



ЗБОРНИК РАДОВА



XXX СИМПОЗИЈУМ ДРУШТВА ЗА ЗАШТИТУ ОД ЗРАЧЕЊА СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ

2. - 4. октобар 2019. године
Хотел “Дивчибаре”, Дивчибаре, Србија

**ДРУШТВО ЗА ЗАШТИТУ ОД ЗРАЧЕЊА
СРБИЈЕ И ЦРНЕ ГОРЕ**



ЗБОРНИК РАДОВА

**XXX СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ
Дивчибаре
2- 4. октобар 2019. године**

**Београд
2019. године**

**RADIATION PROTECTION SOCIETY OF
SERBIA AND MONTENEGRO**



PROCEEDINGS

**XXX SYMPOSIUM RPSSM
Divčibare
2nd - 4th October 2019**

**Belgrade
2019**

ЗБОРНИК РАДОВА

XXX СИМПОЗИЈУМ ДЗЗСЦГ
2-4.10.2019.

Издавачи:

Институт за нуклеарне науке „Винча“
Друштво за заштиту од зрачења Србије и Црне Горе

За извршног издавача:

Проф. др Снежана Пајовић, научни саветник
в.д. директора Института за нуклеарне науке Винча

Уредници:

Др Михајло Јовић
Др Гордана Пантелић

ISBN 978-86-7306-154-2

©Institut za nuklearne nauke „Vinča“

Техничка обрада:

Михајло Јовић, Гордана Пантелић

Електронско издање:

Институт за нуклеарне науке ”Винча”, Мике Петровића Аласа 12-14, 11351
Винча, Београд, Србија

Тираж:

150 примерака

Година издања:

Септембар 2019.

SPECIFIČNA AKTIVNOST RADIONUKLIDA ^{40}K , ^{137}Cs , ^{210}Pb I EFEKTIVNA DOZA INGESTIJE IZ ODABRANIH LEKOVITIH BILJAKA SA PODRUČJA MAJDANPEKA

Irina KANDIĆ¹, Igor ČELIKOVIĆ¹, Aleksandar KANDIĆ¹,
Milan GAVRILOVIĆ² i Peđa JANAČKOVIĆ²

- 1) Institut za nuklearne nauke "Vinča", Univerzitet u Beogradu, Srbija, irina.kandic@vin.bg.ac.rs, icelikovic@vin.bg.ac.rs, akandic@vin.bg.ac.rs
- 2) Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, Srbija, mgavrilovic@bio.bg.ac.rs, pjanackovic@bio.bg.ac.rs

SADRŽAJ

Lekovite biljke imaju dugu istoriju upotrebe širom sveta u tradicionalnoj medicini. Međutim, njihova upotreba, kao i upotreba biljnih proizvoda mora se kontrolisati, kako bi se izbegla pojava neželjenih efekata na zdravlje ljudi. Specifične aktivnosti radionuklida ^{40}K , ^{137}Cs i ^{210}Pb u uzorcima lekovitih biljaka izmerene su pomoću poluprovodničkog HPGe spektrometarskog sistema, na osnovu čega je određena prosečna godišnja efektivna doza ingestije za odrasle koji piju dnevno 200 ml čaja pripremljenog od lekovitih biljaka. U radu je prikazana radiološka analiza 7 odabranih lekovitih biljaka sa područja Majdanpeka. Dobijene vrednosti za efektivnu dozu ingestije slične su vrednostima objavljenim u drugim studijama i manje su od $100\ \mu\text{Sv}$, što upućuje na zaključak da svakodnevna upotreba čajeva od analiziranih lekovitih biljaka sa područja Majdanpeka ne predstavlja značajan radiološki rizik po zdravlje.

1. Uvod

Medicinska svojstva i efikasnost lekovitih biljaka zavise od uslova sredine, koji takođe imaju direktan uticaj na rast i razvoj biljaka na staništu, bilo da su divlje ili gajene. Mogućnost kontaminacije vazduha, vode i hrane elementima u tragovima, koji su nusproizvodi savremene poljoprivrede, industrije i povećane urbanizacije, može imati dugoročne toksične efekte na zdravlje. Zbog toga je neophodno imati informacije o životnoj sredini i obimu stvarne koncentracije štetnih elemenata u lekovitim biljakama radi poboljšanja uslova životne sredine i zdravlja ljudi [1].

Nedostatak regulative i slobodna distribucija (uključujući prodaju preko interneta) mogu dovesti do neželjenih posledica zbog lošeg kvaliteta biljnih proizvoda. Najčešći uzroci su tretiranje biljnih proizvoda nedeklarisanim farmaceutskim supstancama ili pogrešnim identifikovanjem otrovnih biljnih vrsta, nepravilnim doziranjem, interakcijama sa konvencionalnim lekovima i upotrebom proizvoda kontaminiranih potencijalno opasnim supstancama, kao što su npr. mikotoksini, radioaktivne čestice, teški metali i agrohemijske supstance. Mnogi zagađivači su prirodni i nastaju u zemljištu i atmosferi, kao što su radionuklidi i metali. Međutim, neki od njih nastaju i upotrebom sredstava koja zagađuju životnu sredinu, a kasnije ih biljke akumuliraju. Zbog toga, zagađivači iz životne sredine mogu biti prisutni čak i ako se biljka organski gaji [2]. Povećana koncentracija radioaktivnosti u lekovitim biljakama može dovesti do štetnog efekta na

Људски organizam, pri čemu je ingestija jedan od glavnih puteva unošenja radionuklida u organizam. Treba imati u vidu da se tokom primene biljnih preparata u lečenju preporučuje njihovo korišćenje u dužem vremenskom periodu, što može dovesti do akumulacije štetnih materija u organizmu [3]. Takođe, treba napomenuti da povećana koncentracija radioaktivnosti dovodi i do povećane efektivne doze, a samim tim i povećanog radiološkog rizika.

Cilj rada je analiza sadržaja radionuklida ^{40}K , ^{137}Cs i ^{210}Pb i njihove specifične aktivnosti u odabranim vrstama lekovitih biljaka sa područja Majdanpeka, kao i utvrđivanje vrednosti za individualnu godišnju efektivnu dozu ingestije. Takođe, cilj je i procena individualnog radiološkog rizika koji može nastati dugoročnom upotrebom čajeva od ovih lekovitih biljaka koje se koriste u tradicionalnoj medicini.

Podaci iz literature o preporučenoj količini lekovitih biljaka za pripremanje čaja se razlikuju od izvora do izvora i u zavisnosti od vrste biljke. U tabeli 1. su dati narodni i latinski nazivi ispitivanih lekovitih biljaka, kao i vrednosti za njihove preporučene količine za pripremanje čaja [2, 4, 5, 6].

Tabela 1. Preporučena količina lekovitih biljaka za pripremanje čaja.

| Narodni naziv | Latinski naziv | Familija | Deo biljke koji se koristi | Preporučena količina (g) |
|----------------|--------------------------------|------------|----------------------------|--------------------------|
| Hajdučka trava | <i>Achillea millefolium L.</i> | Asteraceae | list i cvet | 2 |
| Pelin | <i>Artemisia absinthium L.</i> | Asteraceae | list | 2 |
| Kantarion | <i>Hypericum perforatum L.</i> | Asteraceae | list i cvet | 2 |
| Nana | <i>Mentha piperita L.</i> | Lamiacea | list | 2 |
| Majčina dušica | <i>Thymus serpyllum L.</i> | Lamiacea | list i cvet | 3 |
| Glog | <i>Crataegus monogyna L.</i> | Rosaceae | list | 2 |
| Šipak | <i>Rosa canina L.</i> | Rosaceae | plod | 2,5 |

2. Materijal i metode

Uzorci 7 vrsta osušenih lekovitih biljaka (koren, list, cvet ili plod), sa područja Majdanpeka nabavjeni su tokom leta 2018. g. Uzorci su samleveni u laboratorijskom blenderu do finog praha, a masa svakog pojedinačnog uzorka bila je oko 30 g. Svi pripremljeni uzorci smešteni su u odgovarajuće standardne cilindrične PVC posude zapremine 125 ml.

Merenja i gamaspektrometrijska analiza uzoraka obavljena su u Laboratoriji za nuklearnu i plazma fiziku Instituta za nuklearne nauke "Vinča", Beograd.

Za potrebe analize uzoraka lekovitih biljaka kao radni standard korišćen je odgovarajući matriks trave spajkovan radioaktivnim rastvorom nabavljenim od CMI (Czech Metrology Institute), a koji je u svom sastavu imao sledeće radionuklide (^{241}Am , ^{109}Cd , ^{139}Ce , ^{57}Co , ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{203}Hg , ^{113}Sn , ^{85}Sr , ^{88}Y i ^{210}Pb) [7].

Uzorci lekovitih biljaka, analizirani u ovom radu, mereni su na poluprovodničkom HPGe spektrometerskom sistemu Canberra GX5019 ($\epsilon_r = 55\%$, $FWHM = 1,9$ keV na energiji ^{60}Co od 1332,49 keV) sa pratećom elektronikom.

Spektri uzoraka lekovitih biljaka snimani su i analizirani pomoću programskog paketa Genie2000 (Canberra), a da bi se postigla prihvatljiva merna nesigurnost, merenja su

trajala i do 585000 s. Pri određivanju specifične aktivnosti izvršena je korekcija na fon, a korišćena je uobičajena formula:

$$A_s = N \varepsilon p t m \quad (1)$$

gde su:

- A_s - specifična aktivnost merenog uzorka (Bq/kg),
- N - površina ispod pika, korigovana na fon,
- ε - efikasnost detekcije,
- p - verovatnoća emisije fotona,
- t - vreme merenja uzorka (s) i
- m - masa uzorka (kg).

Specifične aktivnosti ^{137}Cs , ^{40}K i ^{210}Pb određene su pomoću površina ispod pikova na energijama 661,66 keV, 1460,82 keV i 46,54 keV, respektivno. Treba napomenuti da je površina ispod pika ^{40}K korigovana za doprinos pika ^{228}Ac na energiji 1459,13 keV (ta dva pika se ne mogu razdvojiti), koji je izračunat na osnovu aktivnosti ^{228}Ac koja je određena pomoću površine ispod pika na energiji 911,20 keV.

Merne nesigurnosti određene su na osnovu opšteg zakona propagacije merne nesigurnosti, pri čemu najveći doprinos potiče od statističke nesigurnost površine ispod pikova (u nekim uzorcima i preko 50% za ^{137}Cs) i nesigurnosti određivanja krive efikasnosti (5%).

Prosečna godišnja efektivna doza za ingestiju za odrasle osobe koje dnevno piju 200 ml čaja pripremljenog od lekovitog bilja izračunata je na osnovu dobijenih vrednosti za specifične aktivnosti radionuklida ^{137}Cs , ^{40}K i ^{210}Pb , a prema sledećoj formuli [4, 8, 9]:

$$E_{ing} = A_s H C_d D F_{ing} \quad (2)$$

gde je:

- E_{ing} - individualna godišnja efektivna doza za ingestiju (Sv),
- A_s - specifična aktivnost uzorka (Bq/kg),
- H - količina lekovite biljke koja se konzumira godišnje (kg),
- C_d - koeficijent rastvorljivosti radionuklida pri pripremanju čaja,
- $D F_{ing}$ - koeficijent efektivne doze za ingestiju (Sv/Bq).

Vrednosti koeficijenata rastvorljivosti radionuklida pri pripremanju čaja iznose 0,6 za ^{137}Cs [10], 0,9 za ^{40}K [11] i 0,5 za ^{210}Pb [12].

Koeficijent efektivne doze za ingestiju iznosi: $1,3 \cdot 10^{-8}$ Sv/Bq za ^{137}Cs , $6,2 \cdot 10^{-9}$ Sv/Bq za ^{40}K i $6,8 \cdot 10^{-7}$ Sv/Bq za ^{210}Pb [13, 14].

Izračunate vrednosti individualne godišnje efektivne doze ingestije sa nesigurnostima, na nivou poverenja 1σ , prikazane su u tabeli 3.

3. Rezultati i diskusija

Vrednosti specifičnih aktivnosti radionuklida ^{137}Cs za sve vrste lekovitih biljaka sa područja Majdanpeka su manje od 1,24 Bq/kg. Intervali vrednosti specifičnih aktivnosti radionuklida ^{40}K i ^{210}Pb za sve vrste lekovitih biljaka su u opsegu (339 ÷ 627) Bq/kg i (4,04 ÷ 37,4) Bq/kg, respektivno.

Vrednosti individualne godišnje efektivne doze usled ingestije ^{137}Cs , ^{40}K i ^{210}Pb u čajevima pripremljenim od lekovitog bilja sakupljenim sa područja Majdanpeka su manje od 7,06 nSv za ^{137}Cs , u opsegu (1,38 ÷ 2,55) μSv za ^{40}K , i u opsegu (1,25 ÷ 13,9) μSv za ^{210}Pb i niži su od 100 μSv , što predstavlja preporučenu granicu za pojedinačnu

godišnju efektivnu dozu ingestije [15]. Rezultati dobijeni za ^{137}Cs i ^{40}K su u skladu sa podacima datim u dostupnoj literaturi [3, 4, 5, 16]. S druge strane, u dostupnoj literaturi nema dovoljno podataka za ^{210}Pb .

Tabela 2. Specifične aktivnosti radionuklida ^{137}Cs , ^{40}K i ^{210}Pb sa mernim nesigurnostima, na nivou poverenja 1 σ .

| Domaći naziv vrste | Specifična aktivnost | | |
|--------------------|----------------------|-----------------|-------------------|
| | ^{137}Cs | ^{40}K | ^{210}Pb |
| | (Bq/kg) | (Bq/kg) | (Bq/kg) |
| Hajdučka trava | $0,42 \pm 0,25$ | 548 ± 28 | $13,7 \pm 2,2$ |
| Pelin | $1,24 \pm 0,28$ | 541 ± 28 | $17,8 \pm 1,9$ |
| Kantarion | $0,97 \pm 0,32$ | 339 ± 18 | $7,03 \pm 1,51$ |
| Nana | $0,48 \pm 0,32$ | 627 ± 32 | $15,1 \pm 2,2$ |
| Majčina dušica | $< 0,3$ | 395 ± 21 | $37,4 \pm 5,4$ |
| Glog | $0,33 \pm 0,24$ | 441 ± 23 | $12,3 \pm 2,0$ |
| Šipak | $< 0,2$ | 361 ± 19 | $4,04 \pm 0,58$ |

Tabela 3. Izračunate vrednosti pojedinačne godišnje efektivne doze usled ingestije specifičnih radionuklida iz čajeva sa mernim nesigurnostima, na nivou poverenja 1 σ .

| Domaći naziv vrste | Godišnja efektivna doza | | |
|--------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|
| | ^{137}Cs | ^{40}K | ^{210}Pb |
| | (nSv) | (μSv) | (μSv) |
| Hajdučka trava | $2,39 \pm 1,42$ | $2,23 \pm 0,11$ | $3,40 \pm 0,55$ |
| Pelin | $7,06 \pm 1,59$ | $2,20 \pm 0,11$ | $4,42 \pm 0,47$ |
| Kantarion | $5,52 \pm 1,82$ | $1,38 \pm 0,07$ | $1,74 \pm 0,37$ |
| Nana | $2,73 \pm 1,82$ | $2,55 \pm 0,13$ | $3,75 \pm 0,55$ |
| Majčina dušica | $< 2,56$ | $2,1 \pm 0,13$ | $13,9 \pm 2,01$ |
| Glog | $1,88 \pm 1,37$ | $1,80 \pm 0,94$ | $3,05 \pm 0,50$ |
| Šipak | $< 1,42$ | $1,84 \pm 0,97$ | $1,25 \pm 0,18$ |

4. Zaključak

Kako je granična vrednost efektivne doze za ingestiju za pojedinca iz stanovništva 100 μSv prema članu 6. Pravilnika o granicama sadržaja radionuklida u vodi za piće, životnim namirnicama, stočnoj hrani, lekovima, predmetima opšte upotrebe, građevinskom materijalu i drugoj robi koja se stavlja u promet [15], naši rezultati su pokazali da svakodnevna upotreba čajeva od istraživanih lekovitih biljaka sa područja Majdanpeka ne predstavlja značajan radiološki rizik.

5. Zahvalnica

Ovaj rad je urađen u okviru projekata 171018 i 173029 koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

6. Literatura

- [1] S. M. Fahad, M. J. Abedin, M. M. Hasan, M. O. Rahman, S. A. Islam, M.M. Akramuzzaman, M. Russell, Study of elemental profile of some medicinal plants of Bangladesh. *J. Phys. G Nucl. Partic.* 4(1), 2014, 1-6.
- [2] I. Kosalec, J. Cvek, S. Tomić. Contaminants of medicinal herbs and herbal products. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju* 60(4), 2009, 485-500.
- [3] B. Mitrović, G. Vitorović, G. Pantelić, D. Vitorović, V. Andrić, S. Grdović,). Aktivnost ^{137}Cs i ^{40}K u lekovitom bilju sa područja Zlatibora, *Zbornik XXVII Simpozijuma DZZ SCG, Vrnjačka Banja*, 02. - 04. oktobar 2013, 61 – 64.
- [4] M. Jevremović, N. Lazarević, S. Pavlović, M. Orlić. Radionuclide concentrations in samples of medicinal herbs and effective dose from ingestion of ^{137}Cs and natural radionuclides in herbal tea products from Serbian market. *Isot. Environ. Health Stud.* 47(1), 2011, 87-92.
- [5] B. Mitrović, J. Ajtić, M. Lazić, N. Krstić, B. Vranješ, M. Vićentijević. Natural and anthropogenic radioactivity in the environment of Kopaonik mountain, Serbia. *Environ. Pollut.* 215, 2016, 273-279.
- [6] Institut za proučavanje lekovitog bilja “Dr Josif Pančić” (<https://www.mocbilja.rs/>).
- [7] CMI, (2012). Radioactive Standard, ER X, Cert. No 9031-OI-427/12. Czech Metrology Institute, Prague.
- [8] Ö. Kiliç, M. Belivermiş, S. Topcuoğlu, Y. Çotuk. ^{232}Th , ^{238}U , ^{40}K , ^{137}Cs radioactivity concentrations and ^{137}Cs dose rate in Turkish market tea. *Radiat. Eff. Defects S.* 164(2), 2009, 138–143.
- [9] B. M. Mitrović, S. N. Grdović, G. S. Vitorović, D. P. Vitorović, G. K. Pantelić, G. A. Grubić. ^{137}Cs and ^{40}K in some traditional herbal teas collected in the mountain regions of Serbia. *Isot. Environ. Health Stud.* 50(4), 2014, 538-545.
- [10] M. Balonov, C. L. Barnett, M. Belli, et al. Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environment, IAEA, Vienna, 2010, ISBN: 9789201130099.
- [11] W. Samolińska, B. Kiczorowska, M. Kwiecień, E. Rusinek-Prystupa. Determination of Minerals in Herbal Infusions Promoting Weight Loss. *Biol. Trace. Elem. Res.* 175(2), 2017, 495-502.
- [12] K. Kametani, H. Ikebuchi, T. Matsumura, H. Kawakami. Ra-226 and Pb-210 concentrations in foodstuffs. *Radioisotopes* 30(12), 1981, 681-683.
- [13] United Nations. Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR).. Sources and effects of ionizing radiation: sources (Vol. 1). United Nations Publications, New York, 2000, ISBN 92-1-142238-8.

- [14] K. Eckerman, J. Harrison, H. G. Menzel, C. H. Clement, ICRP publication 119: compendium of dose coefficients based on ICRP publication 60. *Annals of the ICRP*, 41(1), 2012.
- [15] Pravilnik o granicama sadržaja radionuklida u vodi za piće, životnim namirnicama, stočnoj hrani, lekovima, predmetima opšte upotrebe, građevinskom materijalu i drugoj robi koja se stavlja u promet. Sl. Glasnik br. 36/2018-54; 2018.
- [16] L. A. Najam, N. F. Tafiq, F. H. Kitah. Estimation of Natural Radioactivity of Some Medicinal or Herbal Plants Used in Iraq. *Detection* 3(01), 2015, 1-7.

THE ACTIVITY CONCENTRATIONS ^{40}K , ^{137}Cs , ^{210}Pb AND EFFECTIVE DOSE OF INGESTION OF THE RADIONUCLIDES IN SELECTED MEDICINAL HERBS FROM THE REGION OF MAJDANPEK

Irina KANDIĆ¹, Igor ČELIKOVIĆ¹, Aleksandar KANDIĆ¹,

Milan GAVRILOVIĆ² and Peđa JANAČKOVIĆ²

- 1) *Institute of Nuclear Sciences "Vinča", University of Belgrade, POB 522, 11000 Belgrade, Serbia, irina.kandic@vin.bg.ac.rs, icelikovic@vin.bg.ac.rs, akandic@vin.bg.ac.rs*
- 2) *University of Belgrade- Faculty of Biology, Chair of Morphology and Systematics of Plants, Studentski trg 16, Belgrade 11000, Serbia, mgavrilovic@bio.bg.ac.rs, pjanackovic@bio.bg.ac.rs*

ABSTRACT

Medicinal plants have a long history in traditional medicine worldwide. However, their use, as well as the use of plant products, must be controlled in order to avoid the occurrence of undesirable effects on human health. Specific activities of radionuclides ^{40}K , ^{137}Cs and ^{210}Pb in samples of medicinal plants were measured using a semiconductor HPGe spectrometer system. The average annual effective dose for adults due to daily ingestion of 200 ml herbal infusion prepared from medicinal plants is determined. In this paper a radiological analysis of 7 selected medicinal plants from the area of Majdanpek is presented. The values obtained for an effective dose of ingestion are similar to the values published in other studies and are less than 100 μSv , suggesting that the daily use of herbal infusions from analyzed medicinal plants from the Majdanpek area does not represent a significant radiological health risk.