

# Utjecaj stupnja mutnoće na kvalitetu vina 'Kujundžuša'

---

Šimunović, Ante

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:502632>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-11**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

**UTJECAJ STUPNJA MUTNOĆE NA KVALITETU VINA  
KUJUNDŽUŠA**

DIPLOMSKI RAD

Ante Šimunović

Zagreb, srpanj 2024.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Hortikultura - Vinogradarstvo i vinarstvo

**UTJECAJ STUPNJA MUTNOĆE NA KVALITETU VINA  
KUJUNDŽUŠA**

DIPLOMSKI RAD

Ante Šimunović

Mentor:  
prof. dr. sc. Ana Jeromel

Zagreb, srpanj 2024.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Ante Šimunović**, JMBAG 0178121841, rođen 07.03.2001. u Splitu, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

**UTJECAJ STUPNJA MUTNOĆE NA KVALITETU VINA KUJUNDŽUŠA**

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

*Potpis studenta / studentice*

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta **Ante Šimunovića**, JMBAG 9999000667, naslova

**UTJECAJ STUPNJA MUTNOĆE NA KVALITETU VINA KUJUNDŽUŠA**

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana \_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. prof. dr. sc. Ana Jeromel, mentor

\_\_\_\_\_

2. izv. prof. dr. sc. Leo Gracin, komentor

\_\_\_\_\_

3. izv. prof. dr. sc. Ana-Marija Jagatić Korenika, član

\_\_\_\_\_

4. Izv. prof. dr. sc. Željko Andabaka, član

\_\_\_\_\_

## Zahvala

Zahvaljujem svojoj obitelji na podršci tokom cijelog studija, pretežno svojim roditeljima koji su mi omogućili da se bavim poslom kojim volim. Zahvalio bih se mentorici prof. dr. sc. Ani Jeromel na svim savjetima tokom cijelog diplomskog studija i pomoći tokom izrade ovog rada. Posebno bih se zahvalio komentoru izv. prof. dr. sc. Leu Gracinu na pomoći tokom izrade ovog rada, a pretežno na podršci i znanju tokom cijelog preddiplomskog i diplomskog studija. Također zahvaljujem obitelji Vinarije Grabovac na prostoru za provedbu senzorskih analiza. Zahvaljujem svim članovima panela za ocjenu vina 'Kujundžuša'.

# Sadržaj

<b>1. Uvod</b> .....	<b>3</b>
1.1 Cilj istraživanja .....	3
<b>2. Pregled literature</b> .....	<b>4</b>
2.1. Sorta 'Kujundžuša' .....	4
2.1.1. Botanička obilježja .....	5
2.1.2. Biološka i gospodarska svojstva .....	6
2.1.3. Praktična i gospodarska važnost .....	6
2.2. Imotsko vinogorje .....	8
2.2.1. Povijest vinogorja .....	8
2.2.2. Položaj vinogorja .....	8
2.2.3. Klimatske prilike .....	9
2.2.4. Opis i sastav tla .....	10
2.3. Aroma vina .....	11
2.4. Primarne arome i prekursori aroma .....	11
2.4.1. Terpeni .....	11
2.4.2. C13- norizoprenoidi .....	12
2.4.3. Metoksipirazini .....	13
2.4.4. Tioli .....	14
2.4.5. C6 spojevi .....	15
2.5. Aroma fermentacije .....	15
2.5.1. Esteri .....	16
2.5.2. Viši alkoholi .....	18
2.5.3. Hlapljive masne kiseline .....	19
2.5.4. Mutnoća mošta i njezin utjecaj na aromu vina .....	19
<b>3. Materijali i metode rada</b> .....	<b>22</b>
3.1. Primarna prerada i vinifikacija .....	22
3.2. Osnovne analize vina .....	24
3.3. Određivanje hlapljivih aromatskih spojeva .....	26
3.4. Senzorna analiza vina .....	28
3.5. Statistička analiza podataka .....	29
<b>4. Rezultati i rasprava</b> .....	<b>30</b>
4.1. Osnovne analize vina .....	30

4.2. Aromatski profil vina.....	32
4.3. Senzorna analiza .....	39
<b>5. Zaključak .....</b>	<b>41</b>
<b>6. Literatura .....</b>	<b>42</b>
<b>Prilozi.....</b>	<b>45</b>
<b>Životopis .....</b>	<b>47</b>



## Sažetak

Diplomskog rada studenta **Ante Šimunovića**, naslova

### **UTJECAJ STUPNJA MUTNOĆE NA KVALITETU VINA KUJUNDŽUŠA**

'Kujundžuša' je bijela autohtona sorta Imotskog vinogorja koja se uzgaja isključivo na području Imotske krajine. Njezin aromatski profil dosada nije u potpunosti istražen, pa je cilj ovog rada doprinos proširenju znanja u tom području. Postoji dosta čimbenika koji utječu na zastupljenost pojedinih hlapljivih spojeva arome vina, a jedan od tih je mutnoća mošta. Stoga je cilj ovog rada bio utvrditi utjecaj različitih stupnjeva mutnoće 50, 100, 200, i 300 (NTU) na aromatski profil i senzorna svojstva vina 'Kujundžuša'. Osnovne kemijske analize provedene su standardnim metodama prema O.I.V., dok je analiza hlapljivih spojeva provedena primjenom plinske kromatografije visoke djelotvornosti. Nakon provedenog istraživanja utvrđena je različitost u koncentracijama viših alkohola, masnih kiselina, terpena i C13 norizoprenoida među analiziranim vinima, te da su te razlike povezane s promjenama u senzornim svojstvima vina.

**Ključne riječi:** 'Kujundžuša', aromatski spojevi, GC-MS, senzorna svojstva, mutnoća mošta

## Summary

Of the master's thesis – student **Ante Šimunović**, entitled

### **THE INFLUENCE OF THE DEGREE OF TURBIDITY ON THE QUALITY OF KUJUNDŽUŠA WINE**

Kujundžuša is a white autochthonous variety of the Imotski vineyard that is grown exclusively in the sub-basin of the Imotska krajina. Its aroma profile has not been fully explored so far, so the aim of this paper is to contribute to the expansion of knowledge in this area. There are many factors that affect the aroma profile of a wine, and one of them is the turbidity of the must. Therefore, the aim of this work was to determine the influence of different levels of turbidity 50, 100, 200, and 300 (NTU) on the aromatic profile and sensor properties of Kujundžuša wine. Basic chemical analyzes were performed using standard O.I.V. methods, while the analysis of volatile compounds was performed using a GC-MS device. After the research conducted, it was determined that there were differences in the concentrations of higher alcohols, fatty acids, terpenes and C13 norisoprenoids among the analyzed wines, and that these differences were related to changes in the sensory properties of the wine.

**Keywords:** Kujundžuša, aromatic compounds, GC-MS, sensory properties, must turbidity

## 1. Uvod

Kujundžuša je najzastupljenija bijela autohtona sorta Imotskog vinogorja i sorta u koju imotski vinari ulažu najviše truda. Aromatski profil vina oblikuje više stotina hlapljivih spojeva. Njihova ukupna koncentracija kreće se od 0,8 do 1,2 g/L i ovisi od dosta čimbenika kao npr. uvjeti vinifikacija (temperatura, pH, kvasci, enološki postupci i aditivi) te o tipu tla, klimi i razini dozrelosti grožđa. Aromatske spojeve možemo svrstati u tri skupine, primarne arome koje potječu iz grožđa (pirazini, norizoprenoidi, terpeni), sekundarne arome koje su produkt alkoholne fermentacije (esteri, viši alkoholi, masne kiseline...) te tercijarne arome koje nastaju tijekom starenja i dozrijevanja vina (Swiegers i sur. 2005.). U posljednje vrijeme sve se više proučavaju čimbenici koji utječu na zastupljenost hlapljivih spojeva u vinu, a jedan od ključnih elemenata je mutnoća mošta, što je ujedno i glavna tema ovog rada. U proteklih nekoliko godina znanstveni i tehnološki napredak u proizvodnji vina znatno je napredovao. Nova saznanja o procesima koji se odvijaju tijekom prerade grožđa i proizvodnje vina dovela su do implementacije novih metoda, s ciljem poboljšanja organoleptičkih svojstava i opće kvalitete vina.

Cilj ovog rada bio je utvrditi hoće li različiti stupanj mutnoće mošta utjecati na aromatski profil vina 'Kujundžuša'. Uz to s obzirom da aromatski profil sorte i vina 'Kujundžuša' nije u potpunosti istražen te postoji mali broj radova koji se bave ovom tematikom utvrđena je potreba dodatnih istraživanja utjecaja vinogradarsko-vinarskih postupaka na profil aroma vina sorte 'Kujundžuša'.

### 1.1 Cilj istraživanja

Cilj ovoga istraživanja bio je utvrditi kako različiti stupanj mutnoće mošta utječe na osnovni fizikalno-kemijski sastav, aromatski profil i senzorna svojstva vina 'Kujundžuša'.

## 2. Pregled literature

### 2.1. Sorta 'Kujundžuša'

Podrijetlo sorte nije precizno utvrđeno, ali se vjeruje da je autohtona za Imotsko vinogorje, gdje je najrasprostranjenija. Osim u Imotskom vinogorju, sorta se može pronaći i u susjednoj Hercegovini. Ova sorta je poznata pod nekoliko sinonima, uključujući 'Tvrđac', 'Žutka' ili 'Žutac' i 'Ruderuša bijela'. Pretpostavlja se da je izvorno ime sorte bilo 'Žutka' ili 'Žutac', dok je naziv 'Kujundžuša' dobila kasnije. Postoje dvije teorije o porijeklu imena: prva sugerira da je sorta nazvana po prezimenu Kujundžić, koje je prisutno u selu Ivanbegovina blizu Imotskog, dok druga teorija tvrdi da ime potječe od turske riječi 'kuyun', što znači zlato, zbog zlatno-žute boje grozdova u punoj zrelosti.



Slika 1. 'Kujundžuša bijela'

<https://vinopedia.hr/kujundzusa/>

### 2.1.1. Botanička obilježja

Vrh mladice je dlakav, blago povijen i svijetlo zelene boje. Mladi listići su žljebasti s izraženim zubcima; prva dva imaju rijetke paučinaste dlačice na naličju, dok su ostali goli. List 'Kujundžuše' je srednje velik do velik, pravilan i peterodijelan, sa srednje duboko urezanim postranim sinusima. Sinus peteljke je zatvoren ili blago otvoren. Lice lista je glatko i zelene boje, dok je naličje vunasto i dlakavo, s izraženim velikim, oštrim zubcima duž oboda. Cvijet je morfološki i funkcionalno hermafroditan. Grozd je srednje velik, piramidalan, zbijen i teži prosječno između 250 i 300 grama. Bobice su srednje velike, okrugle ili blago eliptične. Kožica je prozirna i žuta, a na sunčanoj strani blago crvenkasta. Meso bobica je sočno, a sok je sladak i neutralnog okusa.



Slika 2. Bobice 'kujundžuše'

<https://radioimotski.hr/2020/08/26/pred-skorasnju-berbu-grozda-samo-da-ne-bude-puno-kise/>

### 2.1.2. Biološka i gospodarska svojstva

'Kujundžuša' pripada sortama koje kasnije dozrijevaju, krajem III. – početkom IV. razdoblja. Iako je bujna sorta, nije osjetljiva na gljivična oboljenja što je jako pozitivno svojstvo i u budućnosti može biti jedan od prvih koraka prelaska sa konvencionalne u ekološku proizvodnju (Maletić i sur. 2015.). Zrele bobice su sklone osipanju pri jakim udarima vjetra. Rodnost je redovita i visoka, a u pojedinim godinama potrebno je provoditi ampelotehničke zahvate s ciljem smanjenja prinosa. Jedan od zahvata je zelena rezidba (defolijacija ili zelena berba) nakon cvatnje. Reducirajući rodnost Kujundžuša nakuplja zadovoljavajuće šećere no sadržaj ukupnih kiselina je redovito nizak.

### 2.1.3. Praktična i gospodarska važnost

'Kujundžuša' najbolje uspijeva na srednjim do visokim uzgojnim oblicima (60 cm i više). Najčešći uzgojni oblik je jednokraki i dvokraki Guyot s opterećenjem od 12 do 24 pupa po trsu. Zbog svoje redovite rodnosti i niskih zahtjeva, Kujundžuša zauzima najveći dio Imotskog vinogorja te je najzastupljenija sorta u tom području. Najbolje rezultate daje na dubokim, plodnim i propusnim tlima. Otporna je na niske zimske temperature. 'Kujundžuša' ima vrlo dobar afinitet prema loznim podlogama, posebno s križancima (Vitis Berlandieri x Vitis Riparia) Kober 5 BB i 420 A, a također pokazuje dobar afinitet s podlogom SO4.

Pojedine fenofaze kod sorte 'Kujundžuša':

- Početak pupanja 15 – 20 travnja
- Početak cvatnje 5 – 10 lipnja
- Početak šare 10 – 15 kolovoza
- Tehnološka zrelost 20 rujna – 5 listopada

Udruga „Cvit razgovora“ zajedno sa Zavodom vinogradarstvo i vinarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu pokrenuli su projekt „Klonska selekcije sorata 'Kujundžuša bijela' i Trnjak crni“. Provedba prve faze je krenula u proljeće 2019 g. i trebala bi završiti do proljeća 2023 g. Cilj klonske selekcije je povećanje i unapređenje gospodarske osnove za razvoj vinogradarstva i vinarstva Imotskog vinogorja. Proizvodnja kvalitetnog sadnog materijala se ostvaruje kroz izdvajanje genotipova, koji očituju neka pozitivna svojstva, a po kojima se razlikuju od populacije, podizanje matičnog nasada ovih sorata će omogućiti certificirani (virus free) sadni materijal i mogućnost provedbe daljnje individualne klonske selekcije u svrhu dobivanja klonova s izraženim sortnim karakterom. Obzirom na provedenu prvu fazu masovne pozitivne selekcije ustanovljena je izrazito velika unutarSORTNA varijabilnost (potencijalni klonovi s višom

razinom kiselosti i šećera), što je jako bitan faktor za nastavak selekcije i može se koristiti u daljnjoj zdravstvenoj i individualnoj selekciji.

U konačnici će ovo potaknuti sve proizvođače na podizanje novih nasada i vraćanje 'Kujundžuše' u sami vrh Hrvatskog sortimenta.

'Kujundžuša' daje vina s niskom razinom alkohola (od 11 do 12,5 vol%). Kiseline se kreću između (od 4 do 5 g/L). Boja vina je najčešće zlatno žuta do zelena što prvenstveno ovisi o zrelosti grožđa i samoj tehnologiji vinifikacije (duljini maceracije). Obzirom na svjetski trend konzumacije laganijih vina Kujundžuša ima sve više prostora za napredak jer se odlikuje lepršavošću i harmoničnošću.



Slika 3. Podizanje matičnog nasada 'Kujundžuše bijele' i 'Trnjka crnog'

<https://maslina.slobodnadalmacija.hr/>



## 2.2. Imotsko vinogorje

### 2.2.1. Povijest vinogorja

Uzgoj vinove loze na području Imotskoga datira još iz vremena Rimljana. Rimljani su uzgajali vinovu lozu uz svoja naselja, od kojih su najpoznatiji Novae (današnja općina Runovići) i Billubium (današnja općina Proložac). Vinova loza se uglavnom uzgajala na brdskim položajima. U crnom sortimentu prevladavaju sorte 'Okatica crna', 'Blatina', 'Trnjak' i 'Vranac', dok su u bijelom sortimentu zastupljene 'Kujundžuša', 'Maraština' i 'Pošip'. Poljoprivredna savjetodavna služba u Imotskom procjenjuje da je 1980-ih godina površina pod vinogradima iznosila 2 000 hektara, dok danas iznosi između 600 i 700 hektara.

### 2.2.2. Položaj vinogorja

Imotsko vinogorje sastoji se od ravnog dijela zvanog Imotsko polje i brežuljkasto-brdovitog dijela sa zaravnima. Polje se nalazi na nadmorskoj visini od 248 do 272 metra, u zaleđu planine Biokovo. Površina polja iznosi 4 500 hektara, od čega je 4 000 hektara poljoprivredno zemljište, dok ostatak čine jezera i vodotoci. Polje se prostire u smjeru sjeverozapad-jugoistok. Nalazi se između jezera Galipovac i naselja Proložac na sjeverozapadnom dijelu te naselja Kamenmost, Runovići, granice s Bosnom i Hercegovinom i Vinjana Donjih na jugoistočnom dijelu. U brežuljkasto-brdoviti dio spadaju naselja Lovreć, Zagvozd, Krstacije i Vinjani Gornji.



Slika 4. Imotsko vinogorje

<https://croatia-hotspots.com/2014/04/ljubitelji-dobre-kapljice-posjetite-imotsku-krajinu-dalmatinska-zagoradom-vrhunskih-vina/>



### 2.2.3. Klimatske prilike

Klima u Imotskom vinogorju je pak nešto drugačija nego u ostatku Dalmacije, mediteranska s blagim kontinentalnim utjecajem.

Srednja godišnja temperatura zraka u Imotskom u razdoblju od sedam godina (1982.-1988.) iznosi 12,7°C, a u razdoblju od osamnaest godina (1981.-1998.) 13,6 °C. Godišnja temperaturna suma iznosi 4661°C.

Raspored temperaturnih suma po godišnjim dobima:

- Proljeće 1046°C
- Ljeto 1951°C
- Jesen 804°C
- Zima 443°C

Kratice u tablicama meteoroloških parametara:

- $T_m$  [°C] srednja dnevna temperatura zraka po mjesecima
- $T_{sd}$  [°C] standardna devijacija srednje dnevne temperature zraka po mjesecima
- $T_{min}$  [°C] minimum dnevna temperatura zraka po mjesecima
- $T_{max}$  [°C] maksimum dnevna temperatura zraka po mjesecima
- $DA$  [°C] srednja dnevna amplituda temperature zraka po mjesecima
- $O$  [mm] srednja dnevna količina oborine po mjesecima
- $RV$  [%] srednja dnevna relativna vlažnost po mjesecima

Tablica 1. Dnevne vrijednosti po mjesecima u razdoblju od 1991-2010.g.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD
Tm [°C]	5.1	5.5	8.6	12.3	17.6	21.6	24.3	24.4	18.8	14.6	9.5	5.7	14.1
Tsd[°C]	3.2	3.8	3.8	3.4	3.3	3.8	3.0	3.3	3.2	3.4	3.7	3.6	7.8
Tmin[°C]	-5.2	-5.9	-4.6	0.2	6.4	9.6	15.1	14.1	10.1	3.7	0.2	-5.6	-5.9
Tmax[°C]	11.7	13.7	17.2	2.2	25.0	30.9	31.7	32.4	28.8	22.2	20.6	14.2	32.4
DA[°C]	7.0	8.0	8.5	9.2	10.2	10.7	11.4	11.7	10.4	9.1	7.3	6.6	9.2
O[mm]	4.0	3.0	3.1	3.4	2.6	2.2	1.3	1.6	3.9	4.1	6.5	5.7	3.4
RV [%]	75	72	70	73	67	65	58	59	68	73	77	76	69

Oborinski režim je jedan od najbitnijih faktora u poljoprivredi, a tako i u uzgoju vinove loze. Možemo reći da predstavlja posebnost nekog područja, što ga čini individualnim. Najveća količina oborina padne u posljednja četiri mjeseca od rujna do prosinca, a najveća količina padalina padne u studenome. Godišnja količina oborina u Imotskome je 1241 mm. Odgovarajuća količina vode za vinovu lozu je najvažnija u razdoblju vegetacije (od travnja do rujna) tijekom koje padne 455 mm oborina, što u odnosu na godišnju količinu iznosi 37 %.

#### 2.2.4. Opis i sastav tla

Imotsko polje je izrazito plodno tlo i najkarakterističnije reljefno obilježje Imotske krajine. Smješteno je u zatvorenoj kraškoj uvali na krednom vapnencu i dolomitu, bogatom kraškim fenomenima kao što su Crveno i Modro jezero. U Imotskom polju nalazimo različite tipove tla, uključujući posmeđene crvenice, smeđa skeletna tla, aluvijalno karbonatna tla i mineralno-organska tla. Kemijski sastav tla je izuzetno plodan, s izraženom heterogenošću u odnosu na ukupne i aktivne karbonate. Manji dio vinograda smješten je na posebnim položajima, obroncima i uzdignutim terenima.

## 2.3. Aroma vina

Aroma vina jedna je od najvažnijih karakteristika koji određuju karakter i kvalitetu vina. Poznato je da je aroma vina pod jakim utjecajem nekoliko čimbenika, a to su: tlo, klima, sorta, stupanj zrelosti grožđa, uvjeti fermentacije (pH, temperatura, kvasac), obradi mošta, doradi vina (enološki postupci i aditivi), te o starenju vina u boci. (Božac, 2016.). Do sada je identificirano nekoliko stotina aromatskih spojeva sa širokim rasponom malih koncentracija koje se izražavaju u mg/L pa sve do ng/L (Rapp, 1988.).

Arome vina, njihovo podrijetlo i senzorne karakteristike u zadnjih desetljeća su pod povećalom, a zabilježeni napredak u njihovoj identifikaciji i kvantifikaciji ponajviše je vezan uz primjenu metoda plinske kromatografije (Robinson i sur., 2009; Saenz – Navajas i sur., 2012; Pavić, 2018.).

Prema podrijetlu arome vina možemo svrstati u tri skupine:

- primarna aroma koje potječe od grožđa (terpeni, norisoprenoidi, pirazini)
- sekundarna aroma nastala tijekom alkoholne fermentacije (viši alkoholi, esteri, masne kiseline, aldehidi itd.)
- tercijarne (dozrijevanja i starenja )

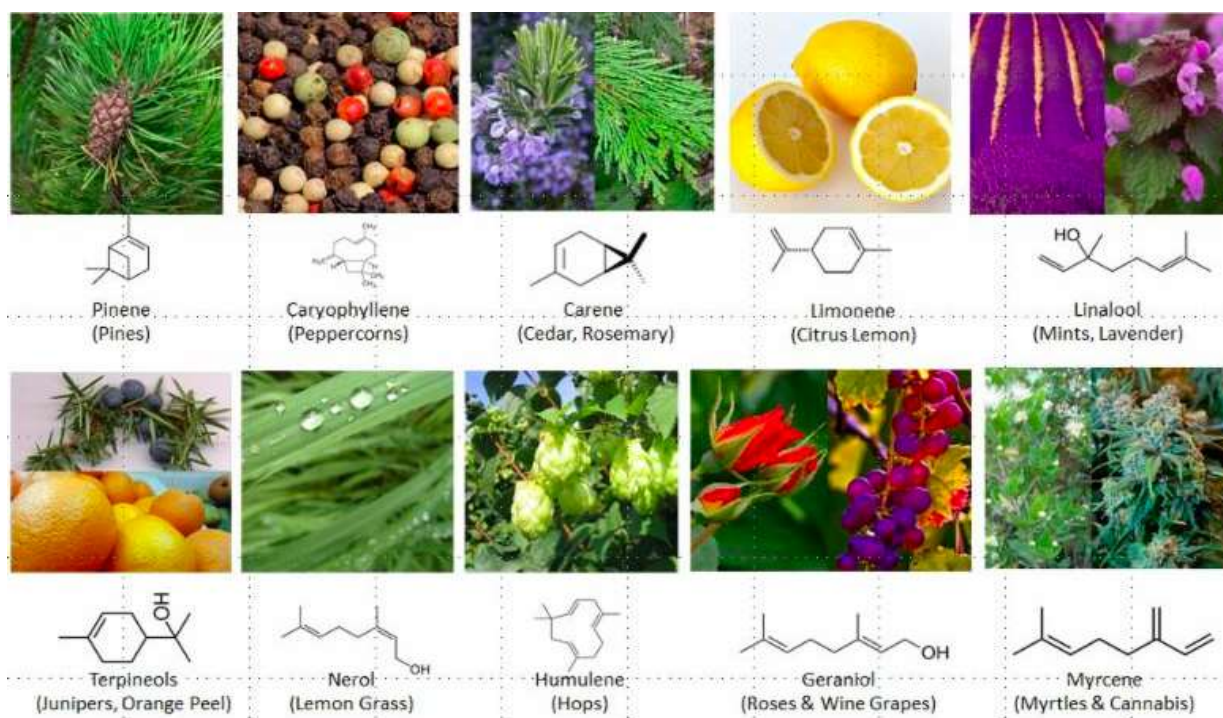
## 2.4. Primarne arome i prekursori aroma

Grožđe sadrži spojeve koji su nosioci sorte arome te prekursore aroma. Primarna aroma vina počinje se formirati već u vinogradu pod utjecajem tla, klime, načina uzgoja i gnojenja, a na njih najviše utječe sorta grožđa. Karakteristične grupe spojeva koje se vežu za primarnu aromu su terpenski spojevi, C6 spojevi, tioli, norisoprenoidi i metokspirazini. Jedna od najvažnijih grupa spojeva primarne arome grožđa su terpeni (Jackson, 1994.).

### 2.4.1. Terpeni

Terpeni su prisutni u svim vrstama grožđa, ali najveća koncentracija ovih spojeva nalazi se u sortama kao što su 'Muškati' i 'Rizling'. Vina proizvedena od ovih sorti obično se karakteriziraju kao vina s izraženim voćnim i cvjetnim aromama. Iako je u biljkama identificirano više od 400 terpenskih spojeva, u grožđu i vinu je pronađeno oko 40, od kojih samo nekolicina značajno doprinosi aromi vina (Esti i Tamborra, 2006.). Najjednostavniji terpeni su monoterpeni, koji imaju 10 ugljikovih atoma (dvije izoprenske jedinice) (Pine, 1994.). U grožđu se nalaze u pokožici i mesu bobice, i to u dva oblika: slobodnom i glikozidno vezanom. Slobodni oblici koji utječu na aromu su geraniol, nerol, linalol, linalol oksid,  $\alpha$ -terpineol, citronelol, hotrienol i nemirisni polihidroksilatni spojevi (polioli) koji pod blagom kiselinskom hidrolizom prelaze u mirisne oblike (Gunata i sur., 1993.).

Među njima je najizraženiji rose oksid, koji je djelomično odgovoran za cvjetnu aromu vina 'Traminac mirisavi' (Jackson, 2014.). Monoterpeni nastaju iz izopentil pirofosfata (IPP) i dimetilalil pirofosfata (DMAPP). Hidrolizom glikozida oslobađaju se aglikoni, a to su aromatični spojevi s hidroksilnom funkcionalnom skupinom (alkohol, fenol ili kiselina), koji prolaze kroz niz kemijskih promjena tijekom sazrijevanja vina. Linalol, geraniol, eugenol, gvajakol, zingeron i metilsalicilat dolaze u vino direktno od aglikona iz grožđa, dok su ostali proizvodi kemijskih promjena određenih aglikona (Moreno-Arribas i Polo, 2009.).



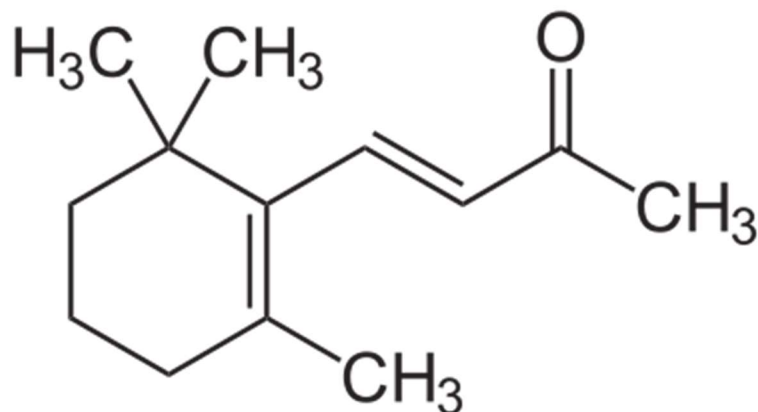
Slika 5. Primjer terpena prisutnih u vinu

<https://spexcertirepblog.wordpress.com/2015/03/18/terpenes-in-a-class-of-their-own/>

#### 2.4.2. C13- norizoprenoidi

C13-norizoprenoidi su raznolika skupina potencijalno važnih mirisnih spojeva koji potječu iz karotenoida grožđa. Kao i monoterpeni, C13-norizoprenoidi su vezani glikozidno i predstavljaju nehlapljive prekursore. Kroz kiselu hidrolizu ili tijekom alkoholne fermentacije oslobađaju se slobodni aromatski spojevi kao što su  $\beta$ -damaskenon ili  $\beta$ -ionon. Hidrolitičko oslobađanje slobodnog  $\beta$ -damaskenona tijekom vinifikacije ovisi ali i nije nužno povezano s početnom koncentracijom prekursora u samom grožđu. Dokazano je da oslobađanje  $\beta$ -damaskenona i  $\beta$ -ionona nije ovisno o razini njihovih prekursora u grožđu, već o mehanizmu njihovog oslobađanja tijekom fermentacije i starenja vina. Slobodni  $\beta$ -damaskenon ima note „meda“, „jabuke“ ili „šljive“, dok je  $\beta$ -ionon više povezan s mirisom „ljubičice“. Kao što je već spomenuto, niske razine oba spoja,  $\beta$ -damaskenona i  $\beta$ -ionona, poboljšavaju voćne karakteristike vina, ali visoke razine mijenjaju aromu vina u „grožđicu“ ili „šljivu“.

Karotenoidi se ne transformiraju samo u  $\beta$ -damakenon i  $\beta$ -ionon, već i u spojeve kao što su 1,1,6-trimetil-1,2-dihidronaftalen (TDN) ili (E)-1-(2,3,6-trimetilfenil)buta-1,3-dien (TPB). TDN daje „petrolejski“ ton starijem Riesling vinu, dok TPB pridonosi snažnoj „zelenoj“ ili „mirisu pokošene trave“ aromi bijelih vina, posebno vina Semillon. Stoga se smatraju nepoželjnim aromama u vinu. Karotenoid dioksigenaza razgrađuje 9,10- i 9',10'-dvostruke veze karotenoida. Spojevi nastali ovom razgradnjom dalje se transformiraju djelovanjem oksidaza i reduktaza u C13-norizoprenoidske spojeve s različitim stupnjevima oksidacije, a zatim se glikoziliraju pod djelovanjem glikoziltransferaza (Mathieu i sur., 2005.).



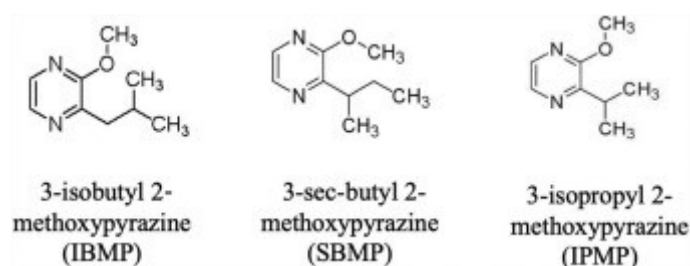
Slika 6. Kemijska struktura  $\beta$ -ionon-a

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Beta-Ionon.svg>

### 2.4.3. Metoksipirazini

Pirazini su heterociklički spojevi koji sadrže dušik. Krajem 1960-ih već je bilo poznato da 3-izobutil-2-metoksipirazin (IBMP) doprinosi aromi zelene paprike. Njegov olfaktorni prag također je detektiran (2 ng/L) i bio je jedan od najmoćnijih mirisnih spojeva tog vremena. IBMP je glavni mirisni spoj u sortama 'Sauvignon bijeli', 'Cabernet Sauvignon', 'Merlot' i 'Carmenere'. Njegova aroma se opisuje kao "zelena paprika" pri nižim koncentracijama, dok pri višim koncentracijama (> 15 ng/L u bijelim vinima, > 25 ng/L u crnim vinima) daje "biljnu" notu. Visoke razine metoksipirazina mogu također prikriti voćne note u vinu. Drugi pirazin, 3-izopropil-2-metoksipirazin (IPMP), identificiran je s aromom koja je više "zemljasta" i "nalik šparogi". Koncentracija metoksipirazina u bobicama ovisi o klimi, izloženosti suncu te vegetativnom rastu i prinosu vinove loze. Razine obično opadaju tijekom sazrijevanja i dosežu krajnje razine prije berbe. IBMP je vrlo osjetljiv na sunčevu svjetlost i temperaturu, kao i na razdoblje oborina. IPMP je također identificiran kao sastojak izlučevina bubamare (*Harmonia axyridis*). Ako se ove bubamare nađu među grožđem, fermentiraju se zajedno s njim i doprinose aromi vina, čineći da vino ima intenzivnije note poput zelene paprike, šparoge, zemljanih, biljnih ili kikirikijevih aroma. Studije također pokazuju da metoksipirazini nisu jedini spojevi odgovorni za biljne arome.

Činjenica da do sada nije identificiran biosintetski put za metoksipirazine, iako su neki aminokiseline poput leucina predložene kao prekursori za metoksipirazine, dovodi do zaključka da su metoksipirazini produkt genetskih čimbenika.

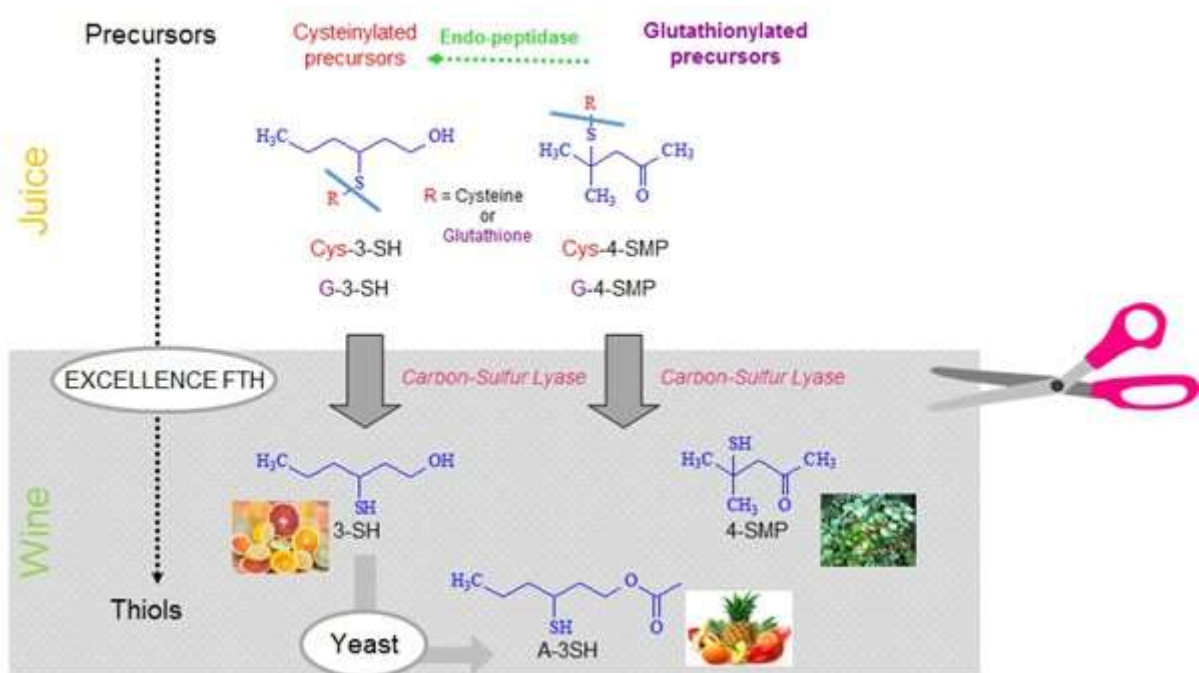


Slika 7. Kemijska struktura metoksipirazina

<https://hr.alfa-chemical.com/organic-chemistry/page-24/>

#### 2.4.4. Tioli

Ranije se smatralo da spojevi koji sadrže sumpor i tiolnu skupinu daju neugodne arome. Međutim, dokazano je da neki od njih značajno doprinose aromi mnogih aromatičnih biljaka i voća. Tioli etil-3-tiopropionat i etil-2-tiopropionat, identificirani su kao spojevi koji daju aromu grožđu vinove loze *Vitis labrusca* (sorta Concord). Jedan od značajnijih spojeva arome vina 'Sauvignon bijeli' je spoj 4-tio-4-metilpentan-2-on. Također su pronađeni i drugi hlapljivi aromatični tioli: 3-tio-3-metilbutan-1-ol, 3-tioheksan-1-ol acetat, 4-tio-4-metilpentan-2-ol i 3-tioheksan-1-ol. Spoj 3-tioheksil acetat ima specifičnu aromu koja podsjeća na grejpfrut, šimširovinu i marakuju. Prag osjetljivosti mu je 4 ng/L, a neka vina 'Sauvignon bijeli' mogu ga sadržavati i do nekoliko stotina ng/L. Starenje vina jako utječe na njegovu koncentraciju jer može nastati uslijed procesa esterifikacije 3-tioheksanola. Prag osjetljivosti 3-tioheksanola je 60 ng/L, a u vinu 'Sauvignon bijeli' uvijek je prisutan u koncentraciji od nekoliko ng/L (Rigou i sur., 2014.). Benzenmetantiol spada u izrazito aromatičan tiolski spoj. Identificiran je u nekoliko bijelih vina, kao što su 'Chardonnay' i 'Sauvignon bijeli', kao i u crnim vinima poput 'Merlota' i 'Cabernet Sauvignona'. Ima karakterističan miris dima. U 'Chardonnay' vinima njegova koncentracija iznosi oko 30-40 ng/L, dok je u 'Sauvignon bijeli' vinima prisutan u koncentraciji od 10-20 ng/L (Ribereau-Gayon, 2006.). S-cistein konjugati su nehlapljivi, aromatični prekursor mnogih hlapljivih tiolskih spojeva. Kemijski su to S-supstituirani derivati L-cisteina, a razlikuju se po prirodi strukture na cisteinskom atomu sumpora. Do sada su identificirana tri takva spoja u grožđu: S-(1-hidroksiheks-3-il)-L-cistein (P3MH), S-(4-metil-2-oksopent-4-il)-L-cistein (P4MMP) i S-(4-metil-2-hidroksipent-4-il)-L-cistein (P4MMPOH). Njihova koncentracija u moštu grožđa 'Sauvignon bijeli' je niska, ne prelazi 100 µg/L za P3MH, koji je najzastupljeniji, dok P4MMP i P4MMPOH imaju koncentracije od nekoliko µg/L (Moreno-Arribas i Polo, 2009.).



Slika 8. Shematski prikaz nastajanja tiola tijekom fermentacije

<https://bhftechnologies.com.au/increased-thiol-aromas-in-sauvignon-blanc>

### 2.4.5. C6 spojevi

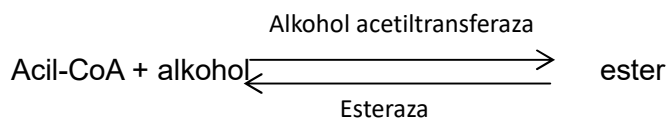
Glavni C6 spojevi u moštu su heksanal i 2-heksenal, dok su heksanol i 3-heksen-1-ol zastupljeni u manjoj mjeri. Enzimi koji sudjeluju u njihovoj razgradnji su lipoksigenaze, koje oksidiraju samo nezasićene lipide s 1-cis i 4-cis pentadienskim oblikom do hidroksiperoksida s *cis*- i *trans*-dienskim oblikom, te hidroksiperoksid liaze koje cijepaju hidroksiperoksidge do C6 aldehida. Koncentracija ovih spojeva u vinu ovisi o količini nezasićenih lipida i djelovanju enzima koji su odgovorni za njihovo nastajanje. Iako su ovi spojevi značajne mirisne tvari u moštu, tijekom alkoholne fermentacije pod utjecajem kvasaca reduciraju se do heksanola, pa ih u vinu ima zanemarivo malo (Ferreira i sur., 1995.).

### 2.5. Aroma fermentacije

Alkoholna fermentacija izuzetno je važna za nastajanje i razvijanje arome vina. Tijekom ovog procesa dolazi do značajnih promjena pri kojima spojevi arome mošta ili masulja prelaze u spojeve arome vina. Stvaraju se brojni hlapljivi spojevi, među kojima su, osim etanola, kvantitativno najzastupljeniji viši alkoholi, hlapljive kiseline i esteri. (Moreno-Arribas i Polo, 2009.).

### 2.5.1. Esteri

Esteri koji nastaju tijekom alkoholne fermentacije igraju ključnu ulogu u voćnoj aromi mladih crnih i bijelih vina. Dvije glavne skupine estera koji nastaju tijekom alkoholne fermentacije mošta, a dogovorni su za voćnu aromu vina su acetatni esteri (etil acetat, 2-metilpropil acetat, 2-metilbutil acetat, 3-metilbutil acetat, heksil acetat i 2-feniletil acetat) te etilni esteri masnih kiselina (od etil C3 do etil C12).

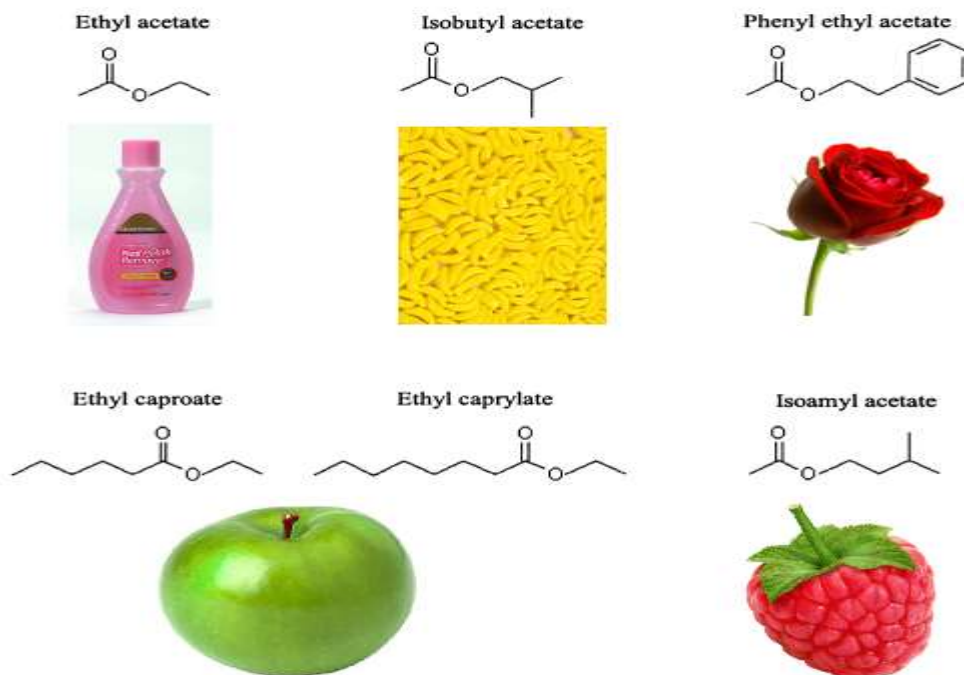


Etilni esteri masnih kiselina nastaju esterifikacijom etanola s acetil-CoA uz pomoć enzima acetiltransferaze. Ovi esteri imaju ugodan miris voska i meda, što doprinosi kvaliteti bijelih vina (Ribéreau-Gayon i sur., 2006.). Neki kratkolančani etilni esteri razgranatih masnih kiselina, poput i-butanoata, mogu se direktno sintetizirati ili nastati deaminacijom aminokiselina (Miller i sur., 2007.). Etilni esteri se zadržavaju u stanicama kvasca, pa je njihova koncentracija u vinu na kraju fermentacije ispod ravnotežne konstante. Međutim, zbog veće količine etanola i prisutnosti različitih kiselina u vinu, dolazi do sporog stvaranja etil estera tokom starenja (Ribéreau-Gayon i sur., 2006.). Zajedno s acetatnim esterima, doprinose tipičnoj cvjetnoj i voćnoj aromi mladih vina (Jackson, 2014.). Etil butanoat ima prijatan voćni miris po jabukama i breskvama. Senzorski prag osjetljivosti ovog spoja je 20 µg/ L (Escudero i sur., 2007.), a koncentracija u suhim vinima je oko 0,41 ± 0,05 mg/ L (Swiegers i sur., 2005.). Etil heksanoat, jedan od najpoželjnijih estera u vinu (Cheng i sur., 2015.), ima cvjetno-voćnu aromu s notama ananasa, jabuke i banane (Lambrechts i Pretorius, 2000). Senzorski prag osjetljivosti je 5 µg/ L (Cheng i sur., 2015.), a udio u suhim vinima je oko 1,06 ± 0,19 mg/ L (Swiegers i sur., 2005.). Etil oktanoat, osim drugih cvjetno-voćnih aroma, karakterizira miris kruške (Jackson, 2014.). Koncentracija u suhim vinima iznosi 2,11 ± 0,49 mg/ L (Swiegers i sur., 2005.), dok je senzorski prag osjetljivosti 580 µg/ L (Escudero i sur., 2007.), što ukazuje na njegovu važnu ulogu u formiranju ukupne arome vina. Etil dekanoat ima cvjetno-voćnu, slatkastu aromu sa senzorskim pragom osjetljivosti od 200 µg/ L (Cheng i sur., 2015.) i udio u suhim vinima od 0,56 ± 0,06 mg/ L (Swiegers, 2005.). Dietil sukcinat, važan spoj među etilnim esterima, ima voćno-cvjetnu aromu s notama dinje (Lambrechts i Pretorius, 2000.). Senzorski prag osjetljivosti je 200 mg/ L, a udio u vinima je od 0,13 do 31,5 mg/ L (Escudero i sur., 2007).

Acetatni esteri nastaju esterifikacijom octene kiseline i etanola ili viših alkohola. Karakterizira ih miris banane i jabuke, zbog čega se nazivaju voćni esteri. Koncentracija acetatnih estera u vinu na kraju fermentacije veća je od njihovih ravnotežnih konstanti, što uzrokuje hidrolizu acetatnih estera u alkohole i octenu kiselinu, a reakciju ubrzava viša temperatura i nizak pH (Ramey i Ough, 1980.). Starenjem vina u bocama koncentracija estera opada, stoga se preporučuje skladištenje na nižim temperaturama (Jackson, 2014.).



Etil acetat, značajan acetatni ester, može pozitivno ili negativno utjecati na aromu vina, zavisno o koncentraciji. U koncentraciji od 50 – 100 mg/L doprinosi kompleksnosti arome, dok pri koncentracijama većim od 150 mg/L ima neugodan miris po laku za nokte (Jackson, 2014.). Manje količine nastaju fermentacijom, dok većina nastaje djelovanjem aerobnih octenih bakterija tijekom starenja u bačvama (Ribéreau-Gayon i sur., 2006.). Senzorski prag osjetljivosti je oko 160 mg/L (Ribéreau-Gayon i sur., 2006.), dok je udio u suhim vinima uglavnom oko  $85 \pm 13$  mg/L (Swiegers i sur., 2005.). Izobutil acetat nosi voćnu aromu banane i jabuke, s pragom osjetljivosti od 1,6 mg/L (Peinado i sur., 2004.), dok je udio u suhim vinima oko  $0,07 \pm 0,04$  mg/L (Swiegers i sur., 2005.). Izoamil acetat, važan ester, ima voćni miris banane (Ribéreau-Gayon i sur., 2006.) s niskim pragom osjetljivosti od 0,03 mg/L (Escudero i sur., 2007), te značajno doprinosi aromi vina. Udio u suhim vinima iznosi  $2,37 \pm 0,62$  mg/L (Swiegers i sur., 2005.). Heksil acetat nosi arome jabuke, trešnje i kruške s pragom osjetljivosti od 670  $\mu$ g/L (Cheng i sur., 2015.), dok je udio u suhim vinima oko  $0,14 \pm 0,14$  mg/L (Swiegers i sur., 2005.). 2-feniletil acetat, sa slatkom notom, posebno je prisutan u mladim bijelim vinima (Campo i sur., 2005.), te daje cvjetno-voćnu aromu po ruži i medu (Gomez-Miguez i sur., 2007.). Senzorski prag osjetljivosti je 250  $\mu$ g/L (Gomez-Miguez i sur., 2007.), a udio u suhim vinima oko  $0,21 \pm 0,05$  mg/L (Swiegers i sur., 2005.).

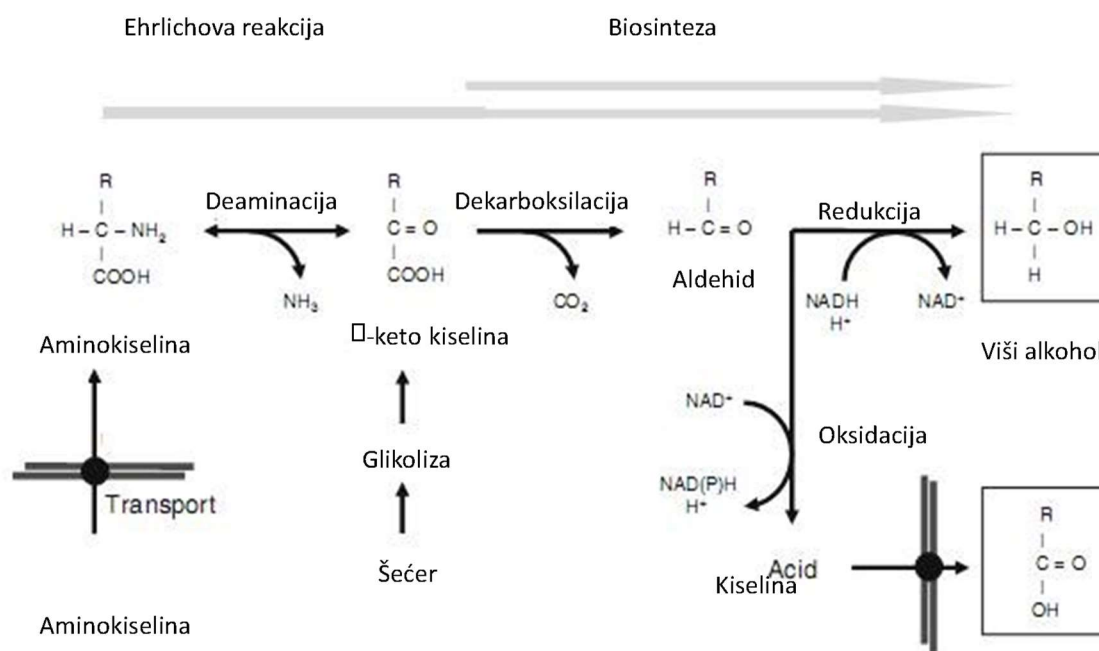


Slika 9. Neki od estera prisutnih u vinu i njihove karakteristike

Slika 11zvor: <https://biobrewing.blogspot.com/2014/02/flavor-esters-introduction.htm>

## 2.5.2. Viši alkoholi

Viši alkoholi spadaju u najvažniju grupu hlapljivih spojeva koji nastaju razgradnjom šećera u moštu radom kvasca za vrijeme alkoholne fermentacije. Ovi spojevi mogu nastati metabolizmom ugljikohidrata (anabolički) ili transformacijom odgovarajućih aminokiselina (katabolički), kroz Ehrlichovu reakciju (Hazelwood i suradnici, 2008.). Glavni viši alkoholi prisutni u vinu su 1-propanol, izobutanol (2-metil-1-propanol), amilni alkohol (2-metil-1-butanol), izoamilni alkohol (3-metil-1-butanol) i 2-feniletanol. Prema Rappu i Versiniju (1996.), preporučena koncentracija viših alkohola je ispod 300 mg/L. Za aromu Chardonnay vina značajni su 2-metilpropanol i 2- i 3-metilbutanol, dok viši alkoholi nemaju značajnu ulogu u ukupnoj aromi Rizlinga (Moreno-Arribas i Polo, 2009.). Slika 10. prikazuje proces stvaranja viših alkohola iz šećera i aminokiselina.



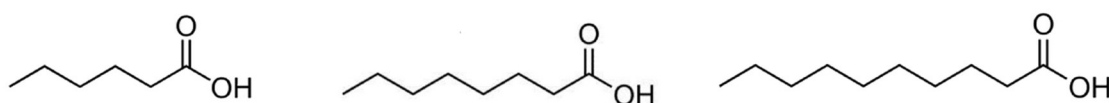
Slika 10. Nastajanje viših alkohola iz šećera i aminokiselina (Moreno-Arribas i Polo, 2009.)

Aminokiseline iz kojih nastaju viši alkoholi su valin, leucin, izoleucin, fenilalanin, tirozin, triptofan i metionin, iz kojeg se može formirati alkohol metionol. Kvasac *Saccharomyces cerevisiae* proizvodi znatno manje količine viših alkohola za razliku od sojeva *Saccharomyces bayanus/uvorum*. Koncentracija viših alkohola u vinu ovisi o dosta čimbenika, kao npr. sastava mošta, temperature alkoholne fermentacije i tehnologije proizvodnje. Bijela vina obično sadrže niže količine viših alkohola (162-266 mg/L) za razliku od crnih vina (140-417 mg/L) (Moreno-Arribas i Polo, 2009.).

### 2.5.3. Hlapljive masne kiseline

Vino sadrži masne kiseline kratkog lanca (C2 - C4), srednjeg lanca (C6 - C10), dugog lanca (C12 - C18) te razgranate masne kiseline poput 2-metil propanonske, 2-metil butanonske i 3-metil butanonske kiseline. Masne kiseline srednjeg lanca (C6 - C10) ključne su za ukupnu aromu vina, a kvasci ih sintetiziraju kao međuprodukt pri biosintezi masnih kiselina dugog lanca (Jackson, 2014.). Masne kiseline srednjeg lanca heksanska, oktanska i dekanska također imaju bitnu ulogu u aromi vina, a njihova koncentracija ovisi o sastavu mošta, sorti, soju kvasca i temperaturi fermentacije. Ponekad mogu dovesti do zastoja fermentacije jer inhibitorno djeluju na rast *S. cerevisiae* kvasca (Bardi i sur., 1999; Pavić, 2018.).

Najvažnije među njima su kapronska, kaprilna i kaprinska kiselina (slika 11.). Octena kiselina je najzastupljenija kiselina u vinu, čineći oko 90% hlapljive kiselosti vina (Eglinton i Henschke, 1999.). Suha bijela vina sadrže niže koncentracije hlapljivih kiselina, dok slatka bijela vina, osobito ona proizvedena od grožđa zaraženog *Botrytisom*, imaju više koncentracije hlapljivih kiselina. Prema Pravilniku o vinu, maksimalna dozvoljena hlapljiva kiselost, izražena kao octena kiselina, u vinu kontroliranog podrijetla iznosi 1 g/L (Pravilnik o vinu, N. N. 96/96, 7/97, 117/97, 57/00).



Slika 11. Masne kiseline srednjeg lanca bitne za aromu vina: a) kapronska kiselina, b) kaprilna kiselina i c) kaprinska kiselina

<https://www.plantagea.hr/aromaterapija/kemizam-masnih-kiselina/>

### 2.5.4. Mutnoća mošta i njezin utjecaj na aromu vina

Od kasnih sedamdesetih godina poznato je da je odgovarajuća mutnoća bijelog mošta temeljni preduvjet za dobivanje ugodnog, čistog fermentacijskog mirisa, koji je ključni čimbenik kvalitete vina.

Sastav i količina taloga mošta variraju ovisno o sirovini iz koje je mošt dobiven i procesu dobivanja mošta. To se uglavnom odnosi na ukupnu količinu i veličinu čestica. Talog dobiven nakon prešanja grožđa sastoji se od fragmenata zemlje, kože, stabljike, staničnih ostataka pulpe grožđa i netopivih ostataka iz proizvoda za tretman vinograda (Ribéreau-Gayon i sur., 2006.). Iako kemijski sastav taloga grožđa nije u potpunosti utvrđen, ali poznato je da sadrži netopive polisaharide, malo dušičnih spojeva, mineralnih soli i veliku količinu lipida, najvjerojatnije iz staničnih membrana (Ribéreau-Gayon i sur., 2006.). Ribéreau-Gayon i sur., (2006b) preporučuju optimalnu vrijednost između 100 i 250 NTU, dok Charrier i sur. (2013) preporučuju vrijednosti između 50 i 150 NTU. Utjecaj suspendiranih čvrstih tvari mogu se

podijeliti u dvije glavne skupine: fizičke i kemijske. Fizička komponenta se uglavnom temelji na povećanju unutarnje površine, što omogućuje oslobađanje CO<sub>2</sub> iz fermentacije, stvarajući točke oslobađanja. Na niskoj mutnoći, CO<sub>2</sub> je jedan od glavnih inhibitora stanica kvasca. Iako stvarni mehanizam djelovanja CO<sub>2</sub> na stanice kvasca nije još dokazan, najvjerojatnije objašnjenje je intracelularno smanjenje pH uzrokovano otapanjem CO<sub>2</sub> u staničnoj membrani, stvarajući ugljičnu kiselinu.

Alexandre i sur., (1994) analizirali su čestice dobivene taloženjem bijelog mošta i utvrdili da se sastoje od 72 % ukupnih šećera, 8 % lipida, 5,5 % minerala, 5,2 % pektina i oko 2,6 % dušika. Dalje su istraživali nezasićene masne kiseline i otkrili da je linolna kiselina najzastupljenija u talogu, dostižući do 25 %, zatim stearinska kiselina do 22,2 %, oleinska i palmitoleinska kiselina do 5,5 %. Za zasićene masne kiseline otkriveno je 25 % palmitinske kiseline, 13,8 % stearinske kiseline i 8,3 % laurinske kiseline. Tumanov i sur., (2015) istraživali su sastav lipida u ukupno 217 uzoraka mošta 'Sauvignon bijeli' iz vinarija diljem Novog Zelanda. Pokazalo se da ukupni sadržaj lipida u moštu doseže do 2,8 g/L. Sadržaj slobodnih masnih kiselina, koje izravno koriste kvasci *Saccharomyces cerevisiae*, bio je u rasponu između 0,56 - 28,45 mg/L. Posljedica je smanjenje citoplazmatskog pH, što utječe na enzimsku aktivnost i sintezu proteina te uzrokuje nepovratnu denaturaciju proteina koja na kraju dovodi do inaktivacije mikroorganizma (Spilimbergo i sur., 2005.). Osobito se razgradnja Fe i Cu iona može smatrati pozitivnim učinkom zamućenosti mošta, jer je poznato da ti ioni utječu na sastav aroma, osobito na tiolne spojeve, čak i u tragovima ispod 1 µg/L za koje je predloženo da kataliziraju njihovu oksidaciju (Blanchard i sur., 2004.). Istraživanja Groat i Ough (1987), otkrila su da esteri i viši alkoholi općenito rastu s većim sadržajem čvrstih tvari (mutnoće) tijekom fermentacije.

Istraživanja su pokazala da predfermentativni dodatak čvrstih tvari dobivenih iz grožđa soku od grožđa smanjuje proizvodnju octene i piruvične kiseline, skraćuje fazu zastoja i povećava stopu fermentacije. Ovi učinci su uspoređeni s alternativnim proizvodima za povećanje zamućenosti kao što su bentonit, dijatomejska zemlja, ugljen, celuloza, želatina i silikagel, te inertni netopivi materijali poput staklenih kuglica, kvarcnog praha i talk. No, niti jedna od ovih alternativa nije imala učinak tako jak kao čvrste tvari dobivene iz grožđa. Ovi učinci su povezani sa sastavom masnih kiselina u čvrstim tvarima grožđa.

Istraživanje provedeno na sorti Sauvignon bijeli pokazalo je da visoka mutnoća značajno povećava koncentraciju 3-merkaptokseanola i 4-metil-4-merkaptopentan-2-on, ali smanjuje 3-merkaptopheksilacetat. Ovo bi moglo biti zbog veće prisutnosti čvrstih materijala u grožđu i reduktivnog okruženja koje omogućava lakše oslobađanje slobodnih tiola. Studija dokazuje da izbor mutnoće mošta može imati značajan utjecaj na kemijske i senzorske karakteristike vina Sauvignon bijeli.

Iako nema značajnih kemijskih razlika između vina visoke mutnoće, ipak je utvrđeno da utječe na povećavanje određenih aromatičnih spojeva, dok niske smanjuju druge. Ovo utječe na sorte karakteristike i ukupnu aromatičnu intenzivnost vina, čineći izbor mutnoće važnim

korakom u procesu proizvodnje vina. Mošt koji je previše bistar (<60 NTU) vjerojatno će biti manjkav u hranjivim tvarima za kvasce i drugim čimbenicima koji utječu na učinkovitost fermentacije, što rezultira sporim ili zaustavljenim fermentacijama. Sok s vrlo visokim razinama čvrstih tvari (>220 NTU) često može rezultirati stvaranjem reduktivnih sumpornih spojeva i dovesti do sporih ili zaustavljenih fermentacija (Rachel Stinson Vrooman, 2006.).

Istraživanje provedeno na sorti 'Chardonnay' pokazalo je da je povećanjem zamućenosti došlo do povećanja heksanola i trenda povećanja *trans*-3-heksen-1-ola i zbroja C6 alkohola. S druge strane, koncentracija *cis*-3-heksen-1-ol je smanjena. Ovi rezultati su u skladu s literaturom koja ukazuje na doprinos taloga mošta sadržaju linolne i linolenske kiseline i povezanim enzimima. S obzirom na druge spojeve s potencijalnim senzorskim značajem, koncentracija vinilfenola, 2-feniletanola i metionol je povećana s većom zamućenošću kao i koncentracija etil laktata i  $\gamma$ -butiro laktona. Zaključno, mutnoća nešto ispod 100 NTU vjerojatno je najbolji izbor za dobivanje odgovarajućih voćnih, fermentacijskih nota za bijelo vino, dok nešto veće razine NTU mogu doprinijeti složenijoj aromi. Potrebno je provesti brojna istraživanja kako bi se odredila optimalna mutnoća mošta, jer je izbor odgovarajuće mutnoće ključan faktor za sigurnu alkoholnu fermentaciju (Nicolini i sur., 2011.).

### 3. Materijali i metode rada

U ovom istraživanju korišteno je grožđe sorte 'Kujundžuša bijela' berbe 2023. godine iz vlastitih vinograda OPG Podrumi Šimunović, smještenih na području vinogradarske podregije Dalmatinska zagora, Vinogorje Imotski. Vinifikacije je također odrađena na OPG Podrumi Šimunović kojom smo dobili vina potrebna za daljnju provedbu istraživanja.

#### 3.1. Primarna prerada i vinifikacija

Neposredno nakon berbe, grožđe je prošlo primarnu preradu pomoću automatske muljače-runjače koja je odvojila peteljkovinu od bobica. Prilikom runjenja i muljanja grožđe zaštićeno od oksidacije postupnim dodavanjem Aromax-a u omjeru 20 g/100 kg grožđa. U masulj je također dodan pektolitički enzim Endozym E-flot (AEB) u količini od 2 ml/hL.

Nakon toga, masulj je prešan pneumatskom prešom kako bi se dobio mošt. Dobiveni mošt je odležao u inoks tanku zapremnine 1100 L, 24 sata uz dodatak pektolitičkog enzima Endozym E-flot (AEB) u količini od 2 ml/hL, koji pospješuje bistrenje stacionarnim taloženjem. Endozym E-flot bogat je enzimom pektinazom koji razgrađuje pektin i pomaže pri bistranju mošta. Također uz enzim dodano je i bistrilo Catalasi AF plus (AEB) koji ima svrhu snižavanja gorkih tonova i stranih mirisa. Nakon taloženja mošt je rastočen po 4 varijante s 3 ponavljanja u plastične demižone zapremnine 15 L. Svakoj varijanti mjerena je mutnoća mošta uređajem (turbidimetar), varijanta A (50 NTU), B (100 NTU), C (200 NTU), D (300 NTU).



Slika 12. Razlike u mutnoći mošta s lijeva 50 (NTU) na desno 300 (NTU)

Bistri mošt je odvojen od taloga, prebačen i inokuliran kvascem Cross Evolution (Lallemand) u količini od 20 g/hL, koji dobro fermentira čak i na nižim temperaturama, ne proizvodi sumporovodik osim pri ekstremnom nedostatku hrane, te potiče stvaranje aroma citrusa, cvijeća i bijelog voća.



Slika 13. Inokulacija kvasca Cross Evolution

Na samom početku alkoholne fermentacije, u mošt je dodana hrana za kvasce Enovit (AEB) u količini od 35 g/hL kako bi se ubrzalo razmnožavanje kvasaca. To omogućuje brži početak alkoholne fermentacije i skraćuje njeno trajanje, dok produžava vitalnost kvasaca, što je važno za kasnije faze fermentacije. Temperatura alkoholne fermentacije se kretala između 13-15 °C. Tokom alkoholne fermentacije praćena je razgradnja šećera. Kada je se razina šećera spustila za 25%, dodana je hrana za kvasce Fermoplus Floral (AEB) u količini od 25 g/hL. Fermoplus Floral sadrži aminokiseline i inaktivne kvasce, te naglašava aromatske note cvijeća, voća i svježih aroma. Po završetku alkoholne fermentacije vina su pretočena s taloga u staklene demijžone zapremnine 5 L, sulfirana te su spremljeni uzorci za daljnju fizikalno-kemijsku analizu i analizu hlapljivih spojeva. Ostatak vina skladišten je u podrumskim uvjetima do trenutka provođenja senzorne analize.





Slika 14. Priprema pokusa za alkoholnu fermentaciju

### 3.2. Osnovne analize vina

Osnovna analiza vina provedena je standardnim metodama objavljenima od strane OIV-a (Međunarodne organizacije za lozu i vino sa sjedištem u Parizu) i pomoću FTIR spektrometrije za analiziranje ostalih parametara u Laboratoriju za grožđe, mošt i vino Zavoda za vinogradarstvo i vinarstvo Agronomskog fakulteta u Zagrebu.

#### Određivanje alkoholne jakosti

Vrijednost alkoholne jakosti određena je u Kjeldahovoj tikvici metodom destilacije na način da se alkohol izdvojio iz vina kao destilat te se njegova specifična težina usporedila s specifičnom težinom vode na 20°C. Količina alkohola se iz dobivenih vrijednosti pomoću odgovarajućih tablica očitavala u g/L, a potom se iz tih vrijednosti očitao vol % alkohola.



Rezultat je dobiven očitavanjem vrijednosti na Riechardovim tablicama. Analiza koja je obuhvaćala određivanje specifične težine mjerena je metodom piknometrije.

### **Određivanje ukupnog suhog ekstrakta**

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

### **Određivanje hlapljive kiselosti**

Određivanja hlapljive kiselosti (izražena kao octena u g/L) dobiveno je njezinom odvajanjem iz uzorka putem destilacije u struji vodene pare. Nakon destilacije uzoraka vodenom parom, nekoliko kapi fenolftaleina dodano je u dobivene destilate koji su potom titrirani sa 0,1 M NaOH do pojave svijetlo ružičaste boje koja se morala zadržati barem 30 sekundi. Utrošak natrijevog hidroksida nakon pojave svijetlo ružičaste boje pomnožen je sa 1,2 čime je definirana koncentracija hlapljive kiselosti.

### **Određivanje ukupne kiselosti**

Ukupna kiselost (g/L) određena je metodom direktne titracije koja se bazira na neutralizaciji svih kiselih frakcija otopinom neke lužine. Na osnovi utroška natrijevog hidroksida izračunata je ukupna kiselost pri čemu se bromtimolplavi koristio kao indikator.

### **Određivanje pH vrijednosti**

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

### **Određivanje slobodnog, vezanog i ukupnog sumpornog dioksida**

Određivanje slobodnog sumpornog dioksida (mg/L) u uzorcima vinima mjereno je metoda po Paulu. Metoda se temelji na oslobađanju sumpornog dioksida iz zakiseljenog uzorka vina (dodatkom 25 %-tne ortofosforne kiseline) u struji zraka te njegovog vezanja na vodik peroksid pri čemu nastaje sumporna kiselina. Kao indikator koristi se mješavina metilen crvenog i metilen plavog te se titrira sa 0,01 M NaOH do pojave maslinasto zelene boje. Slobodni SO<sub>2</sub> dobije se množenjem utroška NaOH s 32. Vezani SO<sub>2</sub> (mg/L) dobiven je ostavljanjem vina koje je nakon određivanja slobodnog sumpora ostalo u tikvici za kuhanje .

Promijenjen je reagens u maloj apsorpcionoj tikvici, a zatim je pod tikvicu za kuhanje stavljen mali plamenik te je uz lagano vrenje ostavljen točno 10 minuta. Množenjem utrošenog 0,01 M NaOH s 32 dobije se vezani SO<sub>2</sub> u 1 litri vina. SO<sub>2</sub> ukupni (mg/L) dobije se zbrajanjem vrijednosti slobodnog i vezanog SO<sub>2</sub>.

### Određivanje pepela u vinu

Pepeo u vinu određen je spaljivanjem ostalog taloga nakon isparavanja uzoraka u mufolnoj peći na 525 °C . Nakon spaljivanja masa pepela pomnožena je s 50 čime je dobiven rezultat u g/L.

Za analizu vina na ostale parametre: jabučna kiselina (g/L), vinska kiselina (g/L), mliječna kiselina (g/L), glicerol (g/L) i ukupne fenole (mg/L), korišten je uređaj Anton Paar Lyza 5000 Wine Analyzer na bazi FTIR spektrometrije. Uzorci vina prije mjerenja se filtriraju kroz naborani filter papir radi odstranjivanja čestica onečišćenja i CO<sub>2</sub>.



Slika 15. Uređaj Anton Paar Lyza 5000 Wine

izvor: privatna arhiva autora

### 3.3. Određivanje hlapljivih aromatskih spojeva

Razvoj modernih instrumentalnih tehnika, poput vezanog sustava plinska kromatografija-masena spektrometrija, omogućio je olakšano identificiranje i kvantificiranje različitih aromatskih spojeva prisutnih u grožđu, moštu i vinu, ali i u ostalim prehrambenim

proizvodima. Općenito, GC-MS kombinacija je dviju analitičkih tehnika koje omogućuju identificiranje pojedinačnih spojeva u smjesi te njihovo kvantificiranje. Plinska kromatografija učinkovita je metoda razdvajanja i analize organskih spojeva koja se koristi razlikom koeficijenta distribucije različitih spojeva u mobilnoj fazi (plin nosač) i stacionarnoj fazi na određenoj temperaturi kako bi različiti spojevi istjecali iz kolone sukcesivno prema vremenu. Kako bi analiza bila uspješna, komponente moraju biti hlapljive i termički stabilne da se ne razgrade u procesu analize.

Masena spektrometrija pretvara isparene molekule uzorka u nabijene ione u izvoru iona visokog vakuuma, koji se ioniziraju, induciraju i fokusiraju u analizator mase, gdje se odvajaju omjerom mase i naboja pod djelovanjem magnetskog ili električnog polja i u konačnici detektiraju ionskim detektorom. Prije same kromatografske analize nužno je provesti adekvatnu pripremu uzorka, odnosno ekstrakciju spojeva arome.

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



Slika 16. Uređaji plinska kromatografija i spektrometar masa korišteni za analizu hlapljivih aromatskih spojeva

### 3.4. Senzorna analiza vina

Ocjenjivanje vina provedeno je u za to predviđenom prostoru u Vinariji Grabovac u Donjem Prološću kod Imotskog. Ocjeni vina pristupilo je 7 ocjenjivača (enologa) iz Imotskog vinogorja. Vina su ocijenjena koristeći deskriptivnu metodu i metodu redoslijeda. Prije početka ocjenjivanja, svi ocjenjivači su bili informirani o sorti, godinama berbe i zemljopisnom porijeklu. Za ocjenjivanje su korištene visoke čaše predviđene za degustaciju svježih bijelih vina, a vina su poslužena na optimalnoj temperaturi za bijela vina. Opisni termini (deskriptori) su dogovoreni kroz dvije prethodne degustacije, oslanjajući se na iskustva enologa koji su definirali izgled ocjenjivačkog obrasca za deskriptivnu procjenu (vidjeti u prilogu), na kojima je svako od navedenih svojstava trebalo ocijeniti jednom ocjenom na skali od 0 do 10.

Ako su ocjenjivači detektirali prisutnost aroma koje nisu bile navedene na obrascu, mogli su ih zabilježiti kao napomenu ili dodatno. Rezultati deskriptivne ocjene svakog pojedinog vina prikazani su u obliku grafikona.

Ocjenjivanje metodom redoslijeda provedeno je uz pomoć ocjenjivačkih listića (vidjeti u prilogu). Ovakav tip metode koristi se za utvrđivanje malih razlika između vina. Ova metoda podrazumijeva da se pri ocjenjivanju N broja vina, ocjena 1 dodjeljuje najboljem uzorku, dok ocjena N ide uzorku s najlošijim karakteristikama. Zbrajanjem ocjena koje su dali svi degustatori

za svaki uzorak dobiva se ukupan zbroj slijeda pri čemu se uzorak s najmanjim zbrojem ocjena smatra da ima najbolje karakteristike (Herjavec, 2019.).

### **3.5. Statistička analiza podataka**

Nakon analize hlapljivih spojeva (GC-MS), provedena je statistička obrada podataka jednosmjernom analizom varijance (ANOVA) pri čemu su prikazane srednje vrijednosti označene različitim slovima statistički razlikuju pri  $p < 0.05$ . Analiza je provedena upotrebom XLSTAT software v.2020.3.1. (Addinsoft, New York, NY, USA).

## 4. Rezultati i rasprava

### 4.1. Osnovne analize vina

Rezultati osnovne analize vina 'Kujundžuša' prikazani su u tablici 1. Analizom su određeni sljedeći parametri: alkoholna jakost (vol%), ukupni ekstrakt (g/L), reducirajući šećeri (g/L), ekstrakt bez šećera (g/L), ukupna kiselost (g/L), hlapljiva kiselost (g/L), jabučna kiselina (g/L), vinska kiselina (g/L), mliječna kiselina (g/L), glicerol (g/L), pepeo (g/L), ukupni fenoli (mg/L), pH, slobodni, vezani i ukupni SO<sub>2</sub> (mg/L).

Tablica 2. Rezultati osnovne analize vina

Parametar	A 50 (NTU)	B 100 (NTU)	C 200 (NTU)	D 300 (NTU)
Alkohol vol%	12,0	11,9	11,9	12,0
Ekstrakt ukupni g/L	17,8	17,6	17,8	17,9
Reducirajući šećeri g/L	1,4	1,4	1,4	1,4
Ekstrakt bez šećera g/L	17,4	17,3	17,4	17,5
Ukupna kiselost (kao vinska) g/L	4,5	4,5	4,7	4,8
Hlapljiva kiselost (kao octena) g/L	0,18	0,17	0,19	0,20
Glicerol g/L	6,6	6,5	6,7	6,7
Jabučna kiselina g/L	0,59	0,62	0,67	0,65
Vinska kiselina g/L	2,47	2,47	2,52	2,44
Mliječna kiselina g/L	0,40	0,35	0,35	0,30
pH	3,28	3,29	3,27	3,24
SO <sub>2</sub> slobodni mg/L	28	24	20	25
SO <sub>2</sub> vezani mg/L	109	99	95	99
SO <sub>2</sub> ukupni mg/L	138	123	115	124
Pepeo g/L	1,86	1,88	1,85	1,72
Ukupni fenoli mg/L	583	623	670	596

Etanol je najzastupljeniji sastojak vina, a nastaje prvenstveno tokom procesa alkoholne fermentacije. Sadržaj šećera u grožđu ima najveći utjecaj na konačnu alkoholnu jakost vina, pri čemu je potrebno oko 18 g/L šećera za proizvodnju 1 vol% etanola tokom fermentacije (Ribéreau-Gayon i sur., 2006.). Vina mutnoće 50 i 300 (NTU) imala su najveću koncentraciju alkohola (12 vol. %), dok su vina mutnoće 100 i 200 (NTU) imala neznatno manju (11,9 vol%). Utjecaj mutnoće vina nije značajno utjecao na količinu alkohol za vrijeme alkoholne fermentacije. Ukupni suhi ekstrakt vina uključuje sve tvari koje nisu hlapljive kao što su šećeri, kiseline, minerali i tanini. Njegova koncentracija varira ovisno o sorti, klimatskim uvjetima, načinu berbe i tehnološkim postupcima tokom prerade grožđa i proizvodnje vina. Ekstrakt bez šećera predstavlja vrijednost ukupnog suhog ekstrakta umanjenju za vrijednost ukupnog šećera. Koncentracija ukupnog ekstrakta kretala se između 17,6 i 17,9 g/L, dok je koncentracija ekstrakta bez šećera bila između 17,3 i 17,5 g/L. Mutnoća vina nije značajno utjecala na koncentraciju ukupnog ekstrakta. Ukupna kiselost, izražena kao vinska kiselina, u analiziranim vinima varirala je između 4,5 i 4,8 g/L. Kod vina mutnoće 300 (NTU) vidljivo je blago povećanje ukupne kiselosti za 0,3 g/L, stoga možemo zaključiti da povećavanje mutnoće vina potencijalno može utjecati na povećanje ukupne kiselosti najvjerojatnije vezano uz proces taloženja soli vinske kiseline. pH-vrijednost analiziranih vina kretala se od 3,24 do 3,27, vidljivo je blago smanjenje pH u vinima veće mutnoće. Sva vina su imala niži pH, što osigurava njihovu stabilnost u kontroliranim uvjetima. pH-vrijednost je važan parametar koji utječe na ravnotežu između slobodnog i vezanog oblika te koncentraciju molekularnog SO<sub>2</sub>. Hlapljive kiseline nastaju tokom procesa alkoholne i malolaktičke fermentacije metabolizmom kvasaca i bakterija. Octena kiselina također ovisi o uvjetima fermentacije te vrsti i soju kvasaca i bakterija. U normalnim uvjetima kvasac sintetizira do 0,6 g/L octene kiseline, dok veće koncentracije nastaju radom octenih bakterija. U analiziranim vinima, koncentracija hlapljive kiselosti (izraženo kao octena kiselina) kretala se između 0,17 i 0,20 g/L. Gornja dopuštena granica za hlapljivu kiselost u bijelim vinima iznosi 1,1 g/L. U analiziranim vinima, koncentracija glicerola kretala se između 6,5 i 6,7 g/L. Koncentracija jabučne kiseline kretala se između 0,59 i 0,67 g/L, vidljivo je blago povećanje jabučne kiseline u vinima s većom mutnoćom. U analiziranim vinima, koncentracija mliječne kiseline kretala se između 0,3 i 0,4 g/L, što potvrđuje teoriju da svojim metabolizmom kvasci su u mogućnosti sintetizirati neznatne koncentracije mliječne kiseline.

Koncentracija slobodnog SO<sub>2</sub> kretala se od 20 do 28 mg/L. Koncentracija vezanog SO<sub>2</sub> kretala se između 95 i 109 mg/L, ovisno o prisutnosti spojeva koji vežu sumpor (šećeri, acetaldehid, keto spojevi) te može ukazivati na nepravilnosti tokom proizvodnje vina. Ukupni sadržaj SO<sub>2</sub>, kao zbroj slobodnog i vezanog SO<sub>2</sub>, u analiziranim vinima kretala se od 115 do 138 mg/L. Ni jedno vino nije premašilo dopuštenu koncentraciju SO<sub>2</sub>. U analiziranim vinima, koncentracija pepela kretala se između 1,72 i 1,88 g/L pri čemu je suprotno očekivanjima najniža bila u najmutnijoj (300 NTU) varijanti. Koncentracija ukupnih fenola u vinima kretala se između 583 i 670 mg/L. Iz svega navedenog može se zaključiti da stupanj mutnoće vina nije značajno utjecao na osnovnu analizu vina.

## 4.2. Aromatski profil vina

Tablica 3. Koncentracije alkohola u vinima 'Kujundžuša' različitih mutnoća (NTU)

Kemijski spoj (µg/L)	ODT*	A 50 (NTU)	B 100 (NTU)	C 200 (NTU)	D 300 (NTU)
<b>Alkoholi</b>					
4-Metil-1-pentanol		13,4	15,3	11,1	16,3
3-Metil-1-pentanol	1000	48,4	58,1	61,4	60,7
1-Butanol	150000	506,8 ab	562,8 a	515,0 ab	407,0 b
1-Dekanol	5000	2,3	2,8	2,5	2,8
1-Heksanol	8000	609,4 c	696,3 bc	759,7 b	904,7 a
1-Nonanol		0,5	0,8	0,7	0,6
1-Oktanol	120	7,2 ab	8,1 ab	6,5 b	9,0 a
1-Propanol	830	2464,7	3138,5	2855,0	3417,8
2,3-Butandiol, izomer 1		2026,7	2612,2	2025,2	2346,0
2,3-Butandiol, izomer 2		431,9	596,2	373,2	518,2
2-Nonanol		1,1	1,0	1,1	1,1
3-Heksen-1-ol, trans	1000	31,7 b	41,0 a	29,0 b	38,5 a
3-Heksen-1-ol, cis	40	59,1 b	74,5 a	44,9 b	52,3 b
4-Metil-2-pentanol		8,2 a	6,7 a	7,9 a	2,0 b
4-Vinilgvajakol		243,3 a	232,1 a	214,6 b	199,9 b
4-Vinilfenol	180	827,0 c	798,5 c	1057,1 a	955,2 b
Benzil alkohol		19,3	17,5	16,5	18,3
Feniletanol	14000	9510,0 b	10498,0 a	10787,9 a	10961,5 a
Izoamilalkohol	30000	126337,2 c	138089,0 b	129156,6 c	164856,2 a
Izobutanol	40000	6083,9 c	8198,8 b	7869,2 b	10774,5 a
<b>Σ</b>		149231,8 b	165648,2 b	155794,9 b	195542,7 a

\*Odor detection threshold

U tablici 3. prikazani su alkoholi identificirani u vinima i njihove koncentracije u µg/L. Alkoholi su organski spojevi koji sadrže jednu ili više hidroksilnih (-OH) skupina. Jednostavni alkoholi imaju jednu hidroksilnu skupinu, dok dioli i polioli sadrže dvije ili više. Najvažniji alkohol u vinu je etanol, koji nastaje fermentacijom uz prisustvo kvasaca (Karković, 2016.).



Alkoholi u vinu imaju različita porijekla. Metabolizmom šećera nastaju etanol, viši alkoholi, glicerol i butan-2,3-diol. Neki viši alkoholi nastaju biokemijskom transformacijom aminokiselina, dok se metil-alkohol (metanol) oslobađa razgradnjom pektina. Među navedenim alkoholima, glicerol i butan-2,3-diol nisu mirisni niti hlapljivi (Herjavec, 2019.).

Iako se koncentracija značajnog broja viših alkohola nalazi ispod osjetilnog praga (ODT) mora se naglasiti da postoji i sinergistički efekt ovih spojeva te u smjesi djeluju značajno na aromu vina. Najvišu koncentraciju alkohola zabilježilo je vino mutnoće 300 (NTU) (195542,7 µg/L), dok je najnižu koncentraciju imalo vino mutnoće 50 (NTU) (149231,8 µg/L) što potvrđuje teoriju da s povećanjem mutnoće vina dolazi do povećanje koncentracije viših alkohola. Na koncentraciju ukupnih i pojedinačnih alkohola utječu brojni faktori kao što su sorta, klon, zrelost grožđa, sadržaj šećera i dušičnih spojeva, način berbe, **mutnoća mošta**, temperatura fermentacije te vrsta i soj kvasca (Herjavec, 2019.). Među pojedinačnim spojevima, izoamilni alkohol bio je najzastupljeniji u svim vinima, a njegova visoka koncentracija može pridonijeti neugodnim aromama. Najvišu koncentraciju izoamilnog alkohola imalo je vino mutnoće 300 (NTU) (164856,2 µg/L), a najnižu vino mutnoće 50 (NTU) (126337,2 µg/L). Izoamilni alkohol u svim je vinima bio prisutan iznad mirisnog praga percepcije (30000 µg/L), a koncentracija izoamilnog alkohola u vinima podijeljen sa ODT nam daje uvid u utjecaj ovog spoja na miris. U uzorku mutnoće 50 (NTU) ta vrijednost iznosi 4,2 dok je u najmutnijem uzorku mutnoće 300 (NTU) ona iznosila 5,4. Ovaj spoj daje vinu alkoholni, žestoki miris. Izobutanol nastaje tijekom fermentacije iz aminokiselina valin i metionin te ima neugodan i oštar miris. Najviša koncentracija izobutanola pronađena je u vinu iz mutnoće 300 (NTU) (10774,5 µg/L), a najniža u vinu mutnoće 100 (NTU) (6083,9 µg/L), no ni u jednom vinu nije bio iznad praga percepcije (40000 µg/L). 2,3-butandiol, koji nastaje tijekom alkoholne i malolaktične fermentacije, ima blago slatkast miris, ali ne utječe značajno na aromu vina. Njegova glavna uloga je održavanje oksidacijsko-redukcijske ravnoteže s acetoinom i diacetilom (Ribéreau-Gayon i sur., 2006.). Najviša koncentracija 2,3-butandiola zabilježena je u vinu mutnoće 100 (NTU) (2612,2 µg/L), a najniža u vinu mutnoće 50 (NTU) (2026,7 µg/L). Koncentracija 1-propanola, bila je iznad mirisnog praga percepcije (830 µg/L) u svim vinima, s najvišom koncentracijom u vinu mutnoće 300 (NTU) (3417,8 µg/L) i najnižom u vinu mutnoće 50 (NTU) (2464,7 µg/L).

1-heksanol pridonosi zelenoj i travnatoj aromi, no ni u jednom vinu nije pronađen iznad praga percepcije (8000 µg/L), ali je utvrđeno da spoj 1-heksanol raste s povećanjem mutnoće. 4-vinilfenol, koji ima medicinski miris, nastaje fermentacijom i identificiran je u svim vinima, s najvišom koncentracijom u vinu mutnoće 200 (NTU) (1057,1 µg/L) i najnižom u vinu 50 (NTU) (827,0 µg/L). Također zaključujemo da koncentracija spoja 4-vinilfenol raste s povećanjem mutnoće. Najvišu koncentraciju ovog alkohola imalo je vino mutnoće 300 (NTU), što je 31 % više od vina mutnoće 50 (NTU).

Tablica 4. Koncentracije C13- norizoprenoida u vinima' Kujundžuša' različitih mutnoća (NTU)

Kemijski spoj (µg/L)	ODT	A 50 (NTU)	B 100 (NTU)	C 200 (NTU)	D 300 (NTU)
<b>C13 norizoprenoidi</b>					
4-hidroksi-β-ionon		4.8	5.3	6.0	6.3
beta-damaskenon	0,05	11.7 a	13.2 a	9.1 b	11.6 a
TDN	20	7.2 c	9.3 b	9.2 b	11.1 a
Vitispiran A		11.8 b	17.5 ab	20.3 a	20.4 a
Vitispiran B		23.8 c	35.9 b	34.2 b	44.3 a
<b>Σ</b>		59.4 b	81.1 ab	78.8 b	93.4 a

U tablici 4. prikazane su koncentracije C13-norisoprenoida identificiranih u vinima, izražene u µg/L. Iako su prisutni u malim količinama, norizoprenoidi mogu značajno utjecati na aromu vina. Oni nastaju razgradnjom karotenoida kao što su β-karoten i neoksantin, ili su prisutni kao glikokonjugati koji otpuštaju svoje hlapljive aglikone tijekom fermentacije ili dozrijevanja kroz procese enzimske i kisele hidrolize. Na promjene u koncentracijama norizoprenoida, a time i na aromatski profil vina, utječu faktori poput sadržaja karotenoida u grožđu, uvjeti vinifikacije i skladištenja vina (Carlin i sur., 2022.). Vino mutnoće 300 (NTU) imalo je najvišu ukupnu koncentraciju norizoprenoida (93.4 µg/L), dok je vino mutnoće 50 (NTU) imalo najnižu koncentraciju (59.4 µg/L), iz čega zaključujemo da s povećanjem mutnoće vina raste koncentracija C13-norizoprenoida. β-damaskenon, koji ima miris sličan jabuci, ruži i medu, pronađen je u najvišoj koncentraciji u vinu mutnoće 100 (NTU) (13.2 µg/L), a u najnižoj u vinu mutnoće 200 (NTU) (9.1 µg/L). U svim vinima β-damaskenon je bio prisutan u koncentracijama iznad mirisnog praga detekcije (0,05 µg/L). Najviša koncentracija 1,1,6-trimetil-1,2-dihidronaftalen (TDN) utvrđena je u vinu mutnoće 300 (NTU) (11.1 µg/L), a najniža u vinu mutnoće 50 (NTU) (7.2 µg/L), U niti jednom vinu TDN nije bio prisutan u koncentraciji većoj od mirisnog praga detekcije (20 µg/L). Koncentracije Vitispiran A i B, koji imaju miris sličan kamforu i mogu doprinijeti aromi starenja, bile su najviše u vinu mutnoće 300 (NTU) (20.4 i 44.3 µg/L), a najniže u vinu mutnoće 50 (NTU) (11.8 i 23.8 µg/L). Iz navedenih rezultata vidljiv je pozitivan utjecaj stupnja mutnoće na koncentraciju nekih pojedinačnih predstavnika C13-norizoprenoida.

Tablica 5. Koncentracije estera u vinima 'Kujundžuša' različitih mutnoća (NTU)

Kemijski spoj ( $\mu\text{g/L}$ )	ODT	A 50 (NTU)	B 100 (NTU)	C 200 (NTU)	D 300 (NTU)
<b>Esteri</b>					
2-Feniletil-acetat	250	78,6 b	84,7 a	79,3 b	73,4 c
2-Metilbutil oktanoat		3,4	3,5	2,9	3,0
Metil-dekanoat		337,4 a	329,1 a	270,2 b	306,9 a
Etil-2-heksenoat		1,0 c	1,1 bc	1,4 ab	1,6 a
Etil-4-heksenoat		3,3 ab	2,9 b	3,3 ab	3,6 a
Etil3-hidroksibutanoat	20000	229,5 b	269,2 a	224,0 b	258,6 a
Etil 4-hidroksibutanoat		306,1 b	398,8 a	351,5 b	347,4 b
Etil-3-hidroksiheksanoat		4,3	3,8	3,7	3,7
Etil-butanoat	20	379,9 b	344,9 b	388,5 b	433,6 a
Etil-dekanoat	200	2560,3 ab	2709,6 a	2268,9 bc	2122,2 c
Etil-dodekanoat		26,9 a	26,7 a	17,5 b	14,1 b
Etil-heksanoat	14	787,3 b	663,1 c	773,7 b	836,4 a
Etil-heptanoat		0,5	0,5	0,7	0,6
Etil-oktanoat	5	1058,4 a	978,4 b	976,5 b	1127,1 a
Etil heksadekanoat		38,6 a	33,6 ab	22,8 c	15,4 d
Etil 9-heksadekenoat		41,6 a	34,1 a	21,6 b	11,2 c
Heksil-acetat	1800	180,0	165,8	179,7	181,4
Heptil-acetat		2,2 b	2,4 b	2,7 ab	3,3 a
Izoamil-acetat	30	7681,9 b	7397,9 b	7882,3 b	8112,9 a
Izopentil-heksanoat		7,3 ab	5,8 b	6,9 b	8,2 a
Izoamil-dekanoat		1,8 a	1,9 a	1,2 b	0,9 b
Metil-heksanoat		1,3 bc	1,0 c	1,5 b	1,9 a
Etil-2-hidroksipropoat		857,2 c	1060,5 b	1051,1 b	1571,0 a
$\Sigma$		14588,6 b	14519,3 b	14531,9 b	15438,4 a

Esteri su skupina organskih spojeva odgovornih za voćne mirise mladih vina. U grožđu ih nalazimo u vrlo malim količinama. Većina estera se najvećim dijelom sintetizira tijekom fermentacije, a manji dio tijekom dozrijevanja i starenja. Stoga, esteri ne samo da su odgovorni za senzorni profil vina nakon fermentacije, već i tijekom dozrijevanja. Esteri su spojevi koji kemijski nastaju esterifikacijom alkohola i kiseline. Hlapljivi esteri mogu nastati kiselim kataliziranom reakcijom ili složenim enzimskim reakcijama u stanicama kvasaca. Prvo

spomenute reakcije esterifikacije su sporije od enzimske esterifikacije, a brže protječu kod vina nižeg pH (Herjavec, 2019.). U tablici 5. prikazani su esteri identificirani u vinima i njihove koncentracije u  $\mu\text{g/L}$ . Najvišu koncentraciju estera imalo je vino mutnoće 300 (NTU) (15438,4  $\mu\text{g/L}$ ), dok je najniža koncentracija utvrđena kod mutnoće 100 (NTU) (14519,3  $\mu\text{g/L}$ ). Ukupna koncentracija estera u uzorcima nije se razlikovala izuzev vina mutnoće 300 (NTU) gdje je bila značajno najviša. Iako se koncentracija značajnog broja estera nalazi ispod osjetilnog praga (ODT) mora se naglasiti da postoji i sinergistički efekt ovih spojeva te da u smjesi mogu značajno utjecati na aromu vina. Esteri su među najvažnijim hlapljivim spojevima koji nastaju tijekom alkoholne i malolaktične fermentacije. 2-feniletil-acetat nositelj je cvjetne arome (ruža). Pronađen je u najvišoj koncentraciji u vinu mutnoće 100 (NTU) (84,7  $\mu\text{g/L}$ ), a u najnižoj u vinu mutnoće 300 (NTU) (73,4  $\mu\text{g/L}$ ), no ni u jednom vinu nije bio iznad praga percepcije (250  $\mu\text{g/L}$ ). Najviše koncentracije etil-dekanoata pronađene su u vinu mutnoće 100 (NTU) (2709,6  $\mu\text{g/L}$ ), a najniže u vinu mutnoće 300 (NTU) (2122,2  $\mu\text{g/L}$ ). Ovaj ester posjeduju izuzetno ugodne voćne (ananas, kruška) i cvjetne arome (Lambrechts i Pretorius, 2000.). Koncentracija heptil-acetata bila je najviša u vino mutnoće 300 (NTU) (3,3  $\mu\text{g/L}$ ), a najniža u vino mutnoće 50 (NTU) (2,2  $\mu\text{g/L}$ ). Kao i u slučaju izoamilnog alkohola i kod njegovog estera, izoamil acetata, najviša koncentracija utvrđena je u vinu mutnoće 300 (NTU). I u ukupnoj koncentraciji estera ponovno se je varijanta vina za čiju je proizvodnju korišten najmutniji mošt izdvojila najvišom koncentracijom.

Tablica 6. Koncentracije masnih kiselina u vinima 'Kujundžuša' različitih mutnoća (NTU)

Kemijski spoj ( $\mu\text{g/L}$ )	ODT	A 50 (NTU)	B 100 (NTU)	C 200 (NTU)	D 300 (NTU)
<b>Kiseline</b>					
4-Metilpropanska kiselina		39,9	41,9	35,5	36,5
3-Metilbutanska kiselina	50	1044,5 a	777,0 b	760,4 b	785,2 b
Butanska kiselina	173	13,6	18,1	15,5	18,5
Dekanska kiselina	1000	4,6 b	6,7 a	6,0 ab	6,8 a
Dodekanska kiselina		77,6 b	89,3 a	73,0 b	72,3 b
3-Hidroksidodekanska kiselina		2,4 a	2,1 a	2,1 a	1,7 b
Heksanska kiselina	420	6332,0 a	6550,8 a	5962,8 b	6110,1 ab
2-Etilheksanska kiselina		80,9 a	81,8 a	61,8 b	62,0 b
Nonanska kiselina		16,2 a	15,9 a	4,6 b	4,0 b
Oktanska kiselina	500	14612,06 a	14927,5 a	13202,92 b	12077,8 c
9-Dekenska kiselina		232,0 a	216,9 a	207,1 b	172,6 b
$\Sigma$		22455,63 ab	22728,0 a	20331,87 bc	19347,6 c

U tablici 6. prikazane su hlapljive masne kiseline identificirane u vinima i njihove koncentracije u  $\mu\text{g/L}$ . Masne kiseline, prisutne u umjerenim koncentracijama, mogu doprinijeti kompleksnosti vina, dok u visokim koncentracijama negativno utječu na aromatska svojstva (Swiegers i sur., 2005.). Najvišu koncentraciju masnih kiselina sadržavalo je vino mutnoće 100 (NTU) (22728,0  $\mu\text{g/L}$ ), a najnižu vino mutnoće 300 (NTU) (19347,6  $\mu\text{g/L}$ ). Najvišu koncentraciju oktanske kiseline sadržavalo je vino mutnoće 50 (NTU) (14612,06  $\mu\text{g/L}$ ), a najnižu vino mutnoće 300 (NTU) (12077,8  $\mu\text{g/L}$ ). Iz svega navedenog može se zaključiti da povećanje mutnoće mošta će utjecati na smanjenje koncentracija nekih masnih kiselina, u našem slučaju značajno oktanske kiseline, a upravo ona u visokim koncentracijama može dovesti do zastoja fermentacije.

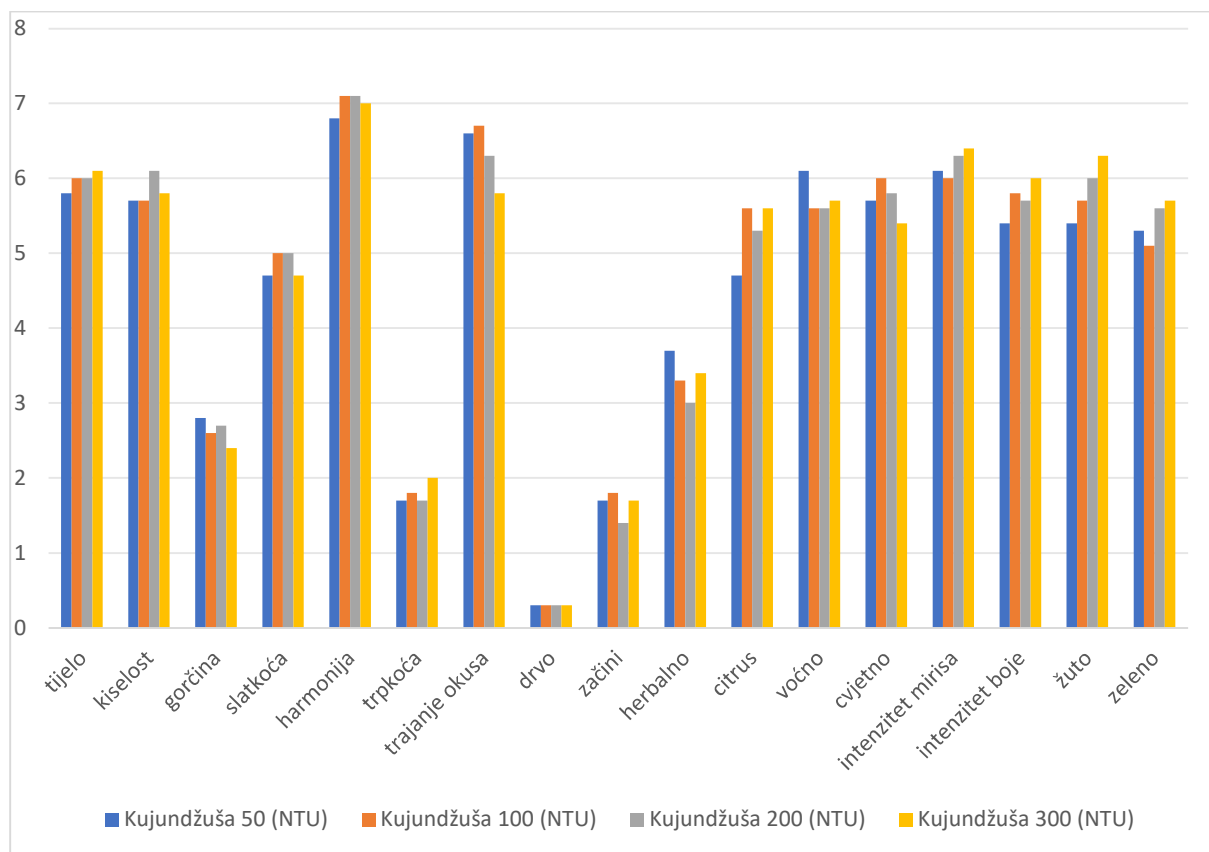
Tablica 7. Koncentracije terpena u vinima 'Kujundžuša' različitih mutnoća (NTU)

Kemijski spoj ( $\mu\text{g/L}$ )	ODT	A 50 (NTU)	B 100 (NTU)	C 200 (NTU)	D 300 (NTU)
<b>Terpeni</b>					
Metionol	1000	180,4 b	205,2 a	176,9 b	190,6 ab
$\alpha$ -Terpinen		1,4	2,0	2,1	1,8
$\alpha$ -Terpineol	250	6,9	6,7	6,8	7,1
Citronelol	18	3,5	3,7	3,7	3,4
Nerol oksid	400	16,9	19,7	20,5	21,7
Terpinen-4-ol		1,7	1,2	1,7	1,7
(E)- $\beta$ -Farnesen		1,3	1,7	1,8	1,4
delta-3-Karene		0,4	0,4	0,3	0,4
alfa-Ocimen		2,1	1,9	1,9	1,7
Geraniol		0,9	0,8	0,5	0,6
Geranil-format		2,2 ab	3,1 a	0,6 c	n.d.
$\beta$ -Mircen		0,8 b	1,2 a	1,0 ab	1,2 a
$\beta$ -Ocimen		0,5	0,8	0,9	0,9
Linalol oksid, furan		1,9	1,1	1,4	1,6
Karvon		10,0	9,2	7,7	7,7
Citronelil-acetat		2,3 b	4,7 a	5,1 a	4,9 a
Dihidromircenol		17,1 c	20,2 bc	25,9 ab	29,1 a
$\Sigma$		69,9 b	78,5 b	81,9 ab	85,2 a

U tablici 7. prikazani su terpeni identificirani u vinima te njihove koncentracije izražene u  $\mu\text{g/L}$ . Terpeni doprinose cvjetnim aromama vina te su posebno važni spojevi arome u bijelim vinima muškarnih sorata (Robinson i sur., 2014.). Ukupno najvišu koncentraciju terpena sadržavalo je vino mutnoće 300 (NTU) (85,2  $\mu\text{g/L}$ ), a najnižu vino mutnoće 50 (NTU) (69,9  $\mu\text{g/L}$ ). Na koncentraciju terpena primarno utječu genetske karakteristike sorte, klima (temperatura, voda, sunčeva svjetlost, ) tlo, agrotehničke mjere i postupci tijekom proizvodnje vina. Robinson i sur. (2014.) navode da razgradnjom geraniola i linalola nastaju linalol oksid i  $\alpha$ -terpineol. Citronelil-acetat nositelj je cvjetne arome. Pronađen je u najvišoj koncentraciji u vinu mutnoće 200 (NTU) (5,1  $\mu\text{g/L}$ ), a u najnižoj u vinu mutnoće 50 (NTU) (2,3  $\mu\text{g/L}$ ).

### 4.3. Senzorna analiza

Kako bi se ocijenila kvaliteta vina, osim osnovne kemijske analize i analize aromatskih spojeva, provedeno je i senzorno ocjenjivanje deskriptivnom metodom te metodom redosljeda. Rezultati senzornog ocjenjivanja prikazani su u grafikonu 1., a rezultati ocjenjivanja metodom redosljeda u tablici 8. i 9. Ocjena pojedinog svojstva predstavlja aritmetičku sredinu ocjena svih ocjenjivača.



Grafikon 1. Usporedba senzornog ocjenjivanja vina sorte 'Kujundžuša' mutnoće 50, 100, 200 i 300 (NTU)

Analizom podataka senzornog ocjenjivanja nisu utvrđene značajne razlike u većini svojstava. Vidljivo je da su ocjenjivači nešto bolje ocijenili uzorak mutnoće 300 (NTU) od uzorka mutnoće 50, 100 i 200 (NTU) u svojstvu intenzitet mirisa što je u skladu sa rezultatima kemijske analize vina gdje se je upravo varijanta s najvećim stupnjem mutnoće izdvojila najvećim koncentracijama aromatskih spojeva. Primijenjena metoda omogućila je okvirni uvid u različitost profila senzornih karakteristika proizvedenih vina. Značajnije razlike utvrđene su metodom redosljeda (tablica 8, 9)

Tablica 8. Rezultati ocjenjivanja vina metodom redoslijeda prema intenzitetu mirisa

Ocjenjivač	A 50 (NTU)	B 100 (NTU)	C 200 (NTU)	D 300 (NTU)
1. ocjenjivač	3	4	1	2
2. ocjenjivač	2	4	1	3
3. ocjenjivač	1	4	2	3
4. ocjenjivač	1	4	2	3
5. ocjenjivač	2	1	3	4
6. ocjenjivač	1	2	3	4
7. ocjenjivač	4	2	1	3
<b>Σ (ukupno)</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	<b>13</b>	<b>22</b>
<b>Poredak</b>	<b>2.</b>	<b>3.</b>	<b>1.</b>	<b>4.</b>

Tablica 9. Rezultati ocjenjivanja vina metodom redoslijeda prema intenzitetu voćnosti

Ocjenjivač	A 50 (NTU)	B 100 (NTU)	C 200 (NTU)	D 300 (NTU)
1. ocjenjivač	2	3	1	4
2. ocjenjivač	1	3	2	4
3. ocjenjivač	1	4	2	3
4. ocjenjivač	3	2	1	4
5. ocjenjivač	3	1	2	4
6. ocjenjivač	3	1	2	4
7. ocjenjivač	2	4	1	3
<b>Σ (ukupno)</b>	<b>15</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>26</b>
<b>Poredak</b>	<b>2.</b>	<b>3.</b>	<b>1.</b>	<b>4.</b>

Rezultati ocjenjivanja vina metodom redoslijeda prema intenzitetu mirisa prikazani su u tablici 8. Većina ocjenjivača odabrala je vino mutnoće 200 NTU kao najbolje, koje je s ukupno 13 bodova dobilo najmanji broj bodova, što znači da je ocijenjeno kao najbolje među svim uzorcima. Slijedi vino mutnoće 50 NTU sa zbrojem ocjena 14, što ga svrstava na drugo mjesto prema kvaliteti organoleptičkih karakteristika. Vino mutnoće 100 NTU zauzelo je treće mjesto, dok je vino mutnoće 300 NTU rangirano na četvrto mjesto prema rezultatima ocjenjivanja ovom metodom. Najlošije ocijenjeno vino sa zbrojem ocjena 22 je vino mutnoće 300 NTU, koje je većina ocjenjivača svrstala na posljednje mjesto zbog lošijeg aromatskog profila.

Rezultati ocjenjivanja vina metodom redoslijeda prema intenzitetu voćnosti prikazani su u tablici 9. Većina ocjenjivača odabrala je vino mutnoće 200 NTU kao najbolje, koje je s ukupno 11 bodova imalo najmanji broj bodova, što znači da je ocijenjeno kao najbolje među svim uzorcima. Slijedi vino mutnoće 50 NTU sa zbrojem ocjena 15, što ga svrstava na drugo mjesto prema kvaliteti organoleptičkih karakteristika. Vino mutnoće 100 NTU zauzelo je treće mjesto, dok je vino mutnoće 300 NTU rangirano na četvrto mjesto prema rezultatima ocjenjivanja ovom metodom. Najlošije ocijenjeno vino sa zbrojem ocjena 26 je vino mutnoće 300 NTU, koje je većina ocjenjivača svrstala na posljednje mjesto po intenzitetu voćnosti.



## 5. Zaključak

Cilj ovoga istraživanja bio je utvrditi kako različiti stupanj mutnoće mošta utječe na osnovni fizikalno-kemijski sastav, aromatski profil i senzorna svojstva vina 'Kujundžuša'.

Prema dobivenim rezultatima može se zaključiti da stupanj mutnoće mošta

- nije značajno utjecao na osnovni kemijski sastav vina
- je utjecao na ukupnu koncentraciju alkohola i estera pri čemu se značajno najvišom koncentracijom izdvojilo vino dobivenom od mošta mutnoće 300 (NTU), dok razlike između ostale tri varijante nisu bile značajne
- je značajno utjecao na ukupnu koncentraciju masnih kiselina koja je bila najviša u vinu dobivenom od mošta stupnja mutnoće 100 (NTU), a što je bilo 20 % više u odnosu na varijantu 300 (NTU).
- je značajno utjecao na ukupnu koncentraciju terpena koja je bila najviša u vinu dobivenom od mošta mutnoće 300 (NTU), što je 22 % više od vina mutnoće 50 (NTU) te C13-norizoprenoida čija koncentracija je u vinu varijante 300 (NTU) bila za 58 % viša od varijante 50 (NTU).

Deskriptivnom metodom nisu ustanovljene značajnije razlike u većini svojstava pri čemu se uzorak mutnoće 300 (NTU) izdvojilo nešto intenzivnijim mirisom te intenzitetom boje u odnosu na ostale varijante što je u skladu sa rezultatima kemijske analize vina gdje je upravo varijanta s najvećim stupnjem mutnoće imala najveću koncentraciju aromatskih spojeva.

Metodom redoslijeda ustanovljenje su značajnije razlike među vinima. Najbolje ocjenjeno vino ovom metodom bilo je vino mutnoće 200 (NTU), dok je vino mutnoće 300 (NTU) dobilo najlošije ocjene.

Definiranje pravilnog stupnja mutnoće mošta je neizostavan korak u proizvodnji bijelih vina optimalne kvalitete. Međutim, postoji jako mali broj istraživanja koji se bave ovom temom, posebno istraživanja vezanih uz sortu 'Kujundžuša' te se samim time nameće potreba za dodatnim istraživanjima kako bi se bolje razumio utjecaj stupnja mutnoće na aromatski profil i senzorna svojstva vina. Stoga bi ovakva ili slična istraživanja trebalo nastaviti provoditi na internacionalnim, a posebice i na autohtonim sortama Republike Hrvatske.

## 6. Literatura

1. Alexandre H., Nguyen Van Long T., Feuillat M., Charpentier C., (1994). Contribution à l'étude des bourbes: influence sur la fermentescibilité des «ûts. *Revue française d'Oenologie (cahiers scientifiques)*, 146, 11-20.
2. Bardi L., Cocito C., Marzona M. (1999.). Saccharomyces cerevisiae cell fatty acid composition and release during fermentation without aeration and absence of exogenous lipids. *International Journal of Food Microbiology*
3. Blanchard L., Darriet P., Dubourdieu D., (2004). Reactivity of 3-Mercaptohexanol in Red Wine: Impact of Oxygen, Phenolic Fractions, and Sulfur Dioxide. *Am. J. Enol. Vitic.*, 55/2, 115-120
4. Bojanić, L., Ivičić, D., Batić, V., (1981). Hidrogeologija Imotskog polja s osvrtom na značaj u regionalnom smislu. *Geološki Vjesnik* 34, 127–135.
5. Božac D. (2016.). Polifenolni sastav vina Malvazija istarska ovisan o vrsti drveta barrique bačve. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb
6. Charrier F., Guérin L., Roland A., Samson A., (2013). Opérations préfermentaires. In "Les vins blancs de la démarche marketing à la vinification: Les clés d'un pilotage réussi." 146-163, France Agricole
7. Cheng, G., Liu, Y., Yue, T.-X., Zhang, Z.-W. (2015). Comparison between aroma compounds in wines from four Vitis vinifera grape varieties grown in different shoot positions. *Food Sci. Technol.* 35, 237-246.
8. Delfini C. & Costa A., (1993). Effects of the Grape Must Lees and Insoluble Materials on the Alcoholic Fermentation Rate and the Production of Acetic Acid, Pyruvic Acid, and Acetaldehyde. *Am. J. Enol.Vitic.*, 44/1, 86–92
9. Lukas Karl Herrmann. (2014-2016). Effects of must turbidity on fermentative aroma development in Sauvignon blanc
10. Eglinton JM, Henschke PA (1999). The occurrence of volatile acidity in Australian wines. *Australian Grapegrower & Winemaker* 426a: 7-12
11. Escudero, A., Campo, E., Fariña, L., Cacho, J., Ferreira, V. (2007). Analytical characterization of the aroma of five premium red wines. Insights into the role of odor families and the concept of fruitiness of wines. *J. Agric. Food Chem.* 55, 4501-4510.
12. Esti, M., Tamborra, P. (2006). Influence of winemaking techniques on aroma precursors. *Anal. Chim. Acta.* 563, 173-179.
13. Ferreira B, Hory C, Bard MH, Taissant C, Olsson A, Le Fur Y (1995). Effects of skin contact and settling on the level of C18:2, C18:3 and C6 compounds on Burgundy Chardonnay musts and wines. *Food Quality Preference* 6: 35-41
14. Gomez-Miguez, M. J., Cacho, J. F., Ferreira, V., Vicario, I. M., Heredia, F. J. (2007). Volatile components of Zalema white wines. *Food Chem.* 100, 1464–1473.
15. Gunata, Z., Dugellay, L., Sapis, J.C., Baumes, R., Bayonove. C. (1993). Role of enzymes in the use of the flavor from grape glycosides in winemaking. U: Progress

- in Flavour precursors studies, (Schreier, P., Winterhalter. P., ured.), Allured Publishing corporation, Illinois, USA, str. 219-234.
16. Hazelwood LA, Daran JM, van Maris AJA, Pronk JT, Dickinson JR (2008). The Ehrlich pathway for fusel alcohol production: a century of research on *Saccharomyces cerevisiae* metabolism. *Applied and Environmental Microbiology* 74 (8): 2259-2266
  17. Herjavec S. (2019). *Vinarstvo*. Nakladni zavod Globus, Zagreb
  18. S. Karagiannis and P. Lanaridis (2006). Insoluble Grape Material Present in Must Affects the Overall Fermentation Aroma of Dry White Wines Made from Three Grape Cultivars Cultivated in Greece
  19. Jackson R.S. (2014). *Wine science: Principles and applications* Elsevier
  20. Jackson, R.S. (1994.) *Wine Science*, Academic Press, California, str. 178-212.
  21. Maletić E., Karoglan Kontić J., Pejić I., Preiner D., Zdunić G., Bubola M., Stupić D., Andabaka Ž., Marković Z., Šimon S., Žulj Mihaljević M., Ilijaš I., Marković D. (2015). *Zelena knjiga: Hrvatske izvorne sorte vinove loze*. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb
  22. Mathieu S, Terrier N, Procureur N, Bigey F, Gunata Z (2005). A carotenoid cleavage dioxygenase from *Vitis vinifera* L: Functional characterization and expression during grape berry development in relation to C13 norisoprenoid accumulation. *Journal of Experimental Botany* 56: 2721-2731
  23. Miller, A. C., Wolff, S. R., Bisson, L. F., Ebeler, S. E. (2007). Yeast strain and nitrogen supplementation: dynamics of volatile ester production in Chardonnay juice fermentations. *Am. J. Enol. Vitic.* 58, 470–483.
  24. Moreno-Arribas MV, Polo MC (2009). *Wine Chemistry and Biochemistry*. Springer Science+Business Media, LLC
  25. Nikola Mirošević, Jasminka Karoglan Kontić (2008). *Vinogradarstvo*. Nakladni zavod Globus Zagreb,
  26. Pavić K. (2018). *Utjecaj anorganskih bistrila na aromatski profil vina sorte 'Sauvignon bijeli'*. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb
  27. Peinado, R. A., Moreno, J., Bueno, J. E., Moreno, J. A., Mauricio, J. C. (2004). Comparative study of aromatic compounds in two young white wines subjected to pre-fermentative cryomaceration. *Food Chem.* 84, 585-590.
  28. Pine, S. H. (1994). *Organska kemija (preveli Bregovec, I., Rapić V.) Školska knjiga, Zagreb*
  29. Ramey, D. D., Ough, C. S. (1980). Volatile ester hydrolysis or formation during storage of model solutions and wines. *J. Agric. Food Chem.* 28, 928–934.
  30. Rapp A, Versini G (1996). Influence of nitrogen on compounds in grapes on aroma compounds in wines. *Journal Internationale des Sciences de la Vigne et du Vin* 51: 193-203
  31. Rapp, A. (1988). Wine aroma substances from gas chromatographic analysis, in: *Wine Analysis*. Springer. 29–66.

32. Ribéreau-Gayon P. (2006). Handbook of Enology Vol 2: The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments
33. Rigou P, Triay A, Razungles A (2014). Influence of volatile thiols in the development of blackcurrant arôme in red wine. Food Chemistry 142: 242-248.
34. Robinson A.L., Ebeler S.E., Heymann H., Boss P.K., Solomon P.S. and Trengove R.D. (2009). Interactions between wine volatile compounds and grape and wine matrix components influence aroma compound headspace partitioning. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 57 (21), 10313-10322
35. Sáenz-Navajas M. P., Fernandez- Zurbano P. and Fetteira V. (2012). Contribution of nonvolatile composition to wine flavour. Food Reviews International, 28 (4), 389-411
36. Spilimbergo S., Bertucco A., Basso G., Bertoloni G., (2005). Determination of Extracellular and Intracellular pH of Bacillus subtilis Suspension Under CO<sub>2</sub> Treatment. Biotech. and Bioeng., 92/ 4, 447-451
37. Sweigers, J. H., Bratowsky, E. J., Henschke, P. A., Pretorius, I. S. (2005). Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavour. Aust. J. Grape Wine Res. 11, 139-173.
38. Corry Craighill, (2016). The Effect of Juice Turbidity on Aroma Development in Chardonnay, Sunset Hills Vineyard
39. Rachel Stinson Vrooman, (2016). The Effect of Juice Turbidity on Aroma Development of Sauvignon Blanc Stinson Vineyards
40. Ronald S. Jackson, PhD, (2008). Third Edition, Wine Science, Principles and Applications
41. Tumanov S., Zubenko Y., Greven M., Greenwood D.R., Shmanai V., Villas-Boas S.G.,(2015). Comprehensive lipidome profiling of Sauvignon blanc grape juice. Food Chem. 180, 249-256\
42. G. Nicolini, S. Moser, T. Román, E. Mazzi and R. Larcher Vitis (2011). Effect of juice turbidity on fermentative volatile compounds in white wines

## Prilozi

### Prilog A

Listić za ocjenjivanje vina deskriptivnom metodom

#### Kujundžuša

Deskriptori	A	B	C	D
Tijelo				
Kiselost				
Gorčina				
Slatkoća				
Harmonija				
Trpkoca				
Trajanje okusa				
Drvo				
Začini				
Herbalno				
Citrus				
Voćno				
Cvjetno				
Intenzitet mirisa				
Intenzitet boje				
Žuto				
Zeleno				
Dodatno				

Degustator:

## Prilog B

Listić za ocjenjivanje vina metodom redoslijeda

### Kujundžuša

Uzorak	Intenzitet mirisa	Intenzitet voćnosti
A		
B		
C		
D		

Poredajte uzorke od najvećeg (1) do najmanjeg (4) intenziteta!

Degustator:

## **Životopis**

Ante Šimunović rođen je 07. ožujka 2001. u Splitu. Osnovnu školu završio je u Imotskom (2007. – 2015.), a nakon toga srednju poljoprivrednu školu smjer poljoprivredni tehničar-opći Kaštel Štafilić (2015. – 2019.). Od 2019. do 2022. pohađao je preddiplomski studij Mediteranska poljoprivreda smjer Vinogradarstvo i vinarstvo u Splitu te stekao akademski naziv sveučilišnog prvostupnika inženjera mediteranska poljoprivrede. 2022. godine upisao je Diplomski studij Vinogradarstvo i vinarstvo na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.