

**DRUŠTVO ZA ZAŠTITU OD ZRAČENJA
SRBIJE I CRNE GORE**

ZBORNİK RADOVA

**XXIV SIMPOZIJUM DZZSCG
Zlatibor 2007,
3 – 5. oktobar**

**Beograd
2007**

ZBORNİK RADOVA
XXIV SIMPOZIJUM DZZSCG
3-5 oktobar 2007

Izdavači:

Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Društvo za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore

Za izvršnog izdavača:

Dr Jovan Nedeljković

Urednik:

Mr Miloško Kovačević

ISBN 978-86-7306-089-7

© Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Tehnička obrada: Sesartić Gorijan

Štampa: Štamparija Instituta za nuklearne nauke „Vinča“, Beograd

Tiraž: 120 primeraka

Štampa završena septembra 2007.

XXIV SIMPOZIJUM DRUŠTVA
ZA ZAŠTITU OD ZRAČENJA
SRBIJE I CRNE GORE
Zlatibor, 3 – 5 oktobar 2007

Organizatori:

DRUŠTVO ZA ZAŠTITU OD ZRAČENJA SRBIJE I CRNE GORE

INSTITUT ZA NUKLEARNE NAUKE „VINČA“

Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine „Zaštita“

Organizacioni odbor:

Predsednik: Milojko Kovačević

Članovi:

Ranko Kljajić
Perko Vukotić
Milan Pavlović
Ištvan Bikit
Olivera Marinković
Tomislav Anđelić
Gordana Pantelić
Dragoslav Nikezić
Snežana Milačić
Snežana Dragović

Redakcioni odbor:

Dr Gordana Joksić
Dr Olivera Ciraj
Dr Marko Ninković

Organizaciju su pomogli:

Ministarstvo za nauku Republike Srbije

Ministarstvo za zaštitu životne sredine

VIP mobile

AMETEK-AMT, ORTEC

Institut za nuklearne nauke "Vinča"

Ovaj Zbornik je zbirka radova saopštenih na XXIV Simpozijumu Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore koji je održan od 3 - 5. oktobra 2007. godine na Zlatiboru. Radovi su razvrstani po sekcijama. Mada su svi radovi u Zborniku recenzirani od strane Redakcionog odbora za sve iznesene tvrdnje i rezultate odgovorni su sami autori.

Organizacioni odbor se zahvaljuje svim autorima radova na uloženom trudu. Posebno se zahvaljujemo sponzorima koji su pomogli održavanje Simpozijuma i štampanje Zbornika.

Organizacioni odbor

MAHOVINE KAO INDIKATORI ZAGADJENJA VAZDUHA U URBANIM SREDINAMA

Dragana TODOROVIĆ¹, Dragana POPOVIĆ² i Jelena AJTIĆ²

1) Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine, Institut za nuklearne nauke Vinča, P. Fah 522, 11000 Beograd, Srbija, beba@vin.bg.ac.yu

2) Katedra za biofiziku, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu, Bul. Oslobođenja 18, 11000 Beograd, Srbija, draganap@vet.bg.ac.yu

SADRŽAJ

U radu se daju rezultati određivanja sadržaja radionuklida u uzorcima mahovina izloženih aerozagadjenju na lokaciji u centralnom gradskom području (Karadjordjev park). Aktivnost prirodnih i antropogenih radionuklida (⁴⁰K, ²¹⁰Pb, ¹³⁷Cs, ⁷Be) merena je na dva HPGe detektora (Canberra, relativna efikasnost 20% i 23%) standardnom metodom spektrometrije gama zračenja.

1. Uvod

Kao bioindikatori mahovine su prvi put upotrebljene u skandinavskim zemljama kasnih 60-ih godina 20. veka, kao komplementarna metoda klasičnim instrumentalnim metodama za ispitivanje i kontrolu zagadjenja životne sredine. Kasnije, mahovine i lišajevi su korišćeni kao indikatori radioaktivne kontaminacije životne sredine za ispitivanje globalne depozicije radionuklida kao posledica nuklearnih proba u atmosferi, za procene posledica nuklearne nesreće u Černobilu 1986. godine, za procenu stanja životne sredine oko nuklearnih postrojenja i reaktora, postrojenja za preradu nuklearnog goriva i materijala i sl. [1,5]. Mahovine su korišćene i kao bioindikatori za određivanje stepena zagadjenja životne sredine od osiromašenog uranijuma u Bosni i Hercegovini 1995. godine i Srbiji 1999. godine [4,6,8,10]. Danas je metoda biomonitoringa pomoću mahovina deo programa kontrole životne sredine u većini evropskih zemalja jer daje podatke o antropogenom zagadjenju u urbanim sredinama, kao posledice saobraćaja i sagorevanja fosilnih goriva i omogućava identifikovanje izvora zagadjenja teškim metalima [1,2,6]. Mahovine su pogodni indikatori za detekciju dugogodišnjeg zagadjenja uranijumom i drugim teškim metalima jer akumuliraju uranijum i druge elemente i zadržavaju ih i više godina pošto je zagadjivanje prestalo [7]. Medjutim, mahovine je često teško naći u urbanim područjima, posebno u količinama dovoljnim za analizu. Stoga se sve češće koristi tehnika tzv. aktivnog biomonitoringa ili bagova (bags technique) sa transplantatima mahovina, koja ima značajnih prednosti, kao što su precizno definisano vreme ekspozicije, poznata koncentracija elemenata u mahovinama, fleksibilnost izbora lokacije, itd. Osnovni nedostaci metode su nepoznavanje efikasnosti akumulacije za različite vrste zagadjivača, kao i izbor vremena ekspozicije. [1,3,6].

U ovom radu se daju preliminarni rezultati određivanja sadržaja radionuklida u mahovinama izloženim aerozagadjenju u užem gradskom području, koji treba da procene validnost ove metode za procenu sadržaja radionuklida u prizemnom sloju vazduha u urbanim sredinama.

2. Materijal i metoda

Uzorak mahovina u plastičnoj mreži, ukupne mase 254,6 g izložen je aerozagadjenju u periodu od godinu dana (maj 2006 - maj 2007) na lokaciji Karadjordjev Park, u neposrednoj blizini prometne gradske saobraćajnice i autoputa. Na istoj lokaciji je

postavljena i pumpa za uzimanje uzoraka vazduha na filter papiru [11]. Mahovine *Sphagnum girgensohnii*, sa lokacije u blizini Dubne, Rusija, osušene su u laboratoriji i očišćene od zemlje i ostalog materijala. Posle izlaganja su u nativnom stanju sitnjeni i podeljeni u manje uzorke od po 25 -36 g da bi se proverila homogenost raspodele aktivnosti radionuklida. Aktivnost radionuklida je merena na dva HPGe detektora (Canberra, relativna efikasnot 20% i 23%) standardnom metodom spektrometrije gama zračenja. Za geometrijsku kalibraciju korišćen je referentni radioaktivni materijal IAEA-373 (trava) nakapan sa ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{40}K , ^{90}Sr , ukupne aktivnosti 15 kBq/kg suve materije, na dan 31.12.1991. Vreme merenja je bilo 58 000 s. Ukupna standardna greška metode je 10% za ^{137}Cs , 20% za ^{210}Pb i 16% za ^{40}K .

3. Rezultati i diskusija

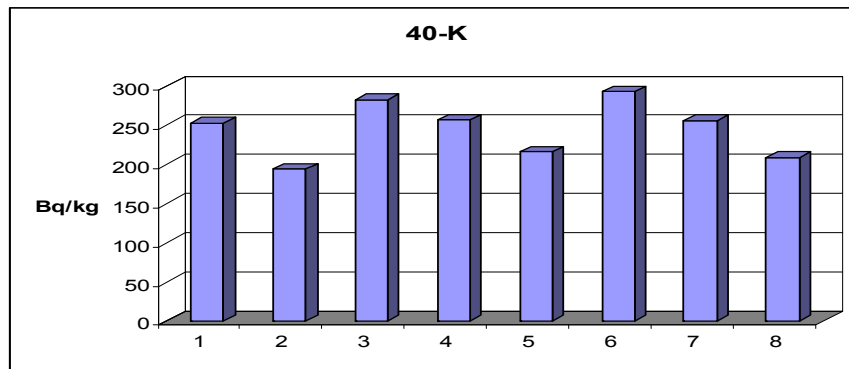
U uzorcima su detektovani samo radionuklidi ^{137}Cs , i prirodni ^{40}K i ^{210}Pb . Radionuklid ^7Be je detektovan samo u jednom uzorku, od osam, u kome je izmerena aktivnost ^7Be od 60Bq/kg. Uzrok ovome je vreme od uklanjanja uzorka sa lokacije do trenutka dopremanja u laboratoriji i merenja (oko 60 dana), što je imalo za posledicu raspad ovog kratkoživećeg radionuklida, kao i dugo vreme izlaganja.

Srednje vrednosti aktivnosti $A \pm \sigma$ (Bq/kg) radionuklida ^{137}Cs , ^{40}K i ^{210}Pb u uzorcima mahovina prikazane su u Tabeli 1, dok je raspodela aktivnosti po uzorcima prikazana je na slikama 1, 2, 3.

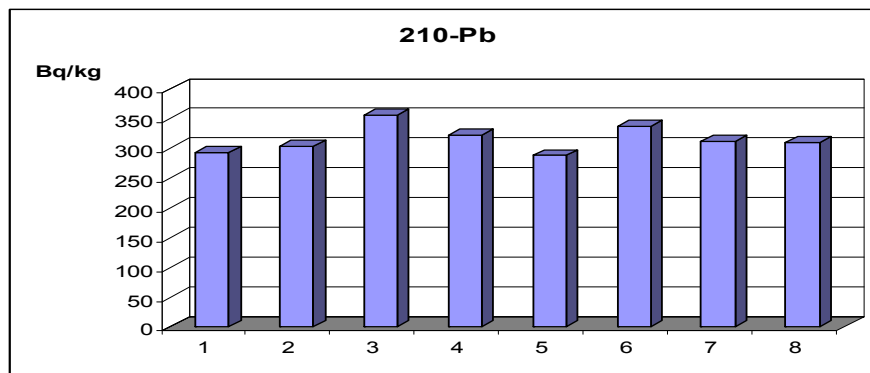
Tabela 1. Aktivnost radionuklida (Bq/kg) u uzorcima mahovina

	^{137}Cs	^{40}K	^{210}Pb
A(Bq/kg)	28 ± 4	245 ± 34	315 ± 25

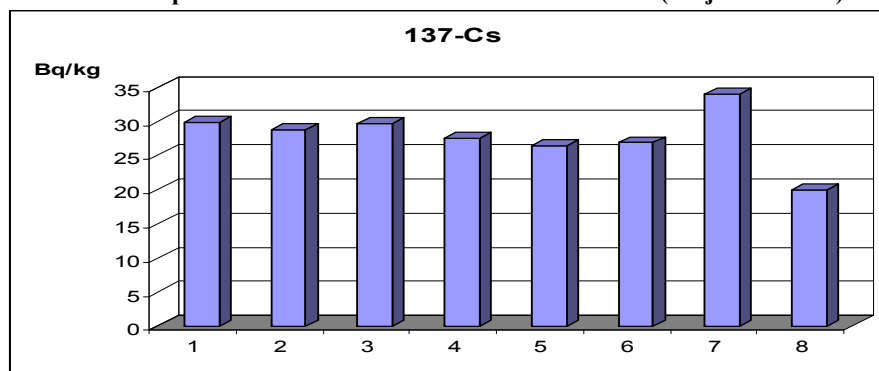
Dobijeni rezultati pokazuju da su koncentracije radionuklida istog reda veličine ili u opsegu veličina izmerenih u mahovinama sa ovog područja istom ili sličnim metodama [1, 2, 6, 9], sa nešto većim vrednostima za olovo, što se moglo i očekivati obzirom na blizinu izvora zagađenja (autoput i centralna gradska saobraćajnica). Pažljivim izborom vremena ekspozicije metoda se može koristiti kao komplementarna metoda za procenu zagađenosti vazduha radionuklidima u urbanim sredinama.



Slika 1. Raspodela aktivnosti ^{40}K u uzorcima mahovina (broj uzorka 1-8)



Slika 2. Raspadela aktivnosti ^{210}Pb u uzorcima mahovina (broj uzorka 1-8)



Slika 3. Raspadela aktivnosti ^{137}Cs u uzorcima mahovina (broj uzorka 1-8)

4. Literatura

- [1] Anicic, M. Mosses as bioindicators of pollution by heavy metals and other elements in urban areas. MSc Thesis, University of Belgrade, Belgrade, 2006.
- [2] Anicic, M., Frontasyeva, M., Tomasevic, M., Popovic, A. Assessment of Atmospheric Deposition of Heavy Metals and Other Elements in Belgrade Using the Moss Biomonitoring Technique and Neutron Activation Analysis. Environ.Monit.Assess, DOI 10, 1007/s10661-00609354-y.
- [3] Barandovski, L., Cekova, M., Frontasyeva, M.V., Pavlov, S.S., Stafilov, T., Steinnes, E., Urimov, V. Air Pollution Studies in Macedonia Using the Moss Biomonitoring Technique, NAA, AAS and GIS Technology. 2006, JINR, Dubna, E18-2006-160-, 1-19: Accepted by Environmental Monitoring and Assessment, 2007.
- [4] Di Lella, L., Frati, L., Loppi, S., Protano, G., Riccobono F., 2003. Lichen as biomonitors of uranium and other trace elements in an area of Kosovo heavily shelled with depleted uranium rounds. Atm. Environment 37, 5445-49.

- [5] Djuric, G., Popovic, D., Smelcerovic, M., Petrovic, B., Djujic, I., 1989. Radioactive contamination of food and forage in Serbia after the Chernobyl accident. In "Radiation Protection - Selected Topics", IBK Vinca, 421-426.
- [6] Frontasyeva, M.V., Galinskaya, T.Ye., Krmar, M., Matavuly, M., Pavlov, S.S., Povtoreyko, E.A., Radnovic, D., Steinnes, E. Atmospheric deposition of heavy metals in northern Serbia and Bosnia-Herzegovina studied by moss biomonitoring, neutron activation analysis and GIS technology. *J.Radioanalytic.Nuclear.Chem.*, 259/1, 2004, 141-147.
- [7] Golubev, A.V., Golubeva, V.N., Krylov, N.G., Kuznetsova, V.F., Mavrin, S.V., Aleinikov, A.Yu., Hoppes, W.G., Surano, K.A., 2005. On monitoring anthropogenic airborne uranium concentrations and $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ isotopic ratio by lichen-bio-indicator techniques. *J.Environment. Radioactivity* 84, 333-342.
- [8] Hofmann, W., Attarpour, N., Lettner, H., Turk, R., 1993. ^{137}Cs in lichen before and after the Chernobyl accident. *Health Physics*, 70-73.
- [9] Krmar, M., Radnovic, D., Rakic, S., Matavulj, M. 2007. Possible use of terrestrial mosses in detection of atmospheric deposition of ^7Be over a large area. *Journal of Environmental Radioactivity*, 95, 2007, 53-61.
- [10] Loppi, S., Riccobono, F., Zhang, Z.H., Savic, S., Ivanov, D., Pirinsos, S.A., 2003. Lichens as biomonitors of uranium in the Balkan Area. *Environmental Pollution* 125, 277-280.
- [11] Todorovic, D., Popovic, D., Rajšić, S. Tasić, M. 2007. Radionuclides and Particulate Matter in Belgrade Air. In "Environmental Research Trends", Ed. M.A.Cato, Nova Science Publ., Inc., New York, 271-301.

ABSTRACT

**MOSSES AS INDICATORS OF THE AIR POLLUTION
BY RADIONUCLIDES IN URBAN AREAS**

Dragana TODOROVIC¹ and Dragana POPOVIC²

*1) Environmental and Radiation Protection Laboratorz, Institute for Nuclear Sciences
Vinča, P.O.Box 522, 11000 Belgrade, Serbia, beba@vin.bg.ac.yu*

*2) Department of biophysics, Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade,
Bul.Oslobodjenja 18, 11000 Belgrade, Serbia, draganap@vet.bg.ac.yu*

The paper presents preliminary results on the contents of radionuclides in mosses exposed to air pollution in central urban area (a Belgrade city park). Activity of natural and antropogenic radionuclides (^{40}K , ^{210}Pb , ^{137}Cs , ^7Be) was determined on two HPGe detectors (Canberra, relative efficiency 20% and 23%) by standard gamma spectrometry.