

Kakvoća crnih vina (*V. vinifera* L.) dozrijevanih u bačvama od slavonske hrastovine

Sažetak

Utjecaj srednje i jako paljenih bačava (225 L) od slavonske hrastovine na kakvoću crnih vina praćen je tijekom 9 mjeseci dozrijevanja. Cilj istraživanja bio je utvrditi razlike u kemijskom sastavu i senzornim svojstvima vina 'Cabernet Sauvignon', 'Merlot' i 'Petit Verdot'. Promjene u kemijskom sastavu vina praćene su metodom plinska kromatografija-masena spektrometrija (GC-MS) temeljem uzorkovanja vina svakih 3 mjeseca. Utvrđen je različiti intenzitet ekstrakcije polifenolnih spojeva, ovisno o jačini paljenja bačava koji je najviše utjecao na koncentracije eugenola, gvajakola, vanilina te *cis* i *trans*-hrastovog laktone. Na koncentracije ostalih laktone (γ -heksalaktone, γ -nonalaktone, γ -dekalaktone) veći utjecaj je imala sorta u odnosu na jačinu paljenja i vrijeme dozrijevanja. Ekstrakcija hlapivih spojeva iz drva bila je različita među ispitivanim vinima pri čemu je u vinu 'Cabernet Sauvignon' bila najintenzivnija. Razlike su utvrđene i u koncentracijama hlapivih fenola. Tako su vina 'Petit Verdot' imala najnižu koncentraciju etil-fenola i etil-gvajakola dok je veća koncentracija zabilježena u vinima 'Cabernet Sauvignon' neovisno o jačini paljenja. Prema rezultatima senzornog ocjenjivanja bolja su vina dozrijevana u srednje paljenim bačvama u odnosu na ona iz jako paljenih, pri čemu je ukupno najbolje ocijenjeno vino sorte 'Merlot'.

Ključne riječi: slavonska hrastovina, bačva, jačina paljenja, laktone, hlapivi fenoli

Uvod

Dozrijevanje crnih vina u hrastovim bačvama jedan je od tehnoloških postupaka kojim se značajno može utjecati na kakvoću vina. Poroznost drvenih dužica omogućava kontakt vina sa kisikom iz zraka čime se potiče ekstrakcija velikog broja hlapivih spojeva, što u konačnici rezultira većom kompleksnošću mirisnih i okusnih svojstava dobivenih vina. Obzirom na podrijetlo drva za bačve u vinarskoj proizvodnji najzastupljenije su francuske (*Q. petraea* i *Q. robur*) i američke (*Q. alba*) bačve uz koje su sve zastupljenije i bačve od slavonske hrastovine za koje se koristi i izraz „Eastern Europe oak“. Za njihovu proizvodnju, također se koristi *Q. petraea* i *Q. robur* hrast (Vivas, 2005). Ekstrakcija hlapivih spojeva ovisi o svojstvima korištenog drva (botaničko i zemljopisno podrijetlo, način sušenja, jačina paljenja) te duljine dozrijevanja vina u bačvama (Ortega-Heras i sur. 2007; Chira i Teissedre, 2013). Utjecaj na jačinu ekstrakcije ima i kemijski sastav vina. Istraživanje Garde-Cerdán i sur. (2004) prikazuje pozitivan učinak većih koncentracija etanola u vinu na izdvajanje pojedinih hlapivih spojeva, dok su Ancín i sur. (2005) ukazali na utjecaj SO₂ koji svojim prisustvom može odgoditi oslobađanje pojedinih furanskih spojeva te hlapivih fenola. Glavni predstavnici hlapivih spojeva koji se oslobađaju tijekom kontakta vina s hrastovim dužicama su *cis* i *trans* izomeri hrastovog laktone, furfural i njegovi derivati, fenolni aldehidi kao što su vanilin i siringaldehid, hlapivi fenoli kao eugenol i gvajakol te etil i vinil fenoli. Prema Prida i sur. (2007) zastupljenost hlapivih spojeva, posebno hrastovih laktone, pod velikim je utjecajem botaničkog podrijetla drva, pri čemu *Q. petraea* ima i do 15 puta više ukupnih hrastovih laktone u odnosu na *Q. robur* (Doussot i sur., 2000). Različitost u koncentracijama hlapivih spojeva obzirom na botaničko podrijetlo utvrdili su i Chatonnet i sur. (1994) za eugenol te Vivas i sur. (2000) za hrastove laktone i eugenol čije su koncentracije bile niže u drvu

podrijetlom iz istočne Europe. Razina paljenja drvenih dužica tijekom proizvodnje bačava ima značajan utjecaj na razgradnju pojedinih spojeva iz drva čime se omogućuje sinteza brojnih hlapivih spojeva. Razgradnjom lignina nastaju spojevi kao što su gvajakol, vanilin i siringaldehid, razgradnja hemiceluloze omogućuje sintezu furfurala i 5-metil furfurala, a hrastovi laktoni nastaju izdvajanjem vode te ciklizacijom hidrosikarboksilnih kiselina prisutnih u drvetu (Garde-Cerdán i Ancín-Azpilicueta, 2006). Chatonnet i sur. (1989) te Koussissi i sur. (2009) utvrdili su da srednja jačina paljenja potencira maksimalnu sintezu hlapivih spojeva. Više temperature mogu negativno utjecati na koncentracije hrastovih laktona obzirom na njihovu osjetljivost na toplinu i sklonost termodegradaciji i/ili gubitku uslijed povećane hlapivosti na visokim temperaturama (Chira i sur., 2013). Duljina dozrijevanja vina u drvu također različito utječe na oslobađanje hlapivih spojeva, pa je tako prema Chira i sur. (2013) ekstrakcija furanskih spojeva najizraženija tijekom prvih 3 do 6 mjeseci dozrijevanja, nakupljanje vanilina najveće je na početku da bi svoj maksimum postigla nakon 9, u lagano paljenom, odnosno 12 mjeseci, u srednje paljenom drvetu. Koncentracije eugenola i gvajakola također se povećavaju tijekom dozrijevanja. Jače oslobađanje oba hrastova laktona uočeno je u periodu između 6 i 9 mjeseci što je najvjerojatnije povezano s njihovim lakšim otpuštanjem u natopljenom drvu (Spillman i sur., 1998). Obzirom na posebnosti hrastovine uvjetovanih botaničkim podrijetlom i jačinom paljenja, cilj istraživanja bio je utvrditi razlike u kemijskom sastavu i senzornim svojstvima vina 'Cabernet Sauvignon', 'Merlot' i 'Petit Verdot' tijekom 9 mjeseci dozrijevanja u bačvama od slavonske hrastovine.

Materijali i metode

Vina

Sva crna vina ('Cabernet Sauvignon', 'Merlot' i 'Petit Verdot') proizvedena su u Zavodu za vinogradarstvo i vinarstvo Agronomskog fakulteta, na vinogradarsko-vinarskom pokušalištu Jazbina. Postupak vinifikacije grožđa navedenih sorata berbe 2016. godine obuhvati je primjenu klasične tehnologije proizvodnje crnih vina koja obuhvaća maceraciju u trajanju od 7 dana, primjenu selekcioniranih sojeva kvasaca te kontrolu temperature tijekom alkoholne fermentacije. Po završetku fermentacije u vinima je provedena osnovna fizikalno-kemijska analiza, a vina su po varijantama pretočena u drvene bačve. Uzorkovanje vina tijekom perioda dozrijevanja bilo je nakon 1, 3, 6 i 9 mjeseci. U navedenim uzorcima primjenom GC-MS metode određena je koncentracija pojedinačnih hlapivih spojeva.

Hrastove bačve

U istraživanju je korišteno po šest novih hrastovih bačava zapremnine 225 L, pri čemu su 3 srednje (MT) i 3 jake razine (HT) paljenja. Bačve su proizvedene od slavonskog hrasta (*Q. petraea*), proizvođača Pozvek iz Dunjkovca.

Osnovna fizikalno-kemijska analiza vina

Reducirajući šećer u vinu određivan je titracijskom metodom po Rebeleinu (Zoecklin i sur., 2001).

Ukupna kiselost (kao vinska, g/L) mošta i vina određene su metodom neutralizacije uzorka s 0,1 M NaOH uz indikator bromtimol plavo (O.I.V., 2007).

Hlapiva kiselost (kao octena, g/L) u vinu određena je metodom neutralizacije uzorka prethodno destiliranog u struji vodene pare, uz 0,1 M NaOH i indikator fenolftalein prema O.I.V. (2007).

Alkohol u vinu određen je metodom destilacije na osnovi specifične težine destilata pri 20°C prema vodi iste temperature. Iz dobivenih vrijednosti pomoću tablica po Reichardu očitani su

odgovarajući vol. % alkohola.

Ukupni ekstrakt u vinu određen je denzimetrijski iz ostatka destilacije, a odgovarajuća količina u g/L očitana je iz tablica po Reichardu (O.I.V., 2007).

Ekstrakt bez šećera u vinu dobiven je oduzimanjem količine reducirajućeg šećera od vrijednosti ukupnog ekstrakta.

Pepeo u vinu određen je sagorijevanjem suhe tvari u mufolnoj peći pri 525°C (O.I.V., 2007).

Slobodni i ukupni SO₂ u vinu određen je alkalimetrijski metodom po Paulu (O.I.V., 2007)

pH vrijednost vina određena je mjerenjem na Beckman Expandomatic SS-2 pH metru (Fullerton, Kalifornija, SAD).

Određivanje aromatskih spojeva vina

Ekstrakcija hlapivih spojeva iz vina provedena je primjenom ekstrakcije na čvrstoj fazi sa LiChrolut EN kolonicama (500 mg, 3 mL, Darmstadt, Njemačka). Prije nanošenja uzorka kolonica je kondicionirana s 3 mL diklormetana, metanola i 13 %-tne vodene otopine etanola. Po završetku kondicioniranja, nanoseno je 25 mL uzorka vina. Prolaskom uzorka kroz kolonicu ostavljena je da se suši na zraku 30 min, a potom je provedeno ispiranje analita s 1 mL diklormetana. Eluati su potom upareni do suhog u struji dušika te rekonstituirani s 500 mL diklormetana. Tako dobiveni ekstrakt prenesen je u posudicu za uzorak i analiziran primjenom metode GC-MS. Za potrebe analize GC-MS, injektirano je 2 mL, a korištena je kolona BP-20 dimenzija 30 m x 0,22 mm i.d. x 0,25 mL (SGE, Darmstadt, Njemačka). Analiza je provedena na vezanom sustavu GC-MS (plinski kromatograf Agilent Technology 6890, spektrometar masa Agilent 5973N). Ostali parametri analize bili su istovjetni onima opisanim u radu Perestelo i sur. (2011).



Pozvek d.o.o.

KVALITETA GRAĐENA GODINAMA

Bačve izrađene na tradicionalni način od najkvalitetnijeg slavonskog hrasta!

**Barrique bačve • Ovalne bačve
Okrugle bačve • Vinifikatori**

**Ul. Ivana Gorana Kovačića 3A, 40305, Dunjkovec
tel: 040. 829 232 • mob: 091.282 9234
info@pozvek.hr**

Sretan Božić i Novu godinu želi Vam Pozvek d.o.o.!

Senzorna analiza vina

Sva vina senzorno su ocijenjena po završetku dozrijevanja, 'Paired sample testom', metodom kojom se ocjenjivaču daju dva uzorka vina, od kojih treba izabrati uzorak s većim intenzitetom pojedinog sastojka, naglašenijeg svojstva ili bolje sveukupne kakvoće (Amerine, 1976.). Primjenjena je i metoda 100 pozitivnih bodova prema O.I.V.-u. U ocjenjivanju je sudjelovalo 11 iskusnih ocjenjivača.

Rezultati i rasprava*Kemijski sastav vina*

U tablici 1. prikazan je osnovni kemijski sastav istraživanih crnih vina, berbe 2016. Iz prikazanih rezultata vidljivo je kako se vino dobiveno od sorte 'Petit Verdot' izdvojilo većom koncentracijom alkohola te pH vrijednostima. Vrijednosti ostalih parametara bile su slične kod sva tri vina.

Tablica 1. Osnovni kemijski sastav crnih vina, berba 2016.**Table 1.** Basic chemical composition of red wines, harvest 2016

Uzorci/Samples	Cabernet Sauvignon	Merlot	Petit Verdot
VINO/WINE			
Specifična težina(20/20°C)/Special gravity	0,9924	0,9917	0,9926
Alkohol (vol%)/Alcohol	13,65	13,21	14,11
Ekstrakt ukupni gL ⁻¹ /Total dry extract	26,1	22,9	27,9
Šećer reducirajući gL ⁻¹ /Residual sugar	5,2	4,6	4,7
Ekstrakt bez šećera gL ⁻¹ /Dry sugar	21,9	19,3	24,2
Ukupne kiseline (kao vinska) gL/Total acidity	5,8	5,3	6,3
Hlapive kiseline (kao octena) gL ⁻¹ /Volatile acidity	0,82	0,82	0,70
pH	3,54	3,46	3,60
SO ₂ slobodni mgL ⁻¹ /SO ₂ free	16,0	10,0	18,0
SO ₂ ukupni mgL ⁻¹ /SO ₂ total	99,0	85,0	96,0
Pepeo gL ⁻¹ /Ash	2,61	2,12	2,80

Promjene u koncentracijama hlapivih spojeva tijekom dozrijevanja vina prikazani su u tablicama 2 i 3. Rezultati objavljeni u velikom broju radova (Rodríguez i sur., 2011; Ortega-Heras i sur. 2007; Waterhouse i Towey, 1994) ukazuju na veću prisutnost *cis*-hrastovog laktona u vinu u odnosu na njegov *trans*-izomer što je potvrđeno i u našem istraživanju. Tijekom dozrijevanja vina, neovisno o jačini paljenja drva, koncentracije su se povećavale, pri čemu je najveća različitost uočena u oslobađanju *trans*-hrastovog laktona u jako paljenim bačvama. Prema Chira i sur. (2013), jačina paljenja može značajno utjecati na razinu laktona u drvetu obzirom na njihovu sklonost termorazgradnji te hlapivosti uslijed izlaganja drveta visokim temperaturama. Najveće koncentracije hrastovih laktona utvrđene u u vinima Petit Verdot neovisno o jačini paljenja što može biti povezano i s većom koncentracijom etanola (Cerdán i Azpilicueta, 2004).

Tablica 2. Promijene u koncentracijama hlapivih spojeva (μgL^{-1}) u vinima Cabernet Sauvignon, Merlot and Petite Verdot tijekom 9 mjeseci dozrijevanja u jako paljenim bačvama

Table 2. Evaluation of oak volatile concentration (μgL^{-1}) in Cabernet Sauvignon, Merlot and Petite Verdot wines during 9 months aging in hard toasted barrels

SPOJ ($\mu\text{g/L}$)/Compound	CS	M	PV	CS	M	PV	CS	M	PV	CS	M	PV
Hrastovi laktomi/oak lactones												
<i>cis</i> -hrastov laktom/ <i>cis</i> -oak lactone	144,66	80,09	147,17	149,10	80,72	151,52	160,12	119,24	162,37	166,15	136,93	173,61
<i>trans</i> -hrastov laktom/ <i>trans</i> -oak lactone	97,72	76,10	39,98	98,38	77,41	80,02	98,46	83,88	93,26	99,65	84,01	102,12
Hlapivi fenolni/volatile phenols												
Gvajakol/guaiacol	17,28	17,63	20,46	20,06	20,84	22,38	20,90	20,01	22,40	20,80	20,01	22,40
Eugenol/eugenol	14,06	12,42	12,05	14,07	12,49	13,06	14,42	13,39	13,06	14,78	14,40	13,70
4-etilgvajakol/4-ethyl guaiacol	19,16	21,53	30,40	19,35	22,85	30,41	50,32	47,64	32,27	52,33	49,79	39,12
4-etilfenol/4-ethyl phenol	124,61	72,38	105,93	128,81	72,27	106,44	183,98	149,16	113,01	193,42	149,61	115,06
Fenolni aldehidi/Phenolic aldehydes												
Vanilin/vanillin	384,30	375,44	345,68	390,48	392,82	365,14	395,92	398,28	375,76	396,34	394,32	380,76
Laktomi/lactones												
γ -butirolaktom/ γ -butyrolactone	243,90	266,08	295,21	253,76	267,17	302,29	270,55	269,61	322,28	287,19	291,82	332,38
γ -heksalaktom/ γ -hexalactone	4,97	6,27	5,63	6,82	6,99	6,35	6,18	7,15	6,44	6,06	3,15	6,82
γ -oktalaktom/ γ -octalactone	1,34	1,09	0,57	1,39	1,19	1,13	1,46	1,20	1,15	1,49	1,19	1,14
γ -nonalaktom/ γ -nonalactone	10,35	4,31	7,69	11,18	4,56	7,71	11,38	4,70	7,81	11,85	4,72	7,94
γ -dekalaktom/ γ -decalactone	4,04	3,03	2,11	4,58	3,68	2,90	4,54	3,80	2,90	4,62	3,78	3,00
δ -dekalaktom/ δ -decalactone	1,94	2,19	2,11	1,92	2,22	2,10	1,89	2,34	2,19	2,96	5,87	2,22
γ -undekalaktom/ γ -undecalactone	0,72	0,04	0,64	0,81	0,05	0,83	3,11	0,15	0,83	3,14	0,14	0,23

CS-Cabernet Sauvignon, M-Merlot, PV-Petit Verdo

Tablica 3. Promijene u koncentracijama hlapivih spojeva ($\mu\text{g L}^{-1}$) u vinima Cabernet Sauvignon, Merlot and Petite Verdot tijekom 9 mjeseci dozrijevanja u srednje paljenim bačvama

Table 3. Evaluation of oak volatile concentration ($\mu\text{g L}^{-1}$) in Cabernet Sauvignon, Merlot and Petite Verdot wines during 9 months aging in medium toasted barrels

SPOJ ($\mu\text{g/L}$)/Compound	CS	M	PV	CS	M	PV	CS	M	PV	CS	M	PV
Hrastovi laktoni/oak lactones												
<i>cis</i> -hrastov lakton/ <i>cis</i> -oak lactone	120,25	94,64	138,08	149,68	102,34	151,42	154,78	120,56	153,92	158,72	122,04	156,94
<i>trans</i> -hrastov lakton/ <i>trans</i> -oak lactone	90,54	70,23	57,29	101,76	74,73	82,22	133,90	96,78	111,37	139,76	112,90	128,45
Hlapivi fenoli/volatile phenols												
Gvajakol/guaiacol	7,22	8,64	10,33	8,54	6,77	11,65	8,60	6,81	11,60	8,70	6,81	11,63
Eugenol/eugenol	24,05	22,39	20,04	24,09	22,91	20,11	25,09	24,27	20,62	25,24	24,40	21,11
4-etilgvajakol/4-ethyl guaiacol	19,33	21,77	30,19	19,58	23,15	30,71	74,96	48,88	35,32	78,20	50,33	37,74
4-etifenol/4-ethyl phenol	110,32	70,59	105,13	113,81	72,75	108,66	182,03	164,92	110,99	185,40	163,97	113,74
Fenolni aldehidi/Phenolic aldehydes												
Vanilin/vanillin	343,79	300,89	277,61	352,94	321,11	288,75	360,11	333,78	291,24	364,12	334,23	298,34
Laktoni/lactones												
γ -butirolakton/ γ -butyrolactone	240,62	265,39	318,28	259,11	268,19	320,77	275,49	277,63	325,43	275,80	291,82	335,61
γ -heksalakton/ γ -hexalactone	5,12	4,78	5,01	7,70	7,16	7,19	7,79	7,22	6,44	8,17	7,75	7,09
γ -oktalakton/ γ -octalactone	1,25	1,13	1,40	1,39	1,16	1,52	1,40	1,16	1,28	1,44	1,17	1,22
γ -nonalakton/ γ -nonalactone	8,98	3,80	6,95	9,81	4,73	7,35	10,65	5,54	7,71	11,40	5,96	7,65
γ -dekalakton/ γ -decalactone	7,57	2,52	3,68	7,73	2,56	3,70	8,69	2,59	3,69	8,72	2,94	3,72
δ -dekalakton/ δ -decalactone	2,79	2,20	2,28	2,81	2,38	2,24	2,90	2,40	2,19	2,99	5,33	2,16
γ -undekalakton/ γ -undecalactone	1,26	0,04	1,49	1,38	0,04	1,50	1,54	0,04	1,47	1,67	0,04	1,53

CS-Cabernet Sauvignon, M-Merlot, PV-Petit Verdot

U svim vinima, koncentracije *cis*-hrastovog laktone bile su iznad praga detekcije koji prema Chatonnet i sur. (1990) iznosi 92 µg/L, a što nije bio slučaj s *trans*-izomerom čije su koncentracije bile značajno ispod 460 µg/L. Hlapivi fenoli kao što su gvajakol i eugenol direktni su produkt termodegradacije lignina uslijed paljenja drveta. Njihove koncentracije, kao i koncentracije vanilina, tijekom dozrijevanja su rasle te pozitivno utjecale na ukupni senzorni profil vina dajući arome dima, začina i vanilije. Iako koncentracije nisu prelazile prag detekcije, koja prema Boidron i sur. (1988) za vanilin iznosi 320 µg/L, eugenol 500 µg/L te gvajakol 75 µg/L. Obzirom na jačinu paljenja, utvrđene su razlike kod eugenola koji je bio zastupljeniji u vinima dozrijevanim u srednje paljenim bačvama te gvajakola, kojega je bilo više u vinima dozrijevanim u jače paljenim bačvama. Navedeni rezultati su u skladu s Cerdán i sur. (2002) koji navode kako jačina paljenja pozitivno utječe na formiranje pojedinih fenolnih alkohola no da također može potencirati i smanjenje pojedinih spojeva, kao npr. Eugenola, uslijed njegove hlapivosti. Prisutnost etil-fenola utvrđena je u svim vinima neovisno o tipu bačve, pri čemu je veća različitost u koncentracijama utvrđena između sorata. Takvi rezultati su u skladu s Pollnitz i sur. (2000) te Chatonnet i sur. (1995) koji ističu ulogu sorte u sintezi navedenih spojeva te važnost *p*-kumarinske i ferulinske kiseline čije koncentracije značajno variraju između sorata, a glavni su prekursori u njihovom nastajanju. Utvrđene koncentracije nisu imale negativan utjecaj na aromatski profil vina obzirom da nisu prešle prag detekcije koji za etil-fenol iznosi 620 µg/L, a za etil-gvajakol 140 µg/L (Chatonnet i sur. 1992). Kao što je vidljivo iz tablica 2 i 3 najzastupljeniji lakton je bio γ -butirolakton koji nastaje tijekom procesa paljenja drva te alkoholne fermentacije, zatim γ -nonalakton koji se također ekstrahira iz drva, a u koncentracijama preko 30 µg/L (Singleton, 1995) naglašava voćnu aromu. Na njegovu pozitivnu ulogu ukazali su već Nakamura i sur. (1988), koji su u crnim vinima iz Kalifornije utvrdili prosječnu koncentraciju od 24 µg/L, a u francuskim 21 µg/L te potvrdili njegovu ulogu u formiranju arome kokosa. Vina 'Cabernet Sauvignon' izdvojila su se većim koncentracijama navedenog spoja, neovisno o tipu bačve, no utvrđene vrijednosti nisu bile iznad navedenog praga detekcije. Prema Ferreira i sur. (2004) prosječne vrijednosti laktone u crnim vinima iznosile su 2,3 µg/L za γ -oktalakton, 13,4 µg/L za γ -nonalakton, 0,5 i 0,7 µg/L za γ -dekalakton i δ -dekalakton te 4,6 µg/L za γ -undekalakton. Uspoređujući vrijednosti s dobivenim rezultatima, možemo zaključiti da su vrijednosti γ -dekalaktona i δ -dekalaktona u svim vinima bile veće od navedenog prosjeka dok je koncentracija γ -undekalaktona bila primjetno niža kao i da se nisu značajno povećavale tijekom dozrijevanja vina.

Senzorno ocjenjivanje vina

Rezultati senzornog ocjenjivanja vina 'Paired sample' metodom prikazani su u tablici 4. Ocjenivači su između dva ponuđena uzorka morali izdvojiti onaj koji je imao kompleksniju strukturu i kakvoću mirisa. Kao što je vidljivo, kod svih uzoraka su se pokazala kao bolja, vina dozrijevana u srednje paljenim bačvama. Rezultati ocjenjivanja metodom 100 pozitivnih bodova (tablica 5) ukazali su na pozitivan utjecaj dozrijevanja u drvenim bačvama na sva vina, pri čemu su se nešto višim ocjenama izdvojila vina 'Cabernet Sauvignon' i 'Merlot'. Provedeno ocjenjivanje potvrdilo je rezultate 'Paired sample' metode osim kod vina 'Marlot' dozrijevanog u jako paljenoj bačvi koje je ujedno bilo i najbolje ocijenjeno vino. Razlog tome je značajno veća kompleksnost i harmoničnost okusa. Postojanost arome u ustima te bolji opći dojam također su pridonijeli krajnjem rezultatu, iako je struktura mirisa bila nešto jednostavnija u odnosu na srednje paljenu varijantu vina 'Merlot'.

Tablica 4. Rezultati ocjenjivanja vina Paired sample metodom
Table 4. Sensory evaluation of wines by Paired sample method

Uzorak/Sample	CS M	CS H	M M	M H	PV M	PV H
Zbroj/Score	10	2	7	5	12	0

CS M- Cabernet Sauvignon srednje paljenje, CS H- Cabernet Sauvigno jako paljenje; M M- Merlot srednje paljenje, M H- Merlot jako paljenje; PV M- Petit Verdot srednje paljenje, PV H- Petit Verdot jako paljenje

Tablica 5. Rezultati ocjenjivanja metodom 100 bodova
Table 5. Sensory evaluation of wines by 100 points method

Uzorak/Sample	CS M	CS H	M M	M H	PV M	PV H
Zbroj/Score	82	79	83	85	78	75

CS M- Cabernet Sauvignon srednje paljenje, CS H- Cabernet Sauvigno jako paljenje; M M- Merlot srednje paljenje, M H- Merlot jako paljenje; PV M- Petit Verdot srednje paljenje, PV H- Petit Verdot jako paljenje

Zaključak

Temeljem dobivenih rezultata može se zaključiti da je dozrijevanje vina 'Cabernet Sauvignon', 'Merlot' i 'Petit Verdot' u drvenim bačvama od slavonskog hrasta pozitivno utjecalo na njihov kemijski sastav. Utvrđena je razlika u ekstrakciji pojedinačnih hlapivih spojeva iz drvenih bačava u ispitivanim vinima, pri čemu je najintenzivnija u vinima 'Cabernet Sauvignon'. Različitost u kemijskom sastavu utjecala je i na senzorna svojstva ispitivanih vina, jer ekstrahirani spojevi pridonose aromama dima, začina, kokosa i vanilije. Nakon senzornog ocjenjivanja vina kakvoćom se izdvojilo vino 'Merlot' dozrijevano u srednje paljenoj bačvi.

Literatura

- Amerine, M.A., Roessler, E.B. (1976); *Wines: Their sensory evaluation*, San Francisco, W.H. Freeman and Co.
- Ancin, C., Garde, T., Torrea, D., & Jimenez, N. (2004). Extraction of volatile compounds in model wine from different oak woods: effect of SO₂. *Food Research International*, 37(4), 375-383.
- Boidron, J. N., Chatonnet, P., & Pons, M. (1988). Influence du bois sur certains substances odorantes des vins. *Connaissance Vigne Vin*, 22, 275-294.
- Cerdán, T. G., Goñi, D. T., & Azpilicueta, C. A. (2004). Accumulation of volatile compounds during ageing of two red wines with different composition. *Journal of Food Engineering*, 65(3), 349-356.
- Cerdán, T. G., Mozaz, S. R., & Azpilicueta, C. A. (2002). Volatile composition of aged wine in used barrels of French oak and of American oak. *Food Research International*, 35(7), 603-610.
- Chatonnet, P., Boidron, J. N., & Pons, M. (1990). Maturation of red wines in oak barrels: evolution of some volatile compounds and their aromatic impact. *Sciences des Aliments*
- Chatonnet, P., Boidron, J. N., Dubourdieu, D., & Pons, M. (1994). Evolution de certains composés volatils du bois de chêne au cours de son séchage premiers résultats. *OENO One*, 28(4), 359-380.
- Chatonnet, P., Dubourdieu, D., & Boidron, J. N. (1995). The influence of Brettanomyces/Dekkera sp. yeasts and lactic acid bacteria on the ethylphenol content of red wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 46(4), 463-468.
- Chatonnet, P., Dubourdieu, D., Boidron, J. N., & Pons, M. (1992). The origin of ethylphenols in wines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 60(2), 165-178.
- Chira, K., & Teissedre, P. L. (2013). Extraction of oak volatiles and ellagitannins compounds and sensory profile of wine aged with French winewoods subjected to different toasting methods: Behaviour during storage. *Food chemistry*, 140(1), 168-177.
- Doussot, F., Pardon, P., Dedier, J., & De Jeso, B. (2000). Individual, species and geographic origin influence on cooperative oak extractable content (*Quercus robur* L. and *Quercus petraea* Liebl.). *Analisis*, 28(10), 960-965.
- Garde-Cerdán, T., & Ancin-Azpilicueta, C. (2006). Review of quality factors on wine ageing in oak barrels. *Trends in*

food science & technology, 17(8), 438-447.

Koussissi, E., Dourtoglou, V. G., Ageloussis, G., Paraskevopoulos, Y., Dourtoglou, T., Paterson, A., & Chatzilazarou, A. (2009). Influence of toasting of oak chips on red wine maturation from sensory and gas chromatographic headspace analysis. *Food Chemistry*, 114(4), 1503-1509.

Nakamura, S., Crowell, E. A., Ough, C. S., & Totsuka, A. (1988). Quantitative Analysis of γ -Nonalactone in Wines and Its Threshold Determination. *Journal of Food Science*, 53(4), 1243-1244.

O.I.V. (2007). *Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis*. Vol. 1., Paris

Ortega-Heras, M., González-Sanjosé, M. L., & González-Huerta, C. (2007). Consideration of the influence of aging process, type of wine and oenological classic parameters on the levels of wood volatile compounds present in red wines. *Food chemistry*, 103(4), 1434-1448.

Perestrelo, R., Barroso, A.S., Rocha, S.M., & Camara, J.S. (2011). Optimisation of solid-phase microextraction combined with gas chromatography-mass spectrometry based methodology to establish the global volatile signature in pulp and skin of *Vitis vinifera* L. grape varieties. *Talanta*, 85 (3), 1483-1493.

Pollnitz, A. P., Pardon, K. H., & Sefton, M. A. (2000). 4-Ethylphenol, 4-ethylguaiacol and oak lactones in Australian red wines. *Australian Grapegrower & Winemaker*, 438, 45-52.

Rodríguez-Rodríguez, P., & Gómez-Plaza, E. (2011). Differences in the extraction of volatile compounds from oak chips in wine and model solutions. *American journal of enology and viticulture*, 62(1), 127-132.

Singleton, V. L. (1995). Maturation of wines and spirits: Comparisons, facts, and hypotheses. *American Journal of Enology and Viticulture*, 46(1), 98-115.

Spillman, P. J., Iland, P. G., & Sefton, M. A. (1998). Accumulation of volatile oak compounds in a model wine stored in American and Limousin oak barrels. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 4(2), 67-73.

Vivas, N. (2005). *Manual de tonelería*. Mundi Prensa, Madrid, Spain.

Vivas, N., Abasalon, C., Benost, F., Vitry, C., Grazillier, S., de Revel, G., & Bertrand, A. (2000). Les chênes européens Q. robur L. et Q. petraea (Matt.), Liebl. In *Analyse des potentialités œnologiques des différents massifs forestiers*, 5e Colloque Sci. Techn. Tonnelerie, Bordeaux (pp. 31-37).

Waterhouse, A. L., & Towey, J. P. (1994). Oak lactone isomer ratio distinguishes between wine fermented in American and French oak barrels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(9), 1971-197

Original scientific paper

Quality of red wines from different grape varieties *V. vinifera* L aged in slavonian oak barrels

Abstract

The wood-related volatile profile of red wines aged in medium and hard toasted Croatian oak barrels was studied by GC-MS method. The objective of this study was to describe the differences in chemical composition and sensory properties of the 'Cabernet Sauvignon', 'Merlot' and 'Petit Verdot' wines during the nine months aging period. Different rates of extraction have been observed, depending on the toasting method used. The toasting level influenced more considerably eugenol, guaiacol, vanillin and cis and trans-oak lactone concentrations. Among other lactones analysed (γ -hexalactone, γ -nonalactone, γ -decalactone), grape variety had more pronounced influence than toasting level and aging period. The accumulation of oak compounds was different, depending on the wine aged in the barrels with the extraction rate being more favoured in the Cabernet Sauvignon wines. Marked difference was noted in the ethyl phenols concentrations among tested wines. 'Petit Verdot' contained the lowest levels of both phenols (ethyl phenol and guaiacol) while higher concentrations were noted in Cabernet Sauvignon wines regardless of the toasting level. Sensory evaluation pointed out better overall quality of wines aged in medium toasted barrels while among varieties, best results were achieved in Merlot wines.

Key words: Slavonian oak, barrel, toasting level, lactones, volatile phenols