

Valentina Tuščić¹, Darko Preiner^{1,2}, Željko Andabaka¹, Domagoj Stupić¹, Izvorni znanstveni rad
Zvezdana Marković^{1,2}, Ana Marija Jagatić Korenika¹, Iva Šikuten^{1,2},
Petra Štambuk^{1,2}, Ivana Tomaz^{1,2}, Ana Jerome¹

Utjecaj inaktivnih kvasaca na polifenolni sastav grožđa sorte Plavina

Sažetak

Polifenolni sastav grožđa i vina predmet je brojnih istraživanja, ponajviše zbog utjecaja pojedinačnih polifenola na senzorna svojstva vina te njihovog blagotvornog učinka na ljudsko zdravlje. Zbog klimatskih promjena koje postaju učestalije sve više se susrećemo s problemom fenolne zrelosti grožđa. Stoga je cilj istraživanje bio utvrditi utjecaj inaktivnih kvasaca na dozrijevanje grožđa Plavine te postizanje optimalne fenolne zrelosti. Na početku fenofaze šare dio grožđa tretiran je inaktivnim kvascima (*Lalvigne mature*), a kao kontrolna varijanta poslužilo je grožđe sorte Plavina na kojoj nije proveden tretman. U uzorcima grožđa provedena je osnovna fizikalno-kemijska analiza te analiza aromatskog i polifenolonog sastava. Značajna razlika uočena je u koncentracijama petunidin-3-O-glukozida i peonidin-3-O-glukozida kao i kemferol-3-O-rutinozida te procijanidina B1 kod tretiranog grožđa dok je ukupna kiselost bila izraženija u kontrolnom tretmanu. U aromatskom profilu tretirano grožđe izdvojilo se većim sadržajem monoterpena dok su seskviterpeni bili zastupljeniji u kontrolnom tretmanu. S obzirom na proizvodna svojstva sorte Plavina kao što su tanka kožica, osjetljivost na bolesti, zbijen grozd i velike bobice s manjom mogućnosti nakupljanja suhe tvari, od kojih se najčešće proizvode laganija, slabija obojena vina, manje bogata polifenolima, primijenjena tehnologija ukazuje na mogućnost unaprjeđenja kvalitativnih svojstava sorte Plavina a time i vina.

Ključne riječi: Plavina, grožđe, polifenoli, inaktivni kvasci

Uvod

Sorta Plavina je jedna od vodećih crnih sorata vinove loze regije Primorska Hrvatska, a najzastupljenija je autohtona crna sorta na području sjeverne Dalmacije (prema podacima vinarstva registra za 2020. godinu Plavina se uzgaja na 591.63 ha). Nastala je spontanom križanjem talijanske sorte Verdeca i Tribidraga (*Lacombe* i sur., 2007). Svoju široku rasprostranjenost omogućile su joj povoljne proizvodne osobine, poput dobrog i stabilnog prinosa. Obično daje lagana do srednje jaka vina, niskog do srednjeg intenziteta obojenosti, zadovoljavajuće svježine, neutralnog okusa i mirisa. Manje je bogata polifenolima, gotovo netipično za južnu crnu sortu, pa su joj vina izrazito mekana, pogodna za potrošnju kao mlada (Maletić i sur., 2015).

Grožđe je prepoznato kao jedan od glavnih izvora polifenola, a glavna uloga im je zaštita biljke od biotičkih i abiotičkih stresova. Njihova prisutnost značajno utječe na senzorna svojstva vina - trpkost, gorčinu, boju, a zahvaljujući svojoj antioksidativnoj aktivnosti blagotvorni su za ljudsko zdravlje (Milella i sur., 2012). Antocijani su polifenoli tipa flavonoida, koji se nalaze u kožici grožđa kao slobodni i acilirani derivati 3-O-glikozida te najvećim dijelom sudjeluju u definiranju boje bobice grožđa (Guidoni i Hunter, 2012). Grožđe s visokim koncentracijama antocijana u kožici izgleda tamnije i crvenije od grožđa s niskim vrijednostima. Budući da su polifenolni spojevi smješteni uglavnom u sjemenci i kožici bobice, crno vino je zbog tehnologije proizvodnje njihov bogati izvor (Paixão i sur., 2007).

U potrazi za održivim i ekološki prihvatljivim preparatima od nedavno se ekstraktima inak-

1 Valentina Tuščić, mag.ing., izv. prof. dr. sc. Darko Preiner, doc. dr. sc. Željko Andabaka, doc. dr. sc. Domagoj Stupić, doc. dr. sc. Zvezdana Marković, doc. dr. sc. Ana Marija Jagatić Korenika, Iva Šikuten, mag. ing. agr., Petra Štambuk, mag. ing. agr., dr. sc. Ivana Tomaz, prof. dr. sc. Ana Jerome, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska

2 doc. dr. sc. Zvezdana Marković, Iva Šikuten, mag. ing. agr., Petra Štambuk, mag. ing. agr., dr. sc. Ivana Tomaz, Znanstveni centar izvrsnosti za bioraznolikost i molekularno oplemenjivanje bilja, Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska
Autor za korespondenciju: dpreiner@agr.hr

tivnih kvasaca tretira grožđe u vinogradu kako bi se stimulirali obrambeni mehanizmi biljaka koji uključuju aktivaciju sekundarnih biosintetskih putova kao što je onaj koji dovodi do stvaranja fenolnih spojeva (Ferrari, 2010).

U toploj klimi optimalna razina šećera često se postiže daleko ispred ostalih kritičnih čimbenika poput fenolne zrelosti. To znači da se datum berbe često bira prvenstveno zbog potencijalne razine alkohola, a ne zbog drugih parametara kakvoće grožđa. (Hannah i sur., 2013).

U današnje vrijeme primjena inaktiviranih kvasaca našla je svoje mjesto u tehnologiji proizvodnje vina ali isto tako u tretiranju vinograda. Po svojem sastavu to su derivati enoloških kvasaca od (*Saccharomyces cerevisiae*) prethodno inaktivirani kako bi potisnuli svoju fermentacijsku sposobnost (Mekoue Nguela i sur., 2015). Kako bismo osigurali čim optimalniju fenolnu zrelost grožđa, u ovom istraživanju tretirali smo inaktivnim kvascima grožđe sorte Plavina u fenofazi šare.

Materijali i metode

Istraživanje je provedeno 2020. godine na vinogradarskom pokušalištu Baštica, u blizini Zadra na sorti 'Plavina' (*Vitis vinifera* L.). Na početku fenofaze šare kada je 5 % bobica grožđa obojeno, dio grožđa tretiran je inaktivnim kvascima (Lalvigne Mature, Lallemant d.d.), sredstvom koje stimulira razvoj vinove loze, naglašavajući i ubrzavajući prirodni fiziološki proces u kojem biljka stvara sekundarne produkte odgovorne za fenološku zrelost, a time i bolju kvalitetu vina. Lalvigne Mature prirodni je inaktivni folijarni sprej derivata kvasca koji unapređuje i povećava fenolnu zrelost. Lalvigne se lako suspendira u vodi i nanosi pomoću spreja ili ručne prskalice. U toplijim vinskih regijama idealni su uvjeti za prskanje prije dnevne vrućine. Očekivani rezultati su čvršća kožica, bolja fenološka zrelost i bolja kakvoća grožđa.

Tretman je obavljen na početku šare kada je oko 5 % bobica obojeno, a drugi tretman obavljen je nakon 14 dana. Sredstvo je aplicirano na lisnu masu. Kao kontrolna varijanta poslužilo je grožđe 'Plavina' na kojoj nije proveden tretman.

U uzorcima moštava tretiranog i netretiranog grožđa određena je koncentracija šećera pomoću refraktometra i izražena u stupnjevima Oechsleovim (°Oe). Određivanje se temelji na principu indeksa loma svjetlosti.

Ukupna kiselost mošta određena je metodom neutralizacije uzorka s 0,1 M NaOH uz indikator bromtimol plavi prema metodi O.I.V.-a (2007). Ukupna kiselost uzima u obzir sve organske i anorganske kiseline (Ribéreau-Gayon i sur., 2006), ali je u moštu najzastupljenija vinska kiselina pa se rezultat izražava kao ukupni sadržaj vinske kiseline u g/L. pH vrijednost mošta određena je mjerenjem na pH metru Beckman expandomatic tip SS 2.

Organske kiseline (vinska, jabučna, limunska) određene su tekućinskom kromatografijom visoke djelotvornosti, Agilent 1050 (Palo Alto, SAD). Uzorak je prethodno filtriran pomoću PTFE membranskih filtera (0,45 µm). Identifikacija i kvantifikacija provedena je pri valnoj duljini $\lambda=210$ nm na Aminex HPX-87H (BioRad, Hercules, CA, SAD).

Uzorci grožđa za analizu fenolnih spojeva čuvani su u zamrzivaču na -18 °C. Prije početka same ekstrakcije fenolnih spojeva potrebno je odvojiti kožicu od mesa, sjemenki i pulpe. Oguļene kožice se moraju ponovno zamrznuti, a takve zamrznute potrebno je liofilizirati.

Nakon postupka liofilizacije, suhe kožice su usitnjene i stavljene u posudice za uzorke. Ekstrakcija i analiza polifenolnih spojeva provedena je prema metodi opisanoj u Tomaz i sur., (2016). U posudice za ekstrakciju volumena 15 mL izvagano je 160 ± 1 mg usitnjenih kožica, stavljeno je 10 mL ekstrakcijskog otapala (20% acetonitril, 1% mравlja kiselina, 79% voda, v/v/v) te mali magnetič za miješanje. Ekstrakcijska smjesa ostavljena je na magnetskoj miješalici pri temperaturi od 50 °C u trajanju od jednog sata. Nakon završetka ekstrakcije, dobiveni ekstrakt je filtriran primjenom membranskog filtera (PTFE, 0,22 µm). Dobiveni profiltrirani ekstrakt analiziran je na tekućinskom kromatografu visoke djelotvornosti Agilent 1100 series. Kromatograf se sastoji od automatskog uzorkivača 1100, detektora s nizom dioda 1100, binarne pumpe 1100, Agilent 1200 fluorescentnog detektora, boca za pokretne faze i računala preko kojeg se

upravlja programom za HPLC. U istom programu se nakon analize obrađuju dobiveni podaci. Za razdvajanje pojedinih polifenola koristila se kolona Luna Phenyl-Hexyl ($4,6 \times 250$ mm; $5 \mu\text{m}$ veličina čestica (Phenomenex, Torrance, SAD)) uz gradijentno eluiranje korištenjem 0,5% (v/v) vodene otopine fosforne kiseline kao otapalo A, dok se kao otapalo B koristila otopina koja sadržava acetonitril:vodu:fosfornu kiselinu (50:49,5:0,5; v/v/v) s brzinom protoka od 0,9 mL/min. Tijekom analize koristio se volumen ubrizganog uzorka od 20 μL te temperatura kolone 50 °C. Flavonoli su određeni pri valnoj duljini od 360 nm te antocijani pri valnoj duljini od 518 nm, hidroksimetne kiseline pri 320 nm te hidroksibenzojeve kiseline pri 280 nm dok su flavan-3-oli određeni primjenom fluorescencijskog detektora pri $\lambda_{\text{ex}} = 225$ nm i $\lambda_{\text{em}} = 320$ nm.

Analiza hlapljivih spojeva vina provedena je primjenom vezanog sustava plinske kromatografije (Thermo Scientific Trace 1300) - spektrometar masa (Thermo Scientific ISQ 7000) uz prethodnu izolaciju analita mikroekstrakcijom na čvrstoj fazi u izvedbi klina (engl. Solid Phase Microextraction Arrow SPMA) pomoću automatiziranog sustava za pripremu uzoraka. Kao čvrsta faza korišten je sustav CAR-PDMS-DVB. U posudicu za uzorke dodano je 100 mg suhe kožice. Prije same adsorpcije na čvrstu fazu, uzorak je uravnotežen pri 60 °C u trajanju od 10 min. Adsorpcija analita provedena je pri 60 °C u trajanju od 49 min. Desorpcija je provedena u injektoru tekućinskog kromatografa pri 250 °C u trajanju od 7 min. Kromatografska analiza provedena je pomoću TR-Wax kolone (60 m x 0,25 mm x 0,25 mm) uz temperaturni program u rasponu temperatura od 40 do 210 °C. Snimanje spektara masa provedeno je praćenjem struje svih iona u rasponu od 30 do 300 m/z dok je energija elektrona bila 70 eV. Identifikacija je provedena pomoću usporedbe vremena zadržavanja, retencijskih indeksa te usporedbom spektara masa s onima u NIST 17 i Wiley 12 bazi podataka.

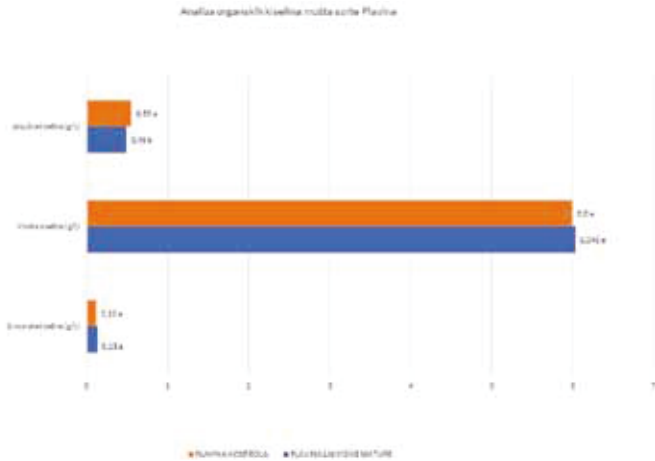
Statistička analiza podataka provedena je s analizom varijance (ANOVA). Za testiranje srednje vrijednosti korišten je Tukey HSD test pri $p < 0.05$. Analiza je provedena u programu SAS Studio, SAS[®]OnDemand for Academics.

Rezultati i rasprava

Na grafikonu 1. prikazane su vrijednosti prosječnog sadržaja šećera, ukupne kiselosti te pH vrijednosti. Vidljivo je da tretman Lalvigene mature signifikantno utječe na nakupljanje višeg sadržaja šećera u grožđu, te na nešto nižu ukupnu kiselost, što je rezultiralo i višom pH vrijednošću. Razlike u ukupnoj kiselosti između tretmana prvenstveno je vezana uz nešto višu koncentraciju jabučne kiseline u kontrolnom tretmanu što je vidljivo na grafikonu 2. U koncentracijama ostalih organskih kiselina razlike između tretmana nisu bile značajne.



Grafikon 1. Osnovna kemijska analiza mošta sorte Plavina
Graph 1. Basic chemical analysis of Plavina must



Grafikon 2. Analiza organskih kiselina mošta sorte Plavina
Graph 2. Analysis of organic acids of Plavina must

Tablica 1. Analiza pojedinačnih polifenola
Table 1. Analysis of individual polyphenols

		Plavina Lalvigne Mature	Plavina kontrola
Delfinidin-3-O-glukozid	Delphinidin-3-O-glucoside	19.58 a	4.36 b
Petunidin-3-O-glukozid	Petunidin-3-O-glucoside	173.04 a	37.04 b
Peonidin-3-O-glukozid	Peonidin-3-O-glucoside	112.62 a	26.23 b
Malvidin-3-O-glukozid	Malvidin-3-O-glucoside	2748.96 a	2710.50 a
Malvidin-3-O-acetilglukozid	Malvidin-3-O-acetylglucoside	336.59 a	307.79 a
Petunidin-3-O-kumarilglukozid	Petunidin-3-O-coumarylglucoside	48.13 a	26.15 a
Peonidin-3-O-kumarilglukozid	Peonidin-3-O-coumarylglucoside	53.78 b	118.45 a
Malvidin-3-O-kumarilglukozid	Malvidin-3-O-coumarylglucoside	1660.72 a	1731.35 a
Σ ANTOCIJANI	Σ ANTHOCYANINS	5153.41 a	4961.86 a
Miricetin-3-O-galaktozid	Myricetin-3-O-galactoside	6.50 a	17.15 a
Kvercetin-3-O-galaktozid	Quercetin-3-O-galactoside	30.97 a	31.52 a
Kemferol-3-O-rutinozid	Kaempferol-3-O-rutinoside	64.26 a	30.00 b
Kemferol-3-O-glukonorid	Kaempferol-3-O-glucuronide	60.54 a	54.60 a
Izoramnetin-3-O-glukozid	Isorhamnetin-3-O-glucoside	20.87 a	19.30 a
Σ FLAVONOLI	Σ FLAVONOLS	183.13 a	152.56 b
Procijanidin B1	Procyanidin B1	196.42 a	94.64 b
Procijanidin B3	Procyanidin B3	116.27 a	78.04 a
Σ FLAVAN-3-OLI	Σ FLAVAN-3-OLS	312.69 a	172.67 b

Prikazane srednje vrijednosti s različitim slovima u istom retku značajno se međusobno razlikuju prema Tukey-evom testu ($p < 0.05$) / Means with different letters in the same row are different according to the Tukey test ($p < 0.05$).

U tablici 1. prikazana je analiza pojedinačnih polifenola u varijantama tretmana Lalvigne mature i kontrole. Iz rezultata je vidljivo da se tretman i kontrola značajno razlikuju u koncentracijama antocijanidina i to delfinidin-3-O-glukozid, petunidin-3-O-glukozid, peonidin-3-O-glukozid, te kemferol-3-O-rutinozid, odnosno ovi su fenolni spojevi u signifikatno većoj koncentraciji zastupljeni u kožicama tretiranog grožđa. Također i po koncentracijama ukupnih flavonola i flavan-3-ola značajno se je izdvojilo grožđe tretirano inaktivnim kvascima (Lalvigne mature).

Tablica 2. Analiza hlapljivih spojeva u tretiranom i netretiranom grožđu Plavine
Table 2. Analysis of volatile compounds in treated and untreated Plavina grapes

		Plavina Lalvigne Mature	Plavina kontrola
Heksanal	Hexanal	8.53E+07 a	5.20E+07 b
Heptanal	Heptanal	1.16E+05 a	6.95E+04 b
2-Heksenal	2-Hexenal	5.83E+07 a	4.00E+07 b
2-Heksenal (Z)	2-Hexenal (Z)	5.47E+06 a	4.43E+07 a
Nonanal	Nonanal	2.03E+06 a	1.26E+06 b
Oktanal	Octanal	1.30E+05 a	6.67E+04 b
Dekanal	Decanal	7.07E+04 b	1.37E+05 a
2,4-Heksadienal (E,E)	2,4-Hexadienal (E,E)	2.47E+05 a	2.40E+05 a
2,4-Heksadienal (Z,Z)	2,4-Hexadienal (Z,Z)	6.67E+06 a	4.47E+06 b
Benzaldehid	Benzaldehyde	2.00E+06 a	2.07E+06 a
Benzaldehid, 4-etil	Benzaldehyde, 4-ethyl	4.70E+05 a	1.87E+05 b
Fenilacetaldehid	Phenylacetaldehyde	4.23E+05 a	4.07E+05 a
Σ ALDEHIDI	Σ ALDEHYDES	1,61E+08 a	1,45E+08 a
1-Heksanol	1-Hexanol	3.27E+06 a	2.63E+06 a
1-Oktanol	1-Octanol	1.17E+05 b	1.73E+05 a
1,3-Butanediol	1,3-Butanediol	3.64E-12 b	4.47E+04 a
2,3-Butanediol	2,3-Butanediol	1.22E+05 b	3.03E+04 a
2-Etil-1-heksanol	2-Ethyl-1-hexanol	1.53E+05 a	1.09E+05 a
2-Heksen-1-ol,	2-Hexen-1-ol,	3.73E+06 a	2.30E+06 b
2-Penten-1-ol, (Z)	2-Penten-1-ol, (Z)	7.63E+04 b	1.87E+05 a
3-Oktanol	3-Octanol	3.87E+05 a	2.60E+05 b
Benzil alkohol	Benzyl alcohol	1.20E+06 a	8.50E+05 b
Fenil alkohol	Phenyl alcohol	2.30E+05 b	4.47E+05 a
4-Penten-1-ol, 3-metil	4-Penten-1-ol, 3-methyl	9.60E+05 a	5.80E+05 b
Σ ALKOHOLI	Σ ALCOHOLS	1,02E+07 a	7,61E+06 b
Acetoin	Acetoin	7.57E+04 b	1.67E+05 a
5-Hepten-2-on, 6-metil	5-Hepten-2-one, 6-methyl	5.33E+04 a	6.33E+04 a
4-Octen-3-on	4-Octen-3-one	6.33E+06 a	3.70E+06 a
Σ KETONI	Σ KETONS	6,46E+06	3,93E+06 a
Butanska kiselina	Butanoic acid	2.27E+04 a	2.20E+04 a

		Plavina Lalvigne Mature	Plavina kontrola
Oktanska kiselina	Octanoic acid	8.37E+04 a	1.97E+05 a
(2E)-2-Heksanka kiselina	(2E)-2-Hexenoic acid)	4.30E+05 a	2.33E+05 a
Heksanka kiselina	Hexanoic acid	1.47E+06 a	1.42E+06 a
Pentanska kiselina	Pentanoic acid	1.73E+05 a	1.23E+05 a
Propanska kiselina	Propanoic acid	4.87E+05 a	2.63E+05 b
Σ KISELINE	Σ ACIDS	2,67E+06 a	2,26E+06 a
Mentol	Menthol	1.06E+05 a	0.00E+00 b
Limonen	Limonene	2.77E+06 a	1.08E+06 b
Σ MONOTERPENI	Σ MONOTERPENES	2,88E+06 a	1,08E+06 b
((-)-beta-Bourbonen)	((-)-beta-Bourbonene)	8.37E+04 a	7.00E+04 a
((-)-Germakren D)	((-)-Germacrene D)	2.91E-11 b	2.23E+05 a
a-Bourbonen	a-Bourbonene	1.82E-12 b	2.47E+04 a
Beta-Kariofilen	beta-Caryophyllene	0.00E+00 b	3.37E+04 a
Ylangene	Ylangene	1.13E+05 a	1.50E+05 a
Kopaen	Copaene	0.00E+00 b	5.50E+04 a
delta-3-Karen	delta-3-Carene	0.00E+00 b	4.45E+04 a
delta-Gvajen	delta-Guajene	5.77E+04 a	5.87E+04 a
gamma-Element	gamma-Elementene	1.66E+05 a	8.93E+04 a
trans-Kalamen	trans-Calamenene	0.00E+00 b	1.20E+05 a
Σ SESKVITERPENI	Σ SESQUITERPENES	4,20E+05 b	8,69E+05 a
Oktanska kiselina, etil ester	Octanoic acid, ethyl ester	4.57E+04 a	2.04E+06 a
Butirolakton	Butyrolactone	2.57E+05 a	3.60E+05 a
Σ OSTALI	Σ OTHERS	3,03E+05 a	2,40E+06 a

Prikazane srednje vrijednosti s različitim slovima u istom retku značajno se međusobno razlikuju prema Tukey-evom testu ($p < 0.05$) / Means with different letters in the same row are different according to the Tukey test ($p < 0.05$).

Najzastupljenija grupa hlapljivih spojeva u kožici grožđa i kod kontrole i kod tretmana bili su aldehidi, iza kojih slijede alkoholi i ketoni. Najmanje zastupljene grupe hlapljivih spojeva bile su monoterpeni i seskviterpeni. Međutim, ovi spojevi se u grožđu većim dijelom nalaze u vezanom glikozidnom obliku, te su 3 do 10 puta mnogobrojniji od slobodnih oblika (Liu i sur., 2017). Šuklje i sur. (2016) pokazali su da je primjena inaktivnog kvasca na Sauvignon bijelom iz Južne Afrike povećalo koncentraciju hlapljivih sastojaka u dobivenim vinima i bolje očuvao aromatični sastav. U našem istraživanju ustanovili smo da je tretman različito djelovao na grupe hlapljivih spojeva, kao i na pojedinačne spojeve. Tretman je pozitivno djelovao na količine alkohola, ketona i monoterpena, a od pojedinačnih spojeva značajne razlike su utvrđene u koncentracijama mentola, limonena, 2-penten-1-ola, 2,4-heksadienala i 3-oktanola. Što se tiče ostalih grupa spojeva razlike nisu bile značajnije.

Zaključak

Iz dobivenih rezultata vidljiv je pozitivan utjecaj tretmana inaktivnim kvascima (Lalvigne mature) na nakupljanje pojedinačnih fenolnih spojeva, te kompletnu fenolnu zrelost sorte Plavina. Primijenjena tehnologija ukazuje na mogućnost poboljšanja kvalitativnih svojstava sorte Plavina pri čemu se potencira mogućnost njezine primjene u proizvodnji vina intenzivnije obo-

jenosti i kompleksnijih organoleptičnih svojstava.

Literatura

Ferrari, S. (2010) Biological Elicitors of Plant Secondary Metabolites: Mode of Action and Use in the Production of Nutraceuticals, in: Giardi, M.T., Rea, G., Berra, B. (Eds.), Bio-Farms for Nutraceuticals: Functional Food and Safety Control by Biosensors, Advances in Experimental Medicine and Biology. Springer US, Boston, MA, pp. 152–166. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7347-4_12

Guidoni, S., Hunter, J.J. (2012) Anthocyanin profile in berry skins and fermenting must/wine, as affected by grape ripeness level of *Vitis vinifera* cv. Shiraz/R99. *Eur Food Res Technol* 235, 397–408. <https://doi.org/10.1007/s00217-012-1744-5>

Hannah, L., Roehrdanz, P.R., Ikegami, M., Shepard, A.V., Shaw, M.R., Tabor, G., Zhi, L., Marquet, P.A., Hijmans, R.J. (2013) Climate change, wine, and conservation. *Proc Natl Acad Sci U S A* 110, 6907–6912. <https://doi.org/10.1073/pnas.1210127110>

Liu, J. B., Zhu, X. L., Ullah, N. Tao, Y. S. (2017) Aroma Glycosides in Grapes and Wine. *Journal of Food Science*, 82, 248–259.

Maletić, E., karoglan Kontić, J., Pejić, I., Preiner, D., Zdunić, G., Bubola, M., Stupić, D., Andabaka, Ž., Marković, Z., Šimon, S., Žulj Mihaljević, M., Ilijaš, I., Marković, D., (2015) ZELENA KNJIGA: HRVATSKE IZVORNE SORTE VINOVE LOZE.

Mekoue Nguela, J., Sieczkowski, N., Roi, S., Vernhet, A. (2015) Sorption of Grape Proanthocyanidins and Wine Polyphenols by Yeasts, Inactivated Yeasts, and Yeast Cell Walls. *J. Agric. Food Chem.* 63, 660–670. <https://doi.org/10.1021/jf504494m>

Milella, R.A., Antonacci, D., Crupi, P., Incampo, F., Carrieri, C., Semeraro, N., Colucci, M., (2012) Skin Extracts from 2 Italian Table Grapes (Italia and Palieri) Inhibit Tissue Factor Expression by Human Blood Mononuclear Cells. *Journal of Food Science* 77, 154–159. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02818.x>

Paixão, N., Perestrelo, R., Marques, J.C., Câmara, J.S. (2007) Relationship between antioxidant capacity and total phenolic content of red, rosé and white wines. *Food Chemistry* 105, 204–214. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.017>

Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donèche, B., Lonvaud, A. (2006) Handbook of Enology, Volume 1: The Microbiology of Wine and Vinifications. John Wiley & Sons.

Tomaz, I., Maslov Bandić, L., Stupić, D., Preiner, D., Ašperger, D., Karoglan Kontić, J. (2016) Solid-liquid Extraction of Phenolics from Red Grape Skins. *Acta chimica Slovenica* 63, 287–297. <https://doi.org/10.17344/acsi.2015.2181>

Šuklje, K., Guillaume, A., Buica, A., Zelmari, A., Coetzee, J., Brand, Leigh, M., Schmidtke, M., Viviera, A. (2016) Inactive dry yeast application on grapes modify Sauvignon Blanc wine aroma. *Food Chemistry* 197, 1073–1084. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.105>

Prispjelo/Received: 15.9.2021.

Prihvaćeno/Accepted: 11.10.2021.

Original scientific paper

Influence of inactive yeasts on polyphenolic composition of Plavina grapes

Abstract

Numerous studies have been dealing with the polyphenolic composition of grapes and wine, mostly due to the influence of individual polyphenols on the sensory properties of wine and their beneficial effect on human health. Due to climate change, which is becoming more frequent, we are increasingly facing the problem of phenolic ripeness of grapes. Therefore, the aim of the study was to determine the influence of inactive yeasts on the ripening of Plavina grapes and phenolic maturity. At the beginning of the veraison, a part of the grapes was treated with inactive yeasts (*Lalvigne mature*), and as a control variant, Plavina grapes were used, which were not treated. Basic physicochemical analysis and analysis of aromatic and polyphenolic composition were performed in grape samples. A significant difference was observed in the concentrations of petunidin-3-O-glucoside and peonidin-3-O-glucoside as well as kemferol-3-O-rutinoside and procyanidin B1 in the treated grapes while the total acidity was more pronounced in the control treatment. In the aromatic profile, treated grapes had higher content of monoterpenes, while sesquiterpenes were more present in the control treatment. Given the production characteristics of the Plavina variety such as thin skin, susceptibility to disease, compact grapes and large berries with less possibility of dry matter accumulation, which most often produce lighter, weaker colored wines, less rich in polyphenols, the applied technology indicates the possibility of improvement qualitative properties of the Plavina variety and thus of the wine.

Keywords: Plavina grapes, polyphenols, inactive yeasts