

**DEPOZIT BAKROVIH IONOV NA LISTIH VINSKE TRTE IN NJEGOV
VPLIV NA BIOLOŠKO UČINKOVITOST UPORABLJENIH
FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV ZA ZATIRANJE
PERONOSPORE VINSKE TRTE:
2. DEPOZIT BAKROVIH IONOV NA LISTIH VINSKE TRTE**

Simona LUSKAR¹, Iztok Jože KOŠIR², Milica KAČ³

UDK/UDC 633.95 : 632.937 : 634.8 (045)
izvirni znanstveni članek/original scientific article
prispelo/received: 18. 10. 2005
sprejeto/accepted: 25. 11. 2005

IZVLEČEK

V poljskem poskusu v vinogradu smo testirali štiri bakrove fungicide, ki se uporabljajo za preventivna škropljenja proti peronospori vinske trte (*Plasmopara viticola* (Berk & Curt.) Berl. & de Toni). Vsi fungicidi so vsebovali aktivno snov bakrov hidroksid. Poskus je zajemal sedem različnih obravnavanj, pri katerih smo spreminjali odmerek fitofarmacevtskega sredstva in količino vode na hektar. Pršenje vinske trte smo izvedli štirikrat v desetdnevnih razmakih, s standardnim aksialnim vinogradniškim pršilnikom. Ocenjevali smo vpliv obravnavanj na depozit fitofarmacevtskih sredstev, ki smo ga določali kot depozit bakrovih ionov na naravnih kolektorjih. Določanje depozita so izvajali v Cinkarni Celje z uveljavljeno analizo metodo, z atomsko absorpcijsko spektroskopijo (AAS). Vsa tretiranja so bila ustrezna, ponekod smo opazili tudi statistično značilne razlike.

Ključne besede: depozit, naravni kolektorji, fungicidi, bakrov hidroksid.

**DEPOSIT OF COPPER IONS ON VINE LEAVES AND ITS EFFECT ON
BIOLOGICAL EFFICACY OF DIFFERENT PLANT PROTECTION
PRODUCTS AGAINST DOWNY MILDEW:
2. DEPOSIT OF COPPER IONS ON VINE LEAVES**

ABSTRACT

Four preventive fungicides against downy mildew (*Plasmopara viticola* (Berk & Curt.) Berl. & de Toni) were tested in field trial in a vineyard. All fungicides contained copper in the form of copper hydroxide as active ingredient, and they were used in seven treatments of vineyard at different application rates of plant protection products and different water volumes per hectare. The test was performed four times in 10-day intervals using a standard axial vineyard sprayer. We assessed the effect of treatments on the downy mildew infection of vine grapes and vine leaves, as well as the effect of treatments on the deposit of the active substance (determined as copper ion deposit) on natural collectors. Copper ion deposit was determined in Cinkarna Celje using a standard analytical procedure - atomic absorption spectroscopy (AAS). All treatments were completely satisfactory, some statistically significant differences are reported.

Key words: spray deposit, natural collectors, fungicides, copper hydroxide.

¹ univ.dipl.inž.kmet., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec, simona.luskar@guest.arnes.si

² dr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec, iztok-joze.kosir@guest.arnes.si

³ doc. dr., Oddelek za živilstvo, Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, milica.kac@bf.uni-lj.si

1 UVOD

Depozit fitofarmaceutskih sredstev na rastlinah je odvisen od mnogih faktorjev kot so osnovne nastavitve pršilnika, vrste in število šob, klimatski pogoji (relativna zračna vlaga, temperatura, hitrost in smer vetra, količine prvih padavin), geometrija in gostota krošnje, velikost kapljic in vozna hitrost [1, 2, 10]. Pravilna nastavitve pršilnika izboljša njegovo natančnost in učinkovitost ter zagotavlja enakomeren nanos sredstva na rastline, ki omogoča zaščito rastlin pred boleznimi in škodljivci, zmanjša pojav odpornosti in izgube sredstva, časa in dela ter onesnaževanja okolja [4, 8].

Za napoved biološke učinkovitosti je odločilna določitev razporeditve pršilne brozge znotraj krošnje [2]. V ta namen se uporabljajo standardne analitične metode, s katerimi kvantitativno določimo količino pršilne brozge oziroma sledilca na ciljnih kolektorjih [5, 6].

Kolektorji, ki jih uporabljamo v ta namen, so lahko naravnega izvora, torej listi rastline, poganjki oziroma veje ali plodovi rastlin, ali pa so umetni, kot so lahko filtrirni papir, bombažni trakovi, indikatorski lističi, ki so občutljivi na vodo ali olje, in drugi [3, 9, 12]. V tem prispevku obravnavamo le naravne kolektorje, tj. liste vinske trte.

2 MATERIAL IN METODE

V poskusu, ki je bil opravljen v vinogradu, smo ugotavljali nanos štirih različnih kontaktnih fungicidov: dveh različnih formulacij na osnovi bakrovega hidroksida na liste vinske trte. Ostali podatki o opravljenem poskusu so navedeni v Materialu in metodah v predhodnem članku iz te serije (1. del) [7], zato na tem mestu niso posebej navedeni. Tabela 1 se zaradi preglednosti obravnavanj pojavlja tako v 1. delu kot v tem delu, kjer so navedena obravnavanja, uporabljeni fungicidi, odmerki fungicidov in odmerki bakrovih ionov na površino ter poraba vode in koncentracija fungicidov uporabljenih v poskusu.

Tabela 1: Obravnavanja, uporabljeni fungicidi, odmerki fungicidov na ha in odmerki bakrovih ionov na ha, poraba vode na ha in koncentracija fungicidov, uporabljenih v poskusu

Table 1: Treatment code, fungicides tested in the study, application rate of fungicides per ha, application rate of copper ions per ha, application rate of water per ha and concentration of fungicides used in field trial

Obravnavanja	Fungicidi	Odmerki fungicidov (kg ha ⁻¹)	Odmerki bakrovih ionov (kg ha ⁻¹)	Poraba vode (L ha ⁻¹)	Koncentracije fungicidov (%)
CuZ	Cuprablau Z	3,0	1,05	400	0,75
CuZU-1	Cuprablau Z Ultra	2,5	0,875	400	0,63
CuZU-2	Cuprablau Z Ultra	2,5	0,875	1000	0,25
RefS1	Referenčno sredstvo 1	2,5	1,25	400	0,63
RefS2	Referenčno sredstvo 2	2,0	0,8	400	0,50
RefS3	Referenčno sredstvo 3	2,0	1,0	400	0,50
RefS4	Referenčno sredstvo 4	2,5	1,0	400	0,63

Kot sledilec smo uporabili bakrove ione fitofarmaceutskih sredstev (fungicidov na osnovi bakrovega hidroksida). Nekatera trgovska imena so navedena v tabeli 1. Uporabili smo več vrst kolektorjev (listi vinske trte, grozdi vinske trte, filtrirni papir in indikatorske lističe, občutljive na vodo). V nadaljevanju članka so prikazani le rezultati depozita bakrovih ionov na listih vinske trte.

Liste vinske trte (po 60 listov) smo pobrali pred vsakim tretiranjem in takoj po njem. Nabrali smo jih naključno v srednji vzorčni vrsti, na obeh straneh vrste, na višini od 1,0 do 1,6 m ter jim določili listno maso in površino. Analizirali so jih v laboratoriju Cinkarne Celje, kjer so določili depozit bakrovih ionov po standardni metodi z atomsko absorpcijsko spektroskopijo. Dobljeni rezultati so bili podani v mg L^{-1} vzorca, in nato preračunani na kvadratni centimeter površine kolektorja ($\mu\text{g cm}^{-2}$). Dobljene vrednosti smo nadalje preračunali na enoten odmerek bakrovih ionov, in sicer 1 kg ha^{-1} .

V poskusu zbrane podatke smo uredili v programu Microsoft Excel XP in tako urejene podatke statistično obdelali z računalniškim programom SAS [11] s proceduro GLM (General Linear Models).

3 REZULTATI Z DISKUSIJO

Analiza bakrovih ionov na listih vinske trte in statistična obdelava podatkov so prikazani v tabelah 2 do 7, kjer so navedeni osnovni statistični parametri, viri variabilnosti s statističnimi značilnostmi njihovega vpliva na parametre; vpliv obravnavanja, vpliv datuma tretiranja, vpliv časa pobiranja na depozit bakrovih ionov na listih vinske trte ter na spiranje bakrovih ionov.

V tabeli 2 je prikazan depozit bakrovih ionov na listih vinske trte. Podane so povprečne vrednosti štirih ponovitev in sedmih obravnavanj, intervali oziroma najmanjša in največja vrednost, standardna deviacija in koeficienti variabilnosti.

Tabela 2: Depozit bakrovih ionov na listih vinske trte z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri
Table 2: Deposit of copper ions on samples of vine leaves with calculated basic statistical parameters

	Parametri					
	n	\bar{x}	min	max	sd	KV(%)
Depozit bakrovih ionov ($\mu\text{g cm}^{-2}$)	224	5,8	1,6	15,1	2,8	48,7
Depozit bakrovih ionov ($\mu\text{g cm}^{-2}$) pred tretiranjem	112	3,7	1,6	11,5	1,4	39,6
Depozit bakrovih ionov ($\mu\text{g cm}^{-2}$) po tretiranju	112	8,0	4,0	15,1	2,1	26,5

n - število meritev; \bar{x} - povprečna vrednost; min - minimalna vrednost; max - maksimalna vrednost; sd - standardna deviacija; KV(%) - koeficient variabilnosti

V nadaljevanju je v tabeli 3 prikazanih vseh pet virov variabilnosti (obravnavanje, ponovitev, datum tretiranja, čas pobiranja in interakcija obravnavanja, datuma tretiranja in časa pobiranja), ki vplivajo na vrednost parametrov. Izračunana P vrednost kaže, kako vpliven je posamezen vir variabilnosti oz. vpliv na depozit bakrovih ionov na listih vinske trte. Ker je vpliv interakcije med obravnavanjem, datumom tretiranja in časom pobiranja na depozit bakrovih ionov na listih vinske trte statistično značilen ($P \leq 0,001$), je potrebno interpretirati vplive ločeno po obravnavanjih, po datumu tretiranja in po času pobiranja.

Tabela 3: Viri variabilnosti in statistične značilnosti njihovega vpliva na depozit bakrovih ionov na listih vinske trte**Table 3:** Variability and significance of individual effects on the deposit of copper ions on vine leaves

Parametri	Viri variabilnosti (P vrednost)				
	O (DF = 6)	PO (DF = 3)	DT (DF = 3)	ČP (DF = 1)	O×DT×ČP (DF = 45)
Meritev					
Depozit Cu²⁺ (µg cm⁻²)	<0.0001	<0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001

O-obravnava, PO-ponovitve, DT-datuma tretiranja, ČP - časa pobiranja, O×DT×ČP-interakcija obravnava, datuma tretiranja in časa pobiranja, P≤0,001 statistično zelo visoko značilna razlika; P≤0,01 statistično visoko značilna razlika; P≤0,05 statistično značilna razlika; P>0,05 statistično neznačilna razlika; DF - prostostne stopnje. Statistično značilne P vrednosti so označene z debelim tiskom.

3.1 Vpliv obravnava na depozit bakrovih ionov na listih vinske trte

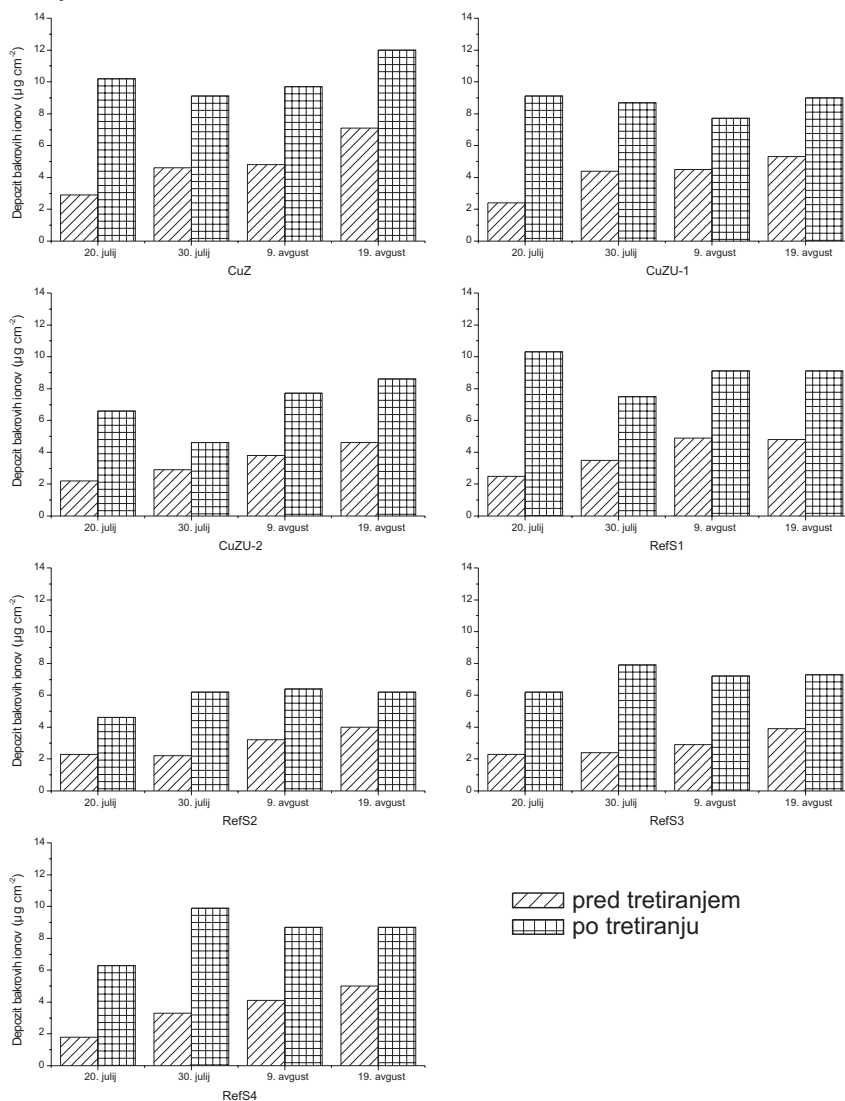
V tabeli 4 je podrobneje razčlenjen vpliv obravnava na depozit bakrovih ionov na listih vinske trte, posebej glede na datum tretiranja in čas pobiranja. Za vsa obravnava so podane povprečne vrednosti štirih ponovitev. Iz tabele 4 je razvidno, da so bile razlike v depozitu bakrovih ionov na listih vinske trte med posameznimi obravnava statistično značilne, razen pred prvim tretiranjem z bakrovimi ioni (20. julija). Med obravnava ni bilo statistično značilnih razlik (P = 0,0554), kar je posledica uniformnosti vzorčevanih listov.

Tabela 4: Vpliv obravnava na depozit bakrovih ionov na listih vinske trte, srednje vrednosti s standardnim odklonom, (Duncanov test, α=0,05)**Table 4:** Effect of treatment on the deposit of copper ions on samples of vine leaves, mean values with standard deviation, (Duncan's test, α=0.05)

DT	Depozit bakrovih ionov (µg cm ⁻²)			
	1 (20. julij)		2 (30. julij)	
	pred	po	pred	po
P				
O				
CuZ	2,9±1,1 ^a	10,2±0,9 ^a	4,6±1,3 ^a	9,1±0,7 ^{ab}
CuZU-1	2,4±0,5 ^{ab}	9,1±1,5 ^a	4,4±1,0 ^a	8,7±1,8 ^{ab}
CuZU-2	2,2±0,5 ^{ab}	6,6±0,5 ^b	2,9±0,6 ^{bc}	4,6±0,6 ^e
RefS1	2,5±0,4 ^a	10,3±1,4 ^a	3,5±0,7 ^{ab}	7,5±0,8 ^{cd}
RefS2	2,3±0,4 ^{ab}	4,6±0,2 ^c	2,2±0,2 ^c	6,2±0,7 ^d
RefS3	2,3±0,3 ^{ab}	6,2±0,6 ^b	2,4±0,2 ^{bc}	7,9±1,0 ^{bc}
RefS4	1,8±0,1 ^b	6,3±1,6 ^b	3,3±0,6 ^{abc}	9,9±1,3 ^a
z.	0,0554	<0,0001	0,0027	<0,0001
DT	3 (9. avgust)		4 (19. avgust)	
ČP	pred	po	pred	po
O				
CuZ	4,8±0,8 ^a	9,7±2,4 ^a	7,1±2,9 ^a	12,0±2,5 ^a
CuZU-1	4,5±0,6 ^a	7,7±1,5 ^{bcd}	5,3±0,7 ^{ab}	9,0±1,3 ^b
CuZU-2	3,8±0,3 ^{abc}	7,7±1,5 ^{bcd}	4,6±0,7 ^b	8,6±1,0 ^b
RefS1	4,9±1,3 ^a	9,1±2,2 ^{ab}	4,8±0,2 ^b	9,1±1,5 ^b
RefS2	3,2±0,4 ^{bc}	6,4±0,8 ^d	4,0±0,6 ^b	6,2±0,7 ^c
RefS3	2,9±0,6 ^c	7,2±1,7 ^{cd}	3,9±0,6 ^b	7,3±1,5 ^{bc}
RefS4	4,1±0,9 ^{ab}	8,7±2,9 ^{abc}	5,0±1,0 ^b	8,7±1,0 ^b
z.	0,0049	0,0019	0,0315	0,0004

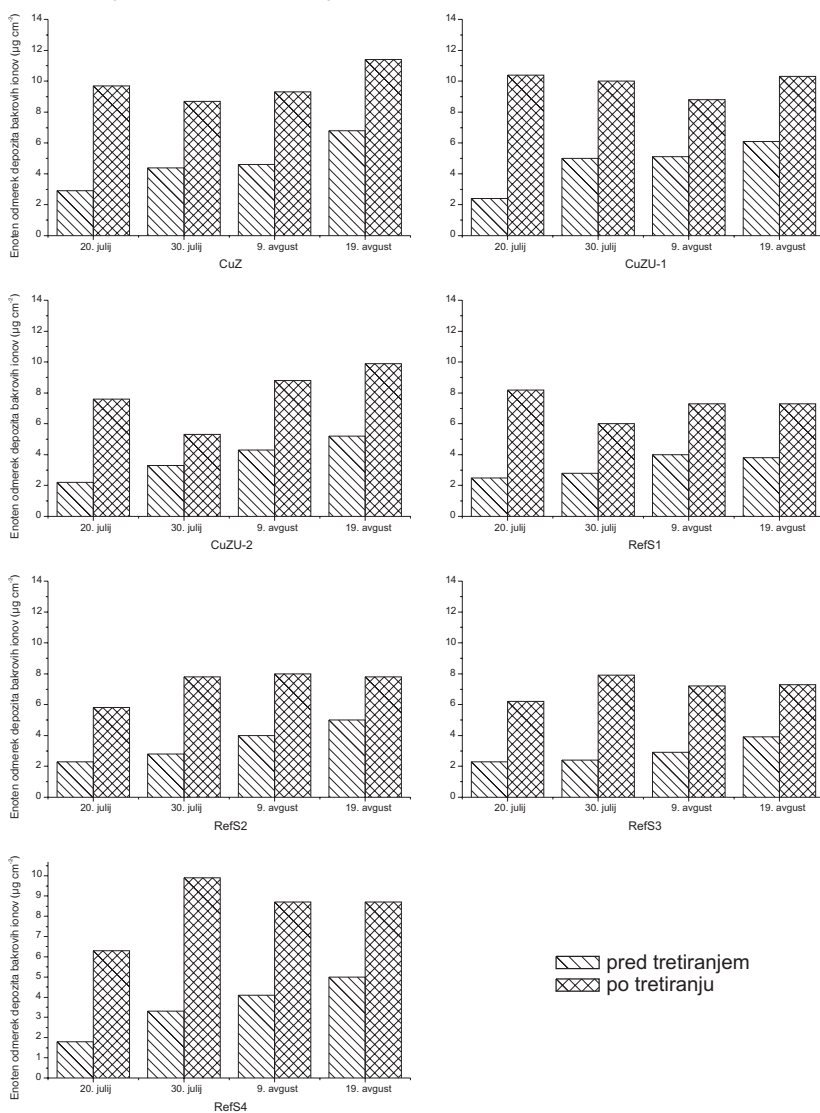
DT- datum tretiranja (1 do 4); ČP - čas pobiranja (pred tretiranjem, po tretiranj); O - obravnava (1 do 7); z. značilnost vpliva (P vrednost); P0,001 statistično zelo visoko značilna razlika; P0,01 statistično visoko značilna razlika; P0,05 statistično značilna razlika; P>0,05 statistično neznačilna razlika; skupine v stolpcu z enako črko v eksponentu se med seboj statistično značilno ne razlikujejo. Statistično značilne razlike so označene z debelim tiskom.

V večini primerov je bil dosežen največji depozit bakrovih ionov za obrnavanje CuZ (4,9 $\mu\text{g cm}^{-2}$ za tretje in četrto tretiranje), kjer je bil uporabljen odmerek bakrovih ionov 1050 g na ha (glej tabelo 1). Pri obrnavanju z referenčnim sredstvom 1 (RefS1) je bil uporabljen za 19 % večji odmerek bakrovih ionov (1250 g na ha, glej tabelo 1), kot pri obrnavanju CuZ, vendar kljub večjemu odmerku bakrovih ionov ni bil dosežen večji depozit bakrovih ionov, razen pri prvem tretiranju (20. julija), kjer je bil dosežen depozit 7,8 $\mu\text{g cm}^{-2}$. Pri drugem tretiranju je bil dosežen največji depozit pri obrnavanju z referenčnim sredstvom RefS4, in sicer 6,6 $\mu\text{g cm}^{-2}$. Na sliki 1 je podan grafični prikaz depozita bakrovih ionov na listih vinske trte po posameznih obrnavanjih.



Slika 1: Depozit bakrovih ionov na listih vinske trte ločeno po obrnavanjih
Figure 1: Deposit of copper ions on vine leaves for different treatments

Pri preračunanih vrednostih bakrovih ionov na enoten odmerek (slika 2) so bile dosežene največje vrednosti za obravnavanji CuZ (9,3 $\mu\text{g cm}^{-2}$ po tretjem tretiranju, 6,8 $\mu\text{g cm}^{-2}$ pred in 11,4 po četrtem tretiranju) in za CuZU-1 (10,4 $\mu\text{g cm}^{-2}$ po prvem tretiranju, 5,0 $\mu\text{g cm}^{-2}$ pred in 10,0 $\mu\text{g cm}^{-2}$ po drugem tretiranju ter 5,1 $\mu\text{g cm}^{-2}$ pred tretjem tretiranjem). Kljub temu, da je bil pri obravnavanju CuZU-1 uporabljen za 17 % nižji odmerek bakrovih ionov (875 g ha^{-1} , glej tabelo 1) kot pri obravnavanju CuZ (1050 g ha^{-1} , glej tabelo 1), je bil pri obravnavanju CuZU-1 dosežen večji depozit bakrovih ionov preračunano na enoten odmerek.



Slika 2: Depozit bakrovih ionov na listih vinske trte preračunano na enoten odmerek bakrovih ionov ločeno po obravnavanjih

Figure 2: Deposit of copper ions on vine leaves normalized to the same application rate of copper ions for different treatments

3.2 Vpliv datuma tretiranja na depozit bakrovih ionov na listih vinske trte

V tabeli 5 je podrobneje razčlenjen vpliv datuma tretiranja na depozit bakrovih ionov na listih vinske trte, posebej po obravnavanjih in času pobiranja. Za vsa obravnavanja so podane povprečne vrednosti štirih ponovitev. Tabela 5 prikazuje, da je depozit bakrovih ionov na listih vinske trte naraščal od prvega do četrtega tretiranja, kar je bilo tudi pričakovati.

Enaki rezultati glede datuma tretiranja so bili doseženi tudi pri preračunanih vrednostih bakrovih ionov na enoten odmerek.

Tabela 5: Vpliv datuma tretiranja na depozit bakrovih ionov na listih vinske trte, (Duncanov test, $\alpha=0,05$)

Table 5: Effect of the date of application on the deposit of copper ions on samples of vine leaves, (Duncan's test, $\alpha=0.05$)

Obravnavanje	Čas pobiranja	Depozit bakrovih ionov ($\mu\text{g cm}^{-2}$)				Značilnost vpliva (P vrednost)
		Datum tretiranja				
		1 (20. julij)	2 (30. julij)	3 (9. avgust)	4 (19. avgust)	
CuZ	pred	2,9 ^b	4,6 ^b	4,8 ^{ab}	7,1 ^a	0,0199
	po	10,2 ^a	9,1 ^a	9,7 ^a	12,0 ^a	0,1751
CuZU-1	pred	2,4 ^c	4,4 ^b	4,5 ^b	5,3 ^a	<0,0001
	po	9,1 ^a	8,7 ^{ab}	7,7 ^b	9,0 ^{ab}	0,1255
CuZU-2	pred	2,2 ^d	2,9 ^c	3,8 ^b	4,6 ^a	<0,0001
	po	6,6 ^b	4,6 ^c	7,7 ^{ab}	8,6 ^a	0,0008
RefS1	pred	2,5 ^c	3,5 ^b	4,9 ^a	4,8 ^a	0,0011
	po	10,3 ^a	7,5 ^b	9,1 ^a	9,1 ^a	0,0039
RefS2	pred	2,3 ^c	2,2 ^c	3,2 ^b	4,0 ^a	0,0002
	po	4,6 ^b	6,2 ^a	6,4 ^a	6,2 ^a	0,0044
RefS3	pred	2,3 ^b	2,4 ^b	2,9 ^b	3,9 ^a	0,0043
	po	6,2 ^b	7,9 ^a	7,2 ^{ab}	7,3 ^{ab}	0,1725
RefS4	pred	1,8 ^c	3,3 ^b	4,1 ^{ab}	5,0 ^a	0,0003
	po	6,3 ^b	9,9 ^a	8,7 ^a	8,7 ^a	0,0149

3.3 Spiranje bakrovih ionov

V tabeli 6 je prikazano spiranje bakrovih ionov med prvim in drugim tretiranjem, med drugim in tretjim tretiranjem ter med tretjim in četrtem tretiranjem za posamezna obravnavanja.

Tabela 6: Delež spranih bakrovih ionov med posameznimi tretiranjmi za različna obravnavanja

Table 6: Relative wash-off of copper ions between the applications for different treatments

Obravnavanje	Odstotek izpiranja			Povprečje \pm SD
	20. julij - 30. julij	30. julij - 9. avgust	9. avgust - 19. avgust	
CuZ	55%	47%	27%	43% \pm 14%
CuZU-1	53%	49%	31%	44% \pm 12%
CuZU-2	56%	20%	42%	39% \pm 18%
RefS1	66%	33%	48%	49% \pm 17%
RefS2	52%	48%	38%	46% \pm 7%
RefS3	61%	63%	46%	57% \pm 9%
RefS4	47%	60%	43%	52% \pm 9%
Povprečje \pmSD	65% \pm 6%	46% \pm 15%	39% \pm 8%	

SD, standardni odklon.

Med prvim in drugim tretiranjem je padlo 23,8 mm padavin [7]. V tem času je bilo doseženo minimalno spiranje fitofarmacevtskega sredstva pri referenčnem sredstvu 4 (RefS4), in sicer 47 %. Med drugim in tretjim tretiranjem je padlo 88,1 mm padavin [7] in bilo doseženo minimalno spiranje fitofarmacevtskega sredstva pri obravnavanju CuZU-2 (20 %). Med tretjim in četrtem tretiranjem je padlo 96,2 mm padavin [7] in bilo doseženo minimalno spiranje fitofarmacevtskega sredstva pri obravnavanju CuZ (27 %). Če primerjamo povprečne vrednosti med vsemi temi tretiranjmi, je bilo doseženega najmanj spiranja pri obravnavanju CuZU-2 (39 %), sledijo CuZ (43 %), CuZU-1 (44 %), RefS2 (46 %), RefS1 (49 %), RefS4 (52 %) in RefS3 (57 %). Najmanjše je bilo spiranje pri obravnavanju CuZU-2, kjer je bila uporabljena največja količina vode (1000 L ha^{-1} , glej tabelo 1). Posledica tako majhnega spiranja med tretiranjem je otekanje pršilne brozge že takoj po tretiranju zaradi večje porabe vode kot pri ostalih obravnavanjih, kjer je bila poraba vode 400 L ha^{-1} .

3.4 Vpliv časa pobiranja listov na depozit bakrovih ionov

V tabeli 7 je podrobneje razčlenjen vpliv časa pobiranja na depozit bakrovih ionov na listih vinske trte, posebej po obravnavanjih in datumu tretiranja. Za vsa obravnavanja so podane povprečne vrednosti štirih ponovitev. Iz tabele 7 je razvidno, da so bile razlike v depozitu bakrovih ionov na listih vinske trte za vsa obravnavanja in za vse datume tretiranja statistično značilne z ozirom na čas pobiranja listov. Depozit bakrovih ionov na listih vinske trte po tretiranjih je bil pričakovano večji kot depozit bakrovih ionov pred tretiranjem.

Pri vplivu časa pobiranja listov na depozit bakrovih ionov preračunano na enoten odmerek bakrovih ionov so bili doseženi enaki rezultati.

Tabela 7: Vpliv časa pobiranja na depozit bakrovih ionov na listih vinske trte, (Duncanov test, $\alpha=0,05$)

Table 7: Effect of the time of sampling on the deposit of copper ions on samples of vine leaves, (Duncan's test, $\alpha=0.05$)

Obravnavanje	Datum tretiranja	Depozit bakrovih ionov ($\mu\text{g cm}^{-2}$)		Značilnost vpliva (P vrednost)
		Čas pobiranja		
		pred	po	
CuZ	1 (20. julij)	2,9 ^b	10,2 ^a	0,0033
	2 (30. julij)	4,6 ^b	9,1 ^a	0,0047
	3 (9. avgust)	4,8 ^b	9,7 ^a	0,0122
	4 (19. avgust)	7,1 ^b	12,0 ^a	0,0067
CuZU-1	1 (20. julij)	2,4 ^b	9,1 ^a	0,0040
	2 (30. julij)	4,4 ^b	8,7 ^a	0,0062
	3 (9. avgust)	4,5 ^b	7,7 ^a	0,0303
	4 (19. avgust)	5,3 ^b	9,0 ^a	0,0023
CuZU-2	1 (20. julij)	2,2 ^b	6,6 ^a	0,0030
	2 (30. julij)	2,9 ^b	4,6 ^a	0,0030
	3 (9. avgust)	3,8 ^b	7,7 ^a	0,0207
	4 (19. avgust)	4,6 ^b	8,6 ^a	0,0034
RefS1	1 (20. julij)	2,5 ^b	10,3 ^a	0,0017
	2 (30. julij)	3,5 ^b	7,5 ^a	<0,0001
	3 (9. avgust)	4,9 ^b	9,1 ^a	0,0261
	4 (19. avgust)	4,8 ^b	9,1 ^a	0,0121

Obravnavanje	Datum tretiranja	Depozit bakrovih ionov ($\mu\text{g cm}^{-2}$)		Značilnost vpliva (P vrednost)
		Čas pobiranja		
		pred	po	
RefS2	1 (20. julij)	2,3 ^b	4,6 ^a	0,0008
	2 (30. julij)	2,2 ^b	6,2 ^a	0,0009
	3 (9. avgust)	3,2 ^b	6,4 ^a	0,0079
	4 (19. avgust)	4,0 ^b	6,2 ^a	0,0164
RefS3	1 (20. julij)	2,3 ^b	6,2 ^a	0,0014
	2 (30. julij)	2,4 ^b	7,9 ^a	0,0014
	3 (9. avgust)	2,9 ^b	7,2 ^a	0,0130
	4 (19. avgust)	3,9 ^b	7,3 ^a	0,0151
RefS4	1 (20. julij)	1,8 ^b	6,3 ^a	0,0105
	2 (30. julij)	3,3 ^b	9,9 ^a	0,0006
	3 (9. avgust)	4,1 ^b	8,7 ^a	0,0363
	4 (19. avgust)	5,0 ^b	8,7 ^a	0,0280

$P \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilna razlika; $P \leq 0,01$ statistično visoko značilna razlika; $P \leq 0,05$ statistično značilna razlika; $P > 0,05$ statistično neznačilna razlika; skupine v vrstici z različno črko v eksponentu se med seboj statistično značilno razlikujejo. Statistično značilne razlike so označene z debelim tiskom.

4 ZAKLJUČKI

- Vpliv obravnavanja na depozit bakrovih ionov na listih vinske trte je bil statistično značilen. Največji depozit bakrovih ionov je bil dosežen pri obravnavanju CuZ. Statistično značilen je bil tudi vpliv obravnavanja na depozit bakrovih ionov na listih preračunano na enotni odmerek bakrovih ionov. Največje vrednosti bakrovih ionov preračunano na enotni odmerek so bile dosežene pri obravnavanju CuZ in CuZU-1.
- Vpliv datuma tretiranja je pokazal, da so bile statistično značilne razlike v depozitu bakrovih ionov med posameznimi datumi tretiranja. Opazen je trend naraščanja v depozitu bakrovih ionov od prvega do četrtega tretiranja. Enaki rezultati so bili doseženi za depozit bakrovih ionov preračunano na enotni odmerek.
- Spiranje uporabljenih fitofarmaceutskih sredstev, pri porabi vode 400L ha^{-1} , je bilo najmanjše pri obravnavanju CuZ (43 %) in CuZU-1 (44 %). Pri referenčnih sredstvih je bilo spiranje večje (do 46 do 57 %).
- Vpliv časa pobiranja zelenih listov vinske trte je pokazal, da je bil depozit bakrovih ionov pred vsemi tretiranjami statistično značilno manjši glede na depozit bakrovih ionov na listih vinske trte po tretiranjih. Prav takšne so bile statistično značilne razlike pri depozitu bakrovih ionov preračunano na enotni odmerek.

ZAHVALA

Zahvaljujemo se vsem, ki so sodelovali pri tem projektu, predvsem Zlatemu Griču iz Slovenskih Konjic, ki nam je omogočil izvedbo poskusa na terenu in Cinkarni Celje, Metalurško kemični industriji Celje za opravljene laboratorijske analize in sofinanciranje ter vsem sodelavcem iz Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, ki ste nam pomagali. Zahvaljujemo se tudi Javni agenciji za raziskovalno dejavnost za sofinanciranje.

5 LITERATURA

1. Cross, J.V., Murray, R.A., Ridout, M.S., Walklate, P.J., Quantification of spray deposits and their variability on apple trees.- *Aspects of Applied Biology*, 48(1997), p. 217-224.
2. De Moor, A., Langenakens, J., Vereecke, E., Jaeken, P., Lootens, P., Vandecasteele, P., Image analysis of water sensitive paper as a tool for the evaluation of spray distribution of orchard sprayers.- *Aspects of Applied Biology*, 57(2000), p. 329-341.
3. Doruchowski, G., Labanowska, B., Goszczynski, W., Godyn, A., Holownicki, R., Spray deposit, spray loss and biological efficacy of chemicals applied with different spraying techniques in black currants.- *Electronic journal of Polish Agricultural Universities, Agricultural Engineering*, 5(2002)2.
4. Furness, G.O., Magarey, P.A., Miller, P.H., Drew, H.J., Fruit tree and vine sprayer calibration based on canopy size and length of row: unit canopy row method.- *Crop protection*, 17(1998)8, p. 639-644.
5. Kač, M., Comparison of various methods for determination of the deposit of pesticides on leaves of the treated plants. *Zbornik biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani*, 61(1993), p. 199-204.
6. Kač, M., Golhleb, S., Košir, I. J., Kdaj so podatki določanja depozita fitofarmacevtskega sredstva res povedni? *Zbornik predavanj in referatov 6. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin. Power and pitfalls of deposit measurements of phytopharmaceuticals. The 6th Slovenian Conference on Plant Protection. Zreče, 4.-6. marec 2003*, s. 66-71.
7. Luskar, S., Košir, I. J., Kač, M., Depozit bakrovih ionov na listih vinske trte in njegov vpliv na biološko učinkovitost uporabljenih fitofarmacevtskih sredstev za zatiranje peronospore vinske trte: 1. Biološka učinkovitost. - *V tisku*.
8. Salyani, M., Fox, R. D., Performance of image analysis for assessment of simulated spray droplet distribution.- *Transactions of the ASAE* 37(1994)4, p. 1083-1089.

9. Salyani, M., Methodologies for assessment of spray deposit in orchard applications.- ASAE Meeting Presentation, Milwaukee, Wisconsin, USA, July 9-12, 2000, Paper No. 00-1031.
10. Salyani, M., McCoy, C.W., Deposition of different spray volumes on citrus trees. Proc. Fla. State Hort. Soc. 102(1989), p. 32-36.
11. SAS/STAT Software. Version 8. 01. 1999. Cary, SAS Institute Inc:software.
12. Žolnir, M., Nekatere kvalitativne značilnosti nanosa škropiva v območju pršilnika pri pršenju hmeljišč. Zbornik predavanj in referatov 1. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, 1993, s. 237-248.