

MOGUĆNOST DETEKCIJE SVJEŽIH FISIONIH PRODUKATA U ATMOSFERI METODOM AUTORADIOGRAFIJE

M. PICER i Đ. PEČIKOZIĆ

Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada JAZU, Zagreb

(Primljeno 17. XII 1967)

Opisana je mogućnost detekcije svježih fisionih produkata veoma malog intenziteta u atmosferi autoradiografijom sakupljenog aerosola na filter-papiru.

Dati su rezultati autoradiografije i mjerenja opće beta-radioaktivnosti uzoraka zraka iz Zadra te samo opće-beta-radioaktivnosti uzoraka iz Zagreba, Skopja, Gevgelije, Sarajeva, Ljubljane, Ajdovščine i Jezerskog u periodu od 25. VI do 25. VII 1967, tj. u vremenu očekivanog dolaska radioaktivnog oblaka nastalog kao posljedica nuklearne eksplozije u NR Kini 17. VI 1967. godine.

Za pravovremenu i pouzdanu najavu nailaska radioaktivnog oblaka radi alarmiranja potrebno je raspolagati nizom mjernih stanica u kojima se prati nivo radioaktivnosti okoline čovjeka. U takvoj stanici svakako je od primarnog značaja praćenje nivoa ukupne beta-radioaktivnosti atmosfere.

Metode mjerenja ukupne beta-radioaktivnosti atmosfere dijele se na brze – manje osjetljive, pomoću kojih se mogu detektirati veće koncentracije radionuklida (1, 2), i dugotrajnije, ali veoma osjetljive (3). U te veoma osjetljive metode spada i metoda autoradiografije aerosola na filterima kroz koje je prisisana veća ili manja količina zraka (4, 5, 6, 7).

Ovim radom željeli smo metodom autoradiografije detektirati svježe fisione produkte u atmosferi nad područjem naše zemlje, nastale pokusnom eksplozijom nuklearnog oružja u NR Kini 17. VI 1967. godine.

Sakupljanje aerosola na filter-papirima vršeno je prisisavanjem zraka električnim pumpama. Na tablici 1. dati su podaci o vrstama uzoraka koji su autoradiografirani.

Tablica 1
 Vrsta autoradiografiranih uzoraka

Uzo- rak	Mjesto sakupljanja	Vrsta filtra	Veličina filtra	Dužina pumpanja	Količina propump. zraka
A	Zagreb	Schneider-Poelmann plavi filt. papir	2r=2,5 cm	7 sati	oko 16 m ³
B	Zagreb	Glas-fiber filt. papir MSA-SAD	2r=2,5 cm	6 sati	oko 14 m ³
C	Zagreb	Glas-fiber filt. papir MSA-SAD	23×18 cm	23 sata	oko 2000 m ³
D	Zadar	Schneider-Poelmann plavi filt. papir	2r=2,5 cm	8 sati	oko 36 m ³

Na tablici 2. dati su podaci o uzorcima koji nisu autoradiografirani već im je samo mjerena ukupna beta-radioaktivnost pomoću GM brojača.

Tablica 2
 Uzorci zraka kojima je mjerena opća beta-radioaktivnost

Mjesto sakupljanja	Dužina pumpanja	Količina propump. zraka
Ljubljana	24 sata	oko 1000 m ³
Jezersko	12 sati	oko 500 m ³
Ajdovščina	24 sata	oko 1000 m ³
Sarajevo	24 sata	oko 800 m ³
Skopje	8 sati	oko 30 m ³
Gevgelija	8 sati	oko 75 m ³

Filtar-papir s aerosolom (uzorci A, B i C) zalijepi se na plastičnu podlogu i 120 sati nakon završetka prosisavanja zraka broji se ukupna beta-radioaktivnost pomoću GM brojača za niske aktivnosti, kalibriranog sa K⁴⁰. Uzorak C zbog velike površine nije brojen.

Uzorci A, B i D autoradiografirani su pomoću ADOX Dosis-Doppel filma, koji se inače upotrebljava u filmdozimetriji.

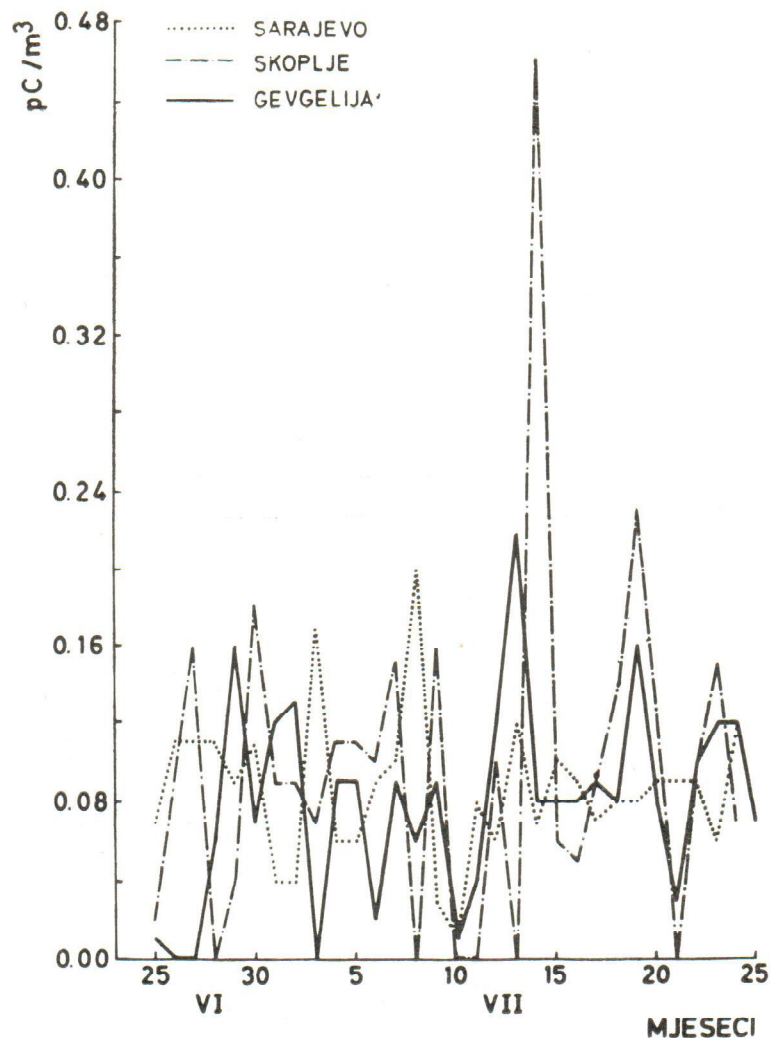
Serijski uzorak C autoradiografirana je pomoću Sanix-Fotokemika, Zagreb, rendgen filмова 24 × 30 cm.

Eksponiranje svih vrsta uzoraka vršeno je 7 dana. Nakon završenog eksponiranja filmovi su razvijeni u razvijaju FRX-2 kod temperature 18° C. Filmovi su razvijani svakog dana istim razvijajem i pri jednakim ostalim uvjetima.

REZULTATI I DISKUSIJA

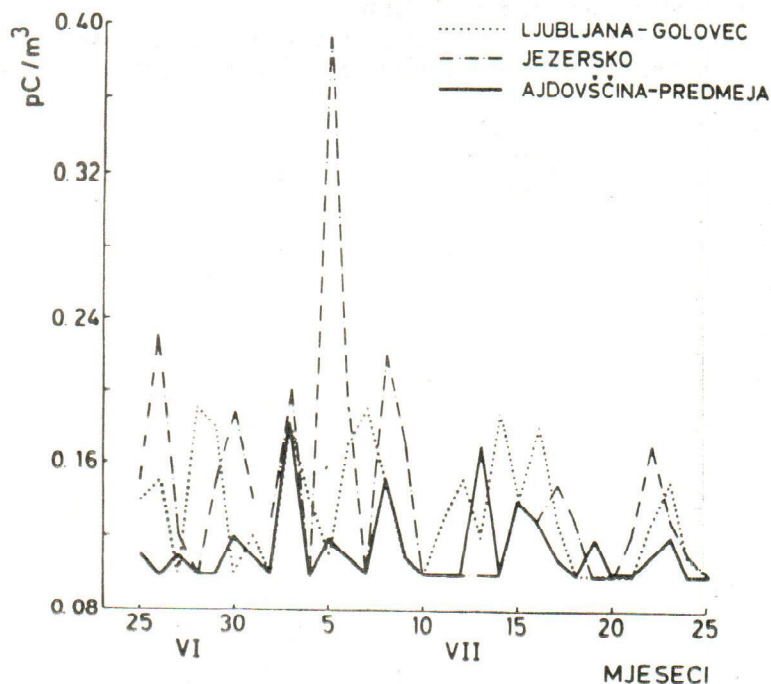
Na slikama 1 i 2 prikazani su rezultati mjerenja opće beta-radioaktivnosti u navedenim mjestima Jugoslavije od 25. VI do 25. VII 1967, tj. u vrijeme kada se mogao očekivati porast radioaktivnosti atmosfere nakon pokusne nuklearne eksplozije u NR Kini.

Na slici 3. prikazani su rezultati mjerenja opće beta-radioaktivnosti u Zadru i Zagrebu. Na istoj slici ujedno je u obliku histograma nanesen



Sl. 1. Nivoi opće beta-radioaktivnosti atmosfere u Skopju, Gevgeliji i Sarajevu

broj tačkica na filmu dobiven nakon izlaganja i razvijanja osjetljivijeg filma, Dosis-Doppel filma, acrosolu sakupljenom u Zadru (uzorak D). Brojene su sve tačkice čiji je promjer iznosio više od 0,1 mm. Izlaganje Dosis-Doppel filma odnosno Sonix rendgen filma uzorcima A, B i C nije dalo nikakvih rezultata.

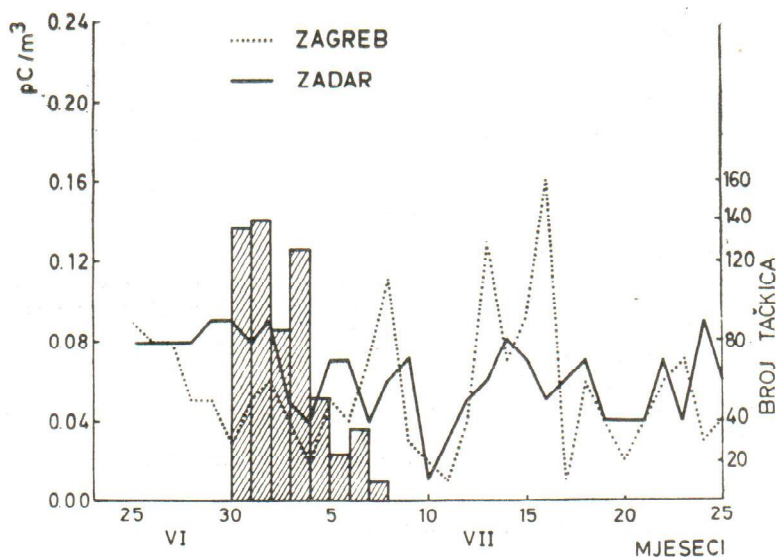


Sl. 2. Nivoi opće beta-radioaktivnosti atmosfere u Ljubljani, Ajdovščini i Jezerskom

Kako se vidi iz slike 1, nivoi ukupne beta-radioaktivnosti zraka u navedenim mjestima variraju od 0,00 do 0,20 pCi/m³, osim izrazitog skoka u Skopju 14. VII 1967 – 0,47 pCi/m³.

Ispitivajući varijacije nivoa radioaktivnosti mora se uzeti u obzir da su mjerenja opće beta-radioaktivnosti zraka vršena u dva centra za praćenje radioaktivnosti biosfere, tj. u Skopju i Sarajevu, te da su mjereni uzorci sa raznim količinama prosisanog zraka, stoga su i nivoi grešaka mjerenja različiti. Osim toga, veoma je važna i količina kao i učestalost padavina na varijacije nivoa radioaktivnosti atmosfere. Izrazitiju varijaciju nivoa opće beta-radioaktivnosti zraka u danima kada se mogao očekivati dolazak radioaktivnog oblaka, pokazuju uzorci iz Sarajeva sa dva istaknuta vrha 3. i 8. VII 1967, tj. 16 dana i 21 dan nakon eksplozije. Varijacije nivoa radioaktivnosti atmosfere Skopja i Gevgelije suviše su nepravilne a da bi se mogao opaziti neki utjecaj dolaska svježih fisionih produkata.

Uzorci zraka iz Ljubljane, Jezerskog i Ajdovščine mjereni u Ljubljani ne pokazuju neke izrazitije varijacije nivoa beta-radioaktivnosti u periodu poslije 25. VI, osim uzorka sakupljenog u Jezerskom sa izrazitim vrhom 5. VII, tj. 18 dana nakon eksplozije. Kao što se vidi iz slike 3, samim mjerenjem opće beta-radioaktivnosti uzoraka iz Zagreba (A) i Zadra (D), zbog nepravilnih varijacija nivoa radioaktivnosti, također se ne može detektirati dolazak radioaktivnog oblaka. Tu je važno istaći da je varijacija nivoa opće beta-radioaktivnosti veća kod uzoraka zraka iz



Sl. 3. Nivoi opće radioaktivnosti i broj tačkica autoradiografiranih uzoraka iz Zadra i Zagreba

Zagreba, što se, uz ostalo, može objasniti i većim greškama mjerenja zbog manje količine prosisanog zraka.

Oblik histograma broja tačkica na razvijenom filmu iznenađuje, jer se očekivao oblik Gaussove raspodjele (7), a ovdje je kao druga polovica Gaussove raspodjele, tj. kao da je registriran samo odlazak radioaktivnog oblaka. Međutim, ta nepravilnost je razumljiva s obzirom na malu količinu autoradiografiranog uzorka, čime se smanjuje i njegova reprezentativnost. Prva detekcija radioaktivnog oblaka 1. VII 1967, tj. 14 dana nakon pokusne eksplozije, veoma se dobro slaže s podacima o pojavi svježih fisionih produkata u području Srednje i Južne Evrope (8, 9) u vrijeme prve i druge nuklearne eksplozije u Kini.

ZAKLJUČAK

Iz ovih razmatranja može se zaključiti da se autoradiografijom relativno malih uzoraka zraka mogu veoma pouzdano detektirati i vrlo male količine svježih fisijnih produkata. Iz navedenih rezultata mjerenja opće beta-radioaktivnosti i autoradiografije aerosola vidi se da je detekcija svježih fisijnih produkata metodom autoradiografije moguća i na uzorcima gdje ona nije moguća mjerenjem opće beta-radioaktivnosti, čak i na deseterostruko većim uzorcima prosisanog zraka. Međutim, ova metoda ipak se ne može upotrijebiti kao rutinska metoda za praćenje dolaska radioaktivnog oblaka osim u specijalne svrhe detekcije veoma malih koncentracija svježih fisijnih produkata. Naime, navedena metoda autoradiografije relativno je komplicirana, dakle i skupa, a velik je i razmak od sakupljanja uzorka pa do rezultata (najmanje 10 dana a i više). Uz to ovom je metodom nemoguće procijeniti i intenzitet prodora radioaktivnog materijala u atmosferu, što je za službu alarmiranja veoma važno.

Literatura

1. Vogt, K. J.: *Atompraxis*, 12 (1966) 457.
2. Popović, U., Picer, M.: Mogućnost brze registracije radioaktivnih padavina u atmosferi u prisustvu prirodnih radioaktivnih elemenata, III simpozijum Merenja i instrumentacija u zaštiti od ionizirajućih zračenja, Banja Luka, 23–26, oktobra 1967.
3. Mattsson, R.: *Geophysica* (Helsinki), 7 (1963) 245.
4. Skillern, C.: *Nucleonics*, 13 (1955) 54.
5. Sisefsky, J.: *Autoradiographic and Microscopic Examination of Nuclear-Weapon Debris Particles*, FO A4 Rapport A4 130–456 (March 1956).
6. Pelletier, C. A., Wegst, A. U., Whipple, G. H.: *Health Physics*, 10 (1964) 917.
7. Shlein, B., Bernard, L., Friend, A. G.: *Friend Radiological Health Data*, 6 (1965) 419.
8. Cerrai, E., Triulzi, C.: *Energia Nucleare*, 12 (1965) 487.
9. Fett, W.: *Berliner Wetterkarte*, 20 (1965) 1.

ZAHVALA

Autori se zahvaljuju šefovima laboratorija za mjerenje radioaktivnosti biosfere u: Zavodu za zdravstveno in tehnično varnost – Ljubljana, Institutu za higijenu i socijalnu medicinu – Sarajevo, i Republičkom zavodu za zdravstvena zaštita – Skopje, za podatke mjerenja opće beta-radioaktivnosti atmosfere.

Summary

A POSSIBILITY OF DETECTING FRESH FISSION
PRODUCTS IN THE ATMOSPHERE BY THE
AUTORADIOGRAPHIC METHOD

Following the June 1967 detonation of a nuclear device over China the autoradiographic technique was used to study the radioactive particulates in surface air samples collected in mass.

In the samples collected in the city of Zadar the gross beta-activity per unit volume of air and the number of radioactive particles were determined. In the samples collected in the towns of Gevgelija, Sarajevo, Skopje, Ljubljana, Aidovščina, Jezersko and Zagreb only gross beta activity measurements were performed. The sampling was done in the period from June 25 to July 25, 1967.

*Received for publication
November 17, 1967*

*Institute for Medical Research
incorporating the Institute of
Industrial Hygiene, Zagreb*