

# EFEKTI SVOJSTAVA TLA RAZLIČITIH POLJOPRIVREDNIH KONCEPATA NA MIGRACIJU ANTROPOGENIH RADIONUKLIDA

Nataša SARAP, Marija JANKOVIĆ, Milica RAJAČIĆ, Jelena KRNETA NIKOLIĆ,  
Dragana TODOROVIĆ, Ivana VUKANAC i Gordana PANTELIĆ

Univerzitet u Beogradu, Institut za nuklearne nauke „Vinča“, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju,  
Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine Kontakt: [natasas@vinca.rs](mailto:natasas@vinca.rs)

## SADRŽAJ

Istraživanja obuhvaćena ovom studijom predstavljaju prikaz efekata svojstava tla različitih poljoprivrednih koncepata na migraciju antropogenih radionuklida,  $^{90}\text{Sr}$  (beta emiter) i  $^{137}\text{Cs}$  (beta-gama emiter), koji su najznačajniji antropogeni radionuklidi, jer učestvuju u mineralnom metabolizmu živih organizama. Navedeni radionuklidi pripadaju grupi ekstremno toksičnih radionuklida, koji izazivaju dugotrajno ozračivanje organizma. Za potrebe ovog rada, izvršeno je uzorkovanje obradivog zemljišta na dve dubine (0-15 cm i 15-30 cm) u okviru organskog (OR1-OR3) i održivog (OD1-OD3) koncepta, na teritoriji grada Beograda tokom proleća i jeseni 2014. godine. U uzorcima zemljišta su određene fizičko-hemijske osobine i specifične aktivnosti ispitanih radionuklida. Radiohemijska analitička metoda je primenjena za određivanje sadržaja  $^{90}\text{Sr}$ , dok je specifična aktivnost  $^{137}\text{Cs}$  određena primenom gamaspektrometrijske metode. Ispitivanje efekata svojstava analiziranih uzoraka obradivog zemljišta na migraciju  $^{90}\text{Sr}$  i  $^{137}\text{Cs}$ , izvršeno je statističkim metodama analize. Primenom linearne korelacione analize utvrđeni su dominantni fizičko-hemijski parametri koji utiču na vertikalnu migraciju  $^{90}\text{Sr}$  i  $^{137}\text{Cs}$  u ispitanoj poljoprivrednoj zemljištu.



## PRIPREMA UZORAKA

- Sušenje do konstantne mase na 105 °C tokom 24-48 h i mehaničko sitnjenje i prosejavanje.
- Uzorki su spakovani u Marineli posude zapremine 500 cm<sup>3</sup> za potrebe gamaspektrometrijske analize.
- Za analizu sadržaja  $^{90}\text{Sr}$  odmereno je oko 150 g pripremljenih uzoraka, koji su dodatno mineralizovani na 500 °C tokom 12 h.



## MERENJE

- Merenje aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  je obavljeno na HPGe detektoru relativne efikasnosti 18 % na energiji od 1332 keV, u trajanju od 60000 s. Spektri su analizirani pomoću programa GENIE 2000.
- Merenje aktivnosti  $^{90}\text{Sr}$  je izvršeno niskofonskim  $\alpha/\beta$  gasnim proporcionalnim brojačem Thermo Eberline FHT 770 T, čija je efikasnost za merenje ukupne beta aktivnosti 35 %. Vreme merenja uzoraka je 5400 s.



## ZAKLJUČAK

- U ispitanoj obradivom zemljištu koje pripada praškasto-glinovitim ilovačama, utvrđeno je prisustvo antropogenih radionuklida  $^{90}\text{Sr}$  i  $^{137}\text{Cs}$  u dva sloja oraničnog horizonta zemljišta (0-15 cm i 15-30 cm).
- Rezultati proste linearne korelacije su ukazali na povezanost specifičnih aktivnosti prisutnih antropogenih radionuklida sa fizičko-hemijskim karakteristikama zemljišta istraživanog prostora.
- Utvrđeno je da dominantan uticaj na ponašanje  $^{90}\text{Sr}$  i  $^{137}\text{Cs}$  u zemljišnim profilima dva poljoprivredna koncepta (organskog i održivog), imaju mehanički sastav zemljišta (relativni odnos mehaničkih frakcija) i sadržaj humusa.
- Potvrđeni su literaturni podaci da huminske materije u glinovitom zemljištu olakšavaju interakcije između rastvorljivih oblika antropogenih radionuklida i čestica zemljišta, što omogućava njihovu pokretljivost u terestričkim ekosistemima.

## REZULTATI

Deskriptivna statistika specifičnih aktivnosti  $^{90}\text{Sr}$  i  $^{137}\text{Cs}$  u uzorcima zemljišta 0-15 cm (sloj I) i 15-30 cm (sloj II) za dve sezone uzorkovanja i dva poljoprivredna koncepta

Parametar	Prolećna sezona				Jesenja sezona			
	$^{90}\text{Sr}$ (Bq kg <sup>-1</sup> )		$^{137}\text{Cs}$ (Bq kg <sup>-1</sup> )		$^{90}\text{Sr}$ (Bq kg <sup>-1</sup> )		$^{137}\text{Cs}$ (Bq kg <sup>-1</sup> )	
	Sloj I	Sloj II	Sloj I	Sloj II	Sloj I	Sloj II	Sloj I	Sloj II
<b>Organska poljoprivreda</b>								
Koncept								
Minimum	2,67	2,56	23	22	2,27	2,23	25	25
Maksimum	3,16	2,64	26	30	2,47	2,54	28	29
Srednja vrednost	2,85	2,59	25	26	2,39	2,35	26	27
Standardna devijacija	0,27	0,04	2	4	0,11	0,17	2	2
Medijana	2,74	2,57	26	26	2,43	2,28	25	27
<b>Održiva poljoprivreda</b>								
Koncept								
Minimum	2,48	2,32	22	26	2,29	2,02	22	22
Maksimum	3,14	3,37	27	29	2,51	2,78	26	25
Srednja vrednost	2,79	2,87	24	27,3	2,40	2,40	24,3	23,7
Standardna devijacija	0,33	0,53	3	1,5	0,11	0,38	2,1	1,5
Medijana	2,75	2,91	23	27	2,41	2,41	25	24

Pirsonovi koeficijenti korelacije između specifične aktivnosti  $^{90}\text{Sr}$  i fizičko-hemijskih parametara ispitivanog zemljišta

Parametar	Prolećna sezona				Jesenja sezona			
	Organski koncept		Održivi koncept		Organski koncept		Održivi koncept	
	Sloj I	Sloj II	Sloj I	Sloj II	Sloj I	Sloj II	Sloj I	Sloj II
Krupni pesak	0,10	0,32	-0,56	-0,69	-0,02	0,36	0,39	-0,65
Sitni pesak	-0,94	-0,84	-0,99	-0,98	0,97	-0,82	-0,56	-0,99
Prah	-0,15	0,08	-0,55	-0,69	0,23	0,11	0,40	-0,65
Glina	0,14	-0,08	0,76	0,86	-0,22	-0,12	-0,13	0,83
Higroskopska vlažnost	0,06	0,28	-0,65	-0,77	0,02	0,32	0,28	-0,74
Gustina zemljišta	-0,92	-0,80	-0,51	-0,65	0,94	-0,78	0,44	-0,61
pH u vodi	-0,77	-0,90	0,24	0,40	0,72	-0,91	-0,68	0,35
pH u KCl	-0,33	-0,54	0,73	0,84	0,26	-0,57	-0,18	0,80
CaCO <sub>3</sub>	0,11	-0,11	0,24	0,40	-0,19	-0,15	-0,69	0,35
Humus	-0,95	-0,99	-0,04	0,14	0,92	-0,99	-0,86	0,08

Pirsonovi koeficijenti korelacije između specifične aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  i fizičko-hemijskih parametara ispitivanog zemljišta

Parametar	Prolećna sezona				Jesenja sezona			
	Organski koncept		Održivi koncept		Organski koncept		Održivi koncept	
	Sloj I	Sloj II	Sloj I	Sloj II	Sloj I	Sloj II	Sloj I	Sloj II
Krupni pesak	-0,74	-0,98	0,99	1,00	-0,95	0,30	-0,99	-0,77
Sitni pesak	-0,83	-0,44	0,67	0,56	0,07	0,99	-0,63	-0,95
Prah	-0,88	-0,99	0,98	0,99	-0,84	0,53	-0,99	-0,77
Glina	0,88	0,99	-0,99	-0,97	0,85	-0,52	0,99	0,92
Higroskopska vlažnost	-0,77	-0,98	0,99	0,99	-0,94	0,34	-0,99	-0,84
Gustina zemljišta	-0,87	-0,50	0,98	0,99	0	1,00	-0,99	-0,74
pH u vodi	0,05	0,54	-0,87	-0,93	0,69	0,45	0,70	0,51
pH u KCl	0,56	0,90	-0,99	-0,98	0,99	-0,07	0,99	0,89
CaCO <sub>3</sub>	0,87	1,00	-0,87	-0,93	0,87	-0,50	0,89	0,51
Humus	-0,31	0,21	-0,70	-0,80	0,67	0,74	0,74	0,25

Koncept / lokacija	pH u H <sub>2</sub> O	pH u KCl	CaCO <sub>3</sub> (%)	Humus (%)
OR1	6,23	6,77	1,40	2,01
OR2	6,38	6,75	1,28	2,37
OR3	6,56	7,00	1,52	2,47
OD1	7,00	7,56	1,20	2,08
OD2	7,12	7,87	1,35	2,12
OD3	7,35	7,92	1,64	2,63

Hemijske osobine zemljišta

Fizičke osobine zemljišta

Koncept / lokacija	Mehanički sastav zemljišta (%)				Higroskopska vlaga (%)	Gustina zemljišta (g cm <sup>-3</sup> )
	Krupni pesak	Sitni pesak	Prah	Glina		
OR1	3,73	2,95	62,26	31,06	2,55	1,29
OR2	4,12	3,27	63,42	29,19	2,62	1,33
OR3	2,87	3,13	61,25	32,75	2,42	1,31
OD1	9,23	7,11	56,31	27,35	2,84	1,30
OD2	8,41	5,02	53,83	32,74	2,37	1,27
OD3	7,97	6,28	52,48	33,27	2,22	1,25

Istraživanje je finansirano od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Aneks ugovor, evidencioni broj: 451-03-9/2021-14/200017).