

Effect of cluster thinning on fruit composition of *Vitis vinifera* cv. Pinot noir (*Vitis vinifera* L.)

Utjecaj prorjeđivanja grozdova na kakvoću grožđa sorte Pinot crni (*Vitis vinifera* L.)

Marko KAROGLAN^{1*}, Bernard KOZINA¹, Luna MASLOV¹, Mirela OSREČAK¹,
Tamara DOMINKO², Marko PLICHTA²

¹Agronomski fakultet, Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo Sveučilište u Zagrebu, tel: 01/2343-657; fax: 01/2343-658; e-mail: mkaroglan@agr.hr *correspondence

²studenti Agronomskog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu

ABSTRACT

The technique of cluster thinning is being used in aim to reduce the crop load of vine in order to improve the quality of grapes. The aim of the trial was determination the optimal timing for thinning regarding the results given from chemical analysis of the must immediately after the harvest. The experiment was conducted at the experimental station of the Faculty of Agriculture in Zagreb in 2006 and 2007 years, on cv. Pinot noir according to the random block design system. The cluster thinning was performed with 40 % intensity in three terms; immediately after the flowering period (P1), three weeks after the flowering period (P2) and with the begining of veraison (P3). The results were compared with the results of the control treatement without cluster thinning performance. The analysis of variance of given data has shown a significant difference in must composition between the terms of cluster thinning and a control treatement, and yield per vine has not been reduced with earlyer term of cluster thinning.

Keywords: cluster thinning, fruit composition, Pinot noir

SAŽETAK

Prorjeđivanje grozdova je ampelotehnički zahvat kojim se želi postići (proizvođaču prihvatljivo) smanjenje prinosa, ali istovremeno i unaprjeđenje kakvoće preostalog grožđa. Cilj pokusa bio je utvrditi koji je termin najpovoljniji za izvođenje ovog zahvata uzimajući u obzir vrijednosti sadržaja šećera, ukupnih kiselina i pojedinačnih organskih kiselina. Pokus je proveden na sorti Pinot crni tijekom 2006. i 2007. godine na vinogradarsko-vinarskom pokušalištu u Jazbini, po shemi slučajnog bloknoog rasporeda. Prorjeđivanje je obavljano u tri termina: neposredno nakon cvatnje i oplodnje (P1), tri tjedna nakon cvatnje i oplodnje (P2), te početkom šare grožđa grožđa (P3), a odstranjeno je 40% od ukupnog broja grozdova na trsu. Analizom

varijance uzoraka dolazimo do spoznaje da ranije prorjeđivanje grozdova nije značajno utjecalo na smanjenje prinosa po trsu, dok se kemijski sastav mijenjao ovisno o terminu izvođenja prorjeđivanja, ali nekonzistentno.

Ključne riječi: kemijski sastav grožđa, Pinot crni, prorjeđivanje grozdova

DETAILED ABSTRACT

It has long been known that high quality wines are usually produced from vineyards having low to moderate yields, with maintained balance between yield and vegetative growth. Manipulations of grapevine assimilate partitioning through cluster removal induce significant modifications of the chemical composition of the rest of the yield. Earlier studies have shown that cluster thinning reduces fruit yield and increases soluble solids, by accelerated maturity. Some of the effects is lowered acidity and lowered pH as well. However, evidence for a strict yield-quality relationship is very limited and inconsistent. The purpose of the present experiment was to study the effect of timing of cluster thinning on the final fruit composition regarding soluble solids, and acidity parameters as well as fruit yield of Pinot noir cultivar. The study was conducted over two years in order to test the hypothesis that cluster thinning, especially, early thinning, would accelerate ripening and improve fruit composition. This study was conducted at the Faculty of Agriculture in Zagreb, at the experimental station of Department of Enology and Viticulture. One crop thinning level was imposed on a mature Pinot noir vineyard. A randomized, complete block design was employed, with eight repetitions, and two vines within each block. The four cropping levels were established by 40% of the clusters removal immediately after bloom, approximately three weeks after bloom, at veraison and unthinned check with no cluster removed. The fresh weight of clusters removed at thinning was recorded. The grapes were collected at harvest, transported to the laboratory immediately, where fresh weight was recorded, and soluble solids, total acidity and tartaric, malic and citric acid measured. The influence of the date of cluster thinning on the yield per vine was significant. Vines thinned at veraison had significantly lower yield than the earlier thinned vines or control, probably because the clusters weigh more and the berries may be larger. There was a significant increase in soluble solids in 2006 year because of thinning. There was a significant difference in total acidity and tartaric acid content between the earliest and the latest date of thinning in 2006, latest having the lowest total acidity and tartaric acid amount. The rate of malic acid degradation was faster in control (non thinned) vines, in both years. Finally, the concentration of citric acid was significantly lower in control vines in 2007 year.

UVOD

Ampelotehnička mjera prorjeđivanja grozdova odavno se primjenjuje u mnogim vinogradarskim zemljama prvenstveno na stolnim sortama u cilju uzgoja kvalitetnijih, krupnijih i ljepših grozdova sa krupnijim i obojenijim bobicama, te ubrzanog dozrijevanja grožđa. Prorjeđivanjem, dakle, uklanjamo određen broj grozdova sa mladica budući da je rezidbom nemoguće regulirati njihov broj po ostavljenim

pupovima, te se može pojaviti veći broj grozdova nego što je planirano, a koje trs ne može kvalitetno ishraniti. Na preopterećenom trsu, grožđe i rozgva ne dozrijevaju dobro i dolazi do iscrpljivanja trsa. Odbacivanjem određenog broja grozdova, postićemo bolji raspored preostalih, a povećava se i lisna površina po grozdu što omogućava bolji razvoj i dozrijevanje istih, putem povećanja sadržaja šećera, bolje obojenosti i arome grožđa u trenutku berbe (Guidoni i sur., 2002; Tardaguila i sur., 2005). Ipak, postoje i istraživanja koja nisu potvrdila hipotezu da prorjeđivanje grozdova ubrzava dozrijevanje i poboljšava kakvoću grožđa (Keller i sur., 2005), što uvelike dovodi u pitanje opravdanost zahvata pogotovo ako uzmemo u obzir da se prorjeđivanje u pravilu izvodi ručno, za što je potrebno oko 25 radnih sati po hektaru, odnosno 750 HRK (cca 100€) po datoj jedinici površine. Ako uz troškove ukalkuliramo i određeni gubitak prinosa kao posljedicu prorjeđivanja grozdova, vrlo je važno što je moguće preciznije odrediti intenzitet i termin izvođenja zahvata, koji će nam osigurati maksimalno poboljšanje kakvoće grožđa i na taj način učiniti ovaj zahvat svrsishodnim.

Intenzitet kojim će se provesti prorjeđivanje ovisi prvenstveno o sorti, ekološkim uvjetima sredine, vegetativnoj snazi trsa itd.

Kvaliteta grožđa osnovni je preduvjet za proizvodnju kvalitetnih i vrhunskih vina koja će moći ekonomski opravdati poduzete mjere.

Potaknuti oskudnim podacima o prorjeđivanju grozdova na vinskim kultivarima, odlučili smo provjeriti djelotvornost spomenute tehnike u proizvodnim uvjetima Zagrebačkog vinogorja, točnije na lokalitetu vinogradarsko-vinarskog pokušališta Jazbina, na kultivaru Pinot crni te pokušati utvrditi najpogodniji termin za izvođenje ovog ampelotehničkog zahvata.

MATERIJALI I METODE RADA

Pokus je proveden tijekom 2006. i 2007. proizvodne godine na kultivaru Pinot crni (*Vitis vinifera* L.) posađenim na vinogradarsko-vinarskom pokušalištu Jazbina, Zavoda za vinogradarstvo i vinarstvo Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, koje pripada Zagrebačkom vinogorju u vinogradarskoj podregiji Prigorje – Bilogora. Pokusni vinograd Pinota crnog cijepljen je na podlogu *Vitis berlandieri* x *Vitis riparia* SO4, a posađen je 1997. godine sa razmakom sadnje od 2.10 x 1.20 m, sklopa od 3960 trsova/ha sa smjerom pružanja redova istok – zapad, te sa sustavom uzgoja dvostruki Guyot. U pokusnim godinama primjenjivane su standardne agrotehničke i ampelotehničke mjere.

Shema postavljanja pokusa je bila slučajni blokni raspored s osam repeticija, te sa po dva trsa u bloku. Odabrana su četiri različita tretmana :

1. tretman sa uklanjanjem 40 % grozdova neposredno nakon cvatnje – P1 (25.06. 2006., odn. 13. 06. 2007.)
2. tretman sa uklanjanjem 40 % grozdova tri tjedna nakon cvatnje – P2 (16.07.2006., odn. 6. 07. 2007.)
3. tretman sa uklanjanjem 40 % grozdova početkom faze dozrijevanja grožđa – P3 (15.08.2006., odn. 27. 07. 2007.)
4. kontrolni tretman bez intervencija – K

Primarno su uklanjani vršni grozdovi na mladicama, a zatim i bazalni sa mladica na krajevima lucnjeva, tako da je nakon uklanjanja određenog dijela grozdova na trsu u prosjeku preostalo 27-33 grozdova.

Berba je obavljena 26.09.2006. odnosno 28. 08. 2007. godine, te je nakon berbe obavljena analiza mošta. Sadržaji šećera izmjereni su refraktometrijskom metodom i izraženi u stupnjevima Brix, a ukupne kiseline titracijom sa n/10 NaOH. Razine pojedinačnih organskih kiselina u uzorcima odredili smo na HPLC uređaju 1100 Agilent koristeći kolone Zorbax Eclipse XDB C18 (4.6 x 150 mm, 5µm), a kao mobilnu fazu fosfatni pufer sa pH = 2.9, protoka mobilne faze od 0.6 ml/min. Organske kiseline izlazile su prema polarnosti slijedećim redom : vinska, jabučna, mliječna, limunska. Uzorci mošta su prethodno pročišćeni ekstrakcijom (Solid Phase Extraction) kako bi se uklonili šećeri, i eventualno alkohol, koji interferiraju na valnoj duljini $\lambda = 210$ nm na kojoj je obavljena analiza.

Izmjerene vrijednosti sadržaja šećera, ukupnih kiselina te sadržaja vinske, jabučne i limunske kiseline obrađene su statistički analizom varijance (ANOVA).

Klimatske prilike: U mjesecu rujnu 2006. godine je zabilježeno 67.6 mm oborina te mjesečni intenzitet od 11.3 mm/dan. U praktički tri dekade prije same berbe (26.09.) palo je 145.6 mm oborina. Ovakav raspored oborina relativno nepovoljno je djelovao na dozrijevanje grožđa, a pogodovao je pojavi i razvoju sive plijesni (*Botrytis cinerea*) što je svakako moglo utjecati na konačni sastav i kvalitetu grožđa. U 2007. godini vladali su slični uvjeti po pitanju oborina, sa oko 120 mm u mjesecu kolovozu. No, temperaturne sume u 2007. godini bile su za oko 200°C više nego u 2006. godini, što je zasigurno rezultiralo ranijom berbom Pinota crnog nego što je to uobičajeno za ovo agroekološko područje.

REZULTATI S RASPRAVOM

Tablica 1. Koncentracija šećera (°Brix), ukupne kiselosti (g/L), vinske (g/L), jabučne (g/L) i limunske kiseline (g/L) u moštu, te prosječni prinos po trsu (kg), Pinot crni, Jazbina, 2006-2007.g.

Table 1. Soluble solids (°Brix), total acidity (g/L), tartaric (g/L), malic (g/L) and citric acid content (g/L) in must, and yield per vine (kg), Pinot noir, Jazbina, 2006-2007

		K	P1	P2	P3	LSDp=5%
Šećer (°Brix)	2006	23.6a	25.2b	24.6ab	24.8b	1.121
	2007	26.2	27.0	26.8	26.6	0.928ns
Ukupna kiselost (g/L)	2006	10.12a	10.96ac	10.26a	9.66ab	0.988
	2007	6.85	6.96	6.89	6.63	0.389ns
Vinska kiselina (g/L)	2006	4.00a	4.42ab	3.95a	3.52ac	0.768
	2007	3.53	3.68	3.57	3.75	0.345ns
Jabučna kiselina (g/L)	2006	2.60a	3.20b	3.08ab	2.69ab	0.534
	2007	2.93a	2.99a	3.23b	3.28b	0.233
Limunska kiselina (g/L)	2006	0.28	0.30	0.34	0.34	0.062ns
	2007	0.25ab	0.27a	0.29ac	0.28a	0.033
Prinos po trsu (kg)	2006	2.86a	2.69a	2.53b	2.40b	0.152
	2007	2.65a	2.50ab	2.36b	2.26bc	0.187

U tablici 1 prikazani su rezultati sadržaja šećera u grožđu Pinota crnog, nakon berbe, 2006. i 2007. godine. Dinamika dozrijevanja grožđa je bila različita u istraživanim godinama, pri čemu su u 2007. zabilježene veće koncentracije šećera i niži sadržaj ukupne kiselosti, što sugerira da je 2007. godina bila povoljnija za dozrijevanje grožđa. Nadalje, vrijednosti sadržaja šećera po varijantama u grožđu iz 2007. godine vrlo su slične (premda nešto više u varijantama prorjeđivanja), te nisu zabilježene statistički značajne razlike. Nasuprot tome, statistička analiza podataka iz 2006. godine pokazala je da je prorjeđivanje grozdova nakon cvatnje (P1), te u šari grožđa (P3) utjecalo na povećanje sadržaja šećera u odnosu na kontrolnu varijantu. Dokoozlian i Hirschfelt (1995), te Guidoni i sur. (2008) tvrde da općenito raniji termini prorjeđivanja iskazuju povoljniji utjecaj na nakupljanje šećera. Dobiveni rezultati u skladu su sa onima Guidonia i sur. (2002), koji su viši sadržaj šećera u moštu tretiranih trsova zabilježili u dvije od tri godine istraživanja, na kultivaru Nebbiolo. Mehaničko prorjeđivanje grozdova također je utjecalo na značajno viši sadržaj šećera u grožđu sorata Tempranillo i Grenache (Tardaguila i sur., 2008). Ipak, utjecaj prorjeđivanja grozdova direktno je povezan sa godišnjim klimatskim pokazateljima i vinogradarskim položajem koji često mogu imati presudan utjecaj, te rezultati mogu značajno varirati (Ough i Nagaoka, 1984; Keller i sur., 2005; Guidoni i sur., 2008).

U tablici su prikazane i prosječne vrijednosti sadržaja ukupne kiselosti u grožđu Pinota crnog, berbe 2006. i 2007. godine. Među izmjerenim vrijednostima u 2007. godini nema statistički značajnih razlika u odnosu na kontrolu, a vidljivo je i da su izmjerene vrijednosti prihvatljive sa stajališta tehnologije vinogradarsko-vinarske proizvodnje. Ukupna kiselost u uzorcima mošta iz 2006. godine je neuobičajeno visoka u ekološkim uvjetima Zagrebačkog vinogorja i sa enološkog stajališta nepovoljna, a prorjeđivanje grozdova nije utjecalo na pojavljivanje statistički značajnih razlika u odnosu na kontrolu. Ipak, valja zabilježiti da je uklanjanje grozdova početkom šare (P3) utjecalo na značajnije smanjenje sadržaja ukupne kiselosti grožđa u odnosu na preostale varijante pokusa, ali samo u odnosu na P1 varijantu i statistički značajno. Morris i sur. (2004), Ough i Nagaoka, (1984), te Prajitna i sur. (2007) također ne bilježe razlike u sadržaju ukupne kiselosti, obzirom na prorjeđivanje grozdova i/ili mladica sa trsa vinove loze. Keller i sur. (2005) također su izveli prorjeđivanje grozdova u tri faze, i niti jedan od tri tretmana nije utjecao na promjenu ukupne kiselosti grožđa. Ustanovili su tek brže opadanje sadržaja ukupne kiselosti u grožđu tijekom toplijeg dijela vegetacijske sezone i bolju reakciju Chenina bijelog na tretman prorjeđivanja, u odnosu na Rizling rajnski i Cabernet sauvignon. Reynolds i sur. (2005) prorjeđivali su mladice Pinota crnog u 6 različitih termina i ustanovili da ranije izvođenje zahvata utječe na viši sadržaj ukupne kiselosti, što se donekle može povezati i s rezultatima našeg istraživanja, premda se ovdje radi o prorjeđivanju grozdova.

Slična pojava uočena je i pri analizi sadržaja vinske kiseline. Također nije bilo opravdanih razlika između kontrole i pojedinih varijanata 2007. godine, ali razlika je uočena ponovo između varijanata P1 i P3 iz 2006. godine. Ipak, u ovom slučaju sadržaj vinske kiseline bio je najniži u moštu P1 varijante.

Kod jabučne kiseline, statistički značajna razlika u odnosu na kontrolu, uočena je kod varijante P1 iz 2006. godine, te možemo zaključiti da je najraniji termin prorjeđivanja grožđa nepovoljno utjecao na konačni sadržaj jabučne kiseline u moštu obzirom da prosječnu razinu od 3.20 g/l možemo smatrati vrlo visokom za dato agroekološko područje. No, i u narednoj godini vidljiv je negativan utjecaj prorjeđivanja na sadržaj jabučne kiseline u moštu, s time da je ovaj put prorjeđivanje tri tjedna nakon cvatnje (P2), odnosno u šari (P3) utjecalo na povećanje razine jabučne kiseline u moštu Pinota crnog. Općenito, možemo zaključiti da je prorjeđivanje grozdova utjecalo na viši sadržaj jabučne kiseline u moštu Pinota crnog.

Analizom sadržaja limunske kiseline nisu dokazane statistički značajne razlike između pojedinih varijanata i kontrole u 2006. godini. U 2007. godini zabilježen je statistički značajno viši sadržaj limunske kiseline u moštu P2 u odnosu na kontrolni mošt, ali sa stajališta tehnologije vinogradarsko-vinarske proizvodnje razlika je praktički zanemariva.

Prorjeđivanja grozdova kod sorte Pinot crni rezultiralo je vrlo oprečnim vrijednostima. Rano (P1) i vrlo kasno (P3) prorjeđivanje grozdova rezultiralo je višim vrijednostima šećera u grožđu, ali samo u 2006. godini. Po pitanju ukupne kiselosti najboljom se pokazala vrlo kasna varijanta prorjeđivanja (P3), ali samo u odnosu na ranu varijantu

(P1), i to opet samo 2006. godine. Iste godine bilježimo utjecaj rane varijante prorjeđivanja (P1) na nižu razinu vinske kiseline, ali samo u odnosu na vrlo kasnu varijantu (P3), dakle obrnuto nego što je to bio slučaj za razinu ukupne kiselosti. Jabučna kiselina pokazala se najosjetljivijom na zahvat prorjeđivanja grozdova, te se njezin sadržaj u obje godine povećao pod utjecajem tretmana i to u sve tri varijante uklanjanja grozdova, te ovakve rezultate zasigurno možemo smatrati negativnim efektom zahvata. Poznato je da je jabučna kiselina u vinu nestabilna jer je metaboliziraju kvasci i bakterije mliječne fermentacije (Radovanović, 1986). Dakle, osim što pridonosi kiselom okusu vina, jabučna kiselina može biti i izvor biološke nestabilnosti, te kvarenja uslijed rada mliječno-kiselih bakterija. Viša razina jabučne kiseline u varijantama prorjeđivanja vjerojatno je posljedica eliminacije dijela grožđa kao mjesta izljeva jabučne kiseline, obzirom da je ta kiselina produkt nepotpune oksidacije šećera u lišću vinove loze, odakle prelazi u bobicu, odnosno grozd.

Sadržaj limunske kiseline povećao se u moštu P2 (kasno prorjeđivanje) varijante 2007. godine u odnosu na kontrolnu varijantu, no kako se radi o vrlo malim razlikama, teško je vjerovati da je i takav rezultat mogao imati značajnijeg učinka na kakvoću mošta odnosno vina.

Po pitanju prosječnih prinosa po trsu, između kontrole i varijante P1 ne postoje signifikantne razlike, u niti jednoj godini istraživanja. Nasuprot tome, prorjeđivanje tri tjedna nakon cvatnje i u šari grožđa u obje je godine istraživanja bilo uzrokom značajno nižih prinosa. Reynolds i sur. (2005) tvrde da je prinos po trsu kultivara Cabernet franc opadao proporcionalno duljini odgađanja provedbe tretmana prorjeđivanja grožđa. Evidentno je da uklanjanje grožđa u najranijem terminu neposredno nakon cvatnje i oplodnje (P1) ostavlja dovoljno vremena vinovoj lozi da kompenzira određeni gubitak uroda svojom fiziološkom aktivnošću, točnije povećanjem prosječne mase grozda. Nasuprot toj tvrdnji stoji konstatacija da kasniji termini prorjeđivanja grožđa utječu na smanjenje prinosa po trsu, tj. vinova loza ne uspijeva putem povećanja mase preostalog grožđa nadoknaditi gubitak prinosa. Preračunamo li dobivene rezultate prosječnog prinosa po trsu u prinos po jedinici površine, dobit ćemo da se u 2006. godini prinos kretao od 9.5 (P3) do 11.3 t/ha (K), odnosno od 8.9 (P3) do 10.5 t/ha (K) u 2007. godini, dakle razlika iznosi približno dvije tone grožđa po hektaru površine.

Morris i sur. (2004), te Keller i sur. (2005) navode da je prorjeđivanje grožđa imalo praktički beznačajan učinak na mjerene parametre rodosti. Nasuprot ovome, mehaničko prorjeđivanje značajno je utjecalo na smanjenje prinosa putem smanjenja prosječne mase grozda (Tardaguila, 2008). Guidoni i sur. (2002) tvrde da je prorjeđivanje grozdova utjecalo na lagano povećanje mase bobice. Slično tvrde Dami i sur. (2006), no pokazalo se da je u oba istraživanja došlo do značajnog pada prosječnog prinosa po trsu, bez obzira na nešto veću prosječnu masu grozda.

ZAKLJUČAK

Iako je rezidba vinove loze uobičajeni način uspostavljanja ravnoteže između prinosa i vegetativnog potencijala trsa, u praksi se pokazala nedostatnom, te se vrlo često primjenjuje zahvat prorjeđivanja grozdova. U ovom istraživanju, kasniji termini provođenja zahvata prorjeđivanja mahom su utjecali na smanjenje prinosa po trsu u odnosu na kontrolu. Nasuprot tome, prorjeđivanje neposredno po završetku cvatnje i oplodnje nije bilo uzrokom značajnijeg pada prosječnog prinosa po trsu. Osim toga, izvođenje zahvata je isplativije u periodu prije ekstenzivnog razvoja vegetativne mase trsa, kada grozdovi mogu biti lako uočeni i odstranjeni. Obzirom da je zahvat prorjeđivanja grozdova značajniji utjecaj na kemijski sastav grožđa iskazao samo u 2006. godini, možemo konstatirati da je utjecaj klimatskih prilika često presudan i dominantan čimbenik u odnosu na ampelotehnički zahvat prorjeđivanja grožđa. Postavlja se pitanje da li minimalan porast količine nakupljenog šećera ili nešto niža razina ukupne kiselosti opravdavaju uloženo vrijeme u izvođenje zahvata i gubitak potencijalnog prinosa, kada te iste vrijednosti šećera i ukupne kiselosti možemo dobiti nešto kasnijim rokovima berbe. Ipak, prorjeđivanje grozdova u kombinaciji sa drugim ampelotehničkim zahvatima svakako treba uzeti kao „pružno sredstvo“ regulacije dinamike dozrijevanja grožđa, poglavito onda kada se prevelika rodnost podudara sa lošijim klimatskim karakteristikama proizvodne godine. Obzirom da reakcija na tretman prorjeđivanja grozdova varira ovisno o kultivaru vinove loze, potrebno je nastaviti istraživanja uz moguće uključanje u analizu i šire grupe kemijskih spojeva iz grožđa.

LITERATURA

- Dami I., Ferree D., Prajitna A., and Scurlock D. (2006) A Five-year Study on the Effect of Cluster Thinning on Yield and Fruit Composition of „Chambourcin“ Grapevines. *American Society for Horticultural Science*, 41: 489-861
- Dokoozlian N. K., and Hirschfeld D. J. (1995) The Influence of Cluster Thinning at Various Stages of Fruit Development on Flame Seedless Table Grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*, 46 (4): 429-436
- Guidoni S., Allara P., Schubert A. (2002) Effect of Cluster Thinning on Berry Skin Anthocyanin Composition of *Vitis vinifera* cv. Nebbiolo. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53 (3): 224-226
- Guidoni S., Ferrandino A., and Novello V. (2008) Effects of Seasonal and Agronomical Practices on Skin Anthocyanin Profile of Nebbiolo Grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*, 59 (1): 22-29
- Keller M., Mills L. J., Wample R. L., Spayd S. E. (2005) Cluster Thinning Effects on Three Deficit-Irrigated *Vitis vinifera* Cultivars. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56 (2): 91-103

- Morris J. R., Main G. L., and Oswald O. L. (2004) Flower Cluster and Shoot Thinning for Crop Control in French-American Hybrid Grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55 (4): 423-426
- Ough C. S., and Nagaoka R. (1984) Effect of Thinning and Vineyard Yields on Grape and Wine Composition and Wine Quality of Cabernet Sauvignon. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55 (1): 30-34
- Prajitna A., Dami I. E., Steiner T. E., Ferree D. C., Scheerens J. C., Schwartz S. J. (2007) Influence of Cluster Thinning on Phenolic Composition, Resveratrol, and Antioxidant Capacity in Chambourcin Wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 58 (3): 346-350
- Radovanović V. (1986) Tehnologija vina. Novi dani. Beograd Reynolds G. R., Molek T., De Savigny, C. (2005) Timing of Shoot Thinning in *Vitis vinifera*: Impacts on Yield and Fruit Composition Variables. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56 (4): 343-356
- Tardaguila K., Petrie P. R., Poni S., Diago M. P., Martinez de Toda F. (2008) Effects of Mechanical Thinning on Yield and Fruit Composition of Tempranillo and Grenache Grapes Trained to a Vertical Shoot-Positioned Canopy. *American Journal of Enology and Viticulture*, 59: 412-417