

**Agrovoc Descriptors:** *Vitis vinifera*, grapevines, copper, carbohydrate content, proximate composition, leaves, grapes

**Agris Category Codes:** F60

COBISS koda 1.01

## **Vpliv bakrovih spojin na količino ogljikovih hidratov v različnih rastlinskih delih trte (*Vitis vinifera* L.)**

Denis RUSJAN<sup>1</sup>, Robert VEBERIČ<sup>2</sup>, Zora KOROŠEC-KORUZA<sup>3</sup>

Prispelo: 20. novembra 2004; sprejet: 10. oktobra 2005.

Received: November 20, 2004; accepted: October 10, 2005.

### **IZVLEČEK**

S poskusom smo ugotavljali vpliv bakrovih spojin na sintezo ogljikovih hidratov pri vinski trti (*Vitis vinifera* L.) sorte 'Merlot' v vinorodnem okolišu Goriška brda v letu 2003. Poskusnemu vinogradu smo priredili bločni poskus: obravnavanje z dvokratno (IPG), večkratno (BB) aplikacijo Cu spojin in (K) brez uporabe bakrovih spojin. Vsebnost ogljikovih hidratov v listih je bila večja pri K, medtem ko v skorji enoletnega lesa pri obravnavanju BB. Pozicija lista na mladiki ne vpliva na količino ogljikovih hidratov v listih. Z aplikacijo bakrovih spojin vplivamo na slabšo kakovost grozdja, saj smo povprečno najmanjše količine ogljikovih hidratov v grozdju dobili v grozdju tretiranem z bakrovimi fungicidi.

**Ključne besede:** baker, vinska trta, list, grozdje, ogljikovi hidrati

### **ABSTRACT**

#### **INFLUENCE OF COPPER COMPOUNDS ON THE CARBOHYDRATE CONTENTS IN DIFFERENT PARTS OF VINE (*Vitis vinifera* L.)**

The influence of copper (Cu) on synthesis of carbohydrate content in grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv. 'Merlot' was tested in Goriška brda winegrowing district. In 2003 three different treatments with Cu-compounds were applied as follows: IPG (integrated control with 1 Cu treatment), BB (with several Cu treatments) and K (no Cu treatment). The carbohydrate content was higher in vine leaves with no Cu treatment, but also in shoot bark of vines with BB treatment. The leaf position on the shoot tip has not influence on carbohydrate content in leaves. Carbohydrate content in grape was lower in grape treated with Cu fungicide.

**Key words:** copper, vine, leaf, grape, carbohydrate

<sup>1</sup> Dr., Katedra za vinogradništvo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, SI-1111 Ljubljana, p.p. 2995

<sup>2</sup> Dr., Katedra za sadjarstvo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, SI-1111 Ljubljana, p.p. 2995

<sup>3</sup> Prof. dr., Katedra za vinogradništvo, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, SI-1111 Ljubljana, p.p. 2995

## 1 UVOD

Smart in Robinson (1991) navajata, da je presnova vinske trte odvisna od številnih dejavnikov (tla, podnebje, vinogradnik), ki posredno in neposredno vplivajo na rast in rodnost vinske trte. Za boljšo kakovost grozdja, vinogradnik s pridelavo vnaša v vinograd številne snovi, kot so bakrove spojine, ki so še vedno nenadomestljive v zadnjih 200 letih uporabe. Že od leta 1920 navajajo, da baker vpliva na veliko fizioloških funkcij v rastlini (Droppa in Horvath, 1990), kot so transport elektronov pri fotosintezi in dihanju (Gorman in Levine, 1966; Cedeno-Maldonado in Swader, 1972; Uribe in Stark, 1982; Jegerschöld in sod., 1995; Szalontai in sod., 1999), metabolizem ogljikovih hidratov (Delhaize in sod., 1985; Woolhouse, 1983, cit. po Ralph in Burchett, 1998) ter lignifikacija (Marschner, 1995).

Ogljikovi hidrati so za rastlino bistvenega pomena, saj jih rastlina potrebuje za nemoteno rast in razvoj. Rastline, tudi vinska trta, so edinstvene pri uporabi sončne energije oziroma svetlobe za sintezo ogljikovih hidratov. Na regulacijo sinteze ogljikovih hidratov vplivajo številni dejavniki, kot so koncentracije različnih metabolitov, anorganski fosfat in aktivnost nekaterih encimov (Mullins in sod., 1992). Huber (1986, cit. po Mullins in sod., 1992) navaja, da ima fruktoza 2,6-bifosfat pomembno vlogo pri regulaciji metabolizma ogljikovih hidratov v rastlini, saj je dognano, da regulira aktivnost sedmih encimov sinteze saharoze in škroba. Sinteza saharoze in škroba je odvisna od več dejavnikov, med katerimi je temperatura lista pomembnejša, saj imajo osončeni listi preko dneva, glede na osončene liste za 1,5 do 2,5-krat več škroba vse tja do noči (Roper in Williams, 1989; cit. po Mullins in sod., 1992).

Ogljikove hidrate (predvsem škrob) trta potrebuje kot rezervne in hranilne snovi v času, ko je fotosinteza neaktivna, in sicer ponoči in v času, ko je trta brez zelenih listov.

Preglednica 1: Vsebnost topnih sladkorjev in škroba (g na trto) v rastlinskih organih sorte 'Chenin blanc' (Mullins in sod., 1992).

Datum \ Del trte	19. marec		27. maj		25. julij		20. september	
	Sladkorji	Škrob	Sladkorji	Škrob	Sladkorji	Škrob	Sladkorji	Škrob
Korenine	19	322	27	409	39	595	39	928
Deblo	22	184	15	173	21	302	19	404
Kordon	26	225	21	155	22	258	28	366
Vršički			35	3	38	31	80	76
Listi			44	<1	81	<1	84	7
Grozd			5	<1	589	16	2496	7

Ogljikovi hidrati se preko floema premeščajo na mesta porabe, kot so mladike, plodovi, korenine in drugi deli rastline (Yoshioka in sod., 1988). V času razvoja jagod se večina fotosinteznega produkta usmeri v kopičenje sladkorjev v jagodah in zato se posledično zmanjša tako rast korenin, kot rast mladik (Winkler, 1974). Saharozna se v jagodah hidrolizira v fruktozo in glukozo, katere je koncentracija v prvih fazah rasti in zorenja jagod nekoliko večja glede na fruktozo. Fruktoza je v povprečju pri okusu dvakrat slajša od glukoze in razmerje sladkorjev je odvisno tudi od genetskega potenciala sort vinske trte (Kennedy, 2002; Clancy, 2002). Artes-Hdez in sod. (2004)

navajajo razmerje sladkorjev glukoza:fruktoza v povprečju med 0,98 in 1,05. Za sorto 'Merlot' je znano, da ima v povprečju 220 g sladkorja na kg mošta. Poleg fruktoze in glukoze so v zrelem grozdju v manjših količinah prisotni še rafinoza, stahioza, melibioza, maltoza, galaktoza in arabinoza (Clancy, 2002). Delhaize in sod. (1985, cit. po Ralph in Burchett, 1998) in Woolhouse (1983) navajajo, da baker vpliva na metabolizem ogljikovih hidratov, saj se ob večjih koncentracijah bakra v rastlini količina sladkorjev zmanjša.

## **2 MATERIAL IN METODE DELA**

### **2.1 LOKACIJA IN OPIS POSKUSNEGA VINOGRADA**

Poskusni vinograd je v vinorodnem okolišu Goriška brda, lega Brdice pri Neblem. Vinograd je star 7 let, terasiran in vključen v integrirano pridelavo grozdja. Terasa so dvo in večvrstne z medvrstno razdaljo 2,5 m in medtrtno razdaljo 1 m. Ob vsakem kolu sta posajeni dve trti. Trte so na gojitveni obliki modificirani dvojni Guyot z ravno vezanimi šparoni. V bločni poskus smo vključili 3 obravnavanja, 10 trt na obravnavanje, s tremi ponovitvami: obravnavanje 'K' = kontrola - brez uporabe bakrovih spojin, obravnavanje 'IPG' = uporaba bakrovih spojin dovoljenih v integrirani pridelavi grozdja 2-krat v rastni dobi in obravnavanje 'BB' - uporaba bakrovih spojin v obliki Bordojske brozge, kot v konvencionalni pridelavi povprečno 5-krat v rastni dobi. Izbrali smo sorto 'Merlot', ki v vinorodni deželi Primorska pomembnejša rdeča sorta.

### **2.2 ANALIZA IZBRANIH OGLJIKOVIH HIDRATOV**

#### **2.2.1 Vzorčenje listov in zelenih jagod**

Vzorčili smo odrasle liste med 9. in 10. uro dopoldne. Povprečni vzorec na trto je bil sestavljen iz 3 naključno izbranih listov iz enoletnega lesa (rozg). Izbirali smo liste ob grozdu ter liste, ki so rasli na 2 nodiju za zadnjim grozdom. Liste smo v hladilni torbi prinesli v laboratorij in jih takoj zamrznili v tekočem dušiku ter shranili v zamrzovalniku pri  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pred pripravo vzorcev smo liste liofilizirali, nato jih zdrobili v terilnicah s pomočjo tekočega dušika in jih takoj uporabili za nadaljnjo analizo.

#### **2.2.2 Vzorčenje grozdov**

Grozdne jagode in grozde smo vzorčili dopoldne. Izbor jagod je bil naključen tako po trti, kot po grozdu v povprečni masi 100 g na obravnavanje. Ob tehnološki in polni zrelosti grozdja smo naključno vzorčili povprečno 0,5 kg grozdja na obravnavanje. Jagode in grozde smo nemudoma prinesli v laboratorij in jih v plastičnih vrečkah shranili v zamrzovalniku pri  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

#### **2.2.3 Vzorčenje skorje**

Vzorčili smo po dve rozgi (enoletni oleseneli les) na trto. Vzorcev smo opravili po fenofazi odpadanja listov. Rozge smo takoj prinesli v laboratorij. S skalpelom smo ločili skorja od lesa ter jo takoj zamrznili v tekočem dušiku in shranili v zamrzovalniku pri  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pred pripravo vzorcev smo skorjo liofilizirali. Liofilizirano skorjo smo fino zdrobili v terilnicah s tekočim dušikom in jo nemudoma uporabili za nadaljnjo pripravo vzorca.

#### **2.2.4 Priprava vzorcev za analizo na HPLC**

Zdrobljene liste in skorjo smo za analize pripravili po metodi, ki jo navajata Dolenc in Štampar (1997) z manjšimi spremembami. Za ekstrakcijo sladkorjev smo uporabili bidestilirano vodo (naprej beri dd voda). Pri listih in zelenih jagodah smo zatehtali 1 g zmlate suhe snovi in jo prelili z 80 ml dd vode. Pri skorji smo zatehtali razpoložljivo maso suhe snovi

in dolili z 20 ml dd vode. Pri analizi ogljikovih hidratov v grozdju smo grozdni sok razredčili z dd vodo v razmerju 1:10 (v/v). Vse vzorce smo po 30 minutni ekstrakciji centrifugirali pri sobni temperaturi za 7 min pri 4200 obratih na minuto. Za analizo smo uporabili supernatant, ki smo ga pred iniciranjem na kolono prefiltrirali skozi 0,45 µm membranski filter Chromafil A-45/25 (Macherey-Nagel).

### 2.2.5 Kromatografski pogoji za analizo ogljikovih hidratov

Kromatografski pogoji po Dolenc in Štampar (1997):

HPLC sistem: Thermo Separation Products (TSP)-binarna črpalka P2000 (Spectra system), avtomatski podajalnik vzorcev AS 1000 (Spectra System), Razplinjevalnik: A-ACT™ Your Research, Mobilna faza: bidestilirana voda, Hitrost pretoka mobilne faze: 0,6 ml/min, Volumen injiciranja vzorca: 20 µl, Analitska kolona: BIO-RAD Aminex HPX-87C (9µm, 300x7,8 mm), Delovna temperatura kolone: 85°C, Temperatura avtomatskega podajalnika: 12°C, Detektor: Shodex RI-71, Detekcija: občutljivost 16x, Čas analize vzorca: 60 min, Programska oprema: TSP 1000, operacijski sistem OS/2 Warp IBM (1994).

Koncentracijo topnih sladkorjev smo določili z eksternimi standardi glukoze, fruktoze in saharoze.

### 2.2.6 Statistična obdelava

Za analizo podatkov smo uporabili statistični program Statgraph 4.0, in sicer analizo varianc (ANOVA) in analizo mnogoterih primerjav (LSD test) pri  $p < 0,05$ .

## 3 REZULTATI

### 3.1 OGLJIKOVI HIDRATI IN VINSKA TRTA

#### 3.1.1 Ogljikovi hidrati v listih

V listih vinske trte smo določili povprečno količino (mg/g suhe snovi) fruktoze, glukoze in saharoze. V vzorcih listov smo v povprečju količinsko določili največ saharoze, kateri sledita glukoza in fruktoza (preglednica 2).

Iz preglednice 2 je razvidno, da smo v povprečju največ fruktoze in glukoze določili pri zadnjem, največ saharoze pa pri tretjem vzorčenju. Pri prvih treh vzorčenjih se v povprečni količini posameznih ogljikovih hidratov med obravnavanji niso pokazale statistično značilne razlike. Pri zadnji meritvi so se v povprečni količini glukoze pokazale statistične razlike med obravnavanjem IPG in kontrolo. Tudi obravnavanje BB ima povprečno vsebnost glukoze v listih precej manjšo v primerjavi s kontrolo, čeprav je razlika statistično neznačilna. Pri fruktozi in saharozi se je pokazalo podobno, saj smo najmanjšo povprečno količino posameznega sladkorja določili pri obravnavanju IPG, kateremu sledita obravnavanje BB in kontrola. V rastni dobi so bile količine sladkorjev med povprečnimi vrednostmi (mg/g SS) v naslednjem vrstnem redu:  $55,21 < \text{saharaza} < 42,57$ ;  $25,33 < \text{glukoza} < 27,45$  in  $8,56 < \text{fruktoza} < 10,12$ . Iz navedenih rezultatov lahko sklepamo, da večkratne aplikacije z bakrovimi spojinami v manjši meri vplivajo na sintezo ogljikovih hidratov, predvsem na količino glukoze v listih vinske trte. Ker je količina ogljikovih hidratov odvisna tudi od lege lista na mladiki, smo liste razdelili v dve skupini in sicer, 'spodnje liste' z oznako 'S', ki pomeni list nasproti prvega grozda ter 'zgornji list' z oznako 'Z' pomeni list na drugem nodiju za zadnjim grozdom na mladiki proti vrhu mladike.

Preglednica 2: Vsebnost ogljikovih hidratov (mg/g suhe snovi (SS)) v odraslih listih vinske trte sorte 'Merlot' leta 2003. Podatki predstavljajo povprečja s standardno napako, dvosmerna ANOVA.

Table 2: The content of carbohydrates in vine leaves of cv. Merlot in the year 2003. Means and standard errors are presented, two-way ANOVA.

Ogljikov hidrat Carbonhydrate	Obravnavanje Treatment	Datum Date			
		20.5. 20th of May	4.6. 4th of June	19.6. 19th of June	28.7. 28th of July
Fruktoza Fructose	BB	8,7 ± 0,3	9,4 ± 0,2	8,8 ± 0,5	9,7 ± 0,8
	IPG	8,8 ± 0,4	9,3 ± 0,3	8,5 ± 0,6	9,5 ± 0,5
	K	9,2 ± 0,4	9,3 ± 0,4	8,3 ± 0,6	11,2 ± 0,4
	Povprečje Average	8,9 ± 0,4	9,4 ± 0,3	8,6 ± 0,6	10,1 ± 0,6
Glukoza Glucose	BB	25,7 ± 1,2	27,1 ± 0,9	26,0 ± 1,2	23,6 ± 2,4 <b>ab</b>
	IPG	27,2 ± 0,6	25,5 ± 0,7	27,0 ± 1,7	23,0 ± 2,1 <b>a</b>
	K	27,4 ± 1,4	25,2 ± 1,9	26,3 ± 1,5	29,4 ± 1,3 <b>b</b>
	Povprečje Average	26,8 ± 1,1	25,9 ± 1,0	26,4 ± 1,5	25,3 ± 2,0
Saharoza Sucrose	BB	54,7 ± 1,1	53,3 ± 1,6	55,3 ± 1,6	41,9 ± 1,4
	IPG	54,1 ± 0,9	52,3 ± 1,4	55,9 ± 1,6	41,5 ± 1,8
	K	56,8 ± 0,6	49,7 ± 1,6	56,4 ± 1,7	44,2 ± 1,5
	Povprečje Average	55,2 ± 0,9	51,8 ± 1,5	55,9 ± 1,6	42,6 ± 1,5

Preglednica 3: Vsebnost saharoze (mg/g suhe snovi (SS)) v spodnjih odraslih listih vinske trte sorte 'Merlot' leta 2003. Podatki predstavljajo povprečja s standardno napako, dvosmerna ANOVA.

Table 3: Sucrose content in vine lower leaves of cv. Merlot in the year 2003. Means and standard errors are presented, two-way ANOVA.

Obravnavanje Treatment	Datum Date			
	20.5. 20th of May	4.6. 4th of June	19.6. 19th of June	28.7. 28th of July
BB	54,75 ± 1,25	49,73 ± 1,53	54,93 ± 2,19	44,39 ± 0,51
IPG	54,08 ± 1,35	49,19 ± 1,07	57,03 ± 2,07	44,20 ± 2,43
K	57,57 ± 0,84	46,79 ± 1,92	57,38 ± 3,43	44,52 ± 1,93
Povprečje Average	55,46 ± 0,74	48,57 ± 0,89	56,44 ± 1,44	44,37 ± 0,97

Preglednica 4: Vsebnost saharoze (mg/g suhe snovi (SS)) v zgornjih odraslih listih vinske trte sorte 'Merlot' leta 2003. Podatki predstavljajo povprečja s standardno napako, dvosmerna ANOVA.

Table 4: Sucrose content in vine upper leaves of cv. Merlot in the year 2003. Means and standard errors are presented, two-way ANOVA.

Obravnavanje Treatment	Datum Date	20.5.	4.6.	19.6.	28.7.
		20th of May	4th of June	19th of June	28th of July
BB		54,65 ± 2,06	56,97 ± 1,62	55,76 ± 2,52	39,50 ± 2,29
IPG		54,11 ± 1,50	55,33 ± 1,71	54,63 ± 2,78	38,86 ± 2,19
K		55,99 ± 0,87	52,66 ± 1,92	55,37 ± 0,61	43,97 ± 2,41
Povprečje Average		54,92 ± 0,86	54,95 ± 1,05	55,29 ± 1,12	40,78 ± 1,37

Pri primerjavi povprečnih količin saharoze po obravnavanjih in legi lista, sklepamo, da so se pokazale manjše razlike, ki pa niso statistično značilne. Pri prvem, tretjem in četrtem vzorčenju je bila povprečna vsebnost saharoze v listih nasproti grozda nekoliko večja, glede na vsebnost v zgornjih listih. Razmerje v povprečni količini saharoze med spodnjim in zgornjim listom je med 0,88 do 1,09. Največ saharoze smo določili tako v spodnjih, kot zgornjih listih pri kontroli, medtem ko najmanjšo količino v zgornjih listih pri obravnavanju IPG, najmanjšo pa pri spodnjih listih pri obravnavanju BB. Glede na dobljene povprečne vrednosti saharoze v listih sklepamo, da se količine sladkorjev v listih statistično ne razlikujejo glede na lego lista oziroma da količine apliciranih bakrovih spojin ne vplivajo na količino saharoze v listih vinske trte.

Preglednica 5: Vsebnost glukoze (mg/g suhe snovi (SS)) v spodnjih odraslih listih vinske trte sorte 'Merlot' leta 2003. Podatki predstavljajo povprečja s standardno napako, dvosmerna ANOVA.

Table 5: Glucose content in vine lower leaves of cv. Merlot in the year 2003. Means and standard errors are presented, two-way ANOVA.

Obravnavanje Treatment	Datum Date	20.5.	4.6.	19.6.	28.7.
		20th of May	4th of June	19th of June	28th of July
BB		27,10 ± 1,23	28,23 ± 0,54 <b>a</b>	26,28 ± 1,56	25,17 ± 4,20
IPG		26,39 ± 0,77	25,59 ± 0,42 <b>ab</b>	27,75 ± 1,95	24,35 ± 2,96
K		29,66 ± 2,14	24,01 ± 1,76 <b>b</b>	28,61 ± 2,75	31,89 ± 1,75
Povprečje Average		27,72 ± 0,88	25,94 ± 0,74	27,55 ± 1,17	27,13 ± 1,90

Preglednica 6: Vsebnost glukoze (mg/g suhe snovi (SS)) v zgornjih odraslih listih vinske trte sorte 'Merlot' leta 2003. Podatki predstavljajo povprečja s standardno napako, dvosmerna ANOVA.

Table 6: Glucose content in vine lower upper leaves of cv. Merlot in the year 2003. Means and standard errors are presented, two-way ANOVA.

Obravnavanje Treatment	Datum Date	20.5.	4.6.	19.6.	28.7.
		20th of May	4th of June	19th of June	28th of July
BB		24,23 ± 1,93	25,96 ± 1,64	25,77 ± 1,98	22,03 ± 2,81
IPG		27,95 ± 1,01	25,39 ± 1,47	26,12 ± 3,25	21,66 ± 3,28
K		25,23 ± 1,22	26,44 ± 2,48	23,97 ± 0,68	27,02 ± 1,45
Povprečje Average		25,80 ± 0,88	25,93 ± 1,03	25,23 ± 1,12	23,57 ± 1,55

Pri primerjavi povprečnih količin glukoze v listih, glede na lego lista, so se pokazale statistično značilne razlike ( $p < 0,02$ ), zato sklepamo, količine apliciranih bakrovih spojin vplivajo na količino glukoze v listih. Povprečna količina glukoze v spodnjih listih je bila, ne glede na obravnavanje med 26,02 in 28,54 mg/g SS, medtem ko v zgornji listih med 24,50 in 25,60 mg/g SS. Razmerja v povprečni količini glukoze med spodnjimi in zgornjimi listi so med 1,00 in 1,15. Glede na vzorčenja vidimo, da smo največjo količino glukoze določili v listih nasproti grozda pri obravnavanju brez uporabe bakrovih spojin. Tudi v zgornjih listih smo največjo količino glukoze določili pri kontroli, najmanjšo pa pri obravnavanju BB.

Čeprav so statistično značilne razlike v povprečni količini glukoze, glede na lego lista, ne moremo zagotovo trditi, da količine bakrovih spojin neposredno vplivajo na količino glukoze v listih.

Preglednica 7: Vsebnost fruktoze (mg/g suhe snovi (SS)) v spodnjih odraslih listih vinske trte sorte 'Merlot' leta 2003. Podatki predstavljajo povprečja s standardno napako, dvosmerna ANOVA.

Table 7: Fructose content in vine lower leaves of cv. Merlot in the year 2003. Means and standard errors are presented, two-way ANOVA.

Obravnavanje Treatment	Datum Date	20.5.	4.6.	19.6.	28.7.
		20th of May	4th of June	19th of June	28th of July
BB		9,07 ± 0,27	9,47 ± 0,31	9,31 ± 0,82	10,17 ± 1,24
IPG		9,31 ± 0,56	8,97 ± 0,36	8,97 ± 0,89	9,78 ± 0,57
K		9,99 ± 0,26	8,90 ± 0,31	9,56 ± 0,75	11,94 ± 0,53
Povprečje Average		9,46 ± 0,23	9,11 ± 0,19	9,28 ± 0,45	10,63 ± 0,52

Preglednica 8: Vsebnost fruktoze (mg/g suhe snovi (SS)) v zgornjih odraslih listih vinske trte sorte 'Merlot' leta 2003. Podatki predstavljajo povprečja s standardno napako, dvosmerna ANOVA.

Table 8: Fructose content in vine upper leaves of cv. Merlot in the year 2003. Means and standard errors are presented, two-way ANOVA.

Datum Date	Datum Date			
	20.5. 20th of May	4.6. 4th of June	19.6. 19th of June	28.7. 28th of July
Obravnavanje Treatment				
BB	8,38±0,46	9,38±0,27	8,35±0,65	9,26±1,07
IPG	8,31±0,52	9,63±0,40	7,99±0,85	9,20±0,76
K	8,41±0,61	9,79±0,63	7,07±0,23	10,39±0,52
Povprečje Average	8,37±0,28	9,60±0,25	7,79±0,35	9,62±0,46

V povprečni količini fruktoze v listih so se glede na lego lista pokazale statistično značilne razlike ( $p < 0,004$ ). Povprečne količine fruktoze se v spodnjih listih gibljejo v povprečju med 9,26 in 10,1 mg/g SS, medtem ko v zgornjih listih med 8,82 in 8,91 mg/g SS. Pri prvem, tretjem in zadnjem vzorčenju smo v povprečju v spodnjih listih dobili nekoliko večje povprečne količine fruktoze, glede na zgornje liste. Razmerje v povprečni količini fruktoze med spodnjimi in zgornjimi listi je med 0,95 in 1,19. Največjo povprečno količino fruktoze v spodnjih in zgornjih listih smo določili pri kontroli, kateri sledita obravnavanji IPG in BB. Glede na vzorčenje smo največ fruktoze v listih določili v času zorenja grozdja, najmanj pa pri fenofazi 'jagode velikosti graha'. Čeprav so se v količini fruktoze med legama listov pokazale statistično značilne razlike ne moremo trditi, da bakrove spojine neposredno vplivajo na količino fruktoze v listih. Razmerje ogljikovih hidratov je pomemben kazatelj sinteze posameznega sladkorja. Primerjali smo količine glukoze s fruktozo v listih. Pri primerjavi razmerij količin sladkorjev v listih vidimo, da se le-te med rastno dobo in v odvisnosti od položaja lista spreminjajo.

Preglednica 9: Razmerje sladkorjev glukoza/fruktoza v spodnjih odraslih listih vinske trte sorte 'Merlot' leta 2003. Podatki predstavljajo povprečja s standardno napako, dvosmerna ANOVA.

Table 9: Glucose/Fructose ratio in vine lower leaves of cv. Merlot in the year 2003. Means and standard errors are presented, two-way ANOVA.

Datum Date	Datum Date			
	20.5. 20th of May	4.6. 4th of June	19.6. 19th of June	28.7. 28th of July
Obravnavanje Treatment				
BB	2,98 ± 0,06	2,30 ± 0,14	2,86 ± 0,16	2,41 ± 0,14
IPG	2,86 ± 0,10	2,87 ± 0,13	3,13 ± 0,09	2,45 ± 0,19
K	2,96 ± 0,15	2,69 ± 0,13	2,99 ± 0,18	2,67 ± 0,08
Povprečje Average	2,93 ± 0,06	2,85 ± 0,08	2,99 ± 0,09	2,51 ± 0,08



Preglednica 10: Razmerje sladkorjev glukoza/fruktoza v zgornjih odraslih listih vinske trte sorte 'Merlot' leta 2003. Podatki predstavljajo povprečja s standardno napako, dvosmerna ANOVA.

Table 10: Glucose/Fructose ratio in vine upper leaves of cv. Merlot in the year 2003. Means and standard errors are presented, two-way ANOVA.

Obravnavanje Treatment	Datum Date	20.5. 20th of May	4.6. 4th of June	19.6. 19th of June	28.7. 28th of July
	BB		2,89 ± 0,20 <b>a</b>	2,76 ± 0,14	3,09 ± 0,12
IPG		3,39 ± 0,12 <b>b</b>	2,63 ± 0,06	3,25 ± 0,16	2,29 ± 0,21
K		3,02 ± 0,12 <b>ab</b>	2,68 ± 0,11	3,40 ± 0,133	2,60 ± 0,08
Povprečje Average		3,10 ± 0,98	2,69 ± 0,06	3,25 ± 0,08	2,42 ± 0,08

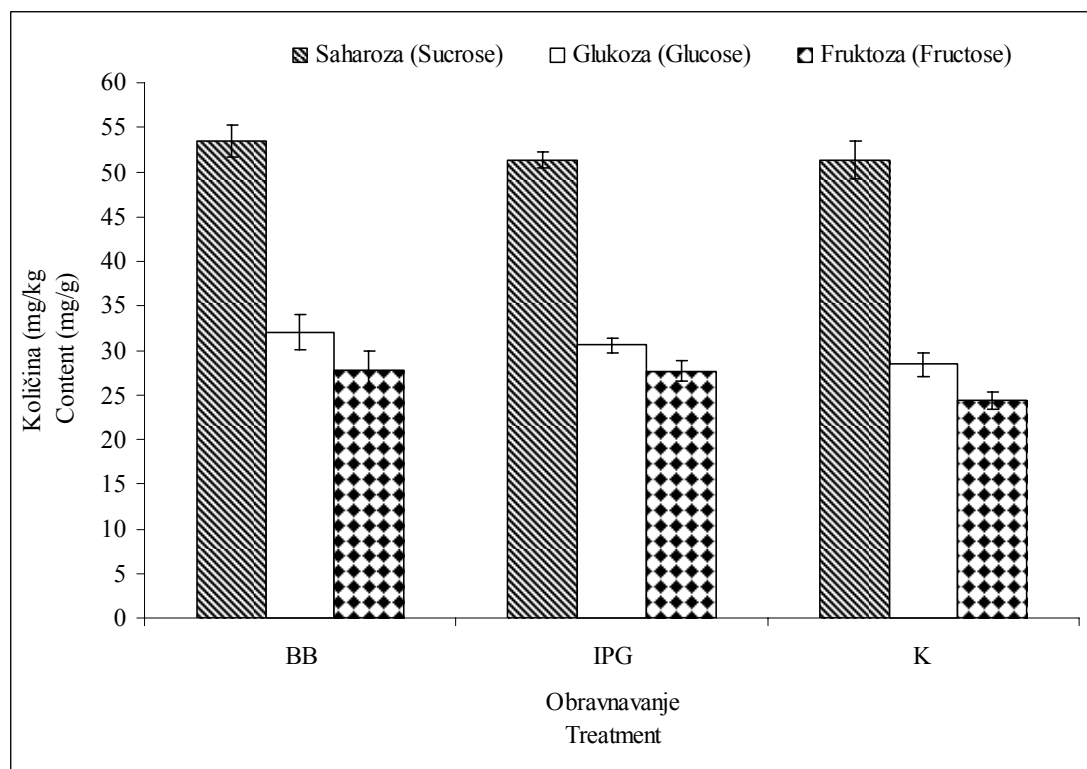
Največje razmerje smo določili tako v spodnjih, kot zgornjih listih pri kontroli, kateri sledita obravnavanji IPG in BB. Povprečno razmerje sladkorjev je v spodnjih listih med 2,81 in 2,83, medtem ko v zgornjih listih med 2,77 in 2,93. Glede na dobljene rezultate sklepamo, da foliarna uporaba bakrovih spojin vpliva na razmerje ogljikovih hidratov, ampak ne v taki meri, da bi se med obravnavanji pokazale statistično značilne razlike.

### 3.1.2 Ogljikovi hidrati v skorji rozg

V skorji enoletnih olesenelih mladik, rozg smo določili naslednje ogljikove hidrate, in sicer saharozo, glukoza in fruktozo. Trta s pomočjo fotosinteze proizvaja sladkorje, katerih viške shranjuje in izkoriščajo, ko je fotosinteza onemogočena.

V vzorcih skorje smo v povprečju določili največ saharoze, kateri sledita glukoza in fruktoza. Največ ogljikovih hidratov smo določili pri obravnavanju BB, sledi obravnavanje IPG in nazadnje kontrola. Povprečna količina saharoze je med 51,3 do 53,4 mg/g SS, sledi glukoza med 28,5 in 32,0 mg/g SS in najmanj je fruktoze, katere povprečna količina je med 24,3 in 27,8 mg/g SS.

Med obravnavanji se v količini posameznih ali vseh sladkorjev niso pokazale statistično značilne razlike, zato ne moremo trditi, da foliarna uporaba bakrovih spojin vpliva na količino ogljikovih hidratov v skorji, čeprav so povprečno največje količine le-teh prav v skorji rozg večkrat tretiranih z bakrovimi spojinami.



Slika 1: Vsebnost ogljikovih hidratov (mg/g SS) v skorji enoletnih rozg po obravnavanjih leta 2003.

Figure 1: The content of carbohydrates (mg/g dry weight) in the bark of one-year old shoots in the year 2003.

### 3.2 KAKOVOST GROZDJA

Kakovost grozdja določajo ogljikovi hidrati, organske kisline in fenolne snovi, zato je pomembno, da le-te v grozdju ovrednotimo.

#### 3.2.1 Ogljikovi hidrati v grozdju

V grozdju smo v času tehnološke in polne zrelosti grozdja določili vsebnost saharoze, glukoze in fruktoze.

##### 3.2.1.1 Ogljikovi hidrati v grozdju tehnološke zrelosti

Kakovost grozdja je v veliki meri odvisna od količine ogljikovih hidratov v grozdju ali moštu. V grozdju sta količinsko pomembna glukoza in fruktoza, katerima se količina in razmerje spreminjata.

Preglednica 11: Vsebnost ogljikovih hidratov (mg/g) v grozdju sorte 'Merlot' ob tehnološki zrelosti leta 2003. Podatki predstavljajo povprečja s standardno napako, dvosmerna ANOVA.

Table 11: Carbohydrate content in grape of cv. Merlot at ripe stage in the year 2003. Means and standard errors are presented, two-way ANOVA.

Sladkor Sugar	Saharoza Sucrose	Glukoza Glucose	Fruktoza Fructose	Razmerje (glukoza/fruktoza) Ratio (Glucose/Fructose)	Skupaj Amount
Obravnavanje Treatment					
BB	4,78 ± 0,46 <b>ab</b>	108,31 ± 2,76 <b>ab</b>	106,50 ± 2,62 <b>ab</b>	1,019 ± 0,003	219,6 ± 5,6 <b>ab</b>
IPG	3,76 ± 0,34 <b>a</b>	106,12 ± 3,73 <b>a</b>	105,17 ± 3,59 <b>a</b>	1,010 ± 0,005	215,0 ± 7,6 <b>a</b>
K	4,99 ± 0,45 <b>b</b>	105,17 ± 3,59 <b>b</b>	113,98 ± 2,29 <b>b</b>	1,022 ± 0,004	235,5 ± 4,9 <b>b</b>
Povprečje (Average)	4,51 ± 0,25	110,32 ± 1,90	108,55 ± 1,77	1,020 ± 0,002	

Artez-Hdez in sod. (2004) navajajo, da je povprečno razmerje med glukozo in fruktozo med 0,98 in 1,05. Glede na obravnavanja so si razmerja glukoza : fruktoza sledila od največje do najmanjše K, BB in IPG. Ob tehnološki zrelosti grozdja smo v grozdju določili povprečno največ glukoze (110,3 mg/g), sledi fruktoza (108,5 mg/g) in najmanj saharoze (4,5 mg/g). Pri vseh treh sladkorjih so se med obravnavanjem IPG in kontrolo pokazale statistično značilne razlike. Največjo količino saharoze (4,99 mg/g) smo določili pri kontroli, medtem ko največ glukoze (108,3 mg/g) pri obravnavanju BB. Pri obravnavanju IPG smo določili najmanjše povprečne količine tako saharoze (3,76 mg/g), kot fruktoze (105,2 mg/g), zato sklepamo, da enkratna uporaba bakrovih spojin v času zorenja grozdja zmanjša sintezo saharoze in fruktoze. Glede na skupen povprečen izkupiček sladkorjev v grozdnih jagodah v času tehnološke zrelosti smo največ ogljikovih hidratov določili v kontroli, sledita obravnavanji BB in IPG.

Ker nas je zanimala sprememba količin ogljikovih hidratov z nadaljnjim zorenjem grozdja smo grozdje pustili še nekaj dni na trti in ga ob drugi trgatvi označili, kot polno zrelo grozdje.

### **3.2.1.2 Ogljikovi hidrati v grozdju polne zrelosti**

Pri primerjavi povprečnih količin ogljikovih hidratov v grozdju, glede na tehnološko zrelost sklepamo, da se je količina skupnih ogljikovih hidratov najbolj povečala pri obravnavanju IPG z 19,45 mg/g SS, sledita obravnavanje BB z 15,01 mg/g SS in kontrola s komaj 4,29 mg/g SS.

Preglednica 12: Vsebnost ogljikovih hidratov (mg/g suhe snovi (SS)) v grozdju sorte 'Merlot' ob polni zrelosti leta 2003. Podatki predstavljajo povprečja s standardno napako, dvosmerna ANOVA.

Table 12: Carbohydrate content in grape of cv. Merlot at overripe stage in the year 2003. Means and standard errors are presented, two-way ANOVA.

Obnavnanje Treatment	Sladkor Sugar	Saharoza Sucrose	Glukoza Glucose	Fruktoza Fructose	Razmerje (glukoza/fruktoza) Ratio (Glucose/Fructose)	Skupaj Amount
	BB		5,77 ± 0,29	114,59 ± 1,61	114,24 ± 1,61	1,003 ± 0,003
IPG		5,16 ± 0,27	114,73 ± 2,30	114,61 ± 2,11	1,001 ± 0,003	234,50 ± 4,52
K		5,49 ± 0,48	117,94 ± 1,80	116,38 ± 1,37	1,011 ± 0,004	239,80 ± 3,44
Povprečje Average		5,47 ± 0,20	115,75 ± 1,11	115,08 ± 0,97	1,005 ± 0,002	

Največjo povprečno količino 5,77 mg/g saharoze smo določili pri obravnavanju BB, največjo povprečno količino 117,9 mg/g glukoze in 116,4 mg/g fruktoze pri kontroli. Kljub znatnemu povečanju ogljikovih hidratov pri IPG smo v kontroli določili še vedno največ skupnih sladkorjev, in sicer 239,8 mg/g SS; medtem ko so bile pri ostalih dveh obravnavanjih povprečne količine ogljikovih hidratov podobne. Glede na tehnološko zrelost grozdja se je največ, za 27 % povečala vsebnost saharoze pri obravnavanju BB, za 10,8 % glukoze pri kontroli in za 8,2 % fruktoze pri obravnavanju IPG. Vsebnost skupnih sladkorjev se je ob polni zrelosti, glede na tehnološko zrelost najbolj, za 14,3 % povečala pri obravnavanju IPG, sledi obravnavanje BB z 9,8 % in najmanj pri kontroli, z 7,3 % povečanjem. Med obravnavanji se v skupni povprečni količini ogljikovih hidratov pri polni zrelosti grozdja niso pokazale statistično značilne razlike, zato sklepamo, da uporaba bakrovih spojin v tej fazi zrelosti grozdja ne vpliva na količino skupnih ogljikovih hidratov oziroma posameznega sladkorja.

#### 4 ZAKLJUČEK

Povprečne količine posameznih ogljikovih hidratov (saharoze, fruktoze in glukoze) v listih trte med obravnavanji in pozicijo lista na mladiki se glede na obravnavanje statistično ne razlikujejo, zato sklepamo, da uporabljene količine bakrovih spojin ne vplivajo na sintezo ogljikovih hidratov v listih. V listih vinske trte smo količinsko določili največ saharoze, kateri sledita glukoza in fruktoza. Največ fruktoze v listih smo določili pri zadnjem, najmanj pri predzadnjem vzorčenju; največ glukoze pri prvem in najmanjšo pri zadnjem vzorčenju ter največ saharoze pri predzadnjem in najmanj pri zadnjem vzorčenju. Pri ugotavljanju količine posameznih ogljikovih hidratov v skorji enoletnih rozg smo največje količine saharoze, fruktoze in glukoze določili pri obravnavanju z večkratno uporabo bakrovih spojin, medtem ko najmanjše povprečne količine naštetih ogljikovih hidratov pa pri kontrolnih vzorcih. Količina ogljikovih hidratov v grozdju se v času zorenja spreminja in je delno odvisna od foliarne uporabe bakrovih spojin. Največjo količino skupnih ogljikovih hidratov smo določili pri kontrolnih vzorcih, sledi obravnavanje BB in nazadnje IPG. Od tehnološke do polne zrelosti se je povprečna skupna količina ogljikovih hidratov najbolj povečala pri obravnavanju IPG, sledi BB in najmanj pri kontroli. Ob polni zrelosti se med

obravnnavanji niso pokazale statistične razlike, zato ne moremo trditi, da foliarna aplikacija bakrovih spojin zmanjša vsebnost ogljikovih hidratov v grozdju pri dani stopnji zrelosti.

Na podlagi enoletnega poskusa ne moremo zagotovo trditi, da uporaba bakra v vinogradu ne vpliva neposredno na biokemijske procese pri vinski trti, zato bo poskus potekal vsaj še dve leti, saj trajno vinogradništvo take raziskave nujno potrebuje. S poskusom smo pridobili koristne in prve osnovne standardne podatke za merjene teh parametrov v naših razmerah.

## 5 VIRI

- Artez-Hdez F., Artes F., Allende A. 2004. Sugar composition changes in 'autumn seedless' table grape during long term cold storage. [http://www.actahort.org/books/628/628\\_44.htm](http://www.actahort.org/books/628/628_44.htm) (11.2.2004).
- Bačkor M., Vaczi P. 2002. Copper tolerance in the lichen photobiont *Trebouxia erici* (Chlorophyta). *Environmental and Experimental Botany*, 48: 11-20.
- Balsberg-Pahlsson A. M. 1989. Toxicity of heavy metals (Zn, Cu, Cd, Pb) to vascular plants. *Water, Air and Soil Pollution*, 47: 287-319.
- Boss P. K., Davies C. 2001. Molecular biology of sugar and anthocyanin accumulation in grape berries. V: *Molecular Biology & Biotechnology of the grapevine*. Kalliopi A. Roubelakis-Angelakis (ur.). Dordrecht, Boston, London, Kluwer Academic Publishers: 1-33.
- Boulton R. B., Singleton V. L., Bisson L. F., Kunkee R. E. 1996. *Principles and Practices of Winemaking*. Florence, International Thomson Publishing: 604 str.
- Cedeno Maldonado A., Swader J. A. 1972. The cupric ion as an inhibitor of photosynthetic electron transport in isolated chloroplasts. *Plant Physiology*, 50: 698-701.
- Clancy T. 2002. Berry composition is what really matters. *Australia and New Zealand Wine Industry Journal*, July/August: 34-35.
- Colom M. R., Vazzana C. 2003. Photosynthesis and PSII functionality of drought resistant and drought-sensitive weeping lovegrass plants. *Environmental and Experimental Botany*, 49: 135-144.
- Delhaize E., Loneragan J. F., Webb J. 1985. Development of three copper metalloenzyme in clover leaves. *Plant Physiology*, 78: 241-253.
- Dolenc K., Štampar F. 1997. An investigation of the application and conduction of analyses of HPLC methods for determining sugars and organic acids in fruits. *Zbornik Biotehniške fakultete, Univerza v Ljubljani, Kmetijstvo*, 69: 99-106.
- Droppa M., Horvath G. 1990. The role of Cu in photosynthesis. *Critical Review of Plant Science*, 9 (2): 111-124.
- Galet P. 1990. *Cepages et vignobles de France. L'ampelographie Francaise*. 2. izdaja. Montpellier, Imprimerie Charles Dehan: 400 str.
- Gorman D., Levine L. P. 1966. Photosynthetic electron transport chain of *Chlamydomonas reinhardtii*. VI. Electron transport in mutant strains lacking either cytochrome 553 or plastocyanin. *Plant Physiology*, 41: 1648 str.

- Jegerschöld C., Arellano J. B., Schröder W. P., van Kan P. J. M., Baron M., Styring S. 1995. Copper (II) inhibition of electron transfer through photosystem II studied by EPR spectroscopy. *Biochemistry*, 34: 12747-12754.
- Kennedy J. 2002. Understanding grape berry development. *Practical*, July/August: 14-18.
- Marschner H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Cambridge, Academic Press: 889 str.
- Mullins M. G., Bouquet A., Williams L. E. 1992. *Biology of the grapevine*. London, Cambridge University Press: 239 str.
- Nagel C. W., Wulf L. W. 1979. Changes in the anthocyanins, flavonoids and hydroxycinnamic acid esters during fermentation and aging of Merlot and Cabernet Sauvignon wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 30: 111-119.
- Ralph P. J., Burchett M. D. 1998. Photosynthetic response of *Halophila ovalis* to heavy metal stress. *Environmental Pollution*, 103: 91-101.
- Robson A. D., Hartley R. D., Jarvis S. C. 1981. Effect of copper deficiency on phenolic and other constituents of wheat cell walls. *American Journal of Botany*, 89: 361-372.
- Smart R., Robinson M. 1991. *Sunlight into wine*. Adelaide, Winetitles: 88 str.
- Soyer Y., Koca N., Karadeniz F. 2003. Organic acids profile of Turkish white grapes and grape juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16: 629-636.
- Szalontai B., Horvath L. I., Debreczeny M., Droppa M., Horvath G. 1999. Molecular rearrangements of thylakoids after heavy metal poisoning, as seen by Fourier transform infrared (FTIR) and electron spin resonance (ESR) spectroscopy. *Photosynthesis Research*, 61: 241-252.
- Terrier N., Romieu C. 2001. Grape berry acidity. V: *Molecular Biology & Biotechnology of the Grapevine*. Kalliopi A. Roubelakis-Angelakis (ur.). London, Kluwer Academic Publishers: 35-57.
- Uribe E. G., Stark B. 1982. Inhibition of photosynthetic energy conversion by cupric ion-evidence for Cu<sup>2+</sup>-coupling factor 1 interaction. *Plant Physiology*, 69: 1040-1045.
- Vercesi A., Pontrioli R., Rizzotti R. 2001. *Viticulture biologico e difesa*. Vignevini, 28, 5: 55-62.
- Winkler A. J., Cook J. A., Kliewer W. M., Lider L.A. 1974. *Development and composition of grapes*. V: *General Viticulture*. Los Angeles, University of California Press: 138-196.
- Woolhouse H. M. 1983. Toxicity and tolerance in the responses of plants to metals. V: *Encyclopedia of Plant Physiology*. Lange O.L., Nobel P.S., Osmand C.B., Ziegler H. (ur.). Springer, Berlin, New Series: 246-299.
- Yoshioka H., Nagai K., Aoba K., Fukumoto M. 1988. Seasonal change of carbohydrates metabolism in apple trees. *Scientia Hort.*, 36: 219-227.