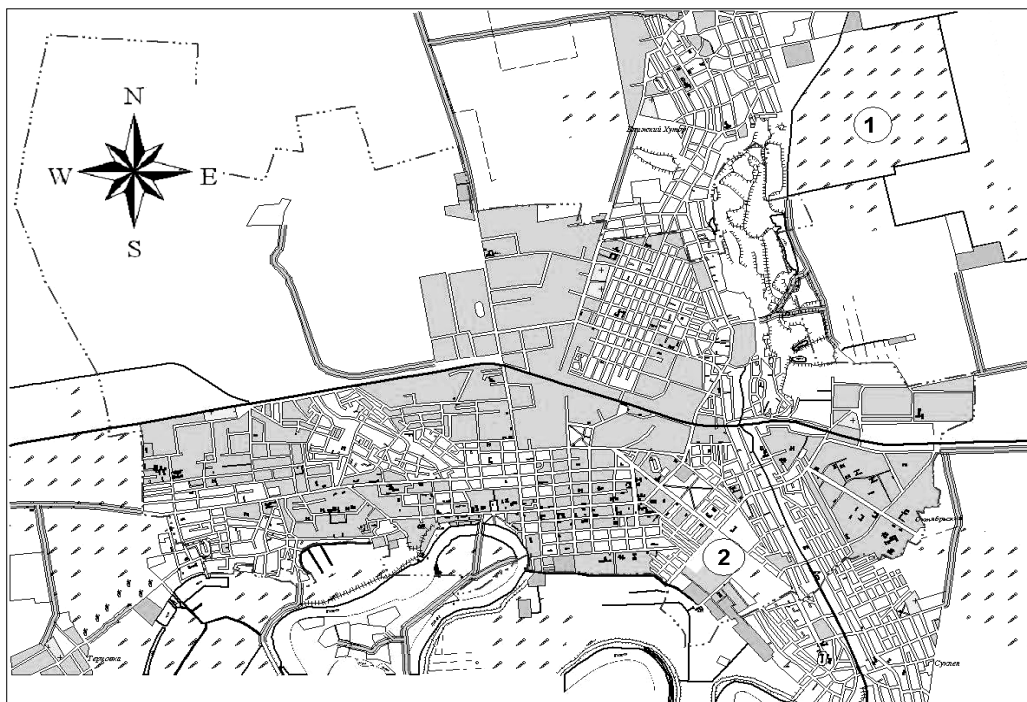
Luând în considerație că recent asupra situației radioecologice a teritoriului R. Moldova nu s-au făcut investigații, lucrarea de față are ca scop evaluarea la aproape 25 de ani de la cea mai mare catastrofă ecologică din istoria recentă a Europei, a situației radioecologice a regiunii orașului Tiraspol. Pentru aceasta, ne-am propus determinarea poluării cu radionuclidul Cs-137 a solului din regiunea orașului Tiraspol și urmărirea difuziei acestui radionuclid în vegetație. În vederea determinării concentrației de Cs-137 s-a utilizat metoda gama-spectrometrică.

### Colectarea și prelucrarea probelor

Ca zonă de cercetare, în cadrul acestei lucrări, s-a selectat în limitele și apropierea orașului Tiraspol, care este situat la paralela 46°50' latitudine nordică, pe șesul Mării Negre, la altitudinea medie de 50m. În limitele urbei se deosebesc două unități geomorfologice - lunca și terasele vechi ale Nistrului.

Din punct de vedere al contaminării radioactive a mediului în regiunea orașului Tiraspol, până la momentul prezent există puține informații. Conform studierii complete a situației

radiationale a teritoriului R. Moldova din 1991, prin metoda aerogamaspectrometrică, în regiunea oraşului Tiraspol s-a găsit un fond gama extern cuprins între 15-20 mcR/ora [5]. În lucrarea de faţă se urmăreşte determinarea poluării cu radionuclidul Cs-137 a solului din regiunea oraşului Tiraspol. Pentru realizarea acestui scop s-au selectat două zone de cercetare din regiunea oraşului Tiraspol, care sunt reprezentate în figura 1. Locurile de colectare a probelor au fost: zona 1 - o fâşie forestieră din apropierea satului Blijnii Hutor, suburbie a oraşului Tiraspol, şi zona 2 - Parcul-dendrariu „Nistru”. Zonele de colectare a probelor au fost stabilite în corespondenţă cu mai multe cerinţe standard: suprafaţa plană fără înclinare, neprelucrată, acoperită de vegetaţie spontană sau artificială multianuală.



**Fig. 1.** Harta oraşului Tiraspol, unde sunt evidenţiate zonele de colectare a probelor

Ca obiecte de cercetare au fost stabilite: solul, învelișul de plante ierboase, bucăți din tulpini de arbori cu vârsta mai mare de 40 ani, frunze de arbori. Probele de sol au fost colectate de la suprafață și de la adâncimea de 15 și 30 cm, fiind curățate de incluziuni, în pungulițe în cantitate de 200-300 gr. Din același loc au fost adunate plante ierboase în cantitate de 120-130 g, au fost tăiate bucăți de tulpină de arbori de vârstă mare 200-250 g și din aceiași arbori - frunze 200-250 g. Probele au fost uscate la aer liber sub acoperiș de protecție, în umbră. Probele de sol au fost mărunțite, omogenizate, cernute și cântărite. Probele de plante au fost cântărite și arse la foc deschis, iar cenușa – cântărită.

### Măsurarea probelor

Măsurătorile s-au efectuat cu ajutorul spectrometrului multicanal ORTEC Digidart cu detector de semiconductor de tipul HPGe cu rezoluția 1.92keV la peakul Co-60 1.33MeV și eficiența relativă 34.2%. Ecranajul de plumb este cu diametrul de 40 cm, dimensiunea peretelui de 8 cm, în interiorul castelului de plumb se află un ecranaj suplimentar efectuat din Cu. Ecranajul este foarte important mai ales în cazul probelor de mediu unde activitatea de interes nu depășește cu mult activitatea fondului natural de radiații. Geometria de măsurare folosită a fost una cilindrică, de tip sarpagan. Timpul de achiziție a spectrelor a fost de cel puțin 12 ore. Pentru determinarea Cs-137 se urmărește în spectru peak-ul de la 661 keV. Cs-137 în sine nu emite radiații gamma, dezintegrându-se beta în Ba-133 metastabil cu timp de înjumătățire foarte scurt, care la rândul lui se dezintegrează gamma (emisia fonică de 661keV) în Ba-133 stabil. Limita de detecție pentru energia de 661 keV a Cs-ului este calculată din formula următoare [4]:

$$MDA(E_{661}) = \frac{A_m}{\varepsilon_{661} \cdot f \cdot t_m} \left( \sqrt{2bR_{661}B_{661} + A_m^2 / 4} + A_m / 2 \right)$$

unde  $A_m = 5$  pentru o eroare de 20%,  $\varepsilon$  - eficiența absolută a detectorului,  $f$  - intensitatea relativă a peakului de la 661 keV,  $t_m$  - timpul de măsurare (s),  $b$  - factorul de fitare = 2,  $R$  - rezoluția în energie a peakului de la 661keV(canale),  $B$  - fondul la peakul respectiv (impulsuri pe canal).

Pentru Cs-137 această valoare este de 0,21 Bq pe volumul de probă. Activitatea probei se calculează din formula:

$$\Lambda_{Cs} = \frac{N_{661}}{t_m \cdot \varepsilon_{661} \cdot f_{661}}$$

unde  $N$  - aria netă a peakului,  $t_m$  - timpul de măsurare,  $\varepsilon$  - eficiența absolută a detectorului,  $f$  - intensitatea relativă.

### Rezultate și discuții

Datele obținute ale conținutului de Cs-137 (Bq/kg) din probele de sol colectate din cele două zone selectate din regiunea orașului Tiraspol, și acumularea lor în vegetație, sunt prezentate în tabelul 1. Valorile obținute ale conținutului de Cs-137 din probele de sol colectate din zona 1, sunt de aproximativ 6 ori mai ridicate decât în zona 2. Valoarea ridicată a conținutului de Cs-137 de 160.36 Bq/kg, găsită din solul colectat de la suprafață din zona 1, este peste limita așteptată.

Deși în zona 2 s-a găsit o valoare mică de Cs-137 de 24.68 Bq/kg, totuși această valoare este de două ori mai mare față de valorile conținutului de Cs-137 sub 14,8 Bq/kg din sol, măsurate anterior accidentului de la Cernobîl.

**Tabelul 1**

Conținutul de Cs-137 (Bq/kg) din probele de sol colectate din cele două zone selectate ale orașului Tiraspol și acumularea lor în vegetație

Nr.	Zona 1		Zona 2	
	Proba studiată	Conținutul de Cs-137, Bq/kg	Proba studiată	Conținutul de Cs-137, Bq/kg
1	Sol colectat de la suprafață	160.36 ± 16.04	Sol colectat de la suprafață	24.68 ± 2.47
2	Sol colectat de la 15 cm	60.42 ± 6.04	Sol colectat de la 15 cm	11.96 ± 1.19
3	Sol colectat de la 30 cm	6.16 ± 0.62	Sol colectat de la 30 cm	4.56 ± 0.46
4	Cenușă din păiș	13.64 ± 1,36	Cenușă din plantă ierboasă	11.64 ± 1,16
5	Cenușă din tulpina uscată de arțar	32.88 ± 3.29	Cenușă din lemn de arțar	0.34 ± 0.03
6	Cenușă din frunze de arțar	7.18 ± 0.72	Cenușă din frunze de arțar	1.30 ± 0.13
7	Cenușă din copac de frasin	3.13 ± 0.31	Cenușă din tulpina de arbore	7.19 ± 0.72
8	Cenușă din frunze de frasin	0.22 ± 0.02	Cenușă din frunze de tei	1.77 ± 0.18

Conținutul de Cs-137 din sol, în funcție de adâncime, pentru ambele zone, este reprezentat grafic în figura 2. În ambele zone persistă o concentrație ridicată de Cs-137 la suprafața solului, scăzând cu adâncimea. Aceasta se explică prin proprietățile Cs-137 de a difuza foarte lent într-un sol neperturbat și așezat pe o suprafață plană.

Pentru observarea difuziei radionuclidului de Cs-137 în vegetație, au fost investigate mai multe probe recoltate din cele două zone, enumerate în tabelul 1. Valorile conținutului de Cs-137, din tabelul 1 sunt pentru probele de vegetație carbonizate (cenușă). În cazul probelor din tulpina de copaci și frunze, conținutul de cesiu este cuprins între 0,34-7.18 Bq/kg. Aceste valori sunt explicate prin faptul că rădăcinile copacilor sunt situate mai jos față de stratul superficial, contaminat cu cesiu. Total diferită este situația pentru plantele erbacee, la care rădăcinile se află în stratul superficial al solului contaminat cu cesiu. Pentru aceste probe s-au găsit valori ale conținutului de cesiu cuprinse între 11,64-32,88 Bq/kg. Valorile prezentate în tabelul 1 nu sunt recalculat pentru

momentul poluării, ci sunt valori care reprezintă poluarea radioactivă în momentul de față. Valorile din zona 2, recalculat, corespund cu cele găsite în literatură [3, 6].

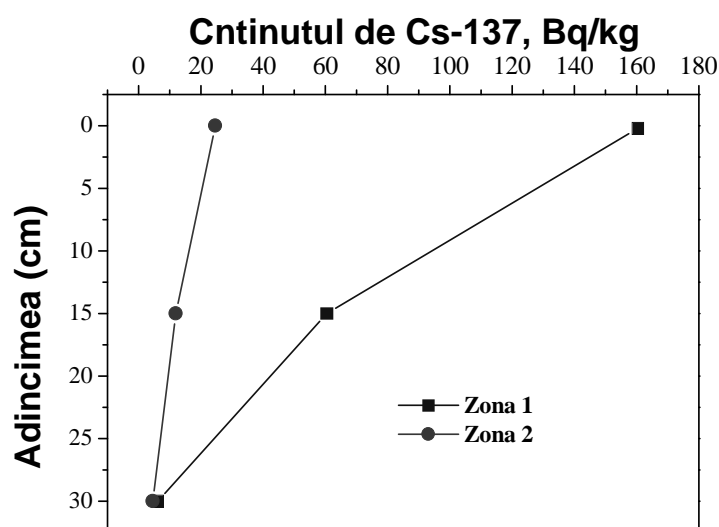


Fig. 2. Conținutul de Cs-137 (Bq/kg) din probele de sol, în funcție de adâncimea de recoltare, din cele două zone.

### Concluzii

Conținutul anormal ridicat de cesiu, depistat în probele colectate din zona 1 a regiunii orașului Tiraspol, ar putea fi cauzat de factori meteorologici, cum ar fi precipitațiile și direcția vânturilor, după catastrofa de la Cernobîl.

### Bibliografie

1. Cosma C., 2000 - *Strontium-90 measurement without chemical separation in samples after Chernobyl accident*, Spectrachemica Acta, Part B, 55, 1165-1171
2. Мамихин С. В., Тихомиров Ф. А., Щеглов А. И., 1994 - *Динамика содержания Cs-137 в лесных биогеоценозах, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС*. Экология, 2:43-49
3. Stasiev Gr., Nedelcov S., Burlacu I., 1998 - *Starea radioecologică a mediului Republicii Moldova*. Chișinău
4. Begy R., Cosma C., Timar A., Fulea D., 2007 - *Studiu asupra contaminării cu Cs-137 a solului în zone din Transilvania*, Environment & Progress, 9:73-76
5. Колотов В. Д., Новоселецкая Н. И., Журова Г. А., 1994 - *Отчёт: Оценка радиоактивной загрязнённости лито-гидросферы территории Республики Молдова ПО*. Кишинёв, 145с. AgeoM.
6. Bahnarel I., 2010 - *Estimarea riscului asociat iradierii populației Republicii Moldova și posibilități de reducere a impactului pe sănătate*, Teza de doctor habilitat în medicină

### Date de contact

Constantin COSMA : Universitatea Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca, Facultatea de Știința și Ingineria Mediului, Str. Fântânele 30, 400294, Cluj-Napoca, România, e-mail: constantin.cosma@ubbcluj.ro