

UTICAJ DUGOGODIŠNJEG ĐUBRENJA NA RADIOAKTIVNOST ZEMLJIŠTA

Mirko GRUBIŠIĆ¹, Dragi STEVANOVIĆ², Mirjana STOJANOVIĆ¹, Vedrana VULETIĆ³, Gordana PANTELIĆ³

1) ITNMS, Beograd, Srbija, E-mail: m.grubisic@itnms.ac.yu,

2) Poljoprivredni Fakultet, Zemun, Srbija, E-mail: dragi@agrifaculty.bg.ac.yu

3) Inst. za medicinu rada i radiološku zaštitu, Beograd, Srbija

SADRŽAJ

U radu su prikazani rezultati kontaminiranosti smonice usled 35-godišnjeg kontinuiranog unošenja mineralnih đubriva u monokulturi pšenice i kukuruza. Izvori kontaminirani su prirodni apatiti koji se koriste kao izvor fosfora iz kojih se nije tehnološkim procesom izvršilo izdvajanje urana i pratećih toksičnih metala. Kao kontrola izvršeno je određivanje aktivnosti radionuklida u zemljištu na ogleđnoj varijanti gde nije bilo đubrenja tokom izvođenja ogloda i to za obe kulture posebno. Na osnovu toga nije dat akcenat samo hroničnog zagađivanja zemljišta radionuklidima primenom mineralnih đubriva već i transport u sistemu zemljište-biljka. Na osnovu merenja aktivnosti ⁴⁰K, ¹³⁷Cs, ²³⁸U, ²³⁵U, ²²⁶Ra, ²³²Th, ²¹²Pb utvrđene su razlike u koncentraciji aktivnosti radionuklida uranovog niza između uzoraka smonice neđubrenih i đubrenih u dužem vremenskom periodu.

1. Uvod

Zemljište kao značajna i nezaobilazna karika u lancu kruženja materije i energije u prirodi, svakodnevno je izloženo kontaminaciji, a posebno zemljišta koja se koriste u intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji. Tehnološki procesi koji se danas primenjuju u proizvodnji fosfornih đubriva iz fosfatnih ruda, apatita i fosforita, ne omogućavaju izdvajanje radionuklida-posebno urana. Preko 90 % urana iz fosfatnih ruda ostaje u finalnim proizvodima-mineralnim đubrivima. U Svetu se godišnje preradi oko 135 miliona tona fosfatnih ruda, i procenjuje se da se godišnje može uneti oko 21.000 t urana u zemljištima preko mineralnih đubriva (Dangić, 1995). Na osnovu podataka da se u Srbiji godišnje na njive unese oko 1500 t veštačkih đubriva na bazi fosfora, procenjuje se da se sa tim količinama unese u životnu sredinu oko 210 t urana, odnosno do 30 g urana po hektaru. Treba istaći da 1.000.000 tona fosforita sa prosečnim sadržajem urana od 150 ppm, koliko se prosečno nalazi u rudama, sadrži 150 t urana ili 50 Tbg radioaktivnosti (Donne, 1999, Popović et al, 2001). U raspadu celog niza ²³⁸U emituje se oko 50 intenzivnijih karakterističnih gama-linija pomoću kojih se u principu mogu dobiti podaci o aktivnostima članova niza. Analizom uzoraka iz površinskog horizonta zemljišta Morow placeva (Jones R.,1992), iz kontinualne proizvodnje kukuruza, sa i bez tretmana superfosfatima u periodu od 82 god. (1904-1985) zabeleženo je povećanje sadržaja urana u tretiranim zemljištima superfosfatima u proseku za 0.74 mg/kg ili 26 % u odnosu na netretirano zemljište.

2. Materijal i metode rada

Uzorci beskarbonatne smonice prikupljeni su na imanju Centra za poljoprivredna i tehnološka istraživanja u Zaječaru, Istočna Srbija, nakon 35-godišnjeg monokulturnog ogleda pod pšenicom i kukuruzom u varijanti bez i sa definisanom dozom mineralnih đubriva i to u količini od 160 kg N, 80 kg P₂O₅ i 80 kg K₂O po ha godišnje. Iz otvorenih zemljišnih poluprofila uzeti su kontinuirano uzorci zemljišta u poremećenom-prirodnom sklopu za hemijske i radiološke analize (0-10, 10-20, 20-40 cm).

3. Rezultati i diskusija

Za radioekologiju poseban interes predstavlja poznavanje fizičko-hemijskih parametara zemljišta (kapacitet adsorpcije, sadržaj razmenljivih katjona, mineraloški i mehanički sastav, pH vrednost, sadržaj organske materije) koji utiču na migraciju radionuklida. Ispitivana smonica po mehaničkom sastavu i klasifikaciji po Wiegner-u pripada srednjim glinušama, a preovlađujuće frakcije koloidne gline (< 0.001 mm) ima preko 60 % duž celog profila. Sadržaj koloidne gline, posebno minerala iz montmorionitske grupe tj. čestica manjih od 0.001 mm ima preko 40 %. Na osnovu mehaničkog i mineraloškog sastava zemljišta smanjena je dostupnost radionuklida biljkama.

Posmatrano sa pedoekološkog aspekta razlike između kultura pšenice i kukuruza, kao i sistema đubrenja neđubreno-đubreno, u hemijskim osobinama smonice prilično su izražene pre svega u najaktivnijem delu Ah horizonta (0-20 cm) a i nešto dublje. Aktivna kiselost smonice pod kukuruzom (pH u H₂O), manja je u svim oglednim varijantama (neđubreno, đubreno) i definisanim dubinskim zonama u odnosu na ogledne parcele smonice pod pšenicom. Dugogodišnje korišćenje mineralnih đubriva uticalo je da se adsorptivni kompleks promeni, pogorša, posebno u Ahp-horizontu. Visok stepen uniformnosti zasićenosti adsorbovanim bazama kakvim se karakteriše ovo zemljište (> 85 %) značajno se smanjio unošenjem mineralnih đubriva. Veća količina formirane biomase u varijantama đubrenja uticalo je da se sadržaj humusa povećá, pre svega pod kulturom pšenice sa 2.77 na 3.46 % u Ahp horizontu 0-10 cm i sa 2.59 na 3.11 % na dubini 10-20 cm. Ukupna količina mineralnih đubriva unešena u smonicu u toku 35-godišnjeg gajenja navedenih kultura iznosila je 5600 kg N, 2800 kg P₂O₅ i 2800 kg K₂O. Stoga kao glavni antropogeni izvor unošenja urana i ostalih radionuklida kao i drugih kontaminanta u zemljište bila je primena fosfornih mineralnih đubriva. Na osnovu unete količine fosfornih đubriva i na osnovu prosečnog sadržaja urana smatra se da je u toku navedenog perioda unešeno oko 420 g uran po hektaru.

Ne ulazeći u detaljnu analizu dobijenih podataka (Tab. 1), može se zapaziti da nisu utvrđene značajnije razlike u koncentraciji aktivnosti radionuklida uranovog niza između uzoraka smonice neđubrenih i đubrenih u dužem vremenskom periodu, međutim zapaženo je blago povećanje prisustva U-238. Povećanje prisutnosti U-238 zabeleženo je u obe tretirane kulture orničnog Ahp-horizonta smonice (0-20 cm) gde je i izvršeno zaoravanje mineralnih đubriva i to za 5-6 Bq/kg pod pšenicom i 15-21 Bq/kg pod kukuruzom. Novonastale razlike u prisutnosti U-238 nastale su zbog različitosti korenovog sistema kao i njegove energije adsorpcije. Poljoprivredne kulture koje imaju plitak koren, apsorbuju više od biljaka sa dubljim korenom, koje praktično ne apsorbuju radionuklide iz površinskih slojeva. Objašnjenje ove pojave leži u činjenici da se najveći deo, oko 85%, radioaktivnih čestica zadržava u površinskom sloju do 5 cm dubine (Đurić i Popović, 1994). Navedeno

povećanje koncentracije aktivnosti U-238 je u granicama dozvoljenih jer su maksimalne vrednosti manje od 90 Bq/kg (Graf. 1).

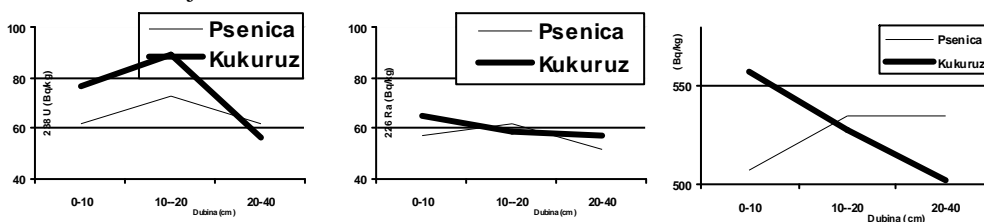
Tabela 1. - Gamaspektrometrijska analiza smonice (Bq/kg)

Tretman	Dubina (cm)	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	²³⁸ U	²³⁵ U	²²⁶ Ra	²³² Th	²¹² Pb
PŠENICA								
O	0-10	542 ± 18	18.1±0.7	56 ± 15	2.5 ± 0.4	54 ± 7	56 ± 3	56 ± 3
	10-20	532 ± 17	15.6±0.7	68 ± 18	2.5 ± 0.4	54 ± 7	56 ± 2	55 ± 3
1	0-10	507 ± 17	18.6±0.9	62 ± 22	2.6 ± 0.3	57 ± 7	54 ± 2	55 ± 3
	10-20	535 ± 17	18.3±0.7	73 ± 19	2.9 ± 0.4	62 ± 7	57 ± 2	58 ± 4
	20-40	535 ± 18	4.2 ± 0.4	62 ± 22	2.4 ± 0.4	52 ± 7	56 ± 3	57 ± 4
KUKURUZ								
O	0-10	534 ± 17	21.2±0.8	62 ± 17	2.5 ± 0.3	55 ± 6	56 ± 2	56 ± 3
	10-20	532 ± 17	15.6±0.7	68 ± 18	2.5 ± 0.4	54 ± 7	56 ± 2	55 ± 3
1	0-10	557 ± 18	19.3±0.9	77 ± 18	2.9 ± 0.4	63 ± 7	58 ± 3	57 ± 4
	10-20	528 ± 17	18.1±0.7	89 ± 19	2.7 ± 0.4	59 ± 7	58 ± 2	58 ± 4
	20-40	502 ± 16	9.6 ± 0.5	56 ± 12	2.6 ± 0.4	57 ± 7	57 ± 2	56 ± 4

O-bez đubrenja, 1-jako đubrenje

Jones Robert (1992) analizirao je uzorke površinskog sloja zemljišta (do 17 cm dubine) sa Morow placeva, najstarijih kontinualno korišćenih agronomski eksperimentalnih placeva.

Uzorci zemljišta su bili iz kontinualne proizvodnje kukuruza sa i bez tretmana supofosfatima u periodu između 1904–1985 godine. Dobijeni rezultati pokazuju da se sadržaj urana u netretiranom zemljištu nije znatno menjao i kretao se od 2,36–3,55 mg/kg, što u proseku iznosi 3.04 mg U/kg, dok je sadržaj urana u placevima tretiranim superfosfatima bio promenljiv i kretao se od 2,85–3,16 mg/kg, što u proseku iznosi 3.78 mg U/kg. Jones zaključuje da je u periodu od 82. godine došlo do povećanja sadržaja urana u zemljištima tretiranim superfosfatima u proseku za 0.74 mg/kg ili 26% u odnosu na netretirano zemljište.



Graf – 1. Sadržaj ²³⁸U, ²²⁶Ra i ⁴⁰K u smonice pod pšenicom i kukuruzom

Narušenost prirodne ravnoteže i mogućnosti njegovog naknadnog unošenja u zemljište najbolje nam prikazuje geohemijski odnos urana (²³⁸U) i radijuma (²²⁶Ra). Navedeni

geohemijski odnos (U/Ra) posebno je narušen pod kulturom kukuruza u odnosu neđubrena-đubrena varijanta, i to u drugoj dubinskoj zoni Ah-horizonta (10-20 cm), sa 1.259 na 1.508.

Pored toga što su radionuklidi u zemljištu čvrsto vezani, korenov sistem biljaka može da ih usvaja. Intenzitet usvajanja zavisi: od biljne vrste (osobina korenovog sistema, njegove građe, životne aktivnosti i dr.), procesa adsorpcije, desorpcije i zamene na površini zemljišnih čestica, vrste radionuklida i drugih ekoloških i unutrašnjih činilaca koji utiču na usvajanje jona od biljaka (Stojanović M., 2000).

Različit afinitet biljnih zajednica za usvajanje pojedinih hranljivih ili drugih elemenata prisutnih u zemljištu najbolje se može videti iz dinamike usvajanje radioaktivnog kalijuma-K-40. Početne, kontrolne vrednosti aktivnosti radioaktivnog kalijuma-40 bile su 532-542 Bq/kg za ornični humusno-akumulativni horizont smonice (netretirana varijanta) dok je u varijanti gde je unošeno mineralno đubrivo povećalo do maksimalnih 557 Bq/kg i to pod kukuruzom. Vrednosti aktivnosti radioaktivnog kalijuma-40 u smonici pod đubrenom varijantom pšenice sa dubinom rastu od 507 Bq/kg (0-10 cm) na 535 Bq/kg (20-40 cm), dok pod kulturom kukuruzom vrednosti sa dubinom opadaju sa 552 na 507 Bq/kg (Graf. 1). Kultura kukuruza sa svojim korenovim sistemom, koji se prostire u nešto dubljim slojevima od pšenice pokazala je veći afinitet za usvajanje radionuklida kalijuma.

4. Zaključci

Kontinuiranom 35-godišnjom upotrebom mineralnih đubriva došlo je do povećanja prisutnosti radionuklida u orničnom Ahp-horizontu zemljišta posebno na oglednim parcelama pod kukuruzom. Sadržaj 238-U u neđubrenim varijantama Ahp-horizonta smonice kreće se od 56-68 Bq/kg dok je u đubrenim varijantama prisutno povećanje i to za 5-6 Bq/kg pod pšenicom i 15-21 Bq/kg pod kukuruzom.

5. Literatura

- [1] Dangić A. (1995): Geohemijski procesi u prirodi i radionuklidi. Jonizujuća zračenja u prirodi (monografija), JDZZ, pp 41-56, Beograd.
- [2] Donne J.(1999): The DU Case, www.mitohtproj.org
- [3] Popović D., Đurić G., Todorović D. (2001): Possible impacts of Depleted uranium (DU) Akumulation on health and Environmental, Danubius no 1-2.
- [4] Jones L.R. (1992): Uranium and phosphorous contents in morrow plot soil over 82 years, Commun.Soil Sci. Plant Anal,23: 67-73
- [5] Đurić G. i Popović D. (1994): Radioaktivno zagađenje biljaka, Ecologica, I, 19-23.
- [6] Stojanović Mirjana (1995): Utvrđivanje zavisnosti između sadržaja fosfora i urana u različitim zemljištima Srbije, Doktorska disertacija.

ABSTRACT

**INFLUENCE OF THE LONG-TERM FERTILIZING ON
RADIOACTIVITY SOILS**

Mirko GRUBISIC¹, Dragi STEVANOVIĆ², Mirjana STOJANOVIĆ¹, Vedrana VULETIĆ³, Gordana PANTELIC³

1) *ITNMS, Belgrade, Serbia, E-mail: m.grubisic@itmms.ac.yu,*

2) *Faculty of Agriculture, Zemun, Serbia, E-mail: dragi@agrifaculty.bg.ac.yu*

3) *Institute of Occupational and Radiological Health, Belgrade, Serbia*

Researching in this work need to give the answer in which degree application the mineral fertilizers, especially phosphate, contribute to the contamination of a soil because of long-term continually fertilizing (35 years) and differences of adopting from the corn culture and wheat nursing in monoculture. Like control, it is made measuring activity of radionucleides of a soil on experimental variety where wasn't fertilizing during the making the experiment, separately for both cultures. Based on that it is given accent only on chronic contamination of a soil by radionucleides by application mineral fertilizers at once and transport in the system of soil of different biocenosis. Based on measuring activity ⁴⁰K, ¹³⁷Cs, ²³⁸U, ²³⁵U, ²²⁶Ra, ²³²Th, ²¹²Pb it is fortified differences in concentration of the activity of radionucleides of uranium row between the samples of smonica, fertilized and non-fertilized in the longer period.