Utjecaj temperature fermentacije na aromatski profil i senzorna svojstva vina "Fulir"

Miošić, Mare

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:444940

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Mare Miošić

UTJECAJ TEMPERATURE FERMENTACIJE NA AROMATSKI PROFIL I SENZORNA SVOJSTVA VINA „FULIR“

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Hortikultura - Vinogradarstvo i vinarstvo

MARE MIOŠIĆ

UTJECAJ TEMPERATURE FERMENTACIJE NA AROMATSKI PROFIL I SENZORNA SVOJSTVA VINA „FULIR“

DIPLOMSKI RAD

Mentor: Doc. dr. sc. Darko Preiner

Zagreb, 2016

Ovaj diplomski rad je ocijenjen i obranjen dana _____

s ocjenom _____ pred Povjerenstvom u sastavu:

1. Doc. dr. sc. Darko Preiner _____
2. Prof. dr. sc. Edi Maletić ____ _____
3. Izv. prof. dr.sc. Ana Jeromel _____

SAŽETAK

Na znanstveno-nastavnom pokušalištu Jazbina od 2014. godine počela je proizvodnja novog vina „Fulir“, kao mješavine aromatičnih (Sauvignon bijeli, Muškat bijeli, Muškat žuti) i aromatski neutralnih sorata (Rizvanac, Pinot bijeli i Pinot sivi). Dobiveni mošt od navedenih sorata podijeljen je u tri djela i stavljen na fermentaciju u inoks-tankove gdje je provedena kontrolirana fermentacija na temperaturama 16°C, 18°C, 20°C kako bi se utvrdio utjecaj različitih temperatura fermentacije na aromatski profil i senzorna svojstva vina. Pomoću plinske kromatografije određene su arome u vinima nakon fermentacije i nakon godinu dana dozrijevanja u boci te su vina dodatno senzorno ocijenjena metodom usporedbe. Vino pri temperaturi 16°C imalo je najviše koncentracije ukupnih sortnih aroma, dok je najviše koncentracije fermentacijskih aroma imalo vino fermentirano na 18°C, a temperatura od 20°C imala je najniže koncentracije ukupnih aromatskih spojeva. Obzirom na kapacitet dozrijevanja vino fermentirano na 16°C pokazalo je najbolje rezultate u očuvanju sortnih aroma, dok su fermentacijske arome najviše očuvane kod vina fermentiranog na 18°C. Senzornom analizom najboljim je ukupnim dojmom i najintenzivnijim mirisom ocijenjeno vino s temperaturom fermentacije od 16°C, najboljim okusom fermentiralo je na 18°C, dok je vino kod kojeg se fermentacija odvijala na temperaturi od 20°C ocijenjen najlošijim u svim kategorijama.

Ključne riječi: temperatura fermentacije, senzorna svojstva, sortne arome, fermentacijske arome

SUMMARY

In 2014 on the scientific and teaching experimantal property „Jazbina“ in 2014 began production of the new wine „Fulir“ as a mixture of aromatic (Sauvignon blanc, Muscat blanc, Muscat à petit grain) and neutral aromatic varieties (Mùller-Thurgau, Pinot Blanc, Pinot Gris). Grapes from the mentioned varieties were collected and divided into three parts and placed into stainless steel fermetation tanks where controlled fermentation was carried out on the three different temperatures 16°C, 18°C i 20°C to determine the impact of the wine fermentation temperature on aroma profile and sensory properties. Aromas in the wines were determined by gas chromatography after fermentation and after one year maturation in the bottle, the wines were also sensory evaluated using the method of comparison. According to the chemichal analysis, the wine at the fermentation temperature at 16°C had the highest levels of the varietal aromas, while the wine at the fermentation temperature of 18°C had the highest levels of fermentation aromas and the wine at the fermentation temperature 20°C had the lowest concentration of total aromas. Regarding the aging potential, the wine at the fermentation temperature at 16°C showed the best results in preservation of varietal aromas, while the wine at the fermentation temperature at 18°C maintained the highest concentrations of fermentation aromas. According to the sensory analysis, wine at the fermentation temperature of 16°C had the most intense fragrance and the best overall impression, while wine at the fermentation temperature of 18°C was the best in the taste category and wine at the fermentation temperature of 20°C was rated worst in all the categories.

Key words: fermentation temperatures, sensory properties, varietal aroma, fermentation aromas

SADRŽAJ:

1. UVOD 1

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA 2

2.1. Arome u vinu 2
2.1.1. Primarne arome vina 2
2.1.2. Sekundarne arome vina 3

2.2. Utjecaj temperature fermentacije na proizvodnju bijelog vina 4

2.3.Utjecaj temperature fermentacije na sortne arome 4

2.4. Utjecaj temperature fermentacije na sintezu sekundarnih aroma 5

3. MATERIJALI I METODE 6

3.1. Materijali 6

3.1. Sorte u pokusu 7
3.1.1. Sauvignon bijeli 7
3.1.2. Muškat bijeli 9
3.1.3. Pinot bijeli 10
3.1.4. Pinot sivi 10
3.1.5. Rizvanac 11

3.2. Zagrebačko vinogorje 11

3.3. Klimatske prilike 12

3.4. Postavljanje pokusa i vinifikacija 13

3.5. Kemijske analize mošta i vina 13

3.6. Analiza aromatskog profila 14

3.7. Senzorno ocjenjivanje vina 14

4. REZULTATI I RASPRAVA 14

4.1. Utjecaj temperature fermentacije na osnovni kemijski sastav vina Fulir 14

4.2. Utjecaj temperature fermentacije na primarne (sortne) arome u vinu 17

4.3. Utjecaj temperature fermentacije na sekundarne (fermentacijske) arome u vinu 22

4.4. Aromatski profil vina Fulir nakon godine dana dozrijevanja u boci 25

4.5. Utjecaj temperature fermentacije na senzorna svojstva vina Fulir 27

4.6. Tehnike vinifikacije za poboljšanje aromatskih i senzornih svojstava vina „Fulir“ 27

5. ZAKLJUČAK 29

6. LITERATURA 30

1. UVOD

Alkoholna je fermentacija vrlo složen biokemijski proces i ne obuhvaća samo proizvodnju etanola iz šećera od strane kvasaca. Temperatura je jedan od najvažnijih čimbenika fermentacije budući da utječe na kinetiku samog procesa s gledišta njene brzine i trajanja, ali i utjecaja na kvalitetu konačnog proizvoda, ponajviše zbog proizvodnje sekundarnih metabolita (Lambrechts i Pretorius, 2000; Swiegers i sur., 2006). Upravo ti sekundarni metaboliti kao što su viši alkoholi, esteri, glicerol, jantarna kiselina, diacetil, acetoin, 2,3 butanidiol i mnogi drugi uvelike doprinose kompleksnosti budućeg vina (Moreno-Arribas i sur., 2009). Osim sinteze sekundarnih aroma, temperatura fermentacije igra veliku ulogu u očuvanju sortnih aroma, kao i njihovom oslobađanju iz nehlapivih prekusora (Swegers i sur., 2005).

Na znanstveno-nastavnom pokušalištu Jazbina od 2014. godine počela je proizvodnja novog vina „Fulir“, kao mješavine aromatičnih (Sauvignon bijeli, Muškat bijeli, Muškat žuti) i aromatski neutralnih sorata (Rizvanac, Pinot bijeli i Pinot sivi). Kod aromatski neutralnih sorata sekundarna aroma važnija je od primarne. Međutim, kod aromatičnih sorata potrebno je pronaći optimalnu temperaturu fermentacije pri kojoj će sekundarne arome pridonijeti ukupnoj kvaliteti vina, ali istovremeno neće dominirati nad primarnim sortnim aromama.

Cilj ovog rada je utvrditi utjecaj različitih temperatura fermentacije na aromatski profil i senzorna svojstva vina „Fulir“ te iz rezultata definirati optimalnu temperaturu fermentacije u proizvodnji ovog vina.

2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

2.1. Arome u vinu

Aroma vina proizlazi iz mješavine nekoliko stotina kemijskih spojeva koji u interakciji s našim osjetilnim organima šalju određenu informaciju mozgu koja rezultira psihofizičkom percepcijom, a opisujemo je kao „vino“ (Robinson i sur., 2014). Arome vina, njihovo podrijetlo i senzorne karakteristike zadnjih su nekoliko godina pod povećalom i zabilježen je znatan napredak u njihovoj evaluaciji ponajviše zahvaljujući plinskoj kromatografiji koja je omogućila njihovu identifikaciju i kvantifikaciju. Kombinacija analitičkih i senzornih analiza ključ je u shvaćanju utjecaja interakcije komponenata arome s bezmirisnim spojevima vina (Pineau i sur., 2007; Robinson i sur., 2009; Sáenz-Navajas i sur., 2014) kao i s drugim hlapivim spojevima (Pineau i sur., 2009).

Arome prema njihovom podrijetlu možemo podijeliti na primarne koje potječu iz grožđa (terpeni, norizoprenoidi, pirazini, hlapivi tioli), sekundarne stvorene tijekom alkoholne fermentacije (viši alkoholi, esteri, masne kiseline, polioli, aldehidi itd.) te tercijarne arome nazivane još i arome starenja koje nastaju poslije fermentacije i tijekom dozrijevanja vina (Lambrechts i Pretorius, 2005; Swiegers i Pretorius, 2005).

2.1.1. Primarne arome vina

Monoterpeni i seskviterpeni nastaju sintezom od izopentil pirofosfata (IPP) i dimmetilalil pirofosfata (DMAPP, Newman i Chappell, 1999). Gen koji kodira za terpen sintetazu (TPS), enzim odgovoran za sintezu monoterpena je VvTPS gen. Njegovih 39 produkata je istraženo i pokazali su da su odgovorni za sintezu 21 različitog monoterpena i 47 seskviterpena. Ovi spojevi doprinose aromi Muškata, ali i nekim ne-muškatnim sortama. Iako svoje podrijetlo vuku iz grožđa, monoterpeni mogu biti i pod utjecajem temperature i pH vrijednosti soka i vina (Raguso i Pichersky, 1999). Na primjer kod kiselih uvjeta može doći do degradacije geraniola i linalola do linalol oksida i α-terpeniola (Baxter i sur., 1978).

Norizoprenoidi su spojevi nastali iz karotenoida, kemijskih spojeva koji u biljkama imaju zaštitnu ulogu sprječavajući stanice od oksidacije (Demming-Adams 1990). Najzastupljeniji norizoprenoidi u vinu su β-damskenon, α-ionon i β-ionon, a vinu daju voćno-cvjetni karakter (Sefton i sur., 2011; Black i sur., 2015).

Pirazini su spojevi koje u vinu nalazimo u ng/L, tj. u vrlo malim koncentracijama (Kotseridis i sur., 1998) . Međutim oni uvelike doprinose aromi vina dajući mu miris na papriku, šparogu ili grašak (Sala i sur., 2000). Ovi spojevi imaju bitnu ulogu u aromi Sauvignona bijelog (Allen i sur., 1991.), Cabernet Sauvignona (Allen i sur., 1990.) i Cabarnet franca (Roujou i Boubée i sur., 2000).

Hlapivi sumporni spojevi, iako generalno smatrani negativnim mirisima mogu doprinositi i voćnim, mineralnim, zelenim te aromama koje podsjećaju na miris dima za što su zaslužni hlapivi tioli (Dobourdieu i Tominaga, 2009). Ovi spojevi doprinose aromi mnogih sorata, a ponajviše Sauvignonu bijelom (Tominaga i sur., 1998).

2.1.2. Sekundarne arome vina

Masne kiseline produkt su metabolizma kvasaca, a mogu biti kratkog, srednjeg i dugog lanca. Izomaslačna, izovalerična, maslačna i propanonska kiselina masne su kiseline kratkog lanca (Francis i Newton, 2005.) i generalno igraju ulogu u ukupnoj aromi vina. Masne kiseline srednjeg lanca kao što su heksanonska, oktanska i dekanska također igraju bitnu ulogu u aromi vina (Francis i Newton 2005.), a njihova koncentracija ovisi o sastavu mošta, sorti, soju kvasca i temperaturi fermentacije (Edwards i sur., 1990; Bardi i sur., 1999). No nekad mogu dovesti do zastoja fermentacije jer inhibitorno djeluju na rast *S. cerevisiae* kvasca (Bisson 1999.).

Esteri su jedni od najzastupljenijih spojeva u alkoholnim pićima (Mason i Dufour, 2000.), a nastaju radom kvasaca kroz metabolizam lipida i acetil-CoA (Swiegers i sur., 2005.). Najvažniji esteri u vinu su etilni esteri masnih kiselina i acetatni esteri, uključujući etil acetat, etil butirat, etil heksanoat, etil oktanonat, etil dekanonat, heksil acatat, izoamil acetat, izobutil acetat i fenil etil acetat (Guth 1997; Ferreira i sur.,2000; Francis i Newton 2005; Swiegers i sur., 2005). Gubitak voćnih i cvjetnih aroma mladih bijelih vina tijekom skladištenja ponajviše je povezan s hidrolizom estera (Marais i Pool 1980; Ramey i Ough 1980; Pérez-Coelllo i sur., 2003). Međutim, skladištenjem vina pri nižim temperaturama (0-10°C) dolazi do manjeg gubitka voćno-cvjetnih aroma mladih bijelih vina (Marais i Pool, 1980.).

Viši alkoholi su također produkt metabolizma kvasaca, a nastaju katabolizmom aminokiselina od strane kvasaca kroz Ehrlichov put sinteze (Swiegers i sur., 2005.). Viši alkoholi razgranatog lanca koji su nastali od aminokiselina razgranatog lanca, uključujući izoamil alkohol i izobutil alkohol imaju arome paljenja, slada i viskija ili gorke arome (Francais i Newton, 2005.). Aromatične aminokiseline, uključujući fenilalanin i tirozin proizvode aromatične alkohole kao

što je feniletil alkohol koji ima medne i začinske arome, te arome ruže i ljiljana (Francais i Newton, 2005). U manjim koncentracijama (manje od 300 mg/L) doprinose aromi vina, dok u višim koncentracijama mogu dati neke neugodne arome ili pak maskirati sortne arome (Ribèreau-Gayon i sur., 2006).

2.2. Utjecaj temperature fermentacije na proizvodnju bijelog vina

U posljednje vrijeme vlada trend laganih i svježih bijelih vina, s voćno-cvjetnim aromama. Upravo zbog toga znanstvenici postavljaju mnogobrojne pokuse kako bi našli optimalnu temperaturu fermentacije pri kojima bi se izvukao maksimum sortnih, kao i sekundarnih aroma te kako bi u konačnici dobio željeni proizvod. Većina istraživanja jasno pokazuje kako senzorne karakteristike bijelih vina profitiraju pri nižim temperaturama fermentacije (15°C i niže) (Killian i Ough, 1979; Kunkee, 1984; Bisson i Effet, 1984.; Buteau i sur., 1979.; Cottrell i sur., 1986). Međutim, nalazimo i neke oprečne rezultate: prema *Cottrell i sur. 1986* temperatura fermentacije nije značajno utjecala na aromu Chardonnaya, a slične rezultate nalazimo i kod sorata French Colombard i Rizling (Amerine, 1957).

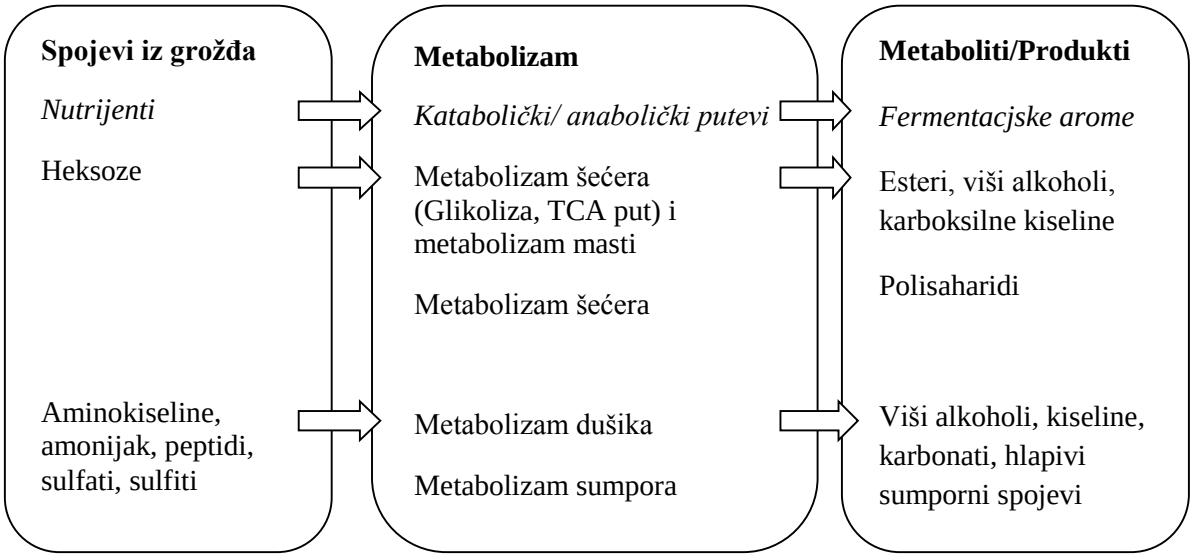
2.3.Utjecaj temperature fermentacije na sortne arome

Arome koje vuku podrijetlo iz grožđa u kvaliteti vina, kao i u regionalnom karakteru igraju važniju ulogu u usporedbi s drugim aromama. Aromatične sorte koje, kao što su Muškati, daju mirisne moštove s istim onim aromama koje možemo naći u konačnom vinu. Međutim, neke sorte mogu dati izrazito mirisna vina bez obzira što im je mošt bezmirisan. Njihova aroma potječe iz grožđa, ali je vezana u bezmirisnim aromatskim prekursorima. To je slučaj s većinom „velikih“ sorata, među ostalim i sa Sauvignonom bijelim te Pinotima. Termin sortna aroma ne znači da svaka sorta ima specifične aromatske spojeve. Aromatski profil svake sorte rezultat je mnogobrojnih spojeva te njihovih interakcija (Ribèreau-Gayon i sur., 2000.).

Prema *Beltran i sur., 2008* temperatura fermentacije utječe na koncentraciju terpena te ukazuje da je njihova koncentracija viša pri temperaturama od 13°C, a slični rezultati prikazani su kod sorte Semillom, gdje se povećanjem temperature fermentacije gubila voćnost budućeg vina uslijed hlapljenja monoterpena (Reynolds i sur., 2001).

Temperature fermentacije između 18-20°C pokazale su se najboljima kod ekspresije sortne arome Sauvignona bijelog. Naime, sumporni spojevi s tiolnom skupinom utvrđeni su većim koncentracijama kod vina fermentiranih kod 20°C u usporedbi s onima na 13°C (Masneuf-Pomarède i sur., 2006).

2.4. Utjecaj temperature fermentacije na sintezu sekundarnih aroma



Slika 1 Sekundarne arome, prekursori i metabolizam njihovog nastanka (Swiegers i sur., 2005)

Iako hlapivi spojevi iz grožđa imaju veći utjecaj na senzorna svojstva, oni nastali tijekom alkoholne fermentacije uvelike doprinose aromi vina tako što povećavaju voćnost (Etievant, 1991; Ferreira i sur., 1985) i kompleksnost. Međutim, tijekom alkoholne fermentacije mogu se sintetizirati spojevi koji daju neželjene arome (etil acetat, izoamilni alkohol) ili pak oni koji maskiraju sortne arome.

Voćni esteri kao što su izoamil acetat, izobutil acetat, etil butirat i heksil acetat sintetiziraju se pri temperaturama od 10-15°C (Killiam i Ough, 1979; Molina i sur., 2007; Daudt i sur., 1973.; Beltran i sur., 2008), dok se nešto „teži“ esteri kao što su etil oktanoat, 2-fenil acetat i etil dekanoat sintetiziraju pri temperaturama od 15-20°C (Killiam i Ough, 1979). Sinteza acetatnih estera generalno je viša kod spore i otežane te fermentacije pri nižim temperaturama. Iako ovi esteri imaju ugodne voćne mirise na bananu, jabuku i ružu, njihova visoka koncentracija može maskirati sortne arome (Ribèreau-Gayon i sur., 2006).

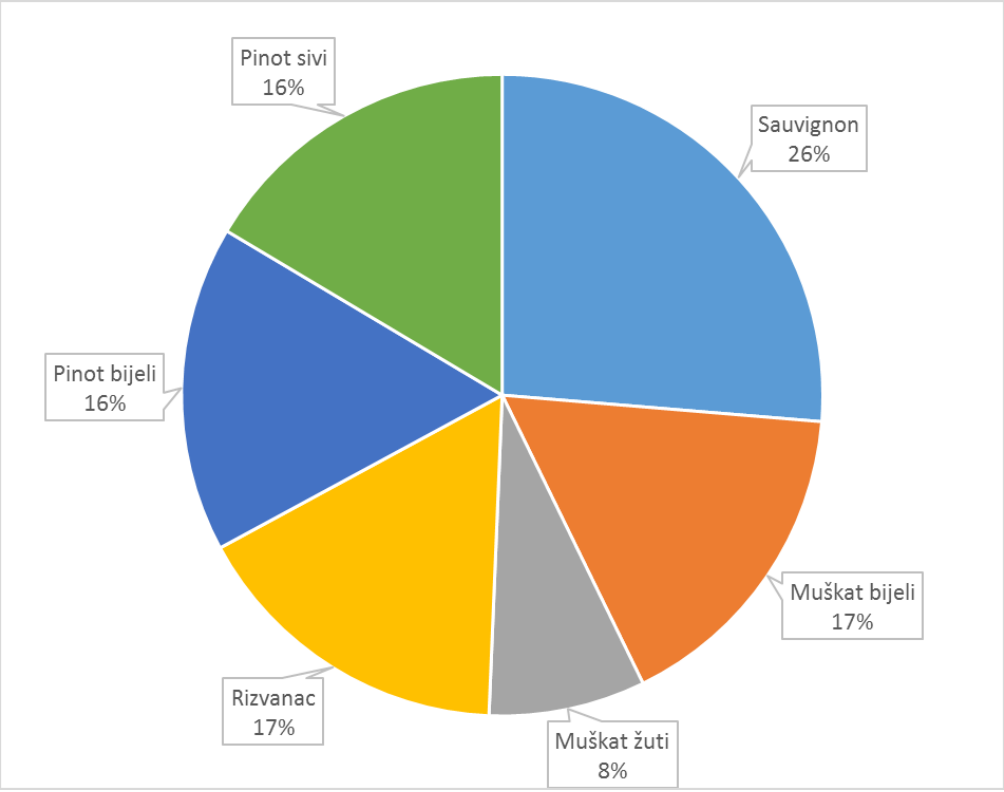
Osim etanola kao najzastupljenijeg alkohola u vinu, tijekom fermentacije nastaju i alkoholi s više od 2 ugljikova atoma, a nazivaju se viši alkoholi. U manjim koncentracijama (manje od 300 mg/L) doprinose aromi vina, dok u višim koncentracijama mogu dati neke neugodne arome ili pak maskirati sortne arome. Faktori koji utječu na njihovu povećanu sintezu su prisutnost kisika te više temperature alkoholne fermentacije (Ribèreau-Gayon i sur., 2006). U većini istraživanja sinteza izobutanola, izamilnog alkohola i 2-feniletanola povećavala se kako je rasla temperatura fermentacije (Aragon i sur., 1998; Molina i sur., 2007). Međutim, najveći doprinos viših alkohola aromi vina je u sintezi estera s kiselinama, a to se u pravilu odvija pri nižim temperaturama.

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Materijali

Grožđe sorata Sauvignon bijeli, Muškat žuti, Muškat bijeli, Rizvanac, Pinot bijeli i Pinot sivi potječe iz pokusnog nasada znanstveno-nastavnog pokušališta „Jazbina“ Agronomskog fakulteta. Grožđe je ubrano 9. rujna 2014. godine. Grožđe svih sorata brano je na isti dan, kada je većina sorata bila u punoj tehnološkoj zrelosti. Grožđe svih sorata je prerađivano zajedno, a mošt koji je korišten za ovo istraživanje dobiven je kao samotok i nakon prvog ciklusa prešanja. Udio mase grožđa pojedinih sorata je različit i ovisi o njihovoj zastupljenosti u nasadu, a prikazan je u grafu 1. Mošt je nakon taloženja imao 79°Oe te je pojačan na 85°Oe. Ukupna kiselost u moštu iznosila je 8,5 g/L.

Uzorci vina za analizu aromatskih spojeva uzeti su u dva navrata i to nakon završene fermentacije, tj. prije prvog pretoka u prosincu 2014. godine, te nakon 13 mjeseci dozrijevanja u boci u siječnju 2016., kada je napravljena i osnovna fizikalno kemijska analiza vina i senzorno ocjenjivanje.



Graf 1 Udio grožđa različitih sorata u sastavu mošta/vina „Fulir“ berba 2014.

3.1.Sorte u pokusu

3.1.1. Sauvignon bijeli

Sinonimi: Sauvignon blanc, Fumé, Fumé blanc,Muškatni Silvanac, Sylvaner musgué, Musat sylvaner

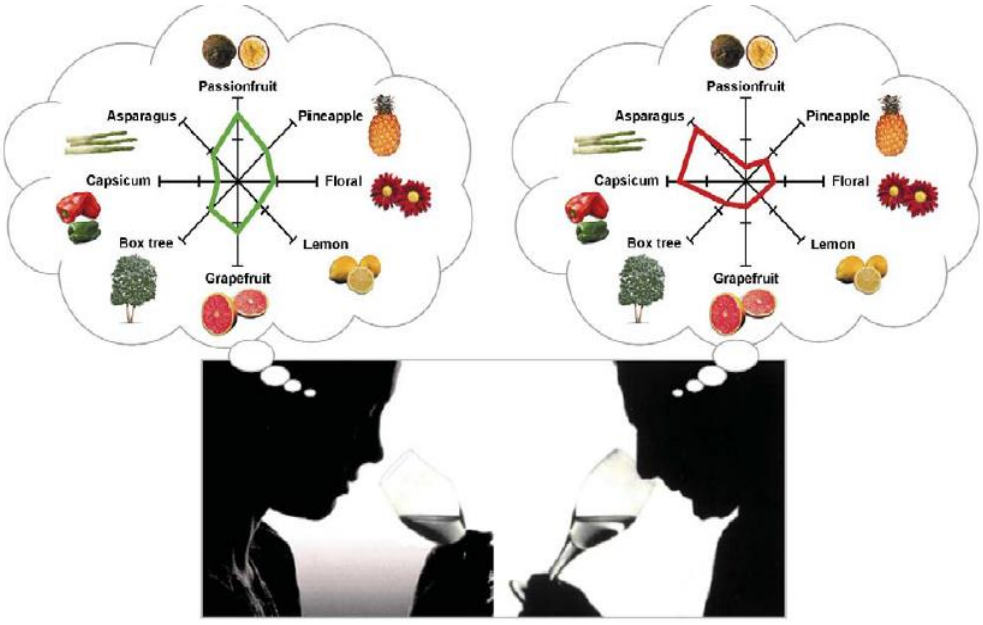
Homonimi i pogrešni nazivi: Sauvignon vert, Sauvignonasse

Sauvignon blanc sorta je čije podrijetlo još uvijek nije poznato, ali pretpostavlja se da potječe iz Francuske (jugozapadna Francuska ili dolina rijeke Loire). Noviji DNA podaci pokazuju da je u vrlo bliskoj vezi s Tramincem, najvjerojatnije njegov potomak. Postoje i mišljenja da je sjemenjak sorte Chenin blanc, važne sorte iz doline rijeke Loire (Maletić i sur., 2015).

Danas se najviše uzgaja u Francuskoj, ali ga nalazimo i u ostalim europskim zemljama, ponajviše u Italiji te Moldaviji (Maletić i sur., 2015). Jako je popularan u zemljama novog

svijeta, tako ga danas možemo naći na Novom Zelandu, u Čileu, Kaliforniji, Južnoafričkoj Republici i Australiji. Trenutno je jedna od najrasprostranjenijih svjetskih sorti[1].

Krasi je izuzetna kakvoća. Šećer varira od 18-23 °B, a kiselost od 6,5-8,0 g/L (Maletić i sur., 2015). Sorta je prepoznatljiva po izuzetnoj sortnoj aromi koja je osjetljiva na uvjete dozrijevanja. Tako u mediteranskim i vrućim regijama može podbaciti po pitanju aroma, dok u hladnijim uzgojnim područjima kao što je Novi Zeland daje izrazito aromatična vina (Ribéreau-Gayon i sur., 2006). U toplijim krajevima vina ove sorte imaju voćne arome (limeta, zelena jabuka, passion fruit, breskva itd.). Za ove arome odgovorni su sumporni spojevi, točnije merkaptani (Ribéreau-Gayon i sur., 2006). Cvjetne note, kao i one „travnate“ naći ćemo u Sauvignonima iz hladnijih krajeva. Pirazini, dušični spojevi nastali kao produkt metabolizma aminokiselina odgovorni su za herbalne note, koje su često opisane kao miris na svježe pokošenu travu (Maletić i sur., 2015.) te zelenu papriku, šparogu, a nekada čak mogu dati i zemljane tonove (Ribéreau-Gayon i sur., 2006).



Slika 2 Hipotetski prikaz moguće razlike u percepciji i sklonosti potrošača (npr. tropske arome u odnosu na zeleni karakter kod Sauvignona bijelog) u različitim dijelovima svijeta (Swiegers i sur., 2005).

Osim aroma i druge značajke vina variraju s obzirom na područje uzgoja pa tako u hladnijim krajevima dobivamo srednje jaka, svježa i skladna lagana vina, dok nam topliji krajevi daju

[1] www.winefolly.com (Pristupljeno: 22.1. 2016.)

vina snažnog tijela, punoće i niže kiselosti. Bitan faktor inteziteta i kakvoće mirisa pokazale su se temperatura fermentacije i kratkotrajna maceracija (Maletić i sur., 2015). Tehnologija proizvodnje vina od ove sorte u posljednjih je nekoliko godina prošla kroz razne promjene, uključujući fermentaciju u bačvi, kao i dozrijevanje novih vina na talogu, bez obzira na metodu fermentacije (bačva ili tank) (Ribéreau-Gayon i sur., 2006).

Vina ove sorte nemaju veliki potencijal starenja, osim u posebnim uvjetima. U Bordeauxu ga većinom nalazimo u kupaži sa sortom Semillom. Te dvije sorte se savršeno sljubljuju jer Sauvignon doprinosi voćnosti i kiselosti, dok Semillom daje punoću i tijelo vinu (Ribéreau-Gayon i sur., 2006).

3.1.2. Muškat bijeli

Sinonimi: Muscat blanc à petit grains (međunarodno priznato ime), Muscat de Frontignan, Muscat de Lunel, Muškat momjanski, Moscato di Canelli, Moscato bianco, Rumeni Muškat, Gelber Muskateller, Muskateller, Tamjanika, Muškat žuti.

Podrijetlo ove sorte je nepoznato, ali prema svojim značajkama pripada skupini sorata *Proles orientalis* što ukazuje na istočno podrijetlo. Danas ga nalazimo po cijelom svijetu. Poznata desertna vina juga Francuske dobivaju se upravo od ove sorte, dok u Mađarskoj s Moslavcem i Lipovinom daje poznata tokajska vina. U Hrvatskoj ga možemo naći u Hrvatskom zagorju i Međimurju (Maletić i sur., 2015).

U pravilu ova sorta daje vina izvrsne kakvoće, ali u lošijim godinama može imati problema s akumulacijom šećera. Kiseline su uglavnom visoke (Maletić i sur., 2015). Sorte iz obitelji Muškata, pa tako i Muškat bijeli imaju vrlo važnu značajku, a to je sorta aroma. Za aromu Muškata u najvećoj mjeri su zaslužni terpeni. Iako je to velika skupina kemijskih spojeva, aromi grožđa najviše doprinose monoterpenski alkoholi. Njihove se arome karateriziraju kao cvjetne, u najvećoj mjeri miris po ruži, ali izdvojene su i arome na lipu, jorgovan i ljiljane. Neki monoterpenski alkoholi mogu dati i citrusne note. Osim terpena aromi doprinose i C_{13} norizoprenosi (Ribéreau-Gayon i sur., 2006).

Vina ove sorte u najvećem su broju slučajeva naglašeno aromatična, visokoalkoholična, skladna i puna, a najčešće se proizvode s ostatkom šećera. Boja je svijetložuto-zelenkasta, u hladnijim godinama čak i blijeda pa se preporučuje kraća maceracija. Od Muškata bijelog se proizvode i desertna vina, a znaju se kupažirati s drugim mirisno neutralnim sortama. (Maletić i sur., 2015).

3.1.3. Pinot bijeli

Sinonimi: Burgundac bijeli, Pinot blanc, Pinot bianco, Clevner, Klevner, Weissburgunder, Weisserburgunder, Feherburgundi, Burgogna bianca, Blanc de Champagne, Klevanjka bijela.

Pinot bijeli nastao je kao mutacija Pinota sivog ili Pinota crnog što zapravo ukazuje da su ove sorte klonske varijacije jedne. Tako da ova sorta najvjerojatnije potječe iz Francuske, preciznije iz Burgundije. Zbog velike sličnosti često je zamijenjen Chardonnayom. Nalazimo ga najviše u Francuskoj i Italiji, ali i u drugim europskim zemljama te u zemljama novog svijeta. Iako vinogradarski ne baš zahvalna sorta, po vinskom potencijalu svrstavamo je u visokokvalitetne sorte. Sadržaj šećera je uglavnom visok, 18-22°B, koncentracija glavnih kiselina je velika, a zadržava visoke kiseline i produljenjem roka berbe. Sortni miris je izražen, ali često diskretan.

Iako je rasprostranjen u svim kontinentalnim dijelovima, rijetko je vodeća sorta. Razlog tome je njegov bliski srodnik Chardonnay, koji ima neke superiornije odlike, kao što je nakupljanje šećera, bolja otpornost prema sivoj plijesni, daje snažnija vina koja su pogodnija za barique tehnologiju.

Vina ove sorte su na okus skladna, svježa i voćne arome. U mladim vinima osim voćnih nalazimo i cvjetne mirise. Na okus su puna, srednje jaka, u toplijim područjima i godinama alkoholi mogu biti visoki. To rezultira i neskladom, naročito dođe li do pada ukupne kiselosti (što se kod dužeg čuvanja vina ove sorte često događa).

3.1.4. Pinot sivi

Sinonimi: Pinot gris, Pinot grey, Burgundac sivi, Ruländer, Rulandec, Grauer burgunder, Pinot grigio, Tokay de Alsace, Crvena Klevanjka, Roter Clevner, Grauer Mönch, Szürkebar

Pinot sivi nastao je mutacijom Pinota crnog što upućuje da mu je podrijetlo francusko, točnije burgundijsko. Iz Francuske se proširio u Švicarsku, kasnije u Mađarsku. Zastupljen je u većini europskih zemalja, kao i u zemljama novog svijeta.

Sadržaj šećera je uglavnom visok, kiselost je dobra, nekad kod kasnijih berbi može podbaciti. Sortna aroma je specifična i srednje intenzivna. Vina su mu puna, skladna, s lijepim odnosom grožđanih kiselina. Miris mu je obično voćni, dok u hladnijim područjima prevladavaju cvjetne

arome. Boja je intenzivnija od ostalih bijelih vina jer ima obojenu kožicu. Postoje i pokušaji da se grožđe prerađuje uz maceraciju kada dobivamo ružičasta vina s boljim svojstvima.

3.1.5. Rizvanac

Sinonimi: Müller Thurgau, Rivaner, Rizvaner, Rizlingzilvani, Rieslin-Silvaner

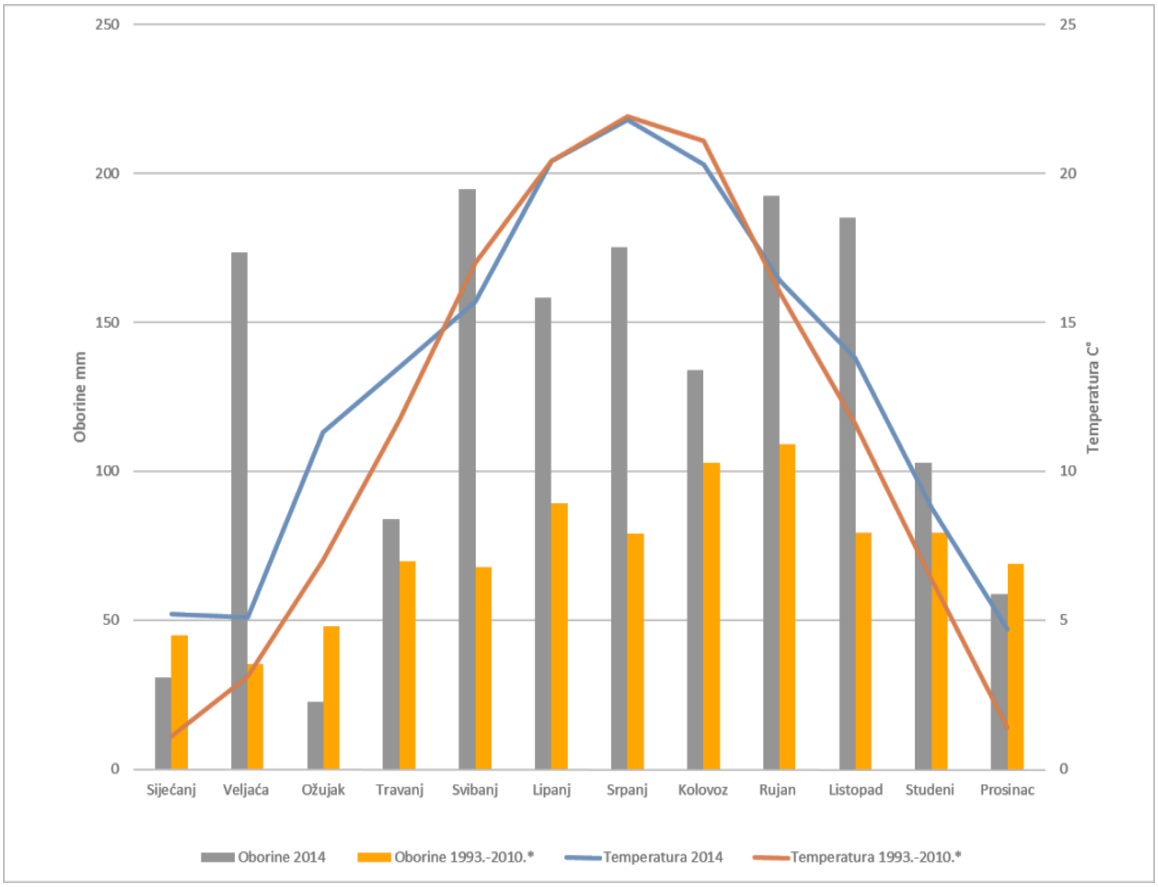
Ova sorta je jedna od rijetkih poznatih sorata vinove loze koja je nastala kao rezultat induciranog oplemenjivačkog procesa. Iako se dugo smatralo da je križanac Rizlinga rajnskog i Silvanera, DNA analizom je utvrđeno da je zapravo križanac Rizlinga rajnskog i sorte Madeleine Royale. Jedno vrijeme je bio vodeća sorta u Njemačkoj, međutim danas se po površinama nalazi odmah iza Rizlinga rajnskog. Uzgaja se i u ostalim europskim zemljama s hladnom klimom.

Ova sorta nakuplja nešto niže kiseline, što može biti problem u toplijim krajevima i godinama jer rezultira senzornom neharmoničnošću vina. Vina su, naročito mlada, izrazito voćna, mirisom i okusom najviše podsjećaju na zrelu breskvu. U pravilu umjerene jakosti (11-12,5 vol.) u Njemačkoj se vinificira kao polusuho. Potencijal starenja ove sorte nije velik pa ih treba konzumirati kroz godinu, dvije.

3.2. Zagrebačko vinogorje

Znanstveno - nastavno pokušalište „Jazbina“ dio je zagrebačkog vinogorja (regija Kontinentalna Hrvatska, podregija Prigorje-Bilogora). Podregija pripada području umjereno kontinentalne klime. Položaj Jazbina nalazi se na južnim obroncima Medvednice, između 220 i 280 metara nadmorske visine. Tip tla je obrončani pseudoglej. Sorte su zasađene 1997. godine. Cijepljene su na podlozi Vitis berlandieri x Vitis riparia SO_4. Uzgojni oblik je dvokraki Guyot visine stabla od 80 cm.

3.3. Klimatske prilike



Slika 3 Srednje mjesečne temperature zraka i oborina u 2014. godini te srednje mjesečne temperature i oborine u razdoblju od 2003 - 2010.

Iz podataka na slici 3 vidljivo je da je u 2014. godini najtopliji mjesec bio srpanj sa srednjom mjesečnom temperaturom 21,8°C, dok je najhladniji bio prosinac sa srednjom mjesečnom temperaturom 4,7°C. Srednja godišnja temperatura iznosila je 13,1°C, dok je srednja vegetacijska temperatura iznosila 15,2°C. Srednja godišnja temperatura nešto je viša od prosječne koja iznosi 10°C (Maletić i sur., 2008).

Iz podataka na slici 3 jasno se vidi da je 2014. godina kako po količini oborina, tako i po njihovom rasporedu bila izuzetno nepovoljna vinogradarska godina. Ukupna količina oborina u vegetaciji 2014. godine iznosila je 1123,9 mm (godišnja 1511mm), dok se prosječna godišnja vrijednost u podregiji Prigorje-Bilogora kreće od 800-1000 mm (Maletić i sur., 2008). Najkišovitiji mjeseci u godini bili su svibanj sa 194,7 i rujan sa 192,4 mm. Također, usporedimo li 2014. godinu s prosječnim oborinama između 2003. i 2010. godine možemo vidjeti da je količina oborina u 2014. godini bila gotovo duplo viša od prosjeka ovih 7 godina.

3.4.Postavljanje pokusa i vinifikacija

Dobiveni mošt cca. 750 L od navedenih sorata podijeljen je u tri djela (3x250L) i stavljen na fermentaciju u inoks-tankove zapremnine 300L opremljenih sustavom za kontrolu temperature gdje je provedena kontrolirana fermentacija na temperaturama 16°C, 18°C, 20°C.

3.5.Kemijske analize mošta i vina

Sadržaj šećera u moštu određen je refraktometrijski, a izražen je u stupnjevima Oechslea (°Oe)

Ukupna kiselost mošta i vina izražena je u g/L kao vinska, a određivana je metodom neutralizacije uzorka s 0,1 M NaOH uz indikator bromtimol plavi, primjenom metode O.I.V.-a.

pH vrijednost mošta i vina određena je mjerenjem na pH-metru Beckman expandomatic tip SS 2.

Alkohol u vinu određen je metodom destilacije prema O.I.V na osnovi specifične težine destilata pri 20°C, d(20/20). Iz dobivenih vrijednosti pomoću tablica po Riechardu očitane su odgovarajuće količine alkohola u vol%.

Reducirajući šećer u vinu određen je titracijskom metodom po Rebeleinu, kao što je opisano od strane Zoecklein i sur. (1995)

Ukupni suhi ekstrakt u vinu određen je denzimetrijski iz ostatka destilacije, a odgovarajuće vrijednosti dobivene su iz specifične težine ekstrakta pri 20°C, d(20/20), očitane iz tablice po Riechardu u g/L, prema metodi O.I.V.-a (2001).

Ekstrakt bez šećera u vinu je dobiven računski oduzimanjem sadržaja reducirajućih šećera od vrijednosti ukupnog suhog ekstrakta.

Hlapiva kiselost u vinu izražena u g/L octene kiseline, određena je metodom neutralizacije uzorka prethodno destiliranog vodenom parom, s 0,1 M NaOH uz indikator fenoftalein, primjenom metode O.I.V.-a (2001).

Pepeo je određen sagorijevanjem suhe tvari u mufolnoj peći pri 525° metodom propisanom od O.I.V.-a (2001).

Slobodni i ukupni sumporni dioksid u vinu određen je alkalimetrijski metodom po Paulu propisanom od O.I.V.-a (2001).

3.6. Analiza aromatskog profila

Arome su analizirane u 2 koraka, najprije je primijenjena ekstrakcija na čvrstoj fazi pomoću Lichrolut EN sorbensa (Merck), Njemačka. Postupak se sastojao od kondicioniranja kolonice s 4 mL CH_2Cl_2, 4 mL CH_3OH te 4 mL 12 %-tne vodene otopine etanola. Na kolonicu je naneseno 50 mL uzorka vina. Analiti su potom eluirani s 0,7 mL CH_2Cl_2. Eluat je zatim uveden u plinskokromatografski sustav.

Zatim je provedena analiza na HP 6850 plinskom kromatografu uz Agilent 5973 spektrometar masa uz temperaturni program: 5 min pri 40 °C te potom brzinom od 2°C min^{-1} do temperature od 240°C uz 20 minuta zadržavanja. Plin nosioc bio je helij s protokom od 1 mL min^{-1}. Separacija analita provedena je na ZB-WAX koloni (60 m x 0,25 mm i.d., 0,25 μm).

3.7. Senzorno ocjenjivanje vina

Kod senzornog ocjenjivanja vina rabljena je metoda redoslijeda. U ocjenjivanju je sudjelovalo 7 ocjenjivača s Agronomskog Fakulteta u Zagrebu. U ispitivanje su bila uključena 3 uzorka koji su činile 3 različite temperature fermentacije vina Fulir (16°C, 18°C i 20°C). Ispitivači su metodom usporedbe rangirali tri šifrirana uzorka na temelju mirisa, okusa i ukupnog dojma. Uzorak koji je ukupno dobio najmanje bodova ocijenjen je najboljim u određenoj kategoriji.

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. Utjecaj temperature fermentacije na osnovni kemijski sastav vina Fulir

Tablica 1 Osnovna fizikalno-kemijska analiza vina Fulir pri tri temperature fermentacije (16°C, 18°C, 20°C)

FULIR	16°C	18°C	20°C
Specifična težina (20/20°C)	0,9922	0,9919	0,9921
Alkohol (g/L)	97,4	99,5	98,8
Alkohol (vol%)	12,34	12,60	12,51
Ekstrakt ukupni g/L	21,6	21,6	21,9
Šećer reducirajući g/L	1,9	1,9	1,9
Ekstrakt bez šećera g/L	20,7	20,7	21,0
Ekstrakt bez šećera i nehl. Kiselina g/L	13,2	13,4	13,4
Ukupne kiseline (kao vinska) g/L	8,1	7,9	8,2
Hlapive kiseline (kao octena) g/L	0,47	0,48	0,46
Nehlapive kiseline g/L	7,5	7,3	7,6
pH	3,11	3,10	3,10
SO_2 slobodni mg/L	10,0	8,0	6,0
SO_2 vezani mg/L	99,0	102,0	106,0
SO_2 ukupni mg/L	109,0	110,0	112,0
Pepeo g/L	1,85	1,84	1,89

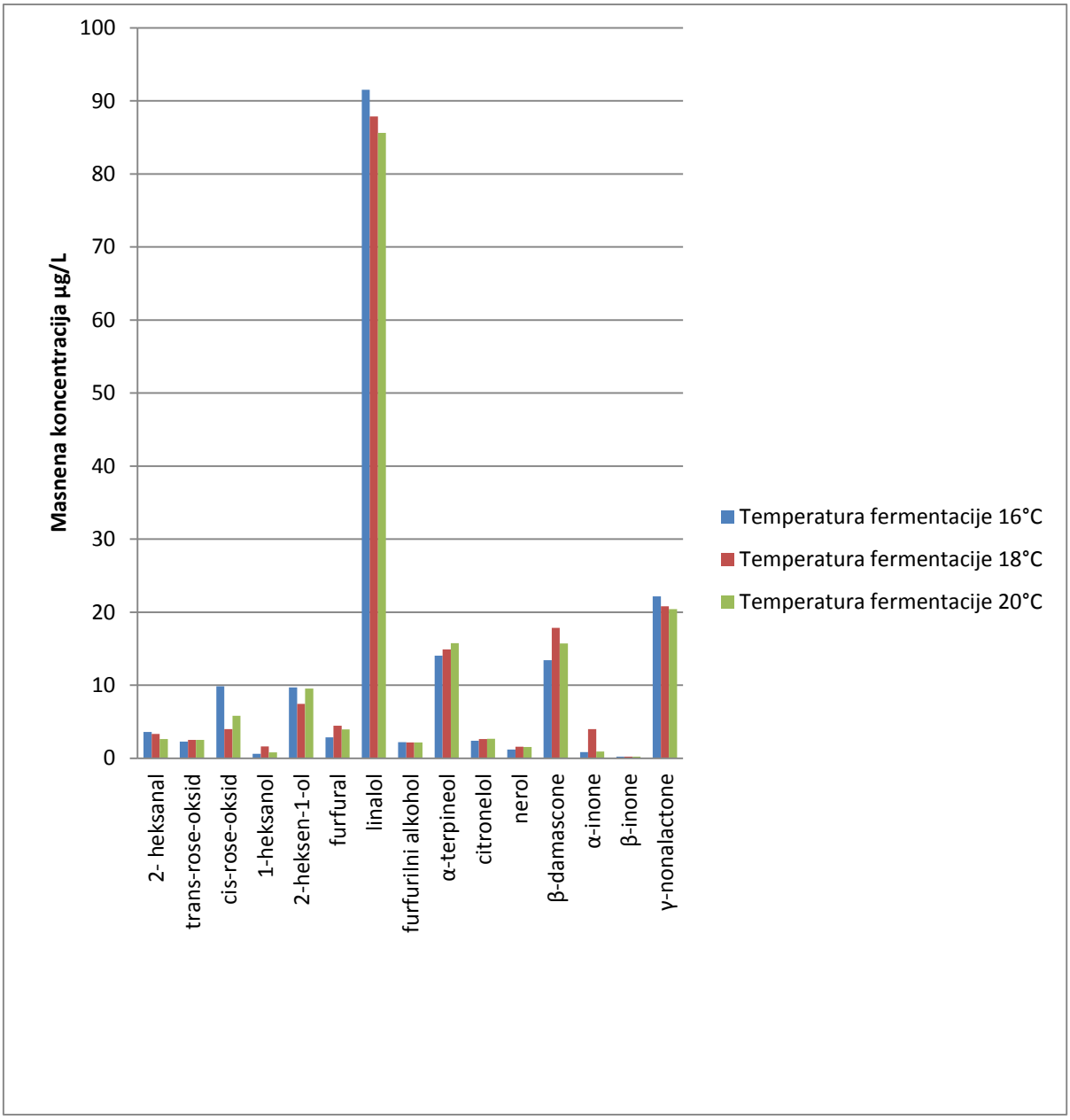
Temperatura fermentacije nije značajno utjecala na osnovni kemijski sastav vina (Tablica 1). Utjecaj izrazito kišne godine, naročito u mjesecima dozrijevanja može se jasno vidjeti u koncentraciji ukupne kiselosti. Naime, zbog velike vlage i naoblake, te smanjene insolacije i temperature u vrijeme dozrijevanja nije došlo do razgradnje jabučne kiseline, što je uzrokovalo visoke koncentracije ukupne kiselosti u grožđu, te njenog zadržavanja u budućem vinu. Razlog tome je činjenica da je vinska kiselina kao glavna kiselina vrlo stabilna, nije pod utjecajem mikroorganizama i dolazi do male promjene u njezinoj koncentraciji tijekom fermentacije (Swiegers i sur., 2005).

To nije slučaj s drugim kiselinama koje su nerijetko konzumirane od strane kvasaca, ili se neke kao što su octena, jantarna i mliječna sintetiziraju tijekom alkoholne fermentacije (Ribèreau-Gayon, 2000). Dosadašnja istraživanja ukazuju da je ukupna kiselost niža kod nižih temperatura fermentacije (Masneuf-Pomarède i sur., 2006; Molina, 2007). Autori to objašnjavaju time što se sinteza octene i jantarne kiseline povećava s višim temperaturama fermentacije, dok pri nižim temperaturama oko 13°C dolazi do taloženja soli vinske kiseline.

Rezultati kod Fulira djelomično se slažu s dosadašnjim istraživanjima. Naime, najviša ukupna kiselost zabilježena je kod najviše temperature fermentacije (20°C), dok su najniže koncentracije nađene kod srednje temperature (18°C). To se može dovesti u vezu s volumnim postotkom alkohola koji je bio najviši pri srednjoj temperaturi fermentacije. Naime, povećanjem alkohola u vinu dolazi do smanjene topivosti soli vinske kiseline što uzrokuje njeno taloženje i posljedično dovodi do smanjenja ukupne kiselosti (Ribèreau-Gayon, 2000).

Zbog utjecaja godine, ali i činjenice da sorte u kupaži i u normalnim klimatskim godinama nemaju problema s kiselinama, kod buduće vinifikacije vina Fulir, treba se paziti na koncentraciju ukupne kiselinosti te provesti otkiseljavanje vina ako je to potrebno kako bi se dobila harmonična vina u kojima će glavnu riječ voditi arome, a ne organske kiseline.

4.2. Utjecaj temperature fermentacije na primarne (sortne) arome u vinu



Slika 4 Profil sortnih aroma vina Fulir pri različitim temperaturama fermentacije

Iako generalno nepogodna godina za vinogradarstvo i vinarstvo, 2014. godina bila je blagonaklona prema aromatskim spojevima (Slika 4). Akumulacija velikog broja monoterpenskih alkohola ne iznenađuje budući da ovi spojevi svoje najviše koncentracije postižu u sortama iz obitelji Muškata, a možemo ih naći i u Sauvignonu bijelom (Ribèreau-Gayon, 2000) te Rizvancu (Schreier i sur., 1977). Najzastupljeniji monoterpenski alkohol u

vinu je linalol (Clarke i Bakker, 2004), što je zabilježeno i kod Fulira na svim temperaturama fermentacije. Ovaj specifični spoj daje miris na ružu (Clarke i Bakker, 2004; Ribèreau-Gayon, 2000) i najveće koncentracije postiže kod Fulira fermentiranog na 16°C, čiju sudbinu djeli i *cis*-rose oksid što se slaže s dosadašnjim istraživanjima da se terpeni generalno zadržavaju kod niže temperature fermentacije (Beltran i sur., 2008).

Ostali monoterpenski alkoholi *trans*-rose oksid, α-terpeniol, citronelol i nerol postižu slične koncentracije pri svim temperaturama, ali najmanje pri 16°. Iako je generalno nakupljanje monoterpena prema dosadašnjim istraživanjima više pri nižim temperatura fermentacije zbog smanjenog hlapljenja ovih spojeva (Reynolds i sur., 2001; Beltran i sur., 2008), moguće da je pri višim temperaturama fermentacije došlo do pretvorbe monoterpenskih alkohola u terpenske okside te se povećala koncentracija α-terpeniola i *trans*-rose oksida. Nadalje, moguće je da se pri višim temperaturama fermentacije povećala enzimska aktivnost te je došlo do cijepanja glikozida i oslobađanja aroma (Robinson i sur., 2014). Ovi monoterpenski oksidi i alkoholi pridonose aromi vina svojim cvjetnim karakterom. *Trans*-rose oksid i nerol daju miris na ružu, citronelol ima specifične citrusne note, dok α-terpeniol može dati miris na đurđicu i ljiljane (Clarke i Bakker, 2004).

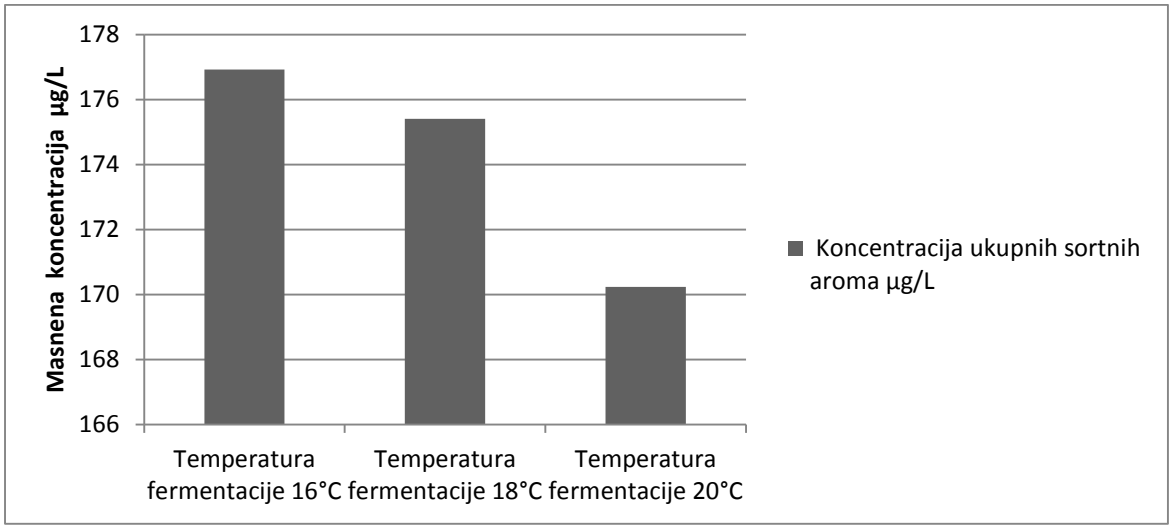
Sljedeći najzastupljeniji spoj poslije linalola je γ-nonalakton spoj čija aroma podsjeća na kokos i jedan je od komponenata arome bresaka, ananasa i kokosa (Allen, 1965; Tang i Jennings, 1968). U pravilu se pojavljuje u vinu u vrlo malim koncentracijama. Međutim, prag osjetljivosti je izrazito nizak i vrlo male koncentracije mogu doprinijeti aromi vina (Nakamura i sur., 1988). Kod Fulira se nalazi u najvišim koncentracijama kod najniže temperature fermentacije, oko 21μg/L i ne prelazi prag detekcije. Međutim, istraživanja pokazuju kako i ispod detekcijskog praga laktoni doprinose aromi vina kroz sinergističko djelovanje (Cooke i sur., 2009).

Od C_{13} norizoprenoida identificirani su β-damaskenon i α-ionon koji najviše koncentracije postižu pri srednjoj temperaturi fermentacije, dok je β-ionon identificiran u vrlo malim koncentracijama pri svim temperaturama fermentacije. Norizoprenoid koji postiže najviše koncentracije u grožđu i vinu je β-damaskenon te doprinosi vinima voćnim aromama (ruža, med, citrusi, Sefton i sur., 2011) te može maskirati neke nepoželjne, „zelene“ arome metoksipirazina (Pineau i sur., 2007). Voćnim aromama vinu doprinosi α-ionon dok β-ionon daje arome na ljubičicu i kupinu. Međutim, ovaj spoj više doprinosi aromi crnih vina (Black i sur., 2015).

U aromatskom profilu identificirani su aldehid 2-heksanal i odgovarajući alkoholi 2-heksen-1-ol i 1-heksanol, spojevi koji nastaju enzimskom razgradnjom linolne i linoleinske kiseline tijekom muljanja i njihova je pojava uglavnom vezana uz nedozrelo grožđe, ali je i pod utjecajem sorte. Oni daju snažnu aromu na travnato i „zeleno“, ali tijekom fermentacije aldehidi koji imaju snažniji miris prelaze u alkohole sa znatno višim pragom detekcije (Moreno-Arribas i sur., 2009). Utjecaj na ukupnu koncentraciju ovih spojeva u vinu najviše ovisi o godini, tj. o stupnju dozrelosti grožđa te ne iznenađuje njihova pojava kod izrazito hladnih i kišovitih godina. Iako se aldehidi kao što su 2-heksanal razgrađuju do alkohola, tijekom fermentacije jedan dio njih je ostao u vinu Fulir i to najviše pri temperaturi fermentacije kod 16°C, a najmanje pri 20°C, što može ukazivati i na nakupljanje ovih nepoželjnih spojeva pri nižoj temperaturi fermentacije.

Osim 2-heksanala u Fuliru se javlja i furfural, aldehid čije podrijetlo u vinu uglavnom povezujemo s fermentacijom i dozrijevanjem vina u bačvi, ali može nastati i kao produkt degradacije ugljikohidrata. U kiselom mediju kao što je vino, disaharidi i polisaharidi hidroliziraju do monosaharida, koji nadalje mogu degradirati u molekule kao što je furfural (Moreno-Arribas i sur., 2009). Pri većim temperaturama fermentacije veća je i sinteza furfurala iz šećera (Jackson, 2008) što je slučaj i kod Fulira koji pri temperaturi od 16°C ima najniže koncentracije. Ako prelazi miris detekcije, furfural vinu daje aromu koja podsjeća na karamelu (Jackson, 2009).

Ukupna koncentracija sortnih aroma najviša je kod vina fermentiranog pri 16°C, najniža kod vina fermentiranog pri 20°C, dok je srednje vrijednosti pokazala srednja temperatura fermentacije.



Slika 5 Koncentracija ukupnih sortnih aroma pri svim temperaturama fermentacije

Tablica 2 Prag detekcije i aromatski deskriptori primarnih aroma vina Fulir

Naziv spoja	Prag detekcije (µg/L)	Aromatski deskriptori
***cis*-rose oksid**	0.2	Ruža[b]
***trans*-rose oksid**	100	Cvijeće[b]
Linalol	25	cvjetni, ruža, limun[a]
α-terpineol	250	sladak, đurđica[a], ljiljan[b]
Citronelol	100	Citrusni[b]
Nerol	300	Slatki, ruža[b]
β-damaskenon	0.05	Ruža,tropsko voće[c]
α-ionon	0.09	Slatko voće[d]
β-ionon	0.09	Ljubičice[d]
2-heksen-1-al	4	Zeleno, jabuka[f]
1-heksanol	8000	Zeleno[f]
2-heksen-1-ol	400	Zeleno[f]
Furfural	14100	Karamela[e]
Furfurilni alkohol	15000	Slatko, arome paljenja[e]
γ-nonalakton	30	Kokos[g]

[a]Ribéreau-Gayon i sur.,2000, [b] Clarke i Bakker, 2004., [c] Seflon i sur., 2011.,[d] Black i sur., 2015,[e]Jackson, 2009., [f]Moreno-Arribas i sur., 2009, [g]Allen,1965.

Tablica 2 daje pregled svih sortnih aroma identificiranih u vinu Fulir, njihove aromatske deskriptore te mirisni prag detekcije. Spojevi koji imaju OAV >1 i pridonose aromi vina Fulir su *cis*-rose oksid, linalol, α-terpineol, β-damaskenon na svim temperaturama fermentacije te α-

ionon kod temperature fermentacije 18°C. Ostali spojevi imaju OAV<1 te kao takvi ne pridonose aromi vina.

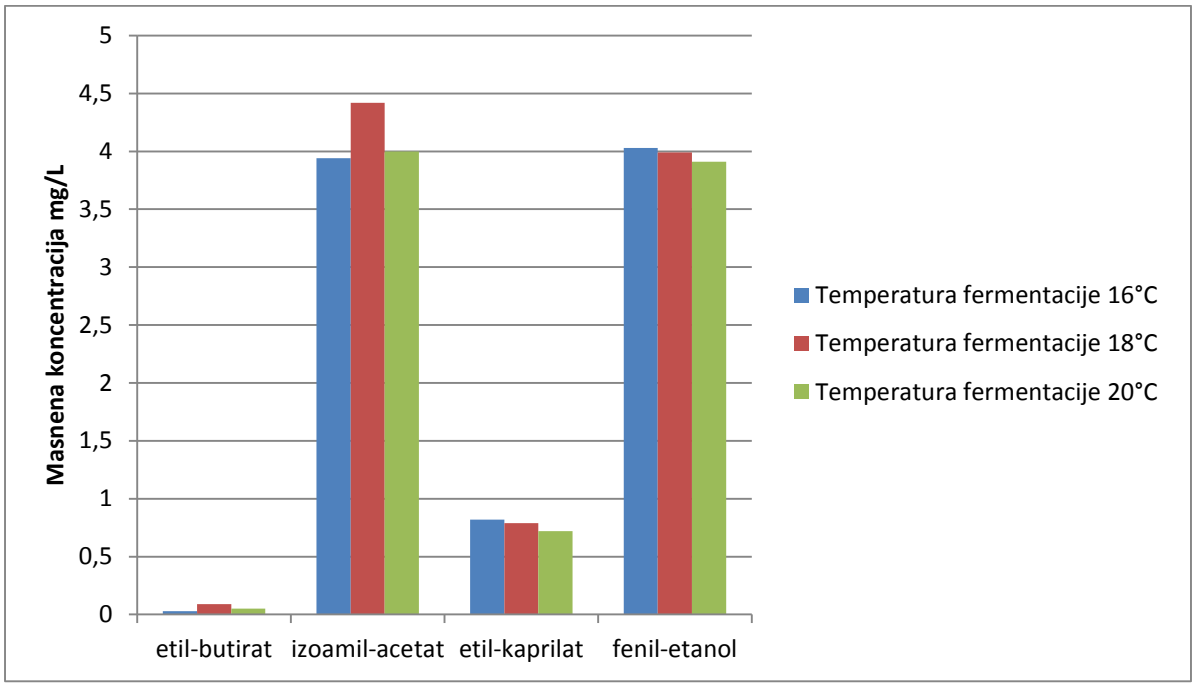
4.3. Utjecaj temperature fermentacije na sekundarne (fermentacijske) arome u vinu

Na slici 6 nalaze se fermentacijske arome pri svim temperaturama fermentacije. Identificirana su 3 estera koji svojim koncentracijama uvelike prelaze prag detekcije etil butirat, izoamil acetat, etil kaprilat te viši alkohol fenil etanol.

Izoamil acetat, ester s ugodnim voćnim mirisom koji podsjeća na bananu postiže najviše koncentracije pri 18°C, a najniže pri 16°C iako dosadašnja istraživanja pokazuju da je sinteza ovih estera viša pri nižim temperaturama fermentacije (Killiam i Ough, 1979; Molina i sur., 2007; Daudt i sur., 1973.; Beltran i sur., 2008). To se možda može objasniti većom sintezom viših alkohola pri višoj temperaturi fermentacije te samim time i tvorbom njihovih estera.

Fenil etanol postiže slične koncentracije pri svim temperaturama fermentacije, najviše pri 16°C te se smanjuje prema 20°C. Međutim, njegove vrijednosti pri svim temperaturama fermentacije su gotovo identične.

Etil kaprilat najviše koncentracije doseže pri najnižoj temperaturi fermentacije i smanjuje se prema najvišoj.



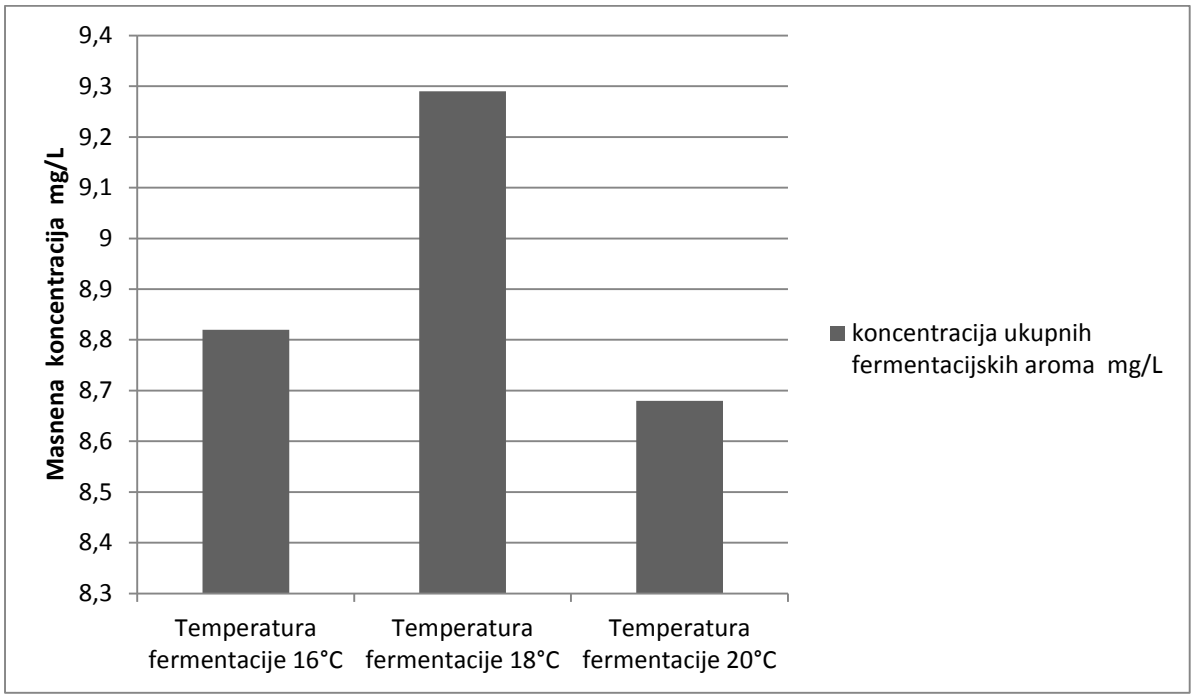
Slika 6 Profil fermentacijskih aroma vina Fulir pri različitim temperaturama fermentacije

Tablica 3 daje pregled sekundarnih (fermentacijskih) aroma vina Fulir i njihov prag detekcije u vinu te aromatske deskriptore. Spojevi koji imaju OAV >1 i pridonose aromi vina Fulir su izoamil acetat, etil kaprilat i etil butirat, dok 2-fenil etanol ima vrijednost OAV <1 i kao takav ne doprinosi aromi vina.

Tablica 3 Prag detekcije i aromatski deskriptori sekundarnih aroma vina Fulir

Naziv spoja	**Prag detekcije (mg/L)**	**Aromatski deskriptori**
2-fenil etanol	14	ruže[a]
Izoamil acetat	0.03	banana[a]
Etil kaprilat	-	jabuka[a]
Etil butirat	0.014	suho voće, jagode[a]

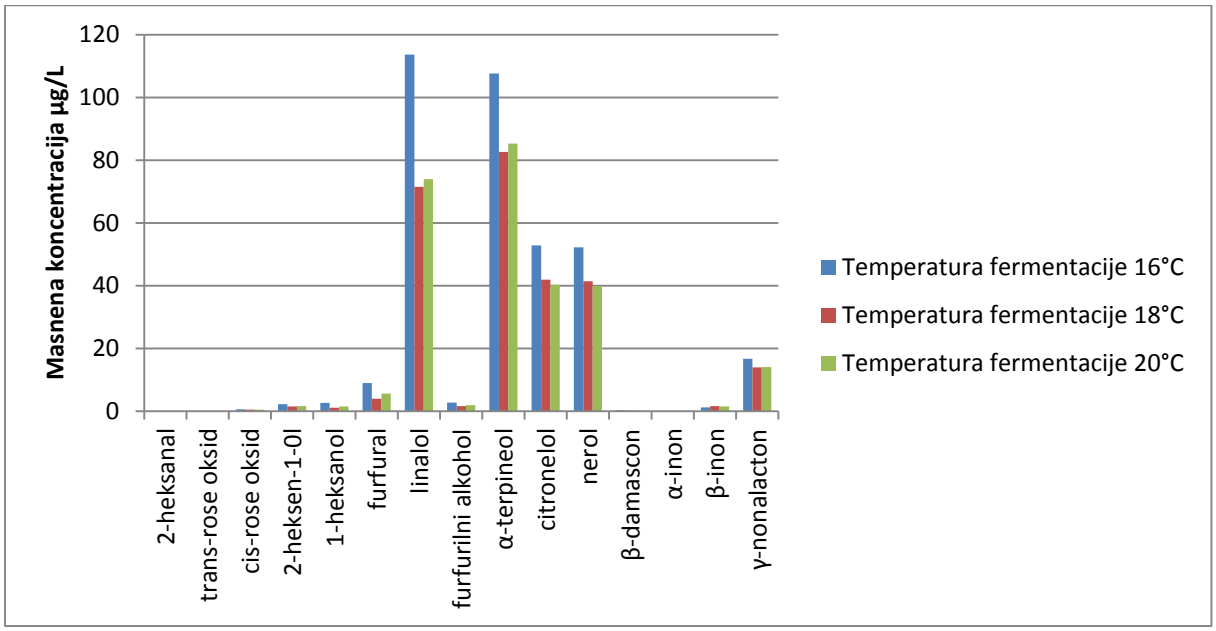
[a]Swiegers i sur., 2005



Slika 7 Koncentracija ukupnih fermentacijskih aroma vina Fulir pri različitim temperaturama fermentacije

Najviša koncentracija ukupnih fermentacijskih aroma zabilježena je kod vina fermentiranog pri 18°C, najniža kod vina fermentiranog pri 20°C, dok je njihova srednja vrijednost zabilježena kod vina fermentiranog pri 16°C (Slika 7).

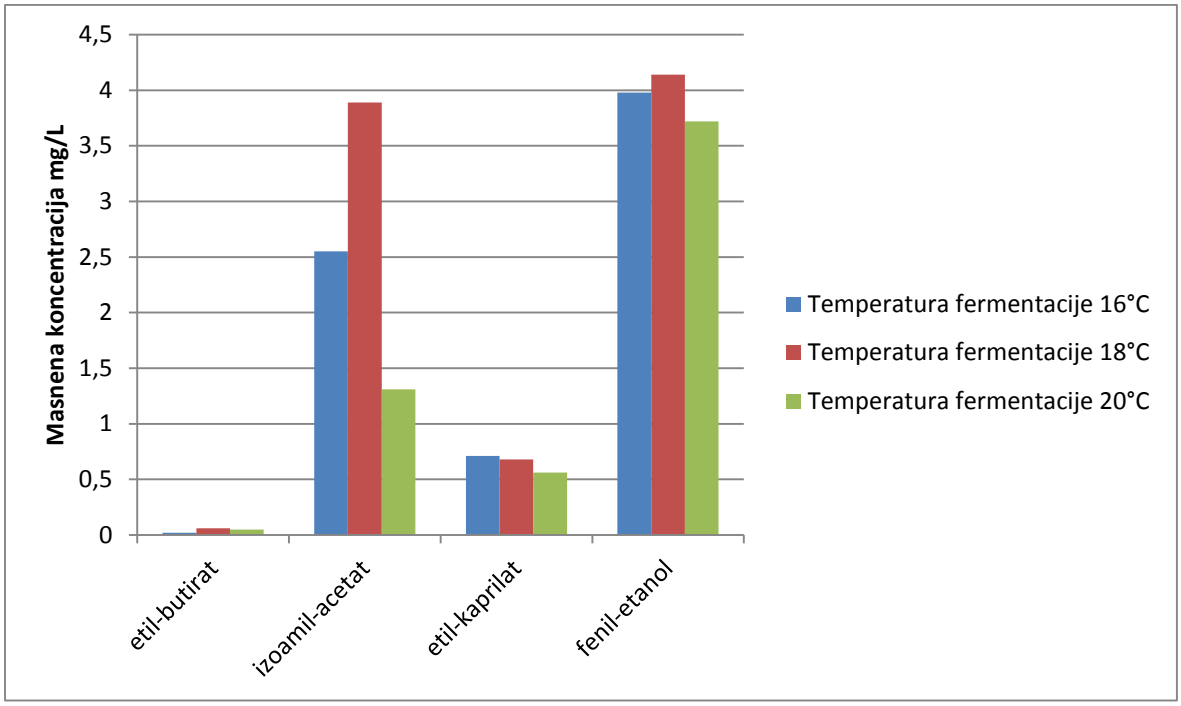
4.4. Aromatski profil vina Fulir nakon godine dana dozrijevanja u boci



Slika 8 Profil sortnih aroma vina Fulir pri različitim temperaturama fermentacije nakon godinu dana dozrijevanja u boci

Zanimljivo je kako su nakon godinu dana dozrijevanja u boci terpenski alkoholi linalol, α-terpeniol, citronelol i nerol dostigli znatno više koncentracije nego kod mladog vina, naročito pri najnižoj temperaturi fermentacije (Slika 8). Iako je tijekom dozrijevanja gubitak monoterpena uslijed njihove oksidacije češći, može doći i do njihovog oslobađanja iz glikozida hidrolizom (Jackson, 2009) što je vjerojatno slučaj i kod Fulira. Na hidrolizu glikozida i nakupljanje monoterpena vjerojatno je utjecala i niska temperatura skladištenja jer dosadašnja istraživanja pokazuju kako se monoterpeni zadržavaju pri nižim temperaturama skladištenja (oko 10°C) te da se povećavanjem temperature oni gube (Pérez-Coello i sur., 2003).

Ostali aromatski spojevi značajno su degradirali i nalaze se daleko ispod praga osjetljivosti.



Slika 9 Aromatski profil sekundarnih aroma vina Fulir pri različitim temperaturama fermentacije nakon godinu dana dozrijevanja u boci

Iako esteri doprinose uglavnom aromi mladog vina i vremenom dolazi do njihovog cijepanja na primarne komponente alkohol i kiseline, kod Fulira nije došlo do njihove značajne degradacije (Slika 9). Iako izrazito niski pH pridonosi kiseloj hidrolizi i degradaciji estera, niska temperatura skladištenja usporila je proces hidrolize, tako da je koncentracija estera tek nešto niža nakon godinu dana dozrijevanja.

4.5. Utjecaj temperature fermentacije na senzorna svojstva vina Fulir

Tablica 4 Senzorne ocjene Fulira

FULIR	16°C	18°C	20°C
Najintenzivniji mirisom	10	14	19
Najintenzivniji okusom	16	8	18
Najbolji ukupnim dojmom	11	13	18

Vino je kušano od strane 7 ocjenjivača na Agronomskom fakultetu u Zagrebu, nakon godinu dana čuvanja u boci, a rabljena je metoda usporedbe kojom je vino s najmanjim zbrojem ocjena najbolje u kategoriji, a ono s najvećim zbrojem najgore u kategoriji.

Po tablici 4 možemo vidjeti da je vino s najnižom temperaturom fermentacije (16°C) najintenzivnije mirisom, dok je temperatura 20°C najlošija u intenzitetu mirisa, što se može dovesti u direktnu vezu s kemijskim profilom vina nakon godinu dana čuvanja u kojem se jasno vidi da je vino na temperaturi fermentacije 16°C imalo najviše koncentracije monoterpenskih alkohola i oksida, skoro duplo više od ostalih temperatura fermentacije.

Okusom je najbolje ocijenjena temperatura fermentacije pri 18°C, slijedi ga temperatura 16°C, dok je najlošije ocjene i ovaj put dobio Fulir pri fermentaciji na 20°C. To se može povezati s osnovnom fizikalno-kemijskom analizom pri kojoj vidimo da je temperatura fermentacije 18°C imala najnižu ukupnu kiselost te je u ovom vinu najmanje dominirala kiselina pa je vjerojatno iz tog razloga bilo najužitnije na okus.

Ukupnim dojmom najbolje je ocijenjen Fulir s fermentacijom pri 16°C, slijedi ga 18°C, zatim 20°C.

4.6. Tehnike vinifikacije za poboljšanje aromatskih i senzornih svojstava vina „Fulir“

U narednim godinama trebale bi se istražiti i druge vinarske tehnike osim temperature fermentacije koje bi doprinijele boljim senzornim svojstvima ovog vina. Obzirom da se dijelom radi o aromatskim sortama trebalo bi istražiti utjecaj kratke maceracije na ekstrakciju sortnih aroma u ovom vinu. Naime, dosadašnja istraživanja pokazala su da je kod aromatskih sorata prethodna kratka hladna maceracija dovela do veće ekstrakcije sortnih aroma Sauvignona

bijelog (Marais, 1998), Muškata bijelog (Palomo i sur., 2006), ali i drugih sorata kao što su Albillo (Palomo i sur., 2007) i Chardonnay (Arnold i Noble, 1979).

Osim kontakta soka s kožicom, trebala bi se istražiti i primjena β-glukozidaza, enzima koji oslobađaju arome iz njihovih perkusora. Budući da *Saccharomyces* sojevi ne pokazuju β-glukozidaznu aktivnost, u posljednje vrijeme izolirano je nekoliko enzima iz drugih organizama čija je primjena dokazano utjecala na povećanje slobodnih aroma u vinima sorte Muškat (González-Pombo i sur., 2011).

Osim temperature fermentacije, soj kvasaca i sadržaj dušika u moštu su jedni od bitnih čimbenika kod sinteze aromatskih spojeva u vinu, tako da bi se i njihov utjecaj mogao dodatno istražiti.

Nepovoljni utjecaj godine kao što je slučaj s visokim kiselinama u 2014. u daljnjoj proizvodnji ovog vina bi se trebao minimalizirati kako bi u konačnici dobili skladno i svježe vino u kojem će dominirati arome.

5. ZAKLJUČAK

Prema rezultatima aromatske analize vino s najvećom koncentracijom sortnih aroma bilo je ono fermentirano na 16°C, slijedi ga vino fermentirano na 18°C, dok su najniže koncentracije zabilježene kod vina fermentiranog na 20°C. Najviša koncentracija fermentacijskih aroma zabilježena je kod vina fermentiranog na 18°C, slijedi ga ono fermentirano na 16°C, dok je vino fermentirano na 20°C rezultiralo najnižom koncentracijom i ovih spojeva.

S obzirom na kapacitet starenja, vino fermentirano pri 16°C pokazalo se najboljim u očuvanju sortnih aroma, naročito spojeva iz skupine terpena. Vino fermentirano pri 18°C očuvalo je najvišu koncentraciju fermentacijskih aroma. Temperatura fermentacije pri 20°C pokazala se najnepovoljnijom i u pogledu kapaciteta starenja.

Prema senzornoj analizi vino fermentirano na 16°C ocijenjeno je najboljim u kategorijama intenziteta mirisa i ukupnog dojma, dok je vino fermentirano pri 18°C ocijenjeno najboljim u kategoriji okusa.

Na temelju činjenica da je vino fermentirano pri temperaturi fermentacije od 16°C pokazalo najviše koncentracije sortnih aroma, nakon fermentacije, ali i nakon godine dana starenja u boci te da je senzorno ocijenjeno najboljim u kategorijama intenziteta mirisa i ukupnog dojma može se zaključiti kako je 16°C optimalna temperatura u proizvodnji ovog vina. Nešto niža koncentracija fermentacijskih aroma može se također smatrati poželjnom jer je izbjegnuta opasnost maskiranja sortnih aroma.

6. LITERATURA

1. Allen, M. S., Lacey, M. J., Brown, W. V., and Harris, R. L. N. (1990). Occurrence of methoxypyrazines in grapes of Vitis vinifera cv. Cabernet Sauvignon and Sauvignon blanc. *Actualités Oenologiques*, *89*, 25-30.
2. Allen, M. S., Lacey, M. J., Harris, R. L., and Brown, W. V. (1991). Contribution of methoxypyrazines to Sauvignon blanc wine aroma. *American Journal of Enology and Viticulture*, *42*(2), 109-112.
3. Allen, R. R. (1965). Volatile flavour constituents in coconut oil. *Chemistry & industry*, *36*, 1560-1560.
4. Aragon, P., Atienza, J., and Climent, M. D. (1998). Influence of clarification, yeast type, and fermentation temperature on the organic acid and higher alcohols of Malvasia and Muscatel wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, *49*(2), 211-219.
5. Arnold, R. A., and Noble, A. C. (1979). Effect of pomace contact on the flavor of Chardonnay wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, *30*(3), 179-181.
6. Bardi, L., Cocito, C., and Marzona, M. (1999). Saccharomyces cerevisiae cell fatty acid composition and release during fermentation without aeration and in absence of exogenous lipids. *International journal of food microbiology*, *47*(1), 133-140.
7. Baxter, R. L., Laurie, W. A.,and Mchale, D. (1978). Transformations of monoterpenoids in aqueous acids: The reactions of linalool. geraniol, nerol and their acetates in aqueous citric acid. *Tetrahedron*, *34*(14), 2195-2199.
8. Bisson, L. F. (1999). Stuck and sluggish fermentations. *American Journal of Enology and Viticulture*, *50*(1), 107-119.
9. Black, C. A., Parker, M., Siebert, T. E., Capone, D. L., and Francis, I. L. (2015). Terpenoids and their role in wine flavour: recent advances. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, *21*(S1), 582-600.
10. Clarke, R. J. and Bakker, J. (2004). *Wine flavour chemistry* (p. 339). Oxford: Blackwell.
11. Daudt, C. E. and Ough, C. S. (1973). Variations in some volatile acetate esters formed during grape juice fermentation. Effects of fermentation temperature, SO2, yeast strain, and grape variety. *American Journal of Enology and Viticulture*, *24*(3), 130-135.
12. Demmig-Adams, B., and Adams, W. W. (1996). The role of xanthophyll cycle carotenoids in the protection of photosynthesis. *Trends in Plant science*, *1*(1), 21-26.

13. Edwards, C. G., Beelman, R. B., Bartley, C. E., and McConnell, A. L. (1990). Production of decanoic acid and other volatile compounds and the growth of yeast and malolactic bacteria during vinification. *American Journal of Enology and Viticulture*, *41*(1), 48-56.
14. Etievant, P. X. (1991). Wine. *Volatile compounds in foods and beverages*, 483-546.
15. Ferreira, V., Sharman, M., Cacho, J. F., and Dennis, J. (1996). New and efficient microextraction/solid-phase extraction method for the gas chromatographic analysis of wine volatiles. *Journal of Chromatography A*, *731*(1), 247-259.
16. Ferreira, V., López, R., and Cacho, J. F. (2000). Quantitative determination of the odorants of young red wines from different grape varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *80*(11), 1659-1667.
17. Francis, I. L., and Newton, J. L. (2005). Determining wine aroma from compositional data. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, *11*(2), 114-126.
18. González-Pombo, P., Fariña, L., Carrau, F., Batista-Viera, F., and Brena, B. M. (2011). A novel extracellular β-glucosidase from Issatchenkia terricola: Isolation, immobilization and application for aroma enhancement of white Muscat wine. *Process Biochemistry*, *46*(1), 385-389.
19. Guth, H. (1997). Identification of character impact odorants of different white wine varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *45*(8), 3022-3026.
20. Jackson, R. S. (2008). *Wine science: principles and applications*. Academic press.
21. Jackson, R. S. (2009). *Wine tasting: a professional handbook*. Academic Press.
22. Killian, E., and Ough, C. S. (1979). Fermentation esters—formation and retention as affected by fermentation temperature. *American Journal of Enology and Viticulture*, *30*(4), 301-305.
23. Kunkee, R. E. (1984). Selection and modification of yeasts and lactic acid bacteria for wine fermentation. *Food Microbiology*, *1*(4), 315-332.
24. Kotseridis, Y., & Baumes, R. (2000). Identification of impact odorants in Bordeaux red grape juice, in the commercial yeast used for its fermentation, and in the produced wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *48*(2), 400-406.
25. Lafon-Lafourcade, S., Geneix, C., & Ribéreau-Gayon, P. (1984). Inhibition of alcoholic fermentation of grape must by fatty acids produced by yeasts and their elimination by yeast ghosts. *Applied and environmental microbiology*,*47*(6), 1246-1249.
26. Maletić, E., Karoglan Kontić, J., Pejić, I., (2008). Vinova loza- ampelografija, ekologija, oplemenjivanje. Školska knjiga, Zagreb

27. Maletić, E., Preiner D., Pejić I., Karoglan Kontić J., Šimon S., Husnjak S., Marković Z., Andabaka Ž., Stupić D., Žulj Mihaljević M., Merkaš S. (2015.) Sorte vinove loze Hrvatskog zagorja, Krapinsko-zagorska županija, Zagreb
28. Marais, J. (1998). Effect of grape temperature, oxidation and skin contact on Sauvignon blanc juice and wine composition and wine quality. *South African Journal for Enology and Viticulture*, *19*, 10-16.
29. Marais, J., and Pool, H. J. (1980.) Effect of storage time and temperature on the volatile composition and quality of dry white table wines. *Vitis-Berichte ueber Rebenforschung mit Dokumentation der Weinbauforschung (Germany, FR)*.
30. Mason, A. B., and Dufour, J. P. (2000). Alcohol acetyltransferases and the significance of ester synthesis in yeast. *Yeast*, *16*(14), 1287-1298.
31. Mirošević, N., Turković, Z., (2003.) Ampelografski atlas. Golden marketing, Zagreb
32. Molina, A. M., Swiegers, J. H., Varela, C., Pretorius, I. S., & Agosin, E. (2007). Influence of wine fermentation temperature on the synthesis of yeast-derived volatile aroma compounds. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *77*(3), 675-687.
33. Moreno-Arribas, M. Victoria, and María Carmen Polo (2009). *Wine chemistry and biochemistry*. Vol. 378. New York: Springer
34. Nakamura, S., Crowell, E. A., Ough, C. S., and Totsuka, A. (1988). Quantitative Analysis of γ-Nonalactone in Wines and Its Threshold Determination. *Journal of Food Science*, *53*(4), 1243-1244.
35. Newman, J. D., and Chappell, J. (1999). Isoprenoid biosynthesis in plants: carbon partitioning within the cytoplasmic pathway. *Critical reviews in biochemistry and molecular biology*, *34*(2), 95-106.
36. Palomo, E. S., González-Viñas, M. A., Díaz-Maroto, M. C., Soriano-Pérez, A., and Pérez-Coello, M. S. (2007). Aroma potential of Albillo wines and effect of skin-contact treatment. *Food Chemistry*, *103*(2), 631-640.
37. Palomo, E. S., Pérez-Coello, M. S., Díaz-Maroto, M. C., Viñas, M. G., and Cabezudo, M. D. (2006). Contribution of free and glycosidically-bound volatile compounds to the aroma of muscat "a petit grains" wines and effect of skin contact. *Food Chemistry*, *95*(2), 279-289.
38. Pérez-Coello, M. S., González-Viñas, M. A., Garcıa-Romero, E., Dıaz-Maroto, M. C., and Cabezudo, M. D. (2003). Influence of storage temperature on the volatile compounds of young white wines. *Food Control*, *14*(5), 301-306.

39. Pineau, B., Barbe, J. C., Van Leeuwen, C., and Dubourdieu, D. (2007). Which impact for β-damascenone on red wines aroma?. *Journal of agricultural and food chemistry*, *55*(10), 4103-4108.
40. Pineau, B., Barbe, J. C., Van Leeuwen, C., and Dubourdieu, D. (2009). Examples of perceptive interactions involved in specific "red-" and "black-berry" aromas in red wines. *Journal of agricultural and food chemistry*, *57*(9), 3702-3708.
41. Raguso, R. A., and Pichersky, E. R. A. N. (1999). A day in the life of a linalool molecule: chemical communication in a plant-pollinator system. Part 1: linalool biosynthesis in flowering plants. *Plant Species Biology*, *14*(2), 95-120.
42. Ramey, D. D., and Ough, C. S. (1980). Volatile ester hydrolysis or formation during storage of model solutions and wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *28*(5), 928-934.
43. Reynolds, A., Cliff, M., Girard, B., & Kopp, T. G. (2001). Influence of fermentation temperature on composition and sensory properties of Semillon and Shiraz wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, *52*(3), 235-240.
44. Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., & Dubordieu, D. (2000). Handbook of Enology: The Chemistry of Wine and Stabilisation and Treatments, vol. 2 John Wiley & Sons Ltd.
45. Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., & Dubourdieu, D. (2006). Varietal aroma. *Handbook of Enology: The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments, Volume 2, 2nd Edition*, 205-230.
46. Robinson, A. L., Boss, P. K., Solomon, P. S., Trengove, R. D., Heymann, H., and Ebeler, S. E. (2014). Origins of grape and wine aroma. Part 1. Chemical components and viticultural impacts. *American Journal of Enology and Viticulture*, *65*(1), 1-24.
47. Robinson, A. L., Ebeler, S. E., Heymann, H., Boss, P. K., Solomon, P. S., and Trengove, R. D. (2009). Interactions between wine volatile compounds and grape and wine matrix components influence aroma compound headspace partitioning. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *57*(21), 10313-10322.
48. Roujou de Boubée, D., Van Leeuwen, C., and Dubourdieu, D. (2000). Organoleptic impact of 2-methoxy-3-isobutylpyrazine on red Bordeaux and Loire wines. Effect of environmental conditions on concentrations in grapes during ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *48*(10), 4830-4834.
49. Sala, C., Mestres, M., Martı, M. P., Busto, O., and Guasch, J. (2000). Headspace solid-phase microextraction method for determining 3-alkyl-2-methoxypyrazines in musts by

means of polydimethylsiloxane–divinylbenzene fibres. *Journal of Chromatography A*, *880*(1), 93-99.

50. Sáenz-Navajas, M. P., Fernández-Zurbano, P., and Ferreira, V. (2012). Contribution of nonvolatile composition to wine flavor. *Food Reviews International*, *28*(4), 389-411.
51. Sefton, M. A., Skouroumounis, G. K., Elsey, G. M., and Taylor, D. K. (2011). Occurrence, sensory impact, formation, and fate of damascenone in grapes, wines, and other foods and beverages. *Journal of agricultural and food chemistry*, *59*(18), 9717-9746.
52. Swiegers, J. H., et al. "Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavour." *Australian Journal of grape and wine research* 11.2 (2005): 139-173.
53. Tang, C. S., and Jennings, W. G. (1968). Lactonic compounds of apricot. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *16*(2), 252-254.
54. Tominaga, T., Murat, M. L., and Dubourdieu, D. (1998). Development of a method for analyzing the volatile thiols involved in the characteristic aroma of wines made from Vitis vinifera L. cv. Sauvignon blanc. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *46*(3), 1044-1048.
55. About SauvignonBlanc Wine-Taste,regions and food parings (Pristupljeno: 22.1.2016)