

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

ZBORNİK RADOVA

**XXV SIMPOZIJUM DZZSCG
Kopaonik 2009,
30.9 do 2.10.2009**

**Beograd
2009**

ZBORNİK RADOVA
XXV SIMPOZIJUM DZZSCG
30.9-2.10.2009

Izdavači:

Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Društvo za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore

Za izvršnog izdavača:

Dr Jovan Nedeljković

Urednik:

Dr Olivera Ciraj

ISBN

© Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Tehnička obrada: Sesartić Gorijan

Štampa: Štamparija Jovanović

Tiraž: 110 primeraka

Štampa završena septembra 2009.

XXV SIMPOZIJUM DRUŠTVA
ZA ZAŠTITU OD ZRAČENJA
SRBIJE I CRNE GORE
Kopaonik 30.9 do 2.10.2009

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: Olivera Ciraj-Bjelac

Članovi:

Milojko Kovačević
Perko Vukotić
Snežana Milačić
Olivera Marinković
Ištvan Bikit
Tomislav Anđelić
Vladan Ljubenov
Dragoslav Nikezić
Vera Spasojević-Tišma
Snežana Dragović
Gorijan Sesartić
Danijela Arandić

Redakcioni odbor:

Dr Gordana Joksić
Dr Dragana Todorović
Dr Marko Ninković
Mr Gordana Pantelić

Organizaciju su pomogli:

Ministarstvo za nauku Republike Srbije
Institut za nuklearne nauke "Vinča"

Ovaj Zbornik je zbirka radova saopštenih na XXV Simpozijumu Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore koji je održan od 30.9. do 2.10.2009. godine na Kopaoniku. 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

CIP – Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

502:504.5]:539.16(082)
614.875/.876(082)
539.16.04(082)
539.1.074/.08(082)
577.1:539.1(082)

**ДРУШТВО за заштиту од зрачења Србије и Црне
Горе (Београд). Симпозијум (25 ; 2009 ;
Копаоник)**

Zbornik radova / XXV Simpozijum DZZSCG
[Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne
Gore], Копаоник, 30.9 до 2.10. 2009. ;
[organizatori] Друштво за заштиту од зрачења
Србије и Црне Горе [и] [Институт за нуклеарне
науке Винча, Лабораторија за заштиту од
зрачења и заштиту животне средине Заштита] ;
[urednik Olivera Ciraj]. – Београд : Институт
за нуклеарне науке "Винча" : Друштво за
заштиту од зрачења Србије и Црне Горе, 2009
(Београд : "Јовановић"). – 362 стр. : илустр.
; 24 cm

Radovi na srp. i engl. Jeziku. – Tekst ćir. i
lat. – Tiraž 110. – Abstracts. –
Bibliografija uz većinu radova. – Registar.

ISBN 978-86-7306-112-2 (Винча)

1. Друштво за заштиту од зрачења Србије и
Црне Горе (Београд) 2. Институт за нуклеарне
науке "Винча" (Београд). Лабораторија за
заштиту од зрачења и заштиту животне средине
Заштита

а) Заштита од јонизујућег зрачења –
Зборници б) Животна средина – Загађење
радиоактивним материјама – Зборници с)
Радиоактивно зрачење – Штетно дејство –
Зборници д) Нејонизујуће зрачење – Штетно
Дејство – Зборници е) Радиобиологија –
Зборници ф) Дозиметри – Зборници
COBISS.SR-ID 169779980

RADIONUKLIDI U BILJKAMA U URBANIM SREDINAMA

Dragana TODOROVIĆ¹, Jelena AJTIĆ², Dragana POPOVIĆ² i Jelena NIKOLIĆ¹

1) Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine, Institut za nuklearne nauke Vinča, , Srbija, beba@vin.bg.ac.rs

2) Katedra za biofiziku, Fakultet veterinarske medicine, Beograd, Srbija, jelena.ajtic@vet.bg.ac.rs

SADRŽAJ

U radu su prikazani rezultati višegodišnjih istraživanja sadržaja prirodnih (⁷Be, ²¹⁰Pb, ⁴⁰K) i proizvedenih (¹³⁷Cs) radionuklida u lišću viših biljaka (lipa, kesten) u gradskom području Beograda u periodu od 2002. do 2008. godine. Aktivnost radionuklida određena je na HPGe detektoru standardnom metodom spektrometrije gama zračenja. Istraživanja su deo tekućeg projekta ispitivanja kvaliteta vazduha u urbanim sredinama na teritoriji Republike Srbije.

1. Uvod

Usvajanje i akumulacija radionuklida od strane biljaka je složen proces i zavisi od mnogih parametara, pre svega od puteva kontaminacije, obzirom da radionuklidi mogu da se deponuju na lišće i druge delove biljke iz vazduha (tzv. folijarna depozicija) ili biljka može da ih usvoji kroz korenov sistem. Ovi procesi zavise i od morfološko-fizioloških karakteristika biljke, karakteristika zemljišta, mikro klimatskih uslova, itd [1,2]. Iako više biljke nisu tako pogodni biomonitori kao mahovine ili lišajevi, u urbanim sredinama one ih mogu zameniti [3,4,5,6].

Od prirodnih radionuklida u vazduhu, najznačajniji su ⁷Be, ⁴⁰K, radon i njegovi kratkoživeći potomci (²¹⁰Pb, ²¹⁰Bi, ²¹⁰Po), dok su među fisionim produktima to ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr i ⁹⁰Pu.

⁷Be (period poluraspada 53,28 dana) nastaje u procesu interakcije kosmičkih zraka sa lakim elementima u gornjim slojevima troposfere (33%) i nižim slojevima stratosfere (66%). Varijacije srednjih godišnjih koncentracija ⁷Be u vazduhu su dobar pokazatelj promena intenziteta kosmičkih zraka, dok su sezonske varijacije u korelaciji sa procesima izmene vazдушnih masa između stratosfere i troposfere [4,7].

²¹⁰Pb (period poluraspada 22,3 godine) je efikasan pokazatelj procesa u površinskom sloju vazduha iznad kopnenih površina, jer je produkt raspada prirodnog gasa radona koji se stvara u procesu raspada ²³⁸U iz zemljine kore [1,7]. Antropogeni izvori ²¹⁰Pb, kao što su sagorevanje uglja ili nuklearne eksplozije, doprinose manje od 1% u ukupnom sadržaju ²¹⁰Pb u vazduhu. Depozicija ²¹⁰Pb zavisi od godišnjeg doba i geografskog položaja, a povećane koncentracije ²¹⁰Pb tokom jeseni su posledica pojačanje emanacije radona iz zemljišta u tom periodu [4].

Zbog dugog perioda poluraspada (30 godina) i prinosa u fisionim procesima, ¹³⁷Cs je najznačajniji indikator antropogenog zagađenja atmosfere od II svetskog rata. Koncentracije ¹³⁷Cs u prizemnom sloju vazduha od sredine 1990-ih godina su pre svega posledica nuklearnog akcidenta u Černobilju 1986. godine i bile su reda veličine $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$, dok je stratosferski doprinos manje značajan [8,9].

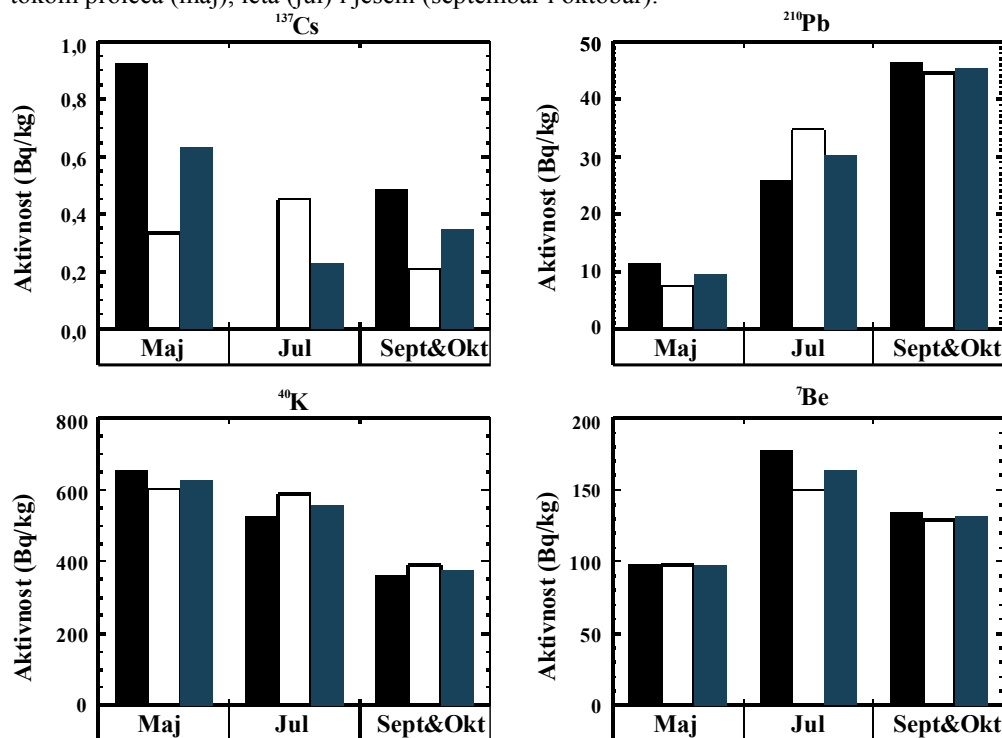
U ovom radu su prikazane srednje godišnje koncentracije ⁷Be, ²¹⁰Pb, ⁴⁰K i ¹³⁷Cs u lišću viših biljaka na području Beograda, u periodu od 2002. do 2008. godine.

2. Materijal i metode

Uzorci viših biljaka – lipa i kesten (*Tilia sp.L* i *Aesculus hippocastanum L*) su sakupljeni na tri lokacije u centralnom gradskom području: Studentski park (SP), Karadorđev park (KP) i Botanička bašta (BB). Uzorci lišća su sušeni na 105 °C i mereni u nativnom stanju. Uzorci su sakupljeni u 14 etapa, od 2002. do 2008. godine, tokom maja (5 etapa), jula (2 etapa) i septembra–oktobra meseca (7 etapa). Aktivnost radionuklida je određivana na HPGe detektoru (Ortec, relativne efikasnosti 23%) standardnom metodom spektrometrije gama zračenja. Ukupna standardna greška metode je bila do 20% za ^7Be , do 43% za ^{137}Cs , do 33% za ^{210}Pb i do 13% za ^{40}K .

3. Rezultati i diskusija

Na slici 1. prikazane su sezonske varijacije aktivnosti radionuklida (^7Be , ^{40}K , ^{210}Pb , ^{137}Cs) u uzorcima lišća viših biljaka sakupljenih na teritoriji Beograda (gradski parkovi) u periodu 2002–2008. godine. Na slici su prikazane srednje vrednosti višeetapnih merenja tokom proleća (maj), leta (jul) i jeseni (septembar i oktobar).



Slika 1. Sezonske varijacije aktivnosti radionuklida u lišću viših biljaka na teritoriji Beograda (srednja vrednost za lipu – crna kolona levo; srednja vrednost za kesten – bela kolona u sredini; srednja vrednost za lipu i kesten – siva kolona desno)

Sezonske varijacije aktivnosti radionuklida ^7Be i ^{210}Pb u lišću viših biljaka prate sezonske varijacije ovih radionuklida u vazduhu [8,9]: aktivnost ^7Be je najveća u letnjim mesecima, dok su koncentracije ^{210}Pb značajno više tokom jeseni. Koncentracije ^{40}K ne pokazuju značajne razlike tokom prolećnih i letnjih meseci, dok su nešto niže u jesenjem periodu, što se može objasniti procesom starenja uzoraka lišća. U slučaju sva tri navedena radionuklida ne postoje značajne razlike između srednjih vrednosti aktivnosti u lišću lipe i kestena, iako su tokom letnjih meseci aktivnosti ^7Be nešto više u lišću lipe, a aktivnosti ^{210}Pb više u lišću kestena (razlike do oko 20%).

Prikazane aktivnosti ^{137}Cs izmerene u uzorcima lišća odnose se na period do 2004 godine. Posle toga vrednosti su bile ispod granice detekcije osim par merljivih epizoda, najverovatnije kao posledica resuspenzije sa tla [9]. Kod aktivnosti ^{137}Cs uočavaju se razlike između uzoraka lipe i kestena. Tokom maja i jesenjih meseci više aktivnosti su izmerene u uzorcima lišća lipe, dok je u julu u lišću lipe aktivnost ^{137}Cs bila ispod granice detekcije. Međutim, s obzirom na niske nivoe izmerenih aktivnosti ne mogu donositi pouzdani zaključci.

Rad je urađen u okviru projekta br. 141 012 koje finansira Ministarstvo za nauku I tehnologiju Republike Srbije

4. Literatura

- [1] A. Baeza et al. Bio-availability and transfer of natural radionuclide in a Mediterranean ecosystem. *J. Appl. Radiat. Isotop.* 47 (1996) 939–945.
- [2] S. Golmakaru et al. Factors affecting the transfer of radionuclides from the environment to plants. *Rad. Prot. Dos.* 130 (2008) 368–375.
- [3] J. Koranda and W. Robison. Accumulation of Radionuclides by Plants as a Monitor System. *Environm. Health Perspectives* 27 (1978) 165–179.
- [4] K. Hirose et al. Deposition behaviour of ^{210}Pb , ^7Be and thorium isotopes in Japan. *Atm. Environ.* 38 (2004) 6601–6608.
- [5] U. Shigeo et al. Soil-to-Plant Transfer Factors of Stable Elements and Naturally Occurring Radionuclides. *J. Nucl. Sci. Tech.* 44 (2007) 628–640.
- [6] S. Sigihara et al. Seasonal variation of natural radionuclides and some elements in plant leaves. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 278 (2008) 419–422.
- [7] E. Geralopoulos et al. Low frequency variability of beryllium-7 surface concentrations over Eastern Mediterranean. *Atm. Env.* 37 (2003) 1745–1756.
- [8] D. Todorovic et al. Radionuclides and particulate matter in Belgrade air. In: M. A. Cato, ed. *Environment Research Trends*, pp. 271–301, Nova Science Publ., New York 2007.
- [9] D. Popovic et al. Natural and man made radionuclides in ground level air in Belgrade area. *J. Env. Prot. Ecol.* 3 (2000) 124–130.

ABSTRACT

RADIONUCLIDES IN PLANTS IN URBAN AREAS

Dragana TODOROVIĆ¹, Jelena AJTIĆ², Dragana POPOVIĆ² and Jelena NIKOLIĆ¹

1) Laboratory for Environmental and Radiation Protection, Institute of Nuclear Sciences Vinca, P.O.Box 522, 11000, Belgrade, Serbia

2) Department of Physics and Biophysics, Faculty of Veterinary Medicine, Bulevar Oslobođenja 18, 11000 Belgrade, Serbia

The results of a long-term study (from 2002 to 2008) on the concentrations of natural (^7Be , ^{210}Pb , ^{40}K) and fission (^{137}Cs) radionuclides in leaves of higher plants (linden and chestnut) in an urban area (city of Belgrade) are presented. The activity of the radionuclides was determined on an HPGe detector by standard gamma spectrometry. The study is a part of the ongoing air quality monitoring programme in urban areas in the Republic of Serbia.