

# Utjecaj različitih postupaka vinifikacije na kakvoću vina Viognier

---

Sauha, Lucija

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:196057>

*Rights / Prava:* [Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-16**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



**Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Sveučilišni prijediplomski studij Biotehnologija**

**Lucija Sauha  
0058220196**

**Utjecaji različitih postupaka vinifikacije na kakvoću vina  
Viognier**

**ZAVRŠNI RAD**

**Predmet:**

Biotehnološki aspekti proizvodnje vina

**Mentor:** prof. dr. sc. Vesna Zechner - Krpan

**Zagreb, 2023. godina**

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Sveučilišni prijediplomski studij Biotehnologija

Zavod za biokemijsko inženjerstvo  
Laboratorij za biokemijsko inženjerstvo, industrijsku mikrobiologiju i tehnologiju piva i slada

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Biotehnologija

**Utjecaj različitih postupaka vinifikacije na kakvoću vina Viognier**

**Lucija Sauha, 0058220196**

## **Sažetak:**

Cilj ovoga rada bio je odrediti parametre kakvoće bijelog vina sorte Viognier, berba 2019. Viognier je sorta najrasprostranjenija na jugu Francuske, a analizirano vino potječe iz lokalne vinarije u regiji Languedoc. Vino je dobiveno iz grožđa s trsova prosječne starosti 33 godine. Tlo u vinogradu je gusto i kompaktno, glinasto-vapnenačko, a berba i prešanje grožđa su odrađeni ručno. Nakon alkoholne fermentacije proizvođač je proveo i jabučno-mliječnu fermentaciju, a potom je vino odležavalo 11 mjeseci u bačvama od francuskog hrasta na talogu kvasca („sur lie“ tehnologija). Kod proizvodnje vina iz sorte Viognier poželjno je provođenje jabučno-mliječne fermentacije i primjena „sur lie“ tehnologije, jer će proizvedeno vino biti kompleksnije, harmoničnije i punijeg okusa. Analizom vina je određena koncentracija neprevrelog šećera, udio etanola, koncentracija slobodnog, vezanog i ukupnog sumpora te hlapljivih i ukupnih kiselina. HPLC metodom određene su koncentracije glukoze, fruktoze, glicerola, jabučne, limunske i vinske kiseline te udio etanola. Dobivene vrijednosti svih izmjerenih parametara bile su u skladu s propisima.

**Ključne riječi:** bijelo vino, HPLC metoda, Francuska, regija Languedoc, Viognier

**Rad sadrži:** 26 stranica, 6 slika, 2 tablice, 22 literaturna navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

**Mentor:** Prof. dr. sc. Vesna Zechner-Krpan

**Datum obrane:** 5. srpnja 2023.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Undergraduate thesis

**University of Zagreb**  
**Faculty of Food Technology and Biotechnology**  
**University undergraduate study Biotechnology**

**Department of Biochemical Engineering**  
**Laboratory for Biochemical Engineering, Industrial Microbiology and Malting and Brewing Technology**

**Scientific area: Biotechnical Sciences**  
**Scientific field: Biotechnology**

**Title of the undergraduate thesis**

**Lucija Sauha, 0058220196**

**Abstract:**

The aim of this study was to determine the quality parameters of Viognier white wine, harvested in 2019. Viognier is a grape variety mostly grown in southern France, and the analysed wine originates from a local winery in the Languedoc region. The wine was produced from grapes harvested from vines with an average age of 33 years. The soil in the vineyard is dense and compact, clay-limestone, and the harvest and grape pressing were done manually. After alcoholic fermentation, the producer carried out malolactic fermentation, followed by aging the wine for 11 months in French oak barrels on yeast lees ("sur lie" technique). When producing Viognier wine, it is desirable to perform malolactic fermentation and apply the "sur lie" technique, as it results in a more complex, harmonious, and full-bodied wine. The analysis of the wine determined the concentration of residual sugar, ethanol content, concentrations of free, bound, and total sulfur, as well as volatile and total acidity. HPLC method was used to determine the concentrations of glucose, fructose, glycerol, apple, citric, and tartaric acids, as well as the ethanol content. The quantities obtained for all measured parameters were in accordance with regulations.

**Keywords:** France, HPLC method, Languedoc region, Viognier, white wine

**Thesis contains:** 26 pages, 6 figures, 2 tables, 22 references

**Original in:** Croatian

Thesis is deposited in printed and electronic form in the Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

**Mentor:** Vesna Zechner-Krpan PhD, Full Professor

**Thesis defended:** 5<sup>th</sup> July, 202

## Sadržaj

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO.....</b>	<b>2</b>
2.1. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE BIJELIH VINA.....	2
2.2. UZGOJ VINOVE LOZE U FRANCUSKOJ.....	3
2.2.1. VINSKE REGIJE FRANCUSKE.....	3
2.2.2. KLASIFIKACIJA FRANCUSKIH VINA.....	4
2.3. KARAKTERISTIKE SORTE VIOGNIER.....	5
2.4. JABUČNO-MLIJEČNA FERMENTACIJA.....	5
2.5. BARRIQUE.....	7
2.5.1. UTJECAJ HRASTOVIH BAČVI NA OKUS VINA.....	8
2.6. SUR LIE TEHNOLOGIJA.....	8
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO.....</b>	<b>10</b>
3.1. MATERIJALI.....	10
3.1.1. MATERIJALI.....	10
3.1.2. APARATURA.....	11
3.2. METODE.....	11
3.2.1. ODREĐIVANJE UKUPNIH KISELINA U VINU.....	11
3.2.2. ODREĐIVANJE HLAPLJIVIH KISELINA PO POLUMIKRO POSTUPKU.....	12
3.2.3. ODREĐIVANJE JABUČNE I VINSKE KISELINE PAPIRNOM KROMATOGRAFIJOM.....	13
3.2.4. ODREĐIVANJE SUMPOROVOG DIOKSIDA.....	14
3.2.5. ODREĐIVANJE KONCENTRACIJE ŠEĆERA RS-METODOM.....	15
3.2.6. ODREĐIVANJE ALKOHOLA KEMIJSKOM METODOM.....	16
3.2.7. TEKUĆINSKA KROMATOGRAFIJA VISOKE DJELOTVORNOSTI.....	17
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA.....</b>	<b>19</b>
4.1. REZULTATI OSNOVNE ANALIZE VINA.....	19

4.2.	REZULTATI DOBIVENI TEKUĆINSKOM KROMATOGRAFIJOM VISOKE DJELOTVORNOSTI.....	20
4.3.	RASPRAVA .....	20
5.	ZAKLJUČCI.....	23
6.	POPIS LITERATURE .....	24

## 1. UVOD

Vinom se smatra proizvod dobiven alkoholnim vrenjem mošta ili masulja od svježeg (ili prosušenog) grožđa plemenite vinove loze *Vitis vinifera* (Zakon o vinu, 2019). Osnovna podjela vina je prema boji i to na crna, bijela i ružičasta vina, a koja se razlikuju po grožđu od kojeg su proizvedena, tehnikama proizvodnje te po području uzgoja.

Viognier je vinska sorta s juga Francuske, a uzgaja se u dolini rijeke Rhône. Sorta se prvi puta spominje 1781. godine, a vjeruje se da ju je u Francusku donio rimski car Probus i to upravo iz Dalmacije, gdje se danas ova sorta uzgaja pod imenom Vugava bijela (Robinson i sur., 2013).

Sredinom 20. stoljeća ova je sorta rasla na površini manjoj od 30 hektara te je bila na rubu izumiranja zbog niskog prinosa i osjetljivosti na bolesti. No, početkom 80-ih godina prošlog stoljeća, vinari su počeli dodavati ovu sortu u svoje kupaže te na taj način spriječili njezino izumiranje. Krajem 80-ih godina prošlog stoljeća, francuski vinogradar donio je Viognier u Kaliforniju, te se sorta postupno proširila na druge dijelove zemlje. Danas se Viognier uzgaja u gotovo cijelom svijetu, a vina dobivena od ove sorte opisuju se kao vrlo aromatična, s aromom breskve, marelice i cvjetnih nota (Robinson i sur., 2013).

Vino analizirano u ovome radu dobiveno je iz grožđa s trsova prosječne starosti 33 godine. Tlo u tome vinogradu je gusto i kompaktno, glinasto- vapnenačko, što pogoduje upravo ovoj sorti. Berba i prešanje su odrađeni ručno, provedena je i jabučno-mliječna fermentacija, a nakon završene fermentacije vino je odležavalo u bačvama od francuskog hrasta na talogu kvasaca 11 mjeseci. Provođenje jabučno-mliječne fermentacije te primjena „sur lie“ tehnologije su česte kod sorte Viognier kako bi se povećala kompleksnost, harmoničnost i punoća vina. Podaci dobiveni putem osobnog kontakta s proizvođačem.

Cilj ovoga rada bio je odrediti parametre kakvoće bijelog vina sorte Viognier, proizvođača Langlade, berba 2019. Analizirano vino potječe iz lokalne vinarije u regiji Languedoc, koja se nalazi na jugu Francuske.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE BIJELIH VINA

Proizvodnja vina započinje berbom grožđa. Grožđe se bere u vrijeme kada bobice dosegnu fazu tehnološke zrelosti, što je najčešće u rujnu. Nakon toga slijedi prijem grožđa. Pod pojmom kvantitativni prijem podrazumijeva se vaganje, dok kvalitativni prijem uključuje vizualnu metodu i mjerenje gustoće mošta. Nakon prijema slijedi prerada grožđa, odnosno dobivanje mošta. Tradicionalna metoda uključivala je gaženje grožđa nogama, dok se danas upotrebljavaju motorne ili ručne muljače različitih izvedbi. Kod proizvodnje vrhunskih vina provodi se i runjenje, odvajanje peteljkovine i čvrstih dijelova od soka. Runjenje se provodi kako se peteljkovina ne bi ispirala s moštom zbog toga što sadrži pesticide i tanine. Time se postiže bolja kvaliteta vina te se dobije više alkohola, a manje ekstrakta. Ovisno o proizvođaču, provodi se runjenje pa muljanje, odnosno muljanje pa runjenje te cijedenje i tiještenje. Tiještenje ili prešanje se danas provodi pomoću preša. Pritom se masulj podvrgava pritisku kojim se postiže maksimalno izdvajanje soka, ali bez štetnog djelovanja na kvalitetu budućeg proizvoda (Zechner-Krpan, 2017).

Mošt dobiven prešanjem se tada sumpori dodatkom kalijeva metabisulfita, kolokvijalno poznatog pod nazivom vinobran. Kalijev metabisulfit vrši pozitivnu selekciju mikrobne populacije u moštu i vinu te djeluje kao antiseptik i antioksidans.

Nadalje, slijedi taloženje te nakon toga fermentacija. Alkoholna fermentacija je pretvorba monosaharida u etilni alkohol i ugljikov dioksid uz oslobađanje topline. Najznačajniji kvasac u ovom procesu je *Saccharomyces cerevisiae*. Tijekom fermentacije važno je temperaturu održavati između 15 – 18 °C, jer povišene temperature pogoduju razvoju „divljih“ kvasaca, što za posljedicu ima gubitak arome vina, ali i prekid fermentacije (Costello i sur., 2015).

Obično nakon alkoholne fermentacije, ili rijeđe tijekom, dolazi do spontane jabučno-mliječne fermentacije. Ovaj tip fermentacije induciraju bakterije mliječne kiseline prisutne na grožđu, opremi vinarije ili u drvenim bačvama. Pod ovim pojmom podrazumijeva se biološka konverzija jabučne kiseline u mliječnu. Naime, jabučna kiselina daje vinu gorak okus, dok mliječna daje finiju, zaokruženiju aromu vinu.

Nakon završene fermentacije, vino dozrijeva te se pretače i sulfitira te u konačnici puni u boce (Ribereau-Gayon i sur., 2006).

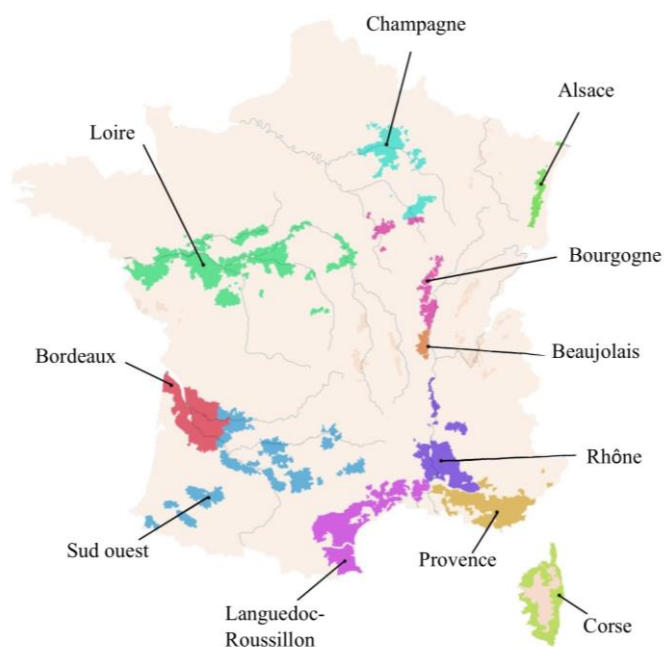


## 2.2. UZGOJ VINOVE LOZE U FRANCUSKOJ

### 2.2.1. Vinske regije Francuske

Europska unija vodeći je proizvođač vina u svijetu, dok se Francuska nalazi na trećem mjestu s 34,2 milijuna hL proizvodnje godišnje. Također, Francuska se nalazi na drugom mjestu po potrošnji vina, s 24,7 milijuna hL godišnje ukupno, odnosno 46 L po osobi (Anonimus 1).

Uzgoj vinove loze u Francuskoj ima dugu i bogatu povijest, dok se vinogradi u Francuskoj i danas često obrađuju ručno, koristeći tradicionalne metode koje se prenose s koljena na koljeno. Budući da je Francuska relativno velika zemlja, obuhvaća nekoliko područja različitih klima i vrsti tla, što rezultira velikom raznolikošću sorti vinove loze, koje su specifične za pojedine regije. Općenito, Francuska se može podijeliti na 11 vinskih regija (Slika 1): Champagne, Alsace, Bourgogne, Beaujolais, Rhône, Corse, Provence, Languedoc Roussillon, Sud ouest, Bordeaux te Loire.



**Slika 1.** Vinske regije Francuske (Hranilović i sur., 2022)

Najpoznatijim regijama smatraju se Bordeaux i Champagne. Regija Bordeaux nalazi se na obali Atlantskog oceana te neka od najpoznatijih i najcjenjenijih vina na svijetu dolaze upravo iz ove regije. U ovoj regiji se primarno proizvode crvena vina, najčešće od sorti Cabernet Sauvignon i Merlot. Regija Champagne nalazi se na sjeveroistoku Francuske, najhladnija je regija, a poznata je po pjenušavom vinu, šampanjcu (Hranilović i sur., 2022).

Vino analizirano u ovom radu potječe iz regije Languedoc Roussillon. Ova regija smještena je na jugu zemlje, uz Sredozemno more, no klima nije u potpunosti mediteranska jer se ova regija prostire do Centralnog masiva na sjeveru i Alpi na istoku. Ljeta u ovoj regiji su duga, a zime blage, što omogućuje dug period dozrijevanja grožđa, što u konačnici rezultira vinima voćnih aroma i visokog sadržaja šećera (Jacobson, 2006).

### **2.2.2. Klasifikacija francuskih vina**

Prema pravilniku francuskog Nacionalnog instituta za podrijetlo i kvalitetu, postoje tri glavne kategorije u koje se svrstavaju francuska vina: „Vin de France“, „Indication Géographique Protégée“ (IGP) i „AOC“.

Najniža kategorija su stolna vina ili „Vin de France“, prethodno zvana „Vin de Table“. U ovoj kategoriji ne postoje pravila o tome koje se sorte smiju koristiti, kao ni koje se tehnike vinifikacije smiju, odnosno moraju primjenjivati. „Vin de France“ ne smije nositi oznaku godine i regije proizvodnje.

U kategoriji „Indication Géographique Protégée“, ranije poznatoj kao „Vin de Pays“, postoje ograničenja u vezi sa sortom grožđa, koncentracijom alkohola, sumpora, kiselosti te prinosom. Maksimalni dopušteni prinos u ovoj kategoriji je 90 hL/ha, budući da se takva vina proizvode uglavnom u malim seoskim vinarijama. Prije odobrenja i plasiranja na tržište, vina s IGP oznakom se degustiraju s ciljem provjere kvalitete. Ova vina mogu imati napisanu godinu berbe na etiketi. Vino analizirano u ovome radu pripada ovoj kategoriji.

Najkvalitetnija vina pripadaju kategoriji AOC, „Appellation d'Origine Contrôlée“. Još u prvoj polovici 20. stoljeća u Francuskoj je uspostavljen pravilnik za najpoznatije vinske regije, Bordeaux, Burgundy i Champagne. Ograničenja i pravila u ovoj kategoriji su najstroža, a takva vina najskuplja (Anonimus 2).

### 2.3. KARAKTERISTIKE SORTE VIOGNIER

Grozd sorte Viognier srednje je veličine, dug i cilindričan. Bobica je mala i okrugla, žute do jantarne boje u fazi tehnološke zrelosti. List je srednje veličine, trodijelan, sa širokim sinusom peteljke oblika slova U. Zupci lista su oštri, srednje dužine, a površina je lagano obrasla dlačicama na naličju (Anonimus 3). Na Slici 2. prikazan je izgled lista i grozda sorte Viognier.

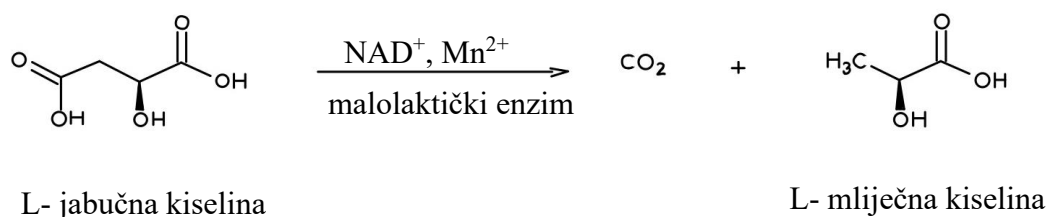


**Slika 2.** Prikaz lista i grozda sorte Viognier (Anonimus 4, 2020)

Viognier može biti izuzetno zahtjevna sorta za uzgoj, budući da rano pupa, što znači da može biti izložena proljetnim mrazovima. Također, ova sorta je podložna vrlo često bolesti vinove loze, pepelnici. Bobica u fazi tehnološke zrelosti postiže visoke koncentracije šećera i nisku ukupnu kiselost, što znači da vinar mora dobro odrediti pravo vrijeme za berbu kako bi vino u konačnici zadržalo svježinu te kako bi se mogla regulirati koncentracija alkohola (Robinson i sur., 2013).

### 2.4. JABUČNO-MLIJEČNA FERMENTACIJA

Jabučno-mliječna fermentacija, ili malolaktička fermentacija, podrazumijeva dekarboksilaciju L-jabučne kiseline u L-mliječnu kiselinu (Slika 3), a obično slijedi nakon alkoholne fermentacije, iako može započeti i ranije. Ova fermentacija je česta u proizvodnji crnih vina, dok je u proizvodnji bijelih vina rijetka.



**Slika 3.** Jabučno-mliječna fermentacija (vlastita fotografija)

Provođenjem jabučno-mliječne fermentacije postiže se deacidifikacija, čime ukupna kiselost pada za 0,01 do 0,03 g/L (ekvivalentni vinske kiseline), odnosno pH raste za 0,1 do 0,3 jedinice. Nakon provedene jabučno-mliječne fermentacije vino je manje podložno bakterijama kvarenja zbog potrošnje nutrijenata, ali i proizvodnje mliječne kiseline i bakteriocina. Nadalje, postiže se i poboljšanje organoleptičkih svojstava vina. Kiselo i neharmonično vino postaje pitkije i „mekše“. To je posljedica dekarboksilacije jabučne kiseline, koja je oštrije arome, u mliječnu kiselinu, koja je znatno blaže arome. No, jabučno-mliječnu fermentaciju potrebno je pratiti i kontrolirati kako ne bi došlo do razvitka nepoželjnih aroma vina. Jabučno-mliječna fermentacija se najčešće provodi u spremnicima s vinom koji imaju kontroliranu temperaturu i uvjete kako bi se osigurao pravilan tijek fermentacije. Temperatura jabučno-mliječne fermentacije obično je nešto viša od one za alkoholnu fermentaciju te je često potrebno zagrijavanje kako bi se ova fermentacija započela. Ovaj proces može trajati nekoliko tjedana do nekoliko mjeseci, ovisno o uvjetima i željama vinara (Costello i sur., 2015).

Proces jabučno-mliječne fermentacije odvija se uz pomoć bakterija mliječne kiseline rodova *Oenococcus*, *Pediococcus* te *Lactobacillus*. Navedene bakterije su prirodno prisutne na kožici grožđa, u vinskom podrumu te na površini opreme. Rod *Oenococcus* smatra se glavnom jabučno-mliječnom bakterijom, dok se u vinu nalazi samo jedna bakterija iz ovog roda, *Oenococcus oeni*. Ova bakterija raste pri pH vrijednostima nižim od 3,5, dok joj je rast optimalan pri  $4,5 \leq \text{pH} \leq 5,5$ . *O. oeni* je fakultativno anaerobna bakterija te je često prisutna u vinskim podrumima jer tamo lako pronalazi povoljne uvjete za rast. Osim što može rasti i pri nižim pH vrijednostima, prednost ove bakterije je i rast pri nižim temperaturama, što je važno u vinarijama koje nemaju uvjete visoke temperature. Nadalje, *O. oeni* je najbolje adaptirana na visoku koncentraciju

traciju alkohola i prisutnost sumporova dioksida, što je bitno jer se jabučno-mliječna fermentacija obično odvija nakon alkoholne fermentacije u kojoj nastaju značajnije količine alkohola (Costello i sur., 2015).

Vina koja su ohlađena nakon jabučno-mliječne fermentacije još mjesecima sadrže vijabilne bakterije mliječne kiseline. Zato se po završetku ove fermentacije obično provodi sumporenje, kako bi se ubrzao proces odumiranja bakterija. Ovaj proces provodi se kako preostale vijabilne bakterije ne bi metabolizirale preostale supstrate i dovele do razvitka nepoželjnih spojeva te da se vino zaštiti od oksidacije (Costello sur., 2015).

## **2.5. BARRIQUE**

Barrique je francuska riječ koja označava bačvu manjih dimenzija, zapremnine 225 litara. Barrique je ujedno i naziv postupka zrenja vina, kao i naziv za vino koje je tim postupkom proizvedeno. Barrique bačve određene su dužine, širine, savijenosti dužica te broja obruča, a i sama izrada se razlikuje od običnih bačvi. Drvo za običnu bačvu se savija vodenom parom, dok se drvo za barrique bačvu savija tako da se drvo sagorijeva s unutarnje strane otvorenim plamenom. Upravo to sagorijevanje kasnije utječe na aromu vina (Jackson, 2008).

Dozrijevanje vina u hrastovim bačvama je tradicionalna metoda koja se upotrebljava od davnina. No, svoju popularnost hrast je doživio u doba Rimljana, koji su prvi prepoznali njegovu vrijednost. Hrastovo drvo je prije svega mekano, što znači da je potrebno minimalno sagorijevanje, a time i lakše savijanje dužica. Također, šume kontinentalne Europe su oduvijek imale puno hrasta, što je olakšavalo dobavu same sirovine. Već u prvom stoljeću prije Krista, Rimljani su izvozili vino po cijelom Mediteranu te su nakon dugog transporta brodom primijetili kako je vino koje je odležavalo u hrastovim bačvama poprimilo novu aromu. Takvo vino opisali su kao „mekše“, „glade“ pa čak i da je poboljšalo okus samog vina (Anonimus 5).

Nakon punjenja vina u hrastove bačve, razina vina se naglo smanji. Hrastovo drvo upije do 5 litara vina u prvih nekoliko dana te nakon toga vino počinje isparavati zbog poroznosti drva. Kako vino isparava, tako se veličina kontaktne površine između vina i zraka povećava te se time povećava i rizik od oksidacije. Upravo zato se bačve moraju redovito puniti zdravim vinom iste kvalitete. Evaporacija vina može se regulirati, a najbitniji faktor koji utječe na evaporaciju je vlažnost zraka u podrumu. Optimalna vlažnost je između 80 i 90 %. Ukoliko je vlažnost viša, dolazi do isparavanja alkohola, a ne vode, čime se smanjuje sadržaj alkohola u vinu.

Ukoliko je vlažnost manja od 80 %, dolazi do pojačanog isparavanja vode te se volumen vina znatno smanjuje (Ribereau- Gayon i sur., 2006).

### **2.5.1. Utjecaj hrastovih bačvi na okus vina**

Odležavanjem vina u hrastovim bačvama dolazi do složenih procesa esterifikacije, ekstrakcije vanilina i tanina iz drva te oksidacije, što se regulira volumenom bačve te debljinom i duljinom dužica. Stupanj ekstrakcije ovisi o nekoliko faktora, jačini spaljivanja bačve, duljini kontakta bačve i vina, veličini bačve, ali i o geografskom podrijetlu samog hrasta. Što je bačva veća, to u vino prelazi manje hrastovih laktone i kisika te obrnuto. Upravo zato se za proizvodnju barrique vina koriste manje bačve. Odležavanje u hrastovim bačvama u vinu uzrokuje tri glavne promjene. Prvo, dodaje spojeve okusa, uključujući arome vanilije, kokosa, dima i klinčića. Drugo, omogućuje polagani ulazak kisika, tj. proces mikrooksidacije. Tim procesom vino postaje glađe. Treće, odležavanje u hrastovim bačvama osigurava pogodno okruženje za provođenje određenih metaboličkih reakcija poput jabučno-mliječne fermentacije, što vinu daje bolji okus. Također, aroma vina će u konačnici ovisiti i o tome koliko je bačva stara i korištena. Ekstrakcija spojeva iz hrasta smanjuje se svakim korištenjem. Iako su bačve od hrastova drva najtrajnije te uz pravilno održavanje mogu trajati i više od 100 godina, duljina njihove uporabe ovisit će o željama vinara (Margalit, 2004).

## **2.6. SUR LIE TEHNOLOGIJA**

Većina vinara nakon alkoholne fermentacije odvaja vino od nastalog taloga i prebacuje ga u drugu posudu radi daljnjeg starenja. Talog preostao nakon fermentacije uglavnom se sastoji od kvasaca, bakterija, soli vinske kiseline, polisaharida te kompleksa bjelančevina i tanina. Sastav taloga ovisit će o sorti grožđa, zdravstvenom stanju grožđa, tehnikama prerade te provedbi jabučno-mliječne fermentacije.

„Sur lie“ tehnologija podrazumijeva dozrijevanje vina na finom talogu tijekom dužeg vremenskog perioda, obično u barrique bačvama. Pravilno korištenje finog taloga, poznato još pod nazivima „batonnage“ ili „on lies“, doprinosi harmoničnosti i punoći vina. Tijekom dozrijevanja vina kvasac „hrani“ vino dajući mu arome i strukturu, punoću i duljinu okusa te kompleksnost.

Enzimaska hidroliza kvašćevih stanica tijekom procesa starenja vina uzrokuje razgradnju bjelančevina u aminokiseline i peptide, što značajno povećava sadržaj dušika u vinu. Povećanje količine aminokiselina može doseći čak 10 %, što značajno doprinosi kompleksnosti arome vina. Osim toga, autoliza kvašćevih stanica doprinosi prelasku glukana i manoproteina u vino, pružajući mu punoću. Manoproteini se nalaze u staničnoj stijenci kvasca, a njezinim raspadom oslobađaju se u vino, pridonoseći duljini okusa u ustima (eng. *mouthfeel*). Također, manoproteini poboljšavaju profil arome vina, talože štetne tanine te sprječavaju taloženje tartarata i bjelančevina. Primjena „sur lie“ tehnologije doprinosi proteinskoj stabilnosti vina te je manja potreba za korištenjem bistrila i bentonita. Proizvode se masne kiseline i viši alkoholi, što pridonosi kompleksnosti arome. Klasični postupak je, međutim, bio dugotrajan te je uz gubitke vina postojao i rizik kvarenja vina, stoga je ova tehnologija vrlo zahtjevna za vinare (Jackson, 2008).



**Slika 4.** Prikaz odležavanja vina u bačvi na talogu (Anonimus 6, 2011)

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. MATERIJALI

U ovom radu analizirano je bijelo vino Viognier, proizvođača Langlade, iz francuske vinske regije, berba 2019. godina.

##### 3.1.1. Materijali

- 0,1 M NaOH
- 0,01 i 1 M NaOH
- 25 % H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
- 96 % alkohol
- 30 %-tni KI
- 0,1 M Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- 1 %-tna glukoza
- 26 %-tna H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- Fehling I (69,3 g/L CuSO<sub>4</sub> x 5H<sub>2</sub>O)
- Fehling II (346 g/L K, Na- tartarata)
- Destilirana voda
- K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (33,834 g/L)
- 20 %-tni KI
- 1 %-tni škrob
- Koncentrirana H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- Octena kiselina
- n- butanol
- standard za papirnu kromatografiju (po 3 g/L vinske, jabučne, mliječne i octene kiseline)
- Indikatori:
  - Fenolftalein
  - Metilno crvenilo
  - Bromfenol- plavo



### 3.1.2. Aparatura

- Laboratorijska aparatura za određivanje hlapljivih kiselina
- Laboratorijska aparatura za određivanje ukupnih kiselina
- Laboratorijska aparatura za određivanje sumpornog dioksida
- Laboratorijska aparatura za određivanje šećera
- Laboratorijska aparatura za određivanje alkohola
- Laboratorijska aparatura za određivanje jabučne i vinske kiseline pomoću papirnate kromatografije
- HPLC uređaj, Shimadzu CLASS-VP LC-10AVP (Shimadzu, Kyoto, Japan).

### 3.2. METODE

Analitičke metode su rađene prema metodama opisanim u internom laboratorijskom priručniku Praktikum biotehnologija 3, Tehnologija vina, Zavod za biokemijsko inženjerstvo, Laboratorij za biokemijsko inženjerstvo, industrijsku mikrobiologiju i tehnologiju slada i piva, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu (Zechner-Krpan V., Petravić-Tominac V., 2008).

#### 3.2.1. Određivanje ukupnih kiselina u vinu

##### Princip metode

Sve slobodne organske i anorganske kiseline i njihove kisele soli, te druge kisele tvari neutraliziraju se otopinom natrijeva hidroksida, iz čijeg se utroška računa količina ukupnih kiselina. Ukupna kiselost izražava se kao vinska kiselina u g/L.

##### Postupak

Trbušastom pipetom se uzme 25 mL vina i stavi u čašu od 100 mL, te se odredi pH. Vino se zatim zagrije do vrenja kako bi se uklonio CO<sub>2</sub>, a zatim se dobro ohladi te titrira s 0,1 M NaOH. NaOH se dodaje do pH 7.

### Izračun

$$\gamma = V \times 0,3 \times f$$

gdje je:

$\gamma$  = masena koncentracija ukupnih kiselina, izražena kao vinska kiselina [g/L]

V = volumen otopine natrijeva hidroksida koncentracije 0,1 mol/L [mL]

f = faktor otopine natrijeva hidroksida koncentracije 0,1 mol/L (f=1,0000)

1 mL NaOH koncentracije 0,1 mol/L odgovara 0,3 g/L vinske kiseline.

### **3.2.2. Određivanje hlapljivih kiselina po polumikro postupku**

#### Princip metode

Hlapljive kiseline određuju se tako da se destilacijom vina prevode u destilat, a zatim neutraliziraju otopinom natrijeva hidroksida, na temelju čijeg se utroška izračuna količina hlapljivih kiselina. Octena kiselina isparava teže od alkohola i vode, pa se destilacija provodi u struji vodene pare, čime se omogućava da cjelokupna količina octene kiseline prijeđe u destilat.

#### Postupak

Trbušastom pipetom uzme se 5 mL uzorka vina, stavi u tikvicu kruškastog oblika i doda se 1 mL 25 % H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Treba se paziti da površina vode u Erlenmayerovoj tikvici za proizvodnju pare bude uvijek iznad nivoa tekućine u kruškastoj tikvici. Za vrenje vode u Erlenmayerovoj tikvici treba ubaciti nekoliko komadića porozne gline. Od probe treba predestilirati 60 mL, a dobiveni destilat zagrijati do početka vrenja i titrirati uz fenolftalein s 0,1 M NaOH.

### Izračun

$$\gamma = V \times 1,2$$

gdje je:

$\gamma$  = masena koncentracija hlapljivih kiselina, izražena kao octena kiselina [g/L]

V = volumen otopine natrijeva hidroksida koncentracije 0,1 mol/L [mL]

1 mL NaOH koncentracije 0,1 mol/L odgovara 1,2 g/L octene kiseline.

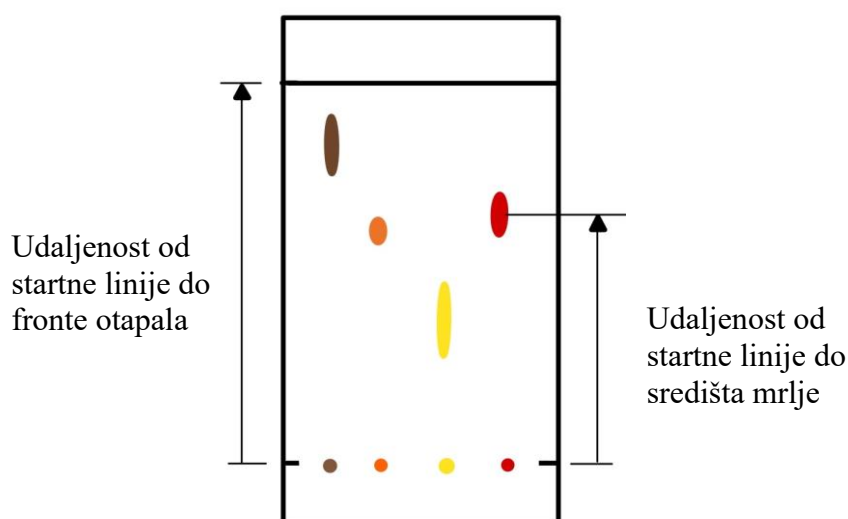
### 3.2.3. Određivanje jabučne i vinske kiseline papirnom kromatografijom

#### Postupak

Za određivanje kiselina u uzorku vina koristi se kromatografski papir Whatman No 1, koji se izreže na odgovarajuće dimenzije (55 x 192 mm). Na kromatografskom papiru se grafitnom olovkom povuče startna linija po širini papira na visini od 2,5 cm od osnove. Na liniji se obilježe točke na udaljenosti 1,5 cm od ruba papira i na ta obilježena mjesta se nanosi po 50  $\mu$ L smjese standarda koja sadrži po 3 g/L jabučne, odnosno vinske kiseline, odnosno uzorka vina. Nanosi se kap po kap, a mrlje se odmah suše toplim zrakom tako da promjer mrlja bude maksimalno 3 mm. Nakon nanošenja i sušenja papir se stavlja u kadu za kromatografiju u kojoj se nalazi ranije pripremljena smjesa otapala.

Vrijeme razvijanja kromatograma je 2 do 3 sata, nakon čega treba označiti frontu otapala grafitnom olovkom prije nego se kromatogram počne sušiti. Zatim slijedi sušenje na zraku, uranjanje u otopinu indikatora i ponovno sušenje na zraku. Na temelju položaja mrlja na kromatogramu, u odnosu na poznatu smjesu standarda (Slika 5)  $R_f$  vrijednost se izračunava prema izrazu:

$$R_f = \frac{\text{udaljenost sredine mrlje od starta}}{\text{udaljenost fronte otapala od starta}}$$



**Slika 5.** Skica kromatograma (Zechner-Krpan i Petravić Tominac, 2008)

### Priprema smjese za razvijanje kromatograma

Smjesa octene kiseline, n-butanola i destilirane vode se stavlja u lijevak za odijeljivanje i promućka, a kao razvijlač se koristi gornja bistra faza. Nakon razvijanja i sušenja kromatograma, on se uroni u otopinu indikatora (bromfenol-plavo).

Sastav smjese otapala:

octena kiselina 10 mL

n- butanol 40 mL

destilirana voda 50 mL

### Priprema otopine indikatora

100 mg bromfenol- plavog se otopi u apsolutnom etanolu u odmjerneji tikvici od 100 mL te se dodaju 2-3 kapi 1M NaOH za postizanje lagano lužnate otopine.

## **3.2.4. Određivanje sumporovog dioksida**

### Određivanje slobodnog sumporovog dioksida

U tikvicu za kuhanje se preko lijevka otpipetira 10 mL vina i 5 mL fosforne kiseline. U apsorpcionu tikvicu dodaje se već pripremljeni reagens tako da nivo bude do proširenog grla apsorpcijske tikvice. Obavezno je otvoriti vodu koja struji kroz hladilo te vodu u vakuum sisaljci do pojave mjehurića u menzuri na jednoj strani i u tikvicama aparature. Nakon 20 minuta tikvica s reagensom se skida i titrira s 0,01 M NaOH. Utrošene mL 0,01 M NaOH treba pomnožiti s 32 da bi se dobili mg slobodnog SO<sub>2</sub> u 1 L vina.

### Određivanje vezanog sumporovog dioksida

Vino koje je nakon određivanja slobodnog sumpora ostalo u tikvici za kuhanje ostaje i dalje u toj tikvici, ali se mijenja reagens u maloj apsorpcionoj tikvici. Pod tikvicu za kuhanje se stavi plamenik sa što manjim plamenom te se grije uz lagano vrenje točno 10 minuta. Nakon toga se opet pristupa titraciji s 0,01 M NaOH. Utrošene mL treba pomnožiti s 32 da se dobiju mg vezanog SO<sub>2</sub> u 1 L vina.

### Određivanje ukupnog sumporovog dioksida

Ukupni SO<sub>2</sub> dobije se zbrajanjem vrijednosti slobodnog i vezanog SO<sub>2</sub>.

#### Priprema indikatora u otopini H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

U 100 mL destilirane vode dodati 2 mL vodikovog peroksida i indikatora po potrebi do prljavo sivoplave boje (2-3 mL).

gdje je:

indikator: smjesa 100 mL otopine A i 15 mL otopine B

otopina A: 0,03 g metilnog crvenila u 100 mL 96 % alkohola

otopina B: 0,1 g metilnog plavila u 100 mL destilirane vode

### **3.2.5. Određivanje koncentracije šećera RS-metodom**

#### Postupak

U tikvicu s okruglim dnom od 250 mL se otpipetira 5 mL vina. Doda se 10 mL otopine A (Fehling I) i 10 mL otopine B (Fehling II). Kuha se točno 2 minute uz povratno hladilo, zatim se ohladi pod vodom i doda 10 mL otopine C (30 %-tni KI) i 10 mL otopine D (26 %-tna H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Sve se dobro izmiješa i doda 2 mL škroba te titrira s 0,1 M Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> do prijelaza iz tamno smeđe boje u boju puti koja se treba zadržati 1 minutu.

Glukoza test: uzme se 5 mL 1 %-tne glukoza i 20 mL destilirane vode i ponovi gore opisani postupak.

Slijepa proba: uzme se 25 mL destilirane vode i ponovi gore opisani postupak.

### Izračun

$$RS = \frac{50 \times (a-b)}{(a-c) \times d} \text{ [g/L]}$$

gdje je:

RS = reducirajuće supstance (g/L)

a = mL 0,1 M Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> utrošeni za slijepu probu

b = mL 0,1 M Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> utrošeni za uzorak

c = mL 0,1 M Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> utrošeni za glukoza test

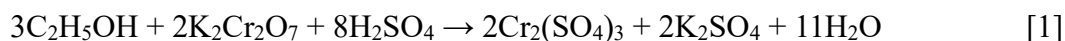
d = mL uzorka uzeti za analizu

### **3.2.6. Određivanje alkohola kemijskom metodom**

#### Princip metode

Ova metoda zasniva se na oksidaciji alkohola s kalijevim bikromatom u kiseloj sredini. Alkohol se oksidira u octenu kiselinu, a šesterovalentni krom iz kalijevog bikromata se reducira u trovalentni.

Jednadžba oksidacije:



Alkohol se iz vina destilira i uvodi izravno u otopinu kalijeva bikromata koji je zakiseljen sulfatnom kiselinom gdje se odvija oksidacija.

#### Postupak

Uzorak vina se razrijedi u omjeru 1:10 tako da se u odmjernu tikvicu od 50 mL stavi 5 mL vina i dopuni destiliranom vodom do oznake. U postupak se dalje uzima 5 mL razrijeđenog vina koje se stavi u tikvicu za destilaciju od 50 mL. Doda se još 5 mL destilirane vode i sadržaj se neutralizira s 0,1 M NaOH uz univerzalni indikator. U Erlenmayerovu tikvicu od 100 mL stavi se 10 mL otopine kalijeva bikromata i 5 mL koncentrirane sumporne kiseline. Destilat se preko hladila i lule uvodi u otopinu kalijeva bikromata u Erlenmayerovu tikvicu, koja mora biti u posudi s hladnom vodom. Destilacija treba biti polagana i postepena i traje sve dok se sadržaj u tikvici za destilaciju ne smanji na približno 3 mL.

Nakon destilacije, lula se ispere s nekoliko mlazova destilirane vode u istu tikvicu u koju se hvatao destilat. Sadržaj tikvice se promućka te začepi gumenim čepom na 5 minuta kako bi alkohol potpuno oksidirao. Tijekom oksidacije alkohola utroši se jedan dio bikromata, dok drugi dio ostane u suvišku.

Sadržaj tikvice se potom kvantitativno prebaci u Erlenmayerovu tikvicu od 500 mL te se doda oko 200 mL destilirane vode i 10 mL 20 %-tne otopine KI. Tikvica se začepi na 5 minuta. Tada dolazi do oksido-redukcijskog procesa između preostalog kalijevog bikromata i KI. Krom se iz šesterovalentnog reducira u trovalentni, a jod iz KI se oksidira u elementarni jod, zbog čega otopina poprimi tamno obojenje. Pritom se elementarni jod oslobađa u količini ekvivalentnoj kalijevom bikromatu. Nakon toga pristupa se titraciji s 0,1 M Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, pri čemu dolazi do oksidoredukcije između joda i natrijeva tiosulfata, u kojoj se jod reducira, a tiosulfat oksidira. Kada boja postane svjetlija doda se 5 mL 1 %-tne otopine škroba i titracija se nastavi do pojave tirkizno- zelene boje.

#### Izračun

$$\text{alkohol (vol\%)} = (10 - \frac{a}{6,9}) \times 2$$

gdje je:

a = utrošak 0,1 M otopine natrijevog tiosulfata

faktor 2 proizlazi iz ekvivalencije između kalijevog bikromata i alkohola i količine vina upotrijebljene za analizu

### **3.2.7. Tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti**

Moderna tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti (high performance liquid chromatography, HPLC), razvila se iz kromatografije na koloni povećavanjem aktivne površine adsorbensa. Ovakav se sustav sastoji od sisaljke s kontroliranim protokom mobilne faze, mjesta u koje se unosi uzorak (injektor), kolone, detektora (apsorpcijski, fluorescentni, elektrokemijski detektori ili spektrometar masa), jedinice za obradu podataka i pisača. Tekućina, kao mobilna faza, tlači se s pomoću visokotlačne pumpe kroz kolonu u kojoj se nalazi stacionarna faza. Ovisno o svojstvima stacionarne i mobilne faze, kao i o svojstvima pojedinih komponenata, razlikuje se njihova brzina prolaska kroz kolonu. Vrijeme potrebno da

određena komponenta prođe kroz kolonu do detektora naziva se vrijeme retencije (Rt). Pod istim uvjetima kromatografiranja određena tvar pokazuje uvijek isto vrijeme retencije i ta se vrijednost koristi pri identifikaciji komponenata nepoznate smjese.

Sustav se sastoji od pumpe (LC-10ADVP), otplinjača (DGU-14A), injektora (SIL-10ADVP), grijača kolone (CTO-10ADVP), analitičke kolone (s predkolonom), detektora indeksa loma (RID-10A), detektora s nizom dioda (SPD-M10A), modula za kontrolu sustava (SCL-10AVP) i računalnog programa za kromatografiju (CLASS-VP v6.10)

### Postupak

Vino se analizira kao 5 puta, odnosno 10 puta razrijeđena otopina te takvi uzorci sadržavaju:

5 puta razrijeđen uzorak - 100  $\mu$ L vina + 400  $\mu$ L destilirane vode + 500  $\mu$ L ZnSO<sub>4</sub>

10 puta razrijeđen uzorak - 200  $\mu$ L vina + 500  $\mu$ L destilirane vode + 500  $\mu$ L ZnSO<sub>4</sub>

Radi sigurnosti, najprije se istalože eventualno prisutni proteini, na način da se najprije 20 sekunda uzorci homogeniziraju na Vortex uređaju, onda se ostave 20 min da miruju, a potom se 5 minuta centrifugiraju na 10 000 o/min. U uređaju za kromatografiju, koji sadrži kolonu Supelco C610H (30 cm x 7,8 mm), injektira se po 20  $\mu$ L uzorka te postavi temperatura od 55 °C i protok od 0,5 mL/min. Kao mobilna faza koristi se 0,1 % H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, a rezultate detektira RID detektor.



## 4. REZULTATI I RASPRAVA

### 4.1. Rezultati osnovne analize vina

Tijekom analize bijelog vina Viognier (Slika 6.), godina proizvodnje 2019., proizvođača Langlade iz francuske vinske regije rađene su 3 paralele radi statističke pouzdanosti, a dobiveni rezultat prikazani su kao srednje vrijednosti u Tablici 1.



Slika 6. Vino Viognier, berba 2019. (vlastita fotografija)

Tablica 1. Rezultati osnovne analize vina Viognier

	RS [g/L]	$\phi$ (etanol) [% vol]	Ukupne kisljine [g/L]	Hlapljive kisljine [g/L]	Slobodni SO <sub>2</sub> [mg/L]	Vezani SO <sub>2</sub> [mg/L]	Ukupni SO <sub>2</sub> [mg/L]	pH
Srednja vrijednost	1,48±0,012	10,58±0,021	4,80±0,0	0,36±0,003	21,87±0,003	19,20±0,003	41,07±0,003	3,5

## 4.2. Rezultati dobiveni tekućinskom kromatografijom visoke djelotvornosti

U Tablici 2. prikazani su rezultati tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti analiziranog bijelog vina Viognier, berba 2019. Rezultati su izraženi kao srednje vrijednosti koncentracija glukoze, fruktoze, kiselina te glicerola i etanola.

**Tablica 2.** Rezultati HPLC analize

<b>Glukoza (g/L)</b>	<b>Fruktoza (g/L)</b>	<b>Jabučna kiselina (g/L)</b>	<b>Limunska kiselina (g/L)</b>	<b>Vinska kiselina (g/L)</b>	<b>Glicerol (g/L)</b>	<b>Etanol (vol %)</b>
1,43±0,653	6,5±0,342	8,4±0,09	0,51±0,076	5,01±0,343	5,78±0,118	11,59±0,231

## 4.3. Rasprava

Prema Uredbi Vijeća (EZ) br. 479/2008 u pogledu kategorija proizvoda od vinove loze, enoloških postupaka i primjenjivih ograničenja, vinogradarsko područje Francuske je prema klimatskim uvjetima razvrstano u sljedeće zone proizvodnje:

- Zona B
- Zona C I
- Zona C II
- Zona C III

Analizirano vino pripada zoni C II.

Prema Uredbi br. 1308/2013 Europskog parlamenta i vijeća o uspostavljanju zajedničke organizacije tržišta poljoprivrednih proizvoda (2013), enološkim postupcima može se podići ukupna volumna alkoholna jakost svježeg grožđa, mošta, mošta u vrenju, mladog vina u vrenju ili vina maksimalno do:

- 11,5 % vol. u vinogradarskoj zoni A
- 12 % vol. u vinogradarskoj zoni B

- 12,5 % vol. u vinogradarskoj zoni C I.
- 13 % vol. u vinogradarskoj zoni C II
- 13,5 % vol. u vinogradarskoj zoni C III

U analiziranom vinu je volumni udio etanola određen HPLC metodom iznosio 11,59 vol % (Tablica 2.), dok je kemijskom metodom iznosio 10,58 vol % (Tablica 1.), što je u skladu s granicama propisanim Zakonom za zonu proizvodnje C II. Kemijska metoda je dala nižu vrijednost nego HPLC-metoda, što ovisi o rutini i preciznosti samog analitičara.

Prema istom Pravilniku, vino ima ukupnu kiselost, izraženu kao vinska kiselina, najmanje 3,5 g/L ili 46,6 miliekvivalenata po litri.

Ukupna kiselost analiziranog vina je 4,8 g/L te je iznad minimalne potrebne koncentracije (Tablica 1.).

Prema Međunarodnom kodeksu enoloških postupaka (2021), vino se prema koncentraciji neprevrelog šećera može podijeliti u 4 kategorije:

- Suho vino kada sadrži najviše 4 g/L neprevrelog šećera
- Polusuho vino kada sadrži 4 - 12 g/L neprevrelog šećera
- Poluslatko vino kada sadrži 12 - 45 g/L neprevrelog šećera
- Slatko vino kada sadrži preko 45 g/L neprevrelog šećera.

Analizirano vino sadržavalo je 1,48 g/L neprevrelog šećera (RS-metoda, Tablica 1.) tj. 1,43 g/L (HPLC metoda, Tablica 2.), što znači da to ovo vino svrstava u kategoriju suhih vina.

Ukupni sadržaj sumporovog dioksida u vinima, osim kod pjenušavih, gaziranih i specijalnih vina u prometu ne smije biti veći od:

- 150 mg/L kod crnih vina
- 200 mg/L kod bijelih i ružičastih vina
- Iznimno 300 mg/L kod crnih, bijelih i ružičastih vina koja sadrže više od 4 g/L reducirajućih supstanci

Ukupni sadržaj sumporovog dioksida u analiziranom vinu iznosi 41,07 mg/L te je ispod maksimalne dozvoljene koncentracije (Tablica 1.).

Glicerol je glavni proizvod fermentacije *Saccharomyces cerevisiae* nakon etanola i ugljičnog dioksida koji mogu neizravno doprinosti senzornom karakteru vina. On je proizvod sekundarne fermentacije, koja se odvija u prvom dijelu alkoholne fermentacije (glicerinsko-piruvatna), kad se događa redukcija jedne od molekula trioze. Obično se proizvodi u koncentraciji 4 - 10 g/L u suhim stolnim vinima, ali povremeno već može biti prisutan u moštu grožđa zaraženog plijesnima (*Botrytis cinerea*). Koncentracija glicerola koja nastaje tijekom fermentacije pod utjecajem je nekoliko čimbenika, kao što su: sorta grožđa, stupanj zrelosti, koncentracija šećera u moštu, temperatura fermentacije, koncentracija SO<sub>2</sub>, pH mošta, sastav dušika, prozračivanje, soj kvasca i količina inokuluma. Glicerol je nehlapljiv spoj ali značajno doprinosi slatkoći, tijelu i punoći vina. Iz tih razloga proizvodnja glicerola je jedan od poželjna svojstva tijekom vrenja mošta (Šehović i sur., 2004).

Viša ili niža koncentracija glicerola u vinu ovisit će o koncentraciji šećera u moštu, a preporučena minimalna koncentracija glicerola u vinu iznosi 5,0 g/L (Jackson, 2008). Analizom vina na HPLC-uređaju utvrđena je koncentracija glicerola od 5,78 g/L (Tablica 2.), stoga ovo vino zadovoljava preporučenu koncentraciju.

## 5. ZAKLJUČCI

Analizirano bijelo vino sorte Viognier proizvođača Langlade iz francuske vinske regije Lagedoc, berba 2019. godine sadržavalo je:

1. 1,48 g/L reducirajućih šećera (RS-metoda);
2. 10,39 vol. % etanola (kemijska metoda);  
11,59 vol. % etanola (HPLC-metoda).
3. 4,80 g/L ukupnih kiselina (vinska kiselina – kemijskom metodom);
4. 0,36 g/L hlapljivih kiselina (octena kiselina – kemijskom metodom),
5. 8,4 g/L jabučne kiseline, 0,51 g/L limunske kiseline (HPLC metodom).
6. Ukupni sumporov dioksid prisutan je u koncentraciji od 41,07 mg/L, od čega slobodni sumporov dioksid iznosi 21,87 mg/L, a vezani 19,20 mg/L.
7. Utvrđena koncentracija glicerola iznosi 5,78 g/L što je iznad propisanog zakonskog minimuma.
8. Dobivene vrijednosti svih izmjerenih parametara analiziranog vina bile su u skladu s propisima.

## 6. POPIS LITERATURE

Anonimus 1 <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/wine-producing-countries> Pristupljeno 4. lipnja 2023.

Anonimus 2 <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGITEXT000006071657/1967-11-25> Pristupljeno 22. svibnja 2023.

Anonimus 3 <http://lescepages.free.fr/viognier.html> Pristupljeno 2. svibnja 2023.

Anonimus 4 <https://fps.ucdavis.edu/fgrdetails.cfm?varietyid=1596&bi-pics=yes#24476> Pristupljeno 19. lipnja 2023.

Anonimus 5 <https://wordonthegrapevine.co.uk/oak-in-winemaking/> Pristupljeno 28. lipnja 2023.

Anonimus 6 <https://images.squarespace-cdn.com/content/v1/5dcc682f10e8060a74b540c6/1604771059058DCP76N3U5UG5D79Z9K69/BATTONAGE2.jpg?format=1500w> Pristupljeno 30. svibnja 2023,

Costello P., Deleris-Bou M., Dr. Descenzo R. i sur. (2015) Malolactic fermentation importance of wine lactic acid bacteria in winemaking. Montreal, Canada: Lallemand. str. 33-49; 59-83.

Hranilović A., Albertin W., Capone D., Gallo A., Grbin P., Danner L. i sur. (2022) Impact of *Lachancea thermotolerans* on chemical composition and sensory profiles of Viognier wines. Journal of Fungi **8**. 474. 10.3390/jof8050474.

Jackson R.S. (2008) Wine science: Principles and applications (3<sup>rd</sup> ed.). Cambridge (MA), USA: Academic Press - Elsevier. str. 134-165.

Jacobson J.L. (2006) Introduction to wine laboratory practise and procedures. Springer, New York, USA, str. 89-214.

Margalit Y. (2004) Concepts in wine technology. The Wine Appreciation Guild, San Francisco, USA, str. 140-148.

Pravilnik (1999) Council regulation on the common organisation of the market in wine  
<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1999:179:0001:0084:EN:PDF> Pristupljeno 26. lipnja 2023.

Pravilnik (2008) Council regulation on the common organisation of the market in wine, amending Regulations <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:148:0001:0061:EN:PDF> Pristupljeno 26. lipnja 2023.

Pravilnik (2021) Comission delegated regulation amending Delegated Regulation (EU) 2019/934 supplementing Regulation (EU) No 1308/2013 of the European Parliament and of the Council as regards authorised oenological practices  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0068> Pristupljeno 26. lipnja 2023.

Pravilnik o proizvodnji vina (2005), Narodne novine Republike Hrvatske (NN 02/05)

Ribereau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Doneche B., Lonvaud A., (2006) Handbook of Enology, Volume 1: The Microbiology of Wine and Vinifications, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, England. str. 410-414.

Robinson J., Harding J., Vouillamoz J. (2013) Viognier. U: Wine Grapes: A complete guide to 1,368 vine varieties, including their origins and flavours, str. 2204-2209.

Šehović Đ., Petravić V., Marić V. (2004) Glycerol and wine industry. Kem. Ind. **53** (11) 505—516.

Zakon o vinu (2019) Narodne novine Republike Hrvatske, (NN 32/2013), [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_03\\_32\\_641.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_03_32_641.html) Pristupljeno 24. svibnja 2023.

Zechner-Krpan V. (2017) Tehnologija vina - Proizvodnja mirnih vina. [http://www.pbf.unizg.hr/zavodi/zavod\\_za\\_biokemijsko\\_inzenjerstvo/laboratorij\\_za\\_bi\\_im\\_i\\_tsp/biotehnoski\\_aspekti\\_proizvodnje\\_vina](http://www.pbf.unizg.hr/zavodi/zavod_za_biokemijsko_inzenjerstvo/laboratorij_za_bi_im_i_tsp/biotehnoski_aspekti_proizvodnje_vina)

Zechner-Krpan V., Petravić Tominac V. (2008) Tehnologija vina - Praktikum Biotehnologija 3. (Radni materijal za internu uporabu), Laboratorij za biokemijsko inženjerstvo, industrijsku mikrobiologiju i tehnologija slada i piva, Zavod za biokemijsko inženjerstvo, Prehrambeno-biotehnoški fakultet, Sveučilište u Zagrebu.



## Izjava o izvornosti

Ja Lucija Sauha izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio/la drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

  
Vlastoručni potpis