

KONCENTRACIJA PRIRODNIH RADIONUKLIDA U DUVANU

Jelena STAJIĆ, Vladimir MARKOVIĆ, Dragana KRSTIĆ i Dragoslav NIKEZIĆ

*Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Kragujevac, Srbija
jbozovic@kg.ac.rs*

SADRŽAJ

Duvanski dim sadrži izvesne koncentracije prirodnih radionuklida iz radioaktivnog lanca raspada urana i torijuma - ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{228}Ac , ^{208}Tl , ^{226}Ra , ^{232}Th kao i ^{40}K . Udisanjem duvanskog dima dolazi do unutrašnjeg izlaganja ljudi. Da bi se procenila doza zračenja neophodno je prethodno odrediti koncentraciju radionuklida prisutnih u lišću duvana. U ovome radu su prikazani rezultati merenja specifičnih aktivnosti prirodnih radionuklida u uzorcima duvana, koji se mogu naći na tržištu u Srbiji.

1. Uvod

Prirodna radioaktivnost je jedan od značajnijih izvora izlaganja ljudi jonizujućem zračenju, bilo da se radi o spoljašnjem ili unutrašnjem izlaganju. Unutrašnje izlaganje podrazumeva inhalaciju ili ingestiju radionuklida prisutnih u hrani, vodi, vazduhu i dr. Prema UNSCEAR-u izveštaju iz 2000 [1] srednja efektivna doza na godišnjem nivou primljena od strane prirodnog zračenja iznosi 2,42 mSv. Odtoga 1,26 mSv potiče od radonovih kratkoživećih potomaka koji se akumuliraju u atmosferizovanim prostorijama. Jedan od načina unošenja radionuklida u organizam putem inhalacije je putem duvanskog dima. Lišće duvana u usitnjenom obliku, koje se koristi za proizvodnju cigareta, sadrži izvesne koncentracije prirodnih radionuklida uranovog i torijumovog niza, zbog čega su pušači kao i pasivni pušači izloženi većoj koncentraciji radionuklida. Depozicija radioaktivnih izotopa u plućima pušača u dužem vremenskom periodu dovodi do ekspozicije, koja je lokalizovanog tipa. Najveći deo energije zračenja se deponuje u epitelijalnom tkivu respiratornog sistema oštećujući osetljive ćelije bronhijalnog i bronhiolarnog regiona čime se povećava mogućnost nastanka kancera. Mnoge studije identifikuju inhalaciju prirodnih radionuklida kao glavni uzrok nastanka kancera pluća [2]. Cilj ovog rada je da se odrede specifične aktivnosti prirodnih radionuklida u uzorcima duvana na tržištu Srbije.

2. Metodologija rada

Kako bi se odredile koncentracije prirodnih radionuklida u duvanu, pripremljeni su uzorci dvadeset vrsta duvana. Duvan je prethodno isušen na temperaturi od 80^o do konstantne mase, zatim usitnjen i smešten u marinelu posude od 450 ml. Posude su zaptivene silikonskim lepkom, kako bi se sprečilo curenje vazduha i na taj način obezbedila mogućnost formiranja radioaktivne ravnotežne koncentracije između ^{226}Ra i njegovih potomaka. Tako pripremljeni uzorci su skladišteni oko 40 dana, što približno odgovara periodu od 10 vremena poluraspada ^{222}Rn , kako bi se uspostavila pomenuta ravnoteža. U zavisnosti od dostupne količine duvana, pripremljeno je po nekoliko uzorka od svake vrste. Specifične aktivnosti prirodnih radionuklida su određivane gama spektrometrijskom metodom. U tu svrhu korišćen je HPGe, koaksijalni germanijumski detektor, model GEM30-70, čija je rezolucija (FWHM) 1.69 keV na 1.33 MeV (^{60}Co) i 725 eV na 122 keV (^{57}Co), a relativna efikasnost 32% na 1.33 MeV (^{60}Co). Radi smanjenja prirodnog fona, detektor je smešten u olovnoj zaštiti debljine 10 cm.

Svaki uzorak je meren u vremenskom periodu od jednog do dva dana. Prirodni fon je prethodno meren dva dana pod istim uslovima, kao i u slučaju merenja duvana.

Koncentracija ^{226}Ra je određena usrednjavanjem aktivnosti fotopikova olova i bizmuta. Za ^{214}Pb je uzet fotopik na $351,9 \text{ keV}$, sa prinosom od 0,376. Efikasnost detektora na toj energiji iznosi 0,109. ^{214}Bi je praćen merenjem aktivnosti na osnovu fotopikova energija 609,3 i 1764,49 keV sa prinosima 0,461 i 0,15 respektivno. Za određivanje koncentracije ^{232}Th posmatrani su pikovi ^{228}Ac na energijama 911,1 i 968,9 keV kao i fotopik ^{208}Tl na energiji od 583 keV . Prinosi pomenitih linija ^{228}Ac su 0,258 i 0,158 respektivno, a prinos linije ^{208}Tl je 0,854. Na kraju, koncentracija ^{40}K je određivana na osnovu aktivnosti jedine linije na 1460,8 keV sa prinosom od 0,11.

Tabela 1. Specifične aktivnosti prirodnih radionuklida u duvanu u Bq/kg

Uzorak N_{θ}	^{214}Pb	^{214}Bi	^{228}Ac	^{208}Tl	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K
1	1.58	3.90	7.19	2.32	2.51	5.57	745.19
2	2.00	4.43	3.02	1.98	3.21	2.50	1194.75
3	0.26	0.24	–	0.25	0.25	0.25	863.55
4	1.48	6.54	4.60	1.86	4.85	3.67	1000.93
5	1.75	4.69	4.73	1.20	3.39	3.56	1074.26
6	5.31	16.13	13.73	2.99	12.52	10.15	1088.51
7	0.94	1.87	1.53	0.61	1.56	0.86	1066.21
8	1.95	3.59	5.40	3.26	2.84	1.62	866.06
9	1.44	4.65	3.06	1.45	3.05	2.53	332.76
10	0.78	2.18	1.99	0.66	1.48	1.32	275.73
11	2.52	4.41	7.72	1.67	3.77	5.70	302.00
12	0.90	2.27	0.97	0.83	1.59	0.95	600.39
13	0.22	0.56	1.95	0.99	0.39	1.63	165.21
14	0.75	2.17	1.62	1.00	1.46	1.41	297.57
15	0.32	0.71	2.39	1.05	0.51	1.95	261.12
16	0.38	0.53	0.21	0.59	0.46	0.70	311.35
17	0.12	0.30	0.80	0.44	0.21	0.68	307.07
18	0.94	0.80	0.91	0.55	0.87	0.79	571.10
19	1.45	2.11	2.92	1.65	1.89	2.50	295.69
20	2.10	3.40	2.58	1.29	2.76	2.15	400.31

3. Rezultati

Specifične aktivnosti ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{228}Ac , ^{208}Tl , ^{226}Ra , ^{232}Th i ^{40}K u duvanu su predstavljene u Tabeli 1. Vrednosti su dobijene usrednjavanjem specifičnih aktivnosti više uzoraka istih vrsta duvana.

Neki uzorci duvana sadrže povećane koncentracije radionuklida u odnosu na ostale. Uzorak pod rednim brojem $N_0 = 6$ ima izraženo povećane koncentracije prirodnih radionuklida. To može biti posledica povećane radioaktivnosti u tlu na kome je duvan uzgajan, ali i vrste đubriva korišćenog kao prihrana duvanu. Veštačko đubrivo sadrži dosta fosfata i može imati izraženo povećane koncentracije radionuklida. Putem korenskog sistema duvan apsorbuje radionuklide iz tla i skladišti ih u lišću.

Specifične aktivnosti ^{40}K su najviše u poređenju sa ostalim radionuklidima i kreću se u opsegu od 165.21 do 1194.75 Bq/kg . Ovo je posledica apsorpcije kalijuma iz zemljišta i veštačkog đubriva u kojem je izraženo prisutan. Studije pokazuju da je specifična aktivnost ^{40}K u zemljištu oko 400 Bq/kg (140-850 Bq/kg) [1], dok je u fosfatnim đubrivima 2438 Bq/kg (53-6370 Bq/kg) [6].

4. Zaključak

Specifične aktivnosti prirodnih radionuklida su izmerene u uzorcima duvana koji se koristi za proizvodnju cigareta u Srbiji. U Tabeli 2. je prikazan opseg specifičnih aktivnosti prirodnih radionuklida određenih u ovome radu, kao i njihove aktivnosti određene u drugim studijama. Može se uočiti da specifične aktivnosti ne odstupaju puno od aktivnosti određenih u duvanu prisutnom na tržištu drugih zemalja.

Tabela 2. Opseg vrednosti specifičnih aktivnosti prirodnih radionuklida u duvanu u ovome i drugim radovima (Bq/kg)

	Ovaj rad	Katsanevakis et al [3]	Papastefanou [4]	Abd El-Aziz et al [5]
	Srbija	Grčka	Grčka	Egipat i Saudijska A.
^{214}Pb	0.12-5.31	–	–	–
^{214}Bi	0.24-16.13	–	–	1.25-2.42
^{228}Ac	0.21-13.73	–	–	0.82-6.49
^{208}Tl	0.25-3.26	–	–	–
^{226}Ra	0.21-12.52	1.3-8.6	2-8	6.32-7.68
^{232}Th	0.25-10.15	1.2-13.0	–	–
^{40}K	165.21-1194.75	983-1226	273-2080	607.9-795.9

Poznavanje specifičnih aktivnosti prirodnih radionuklida u lišću duvana predstavlja polaznu tačku za procenu doze od ove vrste izlaganja. Pored poznavanja aktivnosti u samom lišću duvana potrebno je i poznavanje niza drugih parametara, kao što su transfer u duvanski dim, raspodela veličine čestica, količina udahnutog duvana, kao i sama biokinetika depozicije radionuklida u ljudskom respiratornom traktu.

5. Literatura

- [1] Unated Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing radiation, report to the general assembly 2000 (NY: UN)
 [2] S. Abdul-Majid, I.I. Ktubi, M. Basabrain, *J. Radiationl. Nucl. Chem.* 142 (2) (1995) 371-377

- [3] S. Katsanevakis, N.P. Petropoulos, E.P. Hinis and S.E. Simopolus. Natural radioactivity content of Greek cigarettes. *Environmental International*. Vol 22. (1996) S375-S377
- [4] C. Papastefanou. Radioactivity of tobacco leaves and radiation dose induced from smoking. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. Vol.6 (2009) 558-567
- [5] N. Abd El-Aziz, A.E.M. Khater and H.A. Al-Sewaidan. Natural radioactivity contents in tobacco. *Int. Congress Series*. 1276 (2005) 407-408.
- [6] C.Papastefanou. Radiological impact from atmosphere releases of ^{238}U and ^{226}Ra from phosphate rock processing plants. *J. Environ. Radioactivity*. 54 (2001) 75-83

ABSTRACT

DETERMINATION OF NATURAL OCCURRING RADIONUCLIDES CONCENTRATIONS

Jelena STAJIĆ, Vladimir MARKOVIĆ Dragana KRSTIĆi Dragoslav NIKEZIĆ

Faculty of Science, University of Kragujevac, Serbia

jbozovic@kg.ac.rs

Tobacco smoke contains certain concentrations of naturally occurring radionuclides from radioactive chains of uranium and thorium - ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{228}Ac , ^{208}Tl , ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K . Inhaling of tobacco smoke leads to internal exposure of man. In order to estimate absorbed dose of irradiation it is necessary to determine concentrations of radionuclides present in the tobacco leaves. In this paper specific activities of naturally occurring radionuclides were measured in tobacco samples from cigarettes which are used in Serbia.