



PČELA

6

ZAGREB, 1991.
GODINA 110.

YU SSN 0031-3416

Kontaminacija meda radiocezijem

Z. FRANIĆ,
G. MAROVIĆ,
A. BAUMAN*

Jedna od posljedica nuklearne nesreće u Černobilu jest povećana količina radiocezija u biosferi. Od svibnja godine 1986. do početka ove godine u Odjelu za zaštitu od zračenja Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada Sveučilišta u Zagrebu izmjerene su aktivnosti više od 100 uzoraka meda. Provedena ispitivanja i proračuni pokazuju da nije potrebno ograničiti upotrebu meda.

UVOD

Za nuklearne nesreće u Černobilu velike količine raznih radionuklida ispuštene su u atmosferu [1]. Zbog biološke aktivnosti naročito su opasni cezij, stroncij i jod, pa je razumljivo veliko zanimanje javnosti i znanstvenika za te radionuklide. Mjerenja radioaktivnog zagađanja u Republici Hrvatskoj pokazuju da je iz reaktora ispušteno oko 50 puta manje stroncija nego cezija, pa je posebna pozornost posvećena ceziju [2, 3].

Cezij je vrlo pokretljiv fisijski produkt. Radiotoksičan je, a preko bilja se aktivno uključuje u lanac prehrane životinja, a time i čovjeka. Opasnost od radioaktivne kontaminacije cezijem prijeti zbog, dugog vremena njegova poluraspada, te zbog kemijske sličnosti s kalijem, koji je prijeko potreban za razvoj biljaka. U nedostatku kalija biljke se koriste cezijem, koji je vrlo bliskog ionskog rdusa. Izotopi cezija, ^{134}Cs i ^{137}Cs ulaze u kemijske spojeve topive u vodi, koji naginju da se procesima ionske izmjene akumuliraju u gornjim slojevima tla. Cezij se stoga svakog proljeća, u doba najbržeg buđenja vegetacije, iznova javlja u biljkama. Može se očekivati da će se stanovita frakcija cezija pojaviti i u medu.

Prema propisu Evropske ekonomske zajednice (EEZ), koji je prihvatila i naša zemlja, dopušten zbroj specifičnih aktivnosti ^{137}Cs i ^{134}Cs ne smije u prehrambenim proizvodima biti

veći od 600 Bq kg^{-1} , odnosno 370 Bq kg^{-1} u dječjoj hrani.

MATERIJAL I METODE

Uzorci su analizirani gamaspektrometrijskim sustavom temeljenom na Ge(Li) detektoru ORTEC rezolucije 1,78 % (Co) i efikasnosti 16,8%, povezanim s 4096-kanalnim analizatorom i osobnim računalom. Detektor je zaštićen slojem od 10 cm olova, 1 mm kadmija i 2 mm bakra.

Kalibracija efikasnosti načinjena je standardima Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA) i Svjetske zdravstvene organizacije (WHO). Uzorci su mjereni u Marinelli posudama volumena 1 litre smještenim izravno na detektor.

Vrijeme brojanja ovisilo je o aktivnosti uzoraka, ali nije bilo kraće od 10000 sekundi.

REZULTATI I DISKUSIJA

U odjelu za zaštitu od zračenja Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada Sveučilišta u Zagrebu nakon nuklearne nesreće u Černobilu (26. travnja 1986. godine) u suradnji s Ministarstvom zdravlja sustavno se kontrolira moguća radioaktivna kontaminacija pčelinjeg meda. Do danas je ispitano više od stotinu uzoraka meda, te nešto uzoraka pčelinjeg saća i cvjetnog praha.

Najviše uzoraka dostavili su Pčelarska centrala iz Zagreba, Zavodi za zaštitu zdravlja iz Zagreba Rijeke i Splita, savezni sanitarni inspektori, te mnogi

*mr. Z. Franić, dr. G. Marović, dr. A. Bauman, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb

$$k = \lambda + k_R \quad (2)$$

where $\ln(2)/\lambda = 30.14$ y is the physical half-life of ^{137}Cs and $\ln(2)/k_R = T_{1/2,e}$ is ecological half-life for ^{137}Cs .

From equation (2) the 'true' ecological half-lives for ^{137}Cs in carp $T_{1/2,e}$ were found to be 1.09 ± 0.06 and 6.06 ± 0.47 years, which are slightly higher than the effective ecological half-lives for the respective 'fast' and 'slow' periods.

3.3. $^{137}\text{Cs} : ^{134}\text{Cs}$ activity ratio in carp

The presence of ^{134}Cs (half-life of 2.06 years) in the Croatian environment was detected for the first time in May 1986. The estimated amount of caesium released after the reactor explosion at Chernobyl was 3.7×10^{16} Bq of ^{137}Cs (13% of total reactor inventory) and 1.9×10^{16} Bq of ^{134}Cs (10% of total reactor inventory (International Atomic Energy Agency, 1986). Thus, the initial value for the $^{134}\text{Cs} : ^{137}\text{Cs}$ activity ratio in May 1986 was 0.51. This activity ratio was not altered during the passage of the radioactive plume from Chernobyl to other geographical areas in Europe.

As the half-life of ^{137}Cs (30.14 years) is about 15 times longer than that of ^{134}Cs , the $^{134}\text{Cs} : ^{137}\text{Cs}$ activity ratio $R(t)$ should decrease, in a predictable way, due to differential radioactive decay, according to the following relationship:

$$R(t) = \frac{1.9 \times 10^{16}}{3.7 \times 10^{16}} \times e^{\ln(2) \times t \times (\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2})} \quad (3)$$

where:

t is time elapsed after the Chernobyl accident and
 T_1 and T_2 are the physical half-lives for ^{137}Cs and ^{134}Cs , respectively.

In 1987 the observed $^{134}\text{Cs} : ^{137}\text{Cs}$ activity ratio in carp was 0.41 ± 0.06 , compared with the theoretical prediction of 0.38. In 1988 that ratio was 0.27 ± 0.04 (Figure 4).

FIGURE 4 ABOUT HERE

privatnici. Naročita pozornost posvećena je među podrijetlom iz SSSR-a, Mađarske i Poljske.

Gamaspektrometrijskom analizom uzoraka 1986. godine, neposredno nakon Černobilske nesreće, nađeni su jod i radiocezij odnosno ^{131}I , ^{134}Cs i ^{137}Cs [4]. Kako ^{131}I ima kratko vrijeme poluraspada (8 dana), vrlo brzo se raspao, pa ga već za nekoliko tjedana nije bilo niti u tragovima.

Najveće aktivnosti zabilježene su godine 1986. i to za ^{131}I 112 Bqkg⁻¹, 62 Bqkg⁻¹ za ^{137}Cs i 35 Bqkg⁻¹ ^{134}Cs . Godine 1987. u samo 5 uzoraka nađen je ^{137}Cs (maksimalna aktivnost 18 Bqkg⁻¹), te u dva uzorka ^{134}Cs (6 Bqkg⁻¹). Aktivnost cezija u svim uzorcima meda u idućim godinama bila je ispod granice detekcije instrumenta.

Eksperimentalno određena vrijednost omjera ^{134}Cs i ^{137}Cs u medu godine 1986. iznosila je 0.52 ± 0.05 , što se vrlo dobro poklapa s omjerom određenim u fecesu i mesu tovne junadi [5]. Te vrijednosti reflektiraju inventar radiocezija u Černobilskom reaktoru, odnosno ukupnu količinu oslobođenu u atmosferu. Nuklearnom nesrećom u Černobilu oslobođeno je u atmosferu 3.7×10^{16} Bq ^{137}Cs (13% ukupnog inventara u reaktoru) i 1.9×10^{16} Bq ^{134}Cs (10% ukupnog inventara u reaktoru) [1], što je više od 3% cezija oslobođenog u okoliš u svim atmosferskim nuklearnim pokušajima. Omjer aktivnosti $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ stoga u početku iznosi:

$$124 \text{ si: } 1.9 \times 10^{16} / 3.7 \times 10^{16} = 0.51.$$

Budući da je vrijeme poluraspada ^{134}Cs 2.4 godine, dok je vrijeme poluraspada ^{137}Cs znatno duže (30 godina), vrijednost tog omjera eksponencijalno pada. Međutim, to kad je riječ o medu, možemo zanemariti, jer već godine 1987. ni u jednom uzorku meda nije pronađena aktivnost ^{134}Cs .

Zanimljivo je izračunati gornju granicu doze koju primi stanovnik Republike Hrvatske konzumirajući med. Dozni konverzioni faktor za odraslog čovjeka za ^{137}Cs iznosi 1.3×10^{-8} SvBq⁻¹ [6]. Donja granica detekcije za ^{137}Cs iznosi 6.5 Bqkg⁻¹. Budući da je potrošnja meda ispod 1 kg na godinu [7], rezultirajuća godišnja doza je:

$$1 \text{ kg god}^{-1} \times 6.5 \text{ Bqkg}^{-1} \times 1.3 \times 10^{-8} \text{ SvBq}^{-1} = 0.08 \mu\text{Sv god}^{-1}$$

Gornja vrijednost doze od ^{137}Cs unesenog u organizam konzumacijom meda je oko 100000 puta manja od doze koja se primi uslijed prirodnog zračenja.

Provedena ispitivanja i proračuni pokazuju da nikakvo ograničenje konzumacije meda nije potrebno.

Radiocezij – radioaktivni izotopi cezija

Radionuklidi – radioaktivni elementi

Radiotoksičan – djeluje radiološki na organizam

Bqkg – jedinica za radioaktivnost (označava raspad u sekundi)

LITERATURA

1. USSR State Committee on the Utilization of Atomic Energy; »The Accident at the Chernobyl Nuclear Power Plant and its Consequences«, Part I, Vienna, str. 41 (1986).
2. Bauman i sur., »Rezultati mjerenja radioaktivnosti životne sredine u Republici Hrvatskoj«, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb (1960–1990).
3. Lokobaure N. »Radioaktivna kontaminacija i procjena rizika nakon nuklearnog akcidenta«, Disertacija, Prehrambeno–biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb (1988).
4. Bauman i sur. »Radioaktivnost životne sredine u Jugoslaviji – podaci za 1986. godinu«, Savezni komitet za rad, zdravstvo i socijalnu politiku, Beograd, str. 151–162 (1989).
5. Z. Franić, »Model ekskrecije radocezija iz mesa tovne junadi nakon nuklearne nesreće u Černobilu«, Prehrambeno–tehnološka i biotehnološka revija, Zagreb, 27, br. 2–3, str. 155–158 (1989).
6. ICRP Publication 56: »Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 1«, Pergamon Press, Oxford, str. 56–57 (1989).
7. Pčelarski savez Hrvatske, osobne komunikacije, (1991).