

Primjena karbonske maceracije u proizvodnji vina Pušipel

Jakopić, Martin

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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:204:960589>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-27**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**PRIMJENA KARBONSKE MACERACIJE U PROIZVODNJI
VINA PUŠIPEL**

DIPLOMSKI RAD

Martin Jakopić

Zagreb, lipanj, 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Vinogradarstvo i vinarstvo

PRIMJENA KARBONSKE MACERACIJE U PROIZVODNJI
VINA PUŠIPEL

DIPLOMSKI RAD

Martin Jakopić

Mentor:

prof.dr.sc. Ana Jeromel

Zagreb, lipanj, 2024.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Martin Jakopić**, JMBAG 0178121932, rođen/a 25.12.2000. u Čakovcu, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

PRIMJENA KARBONSKE MACERACIJE U PROIZVODNJI VINA PUŠIPEL

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta / studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE
O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **Martin Jakopić**, JMBAG 0178121932, naslova

PRIMJENA KARBONSKE MACERACIJE U PROIZVODNJI VINA PUŠIPEL

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. prof.dr.sc. Ana Jeromel mentor

2. izv.prof.dr.sc. Ana - Marija Jagatić Korenika član

3. izv.prof.dr.sc. Darko Preiner član

Zahvala

Ovime se zahvaljujem prvenstveno svojoj obitelji, posebice svojim roditeljima koji su mi omogućili studiranje na Agronomskom fakultetu. Oni su mi bili velika moralna i financijska podrška tijekom ovih pet godina studiranja bez koje ne bi bio u mogućnosti završiti svoje fakultetsko obrazovanje. Isto tako zahvaljujem se svim svojim prijateljima, a posebno svojoj djevojci Vanessi koja bila velika moralna podrška tijekom studija a posebno kod odrađivanja stručne prakse. Posebnu zahvalu upućujem prof.dr.sc. Ani Jeromel na utrošenom vremenu i trudu i na davanju korisnih savjeta koji su mi pomogli tijekom pisanja ovog diplomskog rada.

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Pregled literature	3
2.1. Tehnologija karbonske maceracije	3
2.2. Kemijski procesi u bobici tijekom karbonske maceracije	5
2.4. Najvažnije grupe hlapljivih spojeva	7
2.4.1. Viši alkoholi	7
2.4.2. Esteri	7
2.4.3. C – 13 norisoprenoidi	7
2.4.4. Metokspirazini	8
2.4.5. Terpeni	8
2.5. Sorta 'Moslavac' (syn. Pušipel)	9
2.5.1. Ampelografska svojstva sorte 'Pušipel'	10
2.6. Robna marka 'Pušipel'	11
3. Materijali i metode	12
3.1. Berba grožđa i karakteristike sirovine	12
3.2. Provođenje karbonske maceracije	13
3.3. Fizikalno - kemijska analiza vina	17
3.3.1. Određivanje alkoholne jakosti	17
3.3.2. Određivanje ukupnog suhog ekstrakta	17
3.3.3. Određivanje hlapljive kiselosti	17
3.3.4. Određivanje ukupne kiselosti	18
3.3.5. Određivanje pH vrijednosti	18
3.3.6. Određivanje slobodnog, vezanog i ukupnog sumporovog dioksida	18
3.3.7. Određivanje sadržaja pepela	19
3.3.8. Određivanje organskih kiselina, glicerola i ukupnih fenola	19
3.4. Određivanje hlapljivih aromatskih spojeva	19
4. Rezultati i rasprava	20

4.1. Rezultati osnovne analize vina	20
4.2. Rezultati analize hlapljivih aromatskih spojeva	21
4.3. Rezultati senzornog ocjenjivanja vina.....	24
5. Zaključak	26
6. Literatura.....	27
7. Životopis autora	28

Sažetak

Diplomskog rada studenta/ice **Martina Jakopića**, naslova

PRIMJENA KARBONSKE MACERACIJE U PROIZVODNJI VINA PUŠIPEL

Karbonska maceracija je tehnologija proizvodnje laganijih, voćnih crnih vina koja se najviše koristi u francuskoj regiji Beaujolais. Specifičnost ovog istraživačkog rada je ta da je ova tehnologija primijenjena u proizvodnji bijelog vina. Cilj rada je utvrditi razlike u osnovnom fizikalno-kemijskom sastavu i pojedinačnim aromatskim spojevima vina dobivenog tehnologijom karbonske maceracije i standardnom tehnologijom vinifikacije za bijela vina. U istraživačkom radu je opisana tehnologija karbonske maceracije koja je provedena je zatvorenom tanku u atmosferi zasićenoj sa CO₂. Obje tehnologije su primjenjene na grožđu sorte 'Moslavac' (syn. Pušipel). Rezultati dobiveni fizikalno – kemijskom analizom i senzornim ocjenjivanjem ukazuju na značajne razlike između vina dobivenog tehnologijom karbonske maceracije i klasične metode vinifikacije.

Ključne riječi: Karbonska maceracija, CO₂, 'Pušipel', bijelo vino

Summary

Of the master's thesis – student **Martin Jakopić**, entitled

APPLICATION OF CARBONIC MACERATION IN PRODUCTION OF PUŠIPEL WINE

Carbonic maceration is a technology used in production of lighter, fruity red wines that is mostly spread in the French region of Beaujolais. The specificity of this research work is that this technology was applied in the production of white wine. The aim of the work is to determine the differences in the basic physical-chemical composition and individual aromatic compounds of wine obtained by carbonic maceration technology and standard vinification technology for white wines. The research work describes the technology of carbonic maceration, which was carried out in a closed tank in an atmosphere saturated with CO₂. Both technologies were applied to grapes of the 'Moslavac' variety (syn. Pušipel). The results obtained by physical-chemical analysis and sensory evaluation indicate significant differences between the wine obtained by carbonic maceration technology and the classic vinification method.

Keywords: Carbonic maceration, CO₂, 'Pušipel', white wine

1. Uvod

Vinogradarstvo i vinarstvo je djelatnost s kojima se ljudi bave već tisućljećima te kao takvo čini vrlo važnu gospodarstvu granu u svjetskim državama pa tako i u Republici Hrvatskoj. Prema podacima iz 2022. godine u Hrvatskoj je površina pod vinogradima iznosila oko 18000 hektara, no taj se broj do danas još primjetno smanjio (www.apprrr.hr).

Republika Hrvatska je mala vinogradarsko – vinarska zemlja koja se itekako može ponositi svojim autohtonim sortimentom. Trenutno se u Hrvatskoj uzgaja oko 250 različitih vinskih sorata od čega je oko 130 autohtono (NN 32/19). Međimurje, kao najsjevernije hrvatsko vinogorje, mjesto je gdje se najvećim dijelom uzgaja sorta 'Pušipel' (*Vitis vinifera* L.). Ta se sorta smatra najvažnijom za razvoj vinogradarsko – vinarske proizvodnje na tom području. 'Pušipel' se, kao glavni brend međimurskog vinarstva, proizvodi u brojnim vinskim stilovima. Najčešće su to lagana i voćna vina, mirisno neutralna, sa naglašenom svježinom koja je karakteristika tog područja. Upravo zbog toga ova je sorta idealna za proizvodnju pjenušavih vina. Osim toga, od ove sorte se proizvode i kompleksnija vina koja odležavaju i po nekoliko godina, a jako dobre rezultate pokazuju i predikatna vina.

Osnovni cilj ovoga rada bio je primijeniti tehnologiju karbonske maceracije na bijelom grožđu sorte 'Pušipel' (*Vitis vinifera* L.) te dobivene rezultate usporediti sa vinom dobivenom od grožđa sorte 'Pušipela' proizvedenog klasičnom metodom vinifikacije za bijela vina. Karbonska maceracija je tehnologija koja se primjenjuje gotovo samo na grožđu crnih sorti. U ovom istraživačkom radu ista je primijenjena na bijelom grožđu, čime se želi dodatno istaknuti i istražiti nova mogućnost proizvodnje vina 'Pušipel', ali i ponuditi novi proizvod koji bi u budućnosti potencijalno mogao unaprijediti marketinški i gospodarski sektor Međimurskog vinogorja.

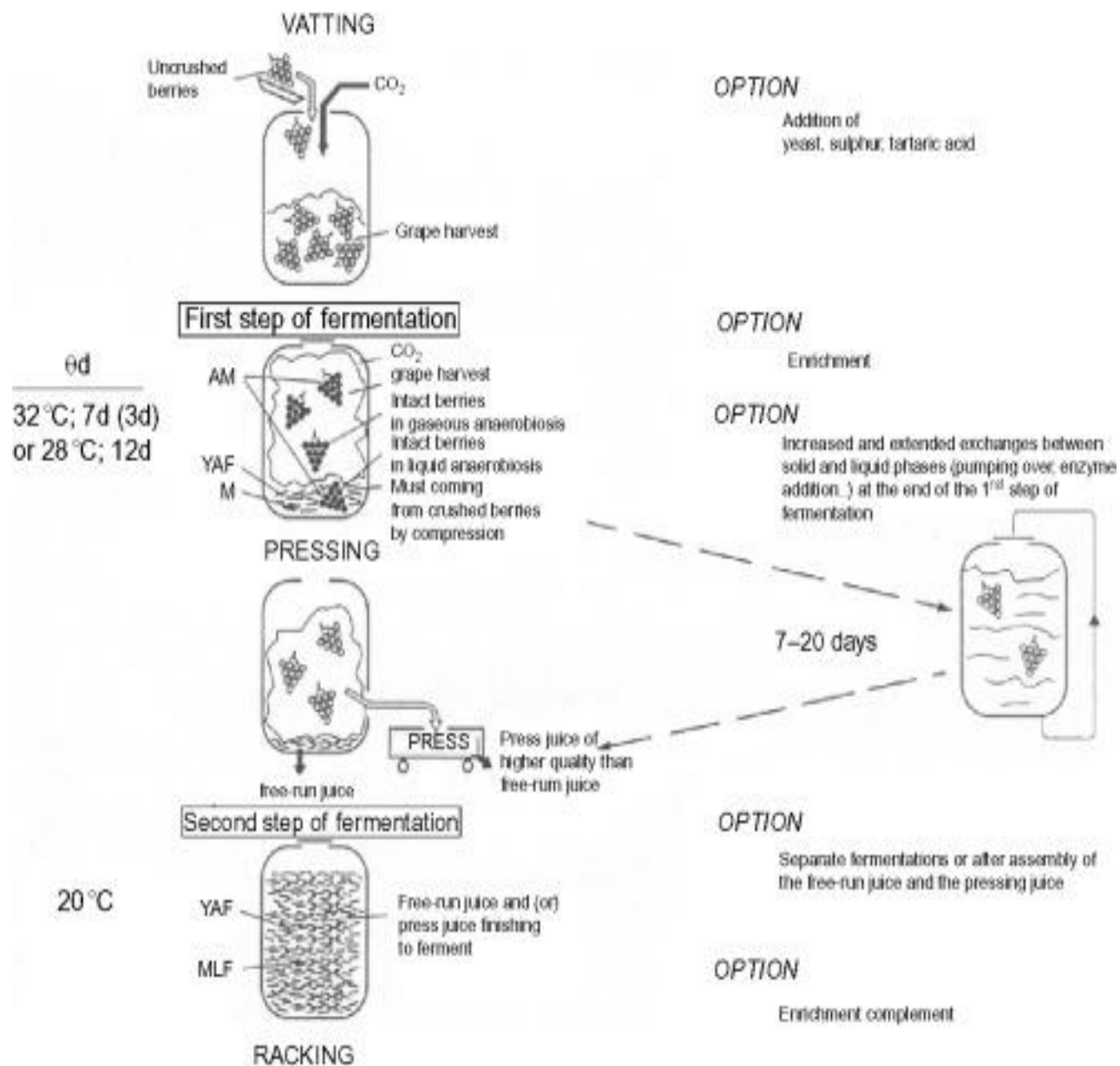
1.1 Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživačkog rada je bio usporediti razlike u osnovnom fizikalno-kemijskom sastavu i pojedinačnim aromatskim spojevima vina proizvedenih tehnologijom karbonske maceracije i standardnom tehnologijom vinifikacije za bijela vina. Dio grožđa sorte 'Pušipel' pobranog u optimalnoj zrelosti u 2023. godini prerađeno je po tehnologiji proizvodnje za bijela vina kao kontrolna varijanta, dok je dio grožđa prerađen postupkom karbonske maceracije. U dobivenim vinima određen je osnovni fizikalno-kemijski sastav prema metodama O.I.V. (2012) te pojedinačni aromatski spojevi primjenom plinske kromatografije visoke djelotvornosti. Statistička obrada podataka provedena je jednosmjernom analizom varijance pomoću programa STATISTICA 7.0.

2. Pregled literature

2.1. Tehnologija karbonske maceracije

Karbonska maceracija je jedna od brojnih metoda vinifikacije koja se koristi u današnjem vinarstvu, a za njeno otkriće zaslužan je M. Flanzy, 1934. godine. Karbonska maceracija uključuje proces u kojem je grožđe podvrgnuto anaerobnim uvjetima, te sa dodatnim djelovanjem različitih enzima u grožđu dolazi do fermentacije unutar same bobice. Poblje, neoštećene bobice ili grozdovi koji nisu prošli postupak muljanja, stavljaju se u spremnike koji se drže u atmosferi zasićenoj s CO₂ (Tesniere i Flanzy, 2011). Pod takvim anaerobnim uvjetima pokreće se unutarstanična fermentacija u grožđu koja aktivira brojne fizikalno – kemijske procese među kojima su najvažniji proizvodnja etanola i glicerola, razgradnja jabučne kiseline, sinteza hlapljivih spojeva i difuzija fenolnih i aromatskih spojeva iz kože u mošt. Pod utjecajem tih procesa u određenom trenutku dolazi do pucanja bobica i istjecanja mošta na dno spremnika gdje kasnije nastupa alkoholna fermentacija radom kvasaca (Tesniere i Flanzy 2011).



Slika 1. Shema karbonske maceracije

(Izvor: <https://www.sciencedirect.com>)

2.2. Kemijski procesi u bobici tijekom karbonske maceracije

U odsutnosti kisika, stanice grožđa mijenjaju svoj metabolizam iz respiracijskog u fermentacijski, odnosno započinje proces fermentacije unutar same stanice. Ovaj proces se događa puno brže ako grožđe nije u dugom kontaktu s kisikom prije nego li dođe u atmosferu zasićenu s CO₂. Stoga, unutarstaničnu fermentaciju možemo opisati kao i uobičajen proces koji se odvija u stanici kvasca, ali i u drugi stanicama. Glavni produkt je alkohol etanol uz manju koncentraciju drugih spojeva od kojih su najvažniji glicerol, acetaldehid i sukcininska kiselina (Jackson, 2014). Tijekom unutarstanične fermentacije, jabučna kiselina se metabolizira u druge kiseline, a -dijelom i u etanol. Ovisno o sorti grožđa i temperaturi na kojoj se provodi karbonska maceracija, razgradnja jabučne kiseline može varirati od 15 – 60%. Druge organske kiseline, kao što su vinska i limunska kiselina, metaboliziraju se naknadno na što najviše utječe sorta grožđa (Tesniere i Flanzy 2011).

Procesom karbonske maceracije dolazi do razgradnje pektina u grožđu. Kao posljedica toga, između stanica dolazi do međusobnog popuštanja veza, gdje meso bobice gubi svoju čvrstu strukturu. Na početku karbonske maceracije bobice apsorbiraju ugljični dioksid iz zasićene okoline. Količina usvajanja ugljičnog dioksida ovisi prvenstveno o temperaturi. Na nižim temperaturama bobice usvajaju ugljični dioksid i do 60% svojeg volumena, dok na višim temperaturama svega 15%. Kako bobice postaju zasićene plinom, dolazi do oslobađanja ugljičnog dioksida nastalog tijekom fermentacije, na što najviše utječe temperatura. Na nižim temperaturama proizvodnja je manja i stabilnija, nego na višim temperaturama. Nastajanje ugljičnog dioksida prestaje kada dolazi do odumiranja stanica zbog previsoke koncentracije etanola koje su toksične ili nedostatka izvora energije za očuvanje strukturne cjelovitosti stanice. Odumiranjem stanice dolazi do prekida transporta različitih molekula preko stanične membrane. Zbog toga ne dolazi do oslobađanja fenolnih spojeva iz stanice u okolinu. Koncentracija fenolnih spojeva u moštu ovisi o temperaturi, duljini trajanja karbonske maceracija i količini mošta koji se nalazi ispod samih bobica. Ekstrakcija antocijana je puno brža i učinkovitija na višim temperaturama, pa se zbog toga često primjenjuje kratka maceracija na višim temperaturama. Kako se antocijani obično brže ekstrahiraju od tanina, tanini potječu samo iz kože i manjim dijelom iz sjemenki.

Najvažniji faktor koji utječe na unutarstaničnu fermentaciju grožđa je temperatura. Uz to, to je i faktor kojeg je moguće i najlakše kontrolirati. U početnim fazama karbonske maceracije optimalna temperatura se kreće od 30 - 32°C. To skraćuje sam proces, poboljšava fermentaciju unutar stanice i pomaže kod bolje ekstrakcije antocijana i tanina (Jackson, 2014).

2.3. Utjecaj na aromatski profil vina

Karbonska maceracija vinu daje specifičan voćni okus. To su najčešće arome višnje, trešnje i maline. Zbog niskih koncentracija antocijana i tanina vina su mekana i skladna. Kod nekih sorata koje su aromatski neutralne, kao što je sorta 'Gamay', karbonskom maceracijom možemo osigurati puno veću koncentraciju voćnih aroma u vinu nego što to možemo postići klasičnom vinifikacijom. Točno podrijetlo kemijskih spojeva koji utječu na formiranje mirisa vina dobivenog karbonskom maceracijom još uvijek nije do kraja poznato. Prema nekim istraživanjima se te specifične arome prepisuju spojevima kao što su etil cinamat i benzaldehid. Uz njih, važni su i drugi kemijski spojevi poput izoamil acetata, etil dekanata, eugenola, etil vanilata, etil gvajakola, i viši alkoholi koji također doprinose specifičnosti arome (Jackson, 2014).

Unatoč specifičnosti, arome vina dobivenog karbonskom maceracijom relativno brzo nestaju, pa takva vina često nemaju velik potencijal za dozrijevanje u bačvama kao vina iz standardne vinifikacije. Stoga su ona namijenjena brzom konzumaciji i prodaji u prvim mjesecima nakon proizvodnje radi očuvanja arome.

2.4. Najvažnije grupe hlapljivih spojeva

2.4.1. Viši alkoholi

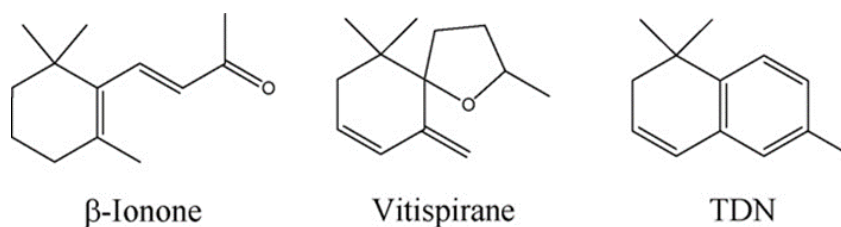
Viši alkoholi su spojevi koji sadrže više od dva ugljikova atoma. Manjim dijelom nastaju tijekom procesa fermentacije gdje svojim mirisom utječu na konačnu aromu vina. Glavni predstavnici viših alkohola su izobutil (metil-2-propanol-1) i amil alkoholi (smjesa metil-2-butanol-1 i metil-3-butanol-1). U niskim koncentracijama pridonose aromi vina. U višim koncentracijama njihovi prodorni mirisi prekrivaju aromu vina. Acetatni esteri ovih alkohola, posebno izoamil acetat, ima miris banane koji može imati pozitivnu ulogu u aromi nekih mladih vina. Viši alkoholi mogu nastati i od strane kvasca izravno iz šećera ili iz aminokiselina grožđa Ehrlichovom reakcijom. Ova reakcija je uzrokovana aktivnošću FAD+ dehidrogenaze, koji oksidira aminokiseline u pripadajuće keto kiseline. Sadržaj viših alkohola u vinu varira ovisno o uvjetima fermentacije, a posebno o soju kvasca. Općenito, čimbenici koji povećavaju brzinu fermentacije, kao što su (biomasa kvasca, prisutnost kisika, temperatura, dostupnost dušika) također povećavaju stvaranje viših alkohola (Ribéreau-Gayon i sur., 2006).

2.4.2. Esteri

Esteri su organski spojevi koji nastaju reakcijom esterifikacije između alkohola i karboksilnih kiselina. Oni su zaslužni za formiranje voćnih aroma vina. Postoji veliki broj različitih alkohola i kiselina u vinu, pa je i broj estera također vrlo velik. Najveći dio estera nastaje tijekom alkoholne fermentacije, dok manji dio kod dozrijevanja i starenja vina. Razlikujemo dvije skupine estera, a to su acetatni i etilni esteri. Acetatni esteri nastaju reakcijom etanola i viših alkohola s octenom kiselinom, dok etilni esteri nastaju reakcijom alkohola s masnim kiselinama. Esteri imaju važnu ulogu u formiranju arome vina, prvenstveno kod bijelih vina. Unatoč tome, njihova koncentracija se smanjuje tijekom samog starenja i dozrijevanja vina jer s podložni hidrolizi i hlapljenju (Ribéreau-Gayon i sur., 2006).

2.4.3. C – 13 norisoprenoidi

Oksidacijskom razgradnjom karotenoida u grožđu nastaju spojevi koji sadrže 13 i 14 ugljikovih atoma, ali mogu sadržavati i manji broj atoma. Spojevi sa 13 C – atoma su posebno zanimljivi s aromatskog aspekta, te njih nazivamo C – 13 norisoprenoidima. Ovi se spojevi dijele u dvije skupine, a to su jononi i damaskoni. Svakog od njih možemo naći u tri izomerna oblika (α , β , γ). Glavni nosioci primarne arome vine iz grupe C – 13 norisoprenoida su β – damaskenon koji je intenzivnog voćno – cvjetnog mirisa i β – jonon čiji miris podsjeća na ljubičicu (Ribéreau-Gayon i sur., 2006).



Slika 2. *Strukturne formule najznačajnijih C - 13 norisoprenoida*

(Izvor: www.researchgate.net)

2.4.4. Metokspirazini

Metokspirazini su dušični heterociklički spojevi nastali metabolizmom aminokiselina koje se nalaze u grožđu. Ovi spojevi su jako intenzivnog mirisa i najčešće imaju niski prag detekcije (1 – 2 mg/L u vodi). Metokspirazini su zaslužni za zelenu i vegetalnu aromu koji nalazimo u vinima i to najviše kod sorta 'Sauvignon bijeli' i 'Cabernet Sauvignon'. U najvišim koncentracija ih nalazimo u grožđu koje nije u punoj zrelosti i najčešće potječe iz hladnijih klimata jer su lako hlapljivi na većim temperaturama. Najvažniji predstavnici metokspirazina u vinu su 3–izobutil– 2 – metokspirazin (IBMP) i 3 – izopropil – 2 – metokspirazin (IPMP) (Ribéreau-Gayon i sur., 2006).

2.4.5. Terpeni

Terpeni su velika grupa spojeva koji su strukturno različiti , a nalazimo ih u biljnom svijetu. Osnovni strukturni element ovih spojeva je jedinica od 5 ugljikovih atoma. Stoga se podjela terpena temelji na broju C – 5 atoma odnosno izoprenskih jedinica. Glavni nositelji primarne arome vina iz skupine terpena su monotepeni i seskviterpeni. Monoterpeni se sastoje od dvije izoprenske jedinice (10 C-atoma), dok seskviterpeni sadrže tri izoprenske jedinice (15 C-atoma). U grožđu ih nalazimo u malim količinama, ali svojim intenzivnim mirisom mogu uvelike utjecati na senzorna svojstva samog vina. Terpeni mogu biti u slobodnom i vezanom obliku. Slobodni terpeni su jedini koji imaju značajniji utjecaj na miris. Neki od najvažnijih predstavnika terpena u grožđu i vinu su terpenski alkoholi poput geraniola, linalola, nerola i citronelola (Ribéreau-Gayon i sur., 2006).

2.5. Sorta 'Moslavac' (syn. Pušipel)

'Moslavac' syn. 'Pušipel' je bijela sorta vinove loze (*Vitis Vinifera* L.) koja je najvećim dijelom proširena na području jugoistočne Europe (Maletić i sur., 2015 a). Točno podrijetlo zasad još nije poznato, ali pretpostavlja se da potječe iz Hrvatske sa područja Moslavine. Najviše je rasprostranjena u štajerskom dijelu Slovenije gdje je poznata pod sinonimom 'Šipon', zatim u Mađarskoj pod nazivom 'Furmint', a u manjoj mjeri je ima i u Austriji, Njemačkoj i Italiji (Mirošević i Turković, 2003). Prema zadnjim istraživanjima poznati su i roditelji ove sorte, a to su 'Belina Starohrvatska' i 'Alba Imputotato' (Maletić i sur., 2015 a).

Na području Hrvatske, sortu 'Moslavac' najviše susrećemo u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, odnosno u Međimurskom vinogorju gdje je poznatija pod imenom 'Pušipel' što je zapravo stari narodni naziv za tu sortu. Sam naziv 'Pušipel' ujedno se koristi kao oznaka robne marke, te je prema Pravilniku o dodjeli robne marke Pušipel određen minimum kvalitete koji je potrebno zadovoljiti kako bi vino od ove sorte vinove loze moglo biti obilježeno tom oznakom. Prinosi kod ove sorte su relativno visoki te kako bi se zadovoljila viša kategorija kvalitete potrebno je kontrolirati prinos grožđa. Redukcijom prinosa, možemo dobiti izvrsnu sirovinu koja se može koristiti za proizvodnju cijelog raspona stilova vina. Od 'Pušipela' se danas najčešće proizvode suha i polusuha bijela vina, mirisno i okusno neutralna s izraženom kiselošću. Također, od ove sorte se također mogu napraviti kompleksnija vina koja dozrijevaju duži niz godina u drvenim bačvama. Zbog tanke kožice 'Pušipel' je jako podložan napadu plemenite plijesni (*Botrytis Cinerea*) te u dobrim vinogradarskim godinama daje jako dobru sirovinu za proizvodnju predikatnih vina. Uz to, zbog visoke ukupne kiselosti u moštu vrlo je pogodan i za proizvodnju pjenušaca. Ova sorta zbog svoje široke proizvodne primjene ima jako velik potencijal te vinogradima i vinarima daje veliku mogućnost da od ove sorta izvuku ono najbolje kako bi postigli vrhunsku kakvoću u svim kategorijama kvalitete.



Slika 3. Grožđe sorte 'Pušipel'

(Izvor: www.austrianwine.com/our-wine/grape-varieties/white-wine/furmint)

2.5.1. Ampelografska svojstva sorte 'Pušipel'

Vršci mladica su pahuljasti, bjelkasti, dok su vitice karakteristično slabo razvijene (Mirošević i Turković, 2003). Cvijet je dvospolan, morfološki i funkcionalno hermafroditan (Maletić i sur., 2015 a). Odrasli list je okruglast, velik, cijeli ili trodijelan. Sinus peteljke je otvoren u obliku lire, 3 često ima preklopljene dijelove plojke. Gornji postrani sinusi su uski, plitki, preklopljeni ili manjkaju, dok donji postrani sinusi manjkaju ili su sasvim plitki. Naličje na rebrima je pušteno, inače baršunasto, dok je lice zagasito zeleno. Plojka je srednje debela žljebasta, a površina glatka. Zupci su nejednaki, veliki, široki, dosta oštri. Peteljka lista je srednje debela, crvenkasta te kraća od glavnog rebra. Zreo grozd je srednje velik, nejednako gust, duguljast, jednostavan, rijetko s ograncima. Peteljka grozda je kratka i drvenaste strukture. Zrele bobice su srednje velike, zelenkastožute boje, na sunčanoj strani sa hrđastim mrljama, oprasene, te okruglastog do jajolikog oblika. Kožica je nešto tanja, prozirna i protkana žilicama. Meso je sočno, dok je sok sladak i kiselkastog okusa.

Rozgva je dosta debela i jako prugasta. Kora je karakteristično svijetlosmeđa, na koljencima nešto tamnija, s crnim točkama (Mirošević i Turković, 2003). Vegetacijski kreće kasno i spada u srednje bujne do bujne sorte. Ima veliku osjetljivost na pepelnicu, ali također i na plemenitu plijesan zbog mekane i tanke kože. Rodnost kod ove sorte je jako dobra pa su stoga i prinosi vrlo visoki (Maletić i sur., 2015 a).

2.6. Robna marka 'Pušipel'

Robna marka „Pušipel“ namijenjena je označavanju kvalitetnih i vrhunskih vina proizvedenih od grožđa sorte 'Moslavac' i to isključivo samo vina od proizvođača sa sjedištem i preradbenim kapacitetima u Međimurskoj županiji i sa proizvodnim nasadima na području Međimorskog vinogorja. Isto tako robna marka „Pušipel“ zaslužna je i za poticanje povećanja proizvodnje, podizanje razine kvalitete i proizvodnih tehnologija u vinogradima i podrumima te promociji i prodaji tog vina. Vina robne marke „Pušipel“ dijele se u dvije kategorije, a to su: Pušipel classic – vina redovne berbe i Pušipel prestige – predikatna vina. Proizvodnja grožđa za vino „Pušipel“ mora biti prilagođena ovisno o položaju, starosti nasada, razmaku sadnje i postizanju minimalnih količina šećera u grožđu u trenutku berbe koja za kategoriju vina Pušipel classic iznosi 84 ° Oe, a za kategoriju Pušipel prestige 94° Oe. Vinogradi na kojima se proizvodi grožđe za proizvodnju vina „Pušipel“ moraju imati takve prirodne uvjete i sustav proizvodnje koji će im omogućiti da proizvedeno grožđe, odnosno vino postigne razinu kvalitete određenu Pravilnikom, kao i one karakteristike koje su specifične za sortu i podneblje. Sve agrotehničke mjere koje prekomjerno povećavaju proizvodnju na račun kvalitete su zabranjene.

Na inicijativu Udruge međimurskih vinara „Hortus Croatiae“ za vino „Pušipel“ specijalno je dizajnirana boca u kojoj se vino smije stavljati na tržište te je tako 'Pušipel' prva sorta vinove loze u Hrvatskoj koja ima svoju zaštićenu bocu. Svaka boca na sebi sadrži ugraviran natpis Međimurje sa logom „Hortus Croatiae“, a na vrhu boce je istaknuta markica odnosno zaštićeni žig 'Pušipel' (Pravilnik o dodjeli robne marke „Pušipel“, 2018).



Slika 4. Zaštićena boca za vino 'Pušipel'

(Izvor: www.jutarnji.hr/dobrahrana)

3. Materijali i metode

3.1. Berba grožđa i karakteristike sirovine

Za provedbu pokusa usporedbe vina dobivenog tehnologijom karbonske maceracije i klasične vinifikacije na bijelom grožđu koristili smo sortu 'Pušipel'. Grožđe je uzgojeno na lokalitetu Železna Gora u sklopu općine Štrigova na području Međimurskog vinogorja. Sam vinograd je podignut prije 10-ak godina na blago nagnutom terenu, te je zasađen na tlu koje je pretežito ilovasto. Redovi se pružaju u smjeru sjever – jug čime osiguravamo veći broj sunčanih sati što ima dodatan utjecaj na buduću kvalitetu grožđa, a prvenstveno zbog nakupljanja većeg sadržaja šećera kojeg ovoj sorti obično nedostaje.

Berba grožđa bila je odrađena 3.10.2024. godine i to u ranijim jutarnjim satima kada je temperatura grožđa bila niža što osigurava bolje očuvanje aroma kasnije tijekom same prerade. Grožđe je bilo dobrog zdravstvenog stanja bez većih tragova bolesti koji bi mogli potencijalno smanjiti kvalitetu budućeg vina. Berba je bila ručna i grozdovi su se stavljali u kašete kapaciteta 15 kg kako ne bi došlo pucanja bobica i istjecanja soka. Pabrano grožđe sadržavalo je 85 Oe°, dok je ukupna kiselost bila visokih 10,5 g/L, što je jedna od glavnih karakteristika ove sorte. pH grožđa iznosio je 3,25.



Slika 5. Nasad Pušipela sa lokalitete Železna Gora

3.2. Provođenje karbonske maceracije

Za potrebe provođenja karbonske maceracije korišten je zatvoreni inox tank kapaciteta 140 L. Na vrhu tanka nalazio se je manometar za mjerenje tlaka unutar samog tanka, te sigurnosni ventil na popuštanje koji oslobađao pritisak CO₂ ukoliko je došlo do njegovog prevelikog nakupljanja. Sigurnosni ventil bio je namješten na popuštanje pritiska čim bi pritisak plina u tanku dosegao 0,5 bara kako ne bi dolazilo do nepotrebnog pucanja bobica i istjecanja soka pod utjecajem velikog pritiska.



Slika 6. Tank za provođenje karbonske maceracije

Neposredno prije punjenja tanka sa bobicama grožđa u tank je dodan suhi led koji osigurava da bobice dođu u atmosferu već prethodnu zasićenu sa CO₂ i ne stupe u kontakt sa kisikom, te isto tako zbog svoje niske temperature smanji temperaturu samih bobica i uspori proces oksidacije. Nakon dodatka suhog leda u tank dodane su bobice koje su već prethodno bile odvojene od peteljke kako bi izbjegli nepotrebnu ekstrakciju većih količina polifenolnih spojeva, prvenstveno tanina. Za provođenje karbonske maceracije upotrijebili smo oko 100 kg grožđa.



Slika 7. Punjenje tanka sa suhim ledom

Nakon stavljanja grožđa u tank dodana je manja količina kalijevog metabisulfita čime je koncentracija slobodnog sumporovog dioksida iznosila 15 mg/L. Uz SO_2 dodana je minimalna koncentracija askorbinske kiseline i tanina za fermentaciju. Pod utjecajem težine bobica iscijedila se je manja količina mošta na dnu tanka te je k tome još naknadno dodano oko 5 L mošta kako bi se fermentacijom potakla proizvodnja CO_2 u tanku. U taj mošt bio je inokuliran kvasac iYEAST Passion fruit (LA FOOD) koji je bio rehidriran u vodi zagrijanoj na 40 °C uz dodatak kompleksnog hranjiva za kvasce VitaFerm Ultra (Erbslöh). Proces karbonske maceracije trajao je 6 dana. Nakon toga tank smo ispraznili i stavili bobice na prešanje gdje smo dobili oko 50 L mošta. Dobiveni mošt pretočen je u tank gdje se je dalje nastavila odvijati fermentacija. Alkoholna fermentacija trajala je oko 7 dana na temperaturi od 18°C. Nakon završene alkoholne fermentacije vino je pretočeno s taloga i sulfirano gdje smo razinu slobodnog SO_2 podigli na 25 mg/L. Prije punjenja u boce vino je bistreno bentonitom i kasnije je dodan CMC zbog stabilizacije vina na tartarate. Vino smo filtrirali manjim pločastim filterom.

Ostatak grožđa prošao je standardnu vinifikaciju za bijela vina. Prvo je uslijedilo runjanje i muljanje grožđa gdje smo dobiveni masulj sulfitirali kalijevim metabisulfitom i podigli razinu slobodnog SO₂ na 15 mg/L. Uz SO₂ dodali smo manju količinu askorbinske kiseline i tanina za fermentaciju. Nakon toga slijedilo je prešanje grožđa gdje smo dobili mošt koji je pretočen u zatvoreni inox tank na fermentaciju. U mošt je inokuliran kvasac iYeast passion fruit (La Food) u dozi 25g/l koji je prethodno rehidriran u vodi zagrijanoj na 40 °C uz dodatak organskog hranjiva za kvasce VitaDrive (Erbslöh) u istoj dozi. Alkoholna fermentacija trajala je oko 14 dana na temperaturi od 18 °C. Nakon završene alkoholne fermentacije vino je pretočeno s taloga i sulfitirano plinovitim SO₂ gdje je razina slobodnog SO₂ podignuta na 25 mg/L. Vino je bistreno bentonitom, a kasnije je dodan CMC radi stabilizacije na tartarate.



Slika 8. Bobice grožđa prije provođenja karbonske maceracije



Slika 9. *Bobice grožđa nakon provođenja karbonske maceracije*

3.3 Fizikalno - kemijska analiza vina

Osnovna analiza uzoraka vina provedeno je standardnim metodama objavljenima od strane OIV-a (Međunarodne organizacije za lozu i vino sa sjedištem u Parizu) u Laboratoriju za grožđe, mošt i vino Zavoda za vinogradarstvo i vinarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu.

3.3.1. Određivanje alkoholne jakosti

Vrijednost alkoholne jakosti određena je u Kjeldahovoj tikvici metodom destilacije na način da se alkohol izdvojio iz vina kao destilat te se njegova specifična težina usporedila s specifičnom težinom vode na 20°C. Količina alkohola se iz dobivenih vrijednosti pomoću odgovarajućih tablica očitava u g/L, a potom se iz tih vrijednosti očitava vol % alkohola. Rezultat je definiran korištenjem Riechardovih tablica. Analiza koja je obuhvatila određivanje specifične težine provedena je metodom piknometrije.

3.3.2. Određivanje ukupnog suhog ekstrakta

Ukupni ekstrakt u vinu analiziran je iz ostatka nakon destilacije u Kjeldahovoj tikvici te je izražen u g/L dok je ekstrakt bez šećera (razlika između ukupnog suhog ekstrakta i ukupnog šećera) izmjeren nakon što je od količine ukupnog ekstrakta oduzeta količina rezidualnog šećera koji predstavlja vrijednost ekstrakta bez šećera minus vrijednost nehlapljivih kiselina izraženih kao vinska.

3.3.3. Određivanje hlapljive kiselosti

Određivanja hlapljive kiselosti (izražena kao octena u g/L) provedeno je njezinim odvajanjem iz uzorka putem destilacije u struji vodene pare. Nakon destilacije uzoraka vodenom parom, nekoliko kapi fenolftaleina dodaje se u dobiveni destilat koji se potom titrira sa 0,1 M NaOH do pojave svijetlo ružičaste boje koja se mora zadržati barem 30 sekundi. Utrošak natrijevog hidroksida nakon pojave svijetlo ružičaste boje pomnožen je sa 1,2 čime se definira koncentracija hlapljive kiselosti.

3.3.4. Određivanje ukupne kiselosti

Ukupna kiselost (g/L) određena je metodom direktne titracije koja se bazira na neutralizaciji svih kiselih frakcija otopinom neke lužine. Na osnovi utroška natrijevog hidroksida koji se množi sa 0,75 izračuna se ukupna kiselost izražena kao vinska kiselina pri čemu se kao indikator koristi bromtimol plavi.

3.3.5. Određivanje pH vrijednosti

pH vrijednost mjeri se potenciometrijski pomoću pH metra sa skalom kalibriranom u jedinicama pH tako da omogućava mjerenja do točnosti od najmanje 0,05 pH jedinice.

3.3.6. Određivanje slobodnog, vezanog i ukupnog sumporovog dioksida

Određivanje slobodnog sumporovog dioksida (mg/L) u uzorcima vinima provedeno je metodom po Paulu. Metoda se temelji na oslobađanju sumporovog dioksida iz zakiseljenog uzorka vina (dodatkom 25 %-tne ortofosforne kiseline) u struji zraka te njegovim vezanjem na vodik peroksid pri čemu nastaje sumporna kiselina. Kao indikator koristi se mješavina metilen crvenog i metilen plavog te se titrira sa 0,01 M NaOH do pojave maslinasto zelene boje. Slobodni SO_2 dobije se množenjem utroška NaOH s 32. Vezani SO_2 (mg/L) određuje se iz uzorka vina koje je nakon određivanja slobodnog SO_2 ostalo u tikvici za kuhanje te se uz ponovno dodavanje indikatora zagrijava pod malim plamenom uz lagano vrenje točno 10 minuta. Množenjem utrošenog 0,01 M NaOH s 32 dobije se vezani SO_2 . SO_2 ukupni (mg/L) dobije se zbrajanjem vrijednosti slobodnog i vezanog SO_2 .



Slika 10. *Određivanje vezanog sumporovog dioksida*

3.3.7. Određivanje sadržaja pepela

Pepeo u vinu određen je spaljivanjem ostalog taloga nakon isparavanja uzoraka u mufolnoj peći na 525 °C . Nakon spaljivanja masa pepela množi se s 50 te se dobiveni rezultat prikazuje u g/L.

3.3.8. Određivanje organskih kiselina, glicerola i ukupnih fenola

Određivanje navedenih parametara provedeno je na Lyza 5000 Wine FTIR Analyzer, Anton Paar GmbH, Austrija

3.4. Određivanje hlapljivih aromatskih spojeva

Analiza hlapljivih spojeva vina provedena je primjenom vezanog sustava plinske kromatografije (Thermo Scientific Trace 1300) -spektrometar masa (Thermo Scientific ISQ 7000) uz prethodnu izolaciju analita mikroekstrakcijom na čvrstoj fazi u izvedbi klina (engl. Solid Phase Microextraction Arrow) pomoću automatiziranog sustava za pripravu uzoraka. Kao čvrsta faza korišten je sustav CAR-PDMS-DVB. U posudicu za uzorke dodano je 5 mL vina i 2,5 g NaCl. Prije same adsorpcije na čvrstu fazu, uzorak je uravnotežen pri 55 °C u trajanju od 10 min. Adsorpcija analita provedena je pri 55 °C u trajanju od 60 min. Desorpcija je provedena u injektoru tekućinskog kromatografa pri 250 °C u trajanju od 7 min. Kromatografska analiza provedena je pomoću TR-Wax kolone (60 m x 0,25 mm x 0,25 µm) uz temperaturni program u rasponu temperatura od 40 do 210 °C. Snimanje spektara masa provedeno je praćenjem struje svih iona u rasponu od 20 do 500 m/z dok je energija elektrona bila 70 eV. Identifikacija je provedena pomoću usporedbe vremena zadržavanja, retencijskih indeksa te usporedbom spektara masa s onima u NIST 17 i Wiley 12 bazi podataka.

4. Rezultati i rasprava

4.1. Rezultati osnovne analize vina

Tablica 1. *Rezultati osnovne analize vina*

	Kontrola	Karbonska maceracija
Alkohol vol%	11,8 ^a	10,0 ^b
Ekstrakt ukupni g/L	21,1	21,4
Šećer reducirajući	1,9	2,1
Ekstrakt bez šećera g/L	20,2	20,3
Glicerol g/L	6,0 ^b	6,7 ^a
Ukupna kiselost (kao vinska) g/L	7,1	7,0
Vinska kiselina g/L	1,74	1,84
Jabučna kiselina g/L	1,88	1,86
Mliječna kiselina g/L	-	-
Hlapljiva kiselost (kao octena) g/L	0,29	0,17
pH	3,41 ^a	3,29 ^b
SO ₂ slobodni mg/L	8	8
SO ₂ vezani mg/L	41 ^b	89 ^a
SO ₂ ukupni mg/l	49 ^b	97 ^a
Ukupni fenoli mg/L	360 ^b	470 ^a

Različita slova u eksponentu unutar istog retka označavaju statistički značajne razlike ($p < 0,05$)

Iz rezultata koji su navedeni u Tablici 1. jasno je vidljivo da se vino proizvedeno klasičnom vinifikacijom i vino dobiveno karbonskom maceracijom nije značajno razlikovalo kod većine parametara. Najveća razlika utvrđena je sadržaju alkohola što je u skladu sa literaturnim podacima (Gutiérrez i sur. 2023) koji ukazuju na mogućnost korištenja karbonske maceracije sa ciljem redukcije etanola. Vino 'Pušipel' proizvedeno karbonskom maceracijom imalo je značajno niži sadržaj alkohola. Karbonska maceracija imala je i pozitivan utjecaj na sintezu glicerola pri čemu je utvrđeno povećanje od 0,7 g/L u odnosu na kontrolno vino. Suprotno literaturnim podacima (Flanzy i sur. 1987) koji ukazuju na značajnu enzimatsku razgradnju jabučne kiseline u etanol, sukcinu i aminomaslačnu kiselinu vino 'Pušipel' dobiveno karbonskom maceracijom imalo je niži pH te se nije razlikovalo u sadržaju pojedinačnih organskih kiselina u odnosu na kontrolnu varijantu. Iako je ekstrakcija fenolnih spojeva primjenom karbonske maceracije manje naglašena u odnosu na klasičnu maceraciju ipak je utjecala na značajnu veću koncentraciju ukupnih fenola u odnosu na kontrolnu varijantu.

4.2. Rezultati analize hlapljivih aromatskih spojeva

Tablica 2. *Koncentracija pojedinačnih hlapljivih aromatskih spojeva*

Kemijski spoj (µg/L)	Kontrola	Karbonska maceracija
1-Butanol	157,90	78,16
1-Dekanol	3,06	3,40
1-Heksanol	680,24	221,88
1-Nonanol	0,20	4,34
1-Oktanol	6,89	39,58
1-Okten-3-ol	14,62	32,72
1-Pentanol	0,16	38,48
1-Propanol	1064,43	921,28
2,3-Butandiol, izomer 1	239,33	305,11
2,3-Butandiol, izomer 2	1177,87	1521,15
3,7-Dimetil-3,6-oktadien-1-ol	1,00	5,61
3-Etoksi-1-propanol	0,86	15,29
3-Heksen-1-ol, (E)	9,25	2,40
3-Heksen-1-ol, (Z)-	79,68	32,38
3-Metil-1-pentanol	24,24	19,64
4-Metil-1-pentanol	8,19	10,72
4-Vinilgvajakol	303,80	115,40
Benzil alkohol	65,23	27,40
Eugenol	18,54	47,17
Feniletanol	14565,01	26921,02
Gvajakol	196,53	56,58
Izoamil alkohol	93375,40	80468,31
Izobutanol	10182,68	5020,59
Σ viših alkohola	122177,27^a	115926,69^b
4-Hidroksi-β-ionon	2,93	7,66
beta-Ionon	0,09	2,00
beta-Damaskenon	15,12	17,37
TDN	2,45	4,42
TPB	2,01	1,32
Vitispirane A	7,48	24,14
Vitispirane B	15,68	36,84
Σ C13 norisoprenoida	45,76^b	93,76^a
2-Etil-1-heksanol	n.a.	1,53
2-Metilbutil oktanoate	3,40	2,22
Dietil-malat	n.a.	12,16
Dietil-sukcinat	16,89	3,56
Etil 3-hidroksibutanoat	57,04	142,35

Etil 4-hidroksibutanoat	901,44	651,61
Etil 9-heksadekenoat	1,92	0,00
Etil heksadekanoat	18,87	2,35
Etil-2-dekenoat	1,99	0,17
Etil-2-Heksenoat	0,10	0,27
Etil-2-hidroksipropanoat	485,61	396,59
Etil-3-hidroksiheksanoat	2,24	2,95
Etil-3-metilbutanoat	3,71	2,66
Etil-butanoat	229,93	146,26
Etil-dekanoat	2278,96	709,42
Etil-dodekanoat	8,92	2,82
Etil-heksanoat	358,51	227,06
Etil-heptanoat	0,44	1,16
Etil-oktanoat	369,83	139,06
Etiloktil-sukcinat	21,66	6,56
Etil-pentadekanoat	6,76	1,02
Etil-pentanoat	n.a.	0,93
Feniletil-acetat	52,96	60,55
Heksil-acetat	57,61	5,51
Heptil-acetat	0,53	0,90
Izoamil-acetat	2194,79	1714,24
Izoamil-dekanoat	2,00	1,40
Izopentil-heksanoat	3,56	19,66
Metil-dekanoat	200,82	71,11
Metil-heksanoat	n.a.	1,11
Oktil-oktanoat	0,71	0,13
Pentil-acetat	28,02	5,43
Σ estera	7309,24^a	4332,75^b
2-Etilheksanska kiselina	25,02	74,59
3-Hidroksidodekanska kiselina	2,15	1,63
3-Metilbutanska kiselina	27,22	114,21
4-Metilpropanska kiselina	21,15	8,43
9-Dekanska kiselina	0,11	3,98
Butanska kiselina	11,27	7,38
Dekanska kiselina	1,36	2,92
Dodekanska kiselina	16,98	3,58
Heksanska kiselina	5734,34	2661,14
Heptanska kiselina	13,43	28,00
Oktanska kiselina	15782,44	10045,21
Propanska kiselina	3,81	6,21
Σ kiselina	21639,34^a	12957,42^b
(E)-β-Farnesen	0,27	0,13
alfa-Farnesen	1,87	0,90

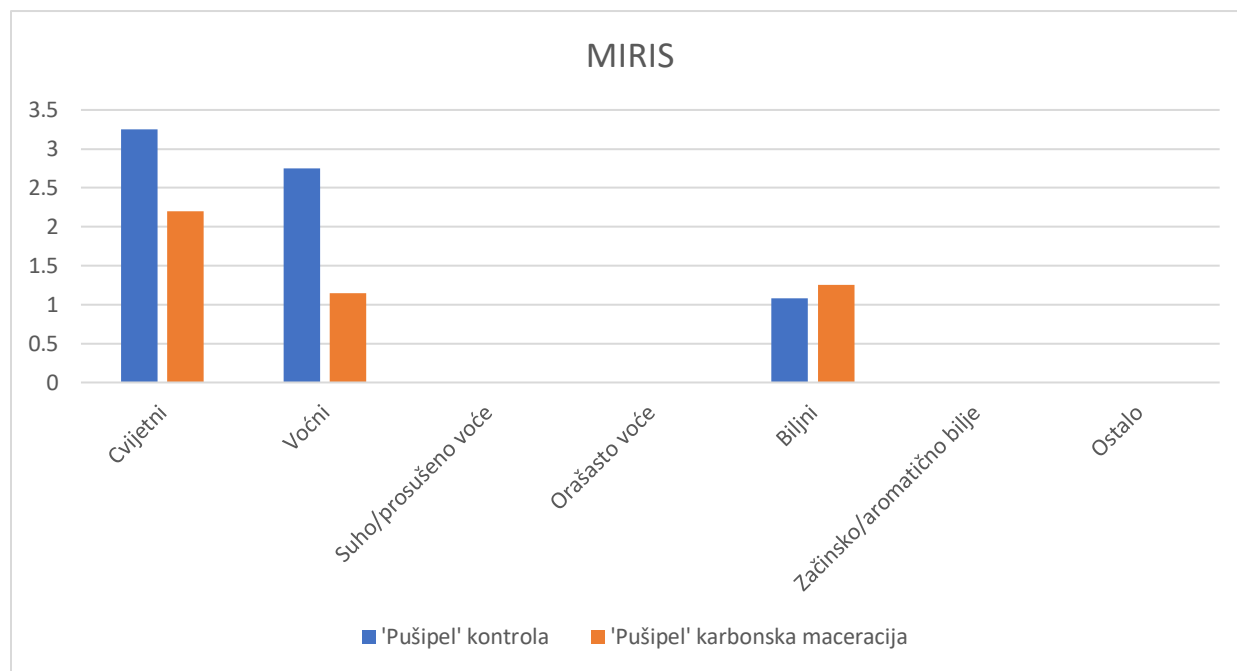
alfa-Ocimen	0,34	0,57
Citronelil-acetat	0,17	n.a.
Citronelol	1,81	3,71
delta-3-Karene	0,18	n.a.
Dihidromircenol	86,49	42,65
Eukaliptol	n.a.	0,16
gamma-Terpinen	0,01	1,06
Geranijska kiselina	n.a.	4,21
Geranil-format	1,86	2,19
Geraniol	2,65	3,45
Hotrienol	1,27	4,04
Limonen	0,18	1,11
Linalol oksid, furan	3,82	0,04
Nerol	0,01	0,83
Nerol oksid	3,16	3,83
Terpinen-4-ol	2,50	2,00
<i>trans</i> -Farnesol	0,35	0,02
<i>trans</i> -Ocimenol	0,47	n.a.
α -Terpinen	0,32	0,42
α -Terpineol	2,11	9,54
Σ terpena	109,83^a	80,86^b

Različita slova u eksponentu unutar istog retka označavaju statistički značajne razlike ($p < 0,05$)

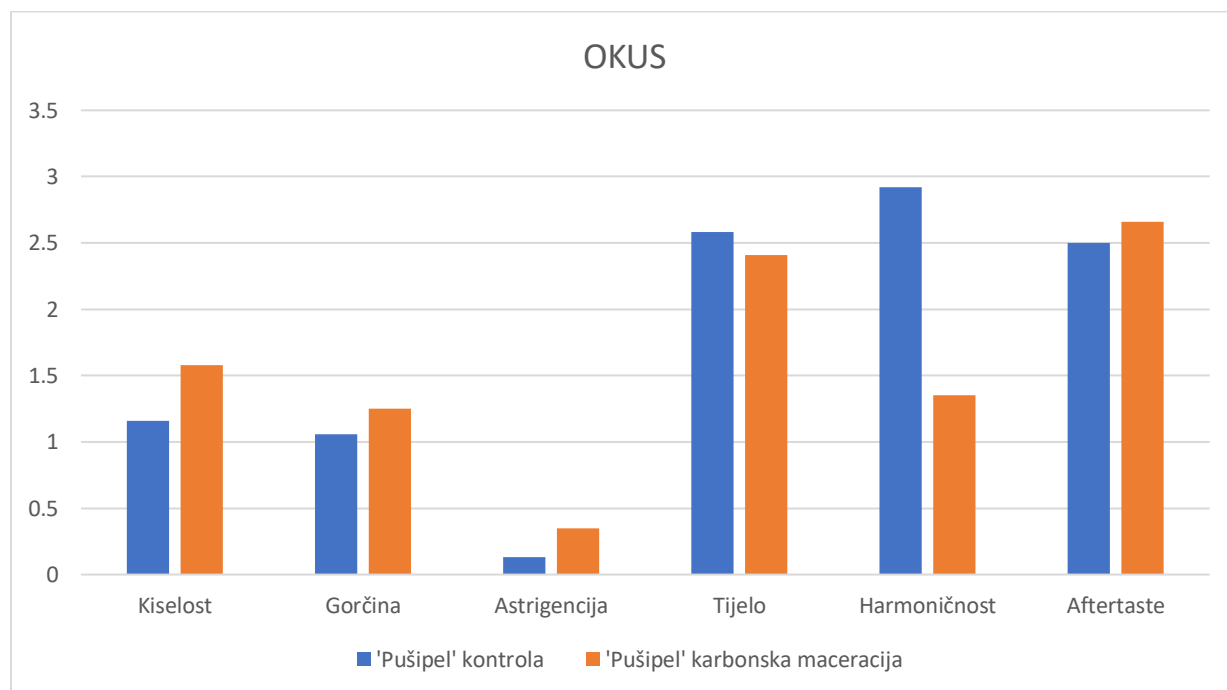
Rezultati iz Tablice 2. ukazuju na jasne razlike u koncentraciji pojedinih hlapljivih spojeva kod vina dobivenog klasičnom metodom vinifikacije i vina dobivenog metodom karbonske maceracije. Prema podacima možemo vidjeti kako je veća koncentracija hlapljivih spojeva u kontrolno uzorku, odnosno vinu dobivenom klasičnom vinifikacijom. Tako je kontrolni uzorak imao ukupno višu koncentraciju viših alkohola, estera, kiselina i terpena. Vino proizvedeno metodom karbonske maceracije imao je višu koncentraciju samo jedne skupine hlapljivih aromatskih spojeva i to su bili C – 13 norisoprenoidi. Među njima je potrebno istaknuti beta ionon, beta damaskenon i TDN koji su doprinijeli specifičnosti same arome vina koja nije zabilježena kod uzorka dobivenog klasičnom vinifikacijom. Prema Ducruet (1984) u vinima dobivenim karbonskom maceracijom posebice su zabilježene više koncentracije etil cinamata, i etil dekanoata što u našem slučaju nije zabilježeno. Na temelju ovih rezultata možemo zaključiti kako metoda karbonske maceracije nije pretjerano utjecala na nakupljanje hlapljivih aromatskih spojeva što može biti posljedica toga što tijekom enzimatske aktivnosti u samoj bobici nije došlo do dovoljnog izdvajanja primarnih nosioca aroma u mošt tijekom maceracije. Pored toga, ovakav tip vina namijenjen brzim puštanjem na tržište te kao takvo ovo vino nema priliku predugog dozrijevanja kojim bi se potencijalno moglo utjecati na stvaranje većih koncentracija pojedinih kemijskih spojeva radi formiranja kompleksnosti arome vina.

4.3. Rezultati senzornog ocjenjivanja vina

Graf 1. Rezultati senzorne analize vina – miris



Graf 2. Rezultati senzorne analize vina – okus



Senzorna analiza vina provedena je na Agronomskom fakultetu, Zavodu za vinogradarstvo i vinarstvo u sklopu modula Senzorna svojstva i ocjenjivanje vina. U ocjenjivanju je sudjelovalo 10 studenata te 2 certificirana ocjenjivača. Pri ocjenjivanju je korištena metoda ocjenjivanja u paru. Ocjenjivači su morali od dva ponuđena uzorka odabrati onaj bolje kakvoće. Uz to uzorci su ocijenjeni i opisnom metodom pri čemu su korišteni listići za opisno ocjenjivanje.

Od 12 ocjenjivača njih 11 je boljim ocijenilo kontrolni uzorak vina 'Pušipel' koji je dobiven klasičnom metodom vinifikacije za bijela vina. Prema rezultatima senzornog ocjenjivanja, boja je ocijenjena podjednako u kategoriji nijanse, dok je boja kod karbonske maceracije bila nešto intenzivnija. Prema rezultatima iz Grafa 1. utvrđeno je da kontrolni uzorak vina 'Pušipel' ima izraženiji miris nego vino karbonske maceracije. Aroma vina povezana je sa cvjetnim mirisima na bazgu, lipu, jorgovan i ljubicu, te također i sa voćnim mirisima na marelicu, ananas, dunju i limun. Iz Grafa 2. je vidljivo kako je uzorak vina 'Pušipel' karbonske maceracije iz kategorije okusa imao veću kiselost, gorčinu i aftertaste, dok je kontrolni uzorak 'Pušipela' imao jače tijelo, punoću i harmoničnost okusa.

Prema ovim rezultatima senzorne analize možemo zaključiti kako metoda karbonska maceracija na sorti 'Pušipel' nije u potpunosti doprinijela formiranju vina odgovarajućih senzornih karakteristika tipičnih za ovaj način proizvodnje.

5. Zaključak

U ovom diplomskom radu opisana je primjena karbonske maceracije na bijeloj sorti grožđa 'Pušipel' koja je uspoređena sa klasičnom metodom vinifikacije za bijela vina. Zbog svojih proizvodnih karakteristika pogodna je za proizvodnju svih vinskih stilova, od pjenušaca, mirnih vina pa sve do vrhunskih predikata. Dakako, treba spomenuti kako dosad najbolje rezultate daje u proizvodnji laganih i svježih vina.

Karbonska maceracija, kao tehnologija proizvodnje, na sorti 'Pušipel' u ovom radu pokazala je uglavnom brojne nedostatke koji su se očitovali u samom okusu i mirisu vina. Iz svih analitičkih i senzornih mjerenja može se jasno zaključiti da je vino proizvedeno klasičnom metodom vinifikacije dalo bolje rezultate nego vino dobiveno karbonskom maceracijom. Te su se razlike najviše očitovale u sadržaju alkohola, ukupnoj kiselosti, sadržaju ukupnih fenola i hlapljivih aromatskih spojeva. Uz to, senzornim ocjenjivanjem vina utvrđeno je kako je kontrolni uzorak zasigurno boljih senzornih karakteristika što se tiče boje, okusa, mirisa, a na kraju i općeg dojma.

Unatoč tome, daljnjim istraživanjem i eksperimentiranjem različitih novih tehnologija proizvodnje vina, među kojima je i karbonska maceracija, postoji mogućnost dobivanja zanimljivih rezultata po pitanju kvalitete vina. Primjerice, promjenom samih parametara tijekom karbonske maceracije kao što su duljina trajanja, temperatura, pritisak CO₂, i sl., te samo ulaganje u opremu za provođenje istoga, mogli bi značajno utjecati na konačan proizvod. Stoga, provođenje novih tehnologija vinifikacije na sorti 'Pušipel' bi trebao postati novi izazov za buduće generacije međimurskih vinara koji žele istražiti nove mogućnosti proizvodnje 'Pušipela', ali i ponuditi novi proizvod koji bi u budućnosti mogao unaprijediti razvoj Međimurskog vinogorja.

6. Literatura

1. Gutiérrez A. R., Portu J., Lopez R., Garijo P., Gonzalez-Arenzana L., Santamaría P. (2023), Carbonic maceration vinification: A tool for wine alcohol reduction, ICVV, Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino, Spain
2. Ducruet V. (1984), Comparison of the headspace volatiles of carbonic maceration and traditional wine
3. Flanzy, C., Flanzy M., Bernard P. (1987), La vinification par la maceration carnonique, Paris
4. Maletić E., Karoglan Kontić J., Pejić I., Preiner D., Šimon S., Husnjak S., Marković Z., Andabaka Ž., Stupić D., Žulj Mihaljević M., Merkaš S. (2015 a), Sorte vinove loze Hrvatskog zagorja, Krapina
5. Međimurska županija (2018), Pravilnik o dodjeli robne marke „Pušipel“ za vino Moslavac, proizvedeno na području vinogorja Međimurje, Čakovec
6. Mirošević N., Turković Z. (2003), Ampelografski atlas, Golden marketing: Tehnička knjiga, Zagreb
7. Pravilnik o Nacionalnoj listi priznatih kultivara vinove loze, Narodne novine (broj 32/19, 2019)
8. Ribéreau-Gayon P., Glories P., Maujean Y., Dubourdieu D. (2006), Handbook of Enology: The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments, Volume 2, 2nd edition, John Wiley & Sons
9. Jackson R. S. (2014), Wine Science (4th Edition), Principles and Applications of Food Science and Technology, 677-759, 9 - Specific and Distinctive Wine Styles
10. Tesniere C., Flanzy C. (2011), Carbonic maceration wines: Characteristics and winemaking process

Mrežne stranice

1. www.apprrr.hr

7. Životopis autora

Martin Jakopić rođen je 25.12.2000. godine u Čakovcu. Osnovnu školu završio je u općini Štrigova (OŠ Štrigova), a srednju školu u Čakovcu (Srednja škola Čakovec), smjer Opća gimnazija. 2019. godine upisao je preddiplomski studij Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, smjer Hortikultura. Nakon završenog preddiplomskog studija i stjecanja titule univ.bacc.ing.agr. uspješno se upisuje na diplomski sveučilišni studij, smjer Vinogradarstvo i vinarstvo.