

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

ZBORNİK RADOVA

**XXVI SIMPOZIJUM DZZ SCG
Tara
12-14. oktobar 2011.**

**Beograd
2011.god**

ZBORNIK RADOVA
XXVI SIMPOZIJUM DZZSCG
12.10-14.10.2011.god

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-Bjelac

ISBN 978-86-7306-105-4

© Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Tehnička obrada: Aleksandra Milenković

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

Tiraž: 100 primeraka

Štampa završena septembra 2011.

XXVI SIMPOZIJUM DRUŠTVA
ZA ZAŠTITU OD ZRAČENJA
SRBIJE I CRNE GORE
Tara 12.10. do 14.10.2011.god

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
Ištvan Bikit
Tomislav Anđelić
Dragoslav Nikezić
Vera Spasojević-Tišma
Snežana Dragović
Gorijan Sesartić
Danijela Arandić
Đorđe Lazarević

Redakcioni odbor:

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

Organizaciju su pomogli:

Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije

Institut za nuklearne nauke "Vinča"

Knauf Zemun d.o.o.

Canberra Packard Central Europe GmbH

Ovaj Zbornik je zbirka radova saopštenih na XXVI Simpozijumu Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore koji je održan od 12.10. do 14.10.2011. godine na Tari. 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 (26 ; 2011 ;
Тара)

Zbornik radova / XXVI simpozijum DZZSCG
[Društva za zaštitu od zračenja Srbije i Crne
Gore], Tara, 12-14. oktobar 2011. ;
[organizatori] Društvo za zaštitu od zračenja
Srbije i Crne Gore [i] [Institut za nuklearne
nauke Vinča, Laboratorija za zaštitu od
zračenja i zaštitu životne sredine "Zaštita"
; urednik Olivera Ciraj-Bjelac]. - Beograd :
Institut za nuklearne nauke "Vinča" : Društvo
za zaštitu od zračenja Srbije i Crne Gore,
2011 (Beograd : Jovanović). - 380 str. :
ilustr. ; 24 cm

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

ISBN 978-86-7306-105-4 (Vinča)

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 живе 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 186512652

VIŠE BILJKE KAO BIOMONITORI RADIONUKLIDA U URBANOM VAZDUHU

Jelena AJTIĆ¹, Dragana TODOROVIĆ², Dragana POPOVIĆ¹ i Jelena NIKOLIĆ²

1) Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Beograd, Srbija, jelena.ajtic@vet.bg.ac.rs, draganap@vet.bg.ac.rs

2) Univerzitet u Beogradu, Institut Vinča, Laboratorija za Zaštitu od zračenja i Zaštitu životne sredine, Beograd, Srbija, beba@vinca.rs, jnikolic@vinca.rs

SADRŽAJ

*U radu su prikazani rezultati analize dve vrste listopadnog drveća, lipe (*Tilia tomentosa* L. i *Tilia cordata* Mill.) i kestena (*Aesculus hippocastanum* L.), kao mogućih biomonitora radionuklida ²¹⁰Pb i ⁷Be u vazduhu. Studija je sprovedena tokom 2002. – 2009. godine, u tri parka na području Beograda. Aktivnosti ²¹⁰Pb i ⁷Be u uzorcima lišća i aerosola su određene na HPGe detektoru standardnom metodom spektrometrije gama zračenja. Značajne razlike u aktivnostima između mernih lokacija i vrsta drveća nisu uočene, odakle se može zaključiti da je uticaj mikro klime, nivoa zagađenja i fizioloških karakteristika tipova drveća na akumulaciju radionuklida u lišću zanemarljiv. Aktivnosti radionuklida u lišću i u aerosolima su korelisane koristeći linearne Pirsonove koeficijente. Kako lišće lipe daje informaciju o istoriji aktivnosti ²¹⁰Pb u vazduhu, ono se može koristiti kao biomonitor ovog radionuklida. Za aktivnosti ⁷Be u lišću i u vazduhu nisu dobijene značajne pozitivne korelacije.*

1. Uvod

Biljke imaju važnu ulogu u transportu i distribuciji radionuklida, teških metala i drugih zagađivača. Usvajanje i akumulacija radionuklida od strane biljaka je složen proces koji, pored morfološko-fizioloških karakteristika biljke, osobina zemljišta i mikro klimatskih uslova [1,2], zavisi i od puteva kontaminacije. Radionuklidi mogu da se deponuju na lišće i druge delove biljke iz vazduha, ili biljka može da ih usvoji kroz korenov sistem. Iako više biljke nisu tako pogodni biomonitori kao mahovine ili lišajevi, u urbanim sredinama one ih mogu zameniti [3,4,5].

Jedni od najznačajnijih radionuklida u vazduhu su ⁷Be i ²¹⁰Pb. Berilijum-7 (period poluraspada 53,28 dana) nastaje u procesu interakcije kosmičkih zraka sa lakim elementima u gornjim slojevima troposfere i nižim slojevima stratosfere [6]. Varijacije srednjih godišnjih koncentracija ⁷Be u vazduhu ukazuju na promene intenziteta kosmičkih zraka, dok su sezonske varijacije u korelaciji sa procesima izmene vazdušnih masa između statosfere i troposfere [7,8]. Olovo-210 (period poluraspada 22,3 godine) je efikasan pokazatelj procesa u površinskom sloju vazduha iznad kopnenih površina, jer je produkt raspada prirodnog gasa radona koji nastaje raspadom ²³⁸U iz zemljine kore [1,8]. Depozicija ²¹⁰Pb zavisi od godišnjeg doba i geografskog položaja [9], a povišene jesenje koncentracije su posledica pojačane emanacije radona iz zemljišta [7].

U cilju ispitivanja mogućnosti korišćenja viših biljaka kao biomonitora za ^{210}Pb i ^7Be , aktivnosti ovih radionuklida su merene u različitim uzorcima iz životne sredine.

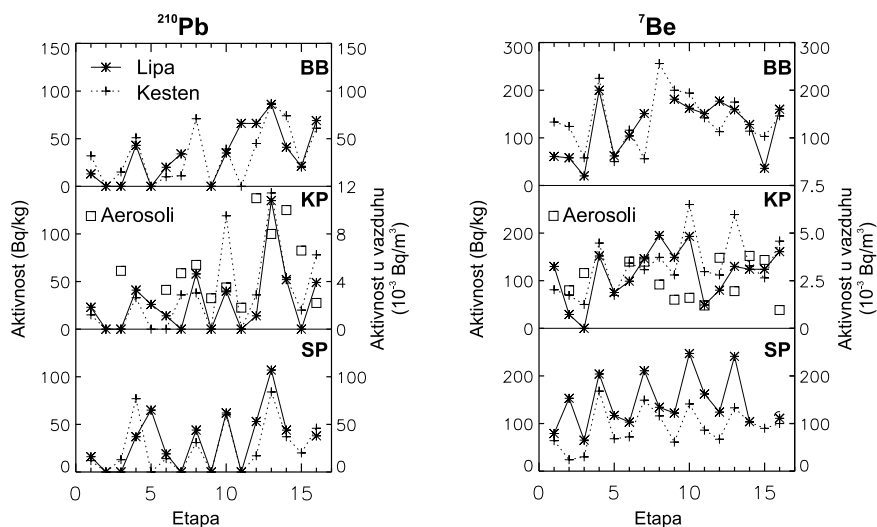
2. Materijal i metode

Lišće viših biljaka, lipe (*Tilia tomentosa* L. i *Tilia cordata* Mill.) i kestena (*Aesculus hippocastanum* L.) je sakupljeno u 16 etapa, tokom proleća (6 etapa), leta (2 etapa) i jeseni (8 etapa). Uzorci, 5 – 10 listova iz krošnje sa visine oko 2 m iznad zemlje, su prikupljeni u tri parka u Beogradu: Botanička bašta (BB), Karađorđev park (KP) i Studentski park (SP). Uzorci aerosola su prikupljeni u neposrednoj blizini lokacije Karađorđev park pomoću pumpe konstantnog protoka, pozicionirane 1 m iznad zemlje, i FILTRAK/WHATMAN41/DDR filter papira.

Aktivnost radionuklida je određena na HPGe detektoru (Ortec, relativne efikasnosti 23%) standardnom metodom spektrometrije gama zračenja [10].

3. Rezultati i diskusija

Na slici 1 su date aktivnosti ^{210}Pb i ^7Be izmerene u lišću lipe i kestena sa tri lokacije u Beogradu. Korelacije između aktivnosti radionuklida na mernim lokacijama, kao i između aktivnosti u lišću lipe i kestena, su kvantifikovane pomoću linearnih Pirsonovih koeficijenata korelacije (r). U oba slučaja su dobijeni koeficijenti korelacije veći od 0,5 što ukazuje na zanemarljiv uticaj lokalnih uslova (npr., mikroklima i nivo zagađenja namernim lokacijama) i fizioloških karakteristika biljaka, na akumulaciju radionuklida u lišću.

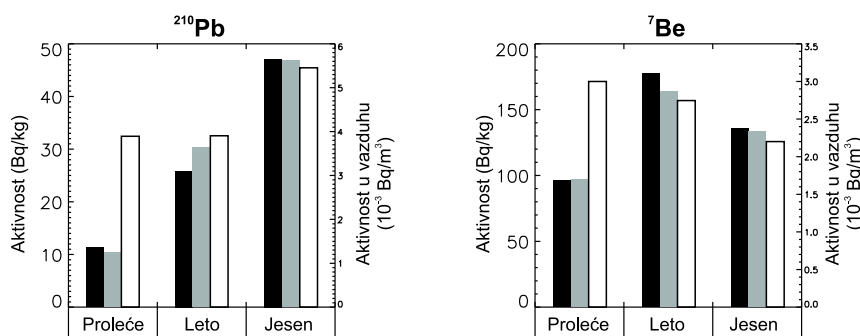


Slika 1. Aktivnosti ^{210}Pb i ^7Be u lišću lipe (puna linija) i kestena (isprekidana linija) i u aerosolima (kvadrati) na lokacijama: BB (gore), KP (sredina) i SP (dole) tokom 16 etapa (2002 – 2009).

Sezonske varijacije aktivnosti radionuklida u lišću i u vazduhu su date na slici 2. Od proleća do jeseni, aktivnosti ova dva radionuklida se razlikuju i u lišću i u aerosolima.

Aktivnost ^{210}Pb u lišću se povećava tokom sezone rasta i dostiže najvišu vrednost u jesen, i prati sezonsku varijaciju u vazduhu [10]. Sa druge strane, aktivnost ^7Be u lišću je najveća u letnjim mesecima, dok u vazduhu ima maksimum u proleće [11]. Dobljene sezonske aktivnosti radionuklida u biljkama se ne slažu u potpunosti sa rezultatima drugih studija, u kojima je za oba radionuklida dobijen ili letnji minimum [12] ili rast od proleća do jeseni [13].

Aktivnosti radionuklida u lišću i u vazduhu su korelisane pomoću linearnih Pirsonovih koeficijenata korelacije. Razmotrena su dva slučaja. U prvom je posmatrana korelacija aktivnosti u lišću i u vazduhu za taj isti mesec. Umerena pozitivna korelacija je u ovom slučaju dobijena samo za aktivnosti ^{210}Pb u vazduhu i u lišću lipe. U drugom slučaju, međutim, gde je aktivnost u lišću korelisana sa srednjom vrednošću aktivnosti u vazduhu tokom prethodnih meseci (počevši od meseca marta koji je uzet kao početak sezone rasta), dobijena je značajna korelacija za aktivnosti ^{210}Pb u vazduhu i u lišću lipe ($r = 0,56$) i nešto slabija za aktivnosti u lišću kestena ($r = 0,31$). U ovom slučaju za aktivnosti ^7Be nisu dobijene značajne pozitivne korelacije, jer akumulacioni efekat za ^7Be , zbog njegovog kratkog vremena poluraspada, nije izražen tokom sezone rasta.



Slika 2. Srednje sezonske vrednosti aktivnosti ^{210}Pb i ^7Be u lišću lipe (crna) i kestena (svetlo siva) i u aerosolima (bela) tokom 16 etapa (2002 – 2009).

4. Zaključak

Aktivnost ^{210}Pb u lišću lipe i kestena se povećava tokom sezone rasta, i dostiže maksimum tokom jeseni kada i aktivnost ^{210}Pb u vazduhu ima najvišu vrednost. U lišću lipe je, na mesečnom nivou, aktivnost ^{210}Pb u značajno korelisana sa srednjom aktivnošću ^{210}Pb u vazduhu tokom prethodnih meseci, te se lišće lipe može upotrebiti kao biomonitor ^{210}Pb u vazduhu. Aktivnost kratkoživećeg ^7Be u lišću dostiže maksimum tokom leta, a njegova aktivnost u vazduhu ima najvišu vrednost u proleće. Za aktivnosti ovog radionuklida u lišću i u aerosolima nisu dobijene značajne pozitivne korelacije, odakle se može zaključiti da lišće viših biljaka nije pogodno kao biomonitor ^7Be u vazduhu.

5. Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan u okviru projekta „Istraživanje klimatskih promena na životnu sredinu: praćenje uticaja, adaptacija i ublažavanje“ (43007) koji finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Republike Srbije u okviru programa Integrisanih i interdisciplinarnih istraživanja za 2011-2014. godine.

6. 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. Golmakani et al. Factors affecting the transfer of radionuclides from the environment to plants. *Radiat. Protect. Dosim.* 130 (2008) 368–375.
- [3] J. Koranda and W. Robison. Accumulation of Radionuclides by Plants as a Monitor System. *Environ. Health Perspect.* 27 (1978) 165–179.
- [4] R. Đingova and I. Kuleff. Concentration of caesium-137, cobalt-60 and potassium-40 in some wild and edible plants around the nuclear power plant in Bulgaria. *J. Environ. Radioact.* 59 (2002) 61–73.
- [5] S. Sighara et al. Seasonal variation of natural radionuclides and some elements in plant leaves. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 278 (2008) 419–422.
- [6] D. Allen et al. An Estimate of the Stratospheric Contribution to Springtime Tropospheric Ozone Maxima Using TOPSE Measurements and Beryllium-7 Simulations. *J. Geophys. Res.* 108 (2003) doi:10.1029/2001JD001428.
- [7] K. Hirose et al. Deposition behaviour of ^{210}Pb , ^7Be and thorium isotopes in Japan. *Atm. Environ.* 38 (2004) 6601–6608.
- [8] E. Gerasopoulos et al. Low frequency variability of beryllium-7 surface concentrations over Eastern Mediterranean. *Atmos. Environ.* 37 (2003) 1745–1756.
- [9] R. Arimotto et al. Influences of atmospheric transport pathways on radionuclide activities in aerosols particles from over the North Atlantic. *J. Geophys. Res.* 104 (1999) 301–321.
- [10] 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.
- [11] J. Ajtić et al. Ground level air beryllium-7 and ozone in Belgrade. *Nucl. Tech. Radiat. Protect.* 23 (2008) 65–71.
- [12] S. Sugihara et al. Seasonal variation of natural radionuclides and some elements in plant leaves. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* 278 (2008) 419–422.
- [13] M. Pöschl et al. Seasonal and inter-annual variation of Beryllium-7 deposition in birch-tree leaves and grass in the northeast upland area of the Czech Republic. *J. Environ. Radioact.* 101 (2010) 744–750.

ABSTRACT

HIGER PLANTS AS BIOMONITORS OF RADIONUCLIDES IN URBAN AIR

Jelena AJTIĆ¹, Dragana TODOROVIĆ², Dragana POPOVIĆ¹ and Jelena NIKOLIĆ²

1) University of Belgrade, Faculty of Veterinary Medicine, Belgrade, Serbia,
jelena.ajtic@vet.bg.ac.rs, draganap@vet.bg.ac.rs

2) University of Belgrade, Institute Vinca, Laboratory for Environmental and Radiation Protection, Belgrade, Serbia, beba@vinca.rs, jnikolic@vinca.rs

Two deciduous tree genera, linden (*Tilia tomentosa* L. and *Tilia cordata* Mill.) and chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.), are analysed as biomonitors of ^{210}Pb and ^7Be in air. In a multiyear study (2002 – 2009), conducted in three city parks in Belgrade, the content of ^{210}Pb and ^7Be in samples of leaves of linden and chestnut trees, and aerosols was determined on an HPGe detector by standard gamma spectrometry. The differences seen in the radionuclides' activities across the measurement sites and between the tree

genera are not significant, suggesting that the micro climate, level of air pollution and physiological characteristics of the trees have a negligible effect on the radionuclides' activities in leaves. Linear Pearson's correlation coefficients are used to correlate the ^{210}Pb and ^7Be activities in aerosols and in leaves. The results show that linden could be used as a ^{210}Pb biomonitor which provides information on the recent history of exposure. No large positive correlation is found for the ^7Be activities in leaves and aerosols, indicating that higher plants are not a suitable biomonitor for this radionuclide.