

Utjecaj roka berbe na sadržaj hlapljivih spojeva u grožđu sorte ‘Sauvignon bijeli’

Sažetak

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj različitih rokova berbe na sadržaj hlapljivih spojeva u grožđu sorte ‘Sauvignon bijeli’, berbe 2023. godine, vinogorja Plešivica-Okić. Berba se odvijala u tri različita roka s četiri do sedam dana razmaka te je pokus postavljen po slučajnom bloknom rasporedu s tri ponavljanja od po deset trsova. Rok berbe utjecao je na osnovni kemijski sastav grožđa u vidu kontinuiranog povećanja koncentracije šećera, jabučne kiseline i pH vrijednosti. S druge strane, ukupne kiseline u grožđu su se smanjivale prema trećem roku berbe. Ustanovljeno je da rok berbe nije imao utjecaj na sadržaj ukupnih aldehida, hlapljivih fenola, terpena i viših alkohola. U trećem roku berbe došlo je do povećanja sadržaja estera i C13 norizoprenoida. Sadržaj masnih kiselina bio je najviši u drugom roku berbe.

Glavne riječi: ‘Sauvignon bijeli’, rok berbe, hlapljivi spojevi

Uvod

S obzirom da tržište u vinarskom svijetu postaje sve zahtjevnije, jedan od ciljeva proizvođača je pravilnim odabirom roka berbe proizvesti što kvalitetnije vino. Za sortu ‘Sauvignon bijeli’ utvrđeno je da je moguće različitim rokovima berbe dobiti široku paletu vina, od laganih i lepršavih vina sa zelenom notom pa sve do jačih, težih, s mogućnošću odležavanja, te onih s cvjetnim mirisom i mirisom na tropsko voće. ‘Sauvignon bijeli’ pripada nemuškatnim aromatičnim bijelim sortama podrijetlom iz Francuske (Herjavec, 2019). Ova sorta daje vina visoke kvalitete i vina specifične odnosno prepoznatljive arome te se smatra „kraljevskim vinom“ (Mirošević i sur., 2008.). Tipična aroma vina ‘Sauvignon bijeli’ može se opisati kao vegetativna, travnata, zeljasta, bazga, ogrozd, šparoge, zeleni papar, paprika, list rajčice, grejp i marakuja (Coetzee i Johannes du Toit, 2012).

Ranijim rokovima berbe dobivaju se lagana, svježija vina, slabijeg tijela s višom koncentracijom ukupnih kiselina, te su takva vina namijenjena za bržu potrošnju (Mucalo i sur., 2020). Kvalitetno određena i izražena fenolna zrelost veže se uz vina jakih tijela, s intenzivnijim aromatskim profilom te takva vina traže dozrijevanje i odležavanje, najčešće u drvenim barrique bačvama ili su vezana uz „Sur-lie“ metodu dozrijevanja (Mucalo i sur., 2020).

Aromu vina čine hlapljivi spojevi, koji se u grožđu nalaze u različitim koncentracijama. Naime, vrlo je kompleksno govoriti o tome kako kasniji rokovi berbe utječu na koncentracije

¹ **Simona Hofer Geušić**, mag.ing.agr, dr.sc. **Marina Anić**, prof.dr.sc. **Marko Karoglan**, Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

² Student **Martin Staroveški**, mag.ing.agr.

Autor za korespondenciju: mkaroglan@agr.hr

navedenih spojeva jer koncentracije ovise, uz rok berbe, i o sorti i položaju vinograda, o vremenskim uvjetima tijekom vegetacije te o uzgoju loze i ampelotehničkim zahvatima na kraju.

Esteri su organski spojevi izuzetno važni za aromu i okus vina, a nastaju reakcijom kiselina i alkohola. U vinu se nalaze dvije vrste estera, a to su fermentacijski (tzv. „voćni“) esteri i esteri koji nastaju prilikom dozrijevanja vina. Fermentacijski esteri nastaju tijekom alkoholnog vrenja i rezultat su metabolizma kvasaca. Vrlo male količine estera nastaju tijekom rasta bobice, a najveću ulogu u njihovom razvitku ima utjecaj sunčeve svjetlosti (Anić, 2023).

C13 norizoprenoidi su aromatski spojevi, koji nastaju hidrolizom iz karotenoida pod utjecajem vode, svjetlosti i temperature. Najaromatičnija skupina norizoprenoida je C13 skupina (Ribéreau-Gayon i sur., 2006). S obzirom na strukturu, dijele se na megastigmane i nemegastigmane. U vinu se najviše ističu β -damascenon, koji miriše na tropsko voće i med, te TDN (1,1,6-trimetil-1,2-dihidronaftalen), koji mirisom podsjeća na petrolej.

Aldehidi su skupina mirisnih spojeva koja potječe iz grožđa, no mogu nastati i tijekom alkoholne fermentacije (Anić, 2023.). Ovi spojevi imaju vrlo veliku organoleptičku ulogu jer su zbog svoje velike reaktivnosti s drugim spojevima odgovorni za stvaranje „bouqueta“ vina. Aldehidi su u prirodi vrlo intenzivna i oštra mirisa te najčešće daju citrusne i voćne note. Kemijskim reakcijama tijekom alkoholne fermentacije nastaju spojevi koji daju travnati miris i miris na nezrelo voće (Anić, 2023). Njihov sadržaj u grožđu značajno raste neposredno nakon šare, nakon čega slijedi pad sadržaja do berbe (Anić, 2023).

Masne kiseline se u grožđu nalaze u nezasićenom obliku i kao takve nemaju utjecaj na aromu, međutim djelovanjem enzima se razgrađuju do C6 spojeva koji utječu na aromu (Moreno-Arribas i Polo, 2009). U vinu se nalaze u hlapivom obliku kratkog, srednjeg, dugog ili razgranatog lanca, a nastaju sintezom kvasaca. Najznačajnije masne kiseline u vinu su kaprilna, kapronska i kaprinska.

Terpeni su spojevi koje je moguće detektirati u svim vinima, međutim njihova koncentracija je vrlo niska (Alpeza, 2008). Podrijetlo im je iz grožđa te su predstavnici primarnih aroma na cvijeće ili razno voće, dok neki daju papreni i začinski miris. Možemo ih naći u vezanom obliku, bez mirisa i u slobodnom (hlapljivom) obliku. U višim koncentracijama ih možemo pronaći jedino kod nekih mirisnih sorata, kao što su Traminac ili Muškati.

Cilj ovog istraživanja i rada bio je prikazati kretanje koncentracija hlapljivih spojeva kod sorte 'Sauvignon bijeli' i željelo se uvidjeti kako kasniji rok berbe utječe na smanjenje odnosno povećanje koncentracija navedenih spojeva.

Materijali i metode

Istraživanje je postavljeno 2023. godine u podregiji Plešivica, vinogorju Plešivica-Okić, na sorti 'Sauvignon bijeli'. Plešivica pripada vinogradarskoj regiji Kontinentalna Hrvatska te spada pod niži planinski dio Žumberačkog gorja (Mirošević i sur., 2008). Također, pripada proizvodnoj zoni B. Sorte koje se ovdje najviše uzgajaju su 'Graševina', 'Pinot bijeli', 'Pinot sivi', 'Sauvignon bijeli', 'Frankovka', 'Merlot', 'Muškati' i tako dalje (Mirošević i sur., 2008).

Za potrebe istraživanja korišteni su podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda, koji su dobiveni s meteorološke postaje u Pisarovini udaljene dvadesetak kilometara od vinograda u kojem je pokus postavljen. Klimatske prilike 2023. godine prikazane su u Tablici 1. Tijekom srpnja i kolovoza zabilježeno je čak 279 mm oborina što je loše utjecalo na kvalitetu vinogradarske godine. Osim toga, temperature zraka svih mjeseci osim travnja i svibnja bile su iznad višegodišnjeg prosjeka. Sve navedeno pogodovalo je intenzivnom razvoju gljivičnih bolesti i nepovoljnim uvjetima za dozrijevanje grožđa.

Tablica 1. Klimatske prilike 2023. godine, meteorološka postaja Pisarovina, DHMZ
Table 1. Weather conditions in 2023 year, meteorological station Pisarovina, CMHS

2023. godina	Srednja mjesečna temperatura zraka (°C)	Suma oborina (mm)
Siječanj	4.5	193.2
Veljača	3.9	40.7
Ožujak	8.7	70.5
Travanj	10.4	142.3
Svibanj	15.9	159.0
Lipanj	20.7	86.7
Srpanj	22.8	150.9
Kolovoz	21.8	128.1
Rujan	19.2	67.5

Sorta ‘Sauvignon bijeli’, korištena za pokus, cijepljena je na podlogu SO4 (*Vitis berlandieri* x *Vitis riparia*). Pokusni nasad u kojem je istraživanje provedeno je položaj Borička u vlasništvu „Podruma Mladina. Vinograd je jugozapadne ekspozicije, na nadmorskoj visini od oko 200 m, s prosječnim nagibom od 26%. Uzgojni oblik je Guyot-Poussard, visine stabla između 0,8-1 m. Sklop u vinogradu je 2,4 x 0,6 m. Berba grožđa obavljena je u tri roka, u razmaku četiri do sedam dana. Prvi rok berbe bio je 11. rujna 2023., drugi 18. rujna 2023., a treći 22. rujna 2023. godine. Pokus je postavljen prema slučajnom bloknom rasporedu s 3 repeticije i 10 trsova unutar svake repeticije. Iz svakog ponavljanja uzeti su uzorci od deset reprezentativnih grozdova s kojih je nasumično izdvojeno po 100 boba u tri repeticije za analizu hlapljivih spojeva. Od preostalog grožđa napravljene su analize osnovnog kemijskog sastava grožđa, odnosno utvrđeni su sadržaj šećera, ukupnih kiselina i pH vrijednosti po OIV(Organisation Internationale de la Vigne et du Vin) metodi (2001). Analiza hlapljivih spojeva je provedena primjenom vezanog sustava plinske kromatografije uz prethodnu izolaciju analita mikroekstrakcijom na čvrstoj fazi. Čvrsta faza koja je korištena bila je CAR-PDMS-DVB. Odvagano je 150g zamrznutih boba koje su potom prekrivene s 5mL otopine askorbinske kiseline koncentracije 200 mL. Homogenizacija boba provedena je u prisutnosti suhog leda te se potom odvila centrifuga, nakon koje je dobiven uzorak uravnotežen s NaCl. Nakon provedene adsorpcije i desorpcije, kromatografska analiza provedena je na injektoru tekućinskog kromatografa pri 250°C. Snimanje spektra masa provedeno je praćenjem struje svih iona u rasponu od 20 do 500m/z, a nakon toga je identifikacija provedena pomoću usporedbe vremena zadržavanja, retencijskih indeksa te usporedbom spektara masa. Svi podaci bili su analizirani jednosmjernom analizom varijanci na razini podudarnosti od 95%, a srednje vrijednosti uspoređene su Tukey testom na razini podudarnosti od 5%. Statistička analiza provedena je primjenom računalnog programa XLSTAT (Addinsoft, 2020., SAD).

Rezultati s raspravom

Prema rezultatima koji se nalaze u Tablici 2 vidljivo je da je rok berbe značajno utjecao na osnovni kemijski sastav grožđa.

Tablica 2. Utjecaj roka berbe na osnovni kemijski sastav grožđa ‘Sauvignon bijeli’, Borička, 2023.g. / **Table 2.** Harvest date effect on ‘Sauvignon blanc’ grape basic chemical composition, Borička, 2023

	ROK BERBE			Sign.
	1. rok	2. rok	3. rok	
Šećeri (°Oe)	87 ± 1 c	90 ± 1 b	94 ± 1 a	***
Ukupna kiselost (g/L)	7.04 ± 0.05 a	6.80 ± 0.10 b	6.13 ± 0.10 c	***
Jabučna kiselina (g/L)	2.41 ± 0.09 b	3.15 ± 0.05 a	3.24 ± 0.01 a	***
pH	3.30 ± 0.01 b	3.46 ± 0.01 a	3.44 ± 0.02 a	***

1. rok 11.9., 2. rok 18.9., 3. rok 22.9.2023; Podaci su analizirani pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA), srednja vrijednost ± SD (n=3); različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey's test signifikantnosti $p < 0,05$; n.s. označava da nema statistički značajne razlike; *, ** i *** označavaju statistički značajnu razliku između rokova berbe sa $p < 0,05$, $< 0,01$ i $< 0,0001$.

Koncentracija šećera očekivano je najviša u trećem roku berbe, a ukupnih kiselina najniža. Pomalo iznenađuje kontinuirani porast koncentracije jabučne kiseline prema trećem roku berbe. Moguće objašnjenje je u ekstremnim količinama oborina i pojačanom stvaranju novog mladog lišća kao mjesta sinteze jabučne kiseline.

Rezultati utjecaja roka berbe na sadržaj ukupnih hlapljivih spojeva prikazani su u Tablici 3. Vidljivo je da rok berbe nije utjecao na koncentraciju ukupnih aldehida, viših alkohola, hlapljivih fenola i terpena. No, s druge strane, najviša koncentracija ukupnih estera i C13 norizoprenoida zabilježena je u trećem roku berbe, dok je najveća koncentracija ukupnih masnih kiselina izmjerena u drugom roku berbe. Za izdvojiti je da je koncentracija ukupnih estera i C13 norizoprenoida najniža u drugom roku berbe. Skupine spojeva kod kojih su zabilježene značajne razlike, odgovorni su za intenzivne voćne i cvjetne arome, arome tropskog voća, miris na ljubicu i citruse, te u nekim oblicima mirišu i na petrolej.

Tablica 3. Utjecaj roka berbe na sadržaj ukupnih hlapljivih spojeva (µg/kg boba), ‘Sauvignon bijeli’, Borička, 2023.g. / **Table 3.** Harvest date effect on ‘Sauvignon blanc’ grape total volatiles composition (µg/kg berries), Borička, 2023

	1. rok	2. rok	3. rok	Sign.
Ukupni aldehidi	3626,07 ± 1097,45	2233,46 ± 120,75	4201,37 ± 194,28	n.s.
Ukupni esteri	12,82 ± 1,17 b	10,65 ± 0,32 c	20,82 ± 4,33 a	***
Ukupni viši alkoholi	5235,14 ± 608,31	5748,51 ± 508,03	5026,84 ± 836,52	n.s.
Ukupni C13 norizoprenoidi	12,24 ± 2,90 b	5,32 ± 0,69 c	31,79 ± 9,28 a	***
Ukupni hlapljivi fenoli	4,19 ± 3,53	6,49 ± 2,07	1,21 ± 0,46	n.s.
Ukupne masne kiseline	1778,97 ± 257,15 b	3390,64 ± 603,00 a	2735,44 ± 369,17 ab	*
Ukupni terpeni	393,39 ± 36,38	328,75 ± 33,39	326,53 ± 68,82	n.s.
UKUPNI HLAPLJIVI SPOJEVI	11062,82 ± 1015,00 b	11723,82 ± 1069,22 b	12343,99 ± 927,16 a	*

1. rok 11.9., 2. rok 18.9., 3. rok 22.9.2023; Podaci su analizirani pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA), srednja vrijednost $\pm$ SD ($n=3$); različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey`'s test signifikantnosti $p<0,05$; ns označava da nema statistički značajne razlike; *, ** i *** označavaju statistički značajnu razliku između rokova berbe sa $p<0.05$, <0.01 i <0.0001 .

Esteri

U Tablici 4 prikazane su koncentracije 12 detektiranih pojedinačnih estera, s obzirom na rokove berbe. Rokovi berbe utjecali su na sve pojedinačne estere. Treći rok berbe utjecao je na najviše koncentracije metil-salicilata, metil-dekanoata i etil-pentanoata. S druge strane, koncentracije 2-metilbutil-oktanoata i feniletil-acetata bile su najviše u prvom roku berbe. Dobiveni rezultati uglavnom odgovaraju rezultatima istraživanja Škrab i sur. (2024.) koji su utvrdili da kasniji rok berbe utječe na više koncentracije određenih estera u grožđu. Rokovi berbe nisu utjecali na koncentracije preostalih estera.

Tablica 4. Utjecaj roka berbe na sadržaj pojedinačnih estera ($\mu\text{g/kg}$ boba), ‘Sauvignon bijeli’, Borička, 2023.g./ **Table 4.** Harvest date effect on ‘Sauvignon blanc’ grape esters composition ($\mu\text{g/kg}$ berries), Borička, 2023

	1. rok	2. rok	3. rok	Sign.
Etil-2-heksenoat	0,02 $\pm$ 0,03 b	0,79 $\pm$ 0,18 a	0,51 $\pm$ 0,03 a	**
2-Metilbutil-oktanoat	0,24 $\pm$ 0,04 a	0,13 $\pm$ 0,03 b	0,2 $\pm$ 0,16 ab	*
Heksil-acetat	0,77 $\pm$ 0,13	0,78 $\pm$ 0,09	0,74 $\pm$ 0,22	n.s.
Metil-salicilat	4,88 $\pm$ 0,97 b	2,02 $\pm$ 0,86 c	10,9 $\pm$ 2,94 a	***
Etil-dekanoat	0,21 $\pm$ 0,15	0,17 $\pm$ 0,08	0,12 $\pm$ 0,02	n.s.
Metil-dekanoat	0,71 $\pm$ 0,09 b	1,22 $\pm$ 0,08 a	1,36 $\pm$ 0,29 a	*
Etil-heksanoat	4,67 $\pm$ 0,64	4,42 $\pm$ 0,73	4,46 $\pm$ 1,38	n.s.
Izobutil-dekanoat	0,19 $\pm$ 0,04	0,21 $\pm$ 0,03	0,21 $\pm$ 0,1	n.s.
Izoamil-dekanoat	0,61 $\pm$ 0,02	0,72 $\pm$ 0,21	0,67 $\pm$ 0,06	n.s.
Metil-stearat	0,16 $\pm$ 0,09	0,17 $\pm$ 0,08	0,25 $\pm$ 0,13	n.s.
Etil-pentanoat	0,11 $\pm$ 0,12 ab	0,02 $\pm$ 0,01 b	0,89 $\pm$ 0,42 a	*
Feniletil-acetat	0,11 $\pm$ 0,02 a	0,01 $\pm$ 0,01 b	0,05 $\pm$ 0,03 b	**

1. rok 11.9., 2. rok 18.9., 3. rok 22.9.2023; Podaci su analizirani pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA), srednja vrijednost $\pm$ SD ($n=3$); različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey`'s test signifikantnosti $p<0,05$; n.s. označava da nema statistički značajne razlike; *, ** i *** označavaju statistički značajnu razliku između rokova berbe sa $p<0.05$, <0.01 i <0.0001 ; rezultati su prikazani u $\mu\text{g/kg}$ boba.

C13 norizoprenoidi

U tablici 5 prikazani su rezultati utjecaja roka berbe na koncentraciju pojedinačnih C13 norizoprenoida. Detektirano je ukupno 6 pojedinačnih spojeva. Vidljivo je da s kasnijim rokovima berbe opada koncentracija norizoprenoida TDN, čiji miris podsjeća na petrolej te kao takav u višim koncentracijama nije poželjan. Međutim, značajno se povećavaju koncentracije Vitispirana A i Vitispiran B, koji daju arome kamfora i eukaliptusa (Anić, 2023). Škrab i sur. (2024) tvrde da s kasnijim rokovima berbe dolazi do pada koncentracije spomenutih spojeva, jer se nakon pune zrelosti grožđa počinju odvijati procesi degradacije. Također je za ova dva spoja specifično da su u drugom roku berbe njihove koncentracije vrlo naglo pale u odnosu na prvi rok berbe, a zatim ponovo u trećem roku dolazi do porasta koncentracije.

Tablica 5. Utjecaj roka berbe na sadržaj C13 norizoprenoida sorte 'Sauvignon bijeli'

Table 5. Harvest date effect on 'Sauvignon blanc' grape C13 norisoprenoids composition ($\mu\text{g/kg}$ berries), Borička, 2023

	1. rok	2. rok	3. rok	Sign.
TDN	$0,98 \pm 0,35$ a	$1,11 \pm 0,12$ a	$0,03 \pm 0,01$ b	**
TPB	$0,35 \pm 0,07$	$0,44 \pm 0,22$	$0,17 \pm 0,18$	n.s.
Vitispiran A	$2,26 \pm 0,68$ b	$0,95 \pm 0,19$ c	$6,73 \pm 1,04$ a	***
Vitispiran B	$8,66 \pm 2,66$ b	$2,82 \pm 0,53$ b	$24,86 \pm 8,20$ a	***
4-Vinilfenol	$3,74 \pm 3,58$	$6,03 \pm 2,09$	$1,08 \pm 0,37$	n.s.
4-Vinilgvajakol	$0,45 \pm 0,29$	$0,45 \pm 0,46$	$0,14 \pm 0,1$	n.s.

1. rok 11.9., 2. rok 18.9., 3. rok 22.9.2023; Podaci su analizirani pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA), srednja vrijednost $\pm$ SD ($n=3$); različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey's test signifikantnosti $p<0,05$; n.s. označava da nema statistički značajne razlike; *, ** i *** označavaju statistički značajnu razliku između rokova berbe sa $p<0,05$, $<0,01$ i $<0,0001$; rezultati su prikazani u $\mu\text{g/kg}$ boba.

Aldehidi

U istraživanju je detektirano 10 aldehida, a signifikantne razlike zabilježene su kod 2,4-heptadienala i 2-heksenala (Tablica 6). Koncentracija 2,4-heptadienala koji je odgovoran za citrusni miris, najviša je u drugom roku berbe, dok je koncentracija 2-heksenala koji je odgovoran za travnati miris, najviša u trećem roku berbe.

Tablica 6. Utjecaj roka berbe na sadržaj pojedinačnih aldehida ($\mu\text{g/kg}$ boba), ‘Sauvignon bijeli’, Borička, 2023.g./ **Table 6.** Harvest date effect on ‘Sauvignon blanc’ grape aldehydes composition ($\mu\text{g/kg}$ berries), Borička, 2023

	1. rok	2. rok	3. rok	Sign.
2,4-Heptadienal	102,27 $\pm$ 16,11 b	178,77 $\pm$ 17,85 a	153,65 $\pm$ 20,62 ab	*
2-Heptenal	32,71 $\pm$ 3,96	39,89 $\pm$ 5,50	46,75 $\pm$ 14,43	n.s.
2-Pentenal	0,6 $\pm$ 0,33	0,8 $\pm$ 0,51	0,45 $\pm$ 0,24	n.s.
alfa-Ocimen	1,38 $\pm$ 0,23	1,09 $\pm$ 0,25	1,15 $\pm$ 3,59	n.s.
Benzaldehyd	15,93 $\pm$ 7,38	18,65 $\pm$ 2,93	9,67 $\pm$ 4,48	n.s.
2.5-Dimetilbenzaldehyd	170,01 $\pm$ 49,05	148,82 $\pm$ 47,21	134,05 $\pm$ 10,07	n.s.
Fenilacetaldehyd	368,14 $\pm$ 31,54	481,55 $\pm$ 108,45	521,32 $\pm$ 74,79	n.s.
Heksanal	784,77 $\pm$ 268,77	629,24 $\pm$ 37,89	986,91 $\pm$ 70,17	n.s.
Oktanal	0,21 $\pm$ 0,02	0,26 $\pm$ 0,07	0,28 $\pm$ 0,03	n.s.
2-Heksenal	2150,05 $\pm$ 831,31 a	734,39 $\pm$ 43,15 b	2347,15 $\pm$ 168,67 a	*

1. rok 11.9., 2. rok 18.9., 3. rok 22.9.2023; Podaci su analizirani pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA), srednja vrijednost $\pm$ SD ($n=3$); različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey`s test signifikantnosti $p<0,05$; n.s. označava da nema statistički značajne razlike; *, ** i *** označavaju statistički značajnu razliku između rokova berbe sa $p<0.05$, <0.01 i <0.0001 ; rezultati su prikazani u $\mu\text{g/kg}$ boba.

Masne kiseline

U Tablici 7 prikazane su detektirane pojedinačne masne kiseline, s obzirom na rok berbe. Detektirano je ukupno 12 masnih kiselina od čega rokovi berbe nisu utjecali na koncentraciju njih 7. Zabilježene su najviše koncentracije heksanske (kapronske) i 2-heksenske kiseline. S kasnijim rokovima berbe koncentracija masnih kiselina u pravilu je opadala, što je suprotno dobivenim rezultatima istraživanja koje su proveli Škrab i sur. (2024). Naime, prema njihovom istraživanju ustanovljeno je da je pomicanjem roka berbe za sedam dana došlo do porasta koncentracije masnih kiselina. Također je vrlo bitno da koncentracije ostanu u granicama kako bi vinu dale kompleksnost i voćne arome, inače dolazi do pojave užeglog mirisa(Anić, 2023).

Tablica 7. Utjecaj roka berbe na sadržaj masnih kiselina ($\mu\text{g/kg}$ boba), ‘Sauvignon bijeli’, Borička, 2023.g. / **Table 7.** Harvest date effect on ‘Sauvignon blanc’ grape fatty acids composition ($\mu\text{g/kg}$ berries), Borička, 2023

	1. rok	2. rok	3. rok	Sign.
3-Metilbutanska kiselina	0,04 $\pm$ 0,03	0,09 $\pm$ 0,12	1,01 $\pm$ 1,13	n.s.
Butanska kiselina	1,79 $\pm$ 0,12	1,45 $\pm$ 0,66	1,35 $\pm$ 0,18	n.s.

Dekanska kiselina	3,01 ± 0,24	3,37 ± 0,39	3,00 ± 0,33	n.s.
Dodekanska kiselina	1,54 ± 0,26	0,89 ± 0,71	1,20 ± 0,79	n.s.
Heptanska kiselina	11,07 ± 0,76 a	6,50 ± 1,99 b	1,92 ± 0,58 c	**
Heksanska kiselina	1118,63 ± 142,96	1788,65 ± 365,21	1333,34 ± 234,21	n.s.
2-Etilheksanska kiselina	23,00 ± 4,35 b	35,31 ± 4,85 a	24,89 ± 1,74 ab	*
Nonanska kiselina	0,19 ± 0,23	0,02 ± 0,01	0,04 ± 0,05	n.s.
Oktanska kiselina	21,15 ± 0,84 b	44,09 ± 8,11 a	27,79 ± 3,11 b	**
2-Metilpropanska kiselina	1,24 ± 0,20 a	1,28 ± 0,20 a	0,52 ± 0,17 b	*
2-Heksenska kiselina	597,15 ± 111,26 b	1508,93 ± 250,26 a	1340,24 ± 164,66 a	**
Undekanska kiselina	0,16 ± 0,09	0,08 ± 0,05	0,16 ± 0,14	n.s.

1. rok 11.9., 2. rok 18.9., 3. rok 22.9.2023; Podaci su analizirani pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA), srednja vrijednost ± SD (n=3); različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey`s test signifikantnosti $p < 0,05$; n.s. označava da nema statistički značajne razlike; *, ** i *** označavaju statistički značajnu razliku između rokova berbe sa $p < 0,05$, $< 0,01$ i $< 0,0001$; rezultati su prikazani u µg/kg boba.

Terpeni

U Tablici 8 prikazani su rezultati utjecaja roka berbe na koncentraciju terpena u grožđu. Detektirano je 20 pojedinačnih terpena. Rok berbe nije utjecao na većinu, odnosno 13 spojeva. Vidljivo je da s kasnijom berbom opadaju koncentracije određenih terpena. Naime, jedino je koncentracija 4-hidroksi-β-ionona signifikantno porasla dok su koncentracije ostalih opadale. Ovi rezultati se mogu poistovjetiti s onima iz radova Silva Ferreira i sur. (2002) te Skouroumounis i Sefton (2000), koji su naveli da pri višim temperaturama dolazi do razgradnje određenih terpena, preciznije geraniola i linalola. Uvidom u rezultate moguće je zaključiti da se kasnijim rokom berbe intenzivira cvjetni i začinski miris, a koncentracija voćnih aroma se smanjuje.

Tablica 8. Utjecaj roka berbe na sadržaj terpena (µg/kg boba), ‘Sauvignon bijeli’, Borička, 2023.g. / **Table 8.** Harvest date effect on ‘Sauvignon blanc’ grape terpenes composition (µg/kg berries), Borička, 2023

	1. rok	2. rok	3. rok	Sign.
4-Hidroksi-β-ionon	3,42 ± 0,67 b	1,43 ± 0,09 c	6,79 ± 0,75 a	***
alfa-Farnesen 1	0,54 ± 0,43 b	3,01 ± 0,51 a	0,62 ± 0,05 b	**
beta-Ionon	2,73 ± 0,31	2,7 ± 0,54	5,94 ± 2,31	n.s.
beta-Pinen	4,33 ± 2,35 a	0,46 ± 0,26 b	0,19 ± 0,18 b	*

Citronelol	2,66 ± 1,14	1,76 ± 0,62	2,01 ± 0,10	n.s.
Eugenol	18,7 ± 1,79	22,88 ± 4,37	19,57 ± 2,10	n.s.
Furfural	71,35 ± 2,98 a	75,02 ± 2,67 a	57,35 ± 3,99 b	**
gamma-Terpinen	1,75 ± 0,63	2,23 ± 0,19	1,41 ± 0,39	n.s.
Geranijska kiselina	8,61 ± 0,46	9,14 ± 3,72	9,78 ± 3,54	n.s.
Geraniol	42,55 ± 13,22	48,9 ± 6,62	40,08 ± 25,98	n.s.
Geranil-izovalerat	0,74 ± 0,52	0,5 ± 0,13	0,45 ± 0,39	n.s.
Gvajakol	72,14 ± 12,82	45,48 ± 15,07	61,52 ± 19,85	n.s.
Heptanal	4,34 ± 0,80	5,35 ± 0,37	6,54 ± 1,48	n.s.
Hotrienol	47,9 ± 0,37 a	21,92 ± 3,72 b	25,53 ± 35,84 b	***
alfa-Terpineol	25,1 ± 1,94	18,63 ± 3,09	20,28 ± 4,14	n.s.
Linalol oksid, furan	19,93 ± 5,15 a	6,00 ± 3,39 b	15,93 ± 9,53 ab	*
Linalol oksid, piran	7,27 ± 0,84 a	4,33 ± 0,52 b	4,07 ± 2,06 b	**
Linalol	30,94 ± 2,68	24,72 ± 4,3	23,97 ± 3,17	n.s.
Nerol oksid	24,43 ± 0,50	29,35 ± 3,10	20,94 ± 11,02	n.s.
Terpinen-4-ol	2,02 ± 0,29	1,76 ± 0,37	1,96 ± 0,18	n.s.

1. rok 11.9., 2. rok 18.9., 3. rok 22.9.2023; Podaci su analizirani pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA), srednja vrijednost ± SD (n=3); različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey's test signifikantnosti $p < 0,05$; n.s. označava da nema statistički značajne razlike; *, ** i *** označavaju statistički značajnu razliku između rokova berbe sa $p < 0,05$, $< 0,01$ i $< 0,0001$; rezultati su prikazani u $\mu\text{g/kg}$ boba.

Viši alkoholi

U Tablici 9 prikazani su rezultati utjecaja roka berbe na 21 detektirani pojedinačni alkohol. Koncentracija 1-propanola, 2-heksen-1-ola i 3,7-dimetil-3,6-oktadien-1-ola bila je najviša u prvom roku berbe. Drugi rok berbe utjecao je na najvišu koncentraciju trans-3-heksen-1-ola, a treći rok 4-metil-2-pentanol. Na 11 od 21 detektiranog višeg alkohola, rokovi berbe nisu utjecali.

Tablica 9. Utjecaj roka berbe na sadržaj pojedinačnih viših alkohola ($\mu\text{g/kg}$ boba), 'Sauvignon bijeli', Borička, 2023.g. / **Table 9.** Harvest date effect on 'Sauvignon blanc' grape higher alcohols composition ($\mu\text{g/kg}$ berries), Borička, 2023

	1. rok	2. rok	3. rok	Sign.
1-Heksanol	928,46 ± 149,07 a	989,82 ± 27,35 a	520,7 ± 83,37 b	**
2-Etil-1-heksanol	7,00 ± 0,42	7,10 ± 1,86	7,63 ± 0,98	n.s.
1-Oktanol	6,61 ± 0,79 ab	5,91 ± 0,11 b	8,04 ± 0,58 a	*

	1. rok	2. rok	3. rok	Sign.
1-Okten-3-ol	39,28 ± 2,30 b	49,38 ± 1,65 a	52,32 ± 8,31 a	**
1-Pentanol	73,15 ± 5,97	71,92 ± 4,54	76,65 ± 48,63	n.s.
1-Propanol	19,82 ± 2,27 a	0,35 ± 0,19 c	8,43 ± 3,35 b	***
2-Heksen-1-ol	1290,33 ± 123,66 a	913,06 ± 121,47 b	346,93 ± 18,54 c	**
2-Heptanol	53,00 ± 8,02	60,5 ± 12,89	45,29 ± 3,57	n.s.
2-Oktanol	2,00 ± 0,5	2,38 ± 0,32	1,27 ± 0,25	n.s.
2-Okten-1-ol	14,8 ± 0,88	14,84 ± 0,66	15,80 ± 3,18	n.s.
3,7-Dimetil-3,6-oktadien-1-ol	1,22 ± 0,14 a	0,51 ± 0,06 b	0,43 ± 0,12 b	***
trans-3-Heksen-1-ol	16,14 ± 2,73 b	24,07 ± 2,99 a	12,3 ± 2,48 b	**
3-Heksen-1-ol, (Z)-	76,53 ± 10,07 a	60,27 ± 25,41 ab	22,85 ± 5,81 b	*
3-Nonen-1-ol	1,79 ± 0,73	1,95 ± 0,66	1,63 ± 0,88	n.s.
3-Oktanol	0,76 ± 0,22	1,2 ± 0,05	0,96 ± 0,21	n.s.
4-Metil-2-pentanol	0,13 ± 0,02 b	0,08 ± 0,01 b	0,78 ± 0,25 a	**
6-Metil-5-hepten-2-ol	8,79 ± 1,17	10,2 ± 1,34	11,66 ± 1,82	n.s.
Benzilni alkohol	2245,02 ± 396,64	2930,25 ± 385,94	3318,56 ± 770,7	n.s.
Izoamilalkohol	78,86 ± 40,97	88,78 ± 48,55	148,48 ± 64,42	n.s.
Izobutanol	0,21 ± 0,06	0,58 ± 0,23	0,45 ± 0,21	n.s.
Feniletanol	370,12 ± 34,54 b	513,53 ± 17,16 a	424,18 ± 69,56 ab	*

1. rok 11.9., 2. rok 18.9., 3. rok 22.9.2023; Podaci su analizirani pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA), srednja vrijednost ± SD (n=3); različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey`'s test signifikantnosti $p < 0,05$; n.s. označava da nema statistički značajne razlike; *, ** i *** označavaju statistički značajnu razliku između rokova berbe sa $p < 0,05$, $< 0,01$ i $< 0,0001$; rezultati su prikazani u $\mu\text{g/kg}$ boba.

Zaključak

Općeniti je zaključak da rokovi berbe znatno utječu na formiranje aromatskog profila sorte 'Sauvignon bijeli'. Iako bi vjerodostojnije bili prikazani rezultati kada bi se isti pokus proveo nekoliko godina za redom, već je iz ovih jednogodišnjih rezultata vidljivo da na stvaranje kompleksnosti i tijela vina najveći utjecaj ima pravovremeno određivanje roka berbe. Kasnijim rokovima očekivano su postignute više koncentracije šećera, odnosno niža ukupna kiselost. Koncentracija ukupnih hlapljivih spojeva bila je najviša u trećem roku berbe, a isto vrijedi za većinu pojedinačnih grupa spojeva kao i za pojedinačne kemijske spojeve. Ipak, optimalan rok berbe ne može se preporučiti na ovakav pojednostavljen način, jer svaka sorta, vinogradarska regija, ali i proizvodna godina sa sobom nosi svoje specifičnosti i zakonitosti kojima se valja uvijek i iznova prilagođavati. No, dobiveni rezultati svakako su vrijedan stručni doprinos u daljnjem proučavanju kompleksnosti aromatskog profila 'Sauvignona bijelog' i određivanja optimalnog roka berbe.

Literatura

Anić, M. (2023). Utjecaj različitih termina djelomične defolijacije na sastav i sadržaj hlapljivih i polifenolnih spojeva u grožđu sorte "Merlot" (*Vitis vinifera* L.). Disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, Hrvatska

Alpeza, I. (2008). Temelji kemijskog sastav vina. *Glasnik zaštite bilja* 6/2008

Coetzee, C., du Toit, W. J. (2012). A comprehensive review on Sauvignon blanc aroma with a focus on certain positive volatile thiols. *Food Research International*, 45 (1), 287-298. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.09.017>

Silva Ferreira, A.C., Guedes de Pinho, P., Rodrigues, P., Hogg, T. (2002). Kinetics of oxidative degradation of white wines and how they are affected by selected technological parameters. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (21): 5919-5924. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf0115847>.

Herjavec, S., Maslov Bandić, L. (2019). *Vinarstvo*. Nakladni zavod Globus, Zagreb, Hrvatska

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. (2018). *Zelena knjiga Hrvatske izvorne sorte vinove loze*. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, Hrvatska

Mirošević, N.; Karoglan Kontić, J. (2008). *Vinogradarstvo*. Nakladni zavod Globus, Zagreb, Hrvatska.

Moreno-Arribas, M. V., Polo, M.C. (2009). *Wine Chemistry and Biochemistry*. Springer-Verlag New York Inc.

Mucalo, A., Maletić, E., Zdunić, G. (2020). Extended Harvest Date Alter Flavonoid Composition and Chromatic Characteristics of Plavac Mali (*Vitis vinifera* L.) Grape Berries. *Foods*, 9 (9): 1155. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9091155>

OIV (2001). *Compendium of international methods of wine and must analysis*.

Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., Dubourdieu, D. (2006). *Handbook of Enology, The Chemistry of Wine: Stabilization and Treatments, Second Edition*. (Vol.2, pp. 1–441).

Skouroumounis, G.K., M.A. Sefton. (2000). Acid-catalyzed hydrolysis of alcohols and their β -d-glucopyranosides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (6): 2033-2039. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf9904970>.

Škrab, D., Sivilotti, P., Comuzzo, P., Voce, S., Cisilino, D., Carlin, S., Arapitsas, P., Masuero, D., Vrhovsek, U. (2024). Influence of harvest date on multi-targeted metabolomic profile and sensory attributes of Ribolla Gialla base and sparkling wines. *OENO One*, 58 (1): 1-17. DOI: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2024.58.1.7668>

Prispjelo/Received: 5.12.2024.

Prihvaćeno/Accepted: 9.3.2025.

Professional paper

The influence of the harvest date on the content of volatile compounds in grapes of the 'Sauvignon blanc' variety

Abstract

The aim of this research was to determine the influence of different harvest dates on the composition and content of volatile compounds in grapes of the 'Sauvignon blanc' variety, harvested in 2023, in the Plešivica-Okić growing region. Harvesting took place in three different periods, five to seven days apart, and the experiment was set up according to a random block layout with three repetitions of ten vines each. The harvest date affected the basic chemical composition of the grapes in the form of a continuous increase in the concentration of sugar, malic acid and pH value. On the other hand, the total acids in the grapes decreased towards the third harvest date. It was found that the harvest period had no influence on the content of total aldehydes, volatile phenols, terpenes and higher alcohols. In the third harvest date, there was an increase in the content of esters and C13 norisoprenoids. The content of fatty acids was the highest in the second harvest date.

Key words: 'Sauvignon blanc', harvest date, volatile compounds