

ZAGAĐENJE ZEMLJIŠTA VINOGRADA BAKROM KAO POSLEDICA PRIMENE FUNGICIDA NA BAZI BAKRA

Jordana Ninkov¹, Petar Sekulić¹, Đorđe Paprić²,
Tijana Zeremski-Škorić¹, Mira Pucarević¹

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

²Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

Izvod: U ovom radu su prikazani rezultati ispitivanja sadržaja bakra u zemljištima vinograda individualnih proizvođača sa 16 relativno malih parcela u Vojvodini kao i sadržaj bakra u zemljištu vinograda Ogladnog dobra u Sremskim Karlovcima Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu, gde je posmatrano devet parcela u odnosu na tri kontrole. Rezultati istraživanja ukazuju na povišen sadržaj bakra i tendenciju zagađenja zemljišta vinograda ovim elementom, te je neophodno sprovesti racionalizaciju primene fungicida na bazi bakra. Od 16 posmatranih parcela individualnih proizvođača, 9 parcela je optrećeno povišenim sadržajem bakra a istovremeno i visokim do toksičnim sadržajem lakopristupačnog kalijuma i fosfora. Maksimalna izmerena vrednost za sadržaj bakra u ovom delu istraživanja iznosi 214,20 mg/kg, što je vrednost duplo veća od dozvoljene. Na Ogladnom dobru u Sremskim Karlovcima, sadržaj bakra u zemljištu pod vinogradom je viši u odnosu na kontrolu i pravilno se smanjuje po dubini profila, što ukazuje na antropogeno poreklo ovog elementa. Od 78 ispitivanih uzoraka, samo tri uzorka po sadržaju bakra premašuju MDK od 100 mg/kg, ali svi uzorci iz površinskog sloja 0-15cm imaju sadržaj bakra preko kritične vrednosti od 60 mg/kg, što pokazuje da je zemljište na ovim površinama potencijalno ugroženo i da treba racionalno primenjivati fungicide na bazi bakra uz monitoring zemljišta.

Cljučne reči: bakar, bakarni fungicidi, zemljište, vinogradi

Uvod

Od početka XIX veka u vinogradima Evrope preparat Bordovska čorba na bazi CuSO_4 ima tradicionalnu primenu kao zaštitno sredstvo protiv plamenjače (*Plasmopara viticola*), a kasnije pa sve do danas fungicidi na bazi bakra se koriste u vinogradima širom sveta kao i na plantažama kafe, hmelja, voćnjacima i u povrtarstvu. Intenzivna i dugotrajna primena ovih preparata ima negativni efekat na životnu sredinu jer dovodi do zagađenja zemljišta akumulacijom bakra do toksičnih koncentracija (Besnard et al., 2001), što zatim ima negativno dejstvo na zemljišni živi svet (Paoletti et al., 1998; Merrington et al., 2002), ljudsko zdravlje (Araya et al., 2006), može dovesti do fitotoksičnosti (Kabata-Pendias and Pendias, 2001) smanjenja prinosa i uticati na kvalitet vina (Mirlean et al., 2005; Garcia-Esparza et al., 2006). Istraživanja sadržaja bakra u vinogradima širom sveta ukazuju na veoma ozbiljan rizik korišćenja bakarnih preparata, koji su se do sada paradoksalno smatrali bezbednim u odnosu na ostale pesticide (Dixon, 2004). Iz navedenih razloga u Evropskoj uniji je ograničena količina primene bakarnih fungicida u organskoj proizvodnji sa 8 kg/ha Cu godišnje na 6

kg/ha godišnje EC direktivom No. 473/2002 (Garcia-Esparza et al., 2006). Cilj ovog rada je utvrđivanje stanja zemljišta u vinogradima na našim prostorima i da se ukaže na ovaj problem.

Materijal i metod rada

Uzorci zemljišta individualnih proizvođača (32 uzorka) sa 16 parcela iz Vojvodine pod vinogradima prikupljeni su 2006. godine tokom akcije kontrole plodnosti Pokrajinskog sekretarijata za poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo. Sami proizvođači su uzorkovali zemljište sa dve dubine: 0-30 i 30-60 cm po principima kontrole plodnosti, gde jedan reprezentativni uzorak predstavlja 25-30 pojedinačnih uzoraka. Posmatrani vinogradi su iz različitih katastarskih opština i sa relativno malih površina (tab. 1.). U drugom delu istraživanja sprovedeni su detaljni terenski radovi u vinogradu Ogljednog dobra za vinogradarstvo u Sremskim Karlovcima Poljoprivrednog fakulteta Novi Sad. Ova istraživanja su deo Projekta Ministarstva nauke "Kontrola i smanjenje rizika u proizvodnji zdravstveno-bezbedne hrane na zemljištima Vojvodine" br. BTN-311003B. U toku jula 2007. prikupljeno je ukupno 78 uzoraka zemljišta pomoću agrohemijske sonde sa 3 dubine: 0-15, 15-30 i 30-60 cm. Uzorci su uzimani sa 9 parcelica veličine od 0,43 ha do 0,9 ha po principima kontrole plodnosti. Po jednoj parcelici uzorci su uzimani sa 3 dubine i to iz reda pored samog čokota i između redova, tako da je sa jedne parcelice uzeto 6 uzoraka. Kao kontrola prikupljeni su uzorci sa tri površine: obližnje livade udaljene od vinograda oko 500 m na višljem terenu, uzorci sa površine pod lucerkom koje je bila pod vinogradom u prošlosti i nalazi se u sklopu vinograda i uzorci zemljišta iz tzv. "Ekološkog vinograda" gde se ne primenjuju agrotehničke mere zbog ispitivanja genetskog potencijala sorti vinove loze.

Sve laboratorijske analize predstavljene u ovom radu urađene su u Laboratoriji za zemljište i agroekologiju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo. Prikupljeni uzorci su vazdušno sušeni i samleveni mlinom za zemljište do veličine čestica <2 mm. Za određivanje osnovnih hemijskih analiza zemljišta primenjene su standardne metode Društva za proučavanje zemljišta (Bogdanović i sar., 1966). pH vrednost (aktivna i potencijalna kiselost) potencijometrijski, pH metrom. Sadržaj humusa određen je metodom Tjurina-a oksidacijom organske materije. Lakopristupačni fosfor je određen spektrofotometrijski, a lakopristupačni kalijum plamenofotometrijski, oba iz ekstrakta sa amonijum laktatom. Sadržaj slobodnog CaCO₃ po metodi ISO 10693:1995. Ukupan sadržaj mikroelemenata i teških metala određen je digestijom zemljišta sa carskom vodom po metodi SRPS ISO 11466:2004. Iz dobijenog ekstrakta sadržaj mikroelemenata i teških metala određen je pomoću indukovano kuplovane plazme na ICP-OES VistaPro Varian.

Rezultati i diskusija

Rezultati istraživanja zemljišta vinograda individualnih proizvođača (tab. 1) pokazuju da se na ovim površinama ranije nije primenjivao koncept sistema kontrole plodnosti zemljišta i racionalne upotrebe đubriva. Naime, od 16 posmatranih parcela rezultati istraživanja pokazuju da nijedna nije obezbeđena sa optimalnim sadržajem lakopristupačnog kalijuma i fosfora, rezultati se kreću od ekstremno siromašnog sadržaja do toksičnog sadržaja ovih elemenata. Sadržaj bakra se kreće od 6,23 mg/kg do 214,20 mg/kg. Maksimalno dozvoljena vrednost

MDK sa sadržaj bakra iznosi 100 mg/kg za poljoprivredna zemljišta (Sl. gl. RS 23/94). Od 32 analizirana uzorka, vrednost Cu u sedam slučajeva prevazilazi MDK. Pošto za ovaj deo istraživanja ne postoji kontrola, ako sadržaj bakra poredimo sa kontrolom sa Ogladnog dobra u Sremskim Karlovcima, još 14 uzoraka imaju povišen sadržaj bakra; odnosno od 16 ispitivanih parcela rezultati istraživanja ukazuju da je zemljište na devet parcela opterećeno povišenim sadržajem bakra. Budući da su u pitanju relativno male parcele koje su istovremeno opterećene i visokim do toksičnim sadržajem lakopristupačnog kalijuma i fosfora, neophodno je bilo upozoriti individualne proizvođače o pravilnoj primeni agrohemikalija. Rezultati u ovom delu istraživanja ukazuju na potrebu o široj edukaciji individualnih proizvođača koji nisu učestvovali u akciji kontrole plodnosti zemljišta.

Tab. 1. Osnovne hemijske osobine i ukupni sadržaj Cu (mg/kg vazdušno suvog zemljišta) u uzorcima zemljišta vinograda individualnih proizvođača

Tab. 1. Basic chemical properties and total Cu content (mg/kg air-dry soil) of vineyard soils used by individual private growers

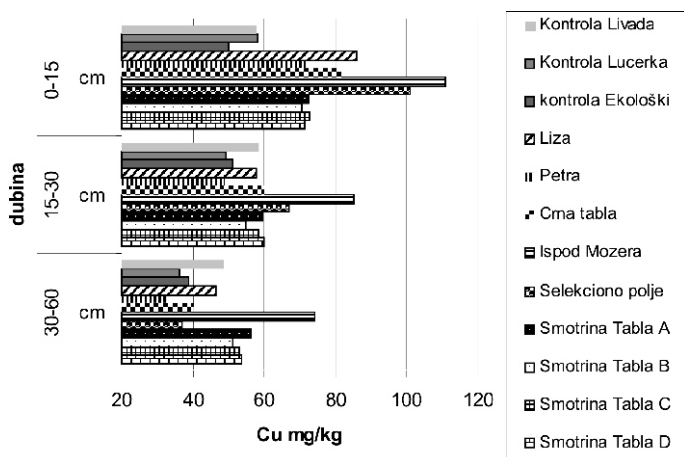
R.b. No.	Kat. Opština/ površina Cadastral municipality/ acreage	dubina cm depth cm	pH KCl	pH H ₂ O	CaCO ₃ %	humus %	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	Cu mg/kg
1	Petrovaradin	0-30	7,29	8,41	16,85	3,06	110,00	63,50	86,09
2	27 ar	30-60	7,36	8,31	14,74	1,96	72,10	82,00	64,80
3	Petrovaradin	0-30	7,40	8,33	16,43	3,28	201,00	104,50	177,40
4	10 ar	30-60	7,40	8,20	15,17	2,24	197,00	68,00	182,20
5	Novi Bečej	0-30	7,33	8,22	2,09	1,14	18,40	22,61	137,00
6	15 ar	30-60	7,53	8,44	3,77	0,47	3,90	14,10	7,73
7	Novi Bečej	0-30	7,42	8,11	4,60	1,70	6,20	14,17	25,09
8	17 ar	30-60	7,37	8,10	4,60	2,98	8,10	23,81	26,62
9	Novi Bečej	0-30	7,56	8,21	4,60	1,77	6,10	7,92	10,25
10	21 ar	30-60	7,54	8,41	2,51	0,89	8,50	6,84	6,23
11	Uljma	0-30	7,22	8,21	9,27	2,28	32,60	25,16	33,11
12	5 ar	30-60	7,29	8,27	9,27	3,00	32,20	21,18	34,39
13	Vršac	0-30	6,78	7,77	0,25	3,96	117,00	96,45	144,30
14	58 ar 83 m ²	30-60	6,58	7,60	0,25	2,12	60,00	76,42	111,20
15	Veliki Gaj	0-30	7,00	7,96	3,50	4,39	145,00	52,48	41,21
16	5 ar	30-60	7,01	7,93	3,36	4,26	145,00	48,78	39,75
17	Bukovac	0-30	7,07	8,39	8,86	1,21	9,50	15,33	42,54
18	24 ar	30-60	7,08	8,40	17,30	0,45	3,70	12,68	30,26
21	Zrenjanin	0-30	7,28	8,25	5,15	2,73	71,00	39,93	214,20
22	6 ar	30-60	7,33	8,25	6,01	2,78	69,90	40,40	176,00
23	Beočin	0-30	7,11	8,06	6,33	1,75	5,90	20,90	15,64
24	21 ar 11m ²	30-60	7,18	8,03	8,44	1,84	6,40	21,80	18,46
25	Beočin	0-30	7,33	8,11	11,39	1,75	2,90	30,50	78,09
26	13 ar 43 m ²	30-60	7,20	8,03	8,44	1,88	29,50	30,90	90,45
27	Beočin	0-30	7,21	8,05	7,60	1,99	17,20	20,00	96,37
28	48 ar 74 m ²	30-60	7,18	8,00	7,17	1,97	17,40	18,60	94,73
29	Beočin	0-30	7,32	7,94	27,43	2,98	5,90	16,40	45,22
30	32 ar 71 m ²	30-60	7,34	8,05	33,76	2,49	4,70	17,30	15,94
31	Senta	0-30	7,49	8,10	10,61	3,51	88,90	25,83	66,18
32	1ha 23 ar	30-60	7,65	8,36	9,76	2,94	70,80	17,21	32,72

Rezultati istraživanja na Oglednom dobru u Sremskim Karlovcima nisu potvrdili očekivanja da postoji povećan sadržaj bakra u zemljištu u redu pored samog čokota u odnosu na sadržaj bakra između redova. Ova hipoteza postavljena je na osnovu literaturnih podataka (Pietrzak and McPhail, 2004) gde je najviši sadržaj bakra detektovan na 30 cm od čokota kao posledica slivanja fungicida sa lišća vinove loze nakon prskanja. Međutim, u radu Wightwick et al. (2006) ova zavisnost je dokazana samo u vinogradima starijim od 30 godina, dok su istraživanja u ostalim vinogradima u skladu sa dobijenim rezultatima u ovom radu, budući da su vinogradi mlađi od 30 godina i/ili su u međuvremenu bili obnavljani te je došlo do redistribucije bakra izmeštanjem nekadašnjih redova. Budući da je za sadržaj bakra u redu i između redova dobijena veoma bliska vrednost (relativna standardna devijacija je na nivou ispod 10%), rezultati u ovom radu su prikazani kao aritmetička sredina dva ponavljanja sa iste dubine. Maksimalna izmerena vredost od svih 78 ispitivanih uzoraka zemljišta iznosi 111,73 mg/kg Cu na parceli Ispod Mozera između redova na dubini 0-15 cm.

Na osnovu istraživanja okolnog zemljišta kao kontrole u ovom radu, srednja vrednost sadržaja bakra na dubini 0-15 cm iznosi 55,38 mg/kg, na dubini 15-30 cm 52,99 mg/kg, a na dubini 30-60 cm 41,12 cm. Od posmatranih 27 uzoraka zemljišta, može se zaključiti da je sadržaj bakra povišen u odnosu na relevantnu kontrolu u 23 slučaja. Sadržaj bakra je niži u odnosu na kontrolu u tri slučaja na dubini od 30-60 cm (Petra, Crna Tabla, Selekciono Polje) i u jednom slučaju sa dubine 15-30 cm (Petra), sve ove vrednosti su veoma bliske kontrolnim. Rezultati istraživanja potvrđuju da je sadržaj bakra u svim ispitivanim uzorcima iz površinskog sloja, dubine 0-15 cm, povišen u odnosu na kontrolu kao posledica primene fungicida na bazi bakra. Od 27 uzoraka zemljišta Oglednog dobra u Sremskim Karlovcima samo dva prelaze maksimalno dozvoljenu vrednost za poljoprivredna zemljišta prema Pravilniku Republike Srbije (Sl. glasnik RS 23/94): na parceli Ispod Mozera gde je izmerena maksimalna vrednost od 111,02 mg/kg i na parceli Selekciono polje gde je izmerena vrednost od 100,96 mg/kg, obe ove vrednosti su veoma bliske dozvoljenoj.

Prema literaturnim navodima sadržaj ukupnog bakra u površinskom sloju zemljišta vinograda iznosi: u Španiji prosečno 271 mg/kg (Novoa-Munoz et al., 2007); u Australiji je zabeležen raspon sadržaja Cu od 9,3-228,9 mg/kg na dubini 0-1 cm (Pietrzak and McPhail, 2004); u Francuskoj od 22-398 mg/kg (Chaignon et al., 2003); u Sloveniji 65-99 mg/kg na dubini 0-20 cm (Rusjan et al., 2006), u Portugaliji 102-130 mg/kg na dubini 0-20 cm (Magalhaes et al., 1985). Maksimalne vrednosti sadržaja bakra u svetu su zabeležene u Francuskoj (Flores-Veles et al., 1996) od 1.500 mg/kg u vinogradu starom preko 150 godina i u Brazilu (Mirlean et al., 2007) od 3.200 mg/kg. Prema navedenim istraživanjima sadržaj bakara u zemljištu vinograda zavisi od tipa zemljišta, fizičko-hemijskih osobina zemljišta, starosti vinograda, količine primenjenog bakra i klimatskih uslova, te bi u nastavku ovog istraživanja trebalo uključiti i ove relevantne podatke. Iako rezultati u ovom radu ne pokazuju ekstremnu zagađenost zemljišta bakrom prema literaturnim navodima (Scharmél et al., 2000), sve detektovane koncentracije iznad 60 mg/kg Cu zahtevaju procenu rizika i monitoring zemljišta. Od 9 posmatranih parcela u ovom delu rada, svi uzorci zemljišta iz površinskog sloja 0-15 cm imaju sadržaj bakra preko 60 mg/kg i kreću se u rasponu od 70,69 do 111,02 mg/kg (graf. 1), istovremeno sadržaj bakra u kontroli (55,38 mg/kg na dubini 0-15 cm) relativno je visok što ukazuje i

na njegovo geohemijsko poreklo, te je neophodno nastaviti istraživanja u pravcu određivanja pristupačnosti bakra i načina njegovog vezivanja u zemljištu pripremom uzoraka zemljišta za analizu ekstrakcionim sredstvima različite jačine.



Graf. 1. Sadržaj Cu (mg/kg vazdušno suvog zemljišta) prema dubini zemljišta
Graph. 1. Cu content (mg/kg air-dry soil) according to soil depth

Tab. 2. Minimalne, prosečne i maksimalne vrednosti sadržaja mikroelemenata i teških metala (mg/kg vazdušno suvog zemljišta) u zemljištu vinograda i kontrole sa dubine 0-60 cm

Tab. 2. Minimum and maximum values of microelement and heavy metal contents (mg/kg air-dry soil) of vineyard soil and the control, soil depth 0-60 cm

Element	min vred. vinograda mg/kg <i>Min. value – vineyard mg/kg</i>	max vredn. vinograda mg/kg <i>Max. value – vineyard mg/kg</i>	srednja vred. vinograda mg/kg <i>Mean value – vineyard mg/kg</i>	srednja vred. kontrole mg/kg <i>Mean value – control mg/kg</i>	MDK Sl.list RS 23/94 MAC <i>Off. Gazette of RS 23/94</i>
Cu	32,52	111,02	64,24	49,83	100,00
Cd	0,23	0,69	0,44	0,34	3,00
Co	13,32	15,45	14,20	14,47	-
Cr	37,70	51,92	44,52	43,27	100,00
Mn	600,59	748,31	659,44	697,41	-
As	12,20	14,97	13,54	13,46	25,00
Ni	36,25	47,70	41,69	39,99	50,00
Pb	18,38	52,42	22,87	19,55	100,00
Zn	64,68	239,58	83,14	75,91	300,00

Prema zabeleženom sadržaju ostalih ispitivanih mikroelemenata i teških metala (tab. 2) nijedna vrednost ne prelazi MDK. Sadržaj Ni je veoma blizak dozvoljenoj koncentraciji, međutim prosečan sadržaj je veoma ujednačen po dubini profila i u zemljištu vinograda kao i kontroli, što ukazuje na njegovo geohemijsko poreklo. Sadržaj svih ostalih ispitivanih mikroelemenata i teških

metala (osim bakra) u zemljištu pod vinogradom je veoma blizak dobijenim vredostima za kontrolu što takođe ukazuje na njihovo geohemijsko poreklo.

Sadržaj bakra pokazuje pravilno smanjenje sa dubinom (graf. 1), dok sadržaj bakra u kontrolnim uzorcima zemljišta ne pokazuje toliko izraženu tendenciju smanjenja, već je relativno ujednačen po dubini, što ukazuje na antropogeno poreklo bakra na parcelama gde se primenjuju fungicidi na bazi bakra. Bakar iz fungicidnih preparata je veoma postojan i akumulira se najviše u površinskom sloju zemljišta jer ima osobinu da se snažno vezuje za organsku materiju, minerale glina i okside Fe, Al i Mn (Kabata-Pendias and Pendias, 2001).

Zaključak

Rezultati istraživanja ukazuju na povišen sadržaj bakra i tendenciju zagađenja zemljišta vinograda ovim elementom, te je neophodno sprovesti racionalizaciju primene fungicida na bazi bakra uz monitoring zemljišta.

Od 16 posmatranih parcela individualnih proizvođača, 9 parcela je opterećeno povišenim sadržajem bakra koje su istovremeno opterećene i visokim do toksičnim sadržajem lakopristupačnog kalijuma i fosfora, što ukazuje na potrebu za širom edukacijom individualnih proizvođača.

Na Ogladnom dobru u Sremskim Karlovcima, sadržaj bakra u zemljištu pod vinogradom je viši u odnosu na kontrolu i pravilno se smanjuje po dubini profila, što ukazuje na antropogeno poreklo ovog elementa. Od 78 ispitivanih uzoraka, samo 3 uzorka po sadržaju bakra premašuju MDK od 100 mg/kg, ali svi uzorci iz površinskog sloja 0-15cm imaju sadržaj bakra preko kritične vredosti od 60 mg/kg te je zemljište na ovim površinama potencijalno ugroženo. Dobijene visoke vrednosti za kontrolu ukazuju na visok nivo geohemijskog Cu i potrebu za nastavkom ovih istraživanja u pravcu sekvencijalne ekstrakcije uzoraka zemljišta i izvođenje zaključka o oblicima i načinu vezivanja bakra u zemljištu.

Na osnovu svega izloženog, postoji potreba za nastavkom istraživanja sadržaja bakra u zemljištu vinograda na našim prostorima i sakupljanja relevantnih podataka o starosti vinograda i količini primenjenog bakra poreklom iz bakarnih fungicida.

Literatura

- Araya M., Pizzaro F., Olivares M., Arredondo M., Gonzales M. and Mendez M. (2006): Understanding copper homeostasis in humans and copper effects on health, *Biological Research*, 39: 185-187.
- Besnard E., Chenu C., Robert M. (2001): Influence of organic amendments on copper distribution among particle-size and density fractions in Champagne vineyard soils, *Environmental Pollution*, 112: 329-337.
- Bogdanović M., Velkonja N., Racz Z. (1966): Priručnik za ispitivanje zemljišta, Knjiga I: Hemijske metode ispitivanja zemljišta, Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta, Beograd.
- Chaignon V., Sanchez-Neira I., Herrmann P., Jaillard B., Hinsinger P. (2003): Copper bioavailability and extractability as related to chemical properties of contaminated soils from vine-growing area, *Environmental Pollution*, 123: 229-238.
- Dixon B. (2004): Pushing Bordeaux mixture, *The LANCET Infectious Diseases*, 4: 594.
- Flores-Veles L.M., Ducarior J., Jaunet A.M., Robert M. (1996): Study of the distribution of copper in an acid sandy vineyard soil by three different methods, *European Journal of Soil Science*, 47-4: 523-532

- Garcia-Esparza M.A., Capri E., Pirzadeh P., Trevisan M. (2006): Copper content of grape and wine from Italian farms, *Food Additives and Contaminants*, 23-3: 274-280.
- Kabata-Pendias A. and Pendias H. (2001): Trace elements in soils and plants, 3rd ed., CRC Press, USA.
- Magalhaes M.J., Sequeira E.M., Lucas M.D. (1985): Copper and zinc in vineyards of central Portugal, *Water, Air and Soil Pollution*, 26: 1-17.
- Merrington G., Rogers S.L., Van Zwieten L. (2002): The potential impact of long-term copper fungicide usage on soil microbial biomass and microbial activity in an avocado orchard, *Australian Journal of Soil Research*, 40-5: 749-759.
- Mirlean N., Roisenberg A., Chies J.O. (2005): Copper-based fungicides contamination and metal distribution in Brazilian grape products, *Environmental Contamination and Toxicology*, 75: 968-974.
- Mirlean N., Roisenberg A., Chies J.O. (2007): Metal contamination of vineyard soils in wet subtropics (southern Brazil), *Environmental Pollution*, 149:10-17.
- Novoa-Mundo J.C., Queijeiro J.M., Blanco-Ward D., Alvarez-Olleros C., Martinez-Cortizas A., Gracia-Rodeja E. (2007): Total copper content and its distribution in acid vineyard soils developed from granitic rocks, *Science of the Total Environment*, 378: 23-27.
- Paoletti M.G., Sommaggio D., Favretto M.R., Petruzeelli G., Pezzarossa B., Barbaferi M. (1998): Earthworms as useful bioindicators of agroecosystem sustainability in orchards and vineyards with different inputs, *Applied Soil Ecology*, 10: 137-150.
- Pietrzak U. and McPhail D.C. (2004): Copper accumulation, distribution and fractionation in vineyard soils of Victoria, Australia, *Geoderma*, 122: 151-166.
- Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama za njihovo ispitivanje. Službeni glasnik Republike Srbije broj 23/1994.
- Rusjan D., Strlič M., Pucko D., Šelih V. S., Korošec-Koruza Z. (2006): Vineyard soil characteristics related to content of transition metals in a sub-Mediterranean winegrowing region of Slovenia, *Geoderma*, 136: 930-936
- Scharmell O., Michalke B., Kettrup A. (2000): Study of the copper distribution in contaminated soils of hop fields by single and sequential extraction procedures, *The Science of the Total Environment*, 236: 11-22.
- Wightwick A., Mollah M., Smith J., MacGregor A. (2006): Sampling considerations for surveying copper concentrations in Australian vineyard soils, *Australian Journal of Soil Research*, 44: 711-717.

CONTAMINATION OF VINEYARD SOILS BY COPPER RESULTING FROM THE APPLICATION OF COPPER-BASED FUNGICIDES

*Jordana Ninkov¹, Petar Sekulić¹, Đorđe Paprić²,
Tijana Zeremski-Škorić¹, Mira Pucarević¹*

¹Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

²Faculty of Agriculture, Novi Sad

Summary: Soil copper content of several vineyards in the province of Vojvodina was studied in this paper. The sample comprised soil from vineyards owned by individual private growers (16 relatively small plots in total) as well as soil from a vineyard located at a trial farm of Faculty of Agriculture of the University of Novi Sad (9 plots and three checks) in Sremski Karlovci. The study results suggest there are increased copper levels and a tendency towards soil contamination by copper in the vineyards studied, calling for reduced use of copper-based fungicides. Of the 16 plots owned by individual private growers, nine had increased copper levels along with high to toxic levels of readily available potassium and phosphorus. The highest copper content recorded in this part of the study was 214.20 mg/kg, which is twice as high as the maximum value allowed. At the trial farm in Sremski Karlovci, the copper content of the vineyard soil was higher than that of the controls and decreased steadily with increasing soil depth, which is indicative of its anthropogenic origin. Of the 78 samples studied, only three had a copper content that exceeded the maximum allowed concentration (MAC) of 100 mg/kg. However, almost all of the samples from the 0-15 cm surface layer had copper levels exceeding the critical value of 60 mg/kg, suggesting that this soil is possibly in danger and requires reduced use of copper-based fungicides in combination with soil monitoring.

Key words: copper, copper fungicides, soil, vineyards