

FIZIKALNO-KEMIJSKE KARAKTERISTIKE PJENUŠAVOGA VINA CV. PINOT SIVI PROIZVEDENOGA SEKUNDARNOM ALKOHOLNOM FERMENTACIJOM U BOCI

G. Zdunić, Irena Budić-Leto, I. Pezo

Prethodno priopćenje
Preliminary communication

SAŽETAK

U ovome radu prikazane su osnovne vinogradarske i enološke karakteristike cv. Pinot sivi iz vinogorja Imotski. Proces proizvodnje pjenušavoga vina proveden je prema konvencionalnoj metodi sekundarne alkoholne fermentacije u boci. Stupanj zrelosti grožđa u trenutku berbe bio je niži u odnosu na uobičajenu praksu za proizvodnju mirnih vina. Osnovno vino bilo je suho (šećer 1,5 g/L), sadržaj stvarnog alkohola bio je 11,6 vol % i ukupna kiselost 7,1 g/L (pH 3,17). Procesom re-fermentacije stvarni se alkohol povisio za 0,9 vol %, a nastali ugljični dioksid stvorio je pritisak od 5 bara. Metodom plinske kromatografije identificirano i kvantificirano je osam hlapljivih "fermentativnih" komponenti arome pjenušavoga vina. Na osnovi dobivenih rezultata, može se utvrditi da u vinogorju Imotski postoje prikladni klimatski uvjeti za proizvodnju pjenušavih vina.

Ključne riječi: pjenušavo vino, sekundarna alkoholna fermentacija, hlapljive komponente, Pinot sivi

UVOD

Francuska pokrajina Champagne jedna je od najpoznatijih svjetskih regija u kojoj se proizvode prirodna pjenušava vina. Naziv Champagne ekskluzivan je samo za proizvođače iz te regije, a sustav zaštite geografskog podrijetla jedan je od najstarijih u Europi (*Appellation d'origine contrôlée – AOC*). Proizvođači iz drugih zemalja koriste različite nazive koji definiraju pjenušavo vino (Španjolska-Cava, Italija-Spumante, Njemačka-Sekt). Danas u svijetu postoji nekoliko postupaka proizvodnje pjenušavih vina, a jedan od najcjenjenijih je postupak sekundarne alkoholne fermentacije u boci (fran. *méthode champenoise*) (Zoecklein, 2002.).

U Hrvatskoj se proizvode vrlo male količine pjenušavih vina postupkom sekundarne alkoholne fermentacije, a njihovom proizvodnjom bavi se svega dvadesetak proizvođača (Alpeza i Gašparec-Skočić, 2003.). Područja u kojima se proizvode uglavnom su smještena u sjevernoj Hrvatskoj (Plešivica, Istra i Hrvatsko primorje), dok se u Dalmaciji pjenušava vina gotovo ne proizvode.

Kroz povijest, primorsko područje Hrvatske imalo je veliki broj specifičnih i tradicionalnih proizvoda od grožđa i vina (Sokolić, 2006.). Jedan od njih bio je pjenušac proizveden metodom jedne alkoholne fermentacije (tzv. *méthode rurale*). Na žalost, zbog složenosti procesa i drugih socio-ekonomskih razloga, proizvodnja pjenušaca tom metodom je napuštena. Neki proizvođači na poluotoku Pelješcu i danas proizvode pjenušac tom metodom, međutim vrlo ekstenzivno i za vlastitu potrošnju. U prošlosti, pjenušava vina u Dalmaciji imala su minornu važnost, s obzirom na mirna vina, pa je stoga vrlo malo literaturnih podataka o njihovoj tehnologiji (Anonymous, 1905.).

Jedan od važnih kriterija za kakvoću pjenušca je sadržaj ukupne kiselosti, čime se postiže njegova svježina pa su neka južna i topla područja limitirana u proizvodnji pjenušaca (Zoecklein, 2002.). Područje Dalmacije vrlo je raznoliko u pogledu okolinskih uvjeta i sortimenta vinove loze kao bitnih odrednica u proizvodnji vina. Dalmatinska zagora pripada hladnijem tipu klimata u odnosu na priobalno područje Dalmacije te ima ekološke prednosti za proizvodnju slabije alkoholičnih vina s višom ukupnom kiselošću, što je značajno za proizvodnju pjenušavih vina.

Cilj je ovoga rada bio ocijeniti mogućnost proizvodnje pjenušavoga vina od sorte Pinot sivi metodom sekundarne alkoholne fermentacije u boci u vinogorju Imotski (Dalmatinska zagora).

MATERIJAL I METODE

Vinograd

Istraživanje je provedeno u 2002. godini na cv. Pinot sivi u vinogradu Vinarije Grabovac na lokalitetu Podvornica u vinogorju Imotski. Berba grožđa (1000 kg) obavljena je 24. kolovoza 2002. godine u ranijem terminu nego što je uobičajeno za cv. Pinot sivi u vinogorju Imotski, kako bi se postigao povoljan odnos sadržaja šećera i ukupne kiselosti u moštu. Vinograd je posađen 1994. godine, a u pokusnoj godini u njemu je primjenjena uobičajena agrotehnika i ampelotehnika. Uzgojni oblik bio je dvostruki kordonac s kratkim rodnom drvom od 8 do 14 pupova po trsu. Razmak sadnje bio je 1,6m x 1,0 m, čime se postiže sklop 6250 trsova po hektaru.

Tehnologija proizvodnje pjenušavoga vina

Grožđe je prerađeno putem muljače-runjače, a mošt je dobiven koristeći pneumatsku prešu. Tlak prešanja bio je između 1,5 i 2,0 bara. Mošt je sulfiritan s 100 mg/kg SO₂ i ostavljen na statičkome taloženju 24 sata, na temperaturi od 12°C. Bistri mošt je dekantiran od taloga i pretočen u inox posudu. Alkoholna je fermentacija potaknuta inokulacijom suhoga aktivnoga vinskoga kvasca (Uvaferm CS-2) u količini od 25 g/hL.

Nakon završene alkoholne fermentacije (temperatura 18-20°C), mlado je vino dekantirano u inox posudu uz sulfitiranje s 30 mg/L SO₂. Prvi pretok izvršen je u studenome, a bistrenje je pospješeno dodatkom želatine (5 g/hL) i pentagela (20 g/L). Prilikom skidanja s bistrila, vino je filtrirano preko celuloznih ploča (K100 Seitz). Stabilizacija vinske kiseline provedena je tijekom sedam dana na temperaturi od -4°C.

Proces sekundarne alkoholne fermentacije u boci potaknut je u travnju 2003. godine dodatkom tzv. šećernoga sirupa (saharoza 26 g/L), rehidriranoga vinskoga kvasca (Uvaferm PMA 25 g/hL) i hranjivih tvari za kvasce (Fermaid 20 g/hL). Smjesa je homogenizirana kružnim pretakanjem, napunjena u boce i zatvorena krunskim inox čepom. Šećerni sirup i rehidrirani vinski kvasac pripremljeni su 24 sata prije homogeniziranja i punjenja smjese u boce.

Tijekom sekundarne alkoholne fermentacije (uvjeti podruma 15-17 °C) boce su više puta protresane, a nakon tri mjeseca postavljene su u kose stalaže radi taloženja. Pjenušac je odležao 10 mjeseci na talogu. Talog iz boca je uklonjen postupkom zaleđivanja grlića boce na -70°C koristeći specijalni hladnjak, a pri tome je korigiran sadržaj šećera i SO₂ u pjenušcu te su boce zatvorene plutenim čepom i osigurane zaštitnom mrežicom.

Kemijske metode analize

Analiza osnovnoga fizikalno-kemijskoga sastava mošta obavljena je neposredno nakon prerade grožđa. Osnovno vino analizirano je prije poticanja sekundarne alkoholne fermentacije. Pjenušavo vino analizirano je deset mjeseci nakon punjenja u boce i prije dodavanja šećernoga sirupa za postizanje stupnja slatkoće u pjenušcu. Analize su obavljene putem referentnih metoda (*International Organisation of Vine and Wine – OIV, 2001.*).

Viši alkoholi određeni su iz destilata vina, uz dodatak internoga standarda metodom plinske kromatografije na koloni DB – WAX duljine 30 m unutarnjega promjera 0,53 mm i debljine filma 1 mm. Uvjeti metode bili su sljedeći: 3 minute na temperaturi kolone od 40 °C, nakon čega u vremenu od 10 minuta slijedi porast od 5 °C/minuti do 150 °C s vremenom trajanja od 10 minuta, temperatura injektora 250 °C; temperatura detektora 300 °C.

REZULTATI I RASPRAVA

Kakvoća mošta i klimatski uvjeti

U berbi 2002., mošt cv. Pinot sivi imao je srednji sadržaj šećera (84°Oe), visoki sadržaj ukupne kiselosti (8,8 g/L) i nisku pH vrijednost (3,03) što indicira niži stupanj zrelosti grožđa i raniji termin

berbe grožđa. Zoecklein (2002.) smatra da bi početak berbe za pjenušava vina u uvjetima II. i III. klimatske regije (prema Winkler i sur., 1974.) bio odgovarajući kada je sadržaj šećera od 17,5 do 20 °Brix, ukupna kiselost od 10 do 14 g/L i pH vrijednost od 2,9 do 3,2. U toplijim klimatskim regijama (IV. i V.) proizvodnja pjenušavih vina bila bi moguća uz pravilan izbor odgovarajuće sorte i dovoljno raniju berbu (Zoecklein, 2002.). Ribéreau-Gayon i sur. (2000.) također navode važnost ranijega termina berbe za pjenušava vina u području Champagne, premda ta regija pripada hladnome tipu klimata.

Zdravstveno stanje grožđa cv. Pinot sivi u trenutku berbe bilo je bez vidljivih znakova infekcije sive plijesni (*Botrytis cinerea*) i sličnih patogena. Općenito, prisutnost sive plijesni u grožđu rezultira promjenama u kemijskome sastavu mošta i vrlo često ima negativni efekt na senzorna svojstva vina (Ribéreau-Gayon i sur., 2000.). Štoviše, kod grožđa namijenjenoga proizvodnji pjenušavih vina, siva plijesan ima negativan utjecaj i na samo pjenušanje (Marchal i sur., 2001.).

Usporedbom klimatskih podataka Imotskog i vodećih svjetskih područja za proizvodnju pjenušavih vina (Reims, Turin), vidljiva je sličnost Turina i Imotskog, dok Reims pripada značajno hladnijemu klimatu u odnosu na njih (Tablica 1.).

Kakvoća osnovnoga i pjenušavoga vina

Rezultati fizikalno-kemijske analize osnovnoga vina prikazani su u Tablici 2. Sadržaj alkohola osnovnoga vina 'Pinot sivi' iznosio je 11,6 vol. %, što ga svrstava u srednje jaka vina. Ukupna kiselost bila je 7,1 g/L (pH 3,17). Hlapljiva kiselost (0,3 g/L) upućuje na pravilno proticanje alkoholne fermentacije i dobre uvjete u dozrijevanju vina. Prema fizikalno-kemijskome sastavu, osnovno vino bilo je lagane strukture, s naglašenim svježim karakterom. Mnogi autori (Ribéreau-Gayon i sur., 2000., Zoecklein, 2002.) navode da osnovno vino treba biti nižega alkohola i višega sadržaja ukupne kiselosti, kako bi finalni produkt bio optimalno balansiran. De La Presa-Owens i sur. (1998.) utvrdili su da senzorna svojstva osnovnoga vina ne dopuštaju predikciju senzornoga profila pjenušavoga vina, jer proces sekundarne alkoholne fermentacije te, potom, proces ležanja na talogu podrazumijeva značajne promjene.

Dodatak šećernoga sirupa uzrokovao je sekundarnu alkoholnu fermentaciju, zbog čega se koncentracija stvarnoga alkohola povisila za 0,9 vol. %, a stvoreni ugljični dioksid ostao je otopljen u vinu (pritisak 5 bara). Neprevreli šećer u pjenušavome vinu iznosio je 7,7 g/L. Sadržaj ukupne kiselosti u pjenušavome vinu snizio se za 0,5 g/L i iznosio je 6,6 g/L (pH 3,12). Hlapljiva kiselost nije rasla tijekom procesa sekundarne alkoholne fermentacije i bila je konstantna (0,3 g/L).

Tablica 1. Geografski i klimatski podatci hidrometeoroloških postaja Imotski, Reims i Turin u periodu vegetacije (travanj-listopad)*Table 1. Geographical and climatic data of hydrometeorological station Imotski, Reims and Turin in period of vegetation (April-October)*

Vinogradarsko područje <i>Viticulture area</i>	Geografski položaj <i>Geographical position</i>	Nadmorska visina <i>Altitude (m)</i>	Srednja dnevna temperatura <i>Mean daily temperature (°C)</i>	Minimalna temperatura <i>Minimum temperature (°C)</i>	Maksimalna temperatura <i>Maximum temperature (°C)</i>	Prosječna količina oborina <i>Mean rainfall (mm)</i>
Imotski, Hrvatska*	43°26'N 17°12'E	250 – 270	18,6	-1,7	39,2	538
Reims, Champagne**	49°18'N 4°02'E	83	14,7	-6,7	32,8	388
Turin, Asti**	45°00'N 7°41'E	241	18,3	0,0	34,7	417

* Državni hidrometeorološki zavod za razdoblje 1981.–1998.; ** Gladstones (1992.)

Tablica 2. Fizikalno-kemijski sastav osnovnoga i pjenušavoga vina*Table 2. Physicochemical composition of base and sparkling wine*

	Osnovno vino <i>Base wine</i>	Pjenušavo vino <i>Sparkling wine</i>
Relativna gustoća (20/20°C)/ <i>Relative density</i>	0,9938	0,9951
Stvarni alkohol (vol. %)/ <i>Actual Alcohol</i>	11,6	12,5
Ukupni ekstrakt (g/L)/ <i>Total extract</i>	23,7	29,7
Reducirajući šećeri (g/L)/ <i>Reducing sugar</i>	1,5	7,7
Ukupni ekstrakt bez šećera (g/L)/ <i>Total dry extract</i>	23,2	23,0
pH vrijednost/ <i>pH value</i>	3,17	3,12
Ukupna kiselost (izražena kao vinska) (g/L)/ <i>Total acidity (expressed as tartaric acid)</i>	7,1	6,6
Hlapljiva kiselost (izražena kao octena) (g/L)/ <i>Volatile acidity (expressed as acetic acid)</i>	0,3	0,3
Pepeo (g/L)/ <i>Ash</i>	2,1	1,8
Slobodni SO ₂ (mg/L)/ <i>Free SO₂</i>	10	6
Ukupni SO ₂ (mg/L)/ <i>Total SO₂</i>	110	124
Tlak (bar)/ <i>Pressure</i>	0	5,0

U Tablici 3. prikazani su rezultati identificiranih i kvantificiranih komponenti arome pjenušavoga vina, koje su uključivale više alkohole (1-propanol, 1-butanol, 2-metil-1-propanol i izo-amilni alkohol), etil acetat, etil laktat i acetaldehid. Ukupna koncentracija viših alkohola u pjenušavome vinu iznosila je 269,55 mg/L. Od svih komponenti vina koje doprinose aromi, viši su alkoholi zastupljeni u najvećim koncentracijama i jedan su od produkata metabolizma kvasaca (Košmerl i Cegnar, 2002; Valero i sur., 2002.). Utjecaj viših alkohola na kakvoću vina može biti različit. Poznato je da u koncentraciji do 300 mg/L doprinose ugodnoj aromi vina, dok u koncentraciji iznad 400 mg/L uzrokuju neprijatnu i grubu aromu (Rapp i Mandery, 1986.). Izo-amilni alkohol bio je prisutan u najvećoj koncentraciji (180,7 mg/L), što je u skladu s rezultatima Košmerl i Cegnar (2002.) koji su istraživali aromatske komponente nekih slovenskih pjenušavih vina.

Etil acetat i etil laktat spadaju među dominantne mirisne komponente arome vina (Vilanova, 2007.). Etil acetat i etil laktat sintetiziraju se za vrijeme alkoholne fermentacije i vinu daju voćnu aromu, od kojih etil laktat podsjeća na miris ribizla. Koncentracija etil acetata u pjenušavome vinu bila je 22,7 mg/L, što je ispod senzornoga praga osjetljivosti (33 mg/L) (Cliff, 2002.) i značajno manje od 200 mg/L, kada etil acetat daje senzornu senzaciju octikavosti (Usseglio-Toomasset, 1998.). Pjenušavo vino sadržavalo je 26,8 mg/L etil laktata. Visoka koncentracija etil laktata, čiji je senzorni prag 14 mg/L (Cliff, 2002.), ukazuje na njegov značajan udjel u aromi pjenušavoga vina.

Tablica 3. Koncentracija hlapljivih komponenata u pjenušavome vinu*Table 3. Concentration of volatile compounds in sparkling wine*

Sastojak/ <i>Compound</i>	Koncentracija/ <i>Concentration (mg/L)</i>
Acetaldehid/ <i>Acetaldehid</i>	183,0
Etilacetat/ <i>Ethyl acetate</i>	22,7
Etillaktat/ <i>Ethyl lactate</i>	26,80
2-butanol/ <i>2-butanol</i>	n.d.
1-propanol/ <i>1-propanol</i>	37,0
2-metil-1-propanol/ <i>2-Methyl-1-propanol</i>	51,85
1-butanol/ <i>1-butanol</i>	n.d.

Izo-amilni alkohol/ <i>Isoamyl alcohol</i>	180,7
Ukupni viši alkoholi/ <i>Total higher alcohols</i>	269,55

n.d. - nije detektiran *not detected*

ZAKLJUČAK

Ova studija, po prvi put, prikazuje tehnološki proces proizvodnje pjenušavoga vina metodom sekundarne alkoholne fermentacije u klimatskim uvjetima Dalmacije (vinogorje Imotski). Na osnovi dobivenih rezultata, može se utvrditi da u vinogorju Imotski postoje prikladni klimatski uvjeti za proizvodnju pjenušavih vina. Nižim stupnjem zrelosti grožđa, što je postignuto ranijim terminom berbe, cv. Pinot sivi je pokazao zadovoljavajuće rezultate kakvoće mošta, osnovnoga vina, a, primjenjenim tehnološkim postupcima, i odgovarajuću kakvoću pjenušavoga vina.

Fizikalno-kemijske karakteristike pjenušavoga vina bile su u skladu s uobičajenim vrijednostima kod pjenušavih vina u svijetu, a daljnja bi se istraživanja trebala fokusirati na pojedine tehnološke postupke (izbor sorte, dužina ležanja na talogu itd.), koji mogu utjecati na poboljšavanje kakvoće.

LITERATURA

1. Anonymous (1905.): Poljodjelski vjesnik. Zadar, broj 1.
2. Alpeza, I., Gašparec – Skočić, Lj. (2003.): Pjenušava vina, zanimljivosti proizvodnje i prometa. Zbornik radova 13. Manifestacije vinogradara i vinara Jadrana – "Sabatina 2003"., Bol, 24. – 26. listopada 2003. pp 74-87
3. Cliff., M., Yuksel, D., Girard, B., King, M. (2002): Characterisation of Canadian ice wines by sensory and compositional analyses. *Am. J. Enol. Vitic.* 53:46-53.
4. De La Presa-Owens., Schlich, P., Davies, H.D., Noble, A.C. (1998): Effect of Méthode Champenoise process on aroma of four *V. vinifera* varieties. *Am. J. Enol. Vitic.* 49: 289-294.
5. Gladstones, J. (1992): Viticulture and Environment. Winetitles, Adelaide.
6. International Organisation of Vine and Wine – OIV (2001): International Code of Oenological practices, Paris.
7. Košmerl, T., Cegnar, S. (2002): Aroma compounds in aged sparkling wines. Zbornik radova: 27th World Congress on Vine and Wine and 82nd General Assembly of the International Office of Vine and Wine – O.I.V., Bratislava, 24-28 June.
8. Marchal, R., Tabary, I., Valade, M., Moncomble, D., Viaux, L., Robillard, B., Jeandet, P. (2001): Effects of Botrytis cinerea infection on Champagne wine foaming properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81: 1371-1378.
9. Rapp, A., Mandery, H. (1986): Wine aroma. *Experientia* 42: 873-884.
10. Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donéche, B., Lonvaud, A. (2000): Handbook of Enology, Volume 2, The Microbiology of Wine and Vinifications. John Wiley & Sons Ltd., England.
11. Sokolić, I. (2006.): Veliki vinogradarsko vinarski leksikon. Vlastita naklada, Novi Vinodolski.
12. Usseglio-Tomasset, L. (1998): Quimica Enologica. Mundi-Prensa, Madrid.
13. Valero, E., Moyano, L., Millan, MC, Medina, M., Ortega, JM (2002): Higher alcohols, and esters production by *Saccharomyces cerevisiae*. Influence of initial oxygenation of the grape must. *Food. Chem.* 78:57-61.
14. Vilanova, M., Martinez, C. (2007): First study of determination of aromatic compounds of red wine from *Vitis vinifera* cv. Castanal grown in Galicia (NW Spain). *Eur. Food Res. Technol.* 224: 431-436.
15. Winkler, A. J., Cook, J. A., Kliewer, W. M., Lider, L. A. (1974): General viticulture. University of California Press, Berkeley.
16. Zoecklein, B. (2002): A review of Méthode Champenoise Production. Web: <http://www.ext.vt.edu/pubs/viticulture/463-017/463-017.html>, pristupljeno listopad 2008.

PHYSIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF SPARKLING WINE CV. PINOT GRIS PRODUCED BY SECONDARY ALCOHOLIC FERMENTATION IN BOTTLE

SUMMARY

The essential viticultural and oenological characteristics of cv. Pinot gris originated from viticultural area of Imotski were investigated. The sparkling wine was produced by the conventional method of secondary alcoholic fermentation in bottle. The degree of grape maturation at the harvest time was lower compared to the common practices of still wine production. The base wine was dry (sugar 1.5 g/L), content of actual alcohol was 11.6 vol. % and total acidity 7.1 g/L (pH 3.17).

Re-fermentation process induced higher level of alcohol by 0.9 vol. % and carbon dioxide formed of five bars pressure. Eight volatile "fermentative" aroma compounds of sparkling wine were determined and quantified by using method of gas chromatography. According to the showed results it could be considered that climatic conditions in viticultural area of Imotski are suitable for sparkling wine production.

Key-words: sparkling wine, secondary alcoholic fermentation, volatile compounds, Pinot sivi

(Primljeno 14. studenoga 2008.; prihvaćeno 19. svibnja 2009. - Received on 14 November 2008; accepted on 19 May 2009)