

Fizikalno-kemijska analiza vina sorte Rajnski rizling proizvedenog u vinogorju Plešivica-Okić

Sažetak

Analizirani uzorci vina sorte Rajnski rizling iz vinogorja Plešivica-Okić proizvedeni su tijekom tri uzastopne godine (2009., 2010. i 2011.) na jednom obiteljskom gospodarstvu. Koncentracije alkohola, ukupnih i hlapljivih kiselina, ukupnog SO₂, glicerola i reducirajućih šećera u analiziranim vinima u skladu su sa zakonskim propisima. Uočen je izražen utjecaj klimatskih uvjeta na kemijski sastav analiziranih vina.

Ključne riječi: Rajnski rizling, kemijski sastav, klimatski uvjeti, vinogorje Plešivica-Okić

Uvod

Rajnski Rizling je jedan od najstarijih kultivara vinove loze u svijetu. Potječe iz doline rijeke Rajne odakle se proširio u zemlje sjeverne i srednje Europe, ali i u gotovo sve vinogradarske zemlje svijeta (Fazinić i Milat, 1994; Mirošević, 1996). U Hrvatskoj je grožđe ove sorte rasprostranjeno u svim vinogorjima regije Kontinentalna Hrvatska (Mirošević, 1996), a vino koje se od njega proizvodi jedno je od najboljih bijelih vina sjeverozapadne Hrvatske (Fazinić i Milat, 1994; Sokolić, 2012). Naša najpoznatija vina proizvedena od sorte grožđa Rajnski rizling potječu iz vinogorja Plešivica-Okić i Kutjevo (Sokolić, 1997).

Rajnski rizling dozrijeva početkom III. razdoblja, a nakuplja visok udio šećera (18-20 %) i ukupnih kiselina (8-12 g/L) (Mirošević, 1996). Zoričić (2013) navodi da se količina šećera u ovoj sorti grožđa razlikuje od godine do godine, što obično iznosi od 16,2 % u lošijim godinama, dok inače može biti do 22,3 % i više.

Podregija Plešivica smještena je u zapadnom dijelu središnje Hrvatske u podnožju Samoborskog i Žumberačkog gorja (Maletić i sur., 2015). Reljefom dominira Žumberačko gorje, a njegov nastavak na istoku predstavlja Samoborsko gorje s vrhovima Japetić i Okić. Podregija Plešivica dijeli se na vinogorja: Samobor, Plešivica-Okić, Sveta Jana, Krašić i Ozalj-Vivodina, a pripada zoni B (Uredba 1308/2013, Dodatak I). Srednja godišnja temperatura iznosi 11,1 °C, a srednja vegetacijska (IV.–IX. mjesec) 17,7 °C. Prosječna insolacija na godišnjoj razini iznosi 1868 sati godišnje. Isto tako godišnje padne ukupno 1073 mm oborina, od toga 591 mm tijekom vegetacije (Maletić i sur., 2015). Mikroklimatski i edafski uvjeti (fizikalne i kemijske osobine tla; temperatura i vlaga tla) vinogorja Plešivica-Okić upravo pogoduju razvoju posebnih osobina vina Rajnski rizling (Fazinić i Milat, 1994). Stoga se na vinogradarskim položajima Plešivice od sorte Rajnski rizling proizvode kvalitetna i vrhunska vina (Gašparec-Skočić i Bolić, 2006). U određenim godinama s prikladnim klimatskim uvjetima, kada je grožđe napadnuto plemeni-

¹ prof. dr. sc. Vlatka Petravić-Tominac, prof. dr. sc. Vesna Zechner-Krpan, Laboratorij za biokemijsko inženjerstvo, industrijsku mikrobiologiju i tehnologiju slada i piva, Zavod za biokemijsko inženjerstvo, Prehrambeno-biotehnoški fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Pierottijeva 6, Zagreb, Hrvatska

² Ivana Šolčić, mag. ing. molekularne biotehnologije, Pliva Hrvatska, Odjel Sterilna proizvodnja, Prilaz baruna Filipovića 25, Zagreb, Hrvatska

³ dr. sc. Damir Oros, Kabinet za bioinformatiku, Zavod za biokemijsko inženjerstvo, Prehrambeno-biotehnoški fakultet,

Sveučilište u Zagrebu, Pierottijeva 6, Zagreb, Hrvatska

⁴ prof. dr. sc. Mara Banović, Laboratorij za tehnologiju i analitiku vina, Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo, Prehrambeno-biotehnoški fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Pierottijeva 6, Zagreb, Hrvatska

Autor za korespondenciju: vzkran@pbf.hr

tom plijesni *Botrytis cinerea*, od te se sorte mogu proizvesti i predikatna vina izbornih berbi (Mirošević, 1996; Krstulović, 2008; Zoričić, 2013).

U Tablici 1. navedeni su volumni udjeli etanola, koncentracije ukupnih kiselina i reducirajućih šećera koji su pronađeni u literaturi za vina Rajnski rizling proizvedena u Republici Hrvatskoj. Prema Krstuloviću (2008), Rajnski rizling se u podregiji Plešivica proizvodi kao suho ili polusuho vino. Vino od ove sorte grožđa je osobitog mirisa i okusa, posebno s dobrih položaja (Mirošević, 1996). Zoričić (2013) navodi da vina Rajnski rizling imaju aromu jabuke, breskve, marelice, meda i petroleja, dok Fazinić i Milat (1994) spominju bouquet koji podsjeća na miris ljubice. Boja vina Rajnski rizling opisuje se kao svijetložuta do slamnatožuta (Sokolić, 1997), svijetlozelenkastožuta (Zoričić, 2013), zelenkastožuta (Fazinić i Milat, 1994) i svijetložutozelen (Gašparec-Skočić i Bolić, 2006).

Objavljena je nekolicina znanstvenih i stručnih radova u kojima su proučavani mošt i vino Rajnski rizling proizvedeni u hrvatskim vinorodnim područjima (Tablica 1.). Istraživanja u vinogorju Kutjevo obuhvatila su kakvoću mošta i vina (Jakobović i Jakobović, 2005; Jakobović i sur., 2011), utjecaj maceracije masulja na kakvoću vina (Jakobović i sur., 2009), utjecaj temperature fermentacije na spojeve arome (Jakobović i sur., 2015a), dozrelost grožđa i sintezu prekursora netipične arome starenja vina (Jakobović i sur., 2014) te utjecaj zrelosti grožđa na koncentraciju ukupnih i pojedinačnih polifenolnih spojeva u moštu i vinu (Jakobović i sur., 2015b). Provedena su istraživanja i na uzorcima vina iz vinogorja Zagreb, pri čemu je praćen utjecaj gnojidbe dušikom na kemijski sastav grožđa sorte Rajnski rizling (Karoglan i sur., 2010). Optimirana metoda za određivanje 2-aminoacetofenona, odgovornog za netipične nepoželjne arome dozrijevanja, primijenjena je na uzorke vina iste sorte iz vinogorja Zagreb, berba 2009 (Mihaljević Žulj i sur., 2015a). Dodatna istraživanja za isto vinogorje, berba 2010, obuhvatila su određivanje koncentracija 2-aminoacetofenona i njegovih prekursora (triptofana i indol-3-octene kiseline) (Mihaljević Žulj i sur., 2015b). U sklopu šire studije utjecaja metode i trajanja maceracije na koncentraciju ukupnih i pojedinačnih fenolnih spojeva te na antioksidacijski kapacitet bijelih vina, analizirano je po jedno vino sorte Rajnski rizling iz podregije Plešivica i iz Zagrebačkog vinogorja (Jagatić Korenika i sur., 2014). Komes i suradnici (2005, 2006, 2007) određivali su hlapljive i fenolne spojeve u vinima Rajnski rizling porijeklom iz Ivanečkog vinogorja, podregije Zagorje.

Proizvodnja vina na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima i njegova kvaliteta važne su karike u gospodarskoj i turističkoj ponudi te su bitni čimbenici za uspješnost vinskog turizma (Razović, 2015). Pritom je potrebno primjenjivati odgovarajuće ekonomske koncepcije koje su se pokazale uspješnim u drugim zemljama i u specifičnim izazovima koji se postavljaju pred obiteljske proizvođače (Back i sur., 2020; Crick i Crick, 2021; Curtis i Slocum, 2021; Milković i sur., 2021). Stoga je u ovom radu analiziran kemijski sastav vina sorte Rajnski rizling proizvedenog na jednom obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu u vinogorju Plešivica-Okić.

Materijal i metode

Analizirana su tri uzorka vina Rajnski rizling (berbe 2009., 2010. i 2011. godine), proizvedena na istom poljoprivrednom gospodarstvu. Vinograd iz kojeg potječe grožđe nalazi se na 200 do 250 m nadmorske visine, unutar regije Središnja bregovita Hrvatska, podregije Plešivica, vinogorje Plešivica-Okić. Prema informacijama dobivenim od proizvođača, u sve tri godine proizvodnje vina primijenjena je ista tehnologija. Sva vina nosila su oznaku kvalitetno vino s kontroliranim podrijetlom. Klimatski uvjeti koji su utjecali na rast i razvoj vinove loze u navedenim godinama berbe prikazani su na Tablici 2. a-c (Poljoprivredna savjetodavna služba, 2012; DHMZ, 2017).

Tablica 1. Neki parametri kakvoće vina Rajnski rizling proizvedenih u vinogorjima regije Središnja bregovita Hrvatska

Table 1. Some quality parameters of Rhine Riesling wines produced in the vineyards of the Croatian Uplands wine region"

Porijeklo vina/ Wine origin	Etanol [% vol.]/ Ethanol [% vol.]	Ukupne kiseline [g/L]/ Total acidity[g/L]	Neprevreli šećer [g/L]/ Residual sugar [g/L]	Kategorija/ Category	Referenca/ Reference
Vinogorje Plešivica- Okić, podregija Plešivica/ Plešivica-Okić wine region, Plešivica subregion	10 - 11	5 - 9	0 - 20	kvalitetna vina/ quality wines	Gašparec- Skočić i Bolić (2006)
	10,5 - 10,8	5 - 8,5	0 - 45	vrhunska vina/ premium wines	Gašparec- Skočić i Bolić (2006)
Podregija Plešivica/ Plešivica subregion	11,5 - 12	6,5 - 7	katkad manje količine neprevrelog šećera/ sometimes small amount of residual sugar	-	Fazičić i Milat (1994)
Podregija Plešivica/ Plešivica subregion	12 - 13,6	6 - 7,2	suha ili polusuha vina/ dry or semi-dry wines	-	Krstulović (2008)
Podregija Plešivica/ Plešivica subregion	13,13	5,9	3,5	-	Jagatić- Korenika i sur (2014)
	11 - 13,1	6,5 - 8	suha ili polusuha vina/ dry or semi-dry wines	-	Krstulović (2008)
Ostala vinogorja regije Središnja bregovita Hrvatska / other wine regions of Croatian Uplands	10,5 - 11	5 - 9,5	0 - 25	kvalitetna vina/ quality wines	Gašparec- Skočić i Bolić (2006)
	10,5 - 11	5,2 - 10,5	0 - 25	vrhunska vina/ premium wines	Gašparec- Skočić i Bolić (2006)
nije navedeno/ not specified	10,8 - 12,4	6 - 8	6 - 10	-	Zoričić (2013)
Vinogorje Zagreb/ Zagreb wine region	13,89	7,2	1,5	-	Jagatić- Korenika i sur (2014)
	11,34 - 14,01	4,8 - 7,2	2,4 - 28,9	-	Jakobović i Jakobović (2005)
	11,82 - 12,31	7,0	0 - 3,2	-	Jakobović i sur, (2009)
Vinogorje Kutjevo, podregija Slavonija/ Kutjevo wine region, Slavonija subregion	13,1 - 13,2	7,4 - 8,7	1,5 - 2,9 g/L	rana berba/ early harvest	Jakobović i sur, (2011)
	13,4 - 14,7	7,2 - 7,9	1,7 - 7,0 g/L	kasna berba/ late harvest	Jakobović i sur, (2011)
	13,21 - 13,5	7,5 - 7,8	6,8 - 7,2 g/L	-	Jakobović i sur. (2015a)

Tablica 2.a Temperature [°C] u periodu 2009. – 2011. godine (vinogorje Plešivica-Okić) /
Table 2.a Temperature [°C] in the period 2009 - 2011 (Plešivica-Okić wine region)

Mjesec / Month	Srednja dnevna temperatura zraka [°C] / Mean daily air temperature [°C]		
	2009. godina / year 2009	2010. godina / year 2010	2011. godina / year 2011
I	-1,6	-0,9	1,8
II	2,2	1,2	0,9
III	6,9	6,4	6,7
IV	14,4	11,8	13,7
V	18,3	16,0	16,7
VI	19,1	20,0	20,6
VII	22,0	22,6	21,7
VIII	22,0	20,7	22,5
IX	18,0	14,7	19,3
X	11,0	9,4	10,0
XI	7,3	8,6	2,7
XII	2,2	-1,7	2,7
UGT / TAT	141,8	128,8	139,3
SGT / MAT	11,8	10,7	11,6
UTVP / TTVP	113,8	105,8	114,5
STVP / MTVP	19,0	17,6	19,1

UGT - Ukupna godišnja temperatura; SGT - Srednja godišnja temperatura; UTVP - Ukupna temperatura vegetacijskog perioda (IV.-IX. mj.); STVP – Srednja temperatura vegetacijskog perioda (IV.-IX. mj.)/

TAT - Total annual temperature; MAT - Mean annual temperature; TTVP - Total temperature of the vegetation period (months IV.-IX); MTVP - Mean temperature of the vegetation period (months IV.-IX)

Izvor/Source: DHMZ (2017) Državni hidrometeorološki zavod / Croatian Meteorological and Hydrological Service

Tablica 2.b Insolacija [sati] u periodu 2009. – 2011. godine (vinogorje Plešivica-Okić)
Table 2.b Insolation [hours] in the period 2009 - 2011 (Plešivica-Okić wine region)

Mjesec / Month	Srednja dnevna insolacija [sati] Mean daily insolation [hours]		
	2009. godina / year 2009	2010. godina / year 2010	2011. godina / year 2011
I	32,6	27,1	87,2
II	103,1	64,9	154,6
III	119,9	117,4	233,7
IV	188,0	192,4	281,8
V	289,5	186,2	262,4
VI	231,6	270,2	254,8
VII	324,9	289,5	329,4
VIII	293,7	274,6	251,5
IX	189,6	140,4	124,1
X	157,1	97,5	46,5
XI	73,1	79,2	40,8
XII	33,8	46,5	87,2
UGI / TAI	2036,9	1785,9	2154,0
SGI / MAI	169,7	148,8	179,5
UIVP / TIVP	1517,3	1353,3	1504,0
SIVP / MIVP	252,9	225,6	250,7

UGI - Ukupna godišnja insolacija; SGI - Srednja godišnja insolacija; UIVP - Ukupna insolacija vegetacijskog perioda (IV.-IX. mj.); SIVP – Srednja insolacija vegetacijskog perioda (IV.-IX. mj.)/

TAI - Total annual insolation; MAI - Mean annual insolation; TIVP - Total insolation of the vegetation period (months IV.-IX); MIVP - Mean insolation of the vegetation period (months IV.-IX)

Izvor/Source: DHMZ (2017) Državni hidrometeorološki zavod / Croatian Meteorological and Hydrological Service

Tablica 2.c Količina oborina [mm] u periodu 2009. – 2011. godine (vinogorje Plešivica-Okić)
Table 2.c The amount of precipitation [mm] in the period 2009-2011 (Plešivica-Okić wine region)

Mjesec / Month	Srednja dnevna količina oborina [mm] / Average daily precipitation [mm]		
	2009. godina / year 2009	2010. godina / year 2010	2011. godina / year 2011
I	109,7	104,7	21,6
II	46,7	107,2	13,8
III	53,5	68,5	30,4
IV	61,9	72,1	36,5
V	36,7	170,7	62,7
VI	88,6	152,3	106,2
VII	89,1	88,2	85,9
VIII	94,3	85,8	14,9
IX	25,8	251,3	37,5
X	114,2	61,2	89,9
XI	90,5	149,2	0,0
XII	128,0	69,0	81,0
UGO / TAP	939,0	1380,2	580,4
SGO / MAP	78,3	115,0	48,4
UOVP / TPVP	396,4	820,4	343,7
SOVP / MPVP	66,1	136,7	57,3

UGO - Ukupne godišnje oborine; SGO- Srednje godišnja oborine; UOVP – Ukupne oborine vegetacijskog perioda (IV.-IX. mj.); SOVP – Srednje oborine vegetacijskog perioda (IV.-IX. mj.)/
TAP - Total annual precipitation; MAP- Medium annual precipitation; TPVP - Total precipitation of the vegetation period (months IV.-IX.); MPVP - Mean precipitation of the vegetation period (months IV.-IX.)

Izvor/Source: DHMZ (2017) Državni hidrometeorološki zavod / Croatian Meteorological and Hydrological Service

Tablica 3. Kemijski sastav vina Rajnski rizling proizveden u vinogorju Plešivica-Okić (berbe 2009.-2011.)

Table 3. Chemical composition of Rhine Riesling wines produced in Plešivica-Okić wine region (harvest 2009-2011).

Kemijske analize / Chemical analyses	Srednje vrijednosti i standardne devijacije / Average values and standard deviations			p-vrijednost* /p-value
	2009.	2010.	2011.	
Stvarna alkoholna jakost [% vol.] ^a / Actual alcoholic strength [% vol.] ^a	13,46 ± 0,065	10,96 ± 0,016	11,50 ± 0,026	< 0,001
Reducirajući šećeri [g/L] / Reducing sugars [g/L]	2,60 ± 0,144	2,21 ± 0,351	7,91 ± 0,163	< 0,001
Slobodni SO ₂ [mg/L] / Free SO ₂ [mg/L]	23,47 ± 1,508	45,87 ± 1,508	13,87 ± 1,508	< 0,001
Vežani SO ₂ [mg/L] / Bound SO ₂ [mg/L]	68,27 ± 1,508	67,2 ± 7,838	112 ± 14,547	0,006
Ukupni SO ₂ [mg/L] / Total SO ₂ [mg/L]	91,73 ± 1,508	113,07 ± 9,176	125,87 ± 15,749	0,058
pH vrijednost / pH value	3,26 ± 0,005	3,43 ± 0,009	3,35 ± 0,005	< 0,001
Ukupna kiselost [g/L] / Total acidity [g/L]	6,15 ± 0,212	6,02 ± 0,099	4,65 ± 0,367	0,007
Hlapljive kiseline [g/L] / Volatile acidity [g/L]	0,56 ± 0,057	0,76 ± 0,057	0,88 ± 0,057	< 0,001
Ukupni ekstrakt [g/L] / Total extract [g/L]	33,1 ± 0	35,7 ± 0	34,83 ± 1,226	0,026
Jabučna kiselina [g/L] ^b / Malic acid [g/L] ^b	2,79 ± 0,113	4,43 ± 0,192	/	0,381
Mliječna kiselina [g/L] ^b / Lactic acid [g/L] ^b	1,09 ± 0,051	0,62 ± 0,024	1,09 ± 0,049	< 0,001
Glicerol [g/L] ^b / Glycerol [g/L] ^b	8,80 ± 0,331	7,98 ± 0,292	7,82 ± 0,251	0,051

*Signifikantno na razini $p < 0,05$ / significant at level $p < 0,05$

Kemijske analize uzoraka vina provedene su na isti način kao u radu Petravić-Tominac i sur. (2016), pri čemu je etanol određen plinskom kromatografijom (eng. Gas Chromatography, GC), a koncentracije glicerola, jabučne i mliječne kiseline tekućinskom kromatografijom visoke djelotvornosti (eng. High Performance Liquid Chromatography, HPLC). Reducirajući šećeri u vinu određeni su titrimetrijski RS-metodom (Somogyi, 1951), a koncentracija ukupnog, slobodnog i vezanog SO₂, ukupnih i hlapljivih kiselina te ukupnog ekstrakta metodama koje su objavili Ough i Amerine (1988). Svaki uzorak vina je analiziran tri puta te su izračunate srednje vrijednosti i standardne devijacije. Analiza varijance (ANOVA) prikupljenih analitičkih podataka provedena je korištenjem programskog paketa IBM SPSS v.23 (Tablica 3.).

Rezultati i rasprava

Prema prikazanim podacima u Tablici 2.a srednja temperatura vegetacijskog perioda (IV.–IX. mjesec) prema rastućim vrijednostima iznosila je od 17,6 °C u 2010., 19,0 °C u 2009. te 19,1 °C u 2011. godini, dok je srednja godišnja temperatura iznosila 10,7 °C u 2010., 11,6 °C u 2011. te 11,8 °C u 2009. godini.

U Tablici 2.b prikazane su vrijednosti za insolaciju. Srednja godišnja insolacija je prema rastućim vrijednostima iznosila 148,8 sati u 2010., 169,7 sati u 2009. te 179,5 sati u 2011. godini, a srednja insolacija vegetacijskog perioda (IV.–IX. mjesec) iznosila je 225,6 sati u 2010., 250,7 sati u 2011. te 252,9 sati u 2009. godini. Prosječna godišnja insolacija za ove tri godine iznosila je 1992,3 sati.

Srednje godišnje oborine (Tablica 2.c) su iznosile prema rastućim vrijednostima 48,4 mm u 2011. godini, 78,3 mm u 2009. te 115,0 mm u 2010. godini. Tijekom vegetacije (IV.–IX. mjesec) vrijednosti oborina iznosile su 57,3 mm u 2011., 66,1 mm u 2009. te 136,7 mm u 2010. godini. U ove tri godine u prosjeku je palo 966,5 mm oborina, a tijekom vegetacijskog perioda 520,2 mm.

Navedeni podaci su u skladu s vrijednostima objavljenim za podregiju Plešivica (Maletić i sur., 2015).

Analizirano vino sorte Rajnski rizling je deklarirano kao kvalitetno vino s kontroliranim zemljopisnim podrijetlom (KZP). Stvarna alkoholna jakost u kvalitetnom vinu s oznakom KZP na području Plešivice (zona B) može iznositi minimalno 8,5 % vol., dok ukupna alkoholna jakost može biti maksimalno 15 % vol. (Uredba 1308/2013). Prema prikazanim rezultatima (Tablica 3.) vidljivo je da sva analizirana vina prema ovom kriteriju zadovoljavaju zakonske uvjete.

Klimatski čimbenici koji utječu na rast i razvoj vinove loze (insolacija, temperatura zraka i količina oborina) u 2009. godini su bili vrlo povoljni (Tablica 2.a-c). Zabilježena je najviša srednja vegetacijska temperatura te srednje vrijednosti insolacije i oborina u vegetacijskom periodu. Tijekom te godine u spomenutom vinogorju nije bilo elementarnih nepogoda, pa je zdravlje grožđa bilo odlično. Prosječni udio šećera u grožđu prije berbe bio je od 85 do 109 °Oe, dok je prosječna ukupna kiselost bila 6,32 g/L. S obzirom na povoljne klimatske uvjete berba 2009. godine bila je obećavajuća po pitanju kakvoće vina (Poljoprivredna savjetodavna služba, 2012).

Klimatski čimbenici koji utječu na rast i razvoj vinove loze u 2010. godini nisu bili najpovoljniji u vinogorju Plešivica-Okčić. Te godine oborina je bilo najviše, a najmanje insolacije uz srednje vegetacijske temperature. Veća količina oborina u proljeće i početkom kolovoza omogućila je rašireniju pojavu bolesti vinove loze (peronospora, pepelnica i siva plijesan), a oborine su često bile popraćene tučom koja je u nekoliko navrata oštetila urod. Prosjek šećera u grožđu prije berbe bio je od 75 do 89 °Oe, dok je prosječna ukupna kiselost bila 8,09 g/L. Zdravstveno stanje grožđa prije berbe bilo je lošije do osrednje (Poljoprivredna savjetodavna služba, 2012).

Prema analizi berbe 2011. godine klimatski uvjeti koji utječu na rast i razvoj vinove loze bili

su relativno povoljni. U toj godini zabilježene su najveće vrijednosti za insolaciju i za srednju temperaturu vegetacijskog perioda, a najmanje vrijednosti za oborine. Prema podacima Poljoprivredne savjetodavne službe, ljetne mjeseci obilježile su ekstremno visoke temperature i dugo sušno razdoblje što je smanjilo prinose za 10 - 20%, a zdravstveno stanje grožđa bilo je odlično. Prosjek šećera u grožđu prije berbe bio je od 74 do 104 °Oe. Uz povećanu kakvoću grožđa, izuzetne šećere i dobre kiseline, berba 2011. godine bila je obećavajuća po pitanju kakvoće vina (Poljoprivredna savjetodavna služba, 2012).

Vino proizvedeno 2009. godine imalo je veću vrijednost za stvarnu alkoholnu jakost (13,46 % vol.) nego vino proizvedeno 2010. (10,96 % vol.) i 2011. godine (11,50 % vol.). Stvarna alkoholna jakost (Tablica 3.) je u skladu s razlikama klimatskih uvjeta u pojedinim godinama proizvodnje, ali i s podacima objavljenim za većinu hrvatskih vina iste sorte (Tablica 1.).

Vina iz berbi 2009. i 2010. godine se prema koncentraciji neprevrelog šećera mogu svrstati u kategoriju suhih vina obzirom da sadrže manje od 4 g/L šećera (Tablica 3.). Za razliku od prethodnih godina, sadržaj reducirajućih šećera u vinu proizvedenom 2011. godine je u trenutku analize bio 7,91 g/L, čime to vino pripada kategoriji polusuhih vina (Uredba 607/2009). Budući da se od Rajnskog rizlinga proizvode suha i polusuha te kvalitetna i vrhunska vina, dobiveni rezultati odgovaraju propisanim zahtjevima koje vino mora ispunjavati u pogledu označavanja prije stavljanja na tržište u Republici Hrvatskoj (Ministarstvo poljoprivrede, 2020) te su u skladu s rezultatima drugih istraživanja (Tablica 1.).

Bijelo vino s manje od 5 g/L neprevrelog šećera može sadržavati do 200 mg/L ukupnog SO₂. Također, bijelo vino koje sadrži 5 g/L ili više neprevrelog šećera može sadržavati do 250 mg/L ukupnog SO₂ (Delegirana uredba 2019/934). Sva tri uzorka vina zadovoljavaju ovaj kriterij (Tablica 3.).

Općenito se pH vrijednost vina kreće između 2,8 i 4,0 (Ribéreau-Gayon i sur., 2006). Dobivene pH vrijednosti svih analiziranih uzoraka odgovarale su navedenom rasponu (Tablica 3.), kao i vrijednostima objavljenim za Rajnski rizling iz Kutjevačkog vinogorja (3,11-3,4) (Jakobović i Jakobović, 2005; Jakobović i sur., 2009; Jakobović i sur., 2015a). Organske kiseline pozitivno pridonose senzorskom karakteru vina kada su harmonično ukomponirane s ostalim sastojcima, međutim ukoliko im je koncentracija povišena, vina se opisuju kao „oštra“, „zelena“ i „nezrela“ (Volschenk i sur., 2006). Koncentracija ukupnih kiselina, izražena kao vinska kiselina, mora iznositi najmanje 3,5 g/L ili 46,6 miliekvivalenata po litri (Uredba 1308/2013; Jackson, 2020). Sva tri analizirana vina zadovoljavaju ove kriterije, a prosječna vrijednost ukupnih kiselina iznosila je 5,6 g/L. Koncentracije ukupnih kiselina u vinu iz 2009. i 2010. godine bile su ujednačene, što pokazuje da klimatski uvjeti nisu previše utjecali na kiselost vina. Vrijednosti ukupnih kiselina za prve dvije analizirane godine su također bile slične podacima iz literature (Tablica 1.). U usporedbi s prethodne dvije godine (Tablica 3) i s literaturnim podacima (Tablica 1.) vino proizvedeno 2011. godine imalo je nižu ukupnu kiselost. Te godine bilo je najmanje ukupnih oborina u vegetacijskom periodu (IV.-IX. mjesec) i na godišnjoj razini (Tablica 2.c), ali je bila i najveća insolacija (Tablica 2.a), što je rezultiralo da vino ima najveću koncentraciju reducirajućih šećera i najnižu ukupnu kiselost (Tablica 3.).

Rezultati analize alkohola kao i ukupnih kiselina (Tablica 3.) uglavnom su odgovarali vrijednostima objavljenim za vina Rajnski rizling proizvedena u podregiji Plešivica i u ostalim vinogorjima regije Središnja bregovita Hrvatska (Tablica 1.). Vidljive su određene razlike koje se mogu protumačiti kao utjecaj različitih uvjeta uzgoja, prerade grožđa i proizvodnje vina.

Sadržaj hlapljivih kiselina u bijelim vinima ne smije premašiti 18 miliekvivalenata po litri tj. 1,1 g/L (Uredba 2019/934). Svi analizirani uzorci su zadovoljili ove kriterije (Tablica 3.), pri čemu je prosječna vrijednost hlapljivih kiselina iznosila 0,73 g/L. Dobivene vrijednosti bile su u skladu s literaturom koja navodi da se koncentracija hlapljivih kiselina najčešće kreće od 0,5 do 1

g/L (Swiegers i sur., 2005; Petravić-Tominac i sur., 2016). Prema Swiegers i sur. (2005), hlapljive kiseline čine 10 – 15 % ukupnih kiselina. Navedeni podaci uspoređeni su s vrijednostima izračunatim iz analitičkih rezultata prikazanih u Tablici 3. Pokazalo se da je u analiziranim uzorcima udio hlapljivih kiselina iznosio 9,1, 12,6 odnosno 18,9 % od ukupnih kiselina i bio je najmanji u 2009. godini, a najveći u 2011. godini.

Vrijednosti ukupnog ekstrakta kretale su se od 33,1 do 35,7 g/L što je u skladu s literaturnim podacima (Jakobović i Jakobović, 2005; Jakobović i sur., 2009).

Rezultati HPLC-analize pokazali su da su vina iz 2009. i 2010. godine sadržavala više jabučne kiseline nego mliječne (Tablica 3.). Prema Ribéreau-Gayon i suradnicima (2006), mošt kontinentalnog podneblja sadrži 4 - 6,5 g/L jabučne kiseline. S obzirom na dobivene koncentracije jabučne i mliječne kiseline u analiziranim vinima, može se zaključiti da je vjerojatno došlo do djelomične spontane jabučno-mliječne fermentacije.

Pored etanola i ugljičnog dioksida, glicerol je glavni proizvod fermentacije kvasca *Saccharomyces cerevisiae* te neizravno doprinosi senzorskim svojstvima vina (slatkoća i punoća okusa), a njegova proizvodnja je jedna od poželjnih osobina fermentacije (Ribéreau-Gayon i sur., 2006). Glicerol je u vinu najčešće prisutan u koncentracijama od 5 do 14 g/L (Swiegers i sur., 2005). U bijelim vinima najčešće ga ima oko 7 g/L, uz prag osjetljivosti 5 do 9 g/L (Swiegers i sur., 2005; Jackson, 2020). Prosječna koncentracija glicerola u analiziranim uzorcima iznosila je 8,2 g/L, što je u skladu s vrijednostima 5,7 - 12,8 g/L koje navodi Zoričić (2013) i 7,1 – 8,1 g/L koje za redovnu berbu istog grožđa u vinogorju Kutjevo navode Jakobović i suradnici (2011). U vinu iz berbe 2009. godine zabilježena je najviša koncentracija glicerola (8,8 g/L), dok je najniža bila u vinu proizvedenom 2011. godine (7,82 g/L). Masa glicerola obično je 10 do 15 puta manja od mase etanola proizvedenog tijekom alkoholne fermentacije (Reed i Nagodawithana, 1991). Volumni udjeli etanola su na temelju gustoće etanola preračunati u masene koncentracije etanola (g/L), koje su potom podijeljene sa srednjim vrijednostima masene koncentracije glicerola (Tablica 3.). Omjeri etanola i glicerola u vinima proizvedenim 2009., 2010. i 2011. godine iznosili su 18, 16 odnosno 17. Ova manja odstupanja mogu biti posljedica raznih čimbenika poput udjela šećera u grožđu, uvjeta fermentacije, metabolizma kvasaca i dr. (Jackson, 2020; Rainieri i Pretorius, 2000; Šehović i sur., 2004). Rezultati dobiveni nakon provedene analize varijance (ANOVA) pokazali su da postoje značajne razlike između većine parametara, osim u udjelu ukupnog SO₂, ukupnog ekstrakta, jabučne kiseline i glicerola (Tablica 3.).

Zaključak

Analizirani su uzorci vina Rajnski rizling berbi 2009., 2010. i 2011. godine, proizvedeni na poljoprivrednom obiteljskom gospodarstvu. Sva tri analizirana vina zadovoljavaju zakonske propise koji se odnose na koncentracije ispitivanih fizikalno-kemijskih parametara. Na temelju razlika u kemijskom sastavu vina proizvedenog tijekom tri uzastopne berbe uočljiv je izražen utjecaj klimatskih uvjeta na kakvoću vina. Dobiveni podaci su u skladu s literaturnim podacima koji se odnose na utjecaj regije, uvjeta uzgoja i prerade grožđa te načina proizvodnje na kemijski sastav vina.

Literatura

- Back, R. M., Lowry, L. L., Higgins, L. M. (2020) Exploring a wine farm micro-cluster: A novel business model of diversified ownership. *Journal of Vacation Marketing*, 135676672095425. DOI:10.1177/1356766720954258
- Crick J., Crick, D. (2021) Cooperation and family-owned wine producers. *Journal of Business Research*. 135. 319-336. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.06.046>
- Curtis K. R., Slocum S. L. (2021) Rural winery resiliency and sustainability through the COVID-19 pandemic. *Sustainability*, 13(18), 10483. DOI: <https://doi.org/10.3390/su131810483>
- DHMZ (2017) Državni hidrometeorološki zavod. URL: <https://meteo.hr/> (20.4.2017.)
- Fazinić N., Milat V. (1994) *Hrvatska vina*. Zagreb: Mladinska knjiga Zagreb, str. 45.
- Gašparec-Skočić Lj., Bolić J. (2006) *Hrvatska vina i vinske ceste*. Zagreb: Golden marketing - Tehnička knjiga, str. 139-

155.

- Jackson R.S. (2020) *Wine science: Principles and Applications*, 5. izd., San Diego: Academic press.
- Jagatić Korenika A.-M., Mihaljević Žulj M., Puhelek I., Plavša T., Jeromel A. (2014) Study of phenolic composition and antioxidant capacity of Croatian macerated white wines. *Mitteilungen Klosterneuburg*, 64 (4), 171-182.
- Jakobović S., Jakobović M. (2005) Kakvoća moštova i vina Rizling rajnski Kutjevačkog vinogorja. *Poljoprivreda*, 11 (1), 26-30.
- Jakobović S., Jakobović M., Zima D. (2009) Utjecaj maceracije masulja na kakvoću vina Rajnski rizling. *Agronomski glasnik*, 71 (1), 63-72.
- Jakobović S., Jakobović M., Obradović, V., Ergović, M. (2011) Utjecaj roka berbe na kakvoću vina rajnski rizling. *Radovi Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu*, 61 (1), 19-25.
- Jakobović S., Jeromel A., Jakobović M. (2014) Dozrelost grožđa Rizlinga rajnskog i sinteza prekursora pojave netipične arome starenja vina. *Poljoprivreda*, 20 (2), 29-35.
- Jakobović S., Jakobović M., Hrvojčec H., Horvat N. (2015a) Utjecaj temperature fermentacije na aromatski profil vina Rizling rajnski. U: Pospišil, M., ur. *Zbornik radova. 50. hrvatskog i 10. međunarodnog simpozija agronoma. Opatija, 16. - 20.02.2015.* Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, 544-548.
- Jakobović S., Jeromel A., Maslov L., Jakobović M. (2015b) Influence of grape ripeness of Rhine Riesling on the composition of polyphenolic compounds in must and wine. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 13 (1), 29-35. DOI: <https://doi.org/10.1234/4.2015.3859>.
- Karoglan M., Mihaljević M., Maslov L., Osrečak M., Jeromel A., Kozina B., Petrić R. (2010) Utjecaj dušične gnojidbe na kemijski sastav grožđa kultivara chardonnay, graševina i rizling rajnski. *Poljoprivreda*, 16 (1), 8-12.
- Komes D., Ulrich D., Lovrić T., Schippel K. (2005) Isolation of white wine volatiles using different sample preparation methods. *Vitis* 44 (4), 187-193. DOI: <https://doi.org/10.5073/vitis.2005.44.187-193>
- Komes D., Ulrich D., Lovrić T. (2006) Characterization of odor-active compounds in Croatian Rhine Riesling wine, subregion Zagorje. *European Food Research and Technology*, 222 (1), 1-7. <https://doi.org/10.1007/s00217-005-0094-y>
- Komes D., Ulrich D., Kovačević Ganić K., Lovrić T. (2007) Study of phenolic and volatile composition of white wine during fermentation and a short time of storage. *Vitis*, 46 (2), 77-84. DOI: <https://doi.org/10.5073/vitis.2007.46.77-84>
- Krstulović A. (2008) *Vina Hrvatske*, 1. izdanje, Zagreb: Profil, str. 60, 153-157.
- Maletić E., Karoglan Kantić J., Pejić I., Preiner D., Zdunić G., Buboša M., Stupić D., Andabaka Ž., Marković Z., Šimon S., Žulj Mihaljević M., Ilijaš I., Marković D. (2015) *Zelena knjiga: Hrvatske izvorne sorte vinove loze*. Zagreb: Državni zavod za zaštitu prirode, str. 36-38.
- Mihaljević Žulj M., Maslov L., Tomaz I., Jeromel A. (2015a) Determination of 2-aminoacetophenone in white wines using ultrasound assisted SPME coupled with GC-MS. *Journal of Analytical Chemistry*, 70 (7), 814-818. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1061934815070102>
- Mihaljević Žulj M., Tomaz I., Maslov Bandić L., Puhelek I., Jagatić Korenika A.M., Jeromel A. (2015b) Influence of different yeast strains on metabolism of tryptophan and indole-3-acetic acid during fermentation. *South African Journal of Enology And Viticulture*, 36 (1), 44-49. DOI: <https://doi.org/10.21548/36-1-935>
- Milkovic S. J., Zmaic K., Sudaric T. (2021) Challenges in the development of the wine industry: an exploratory study. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 27 (2), 271-278.
- Ministarstvo poljoprivrede (2020) Uputa za označavanje vina prilikom stavljanja na tržište. URL: https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/poljoprivreda/vinogradarstvo/Uputa_za_oznacavanje_vina_2020.docx (3. 12. 2021.)
- Mirošević N. (1996) *Vinogradarstvo*, Zagreb Nakladni zavod Globus, str. 67.
- Ough C.S., Amerine M.A. (1988). *Methods for analysis of musts and wine*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons.
- Petravić-Tominac V., Belošević M., Oros D., Zechner-Krpan V., Banović M. (2016) Analiza vina sorte Škrlet proizvedenih u podregijama Moslavina i Pokuplje. *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition*, 11 (1-2), 85-90.
- Poljoprivredna savjetodavna služba, (2012), URL: <http://www.komora.hr/> (3. srpnja 2012.)
- Rainieri S., Pretorius I.S. (2000) Selection and improvement of wine yeasts. *Annals of Microbiology*, 50 (1), 15-31.
- Razović, M., (2015) Vinski turizam kao posebni oblik turističke ponude Dalmacije. *Zbornik radova Veučilišta u Šibeniku*, 3-4/2015, 51-67.
- Reed G., Nagodawithana T. W. (1991) Wine yeasts. U: *Yeast technology*, New York: Van Nostrand Reinhold, 151-224.
- Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D. (2006) *Handbook of Enology. Vol. 2. The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments*. Wiley & Sons, Chichester.
- Sokolčić I. (1997) *Džepni vinogradarsko-vinarski kalendar/priručnik*. Novi Vinodolski: vlastita naklada.
- Sokolčić I. (2012) Vinopedia. URL: <http://www.vinopedia.hr/> (25. 6. 2012.)
- Somogyi M (1951) Notes on sugar determination. *The Journal of Biological Chemistry*, 195: 19-23.
- Swiegiers J.H., Bartowsky E.J., Henschke P.A., Pretorius I.S. (2005) Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavour. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 11 (2), 139-173. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1755-0238.2005.tb00285.x>
- Šehović Đ., Petravić V., Marić V. (2004) Glycerol and wine industry - glycerol determination in grape must and wine. *Kemija u industriji*, 53 (11), 505-516.
- Uredba Komisije (EZ) br. 607/2009 o utvrđivanju određenih detaljnih pravila za provedbu Uredbe Vijeća (EZ) br. 479/2008 u pogledu zaštićenih oznaka izvornosti i oznaka zemljopisnog podrijetla, tradicionalnih izraza, označavanja i prezentiranja određenih proizvoda u sektoru vina. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/276580e9-9bac-4c68-b81e-46d869d5d434/language-hr> / (3. 12. 2021.)
- Uredba (EU) br. 1308/2013 Europskog parlamenta i Vijeća o uspostavljanju zajedničke organizacije tržišta poljoprivrednih proizvoda i stavljanju izvan snage uredbi Vijeća (EEZ) br. 922/72, (EEZ) br. 234/79, (EZ) br. 1037/2001 i (EZ) br. 1234/2007. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hr/TXT/?uri=CELEX%3A32013R1308> / (3. 12. 2021.)
- Uredba 2019/934 - Delegirana uredba Komisije (EU) 2019/934 od 12. ožujka 2019. o dopuni Uredbe (EU) br. 1308/2013 Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu vinogradarskih područja u kojima se može povećati alkoholna jakost, odobre-

nih enoloških postupaka i ograničenja primjenjivih na proizvodnju i čuvanje proizvoda od vinove loze, najmanjeg postotka alkohola za nusproizvode i njihova odlaganja te objave zapisa OIV-a. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hr/TXT/?uri=CELEX:32019R0934/> (3. 12. 2021.)

Uredba 607/2009 - Uredba Komisije (EZ) br. 607/2009 od 14. srpnja 2009. o utvrđivanju određenih detaljnih pravila za provedbu Uredbe Vijeća (EZ) br. 479/2008 u pogledu zaštićenih oznaka izvornosti i oznaka zemljopisnog podrijetla, tradicionalnih izraza, označavanja i prezentiranja određenih proizvoda u sektoru vina. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hr/TXT/?uri=CELEX%3A32009R0607/> (3. 12. 2021.)

Volschenk, H., Van Vuuren, H.J.J., Viljoen-Bloom, M. (2006) Malic acid in wine: Origin, function and metabolism during vinification. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 27 (2), 123-136.

Zoričić M. (2013) *Vinogradarsko vinarski priručnik*, 2. izdanje, Split: Slobodna Dalmacija, str. 92-93.

Prispjelo/Received: 10.11.2021.

Prihvaćeno/Accepted: 8.12.2021.

Professional paper

Physico-chemical analysis of the Rhine Riesling wines produced in Plešivica-Okić wine region during three consecutive years

Abstract

The analyzed samples of Rhine Riesling wine from the Plešivica-Okić wine region were produced during three consecutive years (2009, 2010 and 2011) in one family winery. Concentrations of alcohol, total and volatile acidity, total SO₂, glycerol and residual sugar in the analyzed wines were in accordance with legal requirements. A pronounced influence of climatic conditions on the chemical composition of the analyzed wines was observed.

Keywords: *chemical composition, climatic conditions, Plešivica-Okić wine region, Rhine Riesling*