

# Utjecaj bentonita na aromatski profil vina Malvazija istarska

---

Indić, Jakov

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:375297>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**UTJECAJ BENTONITA NA AROMATSKI PROFIL VINA  
MALVAZIJA ISTARSKA**

**DIPLOMSKI RAD**

Jakov Indić

Zagreb, lipanj, 2022.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Vinogradarstvo i vinarstvo

**UTJECAJ BENTONITA NA AROMATSKI PROFIL VINA**  
**MALVAZIJA ISTARSKA**

DIPLOMSKI RAD

Jakov Indić

Mentor:

Prof.dr.sc. Ana Jeromel

Zagreb, lipanj, 2022.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Jakov Inđić**, JMBAG 0068224688, rođen 06.10.1995. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

**UTJECAJ BENTONITA NA AROMATSKI PROFIL VINA MALVAZIJA ISTARSKA**

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 **Jakova Inđića**, , 0068224688 naslova

**UTJECAJ BENTONITA NA AROMATSKI PROFIL VINA MALVAZIJA ISTARSKA**

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

Povjerenstvo:

potpisi:

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

\_\_\_\_\_

2. doc.dr.sc. Ana-Marija Jagatić Korenika, član

\_\_\_\_\_

3. doc.dr.sc. Marin Mihaljević Žulj, član

\_\_\_\_\_

## **Zahvala**

Ovime zahvaljujem svojoj mentorici prof.dr.sc. Ani Jeromel i svim profesoricama i profesorima Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i naravno svojoj obitelji koji su mi bili najveća podrška tijekom moga školovanja.

## Sadržaj

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Uvod.....                                                                           | 1  |
| 1.1. Cilj istraživanja .....                                                           | 2  |
| 2. Pregled literature .....                                                            | 3  |
| 2.1. 'Malvazija istarska' .....                                                        | 3  |
| 2.1.1. Povijest uzgoja .....                                                           | 4  |
| 2.1.2. Botanički opis .....                                                            | 4  |
| 2.1.3. Biološka i gospodarska svojstva .....                                           | 5  |
| 2.1.4. Populacija (veličina i trend populacije) .....                                  | 5  |
| 2.1.5. Ugroženost i mjere zaštite .....                                                | 5  |
| 2.2. Karakteristike vina 'Malvazija istarska' .....                                    | 6  |
| 2.3. Aromatski spojevi u vinu .....                                                    | 7  |
| 2.3.1. Primarni aromatski spojevi .....                                                | 7  |
| 2.3.2. Sekundarni aromatski spojevi .....                                              | 8  |
| 2.4. Aromatski profil 'Malvazije istarske' .....                                       | 9  |
| 2.5. Bentonit .....                                                                    | 11 |
| 2.5.1. Preporučene količine bentonita .....                                            | 12 |
| 2.5.2. Priprema i primjena bentonita .....                                             | 12 |
| 2.6. Utjecaj bentonita na aromatske spojeve u vinu .....                               | 14 |
| 3. Materijali i metode .....                                                           | 15 |
| 3.1. Provođenje istraživanja .....                                                     | 16 |
| 3.2. Određivanje hlapljivih aromatskih spojeva .....                                   | 17 |
| 3.3. Senzorna analiza.....                                                             | 18 |
| 3.4. Statistička obrada podataka .....                                                 | 18 |
| 4. Rezultati i rasprava .....                                                          | 19 |
| 4.1. Koncentracija pojedinačnih aromatskih spojeva u vinima 'Malvazija istarska' ..... | 19 |

|      |                                        |    |
|------|----------------------------------------|----|
| 4.2. | Rezultati senzornog ocjenjivanja ..... | 28 |
| 5.   | Zaključak.....                         | 29 |
| 6.   | Popis literature .....                 | 30 |
|      | Životopis .....                        | 32 |



## **Sažetak**

Diplomskog rada studenta **Jakova Inđića**, naslova

### **UTJECAJ BENTONITA NA AROMATSKI PROFIL VINA MALVAZIJA ISTARSKA**

Određene doze bentonita aplicirane u različitim fazama tehnologije proizvodnje vina mogu negativno utjecati na aromatski profil vina te na samu kvalitetu vina. Stoga je cilj ovoga rado bio utvrditi utjecaj različitih koncentracija i termina aplikacije bentonita na aromatski profil i senzorna svojstva vina 'Malvazija istarska'. Termin aplikacije bio je direktno u mošt te tijekom alkoholne fermentacije u količini od 50 i 100 g/L bentonita. Nakon provedenog istraživanja utvrđena je različitost u koncentraciji većine aromatskih spojeva pri čemu je najniža bila kod uzoraka tretiranih bentonitom za vrijeme alkoholne fermentacije, a najviša u kontrolnom uzorku. Što se tiče senzornog ocjenjivanja, nešto bolje je ocijenjen kontrolni uzorak, a slijedili su ga uzorci gdje je bentonitom tretiran mošt.

**Ključne riječi:** 'Malvazija istarska', bentonit, aromatski profil

## Summary

Of the master's thesis – student **Jakov Inđić**, entitled

### **Influence of bentonite addition on aroma profile of 'Istrian Malvasia' wines**

Certain doses of bentonite applied in different phases of wine production technology can negatively affect the aromatic profile of wine and the quality of wine. Therefore, the aim of this graduate thesis is to determine the concentrations of certain groups of aromatic compounds in wine and sensory properties in a sample that was not treated with bentonite; then in samples where 50 and 100 g / L of bentonite were added to the must and in samples where bentonite was added during alcoholic fermentation in doses of 50 and 100 g / L. The wines used in this graduate thesis are made from "Istrian Malvasia". After the research, it can be seen that the concentration of most aromatic compounds is the lowest in samples treated with bentonite during alcoholic fermentation, and the highest in the control sample. In terms of sensory evaluation, the control sample was rated as the best one, followed by samples where the must was treated with bentonite.

**Keywords:** 'Istrian Malvasia', bentonite, aromatic profile

## 1. Uvod

‘Malvazija istarska’ jedna je od najvažnijih i najzastupljenijih autohtonih sorata u Republici Hrvatskoj. Podrijetlo ‘Malvazije istarske’ dosada nije utvrđeno, međutim smatra se autohtonom i tipičnom sortom Istre. Pretpostavka nekih autora da potječe iz Grčke, koja se u prvom redu temelji na samom imenu sorte, nije potvrđena usporedbom s današnjim grčkim sortimentom vinove loze. Nakon drugog svjetskog rata udio ‘Malvazije istarske’ u Istri premašuje 40 posto površina, dok se danas uzgaja na nešto manje od 60 posto ukupnih vinogradarski površina Istre (Maletić i sur., 2015.).

Aromu vina definira više stotina kemijski različitih lako hlapljivih spojeva. Aromatske spojeve karakteriziraju razna svojstva: lako su topivi u eteru, petroleteru i kloroformu, nepostojani su prema kisiku, teško ih je identificirati zbog niskih koncentracija. Ukupna koncentracija arome kreće se od 0,8 do 1,2 g/L, a ona ovisi o: tlu, klimi, sorti, stupnju zrelosti grožđa, uvjetima fermentacije (pH, temperatura, kvasac), obradi mošta, doradi vina (enološki postupci i aditivi), te o starenju vina u boci.

Aromatski spojevi prema njihovom podrijetlu mogu se podijeliti na primarne arome koje su karakteristične za pojedinu sortu grožđa (terpeni, norizoprenoidi, pirazini), sekundarne arome koje se stvaraju tijekom alkoholne fermentacije (viši alkoholi, esteri, masne kiseline, poliol, aldehidi...) te tercijarne arome ili arome starenja koje se razvijaju poslije fermentacije, tijekom dozrijevanja vina (Swiegers i sur. 2005.).

Bentonit je već dulji niz godina najučinkovitije i najisplativije sredstvo u vinarstvu za postizanje proteinske stabilnosti bijelih vina, a njegova se učinkovitost zasniva na adsorpciji i uklanjanju proteina koji bi u određenim uvjetima mogli dovesti do pojave замуćenja. Standardnim bistrenjem vina bentonitom nakon završetka fermentacije gubitci količine vina s talogom mogu biti znatni, a postoji i velika vjerojatnost negativnog utjecaja na njegovu kvalitetu (Horvat, 2020.).

Da bi se ti gubitci smanjili bentonit je poželjno koristiti u što manjim količinama i što učinkovitije. Doza bentonita iznad 0,8 g/L negativno utječe na organoleptička svojstva vina (Lubbers i sur., 1996; Ribéreau-Gayon i sur., 2000.). Mogućnost smanjenja potrebne količine bentonita i poboljšanje kvalitete vina su osamdesetih godina nagovijestili pojedini autori (Ewart i sur., 1980.). U zadnje vrijeme počela se sve više istraživati primjena bentonita prije ili tijekom alkoholne fermentacije baš iz razloga kako bi se smanjili gubitci vina i kako ne bi imao preveliki utjecaj na aromatski profil vina.

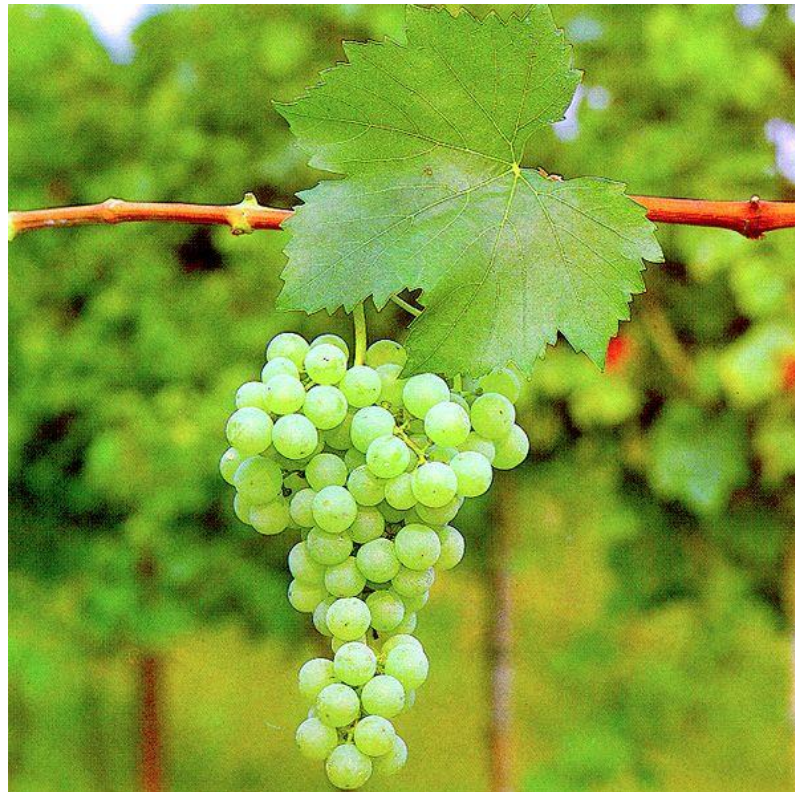
### **1.1. Cilj istraživanja**

Cilj rada bio je utvrditi utjecaj različitih koncentracija i termina aplikacije bentonita na aromatski profil i senzorna svojstva vina 'Malvazija istarska' definiranjem udjela pojedinačnih hlapljivih spojeva te njihovog utjecaja na mirisna i okusna svojstva vina.

## 2. Pregled literature

### 2.1. 'Malvazija istarska'

'Malvazija istarska' u najvećoj se mjeri uzgaja u podregiji Hrvatska Istra, gdje je vodeća sorta u proizvodnji. Osim toga, u manjoj se mjeri uzgaja i u podregiji Hrvatsko primorje, a posljednjih se godina u manjoj mjeri sadi i u nekim ostalim vinogradarskim podregijama Hrvatske. Izvan Hrvatske se u većoj mjeri uzgaja u primorskom dijelu Slovenije, u prvom redu u podregiji Slovenska Istra te u talijanskoj regiji Friuli. Zahvaljujući visokoj reputaciji koju je stekla posljednjih godina, počela se saditi i u ostalim svjetskim vinogradarskim regijama, iako zasad u maloj mjeri (Maletić i sur., 2015.).



**Slika 2.1.** Prikaz trsa i grozda 'Malvazije istarske' ([MALVAZIJA ISTARSKA BIJELA \(krizevci.net\)](http://MALVAZIJA.ISTARSKA.BIJELA.krizevci.net) – pristupljeno 27.4.2022.)

### **2.1.1. Povijest uzgoja**

Prvi pisani podaci o uzgoju 'Malvazije istarske' u Istri potječu iz 1891. godine, kad su proizvođači vina iz Istre predstavili 'Malvaziju istarsku' na izložbi vina u Zagrebu. Uz to, uzgoj 'Malvazije' na sjevernom Jadranu (današnji hrvatski, slovenski i talijanski dio) ima višestoljetnu tradiciju, što je i dokumentirano u povijesnim spisima, ali budući da postoji više sorata koje nose naziv 'Malvasia', teško je utvrditi o kojoj je točno sorti riječ. Pretpostavka je da je na sadašnjem teritoriju uzgoja 'Malvazije istarske' i tada bila riječ o toj sorti budući da se ostale 'Malvazije' danas ne uzgajaju na tom području i nisu se uzgajale u bliskoj prošlosti (Maletić i sur., 2015.).

Prvi ampelografski opis 'Malvazije' iz Istre objavljuje Libutti 1913. godine u časopisu *L'Istria Agricola* pod imenom 'Malvasia bianca', čiji opis odgovara upravo 'Malvaziji istarskoj'. Tijekom 19. stoljeća i ranije širenje 'Malvazije istarske' u Istri i okolici bilo je jako sporo i ograničeno zbog vjekovno ustaljene tradicije potrošnje crnih vina. Tako su u drugoj polovini 19. stoljeća u Istri sve bijele sorte grožđa zajedno zauzimale tek 10 posto svih površina pod vinogradima. Tek se nakon Prvog svjetskog rata u Istri počinju brže širiti bijele sorte, pa tako i 'Malvazija istarska' (Maletić i sur., 2015.).

### **2.1.2. Botanički opis**

Vrh mladice je svijetlozelene boje i gol (bez dlačica). Mladi listići su svijetlozelene boje te su na licu i naličju goli, bez dlačica. Odrasli list je pentagonalan do okruglast, nešto izraženije širine u odnosu na duljinu, nejednoličan, velik i obično trodijelan. Postrani gornji sinusi su nepravilni, plitki ili blago udubljeni te otvoreni. Postrani donji sinusi vrlo su slabo izraženi, slabije nego gornji. Sinus peteljke je otvoren, oblika vitičaste zgrade. Lice lista je tamnozeleno, glatko i sjajno, a naličje svjetlije boje i golo. Iako su mladi listovi izrazito svijetlozelene boje, starenjem list poprima tamnozelenu boju. Plojka je neravna, valovita. Peteljka lista kraća je od glavne žile ployke (Maletić i sur., 2015.).

Cvijet je dvospolan. Zreli grozd je srednje veličine, cilindrično-koničan, ponekad razgranat, s jednim krilcem. Srednje je zbijen, a ponekad i rastresit. Peteljka grozda srednje je duljine, odrvenjela samo pri bazi (uz mladicu), a ostatak peteljke je zeljast i meke građe, s jednim krhkim koljencem u sredini. Zrele bobice su srednje veličine, mase oko dva grama ili nešto više, okruglastog oblika, zelenkastožute boje, na sunčanoj strani zlatnožute ili sa smeđeljubičastim mrljama te s jasno izraženom pupčanom točkom smeđe boje. Mašak na kožici dobro je izražen i svijetlosive je boje. Kožica je tanka, ali čvrsta, a meso sočno. Na dobrim, osunčanim i nagnutim položajima sok je sladak i blago aromatičan, dok je kod uzgoja u udolinama i slabo osunčanim položajima bez osobita okusa (Maletić i sur., 2015.).

### **2.1.3. Biološka i gospodarska svojstva**

S vegetacijom počinje kasno. Dozrijeva u III. Razdoblju. Rast je vrlo bujan, pogotovo u uvjetima dubokih i plodnih tala s većom dostupnošću vode. 'Malvazija istarska' sklona je jačem osipanju ako tijekom cvatnje nastupe kišni i hladni uvjeti. Početkom vegetacije osjetljiva je na vjetar koji može lomiti krhke mladice prije no što se one uhvate viticama za naslon. Teško podnosi tuču zbog krhkosti peteljke grozda. Osjetljiva je na crnu pjegavost na mladicama. Prema ostalim bolestima pokazuje dobru otpornost. Rodnost je srednje visoka do visoka i uglavnom redovita. Ponekad je neredovita zbog problema u oplodnji, koji mogu nastati kad tijekom cvatnje nastupi kišno i hladno vrijeme. Problemi s oplodnjom bili su učestaliji kada na tržištu nije postojao selekcionirani i klonski sadni materijal, dok se danas uz sadnju certificiranog sadnog materijala i primjenu moderne agrotehnike ti problemi javljaju samo u iznimno nepovoljnim godinama (Maletić i sur., 2015.).

### **2.1.4. Populacija (veličina i trend populacije)**

'Malvazija istarska' uz 'Plavac mali crni' dijeli drugo i treće mjesto po vinogradarskim površinama u Hrvatskoj. Osim toga, u znatnoj se mjeri uzgaja i u Slovenskom primorju i regiji Friuli u Italiji. Rasprostranjenost sorte 'Malvazija istarska' u manjoj mjeri i u ostalim vinogradarskim regijama u svijetu. Trenutno je jako zastupljena na svom izvornom teritoriju, a trend je populacije 'Malvazije istarske' stabilan do blago uzlazan, što se može zahvaliti visokoj kakvoći vina prepoznatoj od potrošača u kombinaciji s visokom gospodarskom vrijednošću za proizvođače grožđa i vina (Maletić i sur., 2015.).

### **2.1.5. Ugroženost i mjere zaštite**

'Malvazija istarska' danas nije ugrožena sorta te shodno tome nije potrebno provoditi posebne mjere zaštite. Danas je zahvaljujući njezinoj važnosti i količini traženog sadnog materijala na tržištu prisutan veći broj klonova 'Malvazije istarske'. Unatoč tome, bilo bi dobro provesti klonsku selekciju izvorne populacije 'Malvazije istarske' iz hrvatskog dijela Istre budući da su komercijalni klonovi selekcionirani u Italiji i Sloveniji. Izvorni genofond 'Malvazije istarske' prikupljen u starim nasadima iz raznih dijelova Istre danas se čuva u kolekcijskom vinogradu Instituta za poljoprivredu i turizam u Poreču (Maletić i sur., 2015.).

## 2.2. Karakteristike vina „Malvazija istarska“

Prema Božac, (2016.) vino od sorte 'Malvazija istarska' srednje je jako do jako sa sadržajem alkohola između 11,5 i 13,5 vol.%. Umjerenog je sadržaja kiselina, ukupna kiselost se kreće između 5,0 i 6,5 g/L. Puno je, zaobljeno i harmonično vino s 18 do 22 g/L ekstrakta. Dozrela 'Malvazija' najčešće ima slamnato – žutu boju sa zlatnom nijansom, a ovisno o tehnološkim postupcima prerade i dorade, boja se kreće u rasponu od zeleno – žutih, preko slamnato – žutih, pa sve do zlatno – žutih tonova.

Iako se češće pije kao mlado vino ima dobar potencijal starenja, posebice u drvenim bačvama od hrastova drva, a u novije vrijeme često odležava i u bagremovim bačvama čija su vina zrelija, punija, s bogatim aromama orašastog voća (badem, lješnjak) i vanilina ekstrahiranog iz drveta. Vrlo je pogodna za proizvodnju pjenušaca ili miješanje s drugim kvalitetnim sortama (Božac, 2016.).

Danas postoje specijalizirane čaše za sve najpoznatije vinske sorte kao što su 'Riesling', 'Chardonnay', 'Cabernet sauvignon', 'Merlot', 'Pinot crni'. 2013. godine Riedel je kreirao čašu i za 'Malvaziju istarsku', tako da je 'Malvazija istarska' jedina autohtona sorta Republike Hrvatske koja ima svoju čašu ([Sve o Riedel čaši za malvaziju saznaj u razgovoru uživo \(andreapancur.com\)](https://www.andreapancur.com/en/riedel-glasses-for-malvazija-istarska) – pristupljeno 27.4.2022.).



**Slika 2.2.** Čaša za 'Malvaziju istarsku' ([Sve o Riedel čaši za malvaziju saznaj u razgovoru uživo \(andreapancur.com\)](https://www.andreapancur.com/en/riedel-glasses-for-malvazija-istarska) – pristupljeno 27.4.2022.)



### **2.3. Aromatski spojevi u vinu**

Aromu sačinjava više stotina kemijski različitih lako hlapljivih spojeva. Aromatske spojeve karakteriziraju razna svojstva: lako su topivi u eteru, petroleteru i kloroformu, nepostojani su prema kisiku, teško ih je identificirati zbog male koncentracije. Ukupna koncentracija arome kreće se od 0,8 do 1,2 g/L, a ona ovisi o: tlu, klimi, sorti, stupnju zrelosti grožđa, uvjetima fermentacije (pH, temperatura, kvasac), obradi mošta, doradi vina (enološki postupci i aditivi), te o starenju vina u boci. (Božac, 2016.).

Arome vina, njihovo podrijetlo i senzorne karakteristike u zadnjih nekoliko godina su pod povećalom i zabilježen je njihov napredak ponajviše zahvaljujući plinskoj kromatografiji koja je omogućila njihovu identifikaciju i kvantifikaciju (Robinson i sur., 2009; Saenz – Navajas i sur., 2012; Pavić, 2018.). Aroma vina i grožđa je složena. Sazrijevanjem grožđa povećavaju se količine aromatičnih spojeva u kožici bobice gdje su oni najviše prisutni. Sorte vinove loze se međusobno razlikuju po koncentraciji, sastavu i kvaliteti prisutnih aromatičnih spojeva (Pavić, 2018.).

#### **2.3.1. Primarni aromatski spojevi**

Aromatski spojevi prema njihovom podrijetlu mogu se podijeliti na primarne arome koje su karakteristične za pojedine sorte grožđa (terpeni, norizoprenoidi, pirazini), sekundarne arome koje se stvaraju tijekom alkoholne fermentacije (viši alkoholi, esteri, masne kiseline, poliol, aldehidi...) te tercijarne arome ili arome starenja koje se razvijaju poslije fermentacije, tijekom dozrijevanja vina (Swiegers i sur. 2005.).

Spojevi koji daju sortnu aromu najvećim dijelom nalaze se u kožici i ispod kožice, manje u mesu bobice te postoje razlike po sortama. Intenzitet sortne arome ovisi o sorti pa je opisujemo kao jako izraženu, ugodnu, neugodnu, diskretnu itd. Na intenzitet arome utječu ekološki uvjeti, a najpogodniji su umjereno topli klimat, sunčana ekspozicija, vapneno, suho i propusno tlo. Slabiju aromu ima grožđe sa sjevernih položaja vinograda, ali i ako je vinograd posađen na vlažnom tlu (Herjavec, 2019.).

Značajni su, nadalje, stupanj zrelosti i zdravstveno stanje grožđa. Za specifičnu i karakterističnu aromu sorte grožđa, prema dosadašnjim istraživanjima, najvažnije skupine spojeva su terpeni, hlapljivi tioli te metokspirazini (Herjavec, 2019.).

Monoterpeni i seskviterpeni nastaju sintezom od izopentil pirofosfata (IPP) dimetilalil pirofosfata (DMAPP) (Newman i sur., 1999; Pavić, 2018.). Monoterpeni se javljaju u obliku jednostavnih ugljikohidrata (limonen, miricen i dr.), aldehida (linal, geranial i dr.), alkohola (linalol, geraniol), kiselina (linalna, geranijska) i estera (linalil acetat) (Ribéreau – Gayon, 2006; Pavić, 2018.). Norizoprenoidi su spojevi nastali iz karotenoida, kemijskih spojeva koji u

biljkama imaju zaštitnu ulogu sprječavajući stanice od oksidacije (Demming – Adams i sur., 1996; Pavić, 2018.). Najzastupljeniji norizoprenoidi u vinu su  $\beta$  – damaskenon,  $\alpha$  – ionon, koji u vinu daju voćno – cvjetni karakter (Black i sur., 2015; Pavić, 2018.). Pirazini su spojevi koje u vinu nalazimo u ng/L., tj. u vrlo malim koncentracijama (Kotseridis i sur., 1998; Pavić, 2018.).

### **2.3.2. Sekundarni aromatski spojevi**

Sekundarne arome čine aromatični spojevi koji nastaju u procesima prerade grožđa (muljanje, maceracija, prešanje) brojnim kemijskim, enzimskim i termičkim reakcijama (Herjavec, 2019.). Sekundarne arome predstavljene su prvenstveno acetatnim i etičnim esterima te višim alkoholima (1 – propanol, 2 – metil – propanol, 2,3 metil – butanol). Masne kiseline produkt su metabolizma kvasaca, a mogu biti kratkog, srednjeg i dugog lanca. Izomaslačna, maslačna, izovalerična i propanska su kiseline kratkog lanca i imaju ulogu u ukupnoj aromi vina (Francis i sur., 2005; Pavić, 2018.). Masne kiseline srednjeg lanca su heksonska, oktanska i dekanska te 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.).

Esteri su jedni od najzastupljenijih spojeva u alkoholnim pićima, a nastaju radom kvasca kroz metabolizam lipida i acetil – CoA (Swiegers i sur., 2005; Pavić, 2018.). Najvažniji esteri u vinu su etilni esteri masnih kiselina i acetilni esteri (Francis i sur., 2005; Pavić, 2018.).

## 2.4. Aromatski profil 'Malvazije istarske'

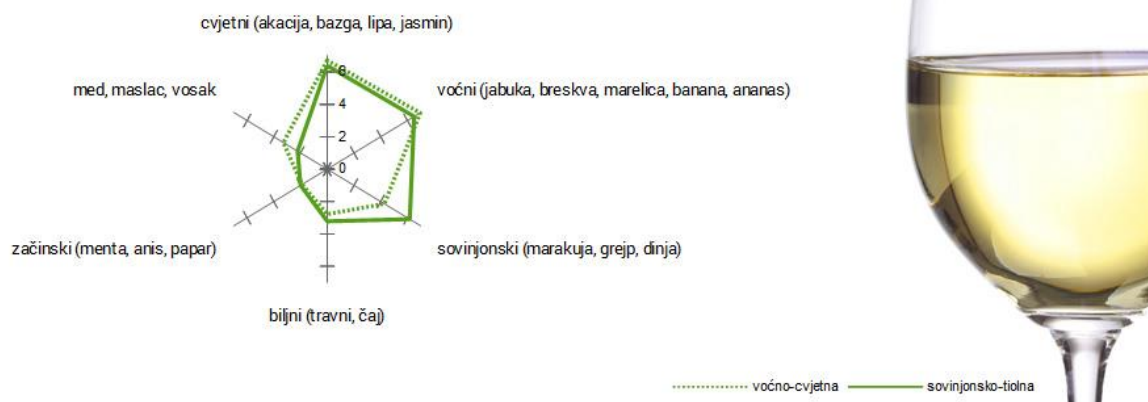
'Malvazija istarska' ima veliki aromatski potencijal te je svrstana u poluaromatske sorte. Obično je aroma vina nježna cvjetno-voćna, u mladim vinima podsjeća na miris cvijeta bagrema i jabuke dok se u zreloom vinu može osjetiti i lagani gorkasti okus bajama. (Herjavec, 2019.). Važan čimbenik u proizvodnji vina 'Malvazija istarskih' različitih aromatskih profila i senzornih svojstava je položaj s kojega dolaze kao i tehnologija proizvodnje (Radeka, 2021.).

Staver i sur. (2013.) došli su do zaključka, tijekom istraživanja 2011. godine praćenjem utjecaja pedoklimatskih karakteristika različitih lokaliteta u komercijalnim vinogradima općine Brtonigla vinogorja Zapadna Istra, odnosno različitih tipova tala (crveno, crno, sivo i bijelo) na senzorne karakteristike vina 'Malvazije istarske' da su u I. senzornom ocjenjivanju aromatskog profila vina u svim varijantama najviše bile zastupljene cvjetno-voćne note aroma vina, dok u II. senzornom ocjenjivanju do izražaja dolaze biljne note i note aromatičnog bilja. Iz rezultata senzornog ocjenjivanja intenziteta i tipičnosti arome, u I. ocjenjivanju najintenzivniju aromu iskazala je varijanta crno tlo, a u II. ocjenjivanju crveno tlo.

Što se tiče tipičnosti arome u I. senzornom ocjenjivanju kao najtipičniji uzorci ocijenjeni su uzorci s crvenog i bijelog tla dok je u II. ocjenjivanju kao najtipičnija 'Malvazija istarska' izdvojena varijanta s crvenog tla. Rezultati ovog istraživanja upućuju da se u agroekološkim uvjetima berbe 2011. godine izdvojila varijanta s crvenog tla, u kojoj su dominirale cvjetno-voćne arome i koje su degustatori prepoznali i ocijenili kao „tipična aroma Malvazije istarske“.

Dosadašnja istraživanja govore o cvjetno-voćnom aromatskom profilu vina 'Malvazije', podrijetlom uglavnom od hlapivih estera (Lukić i sur., 2008.), dobivenom standardnom tehnologijom proizvodnje (brzim odvajanjem mošta od krutih dijelova grožđa), odnosno naglašenoj sortnoj aromi vina 'Malvazija istarska' podrijetlom uglavnom od terpena (Radeka i sur., 2008.), proizvedenih kraćom maceracijom masulja (crio i klasična maceracija u trajanju od 10-30 sati).

Međutim, na tržištu se danas nalaze i vina 'Malvazije istarske' proizvedena dužom maceracijom masulja (i do nekoliko mjeseci), odnosno dio vina je proizveden iz prosušenog grožđa 'Malvazije istarske'. Primarne su arome zrele 'Malvazije' kombinacija voćnih i cvjetnih aroma poput jabuka, bresaka i nektarina s cvijetom bagrema, podržanih više ili manje izraženim, ali uvijek prisutnim mineralnim notama. Mineralnost se također proteže kroz okus u vidu blage slanosti i nježno gorkastog završetka ([Vina Croatia - vinacroatia.hr](http://Vina Croatia - vinacroatia.hr) – pristupljeno 28.4.2022.)



**Slika 2.3.** Aromatski profil svježeg vina 'Malvazija istarska' ([Svježa Malvazija istarska | Malvasia Touristra \(malvasia-touristra.eu\)](https://www.malvasia-touristra.eu) – pristupljeno 28.4.2022.)

## 2.5. Bentonit

Primjena bistrila dopuštena je Pravilnikom o proizvodnji vina. Koriste se za uklanjanje čestica mutnoće u mutnom moštu/vinu kao i za sprječavanje naknadnih замуćenja u bistrom vinu. Prije primjene ne velikoj količini vina u podrumu obvezno za svako bistrilo treba načiniti laboratorijsku probu u malom (Herjavec, 2019.).

Bentonit je već dulji niz godina najučinkovitije i najisplativije sredstvo u vinarstvu za postizanje proteinske stabilnosti bijelih vina, a njegova se učinkovitost zasniva na adsorpciji i uklanjanju proteina koji bi u određenim uvjetima mogli dovesti do pojave замуćenja. Standardnim bistranjem vina bentonitom nakon završetka fermentacije gubitci količine vina s talogom mogu biti znatni, a postoji i velika vjerojatnost negativnog utjecaja na njegovu kvalitetu (Horvat, 2020.).

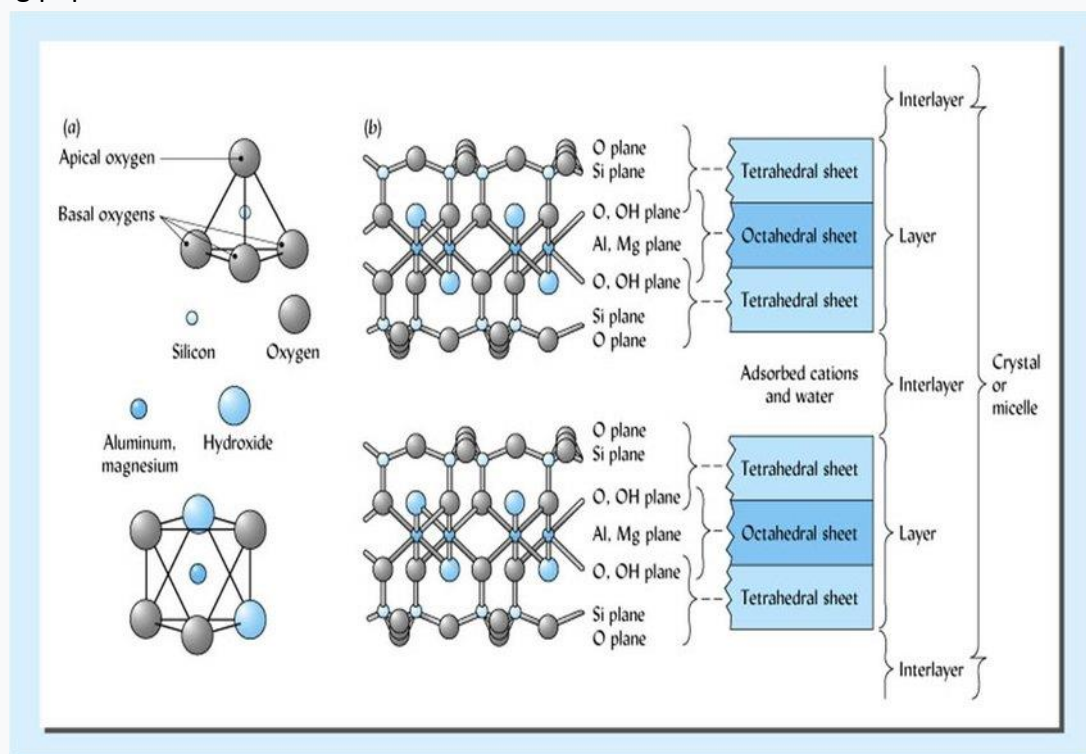
Da bi se ti gubitci smanjili bentonit je poželjno koristiti u što manjim količinama i što učinkovitije. Doza bentonita iznad 0,8 g/L negativno utječe na organoleptička svojstva vina (Lubbers i sur., 1996; Ribéreau-Gayon i sur., 2000.). Mogućnost smanjena potrebne količine bentonita i poboljšanje kvalitete vina su osamdesetih godina nagovijestili pojedini autori (Ewart i sur., 1980.).

Bentonit je montmorilonitna glina ili alumosilikat vulkanskog podrijetla i najčešće korišteno sredstvo za bistranje vina. Ima veliku moć adsorpcije, u vinu nosi negativni naboj i veže pozitivno nabijene čestice mutnoće. U moštu i vinu se koristi za uklanjanje termolabilnih bjelančevina s pozitivnim električnim nabojem. Pri tome dolazi do flokulacije i sedimentacije te formiranja kompaktnog taloga koji se nakon određenog vremena odvaja pretakanjem. Bentonit je vrlo agresivno bistrilo jer nije strogo selektivan, a osim pozitivno nabijenih bjelančevina uklanja i druge komponente vina kao što su aminokiseline, bojila, rezidui nekih pesticida te aromatski spojevi (Herjavec, 2019.).

Može se rabiti za bistranje mošta i vina. Iskustva s primjenom u moštu prije fermentacije pokazuju da se smanjuje količina bentonita potrebnog za bistranje vina. Otakanje s taloga može se provesti prije fermentacije ili bistrilo zbog bolje homogenizacije može ostati u moštu tijekom fermentacije. Usto dodatak bentonita u moštu ne osiromašuje aromatski profil budućeg vina jer se najviše spojeva arome formira tijekom alkoholne fermentacije (Herjavec, 2019.).

Vrste bentonita dobile su naziv prema dominantnom elementu, poput kalija, natrija, kalcija i aluminija. Natrijev bentonit ima dobra koloidna svojstva i svojstvo bubrenja i zbog toga mu je primjena široka. Kalcijev bentonit je dobar adsorbent iona u otopini i ima mogućnost pretvoriti se u natrijev bentonit, koji neka svojstva neće imati jednaka prirodnom kalcijevom

bentonitu. K-bentonit ili kalijev bentonit je kalijem bogata ilitna glina nastala izmjenama vulkanskog pepela.



**Slika 2.4.** Struktura bentonita ([4: Structure of bentonite clay | Download Scientific Diagram \(researchgate.net\)](#) – pristupljeno 28.4.2022.)

### 2.5.1. Preporučene količine bentonita

Preporučene količine bentonita za bistrenje mošta i vina su u širokom rasponu od 30 do 100 pa čak i 150 g/hL, ovisno o vrsti trgovačkog preparata. Iako mnogi vinari empirijski primjenjuju jednake količine bentonita, svake godine obvezno treba probom na malo utvrditi količinu potrebnu za bistrenje jer sastav grožđa, odnosno mošta i vina varira ovisno o godini (Herjavec, 2019.).

Preporučene količine proizvođača nisu jednake. Nadalje, treba voditi računa koristi li se svake godine isti trgovački bentonit jer natrijev ili kalcijev bentonit ima različitu moć adsorpcije čestica mutnoće (Herjavec, 2019.).

### 2.5.2. Priprema i primjena bentonita

Načini i metode pripreme i primjene bentonita mogu se razlikovati zavisno o vrsti bentonita koji se koristi za proteinsku stabilizaciju, sadržaju etanola, pH vina, koncentraciji proteina u vinu. Koncentracija proteina u vinu razlikuje se iz godine u godinu i zato je najbolje svaku berbu gledati zasebno.

Primjena u vino se mijenja jer se s manjim količinama bistre stara vina, a većim mlada vina. Valja naglasiti kako u sušnim godinama grožđe sadrži više termolabilnih bjelančevina te su za postizanje proteinske stabilnosti vina potrebne veće količine ovog bistrila. Bentonit nije prikladan za bistrenje crnih vina jer smanjuje boju (Herjavec, 2019.).

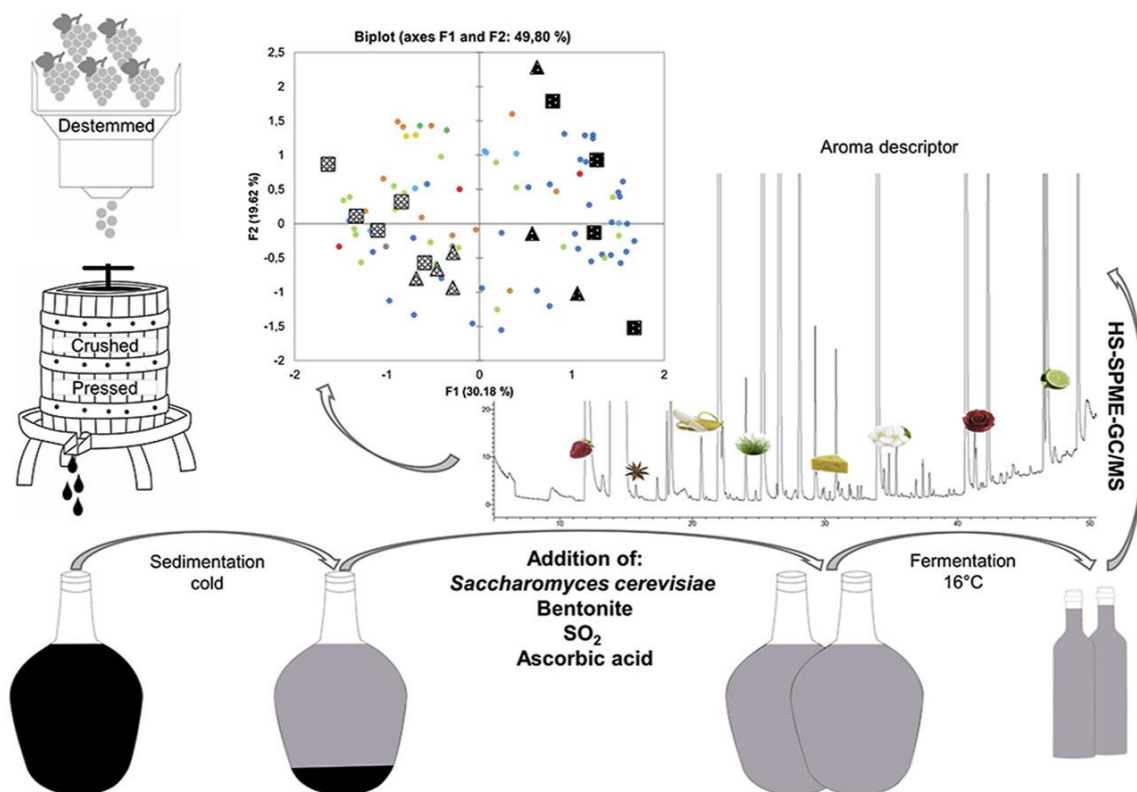
Kod bistrenja na veliko u podrumu potrebnu količinu bentonita prelije se s deseterostrukom količinom vode ili destilirane vode te uz povremeno miješanje ostavi 24 sata da nabubri. Bubrenjem se stvara velika adsorptivna površina jer 1 g bentonita bubrenjem dobiva aktivnu površinu oko 5 m<sup>2</sup> (Herjavec, 2019.).

Nabubreni bentonit se uz snažno miješanje dodaje u vino, a stvoreni talog se odvaja pretakanjem. Kontaktno vrijeme ili vrijeme potrebno za završetak reakcije između dodanog bentonita i pojedinog vina može varirati. Zato je najsigurnije često kušanje vina kako bi ustanovili vrijeme završetka reakcije. Moguće oksidacijske promjene zbog veće izloženosti zraku spriječit će se kontrolom razine slobodnog sumporovog dioksida prije i nakon dodatka bistrila. Kod manje kiselih vina preporučuje se provesti dokiseljavanje, odnosno korigirati pH vrijednost jer je djelovanje bentonita brže i učinkovitije (Herjavec, 2019.).

## 2.6. Utjecaj bentonita na aromatske spojeve u vinu

Prilikom tretiranja vina ili mošta bentonitom dolazi do gubitka ne samo proteina iz vina nego i bitnih aromatskih spojeva. Puno je faktora koji utječu na gubitak aromatskih spojeva iz vina radi proteinske stabilizacije bentonitom, ali bitno ovisi o kemijskim svojstvima i početnim koncentracijama hlapljivih spojeva te količini i vrsti proteina u vinu (Lambri i sur., 2015.). Lambri (2013.) navodi kako gubitak arome, ali i izravna interakcija između bentonita i mirisno aktivnih komponenti u vinu nije još u potpunosti uspostavljena i da je u budućnosti treba istraživati.

U radu Plavša i Palman (2011.) što se tiče mirisno – okusnih svojstava vina zaključeno je da su, u odnosu na kontrolni uzorak, svi tretmani s bentonitom aromatski inferiorniji, što je u skladu s istraživanjima Sanborna i sur. (2010.) i Lambrija i sur. (2010.), koji također navode da bentonit snižava koncentracije spojeva odgovornih za voćne, cvjetne i travnate mirise u bijelim vinima.



**Slika 2.5.** Utjecaj sumporovog dioksida i bentonita za vrijeme fermentacije na aromatske spojeve kod bijelog vina ([Impact of SO<sub>2</sub> and bentonite addition during fermentation on volatile profile of two varietal white wines - ScienceDirect](#) – pristupljeno 28.4.2022.)



### 3. Materijali i metode

U istraživanju je korišteno grožđe sorte 'Malvazija istarska' berbe 2020. godina iz vinograda "Castello", smještenih na području vinogradske podregije Hrvatska Istra, Vinogorja Zapadne Istre u vlasništvu tvrtke Kalavojna d.o.o. Tvrtka Kalavojna d.o.o. utemeljena je 2000. godine s namjerom da bude prepoznatljiva po jedinstvenosti svih proizvoda koje istarska crvenica može podariti. Započeli su s obradom manjih vinograda malvazije i merlota, uz maslinike, a u naletu ambicije i želje za napretkom obogatili su i proširili svoj rad nasadima 'Terana', 'Chardonnaya', 'Muškata', kao i novim sadnicama maslina u Vodnjanu. Vinarija objedinjuje podrum, kušaonu i trgovinu vina i maslinovog ulje te ostalih proizvoda, a locirana je na staroj magistrali Pula-Rijeka u mjestu Loborika gdje se skreće za Radeki Polje ([O nama | Kalavojna](#) – pristupljeno 8.5.2022.).



**Slika 3.1.** Prikaz vinarije Kalavojna ([Kalavojna | Izvorni Istarski proizvodi](#) – pristupljeno 8.5.2022.)

### 3.1. Provođenje istraživanja

Ručno ubrano grožđe dopremljeno je traktorom s prikolicom do vinskog podruma Kalavojne gdje su provedeni svi postupci primarne prerade grožđa, pripreme mošta te proizvodnje vina. Grožđe je od oksidacije prilikom runjenja i muljanja zaštićeno postupnim dodavanjem Aromax-a u omjeru 20g/100kg grožđa. Nakon prešanja koje je provedeno pomoću pneumatske preše zatvorenog tipa pod tlakom od 1 bar odvojena je gruba prešavinska frakcija te je mošt iz cjednice prebačen u tankove zapremnine 10 000 L i flotiran s upotrebom želatine i inertnog dušičnog plina. Mošt je nakon flotacije rastočen po varijantama u pet staklenih demižona zapremnine 54 L u kojima su kasnije provedeno istraživanja utjecaja direktne primjene bentonita u mošt te primjene bentonita tijekom alkoholne fermentacije.

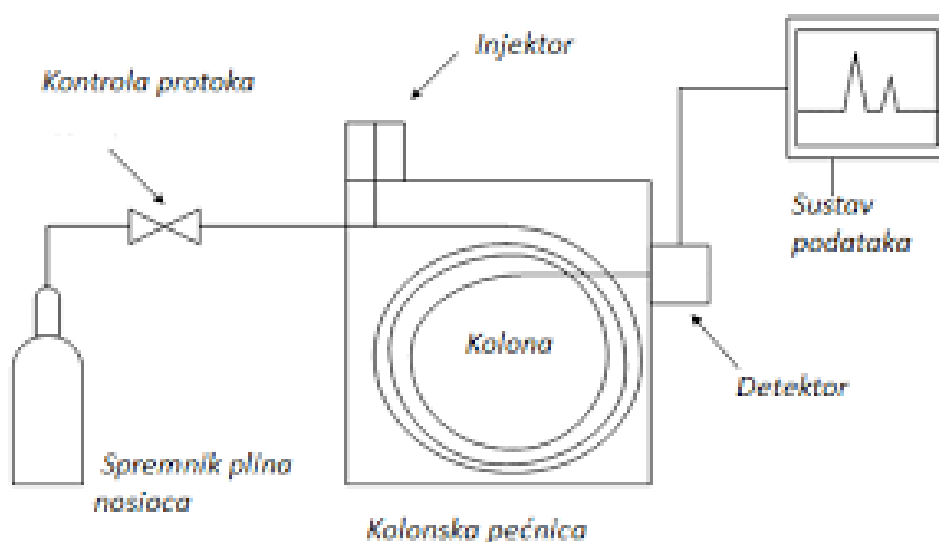
U svaki demižon napunjeno je 50 L mošta s vrijednostima od: °Kl 15.1, pH 3,39, reducirajućim šećerima od 170 g/L te ukupnom kiselosti 5,1 g/L te je inokuliran sa komercijalni kvasac Fermol Cryofruit (*Saccaromyces cerevisiae* x *Uvarum*). Za potrebe istraživanja korištena je suspenzija bentonita na bazi natrija "Bentogran,,. Varijante pokusa su obuhvatile kontrolni uzorak u koji nije dodan bentonit te po 2 termina dodatka u dvije različite doze i to:

- dodatak bentonita u mošt u količinama od 50 g/L i 100 g/L
- dodatak bentonita tijekom alkoholne fermentacije u količinama od 50 g/L i 100 g/L .

Po završetku alkoholne fermentacije vina su pretočena s taloga, sulfitirana te su uzeti uzorci za analizu hlapljivih spojeva. Preostali dio vina čuvan je u podrumskim uvjetima do trenutka provođenja senzorne analize.

### 3.2. Određivanje hlapljivih aromatskih spojeva

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



Slika 3.2. Prikaz plinske kromatografije (Blažević, 2016.)

### **3.3. Senzorna analiza**

Senzorna analiza pokusnih vina provedena je metodom 100 bodova na Agronomskom fakultetu u Zagrebu u Zavoda za vinogradarstvo i vinarstvo. U postupku senzorne analize je sudjelovalo pet iskusnih ocjenjivača kojima je redosljedom predstavljen kao prvi kontrolni uzorak koji nije tretiran bentonitom, a zatim su slijedili uzorci vina dobiveni tijekom provedbe istraživanja. Konačna ocjena uzorka je medijana.

### **3.4. Statistička obrada podataka**

U svim uzorcima 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. Koncentracija pojedinačnih aromatskih spojeva u vinima 'Malvazija istarska'

**Tablica 4.1.** Koncentracija aldehida u vinima 'Malvazija istarska' (µg/L)

|                       | Mirisni deskriptori | M K            | M100          | M50            | MAF100         | MAF50          |
|-----------------------|---------------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Aldehidi</b>       |                     |                |               |                |                |                |
| 2,4- Heksadienal      |                     | 1,95 a         | 1,43 c        | 1,31 cd        | 1,73 b         | 1,22 d         |
| Benzaacetaldehid      |                     | 2,67 a         | 2,30 b        | 2,88 a         | 1,85 c         | 2,32 b         |
| Benzaldehid           | gorki badem         | 2,77 a         | 2,30 b        | 2,30 b         | 1,39 c         | 2,20 b         |
| Dekanal               |                     | 2,13 a         | 1,44 c        | 1,30 c         | 1,66 b         | 1,41 c         |
| Heptanal              |                     | 0,34 d         | 0,54 c        | 0,58 c         | 1,43 b         | 1,65 a         |
| 2,4-Heptadienal (E,E) |                     | 0,71 a         | 0,49 b        | 0,54 b         | 0,33 c         | 0,55 b         |
| 2,4-Heksadienal       |                     | 1,98 a         | 1,50 c        | 1,38 c         | 1,73 b         | 1,31 c         |
| <b>Σ</b>              |                     | <b>12,54 a</b> | <b>9,99 b</b> | <b>10,27 b</b> | <b>10,10 b</b> | <b>10,64 b</b> |

Aldehidi se ubrajaju u karbonilne spojeve jer posjeduju karbonilnu (C=O) skupinu, s time da je u molekuli aldehida karbonilna skupina na krajnjem atomu ugljika. Neki aldehidi važni za arome sorte stvaraju se u grožđu te mogu tijekom fermentacije biti reducirani u alkohole. Od aldehida porijeklom iz grožđa najznačajniji su C6 aldehidi (heksanali i heksenali) koji mogu vinu davati miris po travi. Ipak, većina aldehida u vinu nastaje u procesu fermentacije ili ekstrakcijom iz hrastovih bačvi. Najčešći aldehid u vinu je acetaldehid koji čini više od 90% ukupnih aldehida (Karković, 2016.).

Iz tablice 4.1. vidljivo je da kontrolni uzorak, odnosno uzorak u koji nije dodan bentonit, ima najveću ukupnu koncentraciju aldehida, dok najmanju ima uzorak M100 u koji je dodano 100 g bentonita u mošt. Benzaldehid, arome gorkih badema, izmjeren je u najvećoj koncentraciji i to u kontrolnom uzorku u iznosu od 2,77 µg/L. Najmanja koncentracija je izmjerena za 2,4-Heptadienal (E,E) i to u uzorku MAF100, gdje je 100 g bentonita primijenjeno u fazi alkoholne fermentacije, a iznosila je 0,33 µg/L. Koncentracija svih aldehida bila je veća u kontrolnom uzorku i u uzorcima gdje je mošt tretiran s bentonitom u odnosu na uzorke gdje je bentonit dodavan za vrijeme alkoholne fermentacije, osim dekanala čija je koncentracija bila veća u uzorcima MAF100 i MAF50 u odnosu na kontrolni uzorak i uzorke M50 i M100.

**Tablica 4.2.** Koncentracija alkohola u vinima 'Malvazija istarska' (µg/L)

|                                | Mirisni<br>deskriptori   | M K               | M100              | M50               | MAF100            | MAF50             |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Alkoholi</b>                |                          |                   |                   |                   |                   |                   |
| 1-Dekanol                      | voćni, cvjetni           | 3,65 cd           | 4,59 b            | 8,59 a            | 3,29 d            | 4,32 bc           |
| 1-Heptanol                     | uljni                    | 2,19 a            | 1,55 b            | 0,96 d            | 1,22 c            | 1,08 cd           |
| 1-Heksanol                     | travnati                 | 832,90 a          | 598,18 c          | 739,27 b          | 469,41 d          | 628,28 c          |
| 1-Nonanol                      |                          | 0,96 a            | 0,88 a            | 0,94 a            | 0,47 c            | 0,72 b            |
| 2-Heksen-1-ol,<br><i>trans</i> | zeleni, biljni           | 3,23 a            | 2,62 a            | 2,65 a            | 2,59 a            | 2,67 a            |
| 2-Metil-1-<br>butanol          | paljeni, lak za<br>nokte | 15447,09 b        | 15578,64 c        | 15095,82 e        | 15366,345 d       | 15756,34 a        |
| 3-Heksen-1-ol,<br><i>cis</i>   | travnati,<br>zeleni      | 164,74 b          | 149,03 c          | 180,78 a          | 105,76 e          | 138,65 d          |
| 3-Heksen-1-ol,<br><i>trans</i> | travnati,<br>zeleni      | 20,14 a           | 15,31 b           | 20,17 a           | 12,43 c           | 15,37 b           |
| Izoamil alkohol                | alkohol, lak<br>za nokte | 7565,99 a         | 6611,18 e         | 7291,35 b         | 7111,43 c         | 6959,76 d         |
| Izobutanol                     | alkohol, lak<br>za nokte | 1624,80 d         | 1740,24 c         | 1500,52 e         | 1791,03 b         | 1889,56 a         |
| Feniletil alkohol              | cvjetni, med,<br>ruže    | 2237,74 a         | 2003,36 d         | 2002,54 d         | 2107,97 c         | 2145,56 b         |
| 2-Penten-1-ol                  |                          | 6,41 a            | 4,50 b            | 3,50 d            | 2,95 e            | 3,83 c            |
| <b>Σ</b>                       |                          | <b>27909,81 a</b> | <b>26710,05 b</b> | <b>26847,07 b</b> | <b>26974,87 b</b> | <b>27546,10 b</b> |

Alkoholi su organski spojevi koji sadrže jednu ili više hidroksilnih (-OH) skupina. Jednostavni alkoholi sadrže jednu, dok dioli i polioli sadrže dvije ili više hidroksilnih skupina. Najvažniji alkohol u vinu je etanol koji nastaje fermentacijom u prisutnosti kvasaca (Karković, 2016.).

Alkoholi vina imaju različito podrijetlo jer metabolizmom šećera nastaju etanol, viši alkoholi, glicerol i butan-2,3-diol. Biokemijskom transformacijom aminokiselina nastaju neki viši alkoholi, a razgradnjom pektina oslobađa se metil-alkohol (metanol). Od nabrojenih alkohola nisu mirisni, odnosno hlapljivi glicerol i butan-2,3-diol (Herjavec, 2019.).

Uvidom u tablicu 4.2. primjećuje se da je ukupna koncentracija alkohola najviša kod kontrolnog uzorka, a najmanja kod uzorka M100. Isto tako vidljivo je da veće količine bentonita utječu na koncentraciju alkohola iz razloga što uzorci M100 i MAF100 imaju veće koncentracije alkohola od uzoraka M50 i MAF50 gdje su dodane dvostruko veće količine bentonita.

**Tablica 4.3.** Koncentracija fenolnih spojeva u vinima 'Malvazija istarska' (µg/L)

|                        | Mirisni<br>deskriptori           | M K             | M100            | M50             | MAF100          | MAF50           |
|------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Fenolni spojevi</b> |                                  |                 |                 |                 |                 |                 |
| 4-Etilgvajakol         | paljeni,<br>dimljeni,<br>klinčić | 6,17 a          | 4,74 b          | 4,69 b          | 3,54 c          | 4,54 b          |
| 4-Vinilgvajakol        | klinčić, curry                   | 220,20 a        | 143,36 c        | 141,12 c        | 124,95 d        | 165,03 b        |
| Homovanilin<br>alkohol |                                  | 24,63 a         | 18,21 c         | 21,40 b         | 16,70 c         | 18,31 c         |
| Vanilin                | vanilija                         | 9,74 b          | 9,47 c          | 9,41 c          | 9,12 d          | 9,96 a          |
| <b>Σ</b>               |                                  | <b>260,73 a</b> | <b>175,77 c</b> | <b>176,61 c</b> | <b>154,31 d</b> | <b>197,83 b</b> |

Fenoli su velika i kompleksna skupina prirodnih spojeva koji su od primarne važnosti za kvalitetu i svojstva crnih vina. U bijelim vinima također su značajni, ali su prisutni u mnogo manjim koncentracijama. Fenoli i fenolni spojevi utječu na izgled, okus, miris, otpornost i antimikrobna svojstva vina. Prvenstveno potječu iz grožđa, ali mogu također biti ekstrahirani iz drvenih bačvi. Fenoli su po kemijskoj strukturi cikličke aromatske strukture s jednom ili više hidroksilnih skupina vezanih direktno na benzenski prsten. Iako sadrže alkoholnu skupinu ne pokazuju svojstva tipična za alifatske alkohole. Većina fenolnih spojeva u vinu pripada difenilpropanoidima (flavonoidi) ili fenilpropanoidima (neflavonoidi) (Karković, 2016.).

Iz tablice 4.3. vidljivo je da najveću koncentraciju u µg/L ima uzorak M K, odnosno kontrolni uzorak u koji se nije dodavao bentonit. Uzorak MAF100 ima najmanju koncentraciju fenolnih spojeva. Za spoj 4-etilgvajakol izmjerena je najmanja koncentracija i to u uzorku MAF100, a iznosi 3,54 µg/L, dok je najveća koncentracija 4-etilgvajakola izmjerena u kontrolnom uzorku i iznosila je 6,17 µg/L. Spoj koji je izmjeren u najvećoj koncentraciji je 4-vinilgvajakol, mirisa na klinčić i curry, i to u kontrolnom uzorku ( 220,20 µg/L), a najmanja koncentracija 4-vinilgvajakola izmjerena je opet u uzorku MAF100 i iznosila je 124,95 µg/L. Također može se primijetiti da su svi fenolni spojevi mjereni u ovome radu u najmanjoj koncentraciji izmjereni kod uzorka MAF100 što potvrđuje tezu da dodavanje bentonita za vrijeme alkoholne fermentacije može utjecati na smanjenje određene grupe aromatskih spojeva, konkretno u ovome slučaju fenolnih spojeva.

**Tablica 4.4.** Koncentracija terpena u vinima 'Malvazija istarska' (µg/L)

|                                           | Mirisni<br>deskriptori       | M K             | M100            | M50             | MAF100          | MAF50           |
|-------------------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Terpeni</b>                            |                              |                 |                 |                 |                 |                 |
| 1,8-Terpin                                |                              | 1,13 b          | 1,25 ab         | 1,43 a          | 0,67 d          | 0,93 c          |
| α -Terpineol                              | cvjetni, slatki              | 30,14 a         | 24,58 c         | 22,93 c         | 28,70 ab        | 26,05 bc        |
| Citronelol                                | ruže                         | 11,81 a         | 10,32 b         | 11,24 a         | 9,07 c          | 11,33 a         |
| Farnesol                                  | cvjetni,<br>klinčić          | 13,14 a         | 10,17 b         | 10,47 b         | 7,52 d          | 8,51 c          |
| Geraniol                                  | citrusni                     | 13,53 b         | 16,04 a         | 16,95 a         | 11,45 c         | 16,67 a         |
| Geranil acetate                           |                              | 7,24 c          | 7,58 b          | 9,12 a          | 5,35 d          | 7,44 bc         |
| Hotrienol                                 | svjež,<br>cvjetni, voćni     | 2,56 a          | 2,60 a          | 2,85 a          | 2,50 a          | 2,54 a          |
| Linalol                                   | citrusni,<br>cvjetni, slatki | 120,05 a        | 110,63 b        | 110,81 b        | 87,29 c         | 112,91 b        |
| Nerijska kiselina                         |                              | 2,45 a          | 2,48 a          | 2,51 a          | 2,19 c          | 2,34 b          |
| Nerol                                     | ruže, voćni,<br>cvjetni      | 3,94 d          | 5,46 c          | 6,64 a          | 4,43 d          | 6,04 b          |
| Neral                                     |                              | 2,75 b          | 3,66 a          | 2,11 c          | 2,86 b          | 2,84 b          |
| Limonen                                   |                              | 0,26 ab         | 0,30 a          | 0,24 b          | 0,27 ab         | 0,30 a          |
| Terpendiol II                             |                              | 99,12 a         | 83,04 b         | 84,37 b         | 70,99 c         | 95,41 a         |
| Terpinen-4-ol                             |                              | 41,10 a         | 36,31 b         | 37,39 ab        | 31,01 c         | 38,42 ab        |
| Tetrahidrolinalol                         |                              | 3,94 e          | 7,15 a          | 7,02 b          | 4,81 d          | 6,07 c          |
| Linalil format                            |                              | 1,37 a          | 1,12 b          | 1,36 a          | 0,67 c          | 1,00 b          |
| α-Farnezen                                |                              | 0,74 c          | 1,05 a          | 0,74 c          | 0,96 ab         | 0,94 b          |
| <i>cis,trans</i> - α -<br>Farnezen        |                              | 1,36 a          | 0,95 b          | 0,70 cd         | 0,56 d          | 0,90 bc         |
| <i>sis</i> -β -Farnezene                  |                              | 0,55 c          | 1,07 a          | 0,60 c          | 0,88 b          | 0,60 c          |
| <i>cis</i> -Linalol oksid,<br>fur.        | cvjetni                      | 0,17 e          | 3,32 a          | 1,04 d          | 2,13 c          | 3,10 b          |
| <i>trans</i> -Linalol<br>oksid, fur.      |                              | 1,97 c          | 2,63 a          | 2,30 b          | 1,97 c          | 2,52 ab         |
| Linalol oksid,<br>piran                   | cvjetni                      | 39,24 a         | 33,62 b         | 34,26 ab        | 26,79 c         | 32,42 b         |
| <i>trans</i> -β -<br>Farnezen             |                              | 2,54 b          | 2,14 c          | 2,13 c          | 2,21 c          | 2,81 a          |
| 2,6-Dimetil-3,7-<br>oktadien-2,6-<br>diol |                              | 20,65 a         | 17,07 b         | 16,49 b         | 20,41 a         | 16,18 b         |
| 2,6-Dimetil-7-<br>okten-2,6-diol          |                              | 29,76 bc        | 30,90 b         | 31,28 b         | 25,79 c         | 36,46 a         |
| 6,7-Dihidro-7-<br>hidroksilinalol         |                              | 38,76 a         | 34,24 b         | 32,27 b         | 25,84 c         | 39,69 a         |
| <b>Σ</b>                                  |                              | <b>490,19 a</b> | <b>450,55 b</b> | <b>448,26 b</b> | <b>377,26 c</b> | <b>474,37 a</b> |



Terpeni su važna skupina aromatičnih spojeva koji daju miris cvijeću, voću, sjemenju, lišću i korijenju mnogih biljnih vrsta. Sastavljeni su od osnovne izoprenske (2-metil-1,3-butadienske) jedinice građene od pet ugljikovih atoma, koja se u strukturi terpenske molekule pojavljuje dva, tri, četiri ili šest puta. Prema broju izoprenskih jedinica terpeni se dijele na monoterpene, seskviterpene, diterpene i triterpene. Terpeni mogu sadržavati različite funkcionalne skupine, no većina važnih terpena sadrži hidroksilnu skupinu (terpenski alkoholi), ketonsku ili su u obliku oksida (Karković, 2016.).

Najviša ukupna koncentracija terpena opet je izmjerena u kontrolnom uzorku, a iznosila je 490,19 µg/L i potvrđuje da bentonit utječe na smanjenje koncentracija određenih aromatskih spojeva. Dok je najmanja ukupna koncentracija terpena izmjerena u uzorku MAF100 (377,26 µg/L). Linalol koji je zadužen za citrusne, cvjetne i slatke mirise i arome u vinu izmjerena je u najvećoj koncentraciji u uzorku M K (120,05 µg/L), a u najmanjoj koncentraciji je izmjerena u uzorku MAF100 i iznosio je 87,29 µg/L. U najmanjoj koncentraciji u kontrolnom uzorku izmjerena je spoj *cis*-linalol oksid, fur. i iznosio je 0,17 µg/L, također zadužen za cvjetne arome u vinu, a isti spoj u najvećoj koncentraciji izmjerena je u uzorku M100 gdje se bentonit u mošt dodao u količini od 100 g/L.

**Tablica 4.5.** Koncentracija C13-norisoprenoida u vinima 'Malvazija istarska' (µg/L)

|                                | Mirisni<br>deskriptori | M K           | M100          | M50           | MAF100        | MAF50         |
|--------------------------------|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>C13-<br/>norisoprenoidi</b> |                        |               |               |               |               |               |
| β-Damaskenon                   | slatki, voćni,<br>med  | <b>9,76 a</b> | <b>9,34 a</b> | <b>9,08 a</b> | <b>9,93 a</b> | <b>9,13 a</b> |

U istraživanim uzorcima identificiran je β-Damaskenon. C13-norisoprenoid koji postiže najveće koncentracije u grožđu i vinu je β-Damaskenon te vinima daje slatke, voćne i arome meda. Mirisni prag detekcije za β-Damaskenon iznosi 0,05 µg/L, a koncentracija mu se kretala između 9,08 i 9,93 µg/L, što je značajno više od njegovog mirisnog praga detekcije. Najveća koncentracija β-Damaskenona izmjerena je u uzorku MAF100 i iznosila je 9,93 µg/L, a najmanja koncentracija za isti spoj izmjerena je kod uzorka M50, a iznosila je 9,08 µg/L.

**Tablica 4.6.** Koncentracija laktona u vinima 'Malvazija istarska' (µg/L)

|                     | Mirisni<br>deskriptori | M K             | M100            | M50             | MAF100          | MAF50           |
|---------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Laktoni</b>      |                        |                 |                 |                 |                 |                 |
| γ -Butirolakton     | kokos,<br>karamel      | 170,94 b        | 160,79 c        | 160,52 c        | 143,10 d        | 200,04 a        |
| γ -Dekalakton       | breskva,<br>voćni      | 0,94 a          | 0,69 c          | 0,78 b          | 0,65 d          | 0,68 c          |
| γ -Heksalakton      |                        | 3,04 a          | 2,73 c          | 2,66 d          | 2,88 b          | 2,50 e          |
| γ -Nonalakton       | kokos,<br>breskva      | 6,19 a          | 5,10 b          | 5,12 b          | 3,53 c          | 4,98 b          |
| γ -Oktalakton       |                        | 0,97 a          | 0,94 a          | 0,94 a          | 0,96 a          | 0,96 a          |
| γ -<br>Undekalakton | marelica,<br>breskva   | 6,53 a          | 5,44 c          | 5,47 c          | 4,79 d          | 5,68 b          |
| <b>Σ</b>            |                        | <b>198,35 b</b> | <b>185,01 c</b> | <b>184,55 c</b> | <b>165,82 d</b> | <b>223,96 a</b> |

Laktoni su ciklički esteri, odnosno organski spojevi koji nastaju izdvajanjem vode i ciklizacijom iz hidroksikarboksilnih kiselina te im je skupina –CO–O– sastavni dio prstena. Iz tablice 4.6. vidljivo je da je najveća ukupna koncentracija laktona bila u uzorku MAF50 (223,96 µg/L) iz razloga što je spoj γ -Butirolakton u spomenutom uzorku izmjeren u puno većoj koncentraciji nego u ostalim uzorcima, a njegova koncentracija je iznosila 200,04 µg/L, što je u prosjeku za 41,2025 µg/L više nego u ostalim uzorcima. Najmanja ukupna koncentracija laktona izmjerena je u uzorku MAF100 i iznosila je 165,82 µg/L, dok je najmanja koncentracija nekog spoja izmjerena u uzorku MAF100 i to za spoj γ -Dekalakton u iznosu od 0,65 µg/L. Iz tablice iznad vidljivo je da koncentracija određenih aromatskih spojeva ne mora nužno biti manja u uzorcima koji nisu tretirani bentonitom.

**Tablica 4.7.** Koncentracija estera u vinima 'Malvazija istarska' (µg/L)

|                    | Mirisni<br>deskriptori    | M K       | M100      | M50       | MAF100    | MAF50     |
|--------------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Esteri</b>      |                           |           |           |           |           |           |
| 2-Feniletil acetat | ruže, med                 | 15,53 a   | 9,82 b    | 9,57 b    | 9,91 b    | 9,63 b    |
| Dietil malat       | voćni                     | 161,17 a  | 55,86 c   | 73,68 b   | 54,65 c   | 72,45 b   |
| Etil butanoat      | ananas, jabuka            | 414,06 c  | 409,84 c  | 338,96 d  | 508,71 a  | 452,87 b  |
| Etil dekanat       | cvjetni                   | 591,06 a  | 421,76 c  | 438,19 b  | 314,80 e  | 329,86 d  |
| Etil furoat        | ljepilo, boja             | 18,55 a   | 12,58 b   | 12,74 b   | 10,89 c   | 12,08 b   |
| Etil heksanoat     | voćni, jabuka,<br>banana  | 1018,71 a | 884,37 c  | 984,88 b  | 980,82 b  | 984,82 b  |
| Etil oktanoat      | slatki, voćni,<br>cvjetni | 1684,81 a | 1379,71 b | 1373,69 b | 1004,09 d | 1115,63 c |

|                                 |                |                   |                   |                   |                   |                   |
|---------------------------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Etil-3-hidroksibutanoat         | voćni, karamel | 22,71 a           | 13,44 cd          | 12,46 d           | 15,12 c           | 19,36 b           |
| Etil-3-hidroksihekanoat         | guma           | 3,03 a            | 2,43 d            | 2,87 b            | 1,88 e            | 2,56 c            |
| Etil linoleat                   |                | 0,48 a            | 0,25 b            | 0,47 a            | 0,28 b            | 0,44 a            |
| Etil-2-metilbutanoat            | jabuka, jagoda | 0,76 a            | 0,36 d            | 0,70 b            | 0,28 e            | 0,53 c            |
| Heksil acetat                   | voćni, zeleni  | 150,91 a          | 95,02 b           | 92,17 b           | 60,78 d           | 76,33 c           |
| Izoamil acetat                  | banana         | 4320,66 a         | 2745,82 d         | 3116,45 c         | 3056,44 c         | 3898,07 b         |
| Izobutil acetat                 | jabuka, banana | 111,48 b          | 104,89 b          | 126,38 a          | 94,67 c           | 103,90 b          |
| Metil heksanoat                 |                | 0,84 b            | 0,66 c            | 0,79 b            | 1,19 a            | 0,85 b            |
| Metil ester geranijske kiseline |                | 4,30 a            | 3,88 c            | 3,85 c            | 4,05 b            | 3,91 c            |
| Etil hidrogen sukcinat          |                | 4006,27 a         | 3954,86 a         | 3603,19 c         | 3884,00 ab        | 3774,85 b         |
| Metil vanilat                   | vanilija       | 18,84 a           | 17,35 b           | 17,25 b           | 13,52 c           | 19,08 a           |
| <b>Σ</b>                        |                | <b>12544,14 a</b> | <b>10112,84 d</b> | <b>10208,25 c</b> | <b>10016,00 d</b> | <b>10877,18 b</b> |

Esteri su skupina organskih spojeva koji su općenito odgovorni za voćne mirise mladih vina. Grožđe sadrži vrlo male količine ovih spojeva. Najveća količina estera vina sintetizira se tijekom fermentacije, a manji dio estera formira se tijekom dozrijevanja i starenja vina. Stoga esteri ne samo da značajno pridonose senzornom profilu vina nakon fermentacije, već i onom tijekom dozrijevanja vina. Esteri su organski spojevi nastali reakcijama esterifikacije alkohola i kiselina. Hlapljivi esteri mogu nastati kiselom kataliziranom reakcijom ili složenim enzimskim reakcijama u stanicama kvasca. Prvo spomenute reakcije esterifikacije su sporije od enzimske esterifikacije, a brže protječu kod vina nižeg pH (Herjavec, 2019.).

Iz tablice 4.7. može se uočiti da je najveća ukupna koncentracija svi detektiranih estera izmjerena u kontrolnom uzorku (12544,14 µg/L), a najniža u uzorku MAF100 (10016,00 µg/L). Najveća koncentracija nekog spoja izmjerena je u kontrolnom uzorku za spoj izoamil acetat i iznosila je 4320,66 µg/L, dok je najniža koncentracija spomenutog spoja izmjerena u uzorku M100, a iznosila je 2745,82 µg/L. Za spoj metil heksanoat izmjerena je najmanja koncentracija i to opet u uzorku M100 (0,66 µg/L), a najveća koncentracija metil heksanoata je izmjerena u uzorku MAF100 i iznosila je 1,19 µg/L.

**Tablica 4.8.** Koncentracija masnih kiselina u vinima 'Malvazija istarska' (µg/L)

|                                  | Mirisni<br>deskriptori | M K               | M100              | M50               | MAF100           | MAF50             |
|----------------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| <b>Masne kiseline</b>            |                        |                   |                   |                   |                  |                   |
| 2-<br>Metilpropanska<br>kiselina |                        | 215,96 d          | 349,70 ab         | 346,19 b          | 272,07 c         | 370,05 a          |
| Butanska<br>kiselina             | maslačni               | 717,40 a          | 530,24 b          | 536,81 b          | 390,22 c         | 382,96 c          |
| Heptanska<br>kiselina            | slatki                 | 3,75 b            | 4,46 a            | 4,51 a            | 3,74 b           | 3,68 b            |
| Heksanska<br>kiselina            | maslačni,<br>uljni     | 3144,63 a         | 3032,89 b         | 3031,28 b         | 2398,84 c        | 3044,59 b         |
| Izovalerijska<br>kiselina        | masni                  | 2,74 c            | 3,14 a            | 2,72 c            | 2,95 b           | 3,14 a            |
| Oktanska<br>kiselina             | maslačni,<br>masni     | 4293,13 b         | 4327,39 a         | 3845,76 c         | 3478,40 d        | 4311,57 ab        |
| Nonanska<br>kiselina             | maslačni,<br>masni     | 7,95 a            | 7,87 a            | 7,88 a            | 8,42 a           | 8,10 a            |
| Dekanska<br>kiselina             | maslačni,<br>masni     | 2998,56 a         | 2886,92 b         | 2860,87 c         | 2454,76 d        | 2358,63 e         |
| <b>Σ</b>                         |                        | <b>11384,10 a</b> | <b>11142,59 b</b> | <b>10636,02 c</b> | <b>9009,39 e</b> | <b>10482,70 d</b> |

U masne kiseline C4 – C6 lanca spadaju maslačna (butanska), valerijanska (2-metilpropionska), kapronska (heksanska), kaprilna (oktanska) i kaprinska (dekanska) kiselina. Sintetiziraju ih kvasci, a koncentracija raste tijekom alkoholne fermentacije. C8 – C10 kiseline imaju izraženu fungicidnu aktivnost i mogu prouzročiti probleme u završnoj fazi fermentacije. Masne kiseline su toksične za kvasce i bakterije. Bez krutih čestica u moštu je manje kisika i dolazi do povišene koncentracije masnih kiselina u vinu. Ustanovljeno je kako masne kiseline jače inhibiraju kvasce nego bakterije malolaktične fermentacije (Herjavec, 2019.).

Iz tablice 4.8. vidljivo je kako je najveća ukupna koncentracija masnih kiselina izmjerena u kontrolnom uzorku, a iznosila je 11384,10 µg/L, dok je najmanja ukupna koncentracija masnih kiselina izmjerena u uzorku MAF100 i iznosila je 9009,39 µg/L. Najmanja koncentracija gotovo svih detektiranih masnih kiselina osim heptanske, izovalerijske i nonanske izmjerena je u uzorku MAF100. Masna kiselina kojoj je izmjerena najmanja koncentracije je izovalerijska, a izmjerena je u uzorku M50 i iznosila je 2,72 µg/L, dok je koncentracija iste masne kiseline u najvećoj koncentraciji izmjerena u uzorcima M100 i MAF50 i iznosila je 3,14 µg/L za oba uzorka. Najveća koncentracija je izmjerena za oktansku kiselinu u uzorku M100 (4327,39 µg/L), a najmanja koncentracija oktanske kiseline izmjerena je u uzorku MAF100 i iznosila je 3478,40 µg/L.

**Tablica 4.9.** Koncentracija ostalih spojeva u vinima 'Malvazija istarska' (µg/L)

|                       | Mirisni<br>deskriptori | M K            | M100           | M50            | MAF100         | MAF50          |
|-----------------------|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Ostali spojevi</b> |                        |                |                |                |                |                |
| 1,4-Butandiol         |                        | 9,85 b         | 9,54 c         | 9,07 e         | 9,34 d         | 10,12 a        |
| 4-Metil-2-penten-2-on |                        | 20,56 b        | 19,54 bc       | 18,33 c        | 22,57 a        | 18,47 c        |
| 2-Butoksi-etanol      |                        | 12,61 a        | 10,10 b        | 10,23 b        | 7,98 c         | 10,10 b        |
| 3-Etoksi-1-propanol   | prezrela<br>breskva    | 3,15 a         | 1,10 c         | 0,48 e         | 0,95 d         | 1,28 b         |
| 4-Metil-1-pentanol    |                        | 10,31 a        | 8,73 b         | 7,12 c         | 6,83 c         | 10,80 a        |
| Benzilalkohol         | prženo,<br>slatko      | 21,17 c        | 25,94 a        | 28,31 a        | 14,10 c        | 22,11 b        |
|                       |                        |                |                |                |                |                |
| <b>Σ</b>              |                        | <b>77,63 a</b> | <b>74,94 b</b> | <b>73,53 b</b> | <b>61,75 d</b> | <b>72,86 c</b> |

Iz tablice 4.9. vidljivo je da koncentracija ostalih spojeva koji su detektirani je najveća u kontrolnom uzorku i iznosila je 77,63 µg/L, dok je najmanja ukupna koncentracija ostalih spojeva izmjerena u uzorku MAF100, a iznosila je 61,75 µg/L. Za spoj 3-etoksi-1-propanol izmjerena je najmanja koncentracija u iznosu od 0,48 µg/L i to u uzorku M50, dok je najveća koncentracija navedenog spoja izmjerena u uzorku M K i iznosila je 3,15 µg/L. Najveća koncentracija izmjerena je za spoj benzilalkohol, koji vinu daje arome na prženo i slatko, u uzorku M50 i iznosila je 28,31 µg/L, a najmanja koncentracija benzilalkohola izmjerena je u uzorku MAF100 (14,10 µg/L).

## 4.2. Rezultati senzornog ocjenjivanja

**Tablica 4.10.** Rezultati senzornog ocjenjivanja

| <b>Uzorak</b> | <b>Rezultat</b> |
|---------------|-----------------|
| M K           | 85              |
| M100          | 82              |
| M50           | 83              |
| MAF100        | 80              |
| MAF50         | 80              |

Obradom podataka senzornog ocjenjivanja iz tablice 4.10. vidljivo je, kao što je i očekivano, da su ocjenjivači najbolju ocjenu dodijelili kontrolnom uzorku koji je proizveden bez primjene bentonita što potvrđuje tezu kako bentonit može negativno utjecati za senzorna svojstva vina. Međutim rezultati ocjenjivanja ukazali su na različitost utjecaja bentonita s obzirom na vrijeme njegove primjene pa su tako uzorci vina u kojima je bentonit primijenjen dodatkom u mošt ocijenjeni nešto bolje u usporedbi s uzorcima gdje je bentonit dodan u fazi alkoholne fermentacije.

## 5. Zaključak

Na osnovi provedenog istraživanja kojemu je cilj bio utvrditi utjecaj koncentracije i termina aplikacije bentonita na aromatski profil i senzorna svojstva vina 'Malvazija istarska' može se zaključiti kako su kod uzoraka M100 i MAF100 izmjerene najmanje koncentracije određenih skupina aromatskih spojeva, što nam govori kako termin aplikacije bentonita nije toliko odgovoran za smanjenje koncentracije određenih skupina aromatskih spojeva koliko njegova količina. Međutim najmanja koncentracija kod većine spojeva izmjerena je u uzorku MAF100, što nam potvrđuje kako i termin aplikacije bentonita isto ima određenu ulogu na koncentraciju aromatskih spojeva. U kontrolnom uzorku je koncentracija gotovo svih aromatskih spojeva bila najveća, osim koncentracije laktona, što također potvrđuje već spomenutu tezu.

Senzorno najbolje je ocijenjen kontrolni uzorak, nakon njega uzorak M50 pa M100 te na kraju uzorci MAF100 i MAF50 sa jednakom ocjenom. Nakon provedenog senzornog ocjenjivanja da se zaključiti kako bentonit utječe i na senzorna svojstva vina i na njegovu kvalitetu, što dokazuje i činjenica da je kontrolni uzorak, gdje nije bilo aplikacije bentonitom, dobio najveću ocjenu pa nakon njega uzorak gdje je bentonit dodan u mošt u količini od 50 g/L.

Bentonit je neizostavno sredstvo u proizvodnji bijelih vina radi postizanja proteinske stabilnosti, međutim nakon provedenog istraživanja vidimo da on ima utjecaj na smanjenje same kvalitete vina. Potrebno je pronalaziti i istraživati razne alternative bentonitu kako bi se pronašlo sredstvo koje će imati manji utjecaj na aromatski profil i senzorna svojstva od bentonita.

Mišljenja sam kako bi se ovakva i slična istraživanja trebala provoditi što više na određenim autohtonim sortama Republike Hrvatske, ali i ostalim internacionalnim sortama koje su bitne za Republiku Hrvatsku, a pogotovo na 'Malvaziji istarskoj' koja je jedna od najvažnijih hrvatskih autohtonih sorti.

## 6. Popis literature

1. 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*
2. Black C. A., Parker, M., Siebert, T. E., Capone, D. L., Francis, I. L. (2015) Terpenoides and their role in wine flavour: recent advances. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 21 (1), 582-600
3. Blažević M. (2016.) Određivanje hlapivih komponenti pjenušavih, predikatnih i fortificiranih vina plinskom kromatografijom. Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb
4. Božac D. (2016.) Polifenolni sastav vina Malvazija istarska ovisan o vrsti drveta barrique bačve. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb
5. Demming – Adams B., Adams W. W. (1996) The role of xanthophyll cycle carotenoids in the protection of photosynthesis. *Trends in Plant science*, 1(1), 21-26
6. Ewart A.J.W., Phipps G.J., Hand P.G. (1980.) Bentonite additions to wine: before, during o rafter fermentation. *Aust. Grapegrower and winemaker*
7. Francis, I. L., Newton, J. L. (2005) Determining wine aroma from compositional data. *Aust. J. Grape Wine Res.* 11, 114–126. doi: 10.1111/j.1755-0238.2005.tb00283.x
8. Herjavec S. (2019.) *Vinarstvo*. Nakladni Zavod Globus, Zagreb
9. Horvat I. (2020.) Utjecaj bistrenja bentonitom tijekom alkoholne fermentacije na proteinsku stabilnost, arome, fenole i senzorsku kvalitetu vina „Malvazija istarska“. Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb
10. Karković J. (2016.) Utjecaj soja kvasca na aromatski profil vina 'Sauvignon bijeli'. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb
11. Kosteridis Y., Baumes R. (2000). Identification of impact odorants in Bordeaux red grape juice, in the commercial yeast used for its fermentation, and in the produced wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (2), 400-406
12. Lubbers, S., Charpentier, C., Feuillat, M. (1996) Study of the binding of aroma compounds by bentonite in must, wine and model systems. *Vitis* 35, 59-62. doi: 10.5073/vitis.1996.35.59-62
13. Lukić, I., Plavša, T., Sladonja, B., Peršurić, Đ. (2008) Aroma compounds as markes of wine quality in the case of Malvazija istarska young wine. *J. Food Qual.* 31, 717-735. doi: 10.1111/j.1745-4557.2008.00230.x
14. 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
15. Newman J.D., Chappell J. (1999) Isoprenoid biosynthesis in plants: carbon partitioning within the cytoplasmic pathway. *Critical reviews in biochemistry and molecular biology*, 34(2), 95-106
16. [O nama | Kalavojna](#) – pristupljeno 8.5.2022.
17. Lambri M., Dordoni R., Silva A., De Faveri D.M. (2010.) Effect of bentonite fining on odor-active compounds in two different white wine styles. *American Journal of Enology and Viticulture*
18. Lambri, M., Dordoni, R., Silva, A., De Faveri, D. M. (2013) Odor-active compound adsorption onto bentonite in a model white wine solution. *Chem. Eng. Trans.* 32, 1741-1746. doi: 10.3303/ACOS1311021
19. Lambri M., Colangelo D., Dordoni R., Torchio F., De Faveri D.M. (2016.) Innovations in the use of bentonite in oenology: Interactions with grape and wine proteins, colloids, polyphenols and aroma compounds.
20. Pavić K. (2018.) Utjecaj anorganskih bistrila na aromatski profil vina sorte 'Sauvignon bijeli'. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb



21. Plavša T., Palman I. (2011.) Suspenzija bentonit-voda: Utjecaj na proteinsku stabilnost vina „Malvazija istarska“. *Poljoprivreda*, 17:2011 (2) 8-12
22. Radeka M. (2021.) Primjena bentonita u proizvodnji vina „Malvazija istarska“. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb
23. Radeka S., Herjavec S., Peršurić Đ., Lukić I., Sladonja B. (2008.) Effect of different maceration treatments on free and bound aroma compounds in wine of *Vitis vinifera* L. cv. Malvazija istarska bijela. Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
24. Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donèche, B., Lonvaud, A. (2006.a) *Handbook of Enology, Volume 1: The Microbiology of Wine and Vinifications*, 2. izd., John Wiley & Sons, Chichester.
25. Ribéreau-Gayon P., Dubordieu D., Doneche B., Lonvaud A. (2000.) *Handbook of Enology, volume 1*, John Wiley & Sons, New York
26. Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., Dubourdieu, D. (2006.b) *Handbook of Enology, Volume 2: The Chemistry of Wine, Stabilization and Treatments*, 2. izd., John Wiley & Sons, Chichester.
27. Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A. & Dubordieu D. (2000.) *Handbook of Enology, The Chemistry of Wine and Stabilisation and Treatments*, vol 2 John Wiley & Sons Ltd.
28. 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 in influence aroma compound headspace partitioning. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (21), 10313-10322
29. 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
30. Sanborn, M., Edwards, C. G., Ross, C. F. (2010.) Impact of fining on chemical and sensory properties of Washington state chardonnay and gewürztraminer wines. *Am. J. Enol. Vitic.* 61, 31-41.
31. Staver M., Damijanić K., Jerman T. (2013.) Ocjena senzornih karakteristika vina „Malvazija istarska“. *Zbornik Veleučilišta u Rijeci*, Vol. 1(2013.), No. 1, pp.337-350, Rijeka
32. [Sve o Riedel čaši za malvaziju saznaj u razgovoru uživo \(andreapancur.com\)](#) – pristupljeno 27.4.2022.
33. Swiegers J. H. (2005.) Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavour. *Australian Journal of grape and wine research*, 11(2), 139-173
34. [Vina Croatia - vinacroatia.hr](#) – pristupljeno 28.4.2022.

## Životopis

Jakov Indić rođen u Zagrebu, 6.10.1995. godine nakon završene Osnovne škole Julija Kempfa u Požegi 2010. godine upisuje i 2014. godine završava Katoličku gimnaziju u Požegi. Cijeli svoj život je sportski aktivan, trenirajući gimnastiku, nogomet, košarku, rukomet, borilačke sportove, fitness. Za vrijeme pohađanja osnovne škole paralelno pohađa i završava šest razreda Osnovne glazbene škole u Požegi gdje je naučio svirati gitaru, a kasnije samostalno i bubnjeve. Nakon završene srednje škole školovanje nastavlja na Veleučilištu u Požegi, smjer vinogradarstvo-vinarstvo-voćarstvo te 2019. godine stječe akademski naziv stručni prvostupnik vinogradarstva-vinarstva-voćarstva, odnosno bacc.ing.agr te biva nagrađen od strane Veleučilišta u Požegi kao student sa najboljim prosjekom ocjena na smjeru vinogradarstvo-vinarstvo-voćarstvo. Za vrijeme studiranja na Veleučilištu u Požegi u sklopu Erasmus+ projekta boravi dva mjeseca u Francuskoj, točnije u mjestu Avize, regija Champagne, gdje obavlja stručnu praksu u vinariji Union Champagne. Još za vrijeme osnovne i srednje škole pa i fakulteta radi i pripomaže u obiteljskoj Vinariji Bartolović gdje se upoznaje sa svim postupcima tehnologije proizvodnje vina kako u vinogradu tako i u podrumu. Sa svojim ujakom Krunoslavom Bartolovićem, vlasnikom Vinarije Bartolović, za vrijeme studiranja na Veleučilištu u Požegi odlazi na jednomjesečno putovanje po Europi gdje prošavši osamnaest država i raznorazne hotele, vinoteke, restorane, wine barove i distributere se susreće i upoznaje sa degustacijama i prezentacijama vina. Tijekom Erasmus i svih putovanja uspješno se koristi engleskim jezikom kojega bez problema razumije, čita i piše. 2019. godine kao student Veleučilišta u Požegi odlazi u Luxembourg, točnije u Schengen, gdje sudjeluje na natjecanju studenata vinskih škola članica Europske mreže vinskih škola predstavljajući Veleučilište u Požegi i Republiku Hrvatsku. Nakon završenog Veleučilišta u Požegi upisuje se na diplomski studij Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu smjer vinogradarstvo i vinarstvo. Za vrijeme studiranja na Agronomskom fakultetu u Zagrebu počinje raditi u firmi Vivat, koja je jedan od najvećih uvoznika i distributera vina u Hrvatskoj, točnije u njihovoj vinoteci u Martićevoj ulici u Zagrebu. Radeći u vinoteci Vivat ima priliku prisustvovati velikom broju vinskih sajmova, degustacija i prezentacija te također degustirati i upoznati se sa širokom paletom vina iz cijeloga svijeta.