

"Zbornik radova", Sveska 42, 2006.

**Originalni naučni rad - Original scientific paper**

***SADRŽAJ MIKROELEMENATA I TEŠKIH METALA U  
POLJOPRIVREDNIM I NEPOLJOPRIVREDNIM ZEMLJIŠTIMA BANATA***

***Brankov, M.<sup>1</sup>, Ubavić, M.<sup>1</sup>, Sekulić, P.<sup>2</sup>, Vasin, J.<sup>2</sup>***

**IZVOD**

U uzorcima nekoliko reprezentativnih tipova poljoprivrednog zemljišta (černozem, humoglej, solonjec, kambisol i fluvisol) Banata, uzetih sa dvadeset lokaliteta, i nepoljoprivrednog zemljišta (rezervati prirode, park prirode, industrijske zone) određivan je sadržaj mikroelemenata i teških metala. Sadržaj mikroelemenata u poljoprivrednim zemljištima pokazuje da nijedan tip zemljišta ne pokazuje deficit u Cu, Mn, Zn, i Co, a takođe ni jedan mikroelement ne prelazi MDK sem u okolini Vršca gde je količina bakra malo iznad MDK. Za nepoljoprivredna zemljišta važi isto napred rečeno čak i za bakar koji u okolini Vršca prelazi MDK. Sadržaj teških metala u ispitivanim poljoprivrednim zemljištima ni u jednom uzorku ne prelazi MDK, što se može reći i za nepoljoprivredna zemljišta.

**KLJUČNE REČI:** poljoprivredno zemljište, nepoljoprivredno zemljište, mikroelementi, teški metali.

**Uvod**

Većina mikroelemenata spada u grupu teških metala za koje je karakteristično da u većim količinama deluju toksično na biljke, životinje i čoveka. Ponašanje mikroelemenata u zemljištu uslovljeno je mnogim faktorima i svi oni zajedno ili posebno mogu biti presudni za sadržaj i dinamiku mikroelemenata (Ubavić i sar., 1995).

Ubavić i sar. (1993) su iz 1609 uzoraka zemljišta Vojvodine zaključili da sadržaj teških metala i nekih drugih elemenata (B, F) nisu ni približno dostigla zakonom dozvoljen sadržaj. Izuzetak čini bakar čiji je sadržaj prešao dozvoljenu

---

1 Milan Brankov, prof. dr M. Ubavić, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

2 Dr Petar Sekulić, mr Jovica Vasin, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

granicu u svega 10 uzoraka ili 0,62% ispitivanog broja uzoraka. Otuda proizilazi da su zemljišta Vojvodine dobra za proizvodnju zdravstveno bezbedne hrane.

Bogdanović i sar. (1993) navodi da su glavni izvori teških metala kao zagađivača zemljišta matični supstrat na kome je zemljište formirano i antropogena zagađenja. Matični supstrat je prirodni izvor teških metala u zemljištu na koji čovek ne može bitno da utiče. Razvojem industrije antropogeni izvori teških metala su postali značajni zagađivači zemljišta. Mineralna đubriva, posebno herbicidi, sadrže različite kombinacije teških metala. Zemljišta se razlikuju međusobno po ograničenom kapacitetu za vezivanje teških metala, a značajniji činioci koji utiču na kapacitet su pH vrednost, količina i tip gline, organska materija, oksidi Fe, Al, Mn i redoks potencijal. Teški metali u zemljištu mogu preći u teško rastvorljiva jedinjenja koja su kao takva teško dostupna biljkama i na taj način se isključuju iz biološkog kruženja. Drugi deo teških metala može obrazovati lakorastvorljiva jedinjenja koja se navodnjavanjem mogu spustiti u dublje slojeve zemljišta. Vezivanje teških metala u zemljištu zavisi od pH zemljišta i anjonskog sastava zemljišnog rastvora. Tako se u kiselim zemljištima prvenstveno vezuju cink i živa a u alkalnim kadmijum i kobalt. U neutralnim i alkalnim zemljištima pokretljivost teških metala je manja nego u kiselim. Teški metali nakon dospevanja u zemljište se obično zadržavaju u površinskom, humusnom sloju i veoma teško se odstranjuju iz zemljišta.

Vasin i sar. (2004) su u ispitivanju nepoljoprivrednog zemljišta pod različitim vidovima zaštite (nacionalni park Fruška gora, rezervati prirode, park prirode) i zemljište koje se planira da bude zaštićeno prirodno dobro (Titelski breg, Subotičko-Horgoška pešćara, Koviljsko-Petrovaradinski rit, Biserno ostrvo i Jegrička) odredili sadržaj biogenih mikroelemenata i teških metala sa pretežno toksičnim dejstvom (Cu, Zn, Fe, Mn).

Ukupan sadržaj Cu u nepoljoprivrednom zemljištu iznad maksimalno dozvoljene količine ustanovljen je samo u dva uzorka i to na lokalitetima "Vršačke planine" i "Koviljsko-Petrovaradinski rit". Uzrok zagađenja može biti dugogodišnje tretiranje vinove loze bakar sulfatom (Vasin i sar. 2004).

Sadržaj Zn u nepoljoprivrednom zemljištu je daleko ispod maksimalno dozvoljenog sadržaja, te je zemljište nezagađeno ovim elementom (Vasin i sar. 2004).

Ukupan sadržaj Fe u nepoljoprivrednom zemljištu na svim ispitivanim lokalitetima je visok, što je posledica pedogeneze zemljišta i geološke podloge na kojoj su zemljišta obrazovana (Vasin i sar. 2004).

Merenje sadržaja ukupnog Co koji pripada i grupi mikroelemenata ali i grupi teških metala, pokazuje da nepoljoprivredna zemljišta pod različitim vidovima zaštite imaju ukupan sadržaj ovogelementa ispod maksimalno dozvoljene koncentracije (Vasin i sar. 2004).

Ukupan sadržaj Mn u uzorcima nepoljoprivrednog zemljišta ne prelazi maksimalno dozvoljenu koncentraciju prema zakonskoj regulativi. Na lokalitetu Fruška Gora je u dva uzorka izmeren povećan sadržaj Mn u odnosu na druge lokalitete, što se može objasniti matičnim supstratom na kome je zemljište obrazovano, reakcijom zemljišta (izrazito kiselo) i oksido-redukcionim uslovima koji su, zapravo, osnovni razlog njegovog povećanog sadržaja (Vasin i sar. 2004).

Sadržaj ukupnog Pb u svim uzorcima nepoljoprivrednog zemljišta je ispod maksimalno dozvoljene koncentracije. Zagađenje zemljišta olovom je najčešće antropogenog porekla, a kako ispitivani lokaliteti nisu u blizini prometnih puteva, rudnika i drugih zagađivača, zagađenje olovom nije ni očekivano (Vasin i sar. 2004).

Prema merenjima iz uzoraka nepoljoprivrednog zemljišta na svim ispitivanim lokalitetima sadržaj Cd je ispod maksimalno dozvoljene koncentracije (Vasin i sar. 2004).

### **Materijal i metod rada**

Da bi se uspešno proverili postavljeni ciljevi uzeti su uzorci poljoprivrednog i nepoljoprivrednog zemljišta Banata. Uzorci su uzimani sondom korišćenjem pedološke karte Vojvodine kako bi bili uzorkovani svi tipovi zemljišta sa određenih lokaliteta.

Sa poljoprivrednog zemljišta je uzeto dvadeset uzoraka sa dvadeset lokaliteta na dubini 0-30 cm. Uzorci su uzimani u junu mesecu pa su zemljišta uglavnom bila pod usevima kukuruza, suncokreta, soje i pšenice.

Najveći broj uzoraka tj. 11 je uzet sa najzastupljenijeg poljoprivrednog zemljišta tipa černozem, 5 uzoraka sa ritske crnice-humogleja, 2 sa solonjeca, 1 sa fluvisola i 1 sa kambisola.

Sa nepoljoprivrednog zemljišta je uzeto trinaest uzoraka sa trinaest lokacija na dubini 0-30 cm.

Uzorci su uzimani sondom, na licu mesta pakovani u polietilenske vreće i zatim transportovani do laboratorije.

Sadržaj pristupačnih mikroelemenata i ukupan sadržaj teških metala je određivan na ICP-u (indukovano kuplovana plazma).

### **Rezultati i diskusija**

Iz dobijenih rezultata (tabela 1.) vidi se da su vrednosti pristupačnog bakra za sve ispitivane tipove zemljišta približne, sem za kambisol gde je dobijena vrednost i do 5 puta veća od ostalih tipova. Sadržaj pristupačnog mangana je ujednačen u svim tipovima zemljišta sem u kambisolu koji u odnosu na ostale tipove ima veću vrednost za 1,5 do 2 puta. Svi tipovi zemljišta imaju ujednačen sadržaj pristupačnog cinka izuzev humogleja koji je za 20% veći nego u černozemu, što se slaže sa rezultatima Ubavić-a (1993.) Sadržaj kobalta je takođe ujednačen za sve tipove zemljišta.

Prema podacima iz (tabela 2.) na nepoljoprivrednom zemljištu najveći sadržaj bakra utvrđen je u okolini Vršca. Razlog tako visoke količine bakra u zemljištu pod vinogradima je usled dugogodišnjeg tretiranja vinove loze bakar-sulfatom. Obe industrijske zone i Zrenjanin i Pančevo imaju podjednak sadržaj bakra. Po pitanju sadržaja mangana ispitivana zemljišta imaju dosta nejednak sadržaj ovog mikroelementa. Sadržaj cinka je u svim uzorcima daleko ispod maksimalno dozvoljene koncentracije. Sadržaj kobalta je dosta ujednačen za sve tipove ispitivanog zemljišta.

Tab. 1. Sadržaj pristupačnog Cu, Mn, Zn, Co u poljoprivrednim zemljištima Banata  
 Tab. 1. The contents available Cu, Mn, Zn, Co of agricultural soils of the Banat region

Tip zemljišta i lokalitet Type of soil and locality	Cu mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg	Co mg/kg
Černozem - Crna bara (Čoka)	21.47	555.67	64.1	11.92
Černozem - Kikinda	46.8	567.33	59.93	12.65
Černotem - Begejci	21.43	446	61.53	14.15
Černozem - Zrenjanin	21.83	478	64.13	16.02
Černozem - Orlovat	20.1	474.67	60.4	13.65
Černozem - Kozjak (Novi Kozjak)	18.2	469.33	59.7	15.48
Černozem - Idvor	21.13	556.33	66.13	15.95
Černozem - Padina	38.93	461.33	62.07	15.22
Černozem - Crepaja	21.8	437.67	66.67	14.18
Černozem - Deliblato	12.7	355.67	42.33	9.78
Černozem - Bavanište	19.47	457.33	58.47	13.78
<b>Černozem - prosek (average)</b>	<b>23.98</b>	<b>478.12</b>	<b>60.5</b>	<b>14.77</b>
Humoglej - Banatsko Arandjelovo	28.1	441	69.1	12.72
Humoglej - Rusko selo	27.8	370.67	69.67	11.78
Humoglej - Torda	29.5	477	76.47	16.02
Humoglej - Vršački ritovi	31.27	191.33	98.97	15.82
Humoglej - Ilandža	19.97	324	58.17	17.42
<b>Humoglej - prosek (average)</b>	<b>27.33</b>	<b>360.8</b>	<b>74.47</b>	<b>14.75</b>
Solonjec - Kumane	35.8	666.33	89.97	19.58
Solonjec - Boka	25.1	304.97	68.43	11.28
<b>Solonjec - prosek (average)</b>	<b>30.45</b>	<b>485.65</b>	<b>79.2</b>	<b>15.43</b>
Fluvisol - Sanad	33.1	434.67	62.97	14.48
<b>Fluvisol - prosek (average)</b>	<b>33.1</b>	<b>434.67</b>	<b>62.97</b>	<b>14.48</b>
Kambisol - Vršac	116.63	725	77.63	17.58
<b>Kambisol - prosek (average)</b>	<b>116.63</b>	<b>725</b>	<b>77.63</b>	<b>17.58</b>

Tab. 2. Sadržaj pristupačnog Cu, Mn, Zn, Co u nepoljoprivrednim zemljištima Banata  
 Tab. 2. The contents available Cu, Mn, Zn, Co of non-agricultural soils of the Banat region

Lokalitet Locality	Lokacija Location	Cu mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg	Co mg/kg
Specijalni rezervat prirode "Stari Begej - Carska bara"	Tegelica	54.26	662.3	154.92	15.93
	Mali Sikilj	31.95	213.61	89.13	7.62
	Botoški rit	6.99	181.56	27.08	5.74
Specijalni rezervat prirode "Deliblatska peščara"	Lipar	7	293.88	31.77	6.77
	Šušarski pašnjaci	9.93	406.38	37.6	8.63
Specijalni rezervat prirode "Velike droplje"	Milina bara	38.07	367.81	95.05	12.74
Specijalni rezervat prirode "Slano Kopovo"	Između Kopova	14.51	784.31	38	11
	Slano Kopovo	22.23	702.07	54.51	10.68
Regionalni park "Vršacke planine"	Padina prema Mesiću	138.68	887.63	56.66	17.16
	Vršacka kula	14.61	684.73	81.52	13.49
Park prirode "Ponjavica"	Banatski Brestovac	13	296.05	47.09	7.73
Industrijska zona Pančevo	Azotara	27.44	552.31	97.36	13.05
Industrijska zona Zrenjanin	Uljara	30.47	767.13	82.56	14.11

Na osnovu dobijenih rezultata (tabela 3.) sadržaj ukupnog olova je ispod maksimalno dozvoljene koncentracije oko 4 puta (tabela 5.). Sadržaj nikla je takođe ispod maksimalno dozvoljene koncentracije (tabela 5.) za sve tipove zemljišta. Količina ukupnog hroma je za sve tipove ispitivanog zemljišta ispod maksimalno dozvoljene koncentracije, (do 3 puta manja), (tabela 5.). Sadržaj kadmijuma je takođe za sve tipove ispitivanog zemljišta ispod maksimalno dozvoljene koncentracije (tabela 5.), tako da se može zaključiti da su ispitivani tipovi zemljišta pogodni za proizvodnju zdravstveno bezbedne hrane.

Tab. 3. Sadržaj ukupnog Pb, Ni, Cr, Cd u poljoprivrednim zemljištima Banata  
 Tab. 3. The contents total Pb, Ni, Cr, Cd of agricultural soils of the Banat region

Tip zemljišta i lokalitet Type of soil and locality	Pb mg/kg	Ni mg/kg	Cr mg/kg	Cd mg/kg
Černozem - Crna bara (Čoka)	21.9	30.13	14.87	1.07
Černozem - Kikinda	20.17	29.4	13.9	0.87
Černotem - Begejci	21.77	30.03	15.9	1.13
Černozem - Zrenjanin	24	35.53	17.33	1.5
Černozem - Orlovat	17.87	32.57	18.2	1.27
Černozem - Kozjak (Novi Kozjak)	18.63	33.23	16.3	1.63
Černozem - Idvor	18.3	36.13	19.83	1.27
Černozem - Padina	21.77	33.47	13.52	1.93
Černozem - Crepaja	19.6	32.33	19.53	1.57
Černozem - Deliblato	10.43	25.03	13.33	1.17
Černozem - Bavanište	17.5	31.13	19	1.53
<b>Černozem - prosek (average)</b>	<b>19.27</b>	<b>31.72</b>	<b>16.52</b>	<b>1.36</b>
Humoglej - Banatsko Arandjelovo	18.67	35.37	16.43	0.77
Humoglej - Rusko selo	22.67	38.23	21.2	1
Humoglej - Torda	24.53	41.1	21.9	1.1
Humoglej - Vršački ritovi	24.97	46.47	28.1	1.33
Humoglej - Ilandža	21.3	31.97	13.2	2.23
<b>Humoglej - prosek (average)</b>	<b>22.43</b>	<b>38.63</b>	<b>20.17</b>	<b>1.28</b>
Solonjec - Kumane	30.73	49.17	33.9	0.9
Solonjec - Boka	21.77	30.5	22.93	0.97
<b>Solonjec - prosek (average)</b>	<b>26.25</b>	<b>39.83</b>	<b>28.41</b>	<b>0.93</b>
Fluvisol - Sanad	21.8	31.1	11	1.47
<b>Fluvisol - prosek (average)</b>	<b>21.8</b>	<b>31.1</b>	<b>11</b>	<b>1.47</b>
Kambisol - Vršac	20.7	32.73	29.6	1.13
<b>Kambisol - prosek (average)</b>	<b>20.7</b>	<b>32.73</b>	<b>29.6</b>	<b>1.13</b>

Tab. 4. Sadržaj ukupnog Pb, Ni, Cr, Cd u nepoljoprivrednim zemljištima Banata  
 Tab. 4. The contents total Pb, Ni, Cr, Cd of non-agricultural soils of the Banat region

Lokalitet Locality	Lokacija Location	Pb mg/kg	Ni mg/kg	Cr mg/kg	Cd mg/kg
Specijalni rezervat prirode "Stari Begej - Carska bara"	Tegelica	65.14	41.88	67.19	0.74
	Mali Sikilj	36.55	24.79	28.68	0.57
	Botoški rit	6.32	16.85	13.58	1.14
Specijalni rezervat prirode "Deliblatska peščara"	Lipar	11.67	24.97	17.67	0.61
	Šušarski pašnjaci	15.23	27.92	23.68	0.16
Specijalni rezervat prirode "Velike droplje"	Milina bara	25.41	38.12	37.18	0.44
Specijalni rezervat prirode "Slano Kopovo"	Između Kopova	19.53	22.87	18.42	0.14
	Slano Kopovo	21.46	30.07	25.39	0.44
Regionalni park "Vršačke planine"	Padina prema Mesiću	28.5	31.11	30.29	0.24
	Vršačka kula	19.56	24.6	29.75	0.41
Park prirode "Ponjavica"	Banatski Brestovac	10.49	22.79	19.01	0.91
Industrijska zona Pančevo	Azotara	26.83	50.38	32.83	1.04
Industrijska zona Zrenjanin	Uljara	19.07	44.23	32.64	1.21

Prema tabeli 4. sadržaj olova za sva ispitivana nepoljoprivredna zemljišta je ispod maksimalno dozvoljene koncentracije. Najviši sadržaj olova imaju zemljišta specijalnog rezervata prirode "Carska bara" ali je i on dosta niži od maksimalno dozvoljene koncentracije (tabela 5). Količina nikla je u svim uzorcima ispitivanog zemljišta ispod maksimalno dozvoljene količine sem u industrijskoj zoni Pančevo gde je količina nikla malo iznad maksimalno dozvoljene količine (tabela 5). Sadržaj hroma u ispitivanim zemljištima je 3 do 4 puta manji od maksimalno dozvoljene količine. Sadržaj kadmijuma je na svim ispitivanim lokalitetima daleko ispod maksimalno dozvoljene količine (tabela 5).

Tab. 5. *Maksimalno dozvoljena količina opasnih i štetnih materija ("Službeni glasnik RS", br. 49/92)*

Tab. 5. *Maximum permit quantity of dangerous and harmful substance ("Official register RS" N° 49/92)*

Redni broj N°	Hemijski elementi Chemical el.	MDK u zemljištu MPQ in earth mg/kg zemlje	MDK u H <sub>2</sub> O MPQ in H <sub>2</sub> O mg/lit. H <sub>2</sub> O
1	Kadmijum-Cd	do 3	do 0,01
2	Olovo-Pb	do 100	do 0,1
3	Živa-Hg	do 2	do 0,001
4	Arsen-As	do 25	do 0,05
5	Hrom-Cr	do 100	do 0,5
6	Nikl-Ni	do 50	do 0,1
7	Flour-F	do 300	do 1,5
8	Bakar-Cu	do 100	do 0,1
9	Cink-Zn	do 300	do 1,0
10	Bor -B	do 50	do 1,0

### ZAKLJUČAK

- Na osnovu ispitivanja sadržaja pristupačnog Cu, Mn, Zn, Co i ukupnog sadržaja Pb, Ni, Cr, Cd u poljoprivrednim i nepoljoprivrednim zemljištima Banata mogu se izvesti sledeći zaključci
- Sadržaj mikroelemenata u ispitivanim poljoprivrednim zemljištima pokazuje da nijedan tip zemljišta nema nedostatak ispitivanih mikroelemenata. Količina bakra je za sve tipove zemljišta ujednačena sem za kambisol gde prelazi maksimalno dozvoljenu koncentraciju.
- U zemljištu tipa kambisol iz okoline Vršca izmeren je veći sadržaj Cu od MDK.
- Sadržaj mangana je u svim tipovima zemljišta dosta ujednačen sem u kambisolu gde je izmeren viši. Sadržaj cinka je za sve tipove zemljišta ujednačen kao i sadržaj kobalta. U nepoljoprivrednim zemljištima najveći sadržaj bakra je utvrđen u okolini Vršca. Sadržaj mangana je dosta neujednačen, a kobalta ujednačen u ispitivanim zemljištima. Sadržaj cinka je daleko ispod maksimalno dozvoljene koncentracije.

U ispitivanim poljoprivrednim zemljištima sadržaj teških metala je ispod maksimalno dozvoljene koncentracije, za sve tipove zemljišta. Sadržaj olova i hroma je za 3-4 puta manji od MDK, pa se može reći da su ispitivani tipovi zemljišta pogodni za proizvodnju zdravstveno bezbedne hrane. U ispitivanim nepoljoprivrednim zemljištima sadržaj teških metala je daleko ispod MDK, sem za nikel koji samo u Industrijskoj zoni Pančeva iznad MDK.



## LITERATURA

- Bogdanović, D., Ubavić, M., Dozet, D. (1993): Hemijska svojstva i obezbeđenost zemljišta Vojvodine neophodnim makro elementima. Iz: Kastori R. (urednik) Teški metali i pesticidi u zemljištima Vojvodine. Poljoprivredni fakultet, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad 197-215
- Vasin, J., Selulić, P., Hadžić, V., Bogdanović, D., Pucarević, M. (2004): Stepen zagađenja nepoljoprivrednog zemljišta Vojvodine. Zbornik radova, sveska 40 Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad
- Ubavić, M., Bogdanović, D., Dozet, D., Hadžić, V., Sekulić, P., Ćirović, M. (1993): Sadržaj teških metala u zemljištima Vojvodine. Zbornik radova, sveska 21,
- Ubavić, M., Bogdanović, D. (1995): Agrohemija Poljoprivredni fak. Novi Sad
- Ubavić, M., Bogdanović, D., Hadžić, V. (1993): Osnovna hemijska svojstva zemljišta Vojvodine i mogućnost njihovog zagađenja teškim metalima. Savremena : poljoprivreda-vol.1 br.6 str. 1-510 Naučni institut za rat. i pov. Novi Sad

## ***TRACE ELEMENT AND HEAVY METAL CONTENTS OF AGRICULTURAL AND NONAGRICULTURAL SOILS IN THE REGION OF BANAT***

***Brankov, M.<sup>1</sup>, Ubavić, M.<sup>1</sup>, Sekulić, P.<sup>2</sup>, Vasin, J.<sup>2</sup>***

<sup>1</sup>Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

<sup>2</sup>Faculty of Agriculture, Novi Sad

## SUMMARY

Levels of trace elements and heavy metals were determined in samples of several representative types of agricultural soil (chernozem, humogley, solonetz, cambisol and fluvisol) taken from 20 locations in the Banat region as well as in samples of several types of nonagricultural soil (nature reserves, national parks, industrial zones). None of the agricultural soils were deficient in Cu, Mn, Zn or Co. Also, none of the trace elements exceeded the maximum allowable concentration (MAC), except for a site near Vršac, where the copper content was slightly above the MAC. The same was true of nonagricultural soils, even in the case of copper, which exceeded the MAC near Vršac. The heavy metal content did not exceed the MAC in any of the samples of either the agricultural or nonagricultural soils.

**KEY WORDS:** agricultural soil, nonagricultural soil, trace elements, heavy metals.