



UNIVERZITET U BANJOJ LUCI  
UNIVERSITY OF BANJA LUKA

TEHNOLOŠKI FAKULTET

**MASTER RAD**  
**UTICAJ PROCESA MACERACIJE NA KVALITET**  
**CRVENOG VINA**

**Mentor:**

**Doc. dr Aleksandar Savić**

**Student:**

**Nemanja Ilić**

**Banja Luka, april 2018. godine**



UNIVERSITY OF BANJA LUKA

FACULTY OF TECHNOLOGY

MASTER THESIS

**The effect of maceration on red wine quality**

**Mentor:**

**Ph. D Aleksandar Savić**

**Candidate:**

**Nemanja Ilić**

**Banja Luka, april 2018.**

## **Informacije o mentoru i master radu**

Mentor: Doc. dr Aleksandar Savić  
Doktor biotehničkih nauka iz oblasti prehrambenih tehnologija, dipl.  
inž. prehrambene tehnologije, Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki  
fakultet

Naziv master rada: Uticaj maceracije na kvalitet crvenog vina

Sažetak: Crvena vina se dobijaju paralelnim postupkom maceracije i alkoholne fermentacije kljuka uz primjenu tehnika delastaže i remontaže tropa. Cilj rada je bio da se ispita uticaj maceracije na kvalitet crvenog vina od tri sorte crnog grožđa - Vranac, Merlot i Cabernet Sauvignon, kao i mogućnost upotrebe FT-NIR spektroskopije za hemijsku analizu kljuka i vina. U radu je praćena promjena velikog broja parametara kvaliteta kljuka i vina.

Dužina trajanja maceracije, kao i temperatura na kojoj se ona provodi, imali su značajan uticaj na tok fermentacije i fizičko-hemijska svojstva kljuka i vina - prije svega na boju. Takođe, ustanovljeno je da dužina maceracije nije ista za sve sorte podjednako, već, prije svega, zavisi od sorte grožđa koja se podvrgava procesu maceracije.

Upotrebom FT-IR tehnike (korištenjem OenoFoos analitičkog analizatora), omogućeno je brzo, a prije svega, tačno dobijanje vrijednosti određivanih parametara, uz dodatak samo par kapljica uzorka koji se želi analizirati. Prednosti ovog analizatora (osim kratkog vremena analize i jednostavne upotrebe) su: kompaktna FT-IR platforma za analizu, nije potreban reagens ili neki potrošni materijal, nije potrebno redovno održavanje aparata, kao ni specijalna obuka.

**Ključne riječi:** kljuk, maceracija, crveno vino, FT-IR tehnika, OenoFoss analitički analizator

Naučna oblast: Industrijski bioprocesi

Naučno polje: Industrijska biotehnologija

Klasifikaciona oznaka: T430 - Tehnologija hrane i pića

Tip odabrane licence Kreativne zajednice: Autorstvo

## **Mentor and master thesis information**

Mentor: Ph. D Aleksandar Savić  
Doctor of biotechnical sciences in the field of food technology,  
Graduate engineer of food technology  
Master thesis: The effect of maceration on red wine quality

Abstract: Red wines are obtained by a parallel process of maceration and alcohol fermentation of the mash with the application of delastage and remontage techniques. The aim of this study was to examine the effect of maceration on red wine quality from three varieties of black grapes - Vranac, Merlot and Cabernet Sauvignon, as well as the possibility of using FT-NIR spectroscopy for the chemical analysis of mash and wine. In this paper, a great number of parameters of quality of mash and wine were monitored.

Maceration duration, as well as the temperature at which it was carried out, had a significant effect on the fermentation flow and the physico-chemical properties of mash and wines - primarily on color. Also, it was found that maceration length is not the same for all varieties, but depends, especially, on the variety of grapes that undergoes maceration process.

By using the FT-IR technique (working with OenoFoods Analytical Analyzer), it is possible to quickly and, especially, accurately obtain the values of the determined parameters with the addition of only a few drops of the sample to be analyzed. The advantages of this analyzer (except short analysis time and easy use) are: a compact FT-IR analysis platform, no reagent or some consumables required, no regular maintenance is needed, and no special training.

**Key words:** mash, maceration, red wine, tropical remodeling, FT-IR technique, OenoFoods analytical analyzer.

Scientific area: Industrial bioprocesses

Scientific field: Industrial biotechnology

Classification mark: T430 – Food and drink technology

The type of selected Creative Commons license: Autorship

## Sadržaj

1. UVOD.....	5
2. PREGLED LITERATURE.....	6
2.1. MEHANIČKI SASTAV CRVENOG GROŽA .....	6
2.2. HEMIJSKI SASTAV CRVENOG GROŽDA .....	6
2.2.1. Peteljka.....	6
2.2.3. Sjemenke.....	7
2.2.4. Pokožica (egzokarp).....	8
2.2.5. Meso.....	9
2.3. FENOLNA JEDINJENJA.....	9
2.3.1. Antocijani.....	10
2.4. OPIS KORIŠTENIH SORTI GROŽDA.....	13
2.5. TEHNOLOŠKI POSTUPAK PRERADE GROŽDA I PROIZVODNJE CRVENOG VINA .....	15
2.5.1. Berba grožđa .....	15
2.5.2. Muljanje grožđa .....	17
2.5.3. Sumporisanje šire.....	18
2.5.4. Maceracija kljuka i otpočinjanje procesa alkoholne fermentacije.....	18
2.5.5. Alkoholna fermentacija.....	21
2.5.6. „Delastaža“ vina („provjetravanje vina“) .....	22
2.5.7. „Remontaža” - kvašenje tropa širom .....	24
2.5.8. Završna alkoholna fermentacija - tiho vrenje .....	24
2.5.9. Bistrenje vina i stavljanje enološkog ulja .....	25

2.6. UPOTREBA OPTIČKIH METODA I APARATA ZA ANALIZU CRVENOG VINA .....	26
3. HIPOTEZA I CILJ RAD.....	28
4. MATERIJAL I METODE RADA.....	29
4.1. BERBA GROŽĐA.....	35
4.2. MULJANJE GROŽĐA I PREBACIVANJE KLJUKA U VINIFIKATOR.....	36
4.3. VINIFIKACIJA KLJUKA - DODAVANJE KVASCA I MACERACIJA .....	37
4.4. ALKOHOLNA FERMENTACIJA.....	38
4.5. „DELASTAŽA“.....	39
4.6. „REMONTAŽA“ TROPA .....	40
4.7. ODVAJANJE KOMINE OD ŠIRE.....	40
4.8. KRAJ PROCESA FERMENTACIJE I PRETAKANJE VINA.....	41
4.9. BISTRENJE I STAVLJANJE ENOLOŠKOG ULJA .....	41
5. REZULTATI I DISKUSIJA.....	42
5.1. REZULTATI ANALIZE KLJUKA I VINA.....	42
6. ZAKLJUČAK.....	55
7. LITERATURA.....	57

## 1. UVOD

„Vino je hrana, lijek i otrov – samo je pitanje doze,“ rekao je Paracelsius, najuticajniji švajcarski ljekar iz 16. vijeka. Danas se pouzdano zna da, naročito crveno vino, ima značajnu ulogu u sprječavanju pojave arterioskleroze, infarkta miokarda, da djeluje protiv virusa i upale. Pri tom, aktivni sastojci iz vina značajno smanjuju štetno dejstvo slobodnih radikala u organizmu koji su odgovorni za štetne procese starenja (Rađen, 2016).

Vinifikacija crvenih vina u današnje vrijeme podrazumijeva nove stručne i tehnološke pojmove, modernu opremu i ne dopušta ni najmanje greške. Poboljšanje ili primjena inovativnih metoda za analizu vina je neophodno za istraživanje i kontrolu njegovog kvaliteta. Nekoliko tehnika se trenutno koristi za analizu grožđa i boje vina, uključujući visoke performanse tečne hromatografije i ultraljubičaste, vidljive, infracrvene i srednje infracrvene spektroskopije.

Iako je umjetnost vinarstva „trenirana“ vijekovima, nauka o proizvodnji vina je relativno nova. Upotreba hemijskih metoda za analizu vina omogućava praćenje kritičnih parametara, kao što su stepeni Briksa ( $^{\circ}\text{Bx}$ ) ili Eksla ( $^{\circ}\text{Oe}$ ), ukupne količine šećera u neprevrelom soku, etanola, ukupne količine isparljive kiseline, pH-vrijednost, itd. Moderna industrija vina danas treba brze i pouzdane metode, kao i tehnike kontrole kvaliteta procesa u vrlo kratkom vremenskom roku, kako bi se obezbijedio kvalitet gotovog proizvoda i udovoljili zahtjevi potrošača. Zbog toga, dva bitna faktora - brzina i niski troškovi analize su veoma važni u modernoj industriji vina.

Kontrola alkoholne fermentacije u toku proizvodnje vina je veoma bitna zbog preciznog praćenja i brzog kontrolisanja stanja supstrata (mjeranjem sadržaja šećera, etanola, fenolnih jedinjenja, kvasca, itd) i kvaliteta proizvoda. Upotreba spektroskopskih metoda za određivanje kritičnih parametara važnih za kvalitet vina posljednjih godina sve više dobija na značaju. Infracrvena spektroskopija (NIR) predstavlja brz, tačan i precizan metod koji predstavlja alternativu tradicionalnoj hemijskoj analizi vina (Kennedy i Hayasaka, 2004).

## **2. PREGLED LITERATURE**

### **2.1. MEHANIČKI SASTAV CRVENOG GROŽA**

Mehanički i hemijski sastav grožđa su važni faktori kod određenih tehnoloških postupaka u proizvodnji vina. Odnos između težine bobice i težine peteljke od velikog je značaja ne samo za randman, već i za hemijski sastav kljuka.

Grozđ vinove loze se sastoji od dva osnovna dijela: peteljke i bobice. Kod zdravog grožđa u stadiju pune zrelosti na peteljku otpada od 3 do 8 %, dok na bobice otpada od 92 do 97 %, od ukupne težine grožđa (Ribéreau – Gayon i Peynaud, 1986).

### **2.2. HEMIJSKI SASTAV CRVENOG GROŽĐA**

#### **2.2.1. Peteljka**

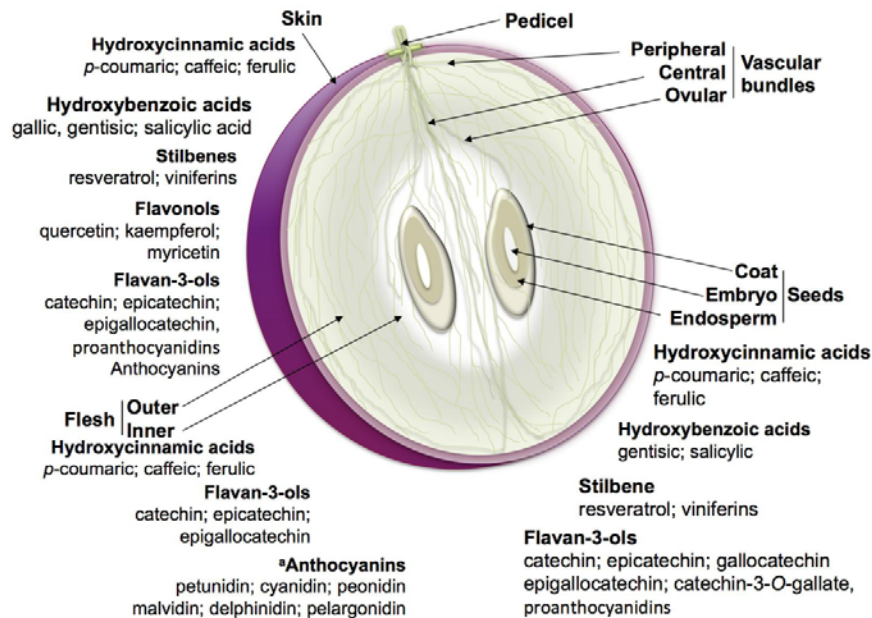
Za peteljku se može reći da predstavlja skelet grozda. Sastoji se od osnovnog dijela koji se više ili manje grana. Završava se peteljčicama koje nose cvijet, a nakon oplodnje i bobicu. Udio peteljke u grozdu vinskih sorti kreće se od 2 do 8 %, dok kod stonih sorti ovaj udio može da iznosi do 1,5 %. Takav odnos peteljke prema bobicama u grozdu može imati uticaja na randman kljuka i vina. Sorte sa manjom zastupljenošću peteljke u grozdu imaju veći randman i obrnuto (Blesić i sar., 2013).

#### **2.2.2. Bobica**

Glavni dio grozda čini bobica kao plod vinove loze, dok se za grozđ može reći da je skup plodova. U toku vegetacije bobica je kod većine sorti zelene boje i obavlja proces fotosinteze. Pokožica bobice većine crnih sorti grožđa je tamnoplava. Voštana prevlaka ili pepeljak pokriva pokožicu bobice grožđa štiteći je od prevelikog isparavanja vode i padavina, ali i nosi neke sastojke važne za rast i aktivnost vinskih kvasaca. Osim po obliku, veličini i boji bobica, pojedine se sorte međusobno razlikuju i po krupnoći svojih bobica, kao i po većoj ili manjoj zbijenosti na grozdu. Sorte sa debljom kožicom bolje podnose transport.



Glavni i najveći dio bobice čini meso sa grožđanim sokom. Udio mesa u strukturi bobice obično je preko 80%. Čelije mesa bobice su krupne, sa velikim vakuolama i tankim opnama, pa je sadržaj mesa u bobici praktično jednak sadržaju grožđanog soka (šire).



Slika 1. Šematski prikaz zrele bobice grozda i fenolnih sastojaka unutar nje (<https://www.grapeanatomy.com>)

Težina bobice u grozdu se povećava u toku vegetacije i dostiže najveću vrijednost u punoj zrelosti, kada čini 92 – 97 % težine grozda. Poslije ove faze odnos se mijenja, jer se prestankom dotoka hranjivih materija kroz peteljku određeni dio vode gubi isparavanjem, a samim tim smanjuje se i težina bobice. Ovakvo grožđe koristi se kod izbornih berbi (Blesić i sar., 2013).

### 2.2.3. Sjemenke

Najveći dio sastojaka u sjemenci su rezervni sastojci potrebni za ishranu klice, a značajni su i za tehnologiju vina. Sjemenka se sastoji od masne jezgre, koju okružuje drvena ljuska prekrivena taninskom kutikulom. Prešani kom sadrži 20 do 30 % sjemenki.

Osim vode i ugljenih hidrata, od kojih ima najviše celuloze, u hemijskom sastavu sjemenke ima najviše eteričnog ulja, prosječno 16 %.

Najviše tanina, od svih čvrstih dijelova grozda, nalazi se u sjemenci. Sazrijevanjem grožđa sadržaj taninskih jedinjenja opada. Nalaze se u vanjskom djelu sjemenke (taninska kutikula) i

Iako prelaze u vino tokom maceracije. Tehnološki postupak proizvodnje vina (naročito kod crvenih vina) utiče na ekstrakciju tanina.

Kada sjemenka dostigne fiziološku zrelost započinje prelazak azotnih materija u vinski sok. Neki od sastojaka kutikule - sjemenke, fenolni sastojci, azotna jedinjenja i fosfati djelomično su lomljivi u procesu vinifikacije, naročito kod crvenih vina. Zato se u toku prerade grožđa posebna pažnja mora posvetiti načinu upotrebe uređaja za preradu grožđa. Od jačine gnječenja zavisi u kojoj će mjeri određeni sastojci preći u kljuk. Oštete li se pritom sjemenke, počinje ekstrakcija tanina, pri čemu se dobijaju opora i gorka vina ([www.veleri.hr//Mehanički sastav grožđa](http://www.veleri.hr//Mehanički_sastav_grožđa)).

#### **2.2.4. Pokožica (egzokarp)**

Pokožica bobice grožđa poznata je i pod nazivom egzokarp. Prekrivena je voštanim slojem koji se zove kutikula. Pokožica predstavlja vanjski omotač bobice koji se sastoji od 6 do 10 slojeva ćelija. Na vanjskom su dijelu ćelije manje, a prema unutrašnjosti veće, dok su im pregrade vrlo tanke. Zahvaljujući elastičnosti ćelijskih zidova, u toku rasta i sazrijevanja bobice pokožica povećava svoj volumen. U punoj zrelosti pokožica čini 8-11% težine bobice. Pokožica bobice je prekrivena slojem pruina. Voštani sloj čini pretežno oleinska kiselina (2/3), dok ostatak (1/3) čine esteri, masne kiseline i aldehidi. Karakteristične je boje, a naziva se i voštani mašak. Ova voštana prevlaka sprječava prodiranje vode i čuva bobicu od evaporacije, a sa dozrijevanjem joj propusnost opada ([www.veleri.hr//Mehanički sastav grožđa](http://www.veleri.hr//Mehanički_sastav_grožđa)).

Tabela 1: Sadržaj pokožice grozda (Beurzeix i sar. 1972, preuzeto sa [www.veleri.hr//Mehanički sastav grožđa](http://www.veleri.hr//Mehanički_sastav_grožđa)).

<b>Sastojak</b>	<b>% u grozdu</b>
Ukupni polifenoli	12-61
Procijanidini	17-47
Taninska jedinjenja	14-50
Antocijani	100

Kod većine sorti, pokožica je jedino mjesto koje sadrži obojena jedinjenja (od crvenih sorti može se dobiti i bijelo vino), osim kod bojadisera i nekih direktno rodni hibrida koji imaju obojeni sok. Boja se počinje javljati u šari, dok svoj maksimum postiže u punoj zrelosti. Antocijani se nalaze u pokožici i zauzimaju od 3 do 4 sloja ćelija ispod epiderme. Slabo su

rastvorljivi u vodi, a naročito pri niskoj temperaturi. Uz nastali alkohol i povišenu temperature ove bojene materije prelaze u vino.

Pokožica sadrži dosta aromatskih jedinjenja, koja daju nekim sortama izražen i karakterističan miris (primarne - sortne arome), bogata je pigmentima, naročito žutim i crvenim. Ostale pigmente (hlorofil, ksantofil, karotenoidi) sadrži dok je još zelena, a u punoj zrelosti ima ih vrlo malo ([www.veleri.hr//Mehanički sastav grožđa](http://www.veleri.hr//Mehanički_sastav_grožđa)).

### **2.2.5. Meso**

Glavni dio bobice grožđa čini meso, zajedno sa grožđanim sokom. Meso bobice čine velike ćelije čiju unutrašnjost ispunjava sok - šira (zajedno se epidermom i endokarpom bobica sadrži oko 25 - 30 slojeva ćelija). U punoj zrelosti meso predstavlja 75 - 85 % težine bobice. Anatomski je bobica putem provodnih snopova povezana preko peteljke sa lišćem, odnosno korijenovim sistemom. Pomoću njih se grožđe snadbijeva asimilatima i mineralnim materijama. ([www.veleri.hr//Mehanički sastav grožđa](http://www.veleri.hr//Mehanički_sastav_grožđa)).

## **2.3. FENOLNA JEDINJENJA**

Grožđe i kljuk, a kasnije i vino, sadrže niz raznovrsnih, ali među sobom srodnih jedinjenja fenolne prirode. To su organska jedinjenja kod kojih je hidroksilna grupa (-OH) neposredno vezana na C atom aromatske jezgre. Po broju hidroksilnih grupa dijele se na mono, di, tri i polifenole.

U tehnologiji vina fenolna jedinjenja imaju vrlo važnu ulogu. Učestvuju u formiranju senzorskih svojstava vina (boja, astringencija, trpkost), u reakcijama posmeđivanja i u oksidacijskim procesima uz djelovanje enzima polifenoloksidaze. Značajni su u fizičko-hemijskoj stabilizaciji vina (talože bjelančevine) i biološkoj stabilizaciji (inhibiraju rad mikroorganizama).

Dijele se na flavonoide i neflavonoide. U grožđu i vinu su najznačajnije četiri grupe flavonoida i jedna grupa neflavonoida. Od flavonoida značajni su: flavan-3-oli, flavonoli, antocijani, proantocijanidini. Od neflavonoida (fenolne kiseline) značajne su: hidroksicimetne kiseline, hidroksibenzojeve kiseline, stilbeni.

### 2.3.1. Antocijani

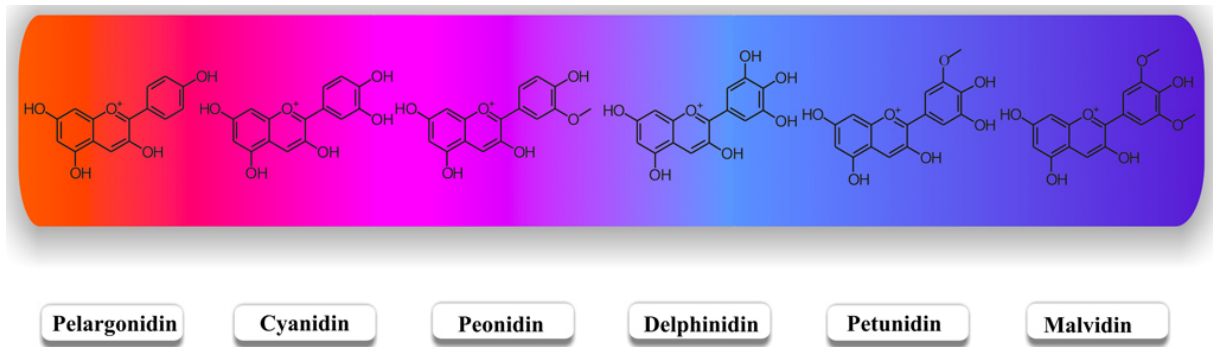
Crvena boja vina predstavlja njegovo najvažnije organoleptičko svojstvo, i direktno utiče na preferencije potrošača (Süenz-Navajas i sar., 2011; Garcia-Marino i sar., 2013). Crvena boja vina potiče od odgovarajućih materija – **antocijana**, koje osim primarne, crvene boje vinu obezbjeđuju različite nijanse crvene, plave i narandžaste boje (Han i sar., 2008). To su pigmenti crvene do plave boje (grčki *anthos*-cvijet, *kyaneos*-tamnoplavo) i predstavljaju derivate flavana. Čine 50% svih fenolnih jedinjenja pokožice grožđa. Sakupljaju su u pokožici i zauzimaju 3-4 sloja ćelija ispod epiderme. Uz pomoć alkohola nastalog u toku fermentacije i povišenu temperaturu bojene materije prelaze u vino. **Ekstrahuju se, uglavnom, u prvih 6 dana maceracije, intenzivnije pri višim temperaturama i kod manjeg postotka alkohola.**



Slika 2. Prikaz puknute bobice grozda, gdje se vidi da su svi antocijaninski pigmenti koncentrisani u tkivima pokožice bobice (<http://www.hin.com.au/resources/anthocyanins-in-grapes-and-wine>)

Većinu antocijana čine tri osnovna jedinjenja: pelargonidin, cijanidin i delfinidin. Uglavnom su plave ili intenzivno crvene boje. U grožđu su zastupljeni pretežno kao glukozidi, a manje kao aglukoni.

U sastavu molekule antocijana vezani su šećeri glukoza, galaktoza i ramnoza. Ustanovljeno je da postoji 6 osnovnih antocijana u *Vitis vinifera* mladom vina, i to: **delfinidin-3-O-glukozid**, **cijanidin-3-O-glukozid**, **petunidin-3-O-glukozid**, **peonidin-3-O-glukozid**, **malvidin-3-O-glukozid** i **pelargonidin-3-O-glukozid** (Han i sar., 2010; Li i sar., 2011).

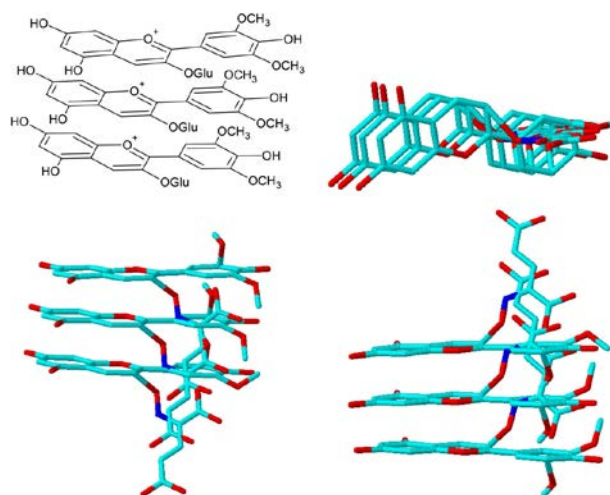


Slika 3. Strukturni prikaz antocijana i opsega njihovih boja (<https://www.anthocyanins.org>)

U pogledu njihove strukture, antocijani pokazuju ravnotežno stanje **plave hinoidalne baze**, **crvenog flavijum jona**, **bezbojne pseudobaze - karbinol pseudobaze** i **bezbojne halkonske forme** pri odgovarajućim pH-vrijednostima (Cheminat i Brouillard, 1986). Međusubno spajanje molekula antocijana u jednu komponentu dovodi do **kopigmentacije**. To je proces u kome antocijani sa neobojenim organskim jedinjenjima ili jonima metala grade kompleksna jedinjenja koji dovode do povećanja inteziteta obojenja (Boulton, 2001). Međusobno spajanje antocijana, odnosno njihovo udruživanje, doprinosi poboljšanju i stabilizaciji boje crvenog vina (Gvara i sar., 2013).

Kod mladih vina, najveći intezitet boje nastaje kao rezultat **kopigmentacije** monomernih antocijana, čak preko 50 %. Kako vino stari, monomeri antocijana reaguju sa taninima pri čemu formiraju stabilne molekule, poznate kao **polimerni pigmenti**, koji su odgovorni za crvenu boju zrelih vina.

Escribano-Bailon i Santos-Buelga (2012) su ustanovili da se procesom kopigmentacije u vinu koncentracija antocijana povećava na 5 do 600 mg/l, čime dolazi do povećanja inteziteta boje za 8 do 60 %, čemu doprinos kopigmentacije između antocijana i flavonola iznosi između 2 i 20 % (Gonzalez-Manzano i sar., 2009).



Slika 4. Međusobno spajanje molekula malvidin-3-O-glikozida (Liang Han i sar., 2015)

Nakon što u kljuku nastane alkohol, boja se mijenja prema svijetlo crvenoj zbog pucanja veza koje su bile odgovorne za kopigmentaciju boje u grožđu. Naime, boja vina se mijenja od crvene ka plavoj sa povećanjem koncentracije OH- jona, odnosno od plave ka crvenoj povećanjem konc. vodonikovih jona. Takođe, ustanovljeno je da boja antocijana zavisi i od: vrste i koncentracije antocijana, vrste i koncentracije kopigmenta, pH-vrijednosti, temperature i vrste rastvarača, ali takođe i od prisustva drugih molekula koje uzrokuju nastanak boje i njen intenzitet.

Antocijani se kod većine sorti nalaze u pokožici grožđa. Tokom procesa prerade grožđa u vino, tj. fermentacijom grožđa, oni se u širi izdvajaju pod dejstvom ugljen-dioksida i alkohola. Ukoliko bi se odmah nakon muljanja šira odvojila od pokožice, dobilo bi se bijelo vino sa jedva primjetnim crvenkastim tonom. Kako je količina i vrsta bojenih materija različita od sorte do sorte, ali i uslova gajenja grožđa, tako se vina dobijena od istih sorti crnog grožđa sa različitih geografskih područja razlikuju po boji.

Boja je različita i kod istog grožđa podvrgnutog različitim tretmanima u toku tehnološke obrade, a zavisi i od dužine maceracije, količine upotrebljenog sumpor-dioksida, itd. U zavisnosti od ovih tretmana, boja će varirati od nijansi bližih plavoj ka nijansama bližim crvenoj boji. Smanjenjem kiselosti sredine vino može da postane plavo. Sa stajanjem vina odviјаće se hemijske reakcije samih bojenih materija i vino će dobijati mrki ili braon ton. Stoga se u mladim crvenim vinima više primijeti ljubičasti ton, dok su najkvalitenija

crvena vina najčešće rubin crvene boje, a sa stajanjem se javljaju ciglasto ili mrkocrveni tonovi, kao indikatori starenja vina.

Nedovoljna zrelost grožđa uticaće na smanjenje inteziteta boje vina. Takođe, prevelike količine sumpor-dioksida neutrališu boju crvenih vina.

Na boju crvenih vina utiču različiti faktori kao što su:

- **kvalitet sirovine,**
- **tehnološki postupci prerade i**
- **uslovi čuvanja vina** (Niketic-Aleksić i sar., 1972).

### **2.3.2. Tanini**

Najraširenija su grupa prirodnih složenih fenola. Polimerizacijom flavan-3-ola i flavonola nastaju polimeri (taninska svojstva se javljaju već kod dimera). Zavisno od sorte, u doba zrelosti najviše tanina sadrži vanjski omotač sjemenki. Tokom dozrijevanja količina tanina opada, posebno u mesu bobice.

Količina tanina u vinu zavisi od: sorte, načina vinifikacije (maceracije), postupaka dorade vina, dozrijevanja vina (u starom vinu talože se zbog veličine molekula). Teško se ekstrahuju iz grožđa i u širu prelazi svega oko 20% (crno grožđe). Utiču na boju (stabilnost boje crvenih vina) i ukus vina (trpkost). Sa željezom grade kompleksna jedinjenja ( $\text{Fe}^{3+} + \text{tanati} = \text{crni lom}$ ). Dije se na: hidrolizovane i kondezovane tanine.

## **2.4. OPIS KORIŠTENIH SORTI GROŽĐA**

U ovom poglavlju će biti opisane sorte grožđa koje su korištene u ovom radu. Naime, riječ je o sortama Vranac, Merlot i Cabernet Sauvignon.

### ***Vranac***

Vranac je autohtona sorta grožđa koja se uzgaja u Hercegovini, Srbiji, Crnoj Gori i Makedoniji. Od ove sorte se proizvode suva vina jedinstvenog ukusa i karaktera, koja su sinonim za Balkan. Zrna su velika i tamno obojena, a loza umjereno snažna i vrlo izdašna. Grožđe se obično bere od polovine septembra i tokom oktobra.

Mlada vina proizvedena od grožđa sorte Vranac imaju svijetlo purpurnu boju i miris na džem od voća. Na ukusu je puno, bogato alkoholom i ekstraktom. Ima skladne kiseline i izvrsnu taninsku strukturu koja mu daje mogućnost dužeg odležavanja i sazrijevanja. Poslije jedne ili dvije godine starenja, purpurna boja se razvija u intenzivnu tamnu rubinsku boju, a u mirisu se javljaju kompleksnije arome cimeta, čokolade, sladića, zrele višnje, tamnog šumskog voća i suve šljive, koji ostavljaju naknadni ukus punoće i topline. Sadržaj alkohola u vinu dobijenom od ove sorte grožđa kreće se od 12,5 do 14,5 vol %.

Mnogi autori (Stojanović, 1929; Bulić, 1949; Ulićević, 1959; Ulićević, 1966) navode da je Vranac autohtona sorta u početku bila prisutna samo u Crnoj Gori, i to u mjestu Crmnice, a da je kasnije prenesena u druge dijelove bivše Jugoslavije. Ipak, vrlo mali broj pisanih dokumenata potvrđuje ovo (<https://www.bastabalkana.com>).

### ***Merlot***

Sorta grožđa Merlot ili Merlot Noir poznata je od 1784. godine, i potiče iz francuske pokrajine Bordo. Pripada plemenitim vinskim lozama (*Vitis vinifera* subsp. *vinifera*). Zrna grožđa su prije svega srednje veličine i u obliku bubnja. Zrna koja su manje do srednje veličine obično imaju tanku pokožicu. Smatra se da sorta ima srednje do srednje kasno sazrijevanje, a u toplijim krajevima moguće je i rano dozrijevanje. Merlot donosi voćni, puni okus vina, plemeniti bouquet, koji, zavisno od regije na kojoj se uzgaja, u svom ukusu može sadržati tragove mediteranskog bilja, crnih trešanja, šljiva, ribizli, ponekad ukus jagoda, borovnica, začina, bilja, vanilije, karamela, klinčića, kafe, pa čak i nekog cvijeća, sa mekim i ugodnim taninima, uglavnom sa srednje do visokim sadržajem alkohola, koji se kreće između 11,5 do 13,5 vol %.

Većina vina proizvedenih od ove sorte sa vremenom postaju bolja i mekša, uglavnom opada intenzitet voćnih aroma, a biljni mirisi dolaze do izražaja. Vina koja potiču iz toplijih krajeva imaju više izraženu voćnu notu i sadrže manje tanina, dok ona iz hladnijih regija, imaju jasniju strukturu i blagi ukus duvana. Merlot obično ima bogatu rubin crvenu boju sa blagom nijansom plave boje. Aroma mladog Merlot vina je slična Cabernet Sauvignon vinu, samo sa manje tanina i nižim sadržajem kiseline, ali većim sadržajem alkohola. Merlot je pogodan za kupažu sa drugim sortama crvenog grožđa, pri čemu se obično i kupažira sa Cabernet Sauvignon-om, Malbec-om, Vrancem, itd. (<http://magazine.colloquinum.com>; <http://winestyle.rs>).



## ***Cabernet Sauvignon***

Cabernet Sauvignon je jedna od najpriznatijih svjetskih sorti crvenog vina. Ova sorta je postala međunarodno prepoznatljiva kroz svoju istaknutost među vinima regije Bordo, gdje se često miješa sa Merlot-om i Caberne Franc-om. Otpornija je na bolesti i bakterije za razliku od ostalih sorti. Preradom ove sorte dobija se suvo vino, a uzgaja se u istočnoj Evropi, Australiji, Čileu, Argentini, Kaliforniji, Vašingtonu i Teksasu. Za Cabernet Sauvignon se smatra da je prelaz između Cabernet Franc-a i Sauvignon Blanc-a (<http://articles.extension.org>).

Klasični profil Cabernet Sauvignon vina u sebi posjeduje visok sadržaj tanina, sa izraženom kiselošću. U hladnijim klimatskim regijama, od ove sorte se dobija vino sa izraženom notom na crnu ribizlu, zelenu papriku, mentu i kedar, koja će postati izražajnije tokom starenja vina. U područjima koja su previše topla za ovu sortu plodovi neće razviti normalni sortni karakter. Ova sorta crnog grožđa relativno kasno sazrijeva, najčešće u toplijim i sušnim podnebljima. Sadržaj alkohola vina dobijenog od ove sorte kreće se od 13,5 do 15,5 vol %. (<https://en.wikipedia.org>).

## **2.5. TEHNOLOŠKI POSTUPAK PRERADE GROŽĐA I PROIZVODNJE CRVENOG VINA**

### **2.5.1. Berba grožđa**

Zrelost grožđa se može definisati kao **fiziološka, puna** ili **tehnološka zrelost** i **prezrelost**. **Fiziološka zrelost** je onaj stadijum u razvoju bobice kada je sjeme spremno da da novu jedinku. **Puna** ili **tehnološka zrelost** je stanje koje je najpovoljnije za proizvodnju vina određenog kvaliteta.

Zrelost grožđa ne određuje samo odnos količine šećera i kiselina u njemu, već je potrebno voditi računa i o količini fenolnih i aromatičnih jedinjenja. Probavanje (degustacija) grožđa je još jedna metoda uz pomoć koje se može odrediti momenat berbe. Bez obzira na metodu, neophodno je da uzorak bude reprezentativan, tj. da uzorkovanje grožđa bude pravilno izvršeno, kako dobijeni podaci ne bi doveli do zabune.

Puna zrelost grožđa karakteriše se sljedećim parametrima:

- **pokožica bobice postaje tanja i elastična, poprimi boju i aromu svojstvenu sorti,**
- **grožđe istovremeno sadrži najviše šećera i ima najveću težinu i**
- **u šepurini nema skroba** (Puškaš, 2009; <http://www.zdravasrbija.com>).

Fenolno bogatstvo proizilazi iz količine i kvaliteta tih sastojaka u ljuski (pokožici) i sjemenki bobice koji obogaćuju vino, naročito taninima. **Fenolnom zrelošću** grožđa smatra se optimalan stadijum mogućnosti tih sastojaka da iz čvrstog dijela šire, odnosno pokožice i sjemenke, pređu u tečni dio, i da se tu vežu u stabilna jedinjenja.

Razlika između dostizanja pune tehnološke i fenolne zrelosti može biti i do 15 dana. Da bi se mogao odrediti pravi momenat za berbu vrši se praćenje gore navedenih parametara 15-20 dana uzastopno, i kada se dobiju približno jednake vrijednosti između dva zadnja mjerenja, berba može da počne.

Za utvrđivanje stepena zrelosti grožđa, mogu se upotrijebiti slijedeće tri metode:

1. **organoleptička,**
2. **fizička i**
3. **hemijska.**

Organoleptička metoda se sastoji u vizuelnoj ocjeni zrelosti prema spoljašnjem izgledu i ukusu grožđa. Znaci su slijedeći: bobice se lakše odvajaju od peteljke, pokožica je mekša i lakše puca na dodir, boja bobica i ukus grožđa su karakteristični za sortu - grožđe je slatkog i harmoničnog ukusa (pogodan odnos šećera i kiselina), sjemenke su tvrde. Ovom metodom se ne može tačno odrediti zrelost grožđa, jer ocjena zrelosti može biti subjektivna.

Fizičke metode se koriste za brzo određivanje šećera u soku od grožđa. Za tu svrhu uglavnom se upotrebljavaju refraktometri i širomeri. Ove metode su dosta jednostvane i brze, ali su nešto manje tačne od hemijskih. Hemijskim metodama se određuje količina šećera i kiselina u širi. One su najtačnije, ali su sporije i zahtjevaju upotrebu odgovarajućih hemikalija.

Uprkos troškovima, većina vinarija preferira ručno branje grožđa makazama. Glavna prednost je znanje i razlikovanje radnika da izabere samo zdrave grozdove i nježno rukovanje sa samim grožđem. Ovaj tradicionalni način berbe grožđa se obavlja obično u ranim jutarnjim satima, prije svega da bi se izbjegle velike vrućine, što bi dovelo do smanjenja sadržaja

kiselina u grožđu. Dužim stajanjem na suncu grožđe se počinje kvariti (truliti) i gubi na randmanu. Pažljivim odsijecanjem, grozdovi se stavljaju u odgovarajuće posude (obično plastične), a zatim odnose na mjesto prijema cjelokupne količine grožđa, gdje se grožđe slaže u gajbe ili najlon kese.

U savremenoj berbi goržđa, kao na velikim plantažama u Sjevernoj Americi ili Australiji, tradicionalnu ručnu berbu zamjenilo je mašinsko branje grožđa. Mehanički vinski kombajn radi na principu „trganjā grozdova od vinove loze sa specijalnim gumenim pal icama, odakle otkinuti grozdovi dospijevaju u tzv. „holding bin□odnosno prihvatni koš. Tehnologija rada ovog kombajna omogućava razlikovanje grožđa od lišća, stabla i drugih čestica. Ipak, kombajni i dalje imaju poteškoće pri razvrstavanju zrelih i zdravih grozdova od oštećenih i nezrelih, pri čemu se vrši dodatno razvrstavanje u prihvatnim prostorijama. Još jedna od mana ovog načina berbe je i oštećenje pokožice, što kasnije može da se odrazi na kvalitet boje crvenog vina (Puškaš, 2009; [https://en.wikipedia.org/wiki/harvest\\_wine](https://en.wikipedia.org/wiki/harvest_wine)).

Osnovni tehnološki postupci kod proizvodnje crvenog vina, nakon berbe grožđa, su:

- 1. Muljanje grožđa i prebacivanje kljuka u vinifikator,**
- 2. Vinifikacija kljuka - dodavanje kvasca i maceracija,**
- 3. Fermentacija kljuka,**
- 4. Delastaža - tzv. „provjetranje vina□, pri čemu se trop odvaja od šire nekih sat vremena, pa se opet spaja sa širom,**
- 5. Remontaža tropa - kvašenje tropa širom, svaki dan po dva puta,**
- 6. Odvajanje komine od šire**
- 7. Kraj procesa fermentacije i pretakanje vina,**
- 8. Bistrenje i stavljanje enološkog ulja.**

### **2.5.2. Muljanje grožđa**

Prva faza prerade grožđa nakon branja je muljanje. Kako je crno grožđe manje osjetljivo na oksidaciju od bijelog grožđa, tako je ovu fazu prerade lakše i jednostavnije odraditi, ali ipak treba voditi računa da se izbjegne mikrobiološka kontaminacija, pogotovo ako je grožđe oštećeno ili protekne duže vrijeme od momenta berbe do procesa muljanja. Muljanje – runjanje je klasičan postupak u preradi crvenog grožđa. Iako peteljke sadrže puno polifenola,

izbjegava se maceracija sa peteljka, jer sadrže „grube“ polifenole, koje mogu da pokvare organoleptičke karakteristike crvenog vina.

Za operaciju muljanja konstruisana je sprava zvana muljača runjača. Postoje dva tipa muljača: diskontinuirana (ručna muljača) i kontinuirana (motorna muljača). Ručna muljača je našla veliku primjenu, zbog njene jednostavnosti i praktičnosti. Namijenjena je za preradu grožđa u manjim vinarijama ili za male proizvođače vina. Specifičnost ove muljače ogleda se u tome što sadrži prihvatni koš od nerđajućeg čelika koji omogućava duži vijek trajanja. Kod savremenog tipa muljača tj. motornih muljača, danas se koriste valjci od nerđajućeg čelika. Grožđe se ubacuje u otvor muljače sa jedne strane, a na drugom kraju se izbacuju peteljke pomoću odvajča peteljki (Puškaš, 2009).

### 2.5.3. Sumporisanje šire

Danas se proces prerade grožđa, kljuka i kljuka ne može zamisliti bez sumporisanja. Važno je dodati optimalnu količinu sumpora, odnosno smanjiti sumporisanje na najmanju moguću mjeru. Vrijeme i količina sumporisanja zavisi od: **zdravstvenog stanja grožđa** (trulo ili oštećeno grožđe se sumporiše više), **tehnološke zrelosti grožđa** (ako je udio kiselina manji-jače sumporisanje), **vremenskim uslovima u momentu berbe** (više se sumporiše po toplom vremenu), **stepena oštećenosti grožđa tokom berbe, proteklog vremena od berbe do prerade, trajanja i načina gnječenja odnosno muljanja i temperature kljuka**. Dodavanje sumpora sprječava djelovanje oksidacijskih enzima (oksidacija nekih jedinjenja koji boje kljuk u tamnu boju, a kasnije i vino), te inhibira štetne mikroorganizme (divlje kvasce i bakterije) dok ne počne fermentacija sa poželjnim (plemenitim) kvascima.

Sumporisanje se obično obavlja u količini od oko 10 g/hl k-metabisulfita (u tečnom ili gasovitom stanju) (Puškaš, 2009).

### 2.5.4. Maceracija kljuka i otpočinjanje procesa alkoholne fermentacije

Proces maceracije predstavlja složen proces pri čemu sastojci iz čvrstih dijelova grožđa prelaze u tečni dio, odnosno širu. Crvena vina dobijena maceracijom odlikuju se specifičnim senzorskim karakteristikama (boja, miris i ukus), koja ih razlikuju od bijelih vina (Riberau-Gayon i sar., 1999). **Uz aromatske, azotne i mineralne materije, polisaharide (naročito**

**pektine), maceracija je zaslužna za nakupljanje fenolnih materija (antocijana i tanina), koji daju boju i strukturu vinu.** Ekstrakcija pojedinih materija kljuka, tokom maceracije, mora biti u funkciji karakteristika i kvaliteta grožđa, ali i tipa vina koji se želi proizvesti. Ovim procesom se prvenstveno izvlače fenolna jedinjenja, koji doprinose boji i strukturi vina. Ostale komponente koje se vraćaju u vino tokom maceracije su aromatična jedinjenja, prekursori arome, azotna jedinjenja, polisaharidi i minerali. Kontrolisanje procesa maceracije je od suštinskog značaja da bi se obezbijedio dobar balans između komponenti sadržanih u vinu (Sun i sar., 1999; Sun i sar., 2001).

Zbog velike količine fenolnih jedinjenja pronađenih u crvenom vinu porijeklom iz pokožice i sjemenki, maceracija ima značajan uticaj na antioksidativni kapacitet crvenih vina (Villano i sar., 2006). **Odsustvo (prije fermentacije) i prisustvo (tokom fermentacije) etanola tokom maceracije u velikoj mjeri utiče na jedinjenja koja su ekstrahovana** (Gonzalez-Manzano i sar., 2004). Maceracija u toku pre-fermentacije se koristi za poboljšanje arome crvenog vina. **Maceracija pri pre-fermentaciji na 10 i 15°C poboljšava boju i sadržaj antocijana** (Heatherbell i sar., 1997; Watson i sar., 1997; Reynolds i sar., 2001; Gomez-Miguez i sar., 2006).

Kontakt pre-fermentacije sa talogom (tzv. „hladno močenje“) i produžavanje procesa maceracije su tradicionalne tehnike koje se koriste u Francuskoj za poboljšanje boje crvenog vina. Reynolds i saradnici su 2001. godine kombinovali pre-fermentaciju (tzv. „hladno močenje“) i post-fermentacijsku maceraciju sa povećanjem temperature maceracije za proizvodnju vina Syrah. Nekoliko studija je pokazalo da je maksimalna ekstrakcija antocijana crvenih vina *Vitis vinifera* nastupila u ranoj fazi fermentaciji, između trećeg i osmog dana maceracije pokožice, a zatim je došlo do opadanja (Sacchi i sar., 2005). Gao i saradnici (1997) su istraživali uticaj maceracije kod vina Pinot Noir i ustanovili su opadanje sadržaja antocijana nakon rane fermentacije, pri čemu je približna koncentracija antocijana bila 75% manja. Takođe, oni su ustanovili da se istovremeno koncentracija antocijana smanjuje, dok koncentracija polimernih pigmenata raste.

Zavisno od načina proizvodnje i provođenja procesa maceracije kod proizvodnje crvenih vina, postoji nekoliko načina za obavljanje maceracije, kao što su:

- **klasična maceracija,**
- **karbonska maceracija („ganimede“),**

- „flash“ ekspanzija i
- maceracija oksidacijom („delestage“).

### *Klasična maceracija*

Ovaj tip maceracije karakterističan je za tradicionalnu preradu crnog grožđa, mada se i u savremenoj proizvodnji dosta koristi. Postoje različiti tipovi posuda za fermentaciju crnog grožđa. Možemo ih podijeliti na otvorene i zatvorene, te sa uzdignutim i potopljenim dropom. Otvoreni tip posude, sa dropom na površini, ranije se mnogo više koristio, a kod manjih proizvođača ovo je bio jedini način maceracije kljuka. Ovaj način maceracije ima određene prednosti jer je kontakt kljuka sa vazduhom veći, pa je time i fermentacija i maceracija bolja. Naravno, efekat zavisi od učestalosti potapanja klobuka (potapanje klobuka omogućava ekstrakciju svih sastojaka), a najčešće je klobuk potapan od 2 do 3 puta dnevno. Međutim, s druge strane sama površina dropa nije bila zaštićena pa je dolazilo do većeg gubitka alkohola (i do 0,5 vol. %), kao i do lakše kontaminacije štetnim mikroorganizmima.

Danas se maceracija najčešće provodi u zatvorenim posudama. Posude sa hermetičkim zatvaranjem sprječavaju gubitak alkohola isparavanjem, manja je aeracija pa ne postoji opasnost (ili je vrlo mala) od kontaminacije mikroorganizmima, budući da se kljuk nalazi u kontrolisanim uslovima (zaštićen sa CO<sub>2</sub>). Klobuk i ovdje može biti plivajući ili potopljen, zavisno od konstrukcije same posude (Ribereau-Gayon i sar., 2005).

### *Dužina trajanja maceracije*

Odabir optimalnog vremena trajanja maceracije zavisi od: tipa vina koje se želi proizvesti, kvaliteta primarne sirovine i uslovima tokom maceracije (fermentacije). Samo se u zatvorenim posudama maceracija može obavljati duži vremenski period. Vina namijenjena odležavanju određeni vremenski period, proizvode se maceracijom u trajanju od dvije do tri sedmice, sa ciljem povećanjem sadržaja tanina. **Produženje trajanja maceracije prouzrokuje jednu vrstu sazrijevanja tanina koja ih čini mekšim, a poboljšava senzorna svojstva, prije svega ukus vina.** Dužina trajanja maceracije zavisi prije svega od kvaliteta grožđa. Za sorte crnog grožđa slabijeg kvaliteta dužina maceracije se skraćuje. Dužina trajanja maceracije je jedna od varijabilnijih karakteristika vinifikacije zavisno o regiji (ne smije se generalizovati). Različita je za svaku godinu i za svaku posudu, jer kvalitet grožđa

nije uvijek isti, ne samo po stepenu zrelosti već i po zdravstvenom stanju (Niketić-Aleksić i sar., 1972).

### **2.5.5. Alkoholna fermentacija**

Vrenje kljuka, tj. alkoholna fermentacija predstavlja jednu od osnovnih faza u procesu proizvodnje crvenog vina. Vrenjem kljuka, u stvari, počinje stvaranje vina. Izmuljano grožđe – kljuk u kojem je sok pomiješan sa pokožicom i sjemenkama, sumporiše se dodavanjem kalijum metabisulfita 8-10 g/hl ili sumporaste kiseline 0,8-1,0 dl/hl. Sumporisanje je neophodno jer je i boja crvenih vina podložna oksidaciji, jače se apsorbuje i uništavaju se štetne bakterije. Nekoliko sati nakon sumporisanja kljuku se dodaje vinski kvasac. Vrenje kljuka provodi se na nekoliko načina, odnosno, dva su osnovna postupka: hladni i topli postupak. Topli postupak se obavlja u većim vinarijama, dok se hladni provodi u vinarijama manjih kapaciteta.

Danas se u savremenoj proizvodnji upotrebljavaju i autohtoni vinski kvasci. Nekoliko autora skreće pažnju na upotrebu autohtonih sojeva kvasca radi poboljšanja kvaliteta vina (Rasport i sar., 2006; Callejon i sar., 2010). Izbor soja kvasca *Saccharomyces cerevisiae* se obično vrši na osnovu parametara koji utiču na kvalitet vina i tehnološki postupak proizvodnje (Giudici i Zambonelli, 1992). Takođe, izbor odgovarajućeg soja je od velikog značaja jer ima za cilj pronalaženje kvasca sa novim karakteristikama, kao što su sposobnost poboljšavanja boje i povećanja sadržaja polifenolnih jedinjenja, poboljšavajući na taj način kvalitet vina i zdravlje potrošača. Polifenoli su značajna jedinjenja koja svojim prisustvom utiču na kvalitet boje vina (utiču na njen intezitet), ali pokazuju i antioksidativna svojstva (Hernández i sar., 2003).

Kako se procesi maceracije i fermentacije smatraju najvažnijim fazama proizvodnje crvenih vina, proizvođači stalno tragaju za novim rješenjima i inovativnostima u cilju poboljšanja kvaliteta vina. Razvojem novih metoda u prehrambenoj industriji, pa tako i industriji vina, omogućena je primjena novih tehnika koje do sada u klasičnoj proizvodnji vina nisu korišćene. Tako je sve veća pažnja usmjerena ka primjeni pulsirajućeg električnog polja (PEF-pulsed electric field technology). PEF je inovativna tehnologija prerade sa sve većim potencijalom za primjenu u tehnologiji vina, a sa ciljem da se poveća ili ubrza izdvajanje fenolnih jedinjenja u toku procesa maceracije-fermentacije crvenih vina (Luengo i sar., 2014).

Primjena PEF tehnologije poboljšava ekstrakciju polifenolnih jedinjenja u godini kada je kvalitet grožđa lošiji, tj. kada je sadržaj ovih jedinjenja jako nizak u pokožici grožđa. Još jedna prednost primjene PEF tehnologije je u tome što skraćuje proces fermentacije kljuka, čime se povećava produktivnost (Puértolas i sar., 2010). Princip PEF tehnologije zasniva se na podvrgavanju kljuka tj. sadržaja pokožice i sjemenki mehaničkom drobljenju, a zatim izlaganju vrlo brzim električnim impulsima ( $\mu\text{s}$ ) pod visokim naponom (kV). Kada je izloženost električnom polju dovoljno velika, ćelijska membrana pokožice grožđa podliježe elektroporaciji, pri čemu se omogućava difundovanje molekula polifenola i drugih jedinjenja (Cholet i sar., 2014).

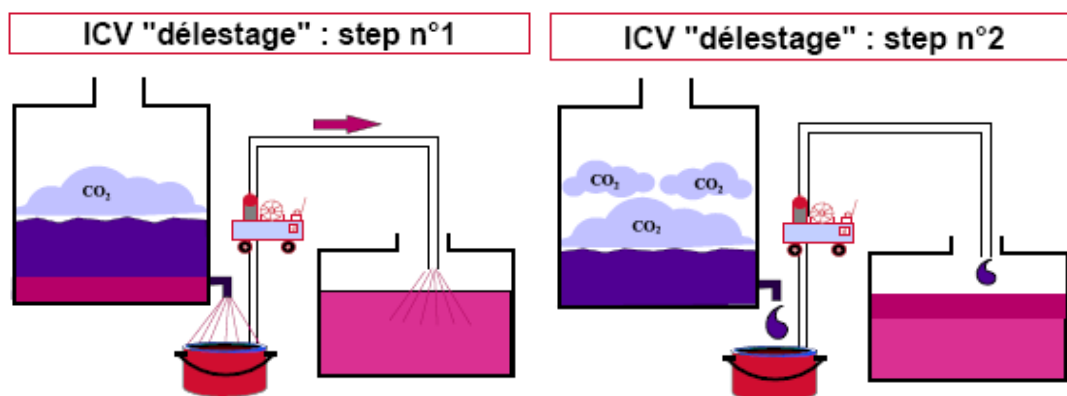
Trenutno, vinari nastoje da skrate period izlaganja pokožice grožđa tokom procesa maceracije-fermentacije, jer pokožica grožđa zauzima veliki prostor u inox tankovima gdje se obavlja fermentacija. Dakle, uklanjanjem pokožice grožđa oslobađa se prostor u inox tanku namijenjenom za fermentaciju šire, a ujedno se povećava proizvodni kapacitet vinarije bez potrebe za dodatnim inox tankovima radi obavljanja fermentacije (Delsart i sar., 2013).

#### **2.5.6. „Delastaža“ vina („provjetravanje vina“)**

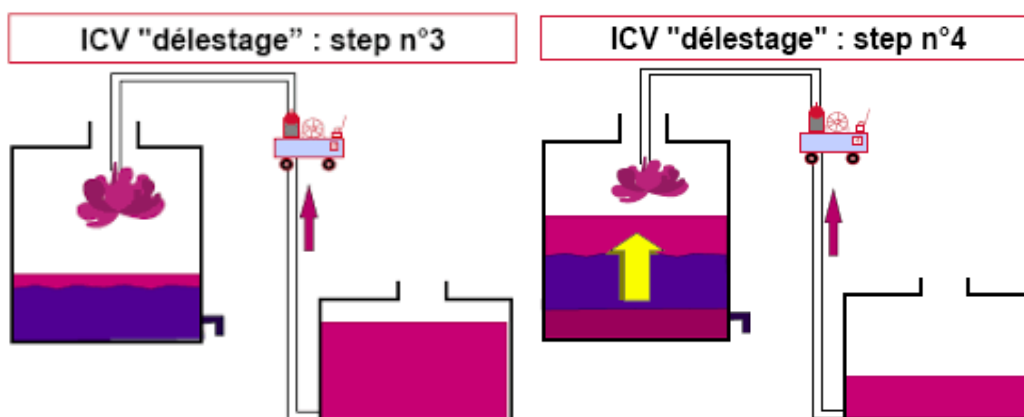
Tehnologija „delastaže“ (termin iz francuskog jezika – delastage) je novijeg datuma, poznata je i pod imenom „otoči i vrati“ (termin iz engleskog jezika - rack and return). Ova tehnologija omogućava optimalnu izmjenu čvrste i tečne faze za vrijeme fermentacije. Ova tehnologija obuhvata 4 etape:

- **Prebacivanje soka koji fermentiše u drugi sud, uz aeraciju,**
- **Potpuno pražnjenje suda,**
- **Vraćanje otočenog groždanog fermentišućeg soka rasprskavanjem preko komine i**
- **Podizanje komine na površinu suda,** kao što je prikazano na slikama 8 i 9.





Slika 5. Prikaz faza procesa delastaže (<https://www.practicalwinery.com>)



Slika 6. Završne faze procesa delastaže (<https://www.practicalwinery.com>)

„Delastaža“ je tehnika fermentacije i maceracije koja se koristi isključivo kod proizvodnje crvenih vina, pri čemu se iz grožđa nježno ekstrahuju fenolna jedinjenja oksigenacijom soka da bi se proizvelo mekše, manje trpkno vino sa izraženim voćnim karakteristikama. Riječ „delastage“ potiče od francuske riječi „délestage“, što u prevodu znači provjetravanje.

„Delastaža“ je dvostepeni postupak u kojem se sok koji fermentiše odvoji od čestica grožđa „provjetravanjem“, a zatim se vraća u sud za fermentaciju, kako bi sok bio ponovo u kontaktu sa čvrstim ostacima. Ovaj proces se ponavlja svakodnevno, a odvajanje tropa od šire obično traje sat vremena.

„Provjetravanjem“ fermentisanog soka vino se i aeriše, pri čemu omekšavaju trpkni tanini, a istovremeno se stabilizuje boja vina. Ovaj postupak tokom maceracije i fermentacije predstavlja osnovnu razliku u odnosu na tradicionalne maceracione fermentacije, u kojoj sok fermentiše pod slojem ugljen-dioksida. Tzv. „**pump-over**“ postupak (reciklacija vina od dna inox suda do vrha za moćenje čestica grožđa) ponekad se koristi za aerisanje vina, ali ne

pruža iste efekte kao delastaža, jer vino nikad nije odvojeno od čvrstog dijela kljuka (<http://www.podrum.org/-umetnost-proizvodnje-crvenih-vina>).

### **2.5.7. „Remontaža” - kvašenje tropa širom**

Savremena proizvodnja vina bez upotreba vinifikatora, koji koriste postupak „remontaže“, je nezamisliva. Njihov rad se zasniva na izvlačenju groždanog soka sa dna suda pomoću pumpe i rasprskavanja groždanog soka po komini sa vrha suda, u formi finog spreja. Ovaj način maceracije poznat je u regiji Bordoja još od XIX vijeka. Zahvaljujući svojoj jednostavnosti, upotreba ovih tipova vinifikatora je raširena širom sveta. Osim ispiranja komine, na ovaj način vrši se i homogenizacija temperature u tanku, vrši se isparavanje komine i ravnomjerna distribucija groždanog šećera i ćelija kvasca, što dovodi do pravilne i ravnomjerne fermentacije. Učestalost ispiranja komine treba prilagoditi sorti grožđa i tipu vina koji želimo dobiti.

U praksi, „remontaža” se vrši jednom do dva puta dnevno tako što se cjelokupna količina groždanog soka prebacuje sa dna na vrh suda. Interesantno je napomenuti da proces ispiranja komine ne utiče na integritet tkiva pokožice, a olakšana ekstrakcija komponenti iz komine omogućena je, prije svega, izdvajanjem prezasićenog groždanog soka iz komine. **Ovim načinom maceracije ekstrahuju se „pitomi” tanini, a izbjegavaju se gorki tanini i herbalni karakteri crvenih vina, koji su u savremenom pristupu proizvodnje crvenih vina neprihvatljivi.**

Savremeni vinifikatori mogu biti opremljeni unutrašnjim filterom. Vinifikatori sa unutrašnjim filterom imaju velike prednosti, jer filter u toku kruženja soka zaustavlja sjemenke i pokožicu i sprječava njihov prolaz kroz pumpu. Na ovaj način sprječava se oštećenje sjemenke i pokožice, a time i stvaranje nepoželjne trpkosti.

Dakle, vinarima je ostavljena mogućnost potpune kontrole procesa maceracije, a upravljati ovim procesom znači dobijati željeni tip vina i izvući maksimum kvaliteta iz date sirovine. (<http://www.podrum.org/umetnost-proizvodnje-crvenih-vina>).

### **2.5.8. Završna alkoholna fermentacija - tiho vrenje**

Poslije burne fermentacije nastupa period stišavanja ovog procesa, temperatura primjetno pada, pjenušanje tečnosti slabi, jer se oslobađa manje ugljen-dioksida. Ovo je period tihe

fermentacije ili doviranja u kome se veliki dio grubih čestica vina, kao i izumrle ćelije kvasca, počinjtu taložiti, pri čemu se zapažaju i prvi znaci spontanog bistrenja novog vina.

Tiho vrenje mnogo utiče na kvalitet vina. U ovom periodu se, pored privođenja fermentacije kraju, odigravaju i drugi procesi veoma značajni za buduća svojstva vina. Smanjena aktivnost ćelija kvasca je prije svega rezultat povećanog sadržaja alkohola, a osim toga i smanjenog sadržaja šećera. Pored smanjene aktivnosti i znatan broj ćelija kvasaca izumire (oko 20 – 30 %), što također ima za posljedicu opadanje inteziteta fermentacije. Poslije izumiranja uslijed autolize, iz ćelija kvasaca u vino prelaze azotna jedinjenja, među kojima su od naročito značaja **aminokiseline**.

U ovome periodu se odigrava, a velikim dijelom i završava, proces mliječne fermentacije jabučne kiseline u vinu. **Jabučno-mliječno (malolaktično) vrenje** je spontani, a u novije doba sve više i dirigovani, proces prelaska opore jabučne u manje kiselu i blagu mliječnu kiselinu. Na tržištu se već nude komercijalni preparati bakterija koje obavljaju ovo vrenje. Sve ove pojave imaju velikog značaja za dalje procese stabilizacije i starenja vina. Dužina trajanja tihog vrenja je različita, prije svega zavisi od količine neprevrelog šećera, kao i od nekih drugih faktora. Međutim, kod većine kljukova sa uobičajnim sadržajem šećera (oko 20 %) ovaj proces ne traje dugo i obično završava 10 – 30 dana nakon burne fermentacije (Puškaš, 2009).

### **2.5.9. Bistrenje vina i stavljanje enološkog ulja**

Pretakanje vina je proces u kojem se vino odvaja od taloga. Duže držanje vina na talogu nije poželjno jer može doći do pojave nepovoljnih mirisa i ukusa vina uslovljenih raspadom organskih supstanci (kvasaca i bakterija), kao i nastankom sumporvodonika (H<sub>2</sub>S). Obično se pretakanje vrši pumpama za pretok. U prvoj godini vino se pretače obično od dva do tri puta (zavisno od tipa i vrste vina), kako bi se odstranile grube čestice i vino brže izbistrilo. Crvena vina obično se u prvoj godini pretaču tri puta. Pretok može biti otvoren (uz prisustvo vazduha) ili zatvoren (bez prisustva vazduha). Kada će se obaviti prvi pretok, uz prisustvo ili bez prisustva vazduha, zavisi od prethodno provedenog „vazdušnog testa“. Princip ovog testa se zasniva na tome da se iz bačve uzme uzorak vina i ostavi u vremenu od 24 do 48 h, kako bi se identifikovao proces posmeđivanja - oksidacije vina. Ako je vino podložno posmeđivanju, ne smije se pretakati otvoreno, tj. uz prisustvo vazduha. Takvo vino nekoliko dana prije pretoka se sumporiše u količini između 10-20 g/hl, a zatim se pristupa zatvorenom pretoku (Karbowski i sar., 2010).

Takođe, na površinu vina se stavlja vazelinsko (enološko) ulje, obično 2-3 dana nakon pretakanja. Ulje se dodaje da ne bi došlo do oksidacije vina. Ova faza tretiranja vina zove se hladna stabilizacija. Hladna stabilizacija je proces kada vino ide na temperaturu od 5 do 6°C, što prije svega zavisi od sadržaja alkohola u vinu. Čitav proces traje oko desetak dana. Osnovni cilj je da se spriječi stvaranje soli bitartarata.

Mnoga mlada vina često poslije prvog pretoka nisu dovoljno bistra, odnosno još su mutna. Mutnoćama su više sklona vina koja se drže u neprikladnim uslovima i koja nisu na vrijeme odvojena od taloga. Uzrok pojave mutnoće su različite koloidne čestice koje lebde u vinu. Kod vina kod kojih je u procesu proizvodnje kljuk taložen, stepen bistroće je puno veći. S obzirom na stepen i vrstu mutnoće koriste se različita sredstva za bistenje, kao što su npr. bentonit, pentagel, želatin i tanin. Najviše se koristi bentonit ili kombinacija bentonita sa želatinom (Puškaš, 2009).

## 2.6. UPOTREBA OPTIČKIH METODA I APARATA ZA ANALIZU CRVENOG VINA

Spektroskopske tehnike kao što je bliska infracrvena spektroskopija (NIR) koriste se u prehrambenoj industriji za praćenje i procjenu sastava i kvaliteta proizvoda. Slično drugim prehrambenim industrijama, industrija vina ima jasnu potrebu za jednostavnu, brzu i isplativu tehniku za objektivno ocjenjivanje kvaliteta grožđa, vina i alkoholnih pića.

Zbog toga, dva bitna faktora-**brzina i niski troškovi analize** su od velike važnosti u modernoj industriji vina. Danas, čak i jednostavne analize zahtjevaju slanje uzoraka na geografski odvojene laboratorije, sa određenim kašnjenjima kod dobijanja rezultata.

Upotreba spektroskopskih metoda za određivanje kritičnih parametara važnih za kvalitet vina posljednjih godina sve više dobija na značaju. Jedna od njih je infracrvena spektroskopija (NIR) koja predstavlja brzu, tačnu i preciznu metodu koja predstavlja alternativu tradicionalnoj hemijskoj analizi vina. Parametri vina koji se mogu ispitivati primjenom spektroskopije su: sadržaj acetaldehid i etanola, Briksovi stepeni, titracijska kiselost, gustina, pH vrijednost, itd. (Hirsch i sar., 2007).

Pored toga, upotreba infracrvene spektroskopije pruža mogućnost uzrokovanja kroz kivete od stakla ili plastike zavisno od QA/QC tehnike. Infracrvena sepektroskopija ima mogućnost da

prati više vrsta parametara u isto vrijeme, koristeći jedan spektar za identifikaciju ili kvantifikaciju mnogih hemijskih ili fizičkih varijabli pri proizvodnji vina. Druga prednost NIR tehnologije jeste preciznost određivanja talasnih dužina, veliki kapacitet i visok signal-šum što ga čini idealnom spektroskopskom metodologijom za analiziranje hemijski složenog medija kao što je vino.

Nekoliko tehnika se trenutno koristi za analizu grožđa i boje vina, uključujući **ultraljubičasto (UV), vidljivo (VIS) zračenje, u blizini infracrvene (NIR) i srednje infracrvene spektroskopije (MIR)** (Jurd, 1962).

Spektroskopske metode kao alternativa za tradicionalne postupke mjerenja isith parametara zahtjevaju jako malu količinu uzorka za pripremu i mjerenje i vrlo brzo generišu trenutne rezultate. Tako se metode zasnovane na mjerenju UV-VIS spektra danas sve više razvijaju i njihova upotreba za analizu vina je sve učestalija pogotovu u mjerenju sadržaja antocijana, tanina i ukupnih fenola (Fulcrand i sar., 2004; Kennedy i Hayasaka, 2004). Spektroskopske tehnike kao što je NIR spektroskopija omogućavaju jednostavnu, brzu i ekonomičnu analizu vinskih uzoraka, pogotovo kada je riječ o velikim industrijama vina (počevši od analize grožđa, pa sve do ocjene vina i senzornih svojstava) (Kaffka i Norris, 1976).

Fourier-transform infrared spektroskopija (FT-IR) u kombinaciji sa multivariacionom analizom podataka, prije svega sa PLS regresionom analizom je dobro prilagođena za upoređivanje uzoraka spektralnom analizom i predstavlja dobru alternativu za klasičnu UV-VIS tehniku (Damberg i sar., 2006). Kombinacija spektroskopskih tehnika sa multivariacionom analizom podataka je potencijalna, vrlo obećavajuća metoda razlikovanja vina različitog sortnog porijekla i vina iz različitih zemalja (Cozzolino i sar., 2003; Liua i sar., 2008).

FT-IR spektrometri zahtjevaju minimalnu količinu uzoraka i trenutno se koriste u vinarskim laboratorijama za rutinske analize više od 20 parametara kao što su sadržaj šećera, pH-vrijednost, sadržaj alkohol i nekoliko organskih kiselina (vinska, jabučna, sirćetna i glukonska) i glicerol. Pokazalo se da FT-IR i FT-NIR spektroskopije omogućavaju mjerenje bitnih komponenti boje crvenog grožđa i vina u vrlo kratkom vremenskom periodu. Poboljšanje performansi vidljive spektroskopije ogledaju se u jakim apsorpcijama antocijana u vidljivom regionu (Esler i sar., 2002).

### **3. HIPOTEZA I CILJ RADA**

Da bi se na zadovoljavajući način ispitaio uticaj maceracije na kvalitet crvenog vina od tri sorte crnog grožđa - Vranac, Merlot i Cabernet Sauvignon, postavljene su slijedeće hipoteze:

- Proces maceracije ima bitan uticaj na tok fermentacije i kvalitet vina,
- Dužina procesa maceracije utiče na kvalitet vina,
- Za različite sorte grožđa potrebno je koristiti različite režime procesa maceracije i
- FT-IR tehnika je pouzdana i znatno skraćuje proces analize kljuka, šire i vina.

## 4. MATERIJAL I METODE RADA

Eksperimentalni dio rada obavljen je u Vinariji „Anđelić“, Trebinje. Za realizaciju postavljenog cilja eksperimentalno istraživanje je bilo podijeljeno na slijedeće faze:

1. Berba grožđa,
2. Muljanje grožđa i prebacivanje kljuka u vinifikator,
3. Vinifikacija kljuka - dodavanje kvasca i maceracija,
4. Fermentacija kljuka,
5. „Delastaža“ vina, pri čemu se trop odvaja od šire nekih sat vremena, pa se opet spaja sa širom,
6. „Remontaža“ tropa - kvašenja tropa širom, svaki dan po dva puta,
7. Odvajanje komine od šire - pri čemu šira nastavlja da vri,
8. Kraj procesa fermentacije i pretakanje vina i
9. Bistrenje i stavljanje enološkog ulja.

Eksperimentalno praćenje pojedinih parametara kljuka, šire i vina vršeno je u Laboratoriji Hidroelektrana na Trebišnjici (HET), u Trebinju.

1. U kljuku navedene tri sorte grožđa određivani su slijedeći parametri:

- pH-vrijednost,
- sadržaj ukupnih kiselina,
- sadržaj isparljivih kiselina,
- sadržaj jabučne kiseline,
- sadržaj glukonske kiseline,
- sadržaj šećera,
- gustina,
- alfa amino azot i
- amonijačni azot.

2. Hemijska analiza šire i vina obuhvatala je određivanje slijedećih parametara:

- sadržaj šećera,
- kiselost,

- pH-vrijednost,
- sadržaj ukupnih kiselina,
- sadržaj isparljivih kiselina,
- sadržaj jabučne kiseline,
- sadržaj glukoze i fruktoze,
- sadržaj etanola,
- slobodni SO<sub>2</sub>,
- alfa amino azot,
- amonijačni azot,
- gustina vina i
- određivanje parametara boje.

3. U vinu, 2 mjeseca nakon završene primarne fermentacije, određivani su parametri boje.

Sva mjerenja su obavljena u 2 ponavljanja.

## **OPIS KORIŠTENIH METODA ANALIZE**

- **Određivanje pH-vrijednosti kljuka i vina (elektrohemijski)**

Potrebni instrumenti i pribor:

- pH metar 340i/SET
- čaša od 50 ml

Potrebni rastvori:

- Pufer pH 4,0

Postupak:

Kalibracija pH-metra u jednoj tački:

U čistu čašu od 50ml sipati pufer pH 4,0. pH elektroda se uroni u čašu, a na ph-metru pritisne CAL - RUN/ENTER. Na displeju pH-metra u donjem desnom uglu vidi se oznaka AR koja će treperiti sve dok ph elektroda ne očitava zadatu vrijednost pufera koja iznosi 4,0. Kada je oznaka AR trajno očitava na displeju, a pročitana pH vrijednost iznosi 4,0, kalibracija je završena. Ph elektroda se zatim ispere i osuši čistim papirom.



U čašu od 50ml se sipa vino, pri čemu se pH elektroda uroni u čašu. Na pH-metru pritisne AR -RUN/ENTER. Na displeju pH-metra u donjem desnom uglu se vidi oznaka AR koja će treperi. Kada oznaka AR prestane da treperi to je znak da je pH-metar očitao pH-vrijednost vina koja je očitana na displeju.

- **Određivanje ukupnih kiselina (volumetrijski)**

Potrebna aparatura i pribor:

- Titralyser Dujardin-Salleron
- Čaša od 50 ml
- Menzura od 50 ml
- Pipeta od 10 ml
- Magnet

Potrebni reagensi:

- 0,1N rastvor natrijum-hidroksida
- Destilovana voda

### **Kalibracija pH elektrode Titralysera**

Prije mjerenja vrijednosti ukupnih kiselina u rastvoru neophodno je izvršiti kalibraciju pH elektrode Titralyser-a.

Pribor:

- Dvije čaše od po 50 ml
- Dva magnetna

Rastvori:

- Pufer pH 7
- Pufer pH 4

U dvije čaše od 50ml sipamo puferne rastvore koji imaju pH vrijednost 7 i 4. U menu-ju podesimo opciju pH – Calibration – OK. Na displeju će se pojaviti obavještenje da stavimo pufer vrijednosti pH 7, stisnemo dugme OK. Nakon zvučnog signala sklonimo čašu sa puferom i isperemo pH elektrodu. Zatim elektrodu uronimo u pufer pH 4, stisnemo dugme OK. Poslije zvučnog signala sklonimo čašu sa puferom, isperemo elektrodu i kalibracija je završena.

Postupak:

U čašu od 50 ml odmjeriti menzutom 30 ml destilovane vode i pipetom 10 ml vina. Čašu postaviti ispod pH electrode, koje se zatim uroni u čašu.

U menu-ju Titralyser-a podesiti TA measurement – OK. Nakon zvučnog signala na displeju očita se koncentracija ukupnih kiselina u  $\text{g}_{\text{vinske kiseline}}/\text{L}$ .

- **Određivanje sadržaja šećera (refraktometrijski)**

Kratak opis metode:

Metoda se zasniva na oksido-redukcionim procesima Fehling-ovog rastvora (bakra) i šećera, pri čemu se dvovalentni bakar ( $\text{CuSO}_4$ ) iz Fehlingovog rastvora redukuje u jednovalentni ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ), a šećer se oksidiše u odgovarajuće kiseline.

Aparatura i potrebni pribor:

- Erlenmajer tikvica
- Bireta
- Pipeta
- Čaše
- Menzura
- Plamenik
- Aktivni ugalj
- Filter papir
- Centrifuga

Reagensi:

- Fehling I
- Fehling II

Postupak:

U 100 ml vina (samo u crno vino) stavlja se 2-3 g aktivnog uglja kojim se uklanjaju bojene materije, taninske materije, pektini i druge redukujuće materije iz vina. Po dodavanju uglja vino se promješa i ostavi da stoji 2-3h. Zatim se vrši filtracija ili centrifugiranje dok se ne dobiju bezbojni filtrat, koji se sipa u biretu i dodaje vrućoj smjesi Fehling-ovih rastvora.

U erlenmajer tikvicu se stavlja 5 ml Fehling-a I 5 ml Fehling-a II, uz dodavanje 20 ml destilovane vode. Erlenmajer sa Fehlingovim rastvorom se drži na plameniku do ključanja, nakon čega se iz birete u erlenmajer dodaje filtrat (vino). Pri ovoj titraciji temperature se stalno održava oko tačke ključanja. Filtrat se dodaje sve dok poslednji tragovi plave boje ne nestanu, što je znak da je završena redukcija Fehling-ovog rastvora. Na dnu erlenmajera se formira crveni talog, a tečnost iznad taloga treba da bude bezbojna. Dodavanje filtrata treba da bude postepeno i u malim količinama, jer pri naglom dodavanju dobija se crveni talog koloidne prirode što otežava određivanje kraja reakcije.

Izračunavanje:

$$X(\text{g/L})=50/a$$

X-sadržaj šećera u g/L

a-utrošak filtrata vina u ml za redukciju 10 ml Fehling-ovog rastvora.

- **Određivanje sadržaja slobodnog SO<sub>2</sub> (jodometrijski)**

Aparatura i potrebni pribor:

- Iodolyser Dujardin-Salleron
- magnet
- Čaša od 50 ml
- Pipeta od 25 ml
- Pipeta od 5 ml

Reagensi:

- Sumporna kiselina (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) conc 1/3
- Rastvor Jodid Jodat 1/64M I<sub>2</sub> (1/32N)

Postupak:

U čašu od 50 ml odmjeri se 25 ml vina i 5ml 1/3 sumporne kiseline. Čašu se postavi ispod platinaste elektrode (otopina škroba) koja se uroni u sadržaj čaše.

U menu-ju Iodolysera se podesi Analysis - FreeSO<sub>2</sub> – OK. Nakon zvučnog signala koji označava kraj titracije na displeju se očitava vrijednost slobodnog sumpora (Free SO<sub>2</sub>) u mg/L.

- **Određivanje gustine, alfa amino azota, amonijačnog azota, isparljivih kiselina, jabučne kiseline, glukoze i fruktoze, glukonske kiseline, sadržaja etanola i parametara boje OenoFoss analizatorom (FT-IR tehnika)**

Kratak opis OenoFoss analizatora

Princip FT-IR analize uključuje infracrveno skeniranje šire ili vina. Preko matematičkog modelovanja moguće je mjerenje 10 različitih sastojaka vina u roku od 2 minuta. OenoFoss je namjenski analizator za brzo i rutinsko mjerenje ključnih parametara u proizvodnji vina. Idealan je za: ispitivanje grožđa za odlučivanje vremena berbe, odvajanje grožđa zasnovano na parametrima kontrole i kvaliteta, planiranje fermentacije i monitoring, individualnu kontrolu kvaliteta bačvi i kontrolu vina prije flaširanja.



Slika 7. Izgled OenoFoss analizatora ([http://www.awite.com.au/wp-content/uploads/2016/07/OenoFossSolutionBrochure\\_GB-pdf.pdf](http://www.awite.com.au/wp-content/uploads/2016/07/OenoFossSolutionBrochure_GB-pdf.pdf))

Aparatura i pribor:

- OenoFoss analizator
- Pipeta od 5 ml

Postupak:

Na displeju OenoFoss analizatora izabere se tip uzorka koji želi da se izmjeri. Zatim se otvori poklopac i u prostor predviđen za uzorak pipetom nakapa 2-3 kapi vina čiji se parametar (iz naslova) želi izmjeriti. Pritisne se dugme – START. Nakon kratkog vremena dobiju se rezultati analize uzorka na ekranu kompjutera.

Napomena:

Kod određivanje parametara boje potrebno je nakon svakog mjerenja talasne dužine očistiti prostor predviđen za uzorak.

#### 4.1. BERBA GROŽĐA

Berba grožđa sorte Vranac obavljena je 05.09.2017. godine, dok je berba grožđa sorti Merlot i Cabernet Sauvignon obavljena 10.09.2017. godine. Momenat berbe grožđa navedenih sorti određivan je na osnovu slijedećih parametara:

- **Fenolna zrelost grožđa**, koja je praćena **organoleptički**;
- **pH-vrijednosti** nakon prvog mjerenja:  
za sortu Vranac -- 3,14,  
za sortu Merlot - 3,26,  
za sortu Cabernet Sauvignon - 3,29.

Nakon drugog i posljednjeg mjerenja konačna pH-vrijednosti iznosila je:

- za sortu Vranac - **3,29**,
- za sortu Merlot - **3,32**,
- za sortu Cabernet Sauvignon - **3,37**.
- **Sadržaj šećera** nakon prvog mjerenje:  
za sortu Vranac - 82 °Oe,  
za sortu Merlot - 89,5 °Oe,  
za sortu Cabernet Sauvignon - 81 °Oe.

Nakon drugog mjerenja, krajnja vrijednost sadržaja šećera iznosila je:

- za sortu Vranac - **94 °Oe**,
- za sorte Merlot i Caberbet Sauvignon - **86 ° Oe**.

Pažljivim odsijecanjem, grozdovi su stavlja u odgovarajuće posude (obično plastične), a zatim odnose na mjesto prijema cjelokupne količine grožđa, gdje se grožđe slaže u gajbe ili najlon kese. Tokom same berbe, istovremeno se vrši odvajanje trulih bobica. Na taj način se obezbjeđuje bolji kvalitet grožđa koje stiže u vinariju.



Slika 8. Berba grožđa sorti Vranac, Merlot i Cabernet Sauvignon (plantaže vinarije Anđelić, Trebinje)

#### 4.2. MULJANJE GROŽĐA I PREBACIVANJE KLJUKA U VINIFIKATOR

Prva operacija u procesu prerade grožđa jeste muljanje i prebacivanje kljuka u vinifikator. Naime, nakon dopremanja grožđa transportnim vozilom, potrebno je da se u što kraćem vremenskom periodu izvrši operacija muljanja. Cilj je da se spriječi gubitak na kvalitetu grožđa (prvenstveno odnos šećera i kiselina), što se kasnije može odraziti na kvalitet vina. U toku muljanja istovremeno se dozira odgovarajuća količina pektolitičkih **enzima i vinobrana (K-metabisulfita)**.

**Pektolitički enzimi** se dodaju za vrijeme muljanja grožđa. Njihova uloga je višestruka: pojačano bistrenje, poboljšanje organoleptičkih osobina, povećanje količine samotoka, itd. Pri muljanju grožđa sorte Vranac, Merlot i Cabernet Sauvignon, korišćen je komercijalni pektolitički preparat *Lallzyme EX-V* (proizvođač Lallemand, USA). Priprema se u vodi u odnosu 1:10, na temperaturi 0-25 °C. Tako razmućen u vodi, dodaje se u količini 2 g /100 kg grožđa. Takođe, pektolitički enzimi utiču na razaranje tkiva bobice i lakše izdvajanje grožđanog soka, pa se upravo zbog toga dodaju u ranoj fazi proizvodnje vina. Rastvor **sumpor-dioksida** se obično pravi u odnosu 1:10. Nikad se ne dodaje ukupna količina sumpora, već se „podijeli“ na više faza, zavisno od tehnologije vina. Razlog pojedinačnog dodavanja sumpor-dikosida tj. sumporisanja jeste što se tako postiže bolji efekat. Time se on pravilno i ravnomjerno raspoređuje po kompletnoj masi kljuka koji se sumporiše.



Slika 9. Muljanje grožđa (vinarija „Anđelić“)

#### **4.3. VINIFIKACIJA KLJUKA - DODAVANJE KVASCA I MACERACIJA**

Odmah nakon muljanja, sistemom pužnih pumpi, kljuk grožđa sorti Vranac odnosno Merlot i Cabernet Sauvignon su prebačeni u vinifikator tj. macerator. U vinariji „Anđelić“ u jedan macerator je prebačen kljuk sorte Vranac čija je količina bila 7.400 l, a u drugi kljuk sorti Merlot i Caberent Sauvignon zajedno, u količini od 18.000 l.

Zatim je dodan kvasac, kako bi otpočela alkoholna fermentacija. Temperatura vinifikacije iznosila je 24,4 °C, koja je vremenom opala do 22,3 °C. Maceraciiija kljuka od sorte Vranac trajala je 11 dana, a kljuka Merlot i Cabernet Sauvignon 8 dana. U toku procesa maceracije nakon 24h, 48h i 72h vršeno je pretakanje komine, odnosno procesi „delastaže“ i „remontaže“ tropa. U toku ovih procesa neprekidno se vrši kontrola mirisa, boje, kao i ukupnog kvaliteta vina, kako bi se dobio cjelokupan uvid u sam tok maceracije. Dužina maceracije zavisi prije svega od fenolne zrelosti grožđa, odnosno ako je fenolna zrelost grožđa veća, maceracija mora biti što kraća.



Slika 10. Prebacivanje kljuka u vinifikator (vinarija „Anđelić“)

#### 4.4. ALKOHOLNA FERMENTACIJA

Optimalna temperatura koja se želi postići u inox sudovima za fermentaciju pri proizvodnji vina, odnosno koja najbolje odgovara kvascu je 16°C. Kada se postigne željena temperatura (16°C), dodaje se kvasac. Kvasac vrste *Saccharomyces cerevisiae*, dodan je u količini od 20 g/hl. Kvasac je prvo razmućen u vodi temperature 37-42 °C, a nakon 15 minuta se postepeno rashlađuje sokom od grožđa - širom. Razlika temperatura između groždanog soka i kvasca ne smije biti više od 10°C. Ako je temperatura šire 14 °C, onda je temperatura razmućenog kvasca između 22- 24 °C. Temperatura u inox posudi u kojoj je dodavan kvasac bila je 12°C.

U drugom koraku ove faze vrši se dodavanje hrane za kvasac. Usljed rehidratacije, kvascu ponestaje hrane, pa je potrebno dodati hranu za kvasac (obično nakon 1/3 toka fermentacije). U vinariji Anđelić korišćen je komercijalni preparat *Complex Yeast Nutrient*, dodavan u količini od 30 g na 100 l groždanog soka.

Fermentacija vina od sorti grožđa Vranac, Merlot i Cabernet Sauvignon počela je 24 sata nakon dodavanja kvasca, odvijala se bez oscilacija i završena je u potpunosti. Temperatura



vrenja bila je 14°C, a korišteni su inox sudovi sa duplim plaštom koje hladi sistem sa freonom i svi sudovi imaju ugrađene termometre. Kod kljuka grožđa sorte Vranac, burno vrenje trajalo je 12 dana, pri čemu je tiho vrenje nastavljeno još 17 dana, pri čemu je potpuno završen proces fermentacije. Kod kljuka Merlot i Cabernet Sauvignon burno vrenje trajalo je 9 dana, pri čemu je nastavljeno tiho vrenje još 15 dana.

#### 4.5. „DELASTAŽA“

Proces „delastaže“ predstavlja neizbježnu operaciju u proizvodnji vina. „Delastaža“ predstavlja dvostepeni postupak u kojem se sok koji fermentiše odvoji od čestica grožđa „provjetravanjem“, a zatim se vraća u sud za fermentaciju, kako bi sok bio ponovo u kontaktu sa čvrstim ostacima tj. tropom. Takođe, kao i kod prebacivanja kljuka tokom muljanja u vinifikator, i ovdje je sistemom pužnih pumpi šira tj. već uveliko fermentisani sok prebacivan u bačvu, pri čemu je trop ostajao suv u inox sudu. Odvajanje tropa od šire trajalo je sat vremena. Nakon toga, izvršen je suprotni postupak, pri čemu je rasprskivanje šire po tropu (koji je ostao na dnu inox suda) bilo ravnomjerno. „Provjetravanjem“ fermentisanog soka vino se aeriše, pri čemu omekšavaju trpki tanini, a istovremeno se stabilizuje boja vina, što je i osnovni cilj ove tehnike.

Može se reći da je proces „delastaže“ usko vezan i nepotpun bez procesa „remontaže“.



Slika 11. Delastaža vina (vinarija „Anđelić“)

#### 4.6. „REMONTAŽA“ TROPA

„Remontaža“ tropa predstavlja proces kvašenja tropa širom, jer u toku vrenja trop ne smije biti suv. Pomoću pužnih pumpi spojenih sa vinifikatorom izvlači se šira sa dna suda i vrši rasprskavanje šire po tropu sa vrha suda, u obliku prskalice, jer trop ne smije biti suv tokom vrenja. Bitno je naglasiti da šira ne smije da pada slobodnim padom na trop, jer se na taj način ne bi izvršila homogenizacija temperature u tanku, ravnomjerna distribucija groždanog šećera i ćelija kvasca, što ni na kraju dovelo do nepravilne i neravnomjerne fermentacije. Učestalost ispiranja šire se prilagođava sorti grožđa i tipu vina koji se želi dobiti. Ovim postupkom se ekstrahuju „pitomi“ tanini, a time se ujedno i sprječava nepoželjna trpkost.



Slika 12. „Remontaža“ tropa (vinarija „Anđelić“)

#### 4.7. ODVAJANJE KOMINE OD ŠIRE

Što se tiče kljuka grožđa sorti Merlot i Cabernet Sauvignon, burna fermentacija je trajala 9 dana, pri čemu je trop odvojen od šire sistemom pužnih pumpi. Poslije toga izvršeno je prvo pretakanje. Tiho vrenje je nastavljeno još narednih 15 dana. Odvajanjem komine od šire nastavljeno je tiho vrenje, koje je kod šire grožđa Vranac trajalo 17 dana, a kod šire grožđa Merlot i Cabernet Sauvignon 15 dana. Time je proces fermentacije završen.



Slika 13. Odvajanje tropa od šire (vinarija „Anđelić“)

#### **4.8. KRAJ PROCESA FERMENTACIJE I PRETAKANJE VINA**

Nakon završenog procesa fermentacije (20-21 dan burne fermentacije), izvršeno je prvo pretakanje vina, poslije čega su obavljena još dva. Znači, ukupno 3 pretakanja su obavljena prije stavljanja enološkog ulja.

#### **4.9. BISTRENJE I STAVLJANJE ENOLOŠKOG ULJA**

Kao što je navedeno u prethodnom tekstu, u proizvodnji vina, ukupno su obavljena tri pretakanja, nakon čega je stavljeno enološko ulje. Korišćen je sud sa „plutajućim poklopcem“ u koji je sipano oko 0,5 l ulja. Ulje se sipa da bi spriječila oksidacija vina. Inox sud sa zračnicom (šlauf) je karakterističan po tome što sadrži plutajući poklopac, koji je na naduvavanje. Ova faza tretiranja vina zove se hladna stabilizacija. Hladna stabilizacija je proces kada vino ide na temperaturu od 5 do 6°C, što prije svega zavisi od sadržaja alkohola u vinu. Čitav proces traje oko desetak dana. Osnovni cilj je da se spriječi stvaranje soli bitartarata.

Ovakvo vino odležava 90 dana u hrastovim buradima (slavonski hrast), čija je zapremina 2.500 l, nakon čega se dobija suvo crveno vino sa sadržajem alkohola oko 12 vol %.

## 5. REZULTATI I DISKUSIJA

### 5.1. REZULTATI ANALIZE KLJUKA I VINA

U tabelama 2, 4, 6 je prikazan hemijski sastav mjerenih parametara tokom i poslije procesa maceracije grožđa sorte Vranac. Temperatura kljuka na početku procesa maceracije iznosila je 24,4 °C, da bi potom opadala do 20 °C, pri čemu je prosječna temperatura tokom ovog procesa bila 20,6 °C. Proces maceracije je trajao 11 dana, a 12. dana izvršeno je odvajanje tropa od fermentisane šire.

U tabelama 3, 5, 7 je prikazan hemijski sastav mjerenih parametara tokom i poslije procesa maceracije kupažiranog kljuka od grožđa sorti Merlot i Cabernet Sauvignon. Treba naglasiti da je temperatura kljuka na početku procesa maceracije iznosila 24,4 °C, a potom opadala do 22,5 °C, pri čemu je prosječna temperatura tokom procesa maceracije bila 23,1 °C.

Tabela 2. Rezultati analiziranih parametara kljuka grožđa sorte Vranac (nakon muljanja i prebacivanja u macerator) (uzorak 1)

Parametri/ Uzorak I	pH- vrijednost	Ukupne kisljine (g/L)	Isparljive kisljine (g/L)	Jabučna kisljina (g/L)	Glukonska kisljina (g/L)	Šećer (g/L)	Gustina (g/cm <sup>3</sup> )	Alfa amino azot (mg/L)	Amonijačni azot (mg/L)
kljuk	3,54	4,6	0,12	1,4	0,4	238	1,1	167,3	155,7

Tabela 3. Rezultati analiziranih parametara kljuka nastalog kupažiranjem grožđa sorti Merlot i Cabernet Sauvignon (nakon muljanja i prebacivanja u macerator) (uzorak 2)

Parametri/ Uzorak I	pH- vrijednost	Ukupne kisljine (g/L)	Isparljive kisljine (g/L)	Jabučna kisljina (g/L)	Glukonska kisljina (g/L)	Sadržaj šećera (g/L)	Gustina (g/cm <sup>3</sup> )	Alfa amino azot (mg/L)	Amonijačni azot (mg/L)
kljuk	3,42	5,2	0,09	0,9	0,1	250	1,1	134,8	167,8

Tabela 4. Rezultati analiziranih parametara kljuka grožđa sorte Vranac tokom 6-12 dana maceracije (uzorak 1)

Parametri/ uzorak	pH- vrijednost	Ukupne kiseline (g/L)	Isparljive kiseline (g/L)	Jabučna kiselina (g/L)	Šećer (g/L)	Sadržaj alkohola (vol %)	Slobodni SO <sub>2</sub> (mg/L)
6.dan od početka maceracije (uzorak II)	3,29	6,9	0,22	0,4	76,2	11,2	12,7
9.dan od početka maceracije (uzorak III)	3,35	6,8	0,18	0,5	26,9	13,2	10,7
12. dan od početka maceracije (uzorak IV) - izvršeno odvajanje troja od šire	3,37	6,3	0,18	0,5	13,7	15,2	8,7

Tabela 5. Rezultati analiziranih parametara kljuka nastalog kupažiranjem grožđa sorti Merlota i Cabernet Sauvignon-a (uzorak 2)

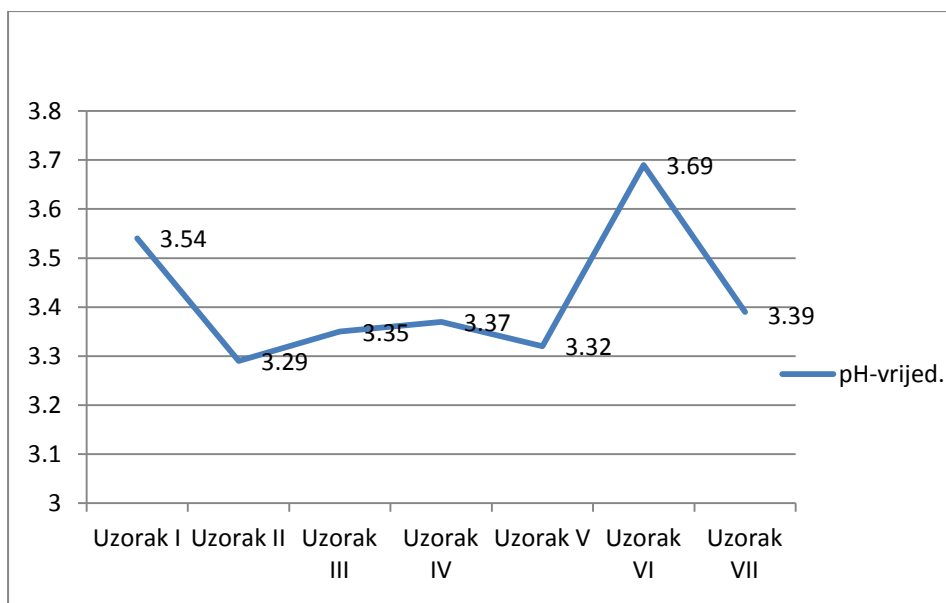
Uzorak	pH- vrijednost	Ukupne kiseline (g/L)	Isparljive kiseline (g/L)	Jabučna kiselina (g/L)	Sadržaj šećera (g/L)	Sadržaj alkohola (vol %)	Slobodni SO <sub>2</sub> (mg/L)
6. dan od početka maceracije (uzorak I)	3,6	5,1	0,21	1,7	48,4	11,7	6,6
9. dan od početka maceracije (nakon odvajanje troja od šire ) (uzorak II)	3,61	5,7	0,15	2,0	16,8	13,6	6,8

Tabela 6. Rezultati analize mladog vina od grožđa sorte Vranac (uzorak 1)

Parametri	pH- vrijednost	Ukupne kisljine (g/L)	Ispaljive kisljine (g/L)	Jabučna kisljina (g/L)	Sadržaj šećera (g/L)	Gustina vina (g/L)	Sadržaj alkohola (vol %)	Slobodni SO <sub>2</sub> (mg/L)
(15. dan od početka maceracije - nakon prvog pretakanja) (uzorak V)	3,32	5,6	0,39	0,5	10,0	0,9947	14,4	10,9
(28. dan od početka maceracije) (uzorak VI)	3,69	5,7	0,73	0,8	3,9	0,9947	13,8	19,8
(39. dan od početka maceracije) (uzorak VII)	3,39	6,3	0,45	0,5	7,7	0,9949	16,1	20,6

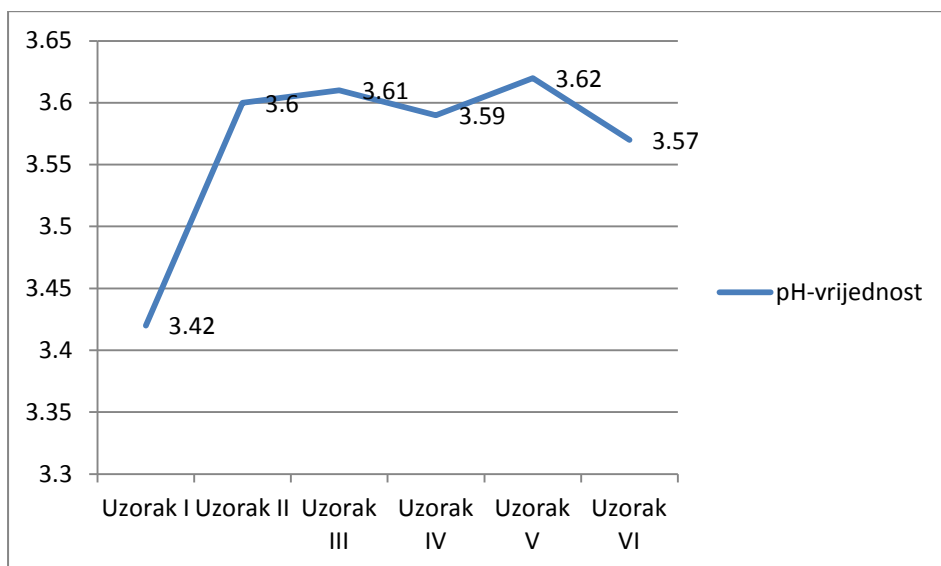
Tabela 7. Rezultati analize mladog vina od grožđa sorti Merlot i Cabernet Sauvignon (uzorak 2)

Uzorak	pH- vrijednost	Ukupne kisljine (g/L)	Ispaljive kisljine (g/L)	Jabučna kisljina (g/L)	Sadržaj šećera (g/L)	Sadržaj alkohola (vol %)	Slobodni SO <sub>2</sub> (mg/L)	Gustina vina (g/L)
12. dan od početka maceracije (uzorak III)	3,59	5,8	0,17	2,0	11,6	14,8	8,2	-
(28. dan od početka maceracije) (uzorak IV)	3,62	5,7	0,48	0,8	5,9	14,4	15,3	0,9956
39. dan od početka maceracije (uzorak V)	3,57	6,1	0,43	0,9	6,1	13,9	8,0	0,9962



Grafikon 1. Grafički prikaz promjene pH-vrijednosti kod grožđa sorte Vranac (uzorak 1)

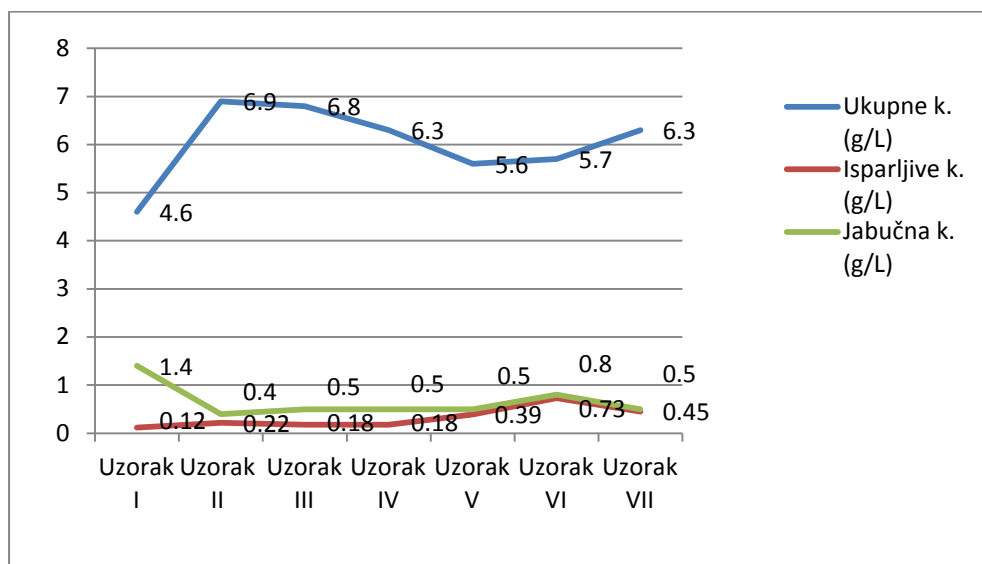
Na grafikonu 1 prikazana je promjena pH-vrijednosti tokom procesa prerade grožđa i dobijanja vina sorte Vranac (uzorak 1). Može se primijetiti da je došlo do određenog pada pH-vrijednost u toku ovog procesa (osim kod uzorka VI), a vrijednost se kretala od 3,29 (uzorak II) do 3,69 (uzorak VI).



Grafikon 2. Grafički prikaz promjene pH-vrijednosti kod kupažiranog grožđa sorti Merlot i C. Sauvignon (uzorak 2)

Na grafikonu 2 je prikazana promjena pH-vrijednosti tokom procesa prerade kupažiranog grožđa sorti Merlot i C. Sauvignon (uzorak 2). pH-vrijednost se nije pretjerano mnogo razlikovala i kretala se od 3,42 (uzorak I) do 3,62 (uzorak V), i za razliku od procesa koji se odnosi na grožđe sorte Vranac (uzorak 1), ovde je došlo do porasta pH vrijednosti u toku procesa. Kada se uporede pH vrijednosti za oba eksperimenta, vidimo da među njima ne postoji pretjerano velika razlika.

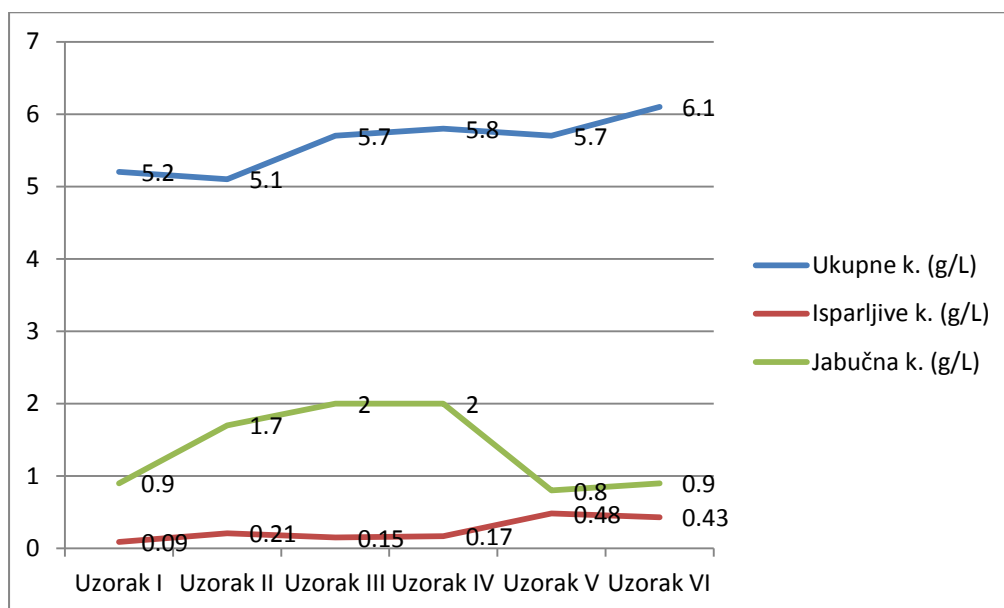
Dobijeni rezultati su uglavnom u skladu sa vrijednostima koje su dobili različiti autori (Ribéreau-Gayon, 1986; Grujić i sar., 2006; Laitkam, 2017). Inače, pH-vrijednost kod kljuka i vina od grožđa crvenih sorti se najčešće kreće od 2,7 - 3,9 (Sokolić, 2006).



Grafikon 3. Grafički prikaz promjene sadržaja ukupnih i isparljivih kiselina, kao i jabučne kiseline za sortu Vranac (uzorak 1)

Sadržaj ukupnih kiselina se povećao u toku procesa maceracije grožđanog kljuka sorte Vranac (uzorak 1), a kasnije i u samom vinu (sa 4,6 na 6,9 g/L). Najmanja vrijednost ukupnih kiselina zabilježena je odmah na početku procesa prerade (4,6 g/L - uzorak I), dok je najviša vrijednost zabilježena nakon dodavanja kvasca i početka alkoholne fermentacije (6,9 g/L – uzorak II). Posmatrajući dobijene vrijednosti sadržaja ukupnih kiselina za kupažirani uzorak Merlot i C. Sauvignon (uzorak 2), vidi se da je promjena sadržaja ukupnih kiselina tokom procesa tekla uzlaznom linijom i kretala se od 5,1 (uzorak II) do 6,1 g/L (uzorak VI). Promjena sadržaja ukupnih kiselina za kupažirani uzorak Merlot i C. Sauvignon (uzorak 2) je znatno manja nego kod Vranca (uzorak 1) .





Grafikon 4. Grafički prikaz sadržaja ukupnih i isparljivih kiselina, kao i jabučne kiseline za kupažirani uzorak Merlot i C. Sauvignon (uzorak 2)

Količina ukupnih kiselina u kljuku varira u dosta širokim granicama (čak i unutar iste sorte može značajno varirati u različitim godinama). Količina ukupnih kiselina u kljuku crvenog grožđa u najvećem broju slučajeva kreće se od 5 do 8 g/L, izražena kao vinska kiselina. Vina su po pravilu nešto manje kisela nego šira ili kljuk, jer se dio vinske kiseline istaloži u obliku soli tartarata tokom alkoholne fermentacije, ali u našem slučaju situacija je bila obrnuta.

Poslije šećera, kiseline su najvažniji sastojak šire i veoma bitan faktor kvaliteta vina (Blesić, 2013). Kiselost soka je veoma bitna za kvalitet budućeg vina, njegova senzorna svojstva i stabilnost tokom čuvanja i zrenja. Osim toga, optimalna količina kiselina stvara pogodno uslove za kvalitetnu alkoholnu fermentaciju, odnos slobodnog i ukupnog sumpor-dioksida i bistrenje vina (Puškaš, 2009).

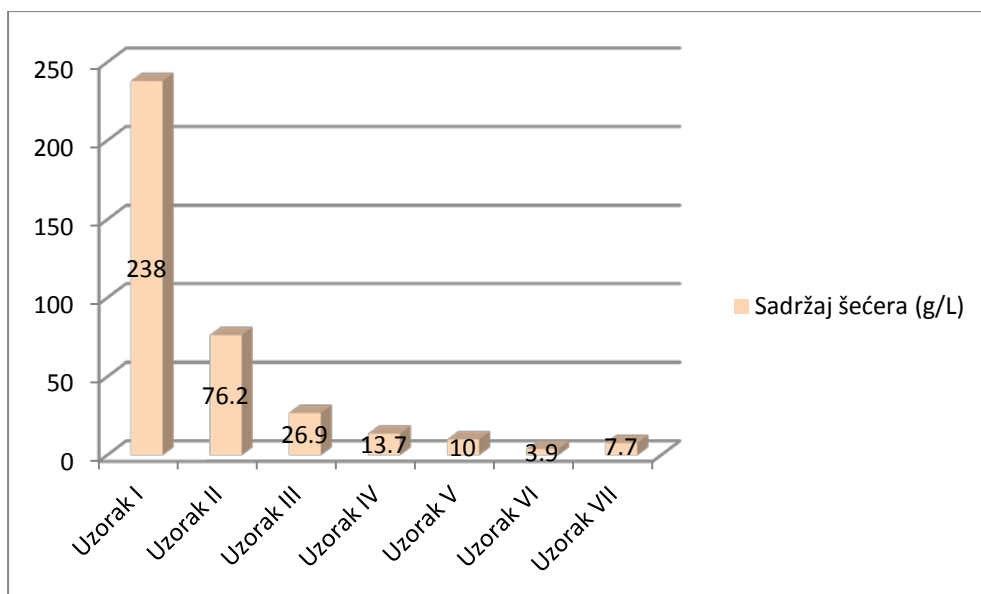
Što se tiče sadržaja isparljivih kiselina kod sorte Vranac (uzorak 1), njihova vrijednost u toku procesa maceracije kljuka i alkoholne fermentacije vina kretala se od 0,12 (uzorak I) do 0,73 g/L (uzorak VI) i nije toliko visoka da bi mogla imati pretjerano loš uticaj na senzorna svojstva vina. Kao i kod sorte Vranac (uzorak 1), kod kupažiranog uzorka Merlot i C. Sauvignon (uzorak 2) sadržaj isparljivih kiselina je tokom procesa maceracije bio najniži i kretao se od 0,09 do 0,17 g/L, dok je do izraženijeg pada došlo tek od uzorka V. Dobijene vrijednosti sadržaja isparljivih kiselina ne mogu imati negativan uticaj na senzorna svojstva ovog vina, što je bio slučaj i kod grožđa Vranac (uzorak 1).

Sirćetna kiselina je dominantna isparljiva komponenta u vinima sa pragom osjetljivosti 0,7-1,1 g/L (Zoecklin, 1995). Pošto su se vrijednosti dobijene u ovom radu kretale oko i ispod ovih vrijednosti, može se smatrati da su dobijena vina bila prihvatljivog kvaliteta. Pri normalnim vrijednostima u vinu (<300 mg/L) sirćetna kiselina može biti poželjan aromatski sastojak, doprinoseći kompleksnosti okusa i mirisa. Međutim, ako je njen sadržaj > 300 mg/L, to vinu postepeno daje kiseli okus i kvari mu miris (Jackson, 2008).

Proizvodnja ove kiseline je povezana sa koncentracijom šećernih i azotnih spojeva, pH vrijednošću i temperaturom tokom fermentacije. Sadržaj ovog jedinjenja u vinima se povećava sa koncentracijom šećera iznad 20% (w/v). Formiranje sirćetne kiseline je veće ispod pH vrijednosti 3,2 i pri pH vrijednosti iznad 4.

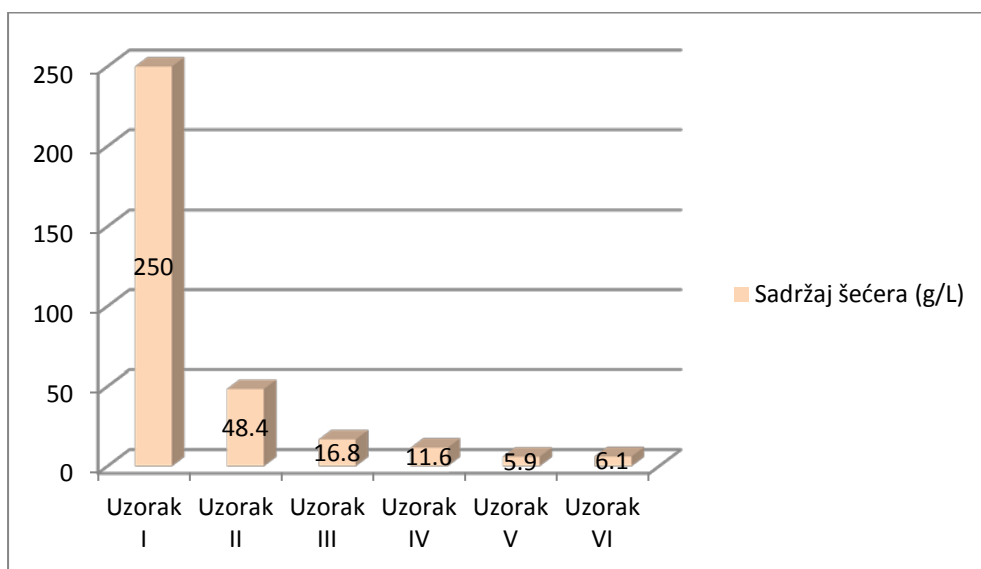
U toku cjelokupnog procesa kod sorte Vranac (uzorak 1) došlo je do značajnijeg smanjenja sadržaja jabučne kiseline, najveći je bio na početku procesa maceracije (1,4 g/l), da bi kasnije ta vrijednost počela opadati, što se može povezati sa fermentacionim osobinama korištenog kvasca, kao i sa početkom malolaktičke fermentacije. Kada je riječ o sadržaju jabučne kiseline kod kupažiranog uzorka Merlot i C. Sauvignon (uzorak 2), njegova vrijednost je bila najniža u uzorku vina V (0,8 g/l), a najviša u toku maceracije (uzorak III) i nakon odvajanja tropa od šire (uzorak IV) - 2 g/l. Dobijene vrijednosti su slične sa rezultatima istraživanjima kod vina Sirah (Laitkam, 2017), vina Merlot Black (Fazinić i Benčić, 1998) i sa rezultatima koje su dobili Raičević i sar. (2011).

Beelman i Galander (1988) navode da vinski kvasci vrste *S.cerevisiae* ne mogu efikasno koristiti jabučnu kiselinu, što dovodi do samo blagog smanjenja njene koncentracije u toku alkoholne fermentacije. Do znatnijeg smanjenja koncentracije jabučne kiseline dolazi tek u toku malolaktičke fermentacije. Povećane koncentracije jabučne kiseline u kljuku mogu ukazivati na prisustvo određene količine nedovoljno zrelog grožđa na početku prerade.



Grafikon 5. Grafički prikaz promjene sadržaja šećera kod grožđa sorte Vranac (uzorak 1)

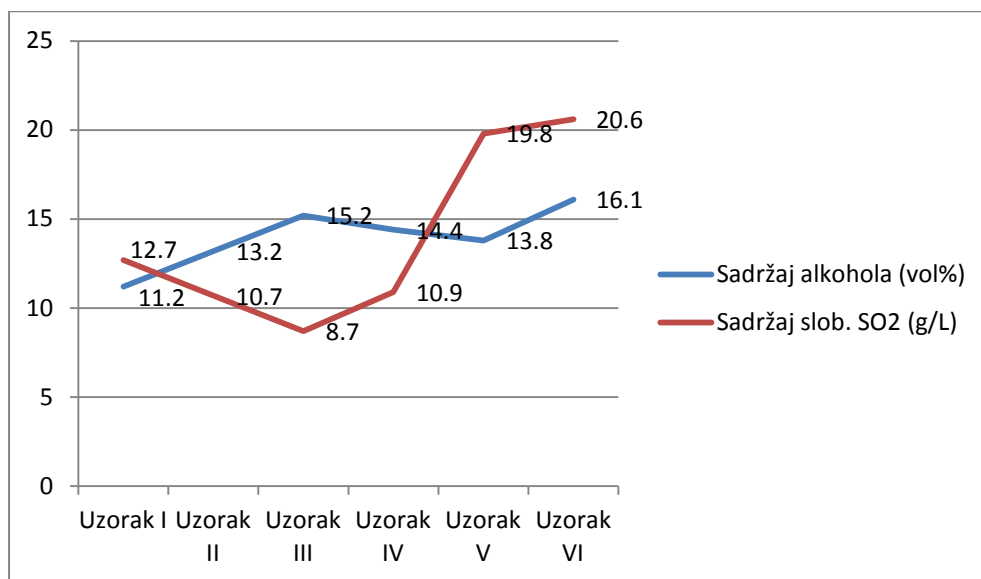
Kada je riječ o sadržaju šećera kod grožđa sorte Vranac (uzorak 1), njegova vrijednost je ravnomjerno i konstantno opadala nakon dodatka kvasca i početkom alkoholne fermentacije, pri čemu je najveća vrijednost bila na samom početku 238 g/L (što je i očekivano), a najniža vrijednost je iznosila 3,9 g/L (na kraju procesa) Može se konstatovati da se proces alkoholne fermentacije odvijao bez oscilacija i do kraja.



Grafikon 6. Grafički prikaz promjene sadržaja šećera kod kupažiranog uzorka Merlot i C. Sauvignon (uzorak 2)

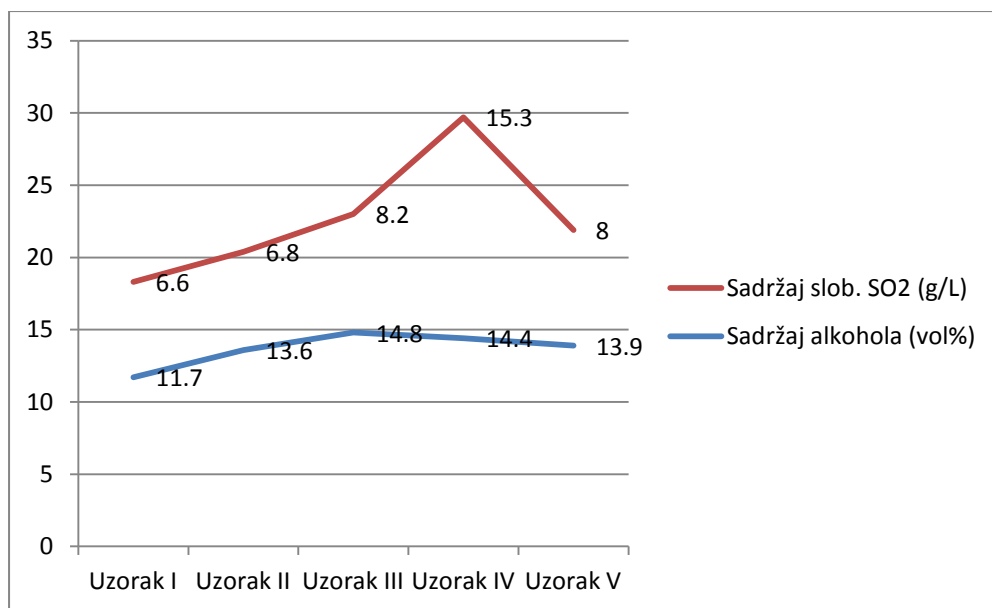
Kada je riječ o sadržaju šećera kod kupažiranog uzorka Merlot i C. Sauvignon (uzorak 2), njegova vrijednost je ravnomjerno i konstantno opadala (kao i kod Vranca - uzorka 1), nakon dodatka kvasca i početkom alkoholne fermentacije, pri čemu je najveća vrijednost bila na

samom početku 250 g/L (prije dodavanja kvasca), a najniža vrijednost je iznosila 5,9 g/L. Dobiene vrijednosti pokazuju da se proces alkoholne fermentacije odvijao bez oscilacija i skoro do kraja. Kada se uporede promjene sadržaja šećera između Vranca (uzorak 1) i kupažiranog uzorka Merlot i C. Sauvignon (uzorak 2), vidimo da je znatno brža promjena ostvarena u kupažiranom uzorku. Takođe, možemo primijetiti da je najveća promjena šećera ostvarena u prvih 6 dana maceracije, što ukazuje na dobru fermentacijsku aktivnosti korištenog kvasca.



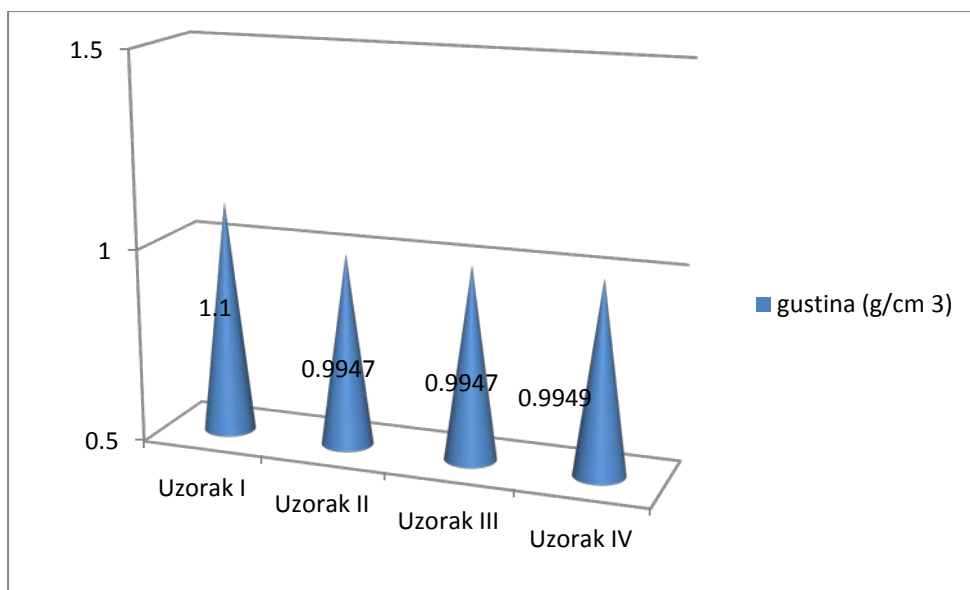
Grafikon 7. Grafički prikaz promjene sadržaja alkohola i slobodnog SO<sub>2</sub> kod grožđa sorte Vranac (uzorak 1)

Analizom sadržaja etanola kod grožđa sorte Vranac (uzorak 1) vidimo da je minimalni sadržaj alkohola iznosio 11,2 vol% (6. dan maceracije), a maksimalni sadržaj 16,1 vol% (vino - 39. dan od početka maceracije). Najniži sadržaj alkohola kod kupažiranog uzorka Merlot i C. Sauvignon (uzorak 2) izmjeren je na samom početku procesa i to 11,7 vol%, a najviši sadržaj 14,8 vol%, u uzorku dobijenom nakon odvajanja tropa od šire (nakon završetka maceracije). Poređenjem sadržaja alkohola kod Vranca (uzorak 1) i kupažiranog uzorka Merlot i C. Sauvignon (uzorak 2) primjećujemo da je viši sadržaj izmjeren kod grožđa sorte Vranac, što nije bilo očekivano, s obzirom na niži polazni sadržaj šećera. Dobiene vrijednosti sadržaja alkohola ukazuju na to da je izvršena brza fermentacija i da je dobijeno stabilno vino. Dobijeni rezultati su u skladu sa rezultatima koje su dobili drugi autori (Grujić i sar., 2006; Radovanović, 2014 i Laitkam, 2017) i zadovoljavaju zakonski propisane vrijednosti (Pravilnik o kvalitetu vina, Službeni list SFRJ 17/81 i 14/89).



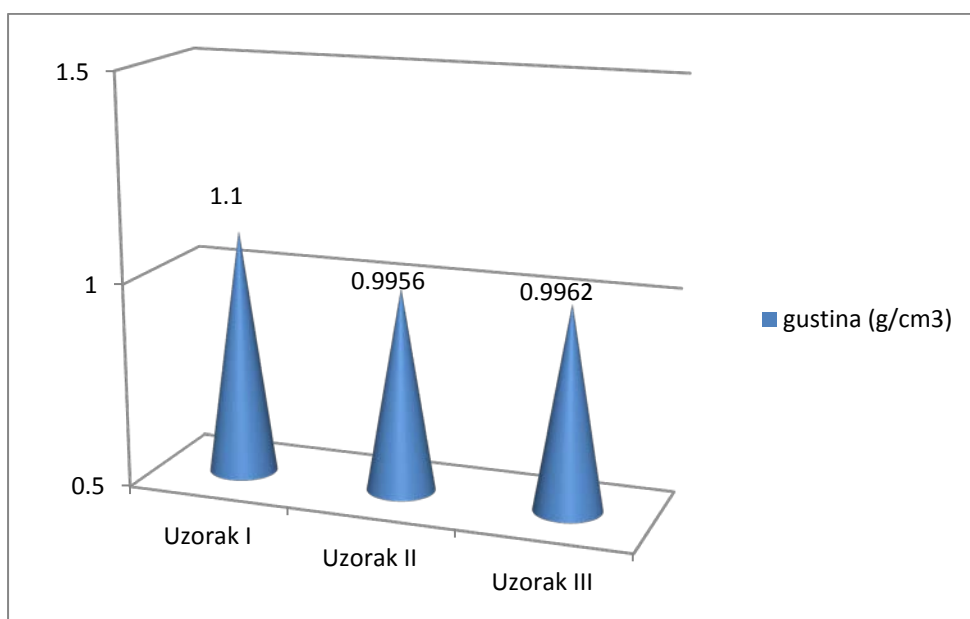
Grafikon 8. Grafički prikaz promjene sadržaja alkohola i slobodnog SO<sub>2</sub> kod kupažiranog uzorka Merlot i C. Sauvignon (uzorak 2)

Što se tiče sadržaja slobodnog SO<sub>2</sub>, kod grožđa sorte Vranac (uzorak 1), najniža vrijednost je iznosila 8,7 mg/L, a najviša 20,6 mg/L. Njegova vrijednost se konstantno povećavala tokom prerade vina, što je i logično, s obzirom da je vino u više faza prerade tretirano sumporom, sve u cilju zaštite vina. Što se tiče sadržaja slobodnog SO<sub>2</sub>, kod kupažiranog uzorka Merlot i C. Sauvignon (uzorak 2), najniža vrijednost je iznosila 6,6 mg/L, a najviša 15,3 mg/L. Dobijene vrijednosti slobodnog SO<sub>2</sub> su u skladu sa rezultatima koje su dobili i drugi autori (Grujić i sar., 2006; Radovanović, 2014; Laitkam, 2017). Inače, maksimalno dozvoljena koncentracija slobodnog SO<sub>2</sub> u vinu je 35 mg/l (Pravilnik o kvalitetu vina, Službeni list SFRJ 17/81 i 14/89).



Grafikon 9. Grafički prikaz promjene gustine kljuka i vina od grožđa sorte Vranac (uzorak 1)

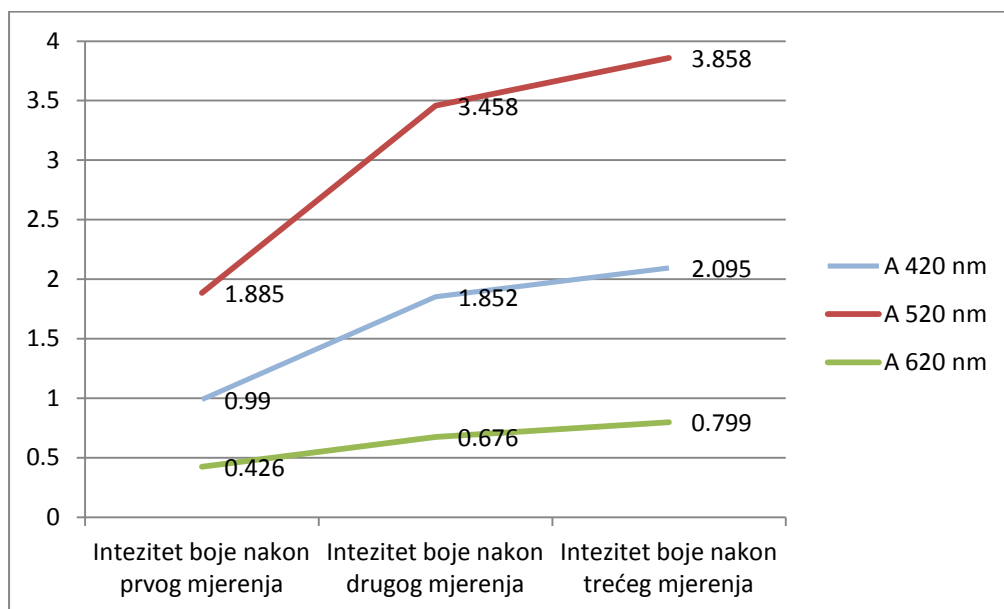
Kada je riječ o gustini kljuka i vina Vranac (uzorak 1), njena vrijednost je kod prvog mjerenja (prije procesa maceracije) iznosila  $1,1 \text{ g/cm}^3$ , da bi tokom procesa maceracije i poslije njenog završetka vrijednost bila konstantna i iznosila je  $0,9947 \text{ g/cm}^3$ , da bi kod zadnjeg mjerenja (tada već mladog vina) iznosila  $0,9949 \text{ g/cm}^3$ .



Grafikon 10. Grafički prikaz promjene gustine kljuka i vina kod kupažiranog uzorka Merlot i C. Sauvignon (uzorak 2)

Kada je riječ o gustini kljuka i vina kupažiranog uzorka Merlot i C. Sauvignon (uzorak 2), njena vrijednost je kod prvog mjerenja (prije procesa maceracije) iznosila  $1,1 \text{ g/cm}^3$ , da bi

tokom procesa maceracije i poslije njenog završetka bila  $0,9956 \text{ g/cm}^3$ , a kod zadnjeg mjerenja (tada već mladog vina) njena vrijednost je iznosila  $0,9962 \text{ g/cm}^3$ . Specifična težina crvenih vina na kraju fermentacije kreće se od  $0,991$  do  $0,996 \text{ g/cm}^3$  (Ribereau-Gayon i sar., 2006a), što ukazuje da su rezultati u skladu sa navedenim vrijednostima.



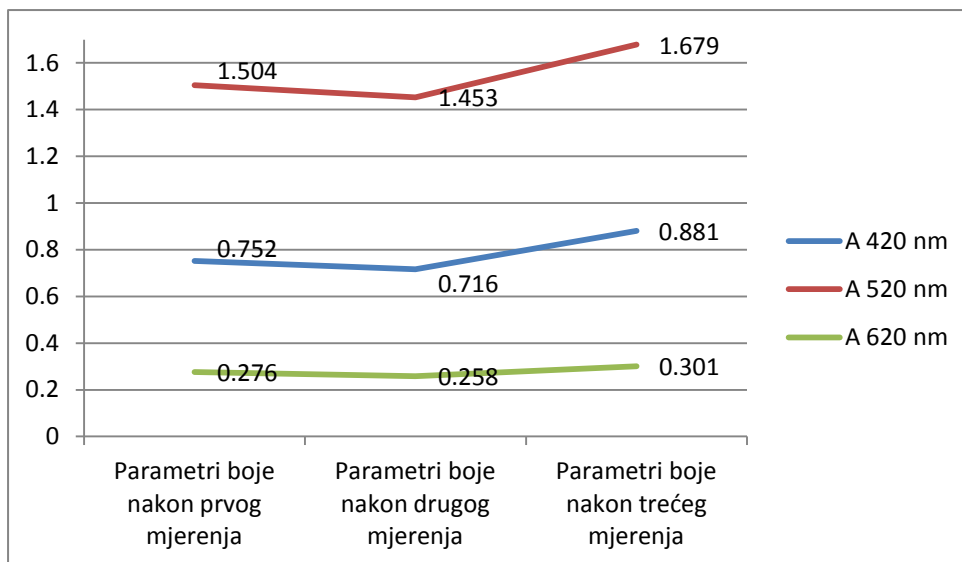
Grafikon 11. Grafički prikaz vrijednosti inteziteta boje kod vina Vranac (uzorak 1)

Na grafikonu 11 su prikazane vrijednosti parametara boje mjerene na talasnim dužinama od 420, 520 i 620 nm. Nijansa boje, kao odnos absorbancija na 420 i 520 nm, pokazuje stepen prelaska boje u narandžastu, za mlada vina se kreće u intervalu od 0,5 do 0,7, a kod starijih vina od 1,2 do 1,3. Vina otvoreno crvene boje imaju jasan i izražen maksimum absorbancije na talasnoj dužini od 520 nm (Darias-Martin i sar. 2002; Martelo-Vidal i Vázquez, 2014). Promjenom boje u zatvoreno crvenu ili ciglasto crvenu boju, maksimum absorbancije na 520 nm opada (Ribereau-Gayon i sar., 1999).

Kod vina Vranac (uzorak 1) intezitet boje na talasnoj dužini od 420 nm je rastao od 0,99 do 2,095. Na talasnoj dužini od 520 nm, vrijednosti inteziteta boje su se kretale od 1,885 do 3,856, a na talasnoj dužini od 620 nm vrijednosti inteziteta boje su se kretale od 0,426 do 0,799. Dobijene vrijednosti ukazuju da je najveći intezitet boje vina Vranac bio na talasnoj dužini od 520 nm, što ukazuje na otvoreno crvenu boju vina, karakterističnu za mlado vino.

Kod kupažiranog vina Merlot i C. Sauvignon (uzorak 2) intezitet boje na talasnoj dužini od 420 nm je rastao od 0,752 do 0,881. Na talasnoj dužini od 520 nm, vrijednosti inteziteta boje su se kretale od 1,504 do 1,679, a na talasnoj dužini od 620 nm vrijednosti inteziteta boje su

se kretale od 0,276 do 0,301. Kao i kod vina Vranac, dobijene vrijednosti ukazuju da je najveći intezitet boje kupažiranog vina Merlot i C. Sauvignon bio na talasnoj dužini od 520 nm, što ukazuje na otvoreno crvenu boju vina, karakterističnu za mlado vino. Dobijene vrijednosti su slične sa vrijednostima koje su dobili Raičević i sar. (2011). Poređenjem dobijenih vrijednosti inteziteta boje, može se primijetiti da su dobijene znatno više vrijednosti kod vina od sorte Vranac (uzorak 1).



Grafikon 12. Grafički prikaz vrijednosti parametara boje kod kupažiranog vina Merlot i C. Sauvignon (uzorak 2)

Udio crvene boje u vinu (A520 %), obrnuto je proporcionalan vremenu trajanja maceracije i temperaturi. Do tih promjena boje vina dolazi usljed reakcija između antocijana i tanina ekstrahovanih u većoj količini tokom dugotrajne maceracije, kao i usljed prelaska obojenih oblika antocijana u neobojene halkone, na višim temperaturama maceracije (Boulton i sar., 1996; Yokotsuka i sar., 2000).



## 6. ZAKLJUČAK

U radu je istraživana uticaj procesa maceracije na kvalitet crvenog vina od sorti grožđa Vranac, Merlot i Cabernet Sauvignon. Istraživanje, kojim je obuhvaćeno praćenje svih faza prerade grožđa u vino, provedeno je u vinariji „Anđelić“, Trebinje, a hemijske analize kljuka i mladog vina, obavljene su u laboratoriji preduzeća Hidroelektrane na Trebišnjici (HET), Trebinje.

Na osnovu dobijenih rezultata, mogu se izvući sljedeći zaključci:

- Proces maceracije, zajedno sa tehnikama delastaže i remontaže tropa, i naknadna alkoholna fermentacija mladog vina, imali su značajan uticaj na tok fermentacije i fizičko-hemijska svojstva kljuka i vina (promjena pH-vrijednosti, sadržaja šećera, etanola, kiselosti, inteziteta boje, itd). Primjenom tehnike delastaže i remontaže tropa, omogućeno je jače očuvanje i oslobađanje bojenih materija, tj. postizanje željenog inteziteta boje vina.
- Dužina procesa maceracije značajno je uticala na kvalitet i hemijski sastav vina, što se, prije svega, odnosi na povećanje inteziteta boje, odnosno bolju ekstrakciju antocijana i fenola u toku samog procesa maceracije. Takođe, vino od grožđa sorte Vranac, i pored toga što je proces maceracije kraće trajao nego kod kupažiranog vina od grožđa sorti Merlot i Cabernet Sauvignon, imalo je veći sadržaj etanola i veći intenzitet boje.
- Proces maceracije je potrebno prilagoditi različitim sortama crvenog grožđa. Tako je u ovom radu kod grožđa od sorte Vranac proces maceracije dao optimalne rezultate u vremenskom trajanju od 8 dana i pri prosječnoj temperaturi od 20,6 °C, a kod kupažiranih vina od grožđa sorti Merlot i Cabernet Sauvignon taj optimum je iznosio 11 dana, pri prosječnoj temperaturi od 23,1 °C.
- Upotrebom FT-IR tehnike, omogućeni su prije svega brzi, precizni i pouzdani rezultati tokom cijelog procesa analize kljuka i vina od sorti grožđa Vranac, Merlot i Cabernet Sauvignon. U laboratoriji preduzeća Hidroelektrane na Trebišnjici (HET), Trebinje korišten je OenoFoss™ analizator vina, proizvođača Foss, Denmark. Jednostavnost upotrebe ovog analizatora, omogućila je mjerenje više parametara vina za samo dva minuta, uz dodatak samo par kapljica uzorka koji se želi analizirati. Prednosti ovog analizatora (osim kratkog vremena analize i jednostavne upotrebe) su :

kompaktna FT-IR platforma za analizu, nije potreban reagens ili neki potrošni materijal, nije potrebno redovno održavanje aparata kao ni specijalna obuka.

## 7. LITERATURA

1. Radovanović N.A., 2014. Karakterizacija i korelacija bioaktivnih fenolnih jedinjenja i njihova antioksidaciona i antimikrobna svojstva.
2. Boulton R., 2001. The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: a critical review. *Am J Enol Viticult* 52(2):67–87.
3. Boulton, R.B., Singelton V.L., Bisson L.F., Kunkee R.E., 1996. Principles and Practices of Winemaking, Chapman and Hall, New York, 224-228.
4. Callejon R.M., Clavijo A., Ortigueira P., Troncoso A.M., Paneque P. and Morales M.L., 2010. Volatile and sensory profile of organic red wines produced by different selected autochthonous and commercial *Saccharomyces cerevisiae* strains. *Anal. Chim. Acta*, 660, 68-75.
5. Cheminat A, Brouillard R., 1986. PMR investigation of 3-O-( $\beta$ -D-glucosyl) malvidin structural transformations in aqueous solutions. *Tetrahedron Lett* 27(37):4457–60.
6. Cholet, C., Delsart, C., Petrel, M., Gontier, E., Grimi, N., L'Hyvernay, A., et al., 2014. Structural and biochemical changes induced by pulsed electric field treatments on Cabernet Sauvignon grape berry skins: impact on cell wall total tannins and polysaccharides, *Journal of Structure and Food Chemistry*, 62:2925–2934.
7. Darias-Martin, J., Martián-Luis, B., Carrillo-Loápez, M., Lamuela-Raventoás, R., Diáz-Romero, C., Boulton, R., 2002. Effect of Caffeic Acid on the Color of Red Wine. *J. Agric. Food Chem.* 50, 2062-2067.
8. D. Cozzolino, H.E. Smyth and M. Gishen, 2003. *J. Agric. Food Chem.* 52, 7701.
9. Raičević D., Božinović Z., Petkov M., Mijović S., Popović T., Ivanova V., 2011. Uticaj pektolitičkih enzima na hemijski i polifenolni sastav i na senzorna svojstva vina Vranac, *Agro-knowlegde Journal*. 12 (4), 437-444.
10. Delsart, C., Cholet, C., Ghidossi, R., Grimi, N., Gontier, E., Geny, L., Mietton-Peuchot, M., 2013. Effects of pulsed electric fields on Cabernet Sauvignon grape berries and on the characteristics of wines. *Food and Bioprocess Technology*, 7, 424–436.
11. Escribano-Bailon M.T., Santos-Buelga C., 2012. Anthocyanin copigmentation-evaluation, mechanisms and implications for the colour of red wines. *Curr Org. Chem.* 16(6):715–23.

12. Gao L., Girard B., Mazza G., Reynolds A.G., 1997. Simple and polymeric anthocyanins and color characteristics of Piont noir wines from different vinification processes. *J. Agric. Food Chem.*, 45, 2003-2008.
13. García-Marino M, Escudero-Gilete ML, Heredia FJ, Escribano-Bailón MT, Rivas-Gonzalo JC., (2013). Color-copigmentation study by tristimulus colorimetry (CIELAB) in red wines obtained from Tempranillo and Graciano varieties. *Food Res Intl* 51(1),123–31.
14. Gavara R, Petrov V, Quintas A, Pina F., 2013. Circular dichroism of anthocyanidin 3-glucoside self-aggregates. *Phytochemistry* 88(8):92–8.
15. Giudici P., Zambonelli C., 1992. Criteri di selezione dei lieviti per enologia. *Vignevini*, 9, 29-34.
16. Gomez-Miguez, M., Gonzales-Miret, M.L. & Heredia, F.J., 2006. Evolution of colour and anthocyanin composition of Syrah wines elaborated with pre-fermentative cold maceration. *J. Food Eng., in press* (doi:10.1016/j.jfoodeng.2006.01.054).
17. González-Manzano S, Dueñas M, Rivas-Gonzalo JC, Escribano-Bailón MT, Santos-Buelga C., 2009. Studies on the copigmentation between anthocyanins and flavan-3-ols and their influence in the colour expression of red wine. *Food Chem.* 114(2):649–56.
18. González-Manzano, S., Rivas-Gonzalo, J.C. & Santos-Buelga, C, 2004. Extraction of flavan-3-ols from grape seed and skin into wine using simulated maceration. *Anal. Chim. Acta* 513, 283-289.
19. Grujić S., Vučić G., Milovanović N., 2006. Definisavanje karakteristika kvaliteta crnog vina "Vranac" proizvedenog u regionu Banje Luke, Zbornik radova Prvi međunarodni kongres "Ekologija, zdravlje, rad, sport", Banja Luka, BiH, 354-361.
20. Fulcrand H., Atanasova V., Salas E., Cheynier V., 2004. Red Wine Color: Revealing the Mysteries (ACS Symp. Ser.) Washington, DC, 886, pp. 68–88.
21. Han FL, Xu Y., 2015. Effect of the structure of seven anthocyanins on self-association and colour in an aqueous alcohol solution. *S Afr J Enol Vitic* 36,105–16.
22. Han FL, Zhang WN, Pan QH, Zheng CR, Chen HY, Duan CQ., 2008. Principal component regression analysis of the relation between CIELAB color and monomeric anthocyanins in young Cabernet Sauvignon wines. *Molecules*, 13(11):2859–70.
23. He JJ, Liu YX, Pan QH, Cui XY, Duan CQ., 2010. Different anthocyanin profiles of the skin and the pulp of yan73 (Muscat hamburg × Alicante bouschet) grape berries. *Molecules*, 15(3):1141–53.

24. Heatherbell, D., Dicey, M., Goldsworthy, S. & Vanhanen, L., 1997. Effect of prefermentation cold maceration on the composition, color and flavor of Pinot Noir wine. In: Henick-Kling, T., Wolf, T.E. & Harkness, E.M. (eds). Proc. 4th Int. Symp. *Cool Climate Vitic. Enol., Rochester, USA*. pp VI 10-VI 17.
25. Hernandez L.F., Espinosa J.-C., Fernandez-Gonzalez M. and Briones A., 2003.  $\alpha$ -glucosidase activity in a *Saccharomyces cerevisiae* wine strain. *Int. J. Food Microbiol.*, 80, 171-176.
26. <http://articles.extension.org/>
27. <http://chateauhetsakais.com/phenolics/>
28. <http://magazine.colloquium.com/>; <http://winestyle.rs/>
29. <http://www.podrum.org/-umetnost-proizvodnje-crvenih-vina/>
30. <http://www.zdravasrbija.com/>
31. [https://mehanički\\_sastav.pdf/](https://mehanički_sastav.pdf/)
32. [https://en.wikipedia.org/wiki/harvest\\_wine/](https://en.wikipedia.org/wiki/harvest_wine/)
33. <https://www.bastabalkana.com/>
34. Kennedy J.A., Hayasaka Y., 2004. *Red Wine Color: Revealing the Mysteries* (ACS Symp. Ser.), Washington, DC, 886, pp. 247–264.
35. Hirsch J., Thermo Fisher Scientific, Madison, WI, USA Ladislav Tenkl, Martin Hollein Nicolet CZ s.r.o, 2007. FT-NIR Analysis of Wine, Prague, Czech Republic.
36. Kaffka K.J., Norris K.H. K.H., 1976. *Acta Aliment.* 5, 267.
37. Karbowiak, T., Gougeon, R., Alinc, J. B., Brachais, L., Debeaufort, F., Voilley, A., et al., 2010. Wine oxidation and the role of cork. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50, 20–52.
38. Jackson R.S., (2008). Chemical constituents of grapes and wines. In *Wine Science. Principles and Application*, 3rd ed.; Jackson, R. S., Ed.; Academic Press: San Diego, CA, 2008; pp 270-331.
39. Jurd L., 1962. in *The Chemistry of Flavonoid Compounds* (Pergamon Press, Oxford, England), pp. 107–155.
40. Liu L., Cozzolino D., Cynkra W.U., Damberg R.G., Janik L., Colby C.B., Gishen M., 2008. *Food Chem.*, 106 (2), 781-786.
41. Li Z., Pan Q.H., Jin Z.M., Mu L., Duan C.Q., 2011. Comparison on phenolic compounds in *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon wines from five wine-growing regions in China. *Food Chem.*, 125(1):77–83.

42. Luengo, E., Franco, E., Ballesteros, F., Álvarez, I., & Raso, J., 2014. Winery trial on application of pulsed electric fields for improving vinification of garnacha grapes. *Food and Bioprocess Technology*, 7, 1457–1464.
43. Martelo-Vidal, M. J., Vázquez, M., 2014. Evaluation of Ultraviolet, Visible, and Near Infrared Spectroscopy for the Analysis of Wine Compounds. *Czech J. Food Sci.* Vol. 32, 2014, No. 1: 37–47.
44. Blesić, D. Mijatović, G. Radić i S. Blesić, 2013. Praktično vinogradarstvo i vinarstvo.
45. Esler M.B., Gishen M., Francis I.L., Damberg R.G., Kambouris A., Cynkar W.U., Boehm D.R., 2002. in *Proc. 10th Int. NIR Conference* (NIR Publ. Chichester, UK), p. 249.
46. Fazinić M., Benčić M., 1998. *Agronomski glasnik* 5-6/ ISSN 0002-1954.
47. Laitkam M., 2017. Utjecaj godine berbe na kavkoću vina Syrah, Završni rad, Požega
48. Moreno-Arribas, M.V., Polo, M.C., 2009. Wine Chemistry and Biochemistry, In: *Phenolic Compounds*, Springer Science + Business Media (ed.), New Yourk, USA: pp. 437-571.
49. Niketic-Aleksic, G.K. and Hrazdina, G., 1972. Quantitative analysis of the anthocyanin content in grape juices and wines, *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*.
50. Pravilnik o kvalitetu vina, Službeni list SFRJ 17/81 i 14/89.
51. Puértolas E., Hernández-Orte P., Sladaña G., Álvarez I., Raso J., 2010. Improvement of winemaking process using pulsed electric fields at pilotplant scale. Evolution of chromatic parameters and phenolic content of Cabernet Sauvignon red wines. *Food Research International*, Sacchi K, Bisson LF., 43:761- 766.
52. Puškaš V., 2009. Priručnik za savremeno vinarstvo, Kairos, Sremski Karlovci.
53. Rađen G., 2016. Vinski magazin kompanije 13. jul - Plantaže danas: Resveratrol, čarobni sastojak vina.
54. Raspor P., Miklič Milek D., Polanc J., Smole Možina S. and Čadež N., 2006. Yeasts isolated from three varieties of grapes cultivated in different locations of the Dolenjska vine-growing region, Slovenia. *Int. J. Food Microbiol.*, 109, 97-102.
55. Reynolds, A., Cliff, M., Girard, B. & Kopp, T.G., 2001. Influence of fermentation temperature on composition and sensory properties of Semillon and Shiraz wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 52, 235-240.
56. Ribéreau-Gayon P, Glories Y., 1986. Phenolics in grapes and wine. In: Lee T (ed) *Proceedings of the Sixth Australian Wine Industry Technical Conference. Australian*

- Wine Industry Technical Conference Inc., Adelaide, South Australia, 14–17 July, pp 247–256.*
57. Ribéreau-Gayon P., Dubourdieu D., Doneche B., Lonvaud A., 1999. Handbook of Enology, Vol. 1, *The Microbiology of Wine and Vinification*, 2<sup>nd</sup>, John Wiley & sons LTD, New York.
  58. Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D., 2006a. Alcohols and other volatile compounds. The chemistry of wine stabilization and treatments. Handbook of enology, vol. 2, 2nd edn. Wiley, Chichester. 51–64
  59. Sacchi, K. L., Bisson, L. F. & Adams, D.O., 2005. A review of the effect of winemaking techniques on phenolic extraction in red wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56, no. 3.
  60. Sokolić, I., 2006. Veliko vinogradarsko-vinarski leksikon; vlastita naklada, Novi Vinodolski.
  61. Sun B., Spranger I., Roque-do-Vale, F., Leonadro C., Belchior P., 2001. Effect of differenet winemaking technologies on phenolic composition in Tinta Miúda red wines. *J. Agric. Food Chem.*, 49: 5809-5816.
  62. Sun B.S., Pinto T., Leonardo M.C., Ricardo-da-Silva J.M., Spranger M.I., 1999. Transfer of catechins and proanthocyanidinis from grape solids into wine, *Am. J. Enol. Vitic.*,50: 179-184.
  63. Suenz-Navajas MP, Echavarri F., Ferreira V., Fernández-Zurbano P., 2011. Pigment composition and color parameters of commercial Spanish red wine samples: linkage to quality perception *Eur. Food Res. Technol.*, 232(5),877–87.
  64. Villano, D., Fernandez-Pachon, M.S., Troncoso, A.M. & Garcfa-Parilla, M.C., 2006. Influence of enological practices on the antioxidant activity of wines. *Food Chem.* 95, 394-404.
  65. Watson, B., Price, S., Ping Chen, H., Young, S., Lederer, C. & McDaniel, M., 1997. Fermentation practices in Pinot Noir: Effects on color, phenols, and wine quality. In: Henick-Kling, T., Wolf, T.E. & Harkness, E.M. (eds). Proc. 4th Int. Symp. *Cool Climate Vitic. Enol.*, Rochester, USA. pp VI 18-VI 23. S. Afr.
  66. Yokotsuka K., Michikatsu S., Noboru U., Singelton V.L., 2000. Colour and Seneory Characteristics of Merlot Red Wines Caused by Prolonged Pomace Contact, *Journal of Wine Research*, 11 (1), 7-18.
  67. Zoecklin B., Fugelsang K., Gump B., Nury F., (1995). *Wine Analysis and Production*. New York: Chapman & Hall

**Prilog 1**

**UNIVERZITETU U BANJOJ LUCI**  
**PODACI O AUTORU ODBRANJENOG MASTER RADA**

Ime i prezime autora master rada: Nemanja Ilić

Datum, mjesto i država rođenja autora: 06.11.1991. Trebinje, RS, BiH

Naziv završenog fakulteta i godina diplomiranja: Tehnološki fakultet, 2016.

Datum odbrane završnog rada autora: 29.02.2016.

Naslov završnog rada autora: „Proizvodnja vina od sorte Žilavka u vinariji Anđelić“

Akademsko zvanje koje je autor stekao odbranom završnog rada: Diplomirani inženjer prehrambene tehnologije

Akademsko zvanje koje je autor stekao odbranom master rada: Master prehrambenog inženjerstva

Naziv fakulteta na kome je master rad odbranjen: Tehnološki fakultet

Naslov master rada i datum odbrane: „Uticaj maceracije na kvalitet crvenog vina“, april 2018.

Naučna oblast master rada prema CERIF šifrniku: T 430 – Tehnologija hrane i pića

Imena mentora i članova komisije za odbranu master rada:

Dr Aleksandar Savić, docent – mentor

Dr Ljiljana Topalić-Trivunović, redovni profesor - član

Dr Goran Vučić, docent - član

U Banjoj Luci, 03.04.2018.

Dekan

---



## **BIOGRAFIJA**

### **Lični podaci**

Ime i prezime: Nemanja Ilić

Datum rođenja: 06.11.1991.

Adresa: Melentija Perovića bb

Broj telefona: 065/582-083

e-mail: nilic2005@gmail.com

### **Radno iskustvo**

Od maja 2017. – prehrambena industrija „Swisslion Takovo“ d.o.o. Trebinje; tehnolog - smjenski organizator proizvodnje.

### **Formalno obrazovanje**

2010 – 2016 – Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet; studijski program: biotehnoško-prehrambeni, smjer: proizvodni; zvanje: diplomirani inženjer prehrambene tehnologije (240 ECTS). Naziv diplomskog rada: „Proizvodnja vina od sorte Žilavka u vinariji Anđelić“.

Prosječna ocjena: 8,4.

2006 – 2010 – Gimnazija „Jovan Dučić“ Trebinje, opšti smjer.

### **Dodatne informacije**

2016 – Upisan na II ciklus studija na Univerzitetu u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet  
Studijski program: Prehrambeno inženjerstvo.

Vozačka dozvola: B kategorija, aktivno.

Poznavanje engleskog jezika - pasivno, njemačkog jezika - aktivno.

Poznavanje rada na računaru (Office paket) i SAP programa.

**Izjavljujem da je**

**Master rad**

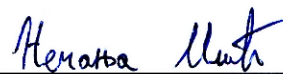
Naslov rada: „Uticaj procesa maceracije na kvalitet crvenog vina“

Naslov rada na engleskom jeziku: „The effect of maceration on red wine quality“

- Rezultat sopstvenog istraživačkog rada;
- Da master rad, u cjelini ili u dijelovima, nije bio predložen za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- Da su rezultati korektno navedeni i
- Da nisam kršio autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

U Banjoj Luci, 03.04.2018.

Potpis kandidata

  
\_\_\_\_\_

## Izjava 2

### Izjava kojom se ovlašćuje Tehnološki fakultet Univerziteta u Banjoj Luci da master rad učini javno dostupnim

Ovlašćujem Tehnološki fakultet Univerziteta u Banjoj Luci da moj master rad, pod naslovom,  
„Uticaj maceracije na kvalitet crvenog vina“

koji je moje autorsko djelo, učini javno dostupnim.

Moj master rad sa svim priložima predao sam u elektronskom formatu, pogodnom za trajno arhiviranje.

Moj master rad, pohranjen u digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Banjoj Luci, mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons), za koju sam se odlučio.

1. Autorstvo
2. Autorstvo - nekomercijalno
3. Autorstvo - nekomercijalno - bez prerade
4. Autorstvo – nekomercijalno - dijeliti pod istim uslovima
5. Autorstvo - bez prerade
6. Autorstvo - dijeliti pod istim uslovima

U Banjoj Luci, 03.04.2018.

Potpis kandidata

Henara Muth

**Izjava 3**

**Izjava o identičnosti štampane i elektronske verzije**

**Master rada**

Ime i prezime autora: Nemanja Ilić

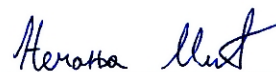
Naslov rada: „Uticaj procesa maceracije na kvalitet crvenog vina“

Mentor: Doc. dr Aleksandar Savić

Izjavljujem da je štampana verzija mog master rada identična elektronskoj verziji koju sam predao za digitalni repozitorijum Univerziteta u Banjoj Luci.

U Banjoj Luci, 03.04.2018.

Potpis kandidata



---