

**MONITORIZAREA FACTORILOR DE MEDIU (APĂ, SOL, AER, PRODUSE ALIMENTARE) ȘI UNELE ASPECTE METODOLOGICE DE DECONTAMINARE RADIOACTIVĂ**

**Bălănel Vasile<sup>1</sup> – medic igienist,  
Boldescu Victoria<sup>1</sup> – medic igienist,  
Meșina Victor<sup>2</sup> – dr. med., conf. univ.,  
<sup>1</sup>CSP Chișinău, <sup>2</sup>USMF „Nicolae Testemițanu”  
e-mail: balanel50@mail.ru, tel. 022-574-532**

**Rezumat**

În această lucrare sunt prezentate rezultatele cercetărilor radiologice a probelor prelevate din diverse medii (apă, sol, aer, unele produse alimentare). Studiul a demonstrat că concentrațiile radionuclizilor Cs<sup>137</sup> și Sr<sup>90</sup> nu au depășit nivelul maxim admisibil. Un nivel sporit, dar în limitele normei, s-a înregistrat în unele produse alimentare de import. Este descrisă metodologia contemporană de decontaminare radioactivă utilizată în practica mondială.

**Cuvinte-cheie:** cercetărilor radiologice, radionuclizi, decontaminare radioactivă

**Summary: Monitoring of environmental (water, soil, air, food) some methodological aspects radioactive decontamination**

This paper presents research results of radiological samples taken from various media (water, soil, air and some foods). The study showed that concentrations of radionuclides  $Cs^{137}$  and  $Sr^{90}$  did not exceed the maximum allowable. A high level, but within the norm occurred in some food imports. It describes the methodology used in radioactive decontamination contemporary world practice.

**Keywords:** research radiological, radionuclides, radioactive decontamination

**Резюме: Мониторинг факторов окружающей среды (вода, почва, воздух, пища) и некоторые методологические аспекты радиоактивной дезактивации**

В данной работе представлены результаты исследования радиологических проб, взятых из различных сред (вода, почва, воздух и некоторые пищевые продукты). Исследование показало, что концентрации радионуклидов  $Cs^{137}$  и  $Sr^{90}$  не превышает максимально допустимый уровень. Высокий уровень, но в пределах нормы зарегистрирован в некоторых пищевых продуктах иностранных производителей. Дана характеристика методологии дезактивации, используемая в современной мировой практике.

**Ключевые слова:** исследования радиологической радионуклиды, дезактивации

**Introducere**

Zilnic suntem supuşi acţiunii radiaţiilor ionizante provenite din diferite surse, unele sunt naturale, altele create artificial în urma activităţii umane [1].

Contaminarea radioactivă constă în răspândirea necontrolată a unei substanţe radioactive în mediu. Gradul de contaminare poate fi foarte ridicat în cazul unor accidente nucleare, cum ar fi cel de la Cernobil [8]. Contaminarea radioactivă a unor obiecte constă în fixarea substanţei radioactive la suprafaţa lor prin trei mecanisme:

- fixarea mecanică, adică substanţa radioactivă se acumulează în pori, denivelările sau crăpăturile din suprafaţa exterioară a obiectului.
- fixare prin procese fizice, adică prin adsorbţie sau absorbţie, facilitate de forţele intermoleculare.
- fixare chimică, adică prin procese chimice, ca hemosorbţia, schimbul ionic sau chiar reacţiile chimice.

**Material şi metode**

Ca material de studiu au servit valorile concentraţiilor de  $Cs^{137}$  şi  $Sr^{90}$  determinate în perioada anilor 2010-2012. S-au realizat 4175 de măsurători a radionuclizilor de  $Cs^{137}$  şi  $Sr^{90}$  în probele de apă potabilă, sol, produse alimentare. Evaluarea rezultatelor s-a efectuat în laboratorul SR a CSP mun. Chişinău în conformitate cu metodologia de analiză teoretico-ştiinţifică a materialelor [2-6].

**Rezultate şi discuţii**

Pe parcursul perioadei 2010-2012, au fost supuse investigaţiilor radiologice practic atât produse alimentare autohtone cât şi de import (fructe, legume, carne şi produse din carne, lapte, ouă, peşte, produse de panificaţie etc.). Concomitent au fost examinaţi în laboratorul radiologic şi unii factori ai mediului ambiant ca: apa potabilă din surse centralizate şi decen-

tralizate; apa bazinelor acvatice din zonele de odihnă ale urbei; sedimentele atmosferice – în punctele de control şi solul din zona locativă a sectorului Buiucani (tabelul 1).

Tabelul 1

**Investigări radiologice a probelor colectate în perioada 2010-2012**

Anul	Metoda de investigare			Total
	Beta-globală	Beta-spectrometrie	Gama-spectrometrie	
2010	102	734	757	1593 (65,1%)
2011	104	672	712	1488 (63,8 %)
2012	117	473	504	1094 (63,9%)

Din datele prezentate în tabelul 1 observăm o creştere a investigaţiilor radiologice prin beta-globală şi reducere pentru alte forme de investigaţii.

Depăşirea concentraţiilor maxime admise a radionuclizilor de  $Cs^{137}$  şi  $Sr^{90}$  în materia primă, produse alimentare, apă potabilă nu s-au depistat. Concomitent, s-au depistat concentraţii ceva mai sporite, dar în limita normativă, de radiostronţiu ( $Sr^{90}$ ) cu valorile de 4,5-46,0 Bequerell (Bq/kg) în produsele alimentare de import (măslina, ulei din măslina, preserve, ceai, paste făinoase, cremă de brânză etc.), iar în probele de: brânză topită, orez alb, fulgi de cocos, ciuperci conservate concentraţiile de radiocesiu ( $Cs^{137}$ ) au înregistrat valori între 3,7-38,2 Bq/kg.

Media valorică a conţinutului de radionuclizi în produsele alimentare, a apei potabile şi apelor de suprafaţă, solului din zona locativă, depunerilor atmosferice investigate pe parcursul perioadei nominalizate a rămas stabilă şi este similară ultimilor ani atât pentru valorile beta-globală, cât şi la conţinutul radiocesului ( $Cs^{137}$ ) şi radiostronţiului ( $Sr^{90}$ ).

Decontaminarea se face după măsurarea prealabilă a gradului de contaminare și sortarea obiectelor în funcție de acesta, începând cu obiectele cel mai puțin afectate și izolându-le pe celelalte. Metodele de decontaminare sunt variate, începând de la simpla izolare pe o anumită perioadă a obiectului afectat (în cazul contaminării cu izotopi cu timp de înjumătățire mic, de ordinul orelor) și sfârșind cu tratarea sa ca deșeu radioactiv.

Decontaminarea suprafețelor de beton este o operațiune extrem de dificilă, având în vedere porozitatea betonului care facilitează în mare măsură fixarea substanței radioactive. În cazul în care piesa de beton nu se poate îndepărta ca deșeu radioactiv se recurge la arderea suprafeței sale cu flacăra oxiacetilenică sau la îndepărtarea stratului superficial prin dăltuire sau șlefuire. Se aplică și alte metode mecanice de curățare, cum ar fi aspirarea suprafeței. Alături de metodele mecanice se utilizează ștergerea suprafeței cu soluții diluate de acid clorhidric și acid citric.

Decontaminarea suprafețelor ceramice este mult mai simplă datorită porozității reduse și rezistenței la acțiunea agenților chimici. Decontaminarea se face cu soluții epurante și de ștergere, cum ar fi soluții de acizi minerali, citrat de amoniu, fosfat trisodic.

Decontaminarea suprafețelor de lemn este asemănătoare ca dificultate cu cea a betonului, iar metodele folosite sunt similare.

Decontaminarea linoleumului se realizează prin spălare cu apă caldă și săpun, precum și cu soluții de citrat de amoniu sau soluții diluate de acizi. Se pot utiliza pentru spălare și unii solvenți organici.

Decontaminarea suprafețelor metalice se face cu metode diferite, în funcție de caracteristicile suprafeței. Astfel oțelul inoxidabil se decontaminează prin spălare cu apă și săpun. Suprafețele acoperite cu unsoare se decontaminează prin tratare cu vapori de apă, cu detergenți sau cu solvenți organici. Suprafețele oxidate se tratează cu soluții de acizi organici diluate sau amestecuri de acizi minerali cu săruri alcaline ale acizilor organici. Suprafețele puternic oxidate se șterg cu petrol lampant, după care se șlefuesc sau se pilesc.

Decontaminarea conductelor se poate face trecând prin ele apă fierbinte sau vapori sub presiune. În cazul conductelor din oțel inoxidabil sau ceramică se folosesc pentru decontaminare soluții acide, urmând apoi o spălare cu apă sau soluții de detergent.

Decontaminarea echipamentului textil se face în trei etape: decontaminarea grosieră cu solvenți organici, decontaminarea propriu-zisă și uscarea, urmată de verificarea gradului de radioactivitate final.

Decontaminarea personalului are în vedere decontaminarea mâinilor și a pielii sau, în unele cazuri,

decontaminarea rănilor. Pielea fină și netedă se decontaminează mai ușor decât cea ce prezintă asperități. În mod curent decontaminarea se face prin spălare cu săpun și apă caldă, în două reprize consecutive de câte 5 minute. În final pielea se tamponează cu hârtie de filtru și i se controlează radioactivitatea. În unele cazuri, în funcție de natura contaminantului, se pot utiliza solvenți sau reactivi specifici. Pentru decontaminarea rănilor se întrebuițează spălarea lor abundentă și se poate stimula sângerarea pentru eliminarea substanței radioactive care ar putea ajunge în circuitul sangvin. În cazul contaminărilor persistente se face și spălarea cu soluție saturată de manganat de potasiu, cu apă, cu soluție de bisulfid de sodiu 5% și finalmente cu apă.

O sursă importantă de contaminare a mediului o pot constitui apele radioactive provenite de la explozările de minereuri radioactive sau uzinele de prelucrare ale acestora, de la centralele nucleare sau de la instalațiile ce utilizează izotopi radioactivi. Apele radioactive sunt caracterizate de nivelul radioactivității, dar și de toxicitatea izotopilor pe care îi conține. Eliminarea apelor radioactive în sistemul de canalizare poate conduce la contaminarea progresivă a întregului său circuit. Deversarea într-un bazin acvifer contribuie la contaminarea faunei și florei acestuia prin metabolizarea preferențială a unor izotopi cum ar fi: fosfor-32, calciu-45, stronțiu-90, cesiu-137 sau radiu (concentrația fosforului-32 în ficatul unor pești poate depăși de 300000 de ori concentrația izotopului în mediu). Nu în ultimul rând trebuie amintită posibila contaminare a apelor freatice, însoțită de extinderea poluării radioactive la distanțe mari de sursă.

Decontaminarea apelor radioactive se face printr-o multitudine de metode, urmărindu-se realizarea unui factor de decontaminare, adică a unui raport între activitatea inițială și cea finală, cât mai ridicat. Iată câteva dintre cele mai cunoscute metode de dezactivare.

#### **Metode fizice:**

- diluarea utilizată cu precădere în cazul cantităților mici de apă cu radioactivitate scăzută. Pericolul generat de această metodă este contaminarea canalizării;

- diluarea izotopică care constă în diluare împreună cu amestecarea substanțelor radioactive cu substanțe stabile având aceeași compoziție chimică, ceea ce micșorează riscul fixării izotopilor radioactivi de către organismele vii;

- dezactivarea naturală care constă în reținerea apei poluate în bazine speciale până la dezintegrarea substanței radioactive. Metoda este eficientă doar pentru eliminarea izotopilor cu timp de înjumătățire sub 15 zile;

- distilarea sau evaporarea, care nu este eficientă în cazul substanțelor radioactive volatile sau organice.

**Metode chimice:**

- coagularea sau co-precipitarea care se realizează prin amestecarea apei cu anumiți reactivi, urmând formarea unor „fulgi” ce absorb materiile în suspensie sau cele în stare coloidală care se depun datorită gravitației pe fundul bazinului de depozitare;

- tratarea cu săruri de aluminiu;
- tratarea cu săruri de fier;
- tratarea cu fosfat;
- tratarea cu var și carbonat de sodiu.

**Metode fizico-chimice:**

- filtrarea prin nisip se folosește ca o treaptă intermediară sau finală de filtrare. Reținerea izotopilor radioactivi are loc în peliculă biologică formată la suprafața filtrului și prin adsorbție în stratul superficial.

Dezavantajul metodei îl constituie reținerea în cantitate scăzută a izotopilor cei mai periculoși (stronțiu-90, cesiu-137).

- filtrarea prin coloane cu schimbători de ioni naturali sau sintetici utilizată în cazul apelor care conțin cantități mici de săruri minerale inactive. Ca schimbători de ioni naturali se folosește rumegușul de lemn, cărbunele, argila;

- filtrarea biologică utilizează păturile bacteriene care se fixează pe un suport mineral, format din lavă, tuf vulcanic sau alte materiale. Eliminarea izotopilor radioactivi se face într-un prim stadiu prin adsorbția lor intracelulară și apoi prin fixarea la nivelul structurii biologice. Metoda este mai puțin eficientă pentru izotopi periculoși, cum ar fi fosforul-32.

O altă situație în care mediu poate fi poluat este eliminarea gazelor sau aerosolilor radioactivi. Gazele radioactive formate în cantitate mică, în mod accidental, se elimină direct în atmosferă. În cazul în care apariția gazelor radioactive este o regulă, se montează filtre.

În cazul aerosolilor (pulberi solide și lichide) eliminarea nu se mai poate face direct în atmosferă. Se pot utiliza în schimb o serie de filtre (electrostatice, cu nisip, poroase, metalice, din fibră de sticlă, din materiale sintetice). Filtrele electrostatice au eficiența cea mai mare, dar sunt scumpe și trebuie supravegheate permanent. De aceea filtrele cele mai indicate sunt acelea din materiale poroase.

Valorile activităților radionuclizilor gazoși nu vor depăși limitele stabilite în NFRP-2000.

Alimentele solide pot fi eliberate de substanțe radioactive prin înlăturarea mecanică a acestora de pe suprafața lor. Dacă produsele alimentare (cereale, crupe, făină ș.a.) se păstrează în grămezi, se înlătură numai stratul de la suprafață. Alimentele lichide se decontaminează numai în cazuri rare (prin filtrare, tratare, dezintegrare până la o limită admisibilă ș.a.). Rezervele individuale de alimente care conțin substanțe radioactive se ard sau se îngroapă.

**Concluzii:**

1. Situația radiologică în municipiul Chișinău pe parcursul ultimilor 3 ani nu a înregistrat modificări semnificative.

2. Cercetările efectuate în perioada de referință a materiei prime, produselor alimentare, apei potabile și apei bazinelor de suprafață au atestat nivele mai joase comparativ cu normativele în vigoare.

**Bibliografie**

1. Bahnarel I. *Contribuții la evaluarea iradierii medicale în Republica Moldova și posibilități de reducere a dozei colective*. Rezumatul tezei de doctorat, Iași, 1995.
2. *Norme Fundamentale de Radioprotecție*. Cerințe și Reguli Igienice (NFRP - 2000) nr.06.5.3.34 din 27.02.01, M.O. RM nr.40-41 din 05.04.01.
3. *Regulament și Norme Igienice privind reglementarea expunerii la radiații a populației de la sursele naturale* nr.06.5.3.35 din 05.03.01. M.O. RM nr.92-93 din 03.08.01;
4. Hotărârea din 17 decembrie 2002 Privind măsurile de realizare a Hotărârii Guvernului RM nr.717 din 07.06.02 „Despre aprobarea Concepției organizării și funcționării Monitoringului socio-igienic în RM și Regulamentului privind monitoringul socio-igienic în RM”, Chișinău, 2002.
5. Planul Național de acțiuni „Sănătatea în relație cu mediul”, aprobat prin Hotărârea Guvernului RM din 14 martie, 2001. Chișinău, 2001. 80 p.
6. Hotărârea Guvernului RM nr.388 din 26.06.2009 pentru aprobarea Regulamentului cu privire la managementul deșeurilor radioactive.
7. Bahnarel I. *Evenimentele post Cernobâl în Republica Moldova în primul an după accident*. Materialele Conferinței Naționale cu participarea internațională. „Probleme actuale în igiena radiațiilor, radioprotecției și radiobiologiei”. Chișinău, 2009, p. 34-39.