

AKTIVNOSTI ^{137}Cs U KESTENOVOM MEDU IZ SJEVEROZAPADNE HRVATSKE DVA DESETLJEĆA NAKON AKCIDENTA U ČERNOBILU

Rožmarić Mačefat Martina^{1}, Barišić Domagoj², Rogić Matea¹, Svečnjak Lidija², Nodilo Marijana¹, Bubalo Dragan², Popijač Marina², Kezić Nikola²*

¹Laboratorij za radioekologiju, Institut Ruđer Bošković, Zagreb, Hrvatska

²Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska

e-mail: rozmar@irb.hr

UVOD

Radionuklidi, kao i ostali kationi iz tla, koji su bilo konstitutivni elementi/mikroelementi samih tala ili su pak u tla naknadno deponirani procesima suhog i mokrog taloženja, uslijed globalnog onečišćenja atmosfere mogu iz tla migrirati i ugraditi se u biljke. Dugogodišnje praćenje aktivnosti ^{137}Cs u nektarnim medovima ukazala su na pojavu postupnog pada aktivnosti cezija u medu, odnosno na vrlo pravilno izražen pad transfera cezija iz tla u nektarne biljke tijekom vremena [1,2].

Sakupljajući nektar pčele pokrivaju površinu od više desetaka km^2 posjećujući tijekom svakog izlaska iz košnice između 80 i 150 cvjetova. Kilogram meda pčele sakupe, ovisno o količini meda u mednom mješurcu, tijekom 100 000 do 150 000 izlazaka iz košnice [3]. Med u košnici predstavlja kompozitni uzorak sakupljen sa nekoliko stotina milijuna točaka i vjerojatno je jedan od najreprezentativnijih slučajnih uzoraka koje je uopće u okolišu moguće prikupiti. Informacije sadržane u medu stoga najbolje reflektiraju prosječno stanje okoliša u pogledu biodostupnih elemenata ili spojeva [2]. Manje je pouzdano ako kontaminaciju pratimo analizom tla jer je određujemo točkasto, pa je za pouzdanije određivanje potreban puno veći broj uzoraka.

Umjetni radionuklid ^{137}Cs je najvećim dijelom u okoliš dospio kao posljedica atmosferskih testiranja nuklearnog oružja 50-ih i 60-ih godina 20. stoljeća te nakon nesreće u Černobilu 1986. godine. Procesima suhog i mokrog taloženja iz atmosfere, ^{137}Cs se s ostalim tvarima deponira na tlo iz kojeg ulazi u biljke. Transfer ^{137}Cs iz tla u biljke ovisi o brojnim faktorima kao što su bioindikatorske osobitosti pojedinih biljnih vrsta, količina ^{137}Cs

deponiranog u tlu i količina slobodnog ^{137}Cs , količina organskog materijala, tip tla, pH vrijednost tla, vertikalna distribucija ^{137}Cs u tlu itd. [4-9].

^{137}Cs se tijekom vremena veže za minerale tla te se resorpcija kroz korijen biljke smanjuje nekoliko godina nakon kontaminacije [1,2]. Već je ranije utvrđeno da nam kestenov med može poslužiti kao bioindikator za praćenje kontaminacije ^{137}Cs niz godina nakon akcidenta u Černobilu [10].

Na području sjeverozapadne Hrvatske sakupljani su uzorci kestenovog meda od 2004. do 2008. godine i u njima je određena koncentracija aktivnosti ^{137}Cs i ^{40}K . Za usporedbu ponašanja cezija poslužio nam je prirodni ^{40}K koji je njegov kemijski homolog [7].

Svrha ovih istraživanja je ustanoviti je li kestenov med pogodan za praćenje onečišćenja okoliša ^{137}Cs dva desetljeća nakon kontaminacije.

MATERIJALI I METODE

Uzorci kestenovog meda sakupljani su na području sjeverozapadne Hrvatske u periodu od 2004. do 2008. godine mehanički tijekom vrcanja meda iz košnica. Med je identificiran kao unifloran med od kestena (*Castanea sativa* Mill.) na temelju provedene peludne analize (>85% peludnih zrnaca kestena) i izmjerene električne provodnosti meda (>0,8 mS cm⁻¹). Peludna je analiza provedena prema metodi Louveaux *et al.* [11] pri čemu se identifikacija i brojanje peludnih zrnaca u sedimentu iz meda vrši mikroskopiranjem svjetlosnim mikroskopom pri povećanju od 400 puta. Identificiranje se vršilo uz pomoć referentnih uzoraka peludi u obliku nativnih preparata i literature, pri čemu je prebrojano najmanje 500 peludnih zrnaca u sedimentu uzorka [11,12]. Električna je provodnost meda mjerena instrumentom HI 8733 (Hanna Instruments).

Za mjerenje koncentracija aktivnosti ^{40}K i ^{137}Cs korišten je HPGe detektor (Canberra) povezan s 8192 kanalnim analizatorom. Vrijeme brojanja uzoraka je bilo 80 000 sekundi, a dobiveni spektri analizirani su Genie 2000 softverom. Detektorski je sustav kalibriran odgovarajućim standardima, a preciznost je provjeravana redovitim interkomparacijskim mjerenjima. Za određivanje koncentracije aktivnosti ^{40}K korišten je fotovrh na 1460,75 keV, a za ^{137}Cs fotovrh na 661,62 keV. Svaka izmjerena koncentracija aktivnosti ^{137}Cs preračunata je na 1. srpnja godine u kojoj je uzorak sakupljen, te na 1. srpnja 2006. godine u cilju međusobne usporedbe rezultata bez utjecaja radioaktivnog raspada.

REZULTATI

Rezultati mjerenja koncentracija aktivnosti ^{40}K i ^{137}Cs (Bq kg^{-1}) prikazani su u Tablici 1 iz koje je vidljivo da se aktivnost ^{137}Cs u kestenovom medu vrlo sporo smanjuje tijekom godina. To nije u skladu sa zaključcima nekih autora [13] koji su ustvrdili da koncentracija aktivnosti ^{137}Cs u kestenovom medu opada na polovinu u roku od 577 dana. Ukoliko se eliminira utjecaj radioaktivnog raspada ^{137}Cs , njegove su prosječne aktivnosti u kestenovom medu 2004. godine bile ($2,89 \pm 1,45$) Bq kg^{-1} odnosno ($2,29 \pm 0,80$) Bq kg^{-1} u 2008. godini. To je u skladu sa zaključcima autora [1,2] koji su već prije više od petnaest godina ukazali na činjenicu da je transfer ^{137}Cs iz tala u med vremenski promjenjiv faktor koji kod drvenastih biljaka i grmlja opada najsporije.

Tablica 1. Rezultati mjerenja koncentracija aktivnosti ^{40}K i ^{137}Cs (Bq kg^{-1}) u kestenovim medovima sakupljenim u razdoblju od 2004. do 2008. godine

Godina	Broj uzoraka	$A (^{40}\text{K}) / \text{Bq kg}^{-1}$	$A (^{137}\text{Cs}) / \text{Bq kg}^{-1}$	$A (^{137}\text{Cs})^* / \text{Bq kg}^{-1}$
2004.	12	$103,6 \pm 23,8^{**}$	$3,03 \pm 1,52$	$2,89 \pm 1,45$
		$63,6 - 136,8^{***}$	$1,5 - 6,6$	
2005.	14	$108,5 \pm 26,0$	$2,67 \pm 0,65$	$2,61 \pm 0,63$
		$83,9 - 157,2$	$1,5 - 3,8$	
2006.	22	$112,6 \pm 15,3$	$2,66 \pm 0,81$	$2,66 \pm 0,81$
		$86,2 - 139,8$	$1,1 - 4,6$	
2007.	10	$115,6 \pm 24,8$	$2,29 \pm 0,56$	$2,34 \pm 0,57$
		$93,7 - 179,0$	$1,4 - 3,4$	
2008.	12	$108,8 \pm 27,0$	$2,18 \pm 0,76$	$2,29 \pm 0,80$
		$75,5 - 155,9$	$0,9 - 3,2$	

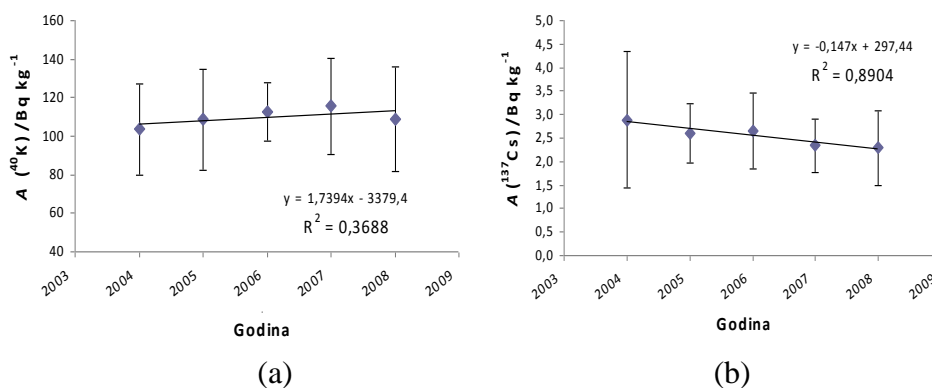
* aktivnost ^{137}Cs preračunata na 01. 07. 2006.

** srednja vrijednost

*** raspon mjerenih aktivnosti

Istovremeno, koncentracije aktivnosti ^{40}K u kestenovom medu su tijekom cijelog promatranog razdoblja vrlo slične. Rasponi mjerenih

koncentracija aktivnosti ^{137}Cs u cijelom promatranom periodu su relativno male što samo potvrđuje činjenicu da nam kestenov med može poslužiti kao dobar pokazatelj prosječnog stanja kontaminacije nekog područja čitav niz godina nakon kontaminacije.



Slika 1. Koncentracija aktivnosti (Bq kg^{-1}) ^{40}K (a) i ^{137}Cs (b) u kestenovim medovima u razdoblju od 2004. do 2008. godine

ZAKLJUČAK

Koncentracije aktivnosti ^{137}Cs u kestenovom medu se vrlo polagano smanjuju tijekom vremena za razliku od koncentracija aktivnosti ^{40}K koje su ujednačene. Kestenov med može nam poslužiti kao dobar bioindikator za praćenje kontaminacije ^{137}Cs i dva desetljeća nakon akcidenta u Černobilu.

ZAHVALA

Rad je financiran sredstvima MZOŠ projekata 098-0982934-1713 «Radionuklidi i elementi u tragovima u okolišnim sustavima» te 178-0000000-3580 «Palinološke odlike nektara i meda od ljekovite kadulje (*Salvia officinalis*)». Dodijeljena su sredstva uvelike doprinijela provedbi istraživanja i izradi ovog rada.

LITERATURA

- [1] Barišić D, Lazarić K, Lulić S, Vertačnik A, Dražić M, Kezić M. ^{40}K , ^{134}Cs and ^{137}Cs in pollen, honey and soil surface layer in Croatia. *Apidologie* 1994; 25: 585-595.

- [2] Barišić D, Lulić S, Vertačnik A, Dražić M, Kezić N. Long term behaviour of ¹³⁷Cs and ⁴⁰K in honey in Croatia. Proc. Int. Symp. of Apimondia on "BEE BREEDING ON THE ISLANDS" otok Vis, Croatia 1995; str. 56-60.
- [3] Barišić D, Bromenshenk J.J, Kezić N, Vertačnik A. The role of honey bees in environmental monitoring in Croatia. U: Devillers, J., Pham-Delègue, M.-H., eds. Honey Bees: Estimating the Environmental Impact of Chemicals. Taylor & Francis, London, New York, 2002. 160-185.
- [4] Gerzbaek M.H, Mohamad S.A, Muck K. Cesium-137 in soil texture fractions and its impact on cesium-137 soil-to-plant transfer. Commun. soil sci. plant anal. 1992; 23 (3&4): 321-330.
- [5] Livens F.R, Horrill A.D, Singleton D.L. Distribution of radiocesium in the soil-plant system of upland areas of Europe. Health Physics 1992; 60 (4): 539-545.
- [6] Molzahn D, Assmann-Werthmuller U. Caesium radioactivity in several selected species of honey. The Science of the Total Environment 1993; 130/131: 95-108.
- [7] Zach R, Hawkins J.L, Mayoh K.R. Transfer of Fallout Cesium-137 and Natural Potassium-40 in a Boreal Environment. J. Environ. Radioactivity 1989; 10: 19-45.
- [8] Cremers A., Elsen A, De Preter, P, Maes A. Quantitative analysis of radiocaesium retention in soils. Nature 1988; 335: 247-249.
- [9] Sandalls J, Bennett L. Radiocaesium in Upland Herbage in Cumbria, UK: A three year field study. J. Environ. Radioactivity 1992; 16: 147-165.
- [10] Barišić D, Lovrenčić I, Oreščanin V, Kezić N, Bubalo D, Popijač M, Volner M. Med kao bioindikator kontaminacije okoliša cezijem. U: Garaj-Vrhovac V, Kopjar N, Miljanić S, ur. Zbornik radova VI. simpozija Hrvatskoga društva za zaštitu od zračenja; 18.-20. travnja 2005; Zagreb, Hrvatska. Zagreb: HDZZ; 2005. str. 395-399.
- [11] Louveaux J, Maurizio A, Vorwohl G. Methods of melissopalynology. Bee World 1978; 59: 139-157.
- [12] Von der Ohe W, Persano Odo L, Piana M.L, Morlot M, Martin P. Harmonized methods of melissopalynology. Apidologie 2004; 35: 18-25.
- [13] Panatto D, Gasparini R, Lai P, Rovatti P, Gallelli G. Long-term decline of ¹³⁷Cs concentration in honey in the second decade after the Chernobyl accident. Science of the total Environment 2007; 382 (1): 147-152.

¹³⁷Cs BEHAVIOUR IN CHESTNUT HONEY FROM NORTHWESTERN CROATIA TWO DECADES AFTER CHERNOBYL ACCIDENT

Rožmarić Mačefat Martina^{1}, Barišić Domagoj², Rogić Matea¹, Svečnjak Lidija², Nodilo Marijana¹, Bubalo Dragan², Popijač Marina², Kezić Nikola²*

¹Laboratory for Radioecology, Rudjer Boskovic Institute, Zagreb, Croatia

²Faculty of Agriculture, University of Zagreb, Zagreb, Croatia

e-mail: rozmar@irb.hr

ABSTRACT

Covering the large area in nectar gathering process and searching for food, honey bees yield a unique random composite sample incorporated in honey. Thus, honey represents an excellent media for studying behaviour of bioavailable elements as well as environmental pollutants. Caesium, a product of nuclear weapon testing and Chernobyl nuclear accident, still present in soils, is transferred to plants by plant uptake.

It has already been established that chestnut honey can be used as a bioindicator for monitoring ¹³⁷Cs many years after the Chernobyl accident. The aim of this study was to determine whether the chestnut honey is suitable for monitoring environmental pollution with ¹³⁷Cs two decades after the contamination event. Chestnut honey from northwest Croatia has been analysed during the period from 2004 to 2008, for activity concentrations of ¹³⁷Cs and ⁴⁰K. Honey samples were collected mechanically by extracting honey from combs. Based on the pollen analysis (> 85% of chestnut pollen grains) and measured electrical conductivity of honey (> 0.8 mScm⁻¹), honey has been identified as unifloral chestnut honey (*Castanea sativa* Mill.). ¹³⁷Cs and ⁴⁰K activity concentrations have been determined by gamma spectrometry. Decrease of ¹³⁷Cs activity in chestnut honey was approximated by linear equation. The activity concentration of ¹³⁷Cs in chestnut honey decreases very slowly over time as opposed to the activity concentrations of ⁴⁰K that are more or less equable. Thus, chestnut honey can be used as a good bioindicator for ¹³⁷Cs even two decades after the Chernobyl accident.