

"Zbornik radova", Sveska 40, 2004.

**KONTROLA KVALITETA POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA  
I VODE ZA NAVODNJAVANJE VOJVODINE**

*Čuwardić, Maja<sup>1</sup>, Hadžić, V.<sup>1</sup>, Sekulić, P.<sup>2</sup>, Kastori, R.<sup>1</sup>, Belić, M.<sup>1</sup>,  
Govedarica, M.<sup>1</sup>, Nešić, Ljiljana<sup>1</sup>, Pucarević, Mira<sup>2</sup>, Vasin, J.<sup>2</sup>*

**IZVOD**

Prva globalna procena stanja plodnosti i sadržaja opasnih i štetnih materija u zemljištima Vojvodine izvršena je tokom 1992-1993. godine. Stanje plodnosti pokazalo je da Vojvodina predstavlja veoma pogodno područje za proizvodnju zdravstveno bezbedne hrane.

Međutim, niz nepovoljnih okolnosti u poslednjih deset godina (izostavljanje ili neadekvatna primena đubriva i pesticida, izlivanje opasnih i štetnih materija tokom 1999. godine u Pančevu i Novom Sadu, gorenje rafinerije nafte u Novom Sadu), uslovile su potrebu da se ponovno ispituju zemljišta Vojvodine. Izvršno Veće Vojvodine je finansiralo analizu 50 uzoraka zemljišta i 10 uzoraka vode za navodnjavanje sa teritorije Vojvodine.

Na osnovu sprovedenih istraživanja, koja su imala za cilj dobijanje početne slike o stanju plodnosti i eventualnoj degradaciji zemljišta u Vojvodini, usled izostavljanja primene đubriva i eventualnog oštećenja zemljišta u pogledu sadržaja organskih zagađivača pesticida i produkata gorenja nafte i naftnih derivata, možemo zaključiti da Vojvodina predstavlja pogodno područje za proizvodnju visoko vredne, kvalitetne i zdravstveno bezbedne hrane.

**KLJUČNE REČI:** kvalitet zemljišta, mikrobiološka aktivnost, organski zagađivači, plodnost zemljišta, teški metali.

- 
- 1 Dr Maja Čuwardić, docent, dr Vladimir Hadžić, redovni profesor, dr Rudolf Kastori, redovni profesor u penziji, dr Milivoj Belić, docent, dr Mitar Govedarica redovni profesor, dr Ljiljana Nešić, asistent, Poljoprivredni fakultet i Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
- 2 Prof. dr Petar Sekulić, viši naučni saradnik, dr Mira Pucarević, istraživač saradnik, mr Jovica Vasin, istraživač saradnik, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.

## Uvod

Održavanje i podizanje kvaliteta zemljišta je od posebnog značaja, ukoliko proizvodni potencijal zemljišta i kvalitet životne sredine želimo da sačuvamo i za buduće generacije (Reeves, 1997). U prošlom veku, industrijski model poljoprivrede omogućio je mnogim državama da postignu samodovoljnost u proizvodnji hrane, ali su se kasnije javili negativni efekti, kao što su akumulacija pesticida i biljnih hranjiva u nadzemnim i podzemnim vodama, velika potrošnja energije, stvaranje mase organskog i neorganskog otpada i zapuštena područja osiromašenih zemljišta. Procenjeno je da je čak 40% poljoprivrednog zemljišta zahvaćeno procesima degradacije, koja je nastala kao posledica aktivnosti čoveka (Oldeman et al., 1990).

Prva globalna procena stanja plodnosti i sadržaja opasnih i štetnih materija u zemljištima Vojvodine izvršena je tokom 1992-1993. godine (Kastori i sar, 1993). Ovo istraživanje, kao i kasnija istraživanja plodnosti zemljišta i sadržaja štetnih i opasnih materija u zemljištima Vojvodine (Hadžić i sar., 1996) pokazala su da Vojvodina predstavlja veoma pogodno područje za proizvodnju zdravstveno bezbedne hrane, ali i da je potrebno odgovarajućim agrotehničkim merama sprečiti pogoršavanje kvaliteta zemljišta. Naime, poređenjem sa rezultatima istraživanja od pre tri decenije (Živković, 1972), uočeno je da zemljišta Vojvodine imaju tendenciju opadanja sadržaja humusa, koji je veoma važan regulator svih hemijskih, fizičkih i bioloških procesa u zemljištu.

Pored toga, izmerena pH vrednost u ispitivanim zemljištima, ukazuje na prisutne procese blage alkalizacije, koju je potrebno sprečiti agrotehničkim merama. Ispitivanja ukupnog sadržaja mikroelemenata i teških metala pokazala su da područja sa stogodišnjom proizvodnjom vinove loze, kao npr. područje Vršačkih vinograda, imaju povećan sadržaj Cu kao rezultat dugogodišnje primene plavog kamena ( $\text{Cu}(\text{SO}_4)_2$ ) u zaštiti vinove loze od bolesti. Povišen sadržaj pristupačnog fosfora i kalijuma uočen je u pojasu koji se od Sombora, preko Novog Sada i Zrenjanina širio do Kikinde. Istraživanja su pokazala da dalja proizvodnja kvalitetne zdravstveno bezbedne hrane u Vojvodini nije moguća bez primene Sistema kontrole plodnosti zemljišta i upotrebe đubriva, u cilju stabilizacije i povećanja prinosa, uz postizanje visokog profita i zaštitu zemljišta i voda, od zagađenja i degradacije.

Niz nepovoljnih okolnosti u poslednjih deset godina (izostavljanje ili neadekvatna primena đubriva i pesticida, izlivanje opasnih i štetnih materija tokom 1999. godine u Pančevu i Novom Sadu, gorenje rafinerije nafte u Novom Sadu) uslovlja su potrebu da se ponovno ispita svih 1.600 uzoraka na celoj teritoriji Vojvodine. Izvršno Veće Vojvodine, finansiralo je analizu 50 uzoraka zemljišta i 10 uzoraka vode za navodnjavanje sa teritorije Vojvodine. Istraživanja su obuhvatila sve parametre koji su ispitivani u 1992-1993. godini, s tim što su, da bi se ocenile posledice ratnih razaranja 1999. godine, istraživanja obuhvatila i merenje prisustva produkata gorenja nafte i naftnih derivata, policikličnih aromatičnih ugljovodonika (PAH-ova) i radioaktivnosti u zemljištu.

## Materijal i metod rada

Ispitivanja plodnosti zemljišta i sadržaja opasnih i štetnih materija neorganskog i organskog porekla izvršena su u Laboratoriji za agroekologiju, Zavoda za zemljište, agroekologiju i đubriva Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu.

### *Terenska istraživanja*

Izbor lokaliteta za ispitivanje zemljišta izvršen je prema zastupljenosti površina pod pojedinim geomorfološkim celinama i pojedinim tipovima zemljišta (Živković i sar., 1972, Škorić, 1986).

Reknosciranje terena i prikupljanje uzoraka zemljišta i vode za navodnjavanje izvršeno je u periodu od 30. 04. do 08. 05. 2001. godine. Uzorci zemljišta (50) uzeti su agrohemijskom sondom iz sloja od 0 do 30 cm. Voda za navodnjavanje (11) uzorkovana je sa površine vodotokova, kanala za navodnjavanje i iz bunara.

### *Laboratorijska ispitivanja*

Laboratorijska ispitivanja plodnosti zemljišta i sadržaja opasnih i štetnih materija neorganskog i organskog porekla izvršena su standardnim metodama:

- pH-vrednost u suspenziji zemljišta sa  $H_2O$  i KCl (1:2,5) potencimetrijski, pH metar PHM62 standard- Radiometar Copenhagen;
- sadržaj  $CaCO_3$  volumetrijski, pomoću Scheiblerov-og kalcimetra ;
- sadržaj humusa metodom Tjurin-a;
- ukupan sadržaj azota po Kjeldahlu, sistem za digestiju i titraciju Tecator;
- lakopristupačni fosfor i kalijum, AL metodom;
- ukupni sadržaj mikroelemenata i teških metala, Pb,Co, Cu, Cr, Ni, Cd, Mn, Fe i Zn, nakon mineralizacije zemljišta sa koncentrovanom  $HNO_3$  uz dodatak  $H_2O_2$ ;
- sadržaj potencijalno pristupačnih mikroelemenata i teških metala Pb,Co, Cr, Ni, Cu, Cd, Mn, Fe i Zn, u ekstraktu zemljišta sa koncentrovanom HCl;
- sadržaj pristupačnih mikroelemenata i teških metala: Pb,Co, Cr, Ni, Cu, Cd, Mn, Fe i Zn u ekstraktu zemljišta sa EDTA;
- sadržaj teških metala i mikroelemenata izmeren je pomoću AAS-a, Spektra-600 - Varian.

Ekstrakcija pesticida i njihovih metabolita urađena je superkritičnim fluidnim ekstraktorom Hewlett Packard model 7680A, po metodi Verešbaranji i sar. (1993). Vrsta i koncentracija pesticida određeni su gasnrohromatografski na uređaju HP5890, serija II, sa NP detektorom i detektorom sa zahvatom elektrona.

Mikrobiološkim analizama obuhvaćeno je određivanje brojnosti pojedinih sistematskih i fizioloških grupa mikroorganizama. Brojnost mikroorganizama određena je indirektnom metodom razređenja, zasejavanjem odgovarajućeg razređenja suspenzije zemljišta na selektivne hranljive podloge. U zemljištu je određen ukupan broj mikroorganizama na agarizovanom ekstraktu zemljišta

( $10^{-6}$ ), brojnost amonifikatora na MPA ( $10^{-6}$ ), brojnost gljiva na Čapekovom agaru ( $10^{-3}$ ), brojnost aktinomiceta na sintetičkom agaru po Krasiljnikovu ( $10^{-3}$ ), brojnost azotobaktera na selektivnoj podlozi Fjodorova ( $10^{-1}$ ) i brojnost oligonitrofilnih bakterija na selektivnoj podlozi Fjodorova ( $10^{-5}$ ).

Analiza vode za navodnjavanje obuhvatila je:

- suvi ostatak, uparavanjem vode na  $105^{\circ}\text{C}$ ;
- električna provodljivost (EC  $1\theta$  na  $25^{\circ}\text{C}$ ), određena je pomoću konduktometra, CDM 230, Radiometar Copenhagen;
- sadržaj  $\text{Ca}^{++}$  i  $\text{Mg}^{++}$  izmeren je pomoću AAS-a, Spektro-600, Varian;
- sadržaj  $\text{Na}^{+}$  i  $\text{K}^{+}$  izmeren je pomoću AAS-a Spektro-600, Varian;
- $\text{HCO}_3^{-}$ , titracijom sa rastvorom sumporne kiseline u prisustvu 1% rastvora metiloranža;
- $\text{Cl}^{-}$ , titracijom sa rastvorom srebro-nitrata u prisustvu 5% rastvora kalijum hromata;
- $\text{CO}_3^{--}$ , titracijom sa rastvorom sumporne kiseline u prisustvu 1% rastvora fenolftaleina;
- $\text{SO}_4^{--}$ , gravimetrijski taloženjem sa barijum hloridom;
- koeficijent adsorpcije natrijuma (SAR), računski;
- ocena kvaliteta podzemne vode urađena je prema Klasifikaciji US Salinity Laboratory;
- koncentraciju mikroelemenata i teških metala, Pb, Co, Cu, Cr, Ni, Cd, Mn, Fe i Zn, u vodi prve izdani pomoću AAS-a nakon uparavanja na rotavaporu.

## Rezultati i diskusija

### *Kvalitet poljoprivrednog zemljišta Vojvodine*

Osnovna hemijska svojstva zemljišta prikazana su u Tab. 1. Rezultati istraživanja pokazuju da procesi pedogeneze i način korišćenja imaju dominantnu ulogu u obrazovanju njegovih svojstava. Naime, iako su svi ispitivani tipovi zemljišta u klasi optimalne do visoke obezbeđenosti lakopristupačnim fosforom i kalijumom, postoje velike razlike u obezbeđenosti na pojedinim lokalitetima. Tako se na primer na zemljištu tipa černozem sadržaj lakopristupačnog fosfora u ispitivanim zemljištima kretao u veoma širokim granicama, od 6,5 do 136 mg  $\text{P}_2\text{O}_5$   $100^{-1}\text{g}$  i kalijuma od 12,5 do 50 mg  $\text{K}_2\text{O}$   $100^{-1}\text{g}$  zemljišta. Velika varijabilnost u plodnosti zemljišta u fosforu i kalijumu, utvrđena je i na drugim tipovima zemljišta (Tab. 1), što ukazuje da primena đubriva u prethodnom periodu nije bila u skladu sa dostignutim nivom plodnosti zemljišta na pojedinim parcelama. Ekstremno visok sadržaj lakopristupačnog fosfora i kalijuma na pojedinim lokalitetima može da ima za posledicu opadanje prinosa, usled imobilizacije pristupačnih mikroelemenata visokim koncentracijama fosfora. Na ispitivanim lokalitetima utvrđene su značajne razlike i u sadržaju humusa i ukupnog azota u zemljištu. Nizak sadržaj organske materije i nizak sadržaj humusa u zemljištu, pored uticaja pedogeneze, posledica su i nedovoljnog unošenja organske materije u zemljište. Rezultati brojnih istraživanja pokazuju da višegodišnje izostavljanje primene organskih đubriva dovodi do opadanja sadržaja humusa u

zemljištu, što neizostavno utiče na smanjenje mikrobiološke aktivnosti (Leita et al., 1999), pogoršanja hemijskih (Albert, 2001) i fizičkih svojstava zemljišta, što dalje dovodi do opadanja prinosa (Molnar i Stevanović, 1980).

Tab. 1. Osnovna hemijska svojstva zemljišta

Tab. 1. Basic chemical soil properties

Tip zemljišta i br. uzoraka Soil type and no. of sam- ples	Varijaciona širina i $\chi$ Variation range and $\chi$	pH 1M KCl	pH H <sub>2</sub> O	CaCO <sub>3</sub> %	Humus %	Ukupni N Total N %	AL - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg100 <sup>-1</sup> g	AL - K <sub>2</sub> O mg100 <sup>-1</sup> g
Černoziem 30	Min	6,26	7,17	0,0	1,97	0,02	6,5	12,5
	Max	7,47	8,10	12,8	4,20	0,26	135,6	50,0
	$\chi$	7,19	7,86	5,2	3,06	0,21	25,7	24,8
Fluvisol 4	Min	5,61	6,60	0,0	1,45	0,11	3,8	11,5
	Max	7,48	8,20	17,5	2,60	0,19	131,5	70,0
	$\chi$	6,97	7,67	7,0	2,00	0,15	43,4	29,0
Humoglej 8	Min	5,62	6,69	0,0	2,01	0,14	3,3	18,0
	Max	7,36	8,03	5,1	3,73	0,27	55,7	47,5
	$\chi$	6,83	7,70	2,4	2,90	0,20	24,2	28,1
Kambisol 2	Min	5,34	6,54	0,0	1,79	0,08	20,8	24,5
	Max	6,92	7,80	0,4	2,85	0,20	54,9	29,3
	$\chi$	6,13	7,17	0,2	2,32	0,14	37,9	26,9
Pseudoglej 2	Min	4,74	6,03	0,0	2,04	0,16	3,1	18,0
	Max	5,37	6,56	0,0	2,29	0,16	15,7	19,0
	$\chi$	5,06	6,30	0,0	2,17	0,16	9,4	18,5
Solonjec 2	Min	5,79	7,00	0,0	2,97	0,18	2,5	22,0
	Max	6,18	7,54	0,0	3,22	0,22	7,2	23,5
	$\chi$	5,99	7,27	0,0	3,10	0,20	4,9	22,8
Solončak 1		7,44	8,10	5,0	2,24	0,17	29,9	22,0
Arenosol 1		8,50	9,37	14,4	0,45	0,04	5,1	9,0
$\Sigma$ 50	Min	4,74	6,03	0,0	0,45	0,02	2,5	9,0
	Max	8,50	9,37	17,5	4,20	0,27	135,6	70,0
	$\chi$	6,53	7,45	3,3	2,57	0,18	29,4	26,6

$\chi$  Srednja vrednost;  $\chi$  Mean value

Ishrana biljaka Fe, Mn, Cu i Zn i njihov nedostatak vezani su za pristupačnost, koja značajno zavisi od sadržaja ovih elementa u izmenjivom obliku, reakciji zemljišta, sadržaju slobodnog CaCO<sub>3</sub>, sadržaju organske materije i oksidoredukcijom potencijalu zemljišta (McBride, 1989). Sadržaj pristupačnog Fe (Tab. 2) veoma varira, od 5,04 mg kg<sup>-1</sup> na zemljištu tipa černoziem na deliblatskoj lesnoj zaravni, do toksičnog sadržaja od 514,6 mg kg<sup>-1</sup> na zemljištu tipa solonjec na

Tab. 2. Sadržaj pojedinih oblika mikroelemenata u zemljištu ispitivanih lokaliteta (mg kg<sup>-1</sup>)  
 Tab. 2. Microelements forms content in soil of selected locations (mg kg<sup>-1</sup>)

Tip zemljišta i br. uzoraka Soil type and no. of samples	Varijaciona širina i $\chi$ Variation range and $\chi$	Fe	Fe	Mn	Mn	Cu	Cu	Zn	Zn	Cu	Cu	Zn	Zn	Co	Co
		EDTA	HCl	HNO <sub>3</sub>	EDTA	HCl	HNO <sub>3</sub>	EDTA	HCl	HNO <sub>3</sub>	EDTA	HCl	EDTA	HCl	HNO <sub>3</sub>
Černozem 30	Min	5	429	16613	13	164	300	0,9	5,3	5,33	0,62	4,98	5,2	3,46	9,91
	Max	131	2079	31893	392	383	790	11,94	20,1	37,97	13,18	16,26	104,0	7,28	16,85
	$\chi$	22	786	24599	84	313	602	2,72	8,2	22,32	2,45	7,17	65,0	5,62	12,91
Fluvisol 4	Min	6	662	15813	15	188	330	2,83	9,7	22,87	2,43	12,33	59,7	3,52	13,44
	Max	416	4078	27573	154	342	650	10,24	22,4	34,93	12,89	45,6	136,9	8,19	18,62
	$\chi$	116	2202	22882	60	270	540	6,78	15,5	29,05	5,70	23,30	90,6	5,72	15,42
Humoglej 8	Min	8	722	19760	24	146	241	2,86	9,4	20,33	0,8	6,22	60,9	3,02	8,82
	Max	260	4749	36449	266	377	794	10,3	19,4	38,13	28,46	29,41	123,6	5,92	17,26
	$\chi$	102	2282	27231	94	205	397	5,93	14,1	29,03	5,93	16,42	87,9	4,78	12,87
Kambisol 2	Min	87	1194	27600	261	199	564	31,08	52,8	179,98	8,13	13,3	86,0	4,26	15,38
	Max	170	1825	31220	314	354	654	141,16	184,3	254,93	17	33,59	106,0	4,72	16,51
	$\chi$	128	1509	29410	288	276	609	86,12	118,6	217,46	12,57	23,45	96,0	4,49	15,95
Pseudoglej 2	Min	235	2341	26347	212	170	465	3,8	6,6	19,37	1,26	7,25	71,1	3,06	10,67
	Max	417	3690	27713	256	239	604	4,66	8,1	21,73	9,77	16,92	88,9	3,41	11,87
	$\chi$	326	3016	27030	234	205	535	4,23	7,4	20,55	5,52	12,09	80,0	3,24	11,27
Solonjec 2	Min	331	2613	26453	167	186	363	9,57	13,9	25,97	3,93	14,53	93,1	3,07	7,84
	Max	515	4510	36080	338	362	851	10,52	18,5	32,47	41,94	46,33	125,5	6,27	21,05
	$\chi$	423	3562	31267	252	274	607	10,05	16,2	29,22	22,94	30,43	109,3	4,67	14,45
Solončak 1	16	543	7798	18	164	228	2,38	7,2	15,4	3,47	6,81	27,6	2,82	4,66	
Arenosol 1	Min	45	817	3898	6	71	112	0,96	2,4	4,83	0,56	3,73	11,0	3,64	3,13
	Max	515	4749	36449	392	383	851	141,16	184,3	254,93	41,94	46,33	136,9	8,19	21,05
	$\chi$	188	2180	24881	172	244	512	17,95	28,0	53,09	9,98	18,51	81,4	4,56	12,94
MDK, MAC						1000			100			300			

$\chi$  Srednja vrednost;  $\chi$  Mean value

MDK Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja, Službeni Glasnik RS 23/1994.

MAC Rules on allowed concentrations of harmful and hazardous substances in soil and irrigation water and methods of testing, Official Gazette of the Republic of Serbia 23/1994.

Banatskoj lesnoj terasi na lokalitetu Boka. Ukupni sadržaj Fe je veoma visok, jer je Fe sastavni deo sekundarnih minerala gline. Ukupni sadržaj Mn i Zn u ispitivanim zemljištima ne prelazi MDK. Ispitivanja potencijalno pristupačnog i pristupačnog sadržaja ova dva mikroelementa, pokazuju da većina ispitivanih tipova zemljišta ima sadržaj koji omogućava normalan rast i razvoj biljaka.

Tab. 3. Sadržaj pojedinih oblika teških metala u zemljištu ispitivanih lokaliteta (mg kg<sup>-1</sup>)  
Tab. 3. Heavy metals forms content in soil of selected locations (mg kg<sup>-1</sup>)

Tip zemljišta i br. uzoraka Soil type and no. of samples	Varijaciona širina i $\chi$ Variation range and $\chi$	Pb EDTA	Pb HCl	Pb HNO <sub>3</sub>	Ni EDTA	Ni HCl	Ni HNO <sub>3</sub>	Cd HNO <sub>3</sub>	Cr HCl	Cr HNO <sub>3</sub>
Černozem 30	Min	6,14	15,72	24	1,55	7,14	34,77	0	1,95	28,43
	Max	12,00	47,69	54,70	11,26	19,15	68,63	2,05	6,76	177,67
	$\chi$	8,49	33,54	33,90	3,46	14,23	43,79	0,53	3,35	64,97
Fluvisol 4	Min	7,37	18,6	32,7	1,28	7,25	38,07	0	1,99	19,27
	Max	13,37	82,49	77,07	5,9	19,52	51,6	1,62	11,22	105,1
	$\chi$	10,15	44,91	45,65	2,91	13,90	43,63	1,01	6,74	52,71
Humoglej 8	Min	9,98	20,9	28,67	2,24	7,82	33,2	0	2,21	42,17
	Max	12,57	37,39	40,37	13,02	18,47	56,27	1,55	12,23	137,57
	$\chi$	11,27	27,60	33,31	5,62	13,52	45,47	0,71	7,23	81,61
Kambisol 2	Min	9,97	15,18	30,27	6,08	6,32	43,4	0,38	4,2	83,6
	Max	19,29	27,25	32,13	6,15	7,22	45,86	0,47	4,36	87,58
	$\chi$	14,63	21,22	31,20	6,12	6,77	44,63	0,43	4,28	85,59
Pseudoglej 2	Min	10,77	14,43	26,97	4,8	5,3	36,27	0	3,5	82,47
	Max	11,05	16,2	27,53	6,3	7,38	36,87	0,3	5,87	86,7
	$\chi$	10,91	15,32	27,25	5,55	6,34	36,57	0,15	4,69	84,59
Solonjec 2	Min	12,51	18,9	23,3	7,83	8,81	34,83	0	3,51	79,03
	Max	12,58	25,51	36,8	12,84	13,63	48,07	1,65	7,89	82,27
	$\chi$	12,55	22,21	30,05	10,34	11,22	41,45	0,83	5,70	80,65
Solončak 1		6,32	25,89	24,52	1,54	7,77	19,08	0,34	1,09	10,04
Arenosol 1		3,91	31,81	32,1	0,89	9,65	19,47	0,68	0,98	6,87
$\Sigma$ 50	Min	3,91	14,43	23,30	0,89	5,30	19,08	0,00	0,98	6,87
	Max	19,29	82,49	77,07	13,02	19,52	68,63	2,05	12,23	177,67
	$\chi$	10,79	28,14	34,62	5,78	10,57	41,10	0,63	4,99	73,94
MDK, MAC				100			50	3		100

$\chi$  Srednja vrednost;  $\chi$  Mean value

MDK Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja Službeno Glasnik RS 23/1994.

MAC Rules on allowed concentrations of harmful and hazardous substances in soil and irrigation water and methods of testing, Official Gazette of the Republic of Serbia 23/1994.

Ukupni sadržaj Cu (Tab. 2) pokazuje prisustvo ovog elementa iznad MDK na dva lokaliteta (Vršac Vršačke planine i Petrovaradin-Trandžament). Ovako visok sadržaj, potencijalno pristupačnog i pristupačnog sadržaja Cu, isključivo su rezultat dugogodišnje primene plavog kamena  $\text{Cu}(\text{SO}_4)_2$  u zaštiti vinove loze. U cilju zaštite zagađenja naših vina ovim elementom trebalo bi u zaštiti vinove loze ili voćnjaka izostaviti primenu fungicida na bazi Cu. U ostalim tipovima zemljišta sadržaj Cu je na nivou koji obezbeđuje normalan rast i razvoj biljaka.

Istraživanja sadržaja Co (Tab. 2) pokazuju da zemljišta Vojvodine imaju ukupni sadržaj ovog elementa ispod MDK, a da je stanje potencijalno pristupačnog sadržaj na nivou koji omogućava snabdevanje biljaka potrebnim količinama Co.

Sadržaj Pb i Cd na svim ispitivanim lokalitetima je ispod MDK. Ispitivanja potencijalno pristupačnog i pristupačnog sadržaja Pb pokazuju da se ono nalazi u lakorazgradivim mineralima, ali da je pristupačni sadržaj na nivou sadržaja koji srećemo u ostalim zemljištima, odnosno da nema opasnosti od eventualnog zagađenja biljaka i biljnih proizvoda ovim elementom. Istraživanja potencijalno pristupačnog sadržaja i pristupačnog sadržaja pokazala su da se sadržaj Cd nalazi na granici detekcije primenjene metode, odnosno da na svim lokalitetima ovaj elemenat ne može biti uzrok bilo kakvog zagađenja biljaka i biljnih proizvoda.

Ispitivanja sadržaja Ni (Tab. 3) pokazuju da je na nekoliko lokaliteta, sadržaj Ni iznad MDK (Službeni glasnik Republike Srbije, 1994) koji iznosi 50 mg/kg. Ispitivanja potencijalno pristupačnog i pristupačnog sadržaja pokazuju da ovaj povišeni sadržaj Ni nije rezultat zagađenja, nego je geohemijskog porekla, jer je sadržaj pristupačnog Ni na nivou ili ispod sadržaja kod ostalih lokaliteta. Ispitivanja sadržaja Cr na nekoliko lokaliteta (Tab. 3) pokazuju prisustvo Cr iznad MDK, ali je pristupačnost Cr je na nivou ili ispod nivoa ostalih lokaliteta i tipova zemljišta.

Tab. 4. Mikrobiološke osobine zemljišta ispitivanih lokaliteta  
Tab. 4. Microbiological soil properties of selected locations

Varijaciona širina i $\chi$ Variation range and $\chi$	Azotobacter $10^1$	Amonifikatori $10^6$	Ukupni broj $10^6$	Oligonitrofil $10^5$	Actinomyces $10^3$	Gljive $10^3$	Dehidrogenaza ugTPF/g
Min	0	2,2	2,1	19,9	2,3	0	128
Max	383,8	457,6	180,7	417,4	62,4	104	1398
$\chi$	4,9	65,9	35,6	170,1	24,5	18	526

$\chi$  Srednja vrednost;  $\chi$  Mean value

Zastupljenost mikroorganizama, njihov međusobni odnos i enzimatska aktivnost, pokazatelji su potencijalne i efektivne plodnosti zemljišta. Na aktivnost



mikroorganizama u agroekološkim sistemima utiču svojstva zemljišta, klimatski uslovi, agromeliorativne mere, biljna vrsta, sadržaj pesticida i teških metala, kao i međusobni odnos mikrobne populacije.

Na osnovu ispitivanih parametara (ukupan broj mikroorganizama, *Azotobacter*, amonifikatori, oligonitrofilni *Actinomycetes*, gljive i aktivnost dehidrogenaze) možemo konstatovati da istraživanih 50 lokaliteta zemljišta Vojvodine imaju zadovoljavajuću biološku aktivnost (Tab. 4), koja omogućava kvalitetnu razgradnju organske materije i proticanje mikrobioloških procesa mineralizacije organskih rezervi biogenih elemenata. Ova činjenica potvrđuje mogućnost proizvodnje visokokvalitetne hrane na poljima Vojvodine.

### ***Produkti gorenja nafte i derivata i ostaci pesticida***

Ispitivanje sadržaja ostataka 17 aktivnih materija pesticida koji se najčešće koriste u ratarsko-povrtarskoj proizvodnji pokazuje da je njihov prosečni sadržaj daleko ispod MDK za najosetljivije biljne vrste.

*Tab. 5. Koncentracija ostataka pesticida u zemljištima ispitivanih lokaliteta*  
*Tab. 5. Concentration of pesticides residues in soils of selected locations*

Pesticid Pesticide	Pozitivni nalazi Positive Results %	Srednja vrednost Average mg kg <sup>-1</sup>	Min mg kg <sup>-1</sup>	Max mg kg <sup>-1</sup>
4,4' DDD	66	2,43	0,06	66,23
4,4' DDE	92	3,01	0,01	56,13
4,4' DDT	76	5,60	0,23	45,28
ALDRIN	76	2,71	0,05	48,19
α-HCH	68	1,11	0,05	14,53
β-HCH	50	0,83	0,02	17,18
Chlordan	64	3,33	0,09	78,23
Diazinon	36	3,32	2,16	36,13
Dieldrin	82	2,48	0,22	57,13
Endrin	80	3,81	0,19	43,56
Endrin aldehyde	84	2,00	0,07	45,23
Hertachlor epoxide	80	1,76	0,16	38,56
Lindan	92	4,05	0,27	38,86
Alachlor+heptachlor	48	2,69	0,18	66,70
Atrazin	58	11,30	1,23	174,33
Prometryn	26	3,95	4,88	82,23
Symazin	0	0	0	0

Tab. 6. Hemijska svojstva vode za navodnjavanje  
 Tab. 6. Chemical irrigation water properties

Poreklo vode Origin of water	Lokalitet Location	Suvi ostatak Dry residue mg l <sup>-1</sup>	Klasa vode Class of water	SAR	pH	EC <sub>w</sub> 25°C dS/m	Anjoni mmol / l				Katjoni mmol / l			
							CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
bunar	DP Palić	340	C2S1	0.93	7,15	0,445	0	4,40	0,5	0,31	1,37	0,05	1,87	2,46
kanal	PIK Bečej	850	C3S1	1.43	7,24	1,005	0	4,69	3,0	5,53	3,04	0,08	4,20	4,76
bunar	R. Šančevi	640	C3S1	3.15	7,36	0,953	2,14	3,70	1,9	1,13	4,10	0,11	0,99	2,38
kanal	R. Krstur	275	C2S1	0.58	7,13	0,476	0	2,30	1,75	0,35	0,75	0,11	1,85	1,43
Jegrička	Žabalj	341	C2S1	2.08	6,12	0,517	0	3,14	1,85	0,92	2,71	0,15	1,39	2,03
bunar	Čoka	364	C2S1	5.79	7,35	0,521	0	3,99	0,15	0,24	4,92	0,05	0,39	1,07
kanal	Stari Bečej	523	C2S1	1.33	6,27	0,704	1,46	3,09	2,10	0,87	2,32	0,15	2,68	3,41
Tisa	Novi Bečej	213	C2S1	0.44	6,15	0,402	0	1,49	0,75	4,35	0,46	0,09	1,53	0,68
bunar	Zrenjanin	831	C3S2	11.54	7,78	1,068	1,62	6,83	1,90	0,16	12,23	0,06	0,31	1,93
kanal	Vršac	479	C3S1	2.82	7,74	0,786	1,52	3,06	2,35	1,91	3,83	0,10	0,89	2,84
Bosut	Morović	375	C2S1	0.76	7,66	0,616	0	3,60	2,50	0,68	1,11	0,16	2,04	2,21

### ***Kvalitet vode za navodnjavanje***

Kontrola kvaliteta vode neophodna je na zemljištima koja se navodnjavaju, kao i na zemljištima kod kojih je visok nivo podzemne vode. Upotrebom vode za navodnjavanje lošeg kvaliteta, ili prisustvom mineralizovane podzemne vode, može doći do pojave štetnih procesa u zemljištu u smislu njegove salinizacije i/ili alkalizacije. Rezultati ispitivanja hemijskih svojstava vode za navodnjavanje prikazani su u Tab. 6. pH vrednost ispitivanih uzoraka kretala se u granicama od slabo kisele do slabo alkalne reakcije (6,12 do 7,78 pH). Vrednosti ukupne koncentracije jonizovanih sastojaka i jonskog bilansa, ukazuju da je većina ispitivanih uzoraka vode za navodnjavanje ujednačenog kvaliteta i spada u C2S1 klasu prema klasifikaciji US Salinity Laboratory. To je srednje slana voda sa malim sadržajem natrijuma, i može se upotrebiti za navodnjavanje većine zemljišta u Vojvodini ako postoje uslovi za ispiranje srednjeg intenziteta. Upotrebom ovakve vode za navodnjavanje ne postoji opasnost od pojave štetnog nivoa adsorbovanog Na u zemljištu. Nešto povećana koncentracija soli uočena je kod uzoraka vode sa lokaliteta iz kanala za navodnjavanje kod PIK Bečej i DP Vršački ritovi, kao i iz bunara kod Rimskih Šančeva. Ove vode spadaju u C3S1 klasu i mogu se koristiti za navodnjavanje izuzetno dreniranih zemljišta. Voda iz bunara kod Zrenjanina spada u C3S2 klasu, što ukazuje na njen nešto veći salinitet i alkalitet u odnosu na ostale uzorke. To je voda sa srednjim sadržajem natrijuma, koji može da predstavlja opasnost od alkalizacije u uslovima slabog dreniranja zemljišta.

Na osnovu naših rezultata kao i rezultata ranijih ispitivanja kvaliteta voda koje se koriste za navodnjavanje može se konstatovati da je većina površinskih voda Vojvodine umereno zaslanjena i uglavnom pripada klasi C2, a u znatno manjoj meri slanim vodama tj. klasi C3. Opasnost od pojave štetne adsorpcije natrijuma nije u značajnoj meri izražena, skoro sve vode se mogu svrstati u klasu S1, odnosno vode sa malim sadržajem natrijuma.

### **ZAKLJUČAK**

Na osnovu sprovedenih istraživanja 50 lokaliteta u Vojvodini, koja su imala za cilj dobijanje početne slike o stanju plodnosti i eventualnoj degradaciji zemljišta u Vojvodini, usled izostavljanja primene đubriva i eventualnog oštećenja zemljišta u pogledu sadržaja organskih zagađivača pesticida i produkata gorenja nafte i naftnih derivata, možemo zaključiti da Vojvodina predstavlja pogodno područje za proizvodnju visoko vredne, kvalitetne i zdravstveno bezbedne hrane.

Ispitivanja potencijalno pristupačnog Ni, Cd i Cr, ukazuju da je visok ukupan sadržaj ovih elemenata na nekoliko lokaliteta u Vojvodini geohemijskog porekla i iz tog razloga, ne postoji opasnost da ovi teški metali preko biljaka uđu u lanac ishrane, kao ni da usled ispiranja zagade nadzemne i podzemne vode. Problem može da predstavlja visok sadržaj pristupačnog, i ukupnog sadržaja bakra, koji je izmeren na dva lokaliteta u Vojvodini, na kojima se više decenija koristi plavi kamen ( $\text{Cu}(\text{SO}_4)_2$ ) u zaštiti vinove loze.

Ispitivanja kvaliteta vode za navodnjavanje pokazuju da je većina površinskih voda Vojvodine umereno zaslanižena i da opasnost od pojave štetne adsorpcije natrijuma nije u značajnoj meri izražena.

#### LITERATURA

- Albert E. (2001): Effect of long-term different mineral and organic fertilization on yields, humus content, net N-mineralization and balance. *Arch Acker-Pfl. Boden.*, 46: 197-21.
- Hadžić V. i sar. (1996): Osnova zaštite, korišćenja i zređenja poljoprivrednog zemljišta opštine Bački Petrovac. Republički fond za zaštitu, korišćenje, unapređenje i uređenje poljoprivrednog zemljišta Srbije, Beograd, 1-323.
- Kastori R. i sar. (1993): Teški metali i pesticidi u zemljištu-Teški metali i pesticidi u zemljištima Vojvodine. Poljoprivredni fakultet, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 1-312.
- Leita L., Nobili M., De Mondini C., Muhlbachova G., Marchiol L., Bragato G., Contin M. (1999): Influence of inorganic and organic fertilization on soil microbial biomass, metabolic quotient and heavy metal bioavailability. *Biol. Fertil. Soils*, 28: 371-376.
- McBride M.B. (1989): Reactions controlling heavy metal solubility in soils. *Adv. Soil Sci.* 101-56.
- Molnar I., Stevanović M. (1986): Proučavanje uticaja organskog i mineralnog đubrenja na prinos ratarskih kultura i hemijske osobine zemljišta. Zbornik radova sa naučnog skupa Čovek i biljka, Matica Srpska, Novi Sad, 121-129.
- Oldeman L.R., Hakkeling R.T.A., Sombroek W.G. (1990): World map of human-induced soil degradation. ISRIC, Wageningen, The Netherlands, UNEP, Nairobi.
- Reeves D.W. (1997): The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil & tillage Research* 43, 131-167.
- Službeni Glasnik RS 23 (1994): Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja.
- Škorić A. (1986): Postanak, razvoj i sistematika tla, Zagreb.
- Živković B. (1972): Zemljišta Vojvodine. Institut za poljoprivredna istraživanja, Novi Sad.

## **QUALITY CONTROL OF AGRICULTURAL SOILS AND IRRIGATION WATER IN VOJVODINA PROVINCE**

**Čuwardić, Maja<sup>1</sup>, Hadžić, V.<sup>1</sup>, Sekulić, P.<sup>2</sup>, Kastori, R.<sup>1</sup>, Belić, M.<sup>1</sup>,  
Govedarica, M.<sup>1</sup>, Nešić, Ljiljana<sup>1</sup>, Pucarević, Mira<sup>2</sup>, Vasić, J.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Novi Sad

<sup>2</sup>Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

### **SUMMARY**

The first global estimate of the fertility status and levels of hazardous and harmful substances in the soils of Vojvodina was made in 1992-1993. A total of 1,600 samples were analyzed, each representing an area of 1,000 ha. The study showed Vojvodina to be a very suitable area for the production of safe foods.

However, a series of unfavorable circumstances that befell our country in the last 10 years (absent or inadequate fertilizer and pesticide use, 1999 spillage of hazardous and harmful substances in Pančevo and Novi Sad and Novi Sad oil refinery fires) made it necessary to re-test all 1,600 of these samples throughout Vojvodina. The Executive Council of the Province of Vojvodina funded the analysis of 50 soil samples and 10 irrigation water samples from the province. This repeated study involved all the parameters included in the 1992-1993 one, but devastation caused by the 1999 NATO bombardment made it imperative to put special emphasis on testing for the presence in the soil of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) as by-products of combustion of oil and oil derivatives.

Based on the results of analyses carried out thus far to obtain an initial overall picture of the fertility status and possible soil degradation of the soils of Vojvodina resulting from inadequate fertilizer use and potential soil damage by organic pollutants (pesticides and by-products of burning oil and oil derivatives), we can conclude that the province of Vojvodina is a suitable area for the production of high-value, high-quality safe food by domestic and EU standards.

**KEY WORDS:** soil quality, microbiological activity, organic pollutants, soil fertility, heavy metals