

Utjecaj godine berbe na tvari boje i arome vina Debit

Bračić, Ana

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:109:847785>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](#)/[Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-10**

REPOZITORIJ

PTF

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK**

Ana Bračić

**UTJECAJ GODINE BERBE NA TVARI BOJE I AROME
VINA DEBIT**

DIPLOMSKI RAD

Osijek, studeni, 2024.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DIPLOMSKI RAD

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
Sveučilišni diplomski studij Prehrambeno inženjerstvo

Zavod za prehrambene tehnologije
Katedra za prehrambeno inženjerstvo
Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska

Znanstveno područje: **Biotehničke znanosti**
Znanstveno polje: **Prehrambena tehnologija**
Tema rada **prihvaćena je na X. sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek održanoj 24. srpnja 2024.**
Mentor: **dr. sc. Ivana Ivić**
Pomoć pri izradi: **prof. dr. sc. Anita Pichler**

UTJECAJ GODINE BERBE NA TVARI BOJE I AROME VINA DEBIT Ana Bračić, 0113146170

Sažetak: Različiti čimbenici utječu na boju i aromu bijelih vina, a oni podrazumijevaju uvjete u vinogradu (klimatski uvjeti, tlo, vinogradarski postupci), zatim način provedbe vinifikacijskih procesa te uvjete tijekom skladištenja i odležavanja vina. Proizvodnja bijelih vina podrazumijeva vrenje mošta, odnosno soka grožđa bez peteljki i kožica. Debit je bijela sorta grožđa koja daje zlatno žuta, blago kisela i uravnotežena vina. Uzgaja se duž sjeverne i srednje Dalmacije, osobito u okolici Skradina i ostatku šibenskog zaleđa. Zadatak ovog rada je bio ispitati utjecaj godine berbe na boju (polifenole) i aromu vina Debit. U tu svrhu, uzeti su uzorci vina Debit dobiveni od grožđa iz 2022. i 2023. godine berbe. Uvjeti proizvodnje oba vina su bili isti: fermentacija s istim tipom kvasca te uz iste uvjete što se tiče temperature, fermentacijske posude, sumporenja te kasnije odležavanja. U navedenim uzorcima vina odredio se udio ukupnih polifenola i aromatski profil vina. Udio ukupnih polifenola i antioksidacijska aktivnost odredili su se upotrebom spektrofotometra, a određivanje kvantitativnog udjela aromatičnih sastojaka provelo se primjenom instrumentalne plinske kromatografije i mikroekstrakcije na čvrstoj fazi (SPME). Rezultati su pokazali da su razlike u klimatskim uvjetima tijekom 2022. i 2023. godine utjecale na osnovni kemijski sastav, polifenolni i aromatski profil analiziranog vina, čak i male razlike u temperaturi i količini oborina doprinose razlikama između dva vina iste sorte proizvedena istim vinifikacijskim postupcima.

Ključne riječi: Debit, godina berbe, polifenoli, antioksidacijska aktivnost, aromatski profil

Rad sadrži: 45 stranica
9 slika
6 tablica
0 priloga
32 literaturnih referenci

Jezik izvornika: hrvatski

Sastav Povjerenstva za ocjenu i obranu diplomskog rada i diplomskog ispita:

- | | |
|--|---------------|
| 1. prof. dr. sc. <i>Anita Pichler</i> | predsjednik |
| 2. dr. sc. <i>Ivana Ivić</i> | član-mentor |
| 3. prof. dr. sc. <i>Mirela Kopjar</i> | član |
| 4. prof. dr. sc. <i>Nela Nedić Tiban</i> | zamjena člana |

Datum obrane: 25. studeni 2024.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku, pohranjen u Knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Franje Kuhača 18, Osijek.

BASIC DOCUMENTATION CARD

GRADUATE THESIS

University Josip Juraj Strossmayer in Osijek
Faculty of Food Technology Osijek
University Graduate Study Food Engineering

Department of Food Technologies
Subdepartment of Food Engineering
Franje Kuhača 18, HR-31000 Osijek, Croatia

Scientific area: **Biotechnical sciences**

Scientific field: **Food technology**

Thesis subject **was approved by the Faculty Council of the Faculty of Food Technology at its session no. X. held on July 24, 2024.**

Mentor: **Ivana Ivić, PhD**

Technical assistance: **Anita Pichler, PhD, prof.**

THE INFLUENCE OF THE YEAR OF HARVEST ON THE COLOR AND AROMA COMPOUNDS OF DEBIT WINE Ana Bračić, 0113146170

Summary: Various factors affect the color and aroma of white wines, and they include the conditions in the vineyard (climatic conditions, soil, viticultural practices), then the vinification processes procedures and the conditions during the wine storage and aging. The production of white wines implies the fermentation of must, i.e. grape juice without stems and skins. Debit is a white grape variety that produces golden yellow, slightly acidic and balanced wines. It is grown along northern and central Dalmatia, especially near Skradin and the rest of Šibenik's hinterland. The aim of this study was to examine the influence of the year of harvest on the color (polyphenols) and aroma of Debit wine. For this purpose, samples of Debit wine obtained from grapes from the 2022 and 2023 harvest years were taken. The production conditions for both wines were the same: fermentation with the same type of yeast and under the same conditions as regards temperature, fermentation vessel, sulfurization and later aging. The polyphenolic composition and aromatic profile of the wine were determined in the mentioned wine samples. Polyphenolic composition and antioxidant activity were determined using a spectrophotometer, and the determination of the quantitative share of aromatic compounds was carried out using instrumental gas chromatography and solid-phase microextraction (SPME). The results showed that differences in climatic conditions during 2022 and 2023 influenced the basic chemical composition, polyphenolic and aromatic profile of the analyzed wine, even small differences in temperature and amount of precipitation contribute to differences in two wines of the same variety produced by the same vinification procedures.

Keywords: Debit, harvest year, polyphenols, antioxidant activity, aromatic profile

Thesis contains: 45 pages
9 figures
6 tables
0 supplements
32 references

Original in: Croatian

Defense committee:

- | | |
|--|--------------|
| 1. <i>Anita Pichler, PhD, prof.</i> | chair person |
| 2. <i>Ivana Ivić, PhD</i> | supervisor |
| 3. <i>Mirela Kopjar, PhD, prof.</i> | member |
| 4. <i>Nela Nedić Tiban, PhD, prof.</i> | stand-in |

Defense date: November 25, 2024

The paper is in printed and electronic (pdf format), stored in the Library of the Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 18, Osijek.

DIPLOMSKI RAD JAVNO JE OBRANJEN DANA

25. 11. 2024.

TE OCIJENJEN USPJEHOM

izvrstan (5)

Pred Povjerenstvom za obranu diplomskog rada:

1. prof. dr. sc. Anita Pichler

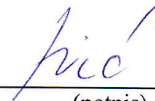
predsjednik



(potpis)

2. dr. sc. Ivana Ivić

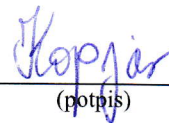
član



(potpis)

3. prof. dr. sc. Mirela Kopjar

član



(potpis)

Zahvaljujem svojoj mentorici dr. sc. Ivani Ivić na svakom danom savjetu, uloženom trudu, vremenu i riječima ohrabrenja tijekom izrade ovog rada. Također veliko hvala i prof. dr. sc. Aniti Pichler koja je svojim angažmanom i organizacijom uvelike doprinijela izradi istog.

Hvala svim mojim prijateljima i kolegama koji su učinili studiranje ne tako stresnim i uljepšali mi ovaj period života.

I za kraj, najveće hvala dugujem obitelji, mojoj baki, mom bratu i mojim roditeljima koji su mi omogućili ovo školovanje, bili uz mene i bodrili me u svakom trenutku. Hvala za svu podršku, požrtvornost i ljubav koju ste mi pružili, ovaj uspjeh pripada svima nama!

„Veni, vidi, vici“

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1. Grožđe	4
2.1.1. Sorte grožđa za proizvodnju vina	4
2.1.2. Debit	5
2.2. Utjecaj klimatskih uvjeta na uzgoj vinove loze	5
2.2.1. Temperatura	6
2.2.2. Vlaga	7
2.2.3. Svjetlost	7
2.2.4. Tlo	7
2.3. Vino	8
2.3.1. Definicija i podjela vina	8
2.3.2. Proizvodnja bijelih vina	9
2.4. Kemijski sastav vina	12
2.4.1. Alkoholi	12
2.4.2. Kiseline	13
2.4.3. Ugljikohidrati	13
2.4.4. Aldehidi i ketoni	14
2.4.5. Esteri	14
2.4.6. Terpeni	15
2.4.7. Tvari arome	15
2.4.8. Fenolni spojevi	15
2.4.9. Mineralne tvari (pepeo)	15
2.5. Kromatografske metode	16
2.5.1. Plinska kromatografija	16
2.5.2. Mikroekstrakcija na čvrstoj fazi	17
3. EKSPERIMENTALNI DIO	18

3.1. Zadatak.....	19
3.2. Materijali.....	19
3.3. Metode	20
3.3.1. Aromatski profil	20
3.3.2. Ukupni polifenoli.....	22
3.3.3. Ukupni flavonoidi.....	23
3.3.4. Antioksidacijska aktivnost.....	23
3.3.5. Kemijski sastav	24
3.3.6. Senzorska i deskriptivna analiza vina	27
4. REZULTATI	28
5. RASPRAVA.....	36
6. ZAKLJUČCI	41
7. LITERATURA	43

1. UVOD

Vino prema Zakonu o vinu (NN 32/19) predstavlja poljoprivredni prehrambeni proizvod koji se dobiva djelomičnom ili potpunom fermentacijom masulja ili mošta od svježeg i za preradu u vino pogodnog grožđa. Grožđe korišteno kao sirovina za proizvodnju vina i ostalih prehrambenih proizvoda pripada porodici *Ampelideae*, roda *Vitis Vinifera*, a glavni dijelovi grozda su bobica i peteljka, dok bobicu čine kožica, sjemenka i meso (Moreno i Peinado, 2012).

Na kvalitetu vina utječu brojni čimbenici kao što su sorta vinove loze, klimatski uvjeti tijekom vegetacije, tehnološka zrelost grožđa, urod, sadržaj kiselina i šećera u moštu, kvasci koji se koriste za fermentaciju, temperatura tijekom fermentacije i skladištenja, hlapive i nehlapive komponente koje vino sadrži te njihove međusobne interakcije i brojni drugi. Najvažnije senzorske karakteristike vina su boja i aroma te je od velike važnosti očuvanje prirodno prisutnih pigmenata i aromatskih spojeva. Procesom proizvodnje dolazi do različitih mikrobioloških, kemijskih, fizikalnih i drugih promjena koje utječu na aromu vina i stabilnost boje (Varoquaux i Wiley, 2017).

Vinova loza vrlo je osjetljiva na klimatske promjene koje mogu dovesti do ozbiljnih posljedica, obzirom da utječu na održivost uzgoja ove kulture. Visoke temperature i nedostatak vode jedni su od najvećih problema koji utječu na polifenolni aromatski profil vina, dolazi do ranijeg zrenja grožđa, promjena u kemijskom sastavu i smanjenja prinosa. Sunčevo zračenje, količina oborina, temperatura i vlažnost zraka parametri su koji direktno utječu na rast, proizvodnju i kvalitetu konačnog proizvoda (Prša, 2022).

Debit je autohtona sorta bijelog grožđa vrlo visokog prinosa i stabilne rodnosti, ali je nerijetko zanemarena. Danas se najčešće uzgaja na području Sjeverne Dalmacije i Dalmatinske zagore. Vina ove sorte zlatno su žute boje, blagog okusa i mirisa te nižeg sadržaja kiselina (Andabaka, 2020).

Zadatak ovog rada je ispitati utjecaj godine berbe na tvari boje i arome vina sorte Debit, te su u tu svrhu analizirana vina iz 2022. i 2023. godine berbe.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Grožđe

2.1.1. Sorte grožđa za proizvodnju vina

Grožđe predstavlja plod vinove loze, koji se najčešće upotrebljava za proizvodnju vina. Kada grožđe dostigne tehnološku zrelost i postane prikladno za preradu u vino, provodi se berba grožđa. Preradom grožđa prvo nastaje masulj, a potom mošt. Masulj nastaje postupkom muljanja i runjanja, a predstavlja mješavinu mošta, kožice, sjemenke i peteljkovine. Daljnjom preradom masulja, prešanjem i filtracijom, dobiva se mošt čiji su glavni sastojci voda kao najzastupljenija, zatim šećeri, kiseline, alkoholi, mineralne tvari, tvari arome, polifenoli i drugi (Zoričić, 2003).

Alkoholnom fermentacijom mošta, koja se provodi pomoću vinskih kvasaca, šećeri se prevode u etanol i različite sekundarne spojeve te se dobiva vino. Kvaliteta vina prvenstveno ovisi o kvaliteti grožđa. Dio sastojaka grožđa može se naći i u vinu, dok se većina mijenja tijekom i nakon alkoholne fermentacije što daje vinu njegove prepoznatljive karakteristike (Blesić i sur., 2013).

Na proizvodnju kvalitetnog grožđa za preradu u vino utječe mnogo faktora te je prinos grožđa i njegova kvaliteta najčešće u obrnutom odnosu. Grožđe visoke kvalitete za preradu u vino uglavnom je niskog prinosa. Svi sastojci grožđa mogu imati utjecaj na kvalitetu vina, a za određivanje zrelosti grožđa i vremena berbe, prvenstveno se prati sadržaj kiselina i šećera u njemu. Kraj uspješnog vinogradarskog ciklusa i početak procesa proizvodnje vina predstavlja berba zdravog i tehnološki zrelog grožđa (Blesić i sur., 2013).

Klasifikacija sorti vinove loze provodi se prema različitim čimbenicima, npr. prema geografskom podrijetlu, vinova loza se dijeli na zapadno Europske sorte, sorte iz crnomorskog bazena, sorte iz Azije i istočnih zemalja. Prema morfološkim obilježjima klasifikacija se vrši na temelju boje, oblika i veličine bobica, obliku lista i grozda. Fiziološka obilježja ovise o vremenu dozrijevanja vinove loze, pa tako postoje vrlo rane, rane, srednje kasne, kasne i vrlo kasne sorte. Osim navedenog sorte se klasificiraju i prema gospodarskim obilježjima, pa tako prema namjeni postoje vinske sorte, stolne sorte, sorte za sušenje i sorte za ostale namjene koje se koriste za proizvodnju vinskih destilata ili sokova. Vinske sorte mogu biti visoko kvalitetne koje se koriste za proizvodnju vrhunskih vina, kvalitetne sorte koje služe za proizvodnju kvalitetnih vina na izuzetnim položajima i sorte niske kakvoće koje se koriste u proizvodnji

stolnih vina. Vinske sorte se još mogu podijeliti i na preporučene, dopuštene i privremeno dopuštene sorte.

U najvažnije bijele vinske sorte Kontinentalne Hrvatske ubrajamo Graševinu bijelu, Rizling Rajski bijeli, Chardonnay bijeli, Traminac mirisavi i Traminac crveni, Pinot bijeli i Pinot sivi, Sauvignon bijeli i Plamenku bijelu. Najvažnije sorte koje se koriste u proizvodnji crnih vina Kontinentalne Hrvatske su Frankovka crna, Cabernet Sauvignon crni, Portugizac crni, Pinot crni, Zweigelt i Merlot crni.

Za proizvodnju bijelih vina Primorske Hrvatske najvažnije sorte su Malvazija Istarska bijela, Pošip bijeli, Grk bijeli, Maraština bijela, Žilavka bijela, Kujundūša bijela i Žlahtina bijela. Dok su najistaknutije sorte za proizvodnju crnih vina Primorske Hrvatske Plavac mali, Babić crni, Merlot crni, Teran crni, Cabernet Sauvignon crni, Plavina crna i Crljenak.

2.1.2. Debit

Debit je autohtona sorta Sjeverne Dalmacije i Dalmatinske zagore čije ime upućuje na talijansko podrijetlo, a u prošlosti se još nazivala i puljižanac bijeli i čarapar. Vegetacija ove sorte kreće kasno pa posljedično kasnije i dozrijeva. Rodnost joj je vrlo stabilna, prinos iznimno visok dok kakvoća može varirati. Na dobrim južnim položajima može imati i do 19 °Brix sladora dok su kiseline uobičajeno nižeg sadržaja (4-6 g/L). Postojala su dva klona ove sorte, zeleni koji je bio višeg roda i nižeg sadržaja šećera i pirgavac ili pirgaš, znatno popularniji i kvalitetniji tip. Ime je dobio po karakterističnim smeđim pjegama koje se razvijaju na kožici u fazi tehnološke zrelosti (Andabaka, 2020.).

Danas se Debit najviše uzgaja na području Sjeverne Dalmacije i Dalmatinske zagore, a najznačajnije površine upravo su na Drniškim i Prominskim vinogorjima gdje ova sorta slovi za glavnu bijelu sortu u proizvodnji. Ukupna površina na kojoj se uzgaja iznosi 415,93 ha zbog čega je deseta najzastupljenija sorta u Republici Hrvatskoj (Andabaka i sur., 2016.).

2.2. Utjecaj klimatskih uvjeta na uzgoj vinove loze

Obzirom da je vinova loza višegodišnja kultura, potrebno je voditi računa o okolišnim uvjetima prilikom odabira lokacije. Osim svojstva i nagiba tla, kako bi vinogradarstvo bilo što uspješnije,

potrebno je dobro poznavati sredinu i zahtjeve vinove loze u pogledu klimatskih uvjeta (Blesić i sur., 2013).

Nepovoljna klima može loše utjecati na uzgoj vinove loze, može doći do štete zbog jakih udara vjetra, visokih ili niskih temperatura, koje dovode do neisplativosti uzgoja. Klima daje osnove za izbor sorata vinove loze i ima važan utjecaj na kvalitetu grožđa i konačnog proizvoda. Stoga je prije podizanja vinograda važno istražiti sve klimatske čimbenike kako bi proizvodnja bila isplativa. Glavni klimatski čimbenici su svjetlost, toplina, vjetar i vlaga, koji zajedno uz tlo i položaj vinograda čine glavne elemente njegovog terroira (Mirošević i Kontić, 2008).

2.2.1. Temperatura

Vinova loza zahtijeva različite temperature ovisno o periodu vegetacije te su za vinogradarstvo najvažnije ukupne i prosječne godišnje temperature i temperature koje vladaju za vrijeme vegetacije. Biološka nula naziv je za temperaturu od 10 °C prilikom koje biljka miruje, za kretanje vinove loze i otvaranje pupoljaka potrebne su srednje temperature od 10 do 20 °C. Kada temperature narastu do 25 do 30 °C dolazi do intenzivnog rasta, dok prosječne dnevne temperature od 15 °C ometaju cvjetanje i oplodnju vinove loze. Temperature imaju direktan utjecaj na disanje vinove loze i proces fotosinteze. Niži sadržaj šećera i visok sadržaj kiselina karakterističan je za grožđe uzgajano u hladnijem vinogradarskom području, za razliku od onog uzgojenog u toplijim područjima (Blesić i sur., 2013; Keller, 2023).

Previsoke temperature tijekom vegetacije dovode do oštećenja, usporavanja ili potpunog prestanka razvoja vinove loze. Takve teškoće smatra se da nastupaju pri temperaturama višim od 38 °C. Osim na visoke, vinova loza može biti osjetljiva i na niske temperature. Mraz može uvelike oštetiti lozu, ali se njena otpornost povećava ukoliko je njena životna aktivnost manja, primjerice zimi kada su niske temperature konstantne. Obzirom da je vinova loza osjetljiva na kasne proljetne mrazove i na rane jesenje mrazove, od velike je važnosti poznavati intenzitet, učestalost i najčešći periodi pojave mrazova prije podizanja vinograda. Vinova loza je najosjetljivija u početnim fazama razvoja, te je prilikom podizanja vinograda potrebno zaštititi trsove dok su još mladi (Blesić i sur., 2013).

2.2.2. Vlaga

Količina vlage u tlu direktno utječe na bujnost vinove loze, ona svoje potrebe za vodom zadovoljava putem korijena, a nedostatak vlage može dovesti do slabljenja trsa. Osim vode koju crpi iz tla, vlagu čine sve vrste oborina kao što su: kiša, rosa, snijeg, ali i relativna vlažnost zraka. Ukoliko je relativna vlažnost zraka viša od 80% lišće postaje osjetljivo na napade gljivičnih bolesti, dok niska relativna vlažnost može dovesti do pojačanog isparavanja vode preko lista i time uzrokovati niz poremećaja. Optimalna relativna vlažnost iznosi 70 – 80%. Najmanje potrebe za vodom ima za vrijeme cvatnje, oplodnje i u vrijeme dozrijevanja, a najviše joj vode treba na početku vegetacije i u vrijeme razvoja bobice. Optimalna količina oborina koja zadovoljava godišnje potrebe vinove loze iznosi 600 – 800 mm (Mirás-Avalos i Araujo, 2021).

2.2.3. Svjetlost

Vinova loza traži intenzivno osvjetljenje i velik broj vedrih i sunčanih dana. Koristi se izravnim sunčevim svjetlom koje predstavlja važan čimbenik u procesu fotosinteze. Svjetlost koja dopire do vinove loze ovisi o brojnim faktorima kao što su blizina vodenih površina, nadmorska visina, nagib terena i drugi. Kako bi uzgoj tijekom vegetacije bio uspješan, potrebno je 150 – 170 vedrih i mješovitih dana te 1500 do 2500 sunčanih sati. Dovoljne količine svjetla bitne su za sve faze razvoja vinove loze (Blesić i sur., 2013).

2.2.4. Tlo

Tlo može biti odgovorno za kakvoću i specifičnost vina određenog područja, ali obzirom da su vinogradi rasprostranjeni na vrlo različitim tipovima tla ono ne predstavlja ograničavajući čimbenik za proizvodnju grožđa. Plodna, duboka i vlažna tla pridonose rodnosti i bujnosti vinove loze, ali je kvaliteta niska. Bolja kakvoća vinove loze dobiva se na škrtijim, lakšim i kamenitim tlima. Lakša tla su propusnija, većeg kapaciteta za zrak, a samim time su i mikrobiološki aktivnija što omogućava korijenu bolji prodor u tlo i dopiranje do hranjivih tvari (Wang, Sun i Chang, 2015).

2.3. Vino

2.3.1. Definicija i podjela vina

Vino se proizvodi alkoholnom fermentacijom masulja ili mošta od svježeg i za preradu u vino pogodnog grožđa. Grožđe koje se smatra pogodnim za proizvodnju vina mora biti zdrav, prosušen, zreo, prezreo ili prirodno smrznut plod vinove loze. Vino je kompleksno alkoholno piće čiji su glavni sastojci voda, etanol, šećeri, kiseline, aromatične tvari, mineralne tvari, viši alkoholi i bioaktivne komponente (Ivić i sur., 2021).

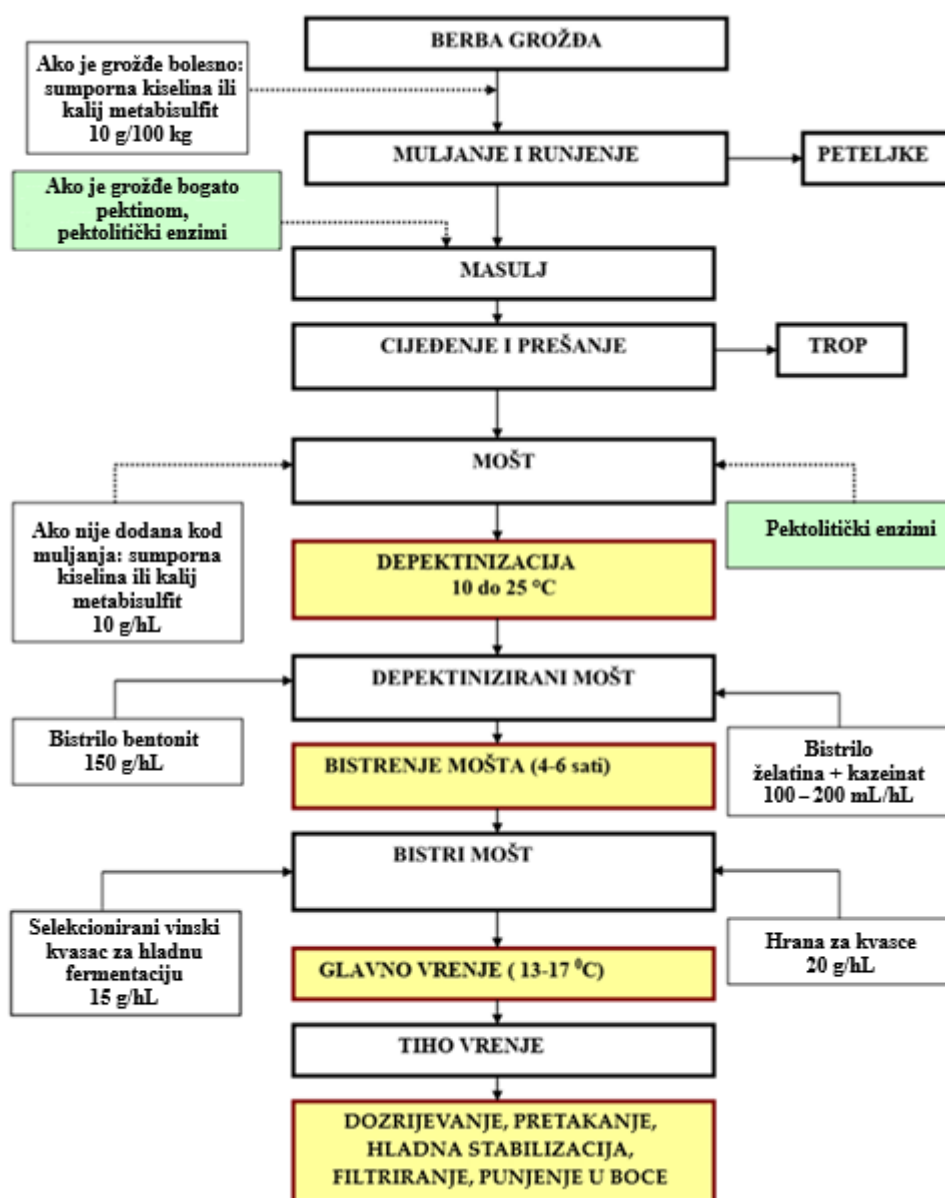
Količinski najzastupljeniji alkohol u vinu je etanol koji se proizvodi tijekom alkoholne fermentacije i ima značajan utjecaj na organoleptička svojstva konačnog proizvoda (Muñoz-González i sur., 2019). Na percepciju vina od strane potrošača najveći utjecaj imaju boja i aroma, stoga je od iznimne važnosti očuvanje aromatskih spojeva i prirodno prisutnih pigmenta u konačnom proizvodu. Za miris vina odgovorni su hlapivi aromatski spojevi koji se mogu izgubiti tijekom proizvodnje, ili različitim kemijskim reakcijama dolazi do pretvorbe ili nastanka novih aromatskih spojeva koji nisu bili prirodno prisutni u grožđu, odnosno moštu (Gonçalves i sur., 2018).

Fenolni spojevi su glavne bioaktivne komponente vina koje su odgovorne za boju vina, imaju antioksidacijska svojstva, sudjeluju u prevenciji različitih bolesti te tako povoljno utječu na zdravlje ljudi (Giovinazzo, Carluccio i Grieco, 2019).

Prema Zakonu o vinu (NN 32/19) razlikujemo vina u užem smislu riječi u koja ubrajamo mirna vina, pjenušava vina, biser vina i gazirana vina te specijalna vina koje čine desertna, aromatizirana i likerska vina. Po sadržaju neprevrelog šećera mirna vina se dijele na suha, polusuha, poluslatka, i slatka, dok pjenušava, biser i gazirana vina mogu biti vrlo suha, suha, polusuha, poluslatka i slatka. Prema boji, vina dijelimo na bijela, ružičasta (rose, opolo) i crna (crvena).

2.3.2. Proizvodnja bijelih vina

Osnovna razlika u proizvodnji bijelih i crnih vina je u tome što se kod proizvodnje bijelih vina vrši fermentacija mošta, a kod crnih fermentacija masulja. Konvencionalna proizvodnja bijelih vina dijeli se na tri glavne faze: berba i prerada grožđa, alkoholna fermentacija mošta i formiranje konačne kakvoće vina (Moreno i Peinado, 2012). Početne faze u proizvodnji vina su berba, transport, muljanje, runjanje, cijedenje, prešanje, taloženje mošta, eventualno popravljavanje kiselosti i zaslađivanje mošta te sumporenje.



Slika 1 Shematski prikaz proizvodnje bijelog vina (Stojanović, 2016)

Berba grožđa

Grožđe se bere u stadiju tehnološke zrelosti kada sadrži odgovarajući udio šećera (mjeri se refraktometrijski) i ukupnih kiselina (određuju se titracijski uz NaOH). Sazrijevanje grožđa se prati gotovo svakodnevno 15 dana prije berbe kako bi se točno odredilo vrijeme tehnološke zrelosti (Horvat, 2010; Rajha i sur., 2017). Berba grožđa obavlja se ručno ili strojno, a vrlo je bitno da se grožđe prilikom berbe, transporta i prijema pažljivo tretira kako bi se spriječilo oštećenje kožice bobica. Kožica bobica štiti sok u mesu od infekcije štetnim mikroorganizmima, od neželjenih oksidacijskih procesa, ali i od preranog početka fermentacije (Jackson, 2008).

Runjanje i muljanje

Odmah nakon branja obavlja se runjanje, odnosno postupak odvajanja bobice od peteljki koje sadrže izrazito visok udio tanina i predug kontakt mošta s peteljkama može vinu dati gorak i pretjerano trpak okus. Muljanje predstavlja gnječenje bobica grožđa i oslobađanje soka iz mesa bobice. Ova dva postupka najčešće se rade istovremeno ili jedan odmah iza drugog, prvo se u perforiranom cilindru odvaja peteljkovina od bobice koja potom odlazi na valjke gdje se gnječi. Na ovaj se način dobiva smjesa soka i krutih dijelova bobica koja se naziva masulj (Horvat, 2010; Ivić, 2022).

Cijedenje i prešanje

Dobiveni masulj nakon muljanja i runjanja odlazi na spontano cijedenje te se tako dobiveni mošt naziva samotok. Na ovaj način dobiva se vino najbolje kvalitete. Nakon samoocjeđivanja mošta provodi se prešanje zaostalog masulja pod tlakom kako bi se maksimalno izvukao sok iz bobica. Prije prešanja masulj je poželjno depektinizirati kako bi se olakšao postupak i povećalo iskorištenje. Za prešanje se uglavnom koriste kontinuirane pužne preše, korištenjem manjih tlakova dobije se mošt s manje taloga i bolje kakvoće (Darias-Martin, Diaz-Gonzalez i Diaz-Romero, 2004).

Sumporenje mošta i vina

Sumpor ima veliki utjecaj na mošt i vino, štiti ih od oksidacije, utječe na zgrušavanje bjelančevina pri taloženju mošta i selekciju mikroorganizama. Količina dodanog sumpora ovisi o zdravstvenoj ispravnosti grožđa, s obzirom da „bolesnom“ grožđu potrebno je dodati veću količinu sumpora. Premala količina sumpora može imati negativan utjecaj na zdravstvenu

ispravnost budućeg vina, dok prevelika koncentracija nepoželjno utječe na organoleptička svojstva vina te na zdravlje ljudi. Ukoliko nije provedeno sumporenje prilikom muljanja grožđa, sumpor se dodaje nakon prešanja u količini od 100 – 150 mL/hL 5% H₂SO₃ ili dodatkom 10 – 15 g/hL kalijevog metabisulfita (vinobran) (Jeličić, 2020).

Depektinizacija i bistrenje mošta

Depektinizacija i bistrenje mošta vrši se u vertikalnim tankovima dodatkom enzima za depektinizaciju, deesterifikaciju i depolimerizaciju. Glavni ciljevi depektinizacije su smanjenje viskoznosti i ubrzanje bistrjenja mošta. Brzina ovog procesa ovisi o temperaturi mošta koja najčešće iznosi 10 – 25 °C. Što je niža temperatura, potrebno je dodati veću količinu enzima.

Bistrenje se vrši kako bi se uklonile nečistoće koje su sa grožđem dospjele u mošt. Uklanjanje se spontanom taloženjem mošta ili uz dodatak bistrila kako kasnije ne bi imale negativan utjecaj na bistroću i kakvoću gotovog proizvoda. Također vrenje izbistrenog mošta je mirnije, sigurnije te nije potrebno provoditi naknadno bistrenje vina. Nakon bistrjenja slijedi vrenje, izbistreni mošt se prebacuje u bačve ili cisterne i dodaje mu se prethodno pripremljen vinski kvasac (Mierczynska-Vasilev i Smith, 2015).

Vrenje

Alkoholna fermentacija predstavlja prvi korak nastanka vina, a sastoji se od dvije glavne faze: glavno (burno) vrenje i naknadno (tiho) vrenje. Fermentacija se odvija u posudama koje mogu biti izrađene od različitih materijala, a najčešći su tankovi od nehrđajućeg čelika i drvene bačve raznih volumena. Burno vrenje rezultira povišenjem temperature, zbog čega se najčešće mora provoditi hlađenje kako bi se održavala temperatura od 15 do 20 °C. Ova faza traje 5 – 10 dana, nakon čega slijedi vrenje pri nešto nižim temperaturama (do 15 °C). Faza tihog vrenja može trajati od 3 do 6 tjedana (Claus, 2019).

Mošt u sebi sadrži tvari kao što su šećer, dušične tvari, vitamine i minerale koje kvasci koriste za svoj rast i razmnožavanje. Glavni produkti fermentacije su etanol i CO₂ koji nastaju iz šećera radom kvasaca. Osim etanola i CO₂ nastaju male količine glicerola, hlapivih kiselina, viših alkohola, aminokiselina, metanola i mnogi drugi. Nastali CO₂ dovodi do stvaranja anaerobnih uvjeta koji predstavljaju nepogodno okruženje za rast i razvoj nepoželjnih mikroorganizama. U prvoj fazi fermentacije uvjeti su aerobni jer je kvascima potreban kisik iz zraka za intenzivno razmnožavanje i rast. Međutim, fermentacija predstavlja anaeroban proces, pri čemu kvasci

provode pretvorbu šećera u etanol, CO₂ i druge sekundarne produkte. Optimalna temperatura za rad selekcioniranog vinskog kvasca iznosi 25 – 28 °C. Više temperature mogu djelovati inhibirajuće ili imati letalan učinak na kvasac i na taj način dovesti do prekida vrenja, gubitka alkohola, SO₂ i tvari arome (Jackson, 2008; Claus, 2019).

Tijekom fermentacije mogu se prilagođavati različiti čimbenici te se na taj način dobije vino željenog sastava i kakvoće. U proizvodnji visoko kvalitetnih vina primjenjuju se niže temperature, odnosno provodi se hladna fermentacija na temperaturama od 8 do 17 °C . Kada su temperature fermentacije 25 °C i više dolazi do gubitka tvari arome, ugljikov dioksid koji nastaje naglo isparava i povlači sa sobom velike količine alkohola i aromatičnih tvari. Vina dobivena hladnom fermentacijom svježijeg su okusa, bistrija su, izraženijih sortnih karakteristika i arome te imaju više alkohola, CO₂, SO₂, a manje hlapivih kiselina (Claus, 2019).

Nakon glavnog vrenja, fermentacijske posude se moraju dopuniti kako bi se održali anaerobni uvjeti. Nakon dopunjavanja, naglim hlađenjem vina započinje tiho vrenje. Procesom tihog vrenja dolazi do razgradnje vinske i jabučne kiseline, taloženja soli teških metala, zaostalih čestica grožđa, proteina, stanica vinskog kvasca te oslobađanja nagomilanog CO₂. Ovaj proces traje 3 – 6 tjedana nakon čega slijedi dozrijevanje, stabilizacija, filtracija i punjenje.

Dozrijevanje, hladna stabilizacija, filtracija i punjenje u boce

Dozrijevanje vina odvija se na temperaturi do 10 do 12 °C uz povremeno pretakanje kako bi se odvojilo vino od stanica kvasca i taloga. Odležavanjem tj. zrenjem, mlado vino dobiva boju, aromu i bistrinu. Tijek odležavanja ovisi o količini kisika i pridonosi stabilnosti vina i kvaliteti konačnog proizvoda. Danas se vina najčešće čuvaju u bocama jer su tako najbolje zaštićena od kisika te im je maksimalno očuvana kakvoća (Echave i sur., 2021).

2.4. Kemijski sastav vina

2.4.1. Alkoholi

Najzastupljeniji alkohol u vinu je etanol. Ima važan utjecaj na organoleptička svojstva vina, trpkost, punoću okusa i viskoznost te pridonosi voćnoj i slatkoj aromi. Etanol je uz CO₂ primarni produkt alkoholne fermentacije vina koja se provodi vinskim kvascima. Osim etanola, vino može sadržavati i manje količine metanola koji nastaje hidrolizom pektinskih spojeva

prirodno prisutnih u bobicama grožđa. Bijela vina sadrže oko 60 mg/mL metanola, a obzirom da je metanol otrovan alkohol koji može dovesti i do smrti, potrebno je strogo kontrolirati njegovu koncentraciju u vinu. Treći najzastupljeniji alkohol u vinu je glicerol koji također ima povoljan utjecaj na viskoznost, slatkoću i puninu. Njegova količina ovisi o sorti grožđa, soju upotrijebljenog vinskog kvasca i količini šećera u moštu. Određivanjem koncentracije glicerola moguće je odrediti kraj odležavanja vina jer ona opada tijekom zrenja. U vinu se mogu pronaći i viši alkoholi koji u njega dospijevaju iz bobica grožđa ili nastaju kao sekundarni produkti alkoholne fermentacije. Najčešće se nalaze u niskim koncentracijama i tako doprinose aromi vina, dok u višim koncentracijama imaju suprotan učinak. Najzastupljeniji su izoamilni alkohol, izobutilni alkohol i propan-1-ol (Ivić, 2022).

2.4.2. Kiseline

Vinska, limunska, jabučna i jantarna kiselina su najvažnije nehlapive organske kiseline mošta. One mogu biti prisutne kao sastojci koji imaju pozitivan učinak na organoleptička svojstva, ali nastaju i kao produkti kvarenja. Procesima proizvodnje vina dolazi do opadanja koncentracije kiselina u vinu, ali i do formiranja nekih drugih. Najzastupljenija i najizraženija je vinska kiselina čija koncentracija najčešće iznosi 0,5 do 2 g/L. Jantarna kiselina doprinosi gorčini te je prisutna u malim količinama, a za svježinu vina zaslužna je limunska kiselina. Jabučna kiselina je, pored vinske, količinski i osjetno vrlo izražena u vinu, međutim često se malolaktičkom fermentacijom prevodi u blažu mliječnu kiselinu. Osim nehlapivih kiselina u vinu se nalaze i hlapive kiseline koje uglavnom nastaju kao sekundarni produkti fermentacije. Najvažniji predstavnik ove skupine je octena kiselina koja nastaje oksidacijom etanola i u malim količinama povoljno utječe na organoleptička svojstva, u suprotnom dovodi do octikavosti. Pored octene kiseline, mogu se još pronaći i propionska, maslačna ili različite karboksilne kiseline koje u malim koncentracijama značajno doprinose aromi vina (Moreno i Peinado, 2012; Ivić, 2022).

2.4.3. Ugljikohidrati

U moštu i vinu mogu se pronaći šećeri (saharidi), pektini, sluzave tvari i drugi polisaharidi. Glukoza i fruktoza su količinski najzastupljeniji šećeri u vinu. Oni nastaju procesom fotosinteze, a udio im ovisi o sorti grožđa, zdravlju i zrelosti bobice i slično. Omjer navedenih

monosaharida mijenja se razvojem bobice, kada je dosegnuta tehnološka zrelost omjer se izjednačava. Količina šećera u zreloom grožđu najčešće iznosi 17 do 25%. Neprevreli šećer koji zaostaje nakon fermentacije doprinosi slatkastom okusu vina, te se na osnovu njegove količine vina dijele na suha, polusuha, poluslatka i slatka. Šećeri smanjuju kiselost, trpkost i gorčinu, a njihovo naknadno dodavanje u vino nije dozvoljeno, osim u proizvodnji nekih specijalnih vina. Pektini se nalaze u čvrstim dijelovima grozda i u kožici bobice te postupcima prerade grožđa dospijevaju u mošt i vino. Njihovom razgradnjom nastaje metanol čija koncentracija ovisi o sorti grožđa, uvjetima maceracije i slično. Osim toga s koloidima stvaraju komplekse koji otežavaju procese filtracije i bistrenja stoga je potreban dodatak pektolitičkih enzima koji ih razgrađuju (Jackson, 2008; Ivić, 2022).

2.4.4. Aldehidi i ketoni

Aldehidi i ketoni pripadaju skupini karbonilnih spojeva koji imaju veliki utjecaj na organoleptička svojstva vina. Aldehidi najvećim dijelom nastaju tijekom alkoholne fermentacije te u čistom obliku imaju oštru voćnu aromu. Samo dio acetaldehida koji se ne prevede u etanol doprinosi aromi vina. Količina acetaldehida ovisi o količini dodanog sumpora. Aldehidi mogu nastati dugotrajnim odležavanjem vina oksidacijom viših alkohola. Tako nastali aldehidi daju aromu po sušenom voću, drvetu, ili cvijeću ovisno o broju ugljikovih atoma. Znatno manje zastupljeni su ketoni koji u niskim koncentracijama daju aromu po svježem maslacu, a u koncentracijama višim od 1 mg/L imaju neugodnu aromu. Najčešći ketoni pronađeni u vinu su diacetil, geranil aceton ili acetoin (Ivić, 2022).

2.4.5. Esteri

Esteri se obzirom na način nastanka dijele na: estere nastale tijekom alkoholne fermentacije i estere nastale dozrijevanjem vina. Vrlo su važna skupina i značajno utječu na aromu. Doprinosu svježoj, voćnoj i privlačnoj aromi vina te je bitno čuvati vino na niskim temperaturama kako ne bi došlo do sniženja njihove koncentracije, obzirom da su vrlo hlapivi spojevi. Njihova aroma najizraženija je kod mladih vina, a najpoznatiji predstavnici ove skupine su dietil-sukcinat, etil-acetat, etil-heksanoat, fenetil-acetat, etil-oktanoat i drugi (Moreno i Peinado, 2012; Ivić, 2022).

2.4.6. Terpeni

Koncentracija terpena u vinu najčešće ne prelazi 1 mg/L. Građeni su od različitog broja izoprenskih jedinica, mogu biti slobodni ili vezani, a najviše doprinose citrusnoj i voćnoj aromi. Slobodni terpeni mogu se pronaći čvrstim dijelovima bobice i odgovorni su za aromu grožđa i mošta. Prekursori aromatskih spojeva u vinu su vezani terpeni, djelovanjem enzima na vezane terpene nastaju znatno aromatičniji slobodni terpeni ili terpeniski alkoholi koji utječu na ukupnu aromu vina (Ivić, 2022).

2.4.7. Tvari arome

Tvari arome pripadaju različitim kemijskim spojevima kao što su alkoholi, hlapive karboksilne kiseline, esteri, eterična ulja, aldehidi i ketoni, više masne kiseline i drugi. Nalaze se u niskim koncentracijama, a procijenjeno je da oko njih 800 sudjeluje u stvaranju arome vina. Aroma se može podijeliti obzirom na proces nastajanja ili obzirom na porijeklo, a ovisi o načinu uzgoja i sorti vinove loze, klimi, sastavu tla, zrelosti i slično. Ona može biti prirodno prisutna u grožđu, nastati reakcijama oksidacije ili hidrolize, alkoholnom ili malolaktičkom fermentacijom ili može nastati dozrijevanjem i starenjem vina. Za voćne i cvjetne mirise pojedinih sorti zaslužni su geraniol, linalol, nerol, citronelol, hotrineol i α -terpineol koji predstavljaju najvažnije hlapive spojeve primarne arome iz grožđa (Jackson, 2008).

2.4.8. Fenolni spojevi

Fenolni spojevi utječu na antioksidativna i organoleptička svojstva vina kao što su boja, trpkost i gorčina. Najznačajniji predstavnici ove skupine su fenolne kiseline i njihovi derivati, tanini, antocijani i flavonoidi. Bijela vina sadrže znatno manju količinu fenolnih spojeva od crnih vina. Jedan od glavnih razloga je taj što je kožica, koja sadrži najveći udio ukupnih fenola, vrlo kratko u kontaktu sa sokom grožđa tijekom proizvodnje. Fenolne tvari se alkoholnom fermentacijom ekstrahiraju iz masulja i prelaze u mošt, a zatim u vino (Ivić, 2022).

2.4.9. Mineralne tvari (pepeo)

Količina pepela u vinu ovisi o sorti vinove loze, klimatskim uvjetima, sastavu tla, zrelosti, kvaliteti grožđa i tehnologiji procesa proizvodnje vina. Pepeo čine anorganske tvari zaostale

nakon isparavanja vode i potpunog spaljivanja suhe tvari. Većinom se sastoji od kalijevih, magnezijevih i kalcijevih soli fosfatne, karbonatne i sumporne kiseline i tragova željeza, bakra, fluora i drugih. Bijela vina sadrže znatno manju količinu pepela, a pokazalo se da vina s većim udjelom mikroelemenata imaju izraženije sorte karakteristike grožđa i bolju aromu vina (Moreno i Peinado, 2012).

2.5. Kromatografske metode

Razdvajanje sastojaka smjese, kvantitativno određivanje pojedinih sastojaka te ispitivanje sastava smjese spada u skupinu analitičkih metoda koje se nazivaju kromatografske metode. Komponente smjese razdvajaju se na osnovu različitih fizikalnih svojstava, ionske izmjene i adsorpcije. Princip rada je razdvajanje komponenata gdje se mobilna faza, najčešće tekućina ili plin, propušta preko stacionarne faze koja može biti čvrsta tvar ili tekućina, a nalazi se unutar kolone ili na plohi. Postoje različite vrste kromatografije, a u prehrambenoj industriji najčešće se upotrebljavaju plinska i tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti (Ivić, 2022).

2.5.1. Plinska kromatografija

Separacijska tehnika u kojoj se sastojci smjese razdvajaju na osnovu različite hlapivosti naziva se plinska kromatografija. Mobilna faza je inertan plin koji služi isključivo kao transportno sredstvo i ne dolazi u interakciju s analiziranim komponentama, a naziva se i plin nosioc. Uzorak je otopljen u mobilnoj fazi te se kreće uzduž stacionarne faze koja se nalazi unutar kolone. Injekcijom uzorka na početak kolone dolazi do isparavanja komponenata uzorka djelovanjem visoke temperature i vakuuma. Djelovanjem plina nosioca dolazi do kretanja hlapivih komponenti kroz kolonu i razdvajanja sastojaka smjese tako da lakše hlapive izlaze prve iz kolone (Ivić, 2022). Dva osnovna tipa plinske kromatografije su plinsko-tekućinska i plinsko-čvrsta kromatografija. U plinsko-tekućinskoj kromatografiji stacionarna faza je tekućina, a nalazi se na stjenkama kapilarne kolone ili je imobilizirana na površini inertne čvrste faze. Kod plinsko-čvrste kromatografije stacionarna faza je u čvrstom stanju te dolazi do zadržavanja analita zbog adsorpcije analita na čvrstu fazu. Uređaj koji se koristi kod ovih analitičkih metoda naziva se plinski kromatograf koji se sastoji od dovoda plina nosioca, sustava za injektiranje uzorka, kolone, termostatisane pećnice i detektora. Najčešće korišteni

plin je helij, rjeđe argon, dušik ili vodik. Plin nosioc koji se koristi kao mobilna faza mora biti kemijski inertan (Pichler, 2011).

Detektori koji će se koristiti najviše ovise o vrsti analiziranog spoja. Najčešće korišteni su plameno ionizacijski detektori zato što većina organskih molekula polarizirana na temperaturi plamena proizvodi elektrone i ione. Nakon što se razdvoje na koloni, spojevi su detektirani mjerenjem struje koja nastaje skupljanjem iona i elektrona. Osim plameno ionizacijskih često se koriste i detektor toplinske vodljivosti te maseno-spektroskopski detektor. Jedan od najčešće korištenih detektora kod plinske kromatografije je maseno-spektroskopski detektor koji mjeri omjer mase i naboja iona (Ivić, 2022).

2.5.2. Mikroekstrakcija na čvrstoj fazi

Mikroekstrakcija na čvrstoj fazi (SPME, eng. *solid-phase microextraction*) koristi se zbog male količine uzorka potrebne za rad i brzine analize. Glavni dio sustava je šprica na kojoj se nalazi 1 cm dugo vlakno koje je sačinjeno od posebnog polimera. Šprica sa vlaknom se spušta u posudu u kojoj se nalazi uzorak, ali ne smije doći u doticaj s njim. Nakon nekog vremena dolazi do apsorpcije analita na vlakno te se ono izvlači iz bočice i prebacuje u uređaj koji pomoću injektora prebacuje analit u kolonu kromatografa. Ova metoda osim što je brza vrlo je jednostavna i učinkovita (Popović, 2019).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. Zadatak

Zadatak rada je ispitati utjecaj godine berbe na polifenolni sastav i aromu vina Debit. U tu svrhu, uzeti su uzorci vina Debit iz godine berbe 2022. i 2023. koji su fermentirali s istim tipom kvasca te uz iste uvjete fermentacije i odležavanja. U uzetim uzorcima vina odredili su se udio ukupnih polifenola i aroma te se međusobno usporedili. Polifenoli i antioksidacijska aktivnost odredili su se metodama spektrofotometrije, a određivanje kvantitativnog udjela aromatičnih sastojaka provelo se primjenom instrumentalne plinske kromatografije i mikroekstrakcije na čvrstoj fazi (SPME).

3.2. Materijali

Debit se prvenstveno uzgaja duž sjeverne i srednje Dalmacije. To je bijela vinska sorta grožđa čiji su plodovi srednje veličine, zlatnožute boje, a raste u grozdovima koji mogu biti krupni ili srednje veličine. Vina ove sorte pitka su, uravnotežena, blago kisela i zlatnožute boje. Često se sadi zajedno s Lasinom ili Plavinom osobito u okolici Skradina i ostatku šibenskog zaleđa. Vinogradi sa sortom grožđa debit, od koje je dobiveno analizirano vino, se nalaze u skradinskom zaleđu na području Piramatovaca i Vaćana. Fermentacija analiziranog vina s kvascem *Saccharomyces cerevisiae* provedena je na temperaturama do 20 °C te je trajala oko mjesec dana. Količina dodanog sumpora iznosi 20 g/100 L.



Slika 2 Debit

Tablica 1 Klimatski uvjeti Podregija Sjeverna Dalmacija, vinogorje Skradin, Šibensko-kninska županija za 2022. i 2023. godinu (izvor: Državni hidrometeorološki zavod)

Mjesec/ Godina	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Godišnji prosjeck /godišnja suma
Maksimalna temperatura zraka (°C)													
2022	19,2	19,2	22,5	26,0	31,8	37,5	38,0	39,5	32,0	28,6	27,0	20,4	28,5
2023	18,6	18,2	22,3	25,1	29,5	33,8	37,5	39,0	33,2	30,0	24,4	21,4	27,8
Srednja mjesečna temperatura zraka (°C)													Prosjeck
2022	8,4	9,8	9,7	13,7	20,4	26,1	27,7	26,7	21,5	18,7	14,0	12,2	17,4
2023	9,9	8,6	12,0	13,5	19,2	23,5	27,5	26,4	23,9	20,2	14,1	11,3	17,5
Minimalna temperatura zraka (°C)													Prosjeck
2022	-6,7	-3,7	-5,5	-0,5	4,5	12,5	14,1	16,0	6,0	7,5	-0,6	-3,0	3,4
2023	-6,0	-8,0	-1,8	-1,4	7,1	12,5	14,5	13,0	11,0	6,0	0,5	-5,0	3,5
Srednje mjesečno trajanje sisanja sunca (h)													Ukupno
2022	174,2	178,4	240,3	259,3	304,5	350,7	389,4	321,7	229,4	230,5	130,2	70,1	2878,7
2023	129,5	179,3	213,8	218,5	250,4	316,9	380,1	342,7	255,8	214,0	125,3	132,8	2759,1
Srednja mjesečna količina oborina (mm)													Ukupno
2022	14,0	52,0	27,0	66,0	16,0	30,0	12,0	58,0	92,0	10,0	166,0	165,0	708,0
2023	36,0	38,0	70,0	67,0	128,0	67,0	26,0	94,0	52,0	49,0	162,0	65,0	854,0
Srednja mjesečna relativna vlažnost zraka (%)													Prosjeck
2022	58,0	62,0	52,0	62,0	62,0	55,0	49,0	56,0	62,0	69,0	70,0	80,0	61,4
2023	68,0	63,0	65,0	62,0	67,0	64,0	57,0	59,0	60,0	69,0	68,0	71,0	64,4
Srednja mjesečna temperatura tla na 10 cm dubine (°C)													Prosjeck
2022	6,9	8,5	10,7	15,8	23,9	30,1	32,0	30,3	23,6	19,5	13,7	11,2	18,9
2023	8,8	7,7	12,3	15,7	21,4	27,2	31,5	29,5	25,6	20,9	13,5	9,7	18,7
Srednja mjesečna temperatura tla na 5 cm dubine (°C)													Prosjeck
2022	1,6	3,4	2,1	6,7	12,8	18,4	19,8	19,7	15,1	11,8	8,1	7,3	9,7
2023	4,0	1,6	5,3	6,9	12,4	16,4	20,4	19,4	16,5	13,8	8,2	5,5	10,9

3.3. Metode

3.3.1. Aromatski profil

Aromatski spojevi u vinu određeni su plinskom kromatografijom s masenim detektorom, a kao tehnika uzorkovanja korištena je SPME (mikroekstrakcija na čvrstoj fazi). Mikroekstrakcija na čvrstoj fazi temelji se na primjeni igle koja unutar sebe sadrži punilo koje služi kao stacionarna faza, a sačinjeno je od polidimetilsiloksana-divinilbenzena debljine 65 µm. Injektirano je 5 mL uzorka u staklenu vijalu od 10 mL i dodano je 1 g NaCl kako bi se spojevi arome bolje ekstrahirali. Osim toga u vijalu je dodano 10 µL mirtenola koncentracije 0,5 g/L koji služi kao interni standard. Nakon toga hermetički zatvorena vijala postavljena je u dio plinskog

3. Eksperimentalni dio

kromatografa predviđen za vijale. Svaki uzorak prije analize bi se postavljao u agitator, mješač koji ujedno i zagrijava. U njemu se uzorak zagrijavao i miješao kako bi se nadprostor unutar vijale obogatio hlapivim aromatskim spojevima. U slijedećem koraku SPME igla je postavljena u nadprostor u kojem se provodila adsorpcija arome na punilo u trajanju od 45 minuta na temperaturi od 40 °C. Igla se potom pomoću robotske ruke prenijela u injektor plinskog kromatografa u kojem se odvija toplinska desorpcija aromatskih spojeva u kolonu plinskog kromatografa. Kolona plinskog kromatografa se potom postupno zagrijava pri čemu je došlo do razdvajanja aromatskih spojeva zbog razlike u njihovoj hlapivosti; lakše hlapivi spojevi prvi dospiju do masenog detektora. U radu je korišten plinski kromatograf tvrtke Agilent 7890 B s maseno-selektivnim detektorom Agilent 5977 A prikazan na slici.



Slika 3 Plinski kromatograf Agilent 7890 B s maseno-selektivnim detektorom Agilent 5977 A

Parametri ekstrakcije: - temperatura: 40 °C

- vrijeme trajanja ekstrakcije: 45 min

- SPME punilo: 65 µm PDMS/DVB (Supelco)

GC – MS analitički uvjeti : - kolona HP-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm)

- početna temperatura: 40 °C (10 min)

- temperaturni gradijent: 3 °C/min do 120 °C, zatim 10 °C/min do 250 °C

- plin nosač: helij 5,0 (čistoće 99,9 %) s protokom 1 ml/min

- maseni interval (m/z): 40 – 400

- energija ionizacije: 70 eV

- konačna temperatura: 250 °C
- temperatura injektora: 250 °C
- temperatura detektora i vrijeme desorpcije 280 °C, 7 minuta.

Sastojci arome identificirani su na osnovu vremena zadržavanja i njihovih spektara masa. Spektri masa koji su dobiveni na vrhovima kromatografskih pikova uspoređeni su s bazom podataka NIST 2.0 i s bazom kreiranom tijekom prijašnjih analiza mošta. Spektri masa komponenata mošta vrlo su slični te ovise o uvjetima snimanja i samom instrumentu pa su iz tog razloga korišteni dodatni kriteriji za identifikaciju, retencijski indeksi komponenata. Oni su izračunati usporedbom vremena zadržavanja komponenata s vremenom zadržavanja ravnolančanih ugljikovodika te je iz tog razloga pri istim uvjetima analize u laboratoriju priređena smjesa ravnolančanih ugljikovodika C7 – C30. Nakon što su određena vremena zadržavanja pojedinih ravnolančanih ugljikovodika retencijski indeksi komponenata mošta izračunati su prema jednadžbi :

$$I = 100 \times \left[n + \frac{\log(t'_{r(x)}) - \log(t'_{r(n)})}{\log(t'_{r(N)}) - \log(t'_{r(n)})} \right]$$

I – retencijski indeks

x – nepoznati spoj

n – broj ugljikovih atoma u manjem n-alkanu

N – broj ugljikovih atoma u većem n-alkanu

t'_r – retencijsko vrijeme.

Retencijski indeksi koji su dobiveni dodatno su potvrdili identifikaciju komponenata.

3.3.2. Ukupni polifenoli

Ukupni polifenoli određeni su metodom po Folin-Ciocalteu. U epruvetu je otpipetirano 0,2 mL uzorka, 1,8 mL destilirane vode i 10 mL Folin-Ciocalteu-ovog reagensa (3,3:100) te 8 mL otopine natrijevog karbonata (7,5% otopina). Nakon što se smjesa promućkala i ostavila 2 – 20 sati da odstoji u mraku na sobnoj temperaturi, izmjerena je apsorbancija na spektrofotometru pri valnoj duljini od 765 nm. Prije mjerenja uzoraka odrađena je slijepa proba s destiliranom

vodom. Svaki uzorak izmjeren je tri puta, te su rezultati izračunati i izraženi preko kalibracijske krivulje galne kiseline u g galne kiseline/L uzorka (Ivić, 2022).

3.3.3. Ukupni flavonoidi

Udio ukupnih flavonoidi određen je spektrofotometrijski uz AlCl_3 kao reagens, 0,5 mL uzorka otpipetirano je u epruvetu te je dodano 4 mL destilirane vode i 0,3 mL NaNO_2 (5%). Nakon 5 minuta dodano je 1,5 mL AlCl_3 (2%) te nakon još 5 minuta 1,7 mL vode i 2 mL NaOH (1 mol/L). Srednja vrijednost tri mjerenja daje rezultate koji su izraženi preko kalibracijske krivulje katehina u g katehina/L uzorka (Ivić, 2022).

3.3.4. Antioksidacijska aktivnost

Da bi se što bolje prikazala cjelokupna antioksidacijska aktivnost u uzorku ona je određena spektrofotometrijski na četiri različite načina (DPPH, ABTS, CUPRAC i FRAP). Nema univerzalne metode za određivanje antioksidacijske aktivnosti jer veliki broj spojeva pokazuje antioksidacijsko djelovanje. Metode su utemeljene na različitim reakcijskim mehanizmima koji podrazumijevaju prijenos vodika ili elektrona HAT (eng. *hydrogen atom transfer*) ili SET mehanizmima (eng. *single electron transfer*) ili formiranje lipid-antioksidans kompleksa i vezanje lipida na antioksidans (Jakobek, 2007).

DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil)

Ova metoda utemeljena je na primjeni DPPH reagensa koji se u prisustvu antioksidansa reducira te iz ljubičaste boje prelazi u žutu. U epruvetu je dodano 0,2 mL uzorka i 3 mL DPPH otopine. Nakon 15 minuta pripremljenom uzorku izmjerena je apsorbancija na 517 nm, te je napravljena i slijepa proba s destiliranom vodom. Za svaki uzorak napravljene su tri paralele te je rezultat izražen preko kalibracijske krivulje Troloxa u $\mu\text{mol TE}/100 \text{ mL}$ (Ivić, 2022).

ABTS (2,2-azinobis(3-etilbenzotiazolin sulfonska kiselina))

Prije upotrebe ABTS reagensa on se miješa s kalijevim persulfatom prilikom čega dolazi do nastanka zeleno obojenog oksidiranog ABTS radikala koji u reakciji s antioksidansom gubi zeleno obojenje i prelazi u bezbojni reducirani oblik. Priprema ABTS radikala podrazumijeva miješanje 7,4 mmol/L otopine ABTS i 2,45 mmol/L otopine kalijevog persulfata te traje oko 12 sati. Reakcija s ovim reagensom duža je od DPPH metode. U epruvetu je otpipetirano 0,2

mL uzorka te je dodano 3,2 mL prethodno pripremljenog ABTS reagensa. Pripremljenom uzorku nakon 95 minuta stajanja u mraku mjerena je apsorbancija na 734 nm. Također je napravljena i slijepa proba s destiliranom vodom umjesto uzorka. Napravljene su tri paralele te su rezultati izraženi kao srednja vrijednost mjerenja preko kalibracijske krivulje Troloxa u $\mu\text{mol TE}/100 \text{ mL}$ (Ivić, 2022).

CUPRAC (eng. cuprinc reducing antioxidant capacity)

Metoda je temeljena na primjeni CUPRAC reagensa koji u redoks reakcijama s antioksidansima u uzorku stvara žuto obojenje. Ova metoda primjenjiva je za hidrofilne i lipofilne antioksidanse te nema utjecaja na šećere i limunsku kiselinu koji mogu utjecati na rezultate metode. U epruvetu je otpipetirano po 1 mL od tri potrebna reagensa; 10 mmol/L otopina $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 7,5 mmol/L otopina neokuproina (Nc) i 1 mol/L otopine amonij acetata pH 7,0. Nakon reagensa u epruvetu je otpipetirano 0,2 mL uzorka i 0,9 mL destilirane vode. Nakon 30 minuta mjerena je apsorbancija na 450 nm, srednja vrijednosti tri mjerenja daje rezultate koji su izraženi preko kalibracijske krivulje Troloxa ($\mu\text{mol TE}/100 \text{ mL}$) (Ivić, 2022).

FRAP (eng. ferric reducing/antioxidant power assay)

Antioksidansi prisutni u uzorku dovode do redukcije kompleksa trovalentnog željeza s piridil triazinom u dvovalentno željezo prilikom čega dolazi do plavog obojenja. FRAP reagens pripremljen je miješanjem 10 mmol/L otopine TPTZ (2,4,6-tripiridil-s-triazin otopljen u 40 mmol/L otopini HCl), 300 mmol/L otopine natrijevog acetata (pH 3,6) i 20 mmol/L otopine $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ u omjeru 10:1:1. Prije dodavanja potrebno je zagrijati FRAP reagens na temperaturu od 37 °C. U epruvetu je dodano 3 mL zagrijanog FRAP reagensa i 0,2 mL uzorka. Nakon 15 minuta stajanja intenzitet nastale plave boje izmjeren je spektrofotometrijski pri 593 nm. Odrađena je i slijepa proba s destiliranom vodom umjesto uzorka te su rezultati izraženi kao srednja vrijednost tri mjerenja preko kalibracijske krivulje Troloxa ($\mu\text{mol TE}/100 \text{ mL}$).

3.3.5. Kemijski sastav

Određivanje ukupnog ekstrakta i alkohola

Sve tvari koje nisu hlapive pri specifičnim fizičkim uvjetima čine ukupan ekstrakt. Uvjeti moraju biti takvi da sastojci koji se nalaze u ekstraktu podilaze što manjim promjenama prilikom izvođenja metode. Ekstrakt odnosno suhi ostatak predstavlja tvari koje prilikom

destilacije na 100 °C ne prijeđu u destilat, a količina ekstrakta mjeri se uz pomoć piknometara. Prvo je izračunata gustoća ekstrakta uz pomoć formule:

$$\gamma (\text{ekstrakta}) = \frac{Q_1 - Q}{Q_2 - Q} * K$$

γ - relativna gustoća ekstrakta

Q_1 – masa piknometra s ekstraktom

Q_2 – masa piknometra sa destiliranom vodom

Q – masa praznog piknometra

K – faktor korekcije = 0,99823

Nakon što je izračunata gustoća ekstrakta očita se količina ukupnog ekstrakta izražena u g/L iz tablice za preračunavanje.

Destilat koji se dobije ovom istom destilacijom služi za izračun količine alkohola. Udio alkohola (vol.%) također se očita iz tablice za preračunavanje na osnovu gustoće izračunate pomoću formule:

$$\gamma (\text{destilata}) = \frac{Q_1 - Q}{Q_2 - Q} * K$$

γ - relativna gustoća destilata

Q_1 – masa piknometra s destilata

Q_2 – masa piknometra sa destiliranom vodom

Q – masa praznog piknometra

K – faktor korekcije = 0,99823

Određivanje šećera

Odvagano je 25 g vina u odmjernu tikvicu od 200 cm³, da bi se postigla slabo kisela reakcija dodano je 1 do 2 g kalcijevog karbonata (CaCO₃). Nakon što se sadržaj u tikvici promiješao dodano je po 5 mL reagensa I i II te je tikvica nadopunjena destiliranom vodom do oznake. Kada se pripremljena otopina homogenizirala i počeo se odvajati gornji sloj, sadržaj je profiltriran u tikvicu preko nabranog filter papira. Nakon filtracije u tikvicu od 300 mL otpipetirano je 25 mL Luff-ove otopine te je dodana otopina šećera koja sadrži nešto manje od

100 mg šećera i destilirana voda do volumena od 50 mL. U tikvicu su dodane kuglice za vrenje te je sadržaj zagrijavan 2 minute do vrenja i nakon toga još 10 minuta. Nakon zagrijavanja sadržaj u tikvici ohlađen je pod mlazom hladne vode te je u njega dodana otopina kalijevog jodida (KI). Nakon miješanja dodano je 20 mL 25% sumporne kiseline (H_2SO_4) i 10 mL kalijevog tiocijanata (KCNS). Nakon što je prestao šum koji nastaje ovom reakcijom istaloženi je jod titriran otopinom natrijevog tiosulfata uz škrob kao indikator sve do nestanka plavog obojenja.

Određivanje ukupnog i slobodnog SO_2 u vinu

SO_2 u vinu nalazi se vezan za šećere, aldehide i polifenolne tvari, a može se naći u slobodnom i vezanom obliku. Metoda je bazirana na reakciji SO_2 i joda prilikom koje dolazi do oksidacije SO_2 i redukcije joda, a na temelju utrošenog joda izračunava se količina SO_2 .

Određivanje slobodnog SO_2

U Erlenmeyer-ovu tikvicu sa brušenim grlom dodano je 50 mL analiziranog vina, 10 mL H_2SO_4 (1:4) i 3 mL otopine škroba $w=0,01$. Reakcija u kiseloj sredini je puno intenzivnija te je iz tog razloga dodana sumporna kiselina. Otopina je titrirana jodom ($c = 0,01$ mol/L) do nastanka plave boje koja ostaje postojana 30 sekundi. Količina slobodnog SO_2 dobivena je množenjem utroška otopine joda sa faktorom koji iznosi 12,8. Rezultat je izražen u mg/L vina.

Određivanje ukupnog SO_2

Otpipetirano je 50 mL analiziranog uzorka u Erlenmeyer-ovu tikvicu te je nakon toga dodano 25 mL otopine NaOH ($c = 1$ mol/L) i ostavljeno 10 – 15 minuta da odstoji. U lužnatoj sredini dolazi do oslobađanja vezanog SO_2 . Zatim je dodano 15 mL otopine H_2SO_4 (1:4) i 3 mL škroba koji služi kao indikator. Kao i kod određivanja slobodnog SO_2 otopina je titrirana jodom do pojave plave boje, te se je količina ukupnog SO_2 dobivena umnoškom utrošenog joda i faktora koji iznosi 12,8. Rezultat je izražen u mg/L vina.

Određivanje ukupnih kiselina

Za određivanje ukupnih kiselina korištene su potencijometrijske titracije, odgovarajući indikatori ili metode neutralizacije. Udio ukupnih kiselina izražen je kao vinska kiselina i obično se kreće od 4 do 7 g/L, sva vina koja imaju manje od 4 g/L smatra se da nisu prirodnog podrijetla.

Vino je prvo zagrijano do ključanja kako bi se uklonio CO₂, nakon što je ohlađeno, otpipetirano je 25 mL u čašu od 100 mL te je titrirano otopinom NaOH (0,25 M) uz dodatak fenolftaleina. Analizirano vino titrirano je otopinom NaOH sve dok nije došlo do promjene boje koja označava kraj neutralizacije. Količina ukupnih kiselina dobije se preko umnoška utrošenog NaOH i faktora koji iznosi 0,75 ili se očita u odgovarajućoj tablici. Rezultat je količina ukupnih kiselina u g/L izraženih u vinskoj kiselini.

Određivanje pepela

Pepeo predstavlja sve produkte koji zaostaju nakon žarenja taloga preostalog od isparavanja vina. Provodi se prevođenjem kationa u karbonate ili druge anorganske soli (osim kationa amonijaka). Žarenje ekstrakta vina vrši se na temperaturama između 500 i 550 °C sve do potpune oksidacije organskih tvari.

Otpipetirano je 25 mL analiziranog vina u porculansku zdjelicu za žarenje koje se potom prvo otpari na vodenoj kupelji sve dok ne nastane sirupasti, gusti, sasušeni talog. Nakon toga slijedi sušenje u sušioniku sve dok ne ispari zaostala voda koje traje 1 sat. Nakon što je voda isparila, zdjelica je stavljena u mufolnu peć na spaljivanje koje započinje temperaturom od 200 °C, svaki sat temperatura je povećana za 100 °C sve dok nije postignuta temperatura od 500 °C na kojoj spaljivanje traje jedan sat. Spaljivanje je završeno kada pepeo pobijeli. Nakon što se kratko ohladila, porculanska zdjelica stavljena je na hlađenje u eksikator te je nakon hlađenja izvagana.

3.3.6. Senzorska i deskriptivna analiza vina

Panel treniranih senzorskih ocjenjivača (3 žene i 2 muškarca, 30 do 50 godina starosti), s minimalno pet godina iskustva senzorskog ocjenjivanja vina, ocijenio je vina Debit berbe 2022. i 2023. testom 100 bodova prema OIV (*International Organisation of Vine and Wine*). Također, deskriptivnom analizom pronađene su glavne aromatske note u uzorcima, a svakoj noti dodijeljeni su bodovi od 0 do 10, ovisno o njenom intenzitetu (0 za odsutnost aromatske note, 10 za najjači intenzitet).

4. REZULTATI

Tablica 2 Kemijska analiza vina sorte Debit za godinu berbe 2022. i 2023.

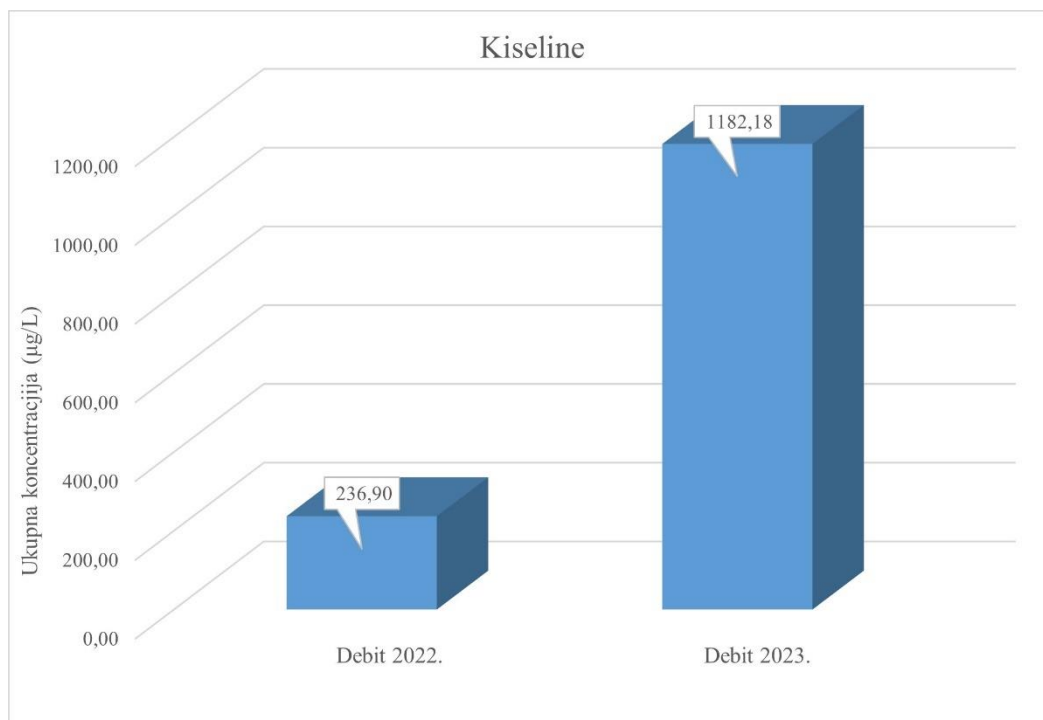
	Debit 2022.	Debit 2023.
Alkohol (vol.%)	13,77 ± 0,01	12,17 ± 0,01
Ekstrakt (g/L)	13,10 ± 0,01	15,60 ± 0,01
Šećeri (g/L)	0,64 ± 0,01	0,32 ± 0,01
Slobodni SO ₂ (mg/L)	6,70 ± 0,32	15,00 ± 0,32
Ukupni SO ₂ (mg/L)	95,00 ± 1,60	147,80 ± 5,12
Kiseline (g/L)	4,63 ± 0,02	4,63 ± 0,02
Pepeo (g/L)	2,04 ± 0,02	2,05 ± 0,02

Tablica 3 Koncentracija polifenola, flavonoida u mg/L i antioksidacijska aktivnost (μmol TE/100 mL) određena DPPH, ABTS, FRAP i CUPRAC metodom u vinu sorte Debit za godinu berbe 2022. i 2023.

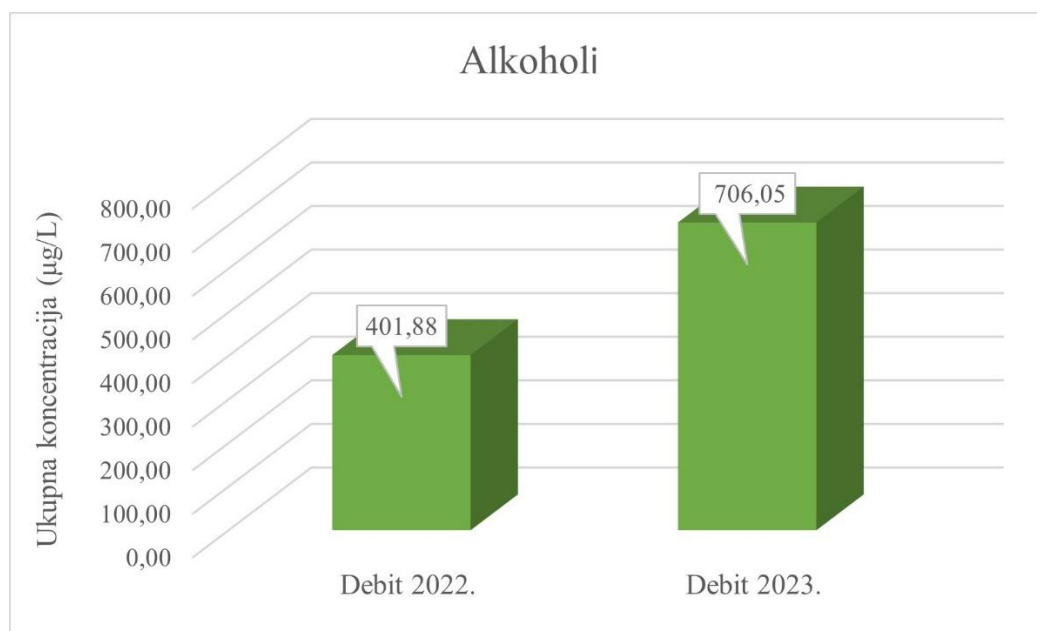
	Debit 2022.	Debit 2023.
Polifenoli (mg/L)	380,15 ± 16,32	291,05 ± 16,82
Flavonoidi (mg/L)	132,41 ± 8,77	57,59 ± 6,13
DPPH (μmol/100 mL)	2,82 ± 0,12	2,10 ± 0,13
ABTS (μmol/100 mL)	5,91 ± 0,27	3,72 ± 0,17
FRAP (μmol/100 mL)	0,31 ± 0,01	0,19 ± 0,01
CUPRAC (μmol/100 mL)	24,46 ± 2,79	18,21 ± 1,89

Tablica 4 Koncentracije ($\mu\text{g/L}$), retencijski indeksi (RI) i glavne mirisne note aromatskih spojeva identificiranih u ispitivanim uzorcima vina sorte Debit za godinu berbe 2022. i 2023.

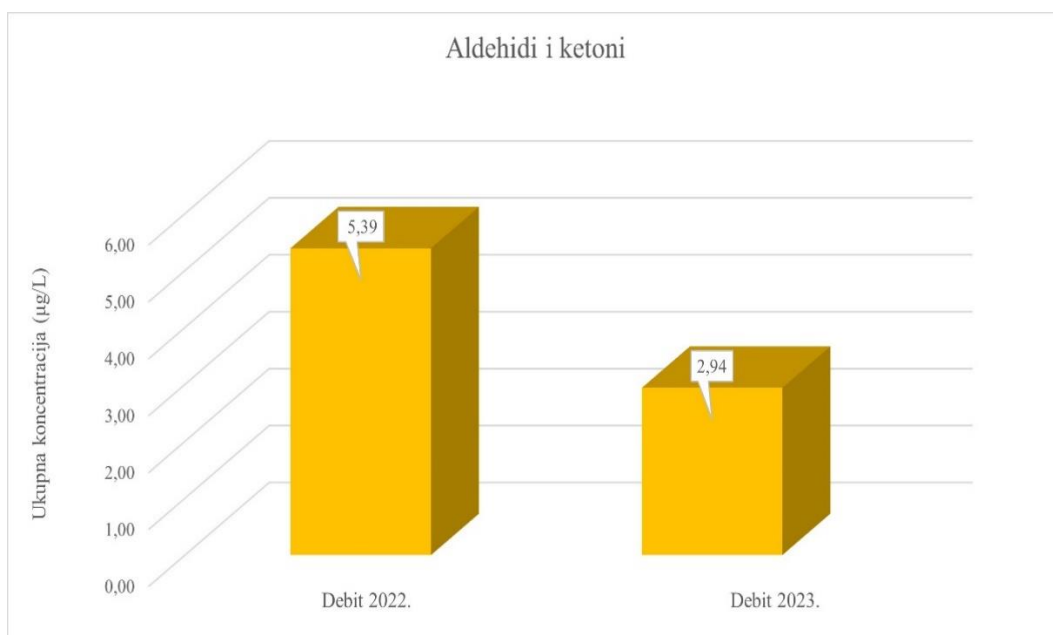
Spoj	RI	Debit 2022.	Debit 2023.	Mirisna nota
Kiseline				
Heksanska kiselina	1013	35,16 \pm 0,74		mast
Oktanska kiselina	1204	9,50 \pm 0,02	435,16 \pm 2,05	mast
Dekanska kiselina	1380	187,90 \pm 2,68	727,62 \pm 4,39	mast
Laurinska kiselina	1562	2,84 \pm 0,04	16,87 \pm 0,48	mast
Miristinska kiselina	1756	0,99 \pm 0,02	2,08 \pm 0,07	mast
Palmitinska kiselina	1997	0,51 \pm 0,01	0,45 \pm 0,01	mast
Alkoholi				
Heksan-1-ol	892	8,27 \pm 0,31	9,37 \pm 0,08	zelenilo
2-etilheksan-1-ol	1051	2,97 \pm 0,01	3,47 \pm 0,01	cvijeće
Oktan-1-ol	1089	2,06 \pm 0,08	2,48 \pm 0,17	zelenilo
2-fenetiletanol	1136	377,39 \pm 1,10	673,30 \pm 6,56	cvijeće
Dekan-1-ol	1289	3,25 \pm 0,06	7,35 \pm 0,38	mast
Dodekanol	1476	7,93 \pm 0,21	10,08 \pm 0,01	mast
Aldehidi i ketoni				
Nonan-2-on	1086	0,83 \pm 0,05	0,24 \pm 0,01	zelenilo
Nonanal	1122	1,28 \pm 0,05	1,16 \pm 0,01	ruža/naranča
4-propylbenzaldehyd	1286	3,28 \pm 0,015	1,54 \pm 0,11	slab miris
Terpeni				
Linalool	1118	1,44 \pm 0,06	2,05 \pm 0,02	citrus
β -citronelol	1232	1,41 \pm 0,11	4,28 \pm 0,11	citrus
Esteri				
Izoamil-acetat	872	14,78 \pm 0,13	301,66 \pm 3,31	voće/banana
Etil-heksanoat	1020	223,33 \pm 0,83	366,23 \pm 2,43	voće
Heksil-acetat	1035	1,52 \pm 0,02	18,13 \pm 0,35	zelenilo
Dietil-sukcinat	1188	276,19 \pm 2,23	79,99 \pm 0,69	voće
Etil-oktanoat	1201	926,88 \pm 3,56	1680,80 \pm 15,27	voće
Fenetil-acetat	1265	9,51 \pm 0,36	137,67 \pm 1,49	cvijeće
Etil-nonanoat	1288	1,49 \pm 0,08	1,93 \pm 0,07	ruža/voće
Etil-9-decenoat	1385	9,82 \pm 0,02		voće
Etil-dekanoat	1412	414,75 \pm 2,76	674,99 \pm 10,54	voće
Etil-izopentil sukcinat	1430	14,90 \pm 0,10	11,77 \pm 0,38	nema info
Izopentil-oktanoat	1451	2,86 \pm 0,03	6,59 \pm 0,04	voće
Etil-laurat	1587	14,37 \pm 0,15	95,68 \pm 1,08	mast
Etil-miristat	1815	5,31 \pm 0,04	18,41 \pm 0,28	mast
Diizobutil-ftalat	1897	1,65 \pm 0,01	2,53 \pm 0,06	slab miris
Etil-palmitat	2017	22,03 \pm 0,01	33,40 \pm 0,42	mast
Etil-linoleat	2188	0,55 \pm 0,02	0,57 \pm 0,02	mast
Etil-oleat	2193	2,97 \pm 0,03	3,34 \pm 0,08	mast
Etil-stearat	2216	1,16 \pm 0,08	1,35 \pm 0,07	mast



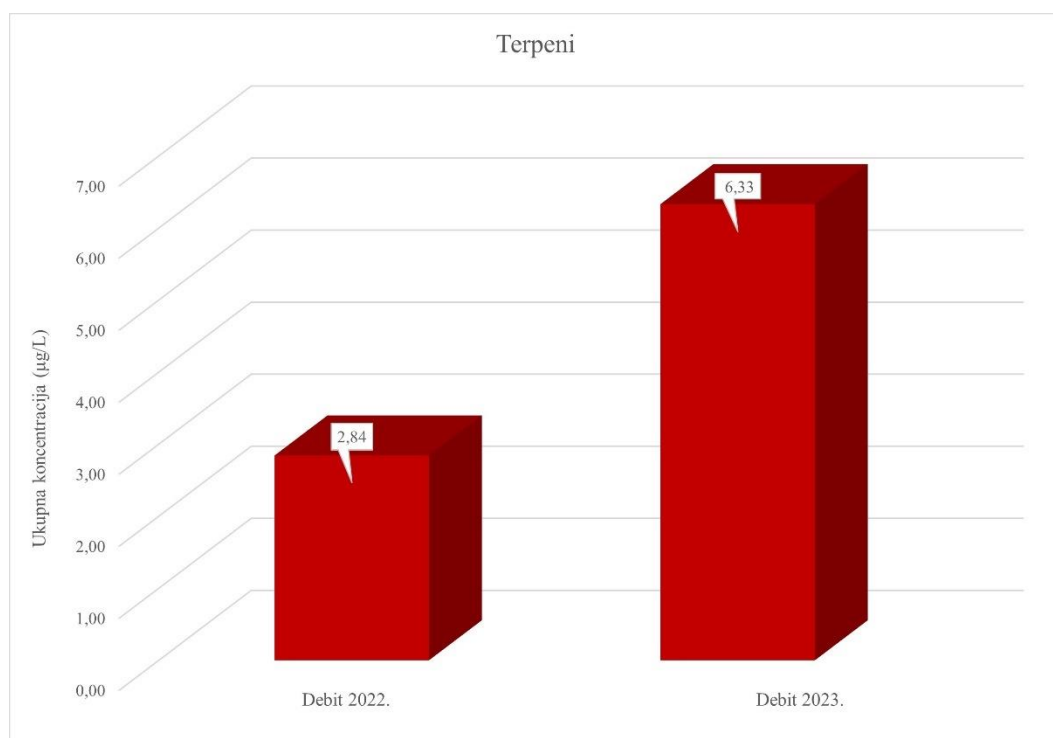
Slika 4 Ukupna koncentracija kiselina (µg/L) u vinu sorte Debit berbe 2022. i 2023.



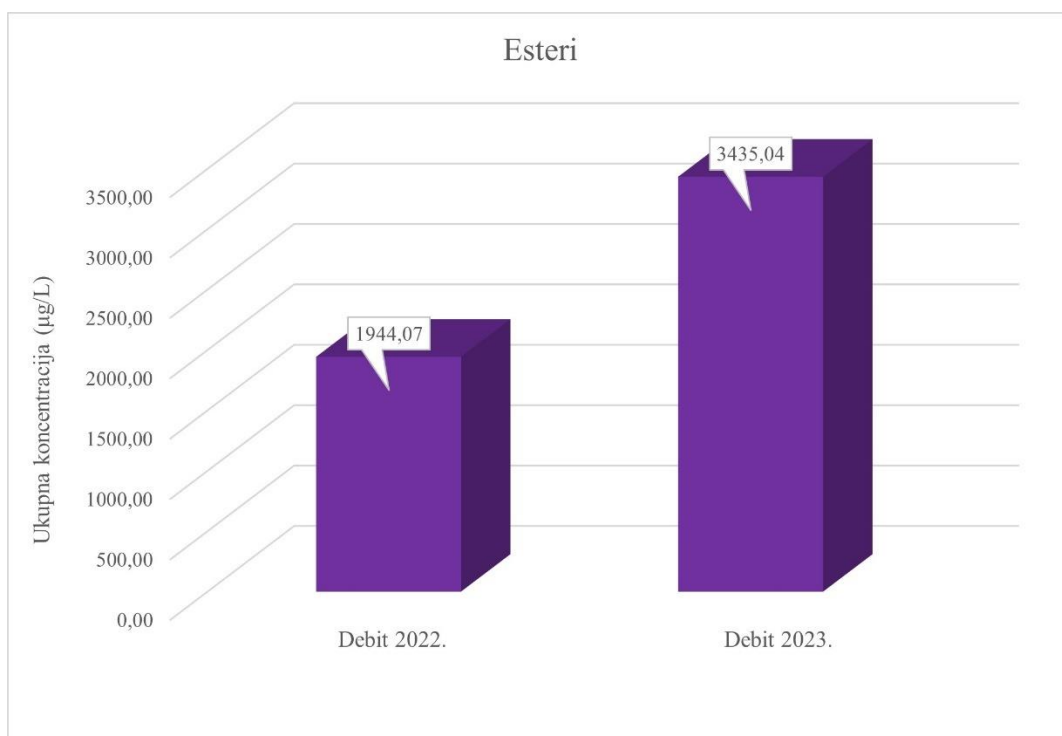
Slika 5 Ukupna koncentracija alkohola (µg/L) u vinu sorte Debit berbe 2022. i 2023.



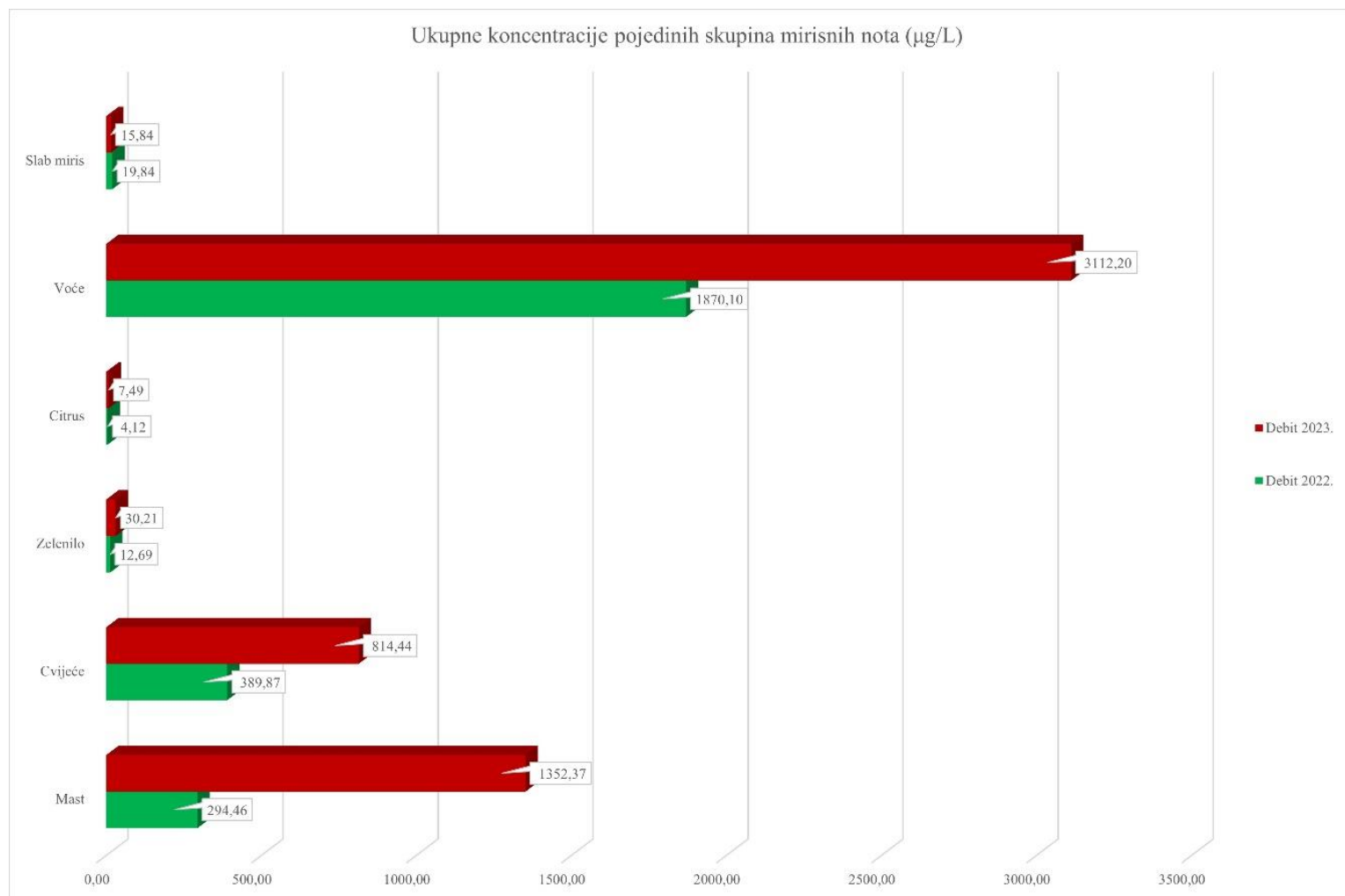
Slika 6 Ukupna koncentracija aldehida i ketona (µg/L) u vinu sorte Debit berbe 2022. i 2023.



Slika 7 Ukupna koncentracija terpena (µg/L) u vinu sorte Debit berbe 2022. i 2023.



Slika 8 Ukupna koncentracija estera (µg/L) u vinu sorte Debit berbe 2022. i 2023.



Slika 9 Ukupne koncentracije ($\mu\text{g/L}$) pojedine skupine mirisnih nota

Tablica 5 Rezultati senzorskog ocjenjivanja vina Debit testom 100 bodova

Parametar	Debit 2022.	Debit 2023.
Izgled	15,0	15,0
Miris	26,2	27,0
Okus	36,4	37,7
Harmoničnost	9,0	9,7
Ukupno	86,6	89,4

Tablica 6 Rezultati deskriptivne analize vina Debit testom 100 bodova

Aromatska nota	Debit 2022.	Debit 2023.
Jabuka	6,8	7,9
Kruška	5,7	6,5
Marelica	3,0	3,2
Banana	4,5	6,1
Citrus	3,7	4,6
Zelena trava	4,5	6,4
Livadsko cvijeće	5,8	5,8
Biljna nota	6,5	6,0
Zelena paprika	3,7	3,0
Med	1,3	0,5
Ruža	1,2	1,4

5. RASPRAVA

Rezultati istraživanja utjecaja godine berbe na tvari boje i arome vina Debit iz 2022. i 2023. godine prikazani su u **Tablicama 2 – 6** i na **Slikama 4 – 9**. Također, u **Tablici 1** prikazani su klimatski uvjeti tijekom 2022. i 2023. godine.

U **Tablici 1** je vidljivo da je godišnji prosjek srednje maksimalne temperature zraka za 2022. godinu iznosio 28,5 °C, a za 2023. izmjerena je srednja vrijednost od 27,8 °C. Srednja mjesečna temperatura kao i minimalna temperatura zraka otprilike je jednaka za obje godine. U 2022. srednja mjesečna temperatura iznosila je 17,4 °C, a za 2023. izmjereno je 17,5 °C. U 2022. godini izmjerena je minimalna temperatura zraka od 3,4 °C dok je za 2023. ona iznosila 3,5 °C, kao godišnji prosjek. **Tablica 1** prikazuje i mjesečnu te godišnju količinu sunčanih sati koja je u 2022. bila nešto viša od one u 2023. te je iznosila 2878,7 sati, dok je ukupna godišnja količina oborina bila veća u 2023. s iznosom od 854 mm, što je za 146 mm više nego u 2022. godini. Samim time u 2023. veća je bila i relativna vlažnost zraka koja je za iznosila 64,4% (godišnji prosjek), u odnosu na 61,4% iz 2022. godine. Osim navedenog, prikazane su i srednje mjesečne temperature tla izmjerene na dubinama od 5 i 10 cm. U prosjeku, srednja mjesečna temperatura tla izmjerena na dubini od 5 i 10 cm za 2023. godinu iznosila je 10,9 °C, odnosno 18,7 °C, dok su 2022. godine te vrijednosti bile 9,7 i 18,9 °C.

U **Tablici 2** prikazan je osnovni kemijski sastav vina sorte Debit za godinu berbe 2022. i 2023. Ukupni suhi ekstrakt predstavlja sve organske i mineralne tvari koje ne hlape pri specifičnim fizikalnim udjelima. Iz **Tablice 2** je vidljivo da Debit iz 2023. sadržava veću količinu suhog ekstrakta (15,60 g/L) od Debita iz 2022. koje sadrži (13,10 g/L). S druge strane, vidljivo je da Debit iz 2022. sadrži veći volumni udio alkohola, 13,77 vol.%, dok vino iz 2023. sadrži 12,17 vol.%. Viši udio alkohola može biti rezultat i više godišnje maksimalne temperature zraka te sati sijanja sunca tijekom 2022. godine, u odnosu na 2023. godinu (**Tablica 1**). Više temperature rezultiraju bržim sazrijevanjem bobica, odnosno većim udjelom šećera, a time i većim udjelom alkohola (de Orduna, 2010). Navedeno je popraćeno i sadržajem šećera u g/L koji za Debit iz 2022. iznosi 0,64 g/L, a za Debit iz 2023. rezultat je duplo manji; 0,32 g/L. Neprevreli šećer koji zaostaje nakon fermentacije doprinosi slatkom okusu vina, a osim toga šećeri su pokazatelji zrelosti grožđa.

Jedan od bitnijih koraka u proizvodnji vina je sumporenje koje ima utjecaj na brojne čimbenike; štiti mošt i vino od oksidacije, utječe na koagulaciju bjelančevina pri taloženju mošta i selekciju mikroorganizama. Iz **Tablice 2** može se očitati količina ukupnog i slobodnog sumpora, količina

slobodnog sumpora za Debit iz 2022. iznosi 6,70 mg/L, dok je količina ukupnog 95,00 mg/L. Slobodnog SO₂ u Debitu iz 2023. znatno je više i količina mu iznosi 15,00 mg/L, dok je ukupnog 147,80 mg/L. Razlog upotrebe veće količine sumpor dioksida u vinu Debit iz 2023. može biti vezano uz znatno veće količine padalina tijekom te godine, u odnosu na 2022. godinu. Veća vlažnost i oborine povećavaju rizik od botritisa (*Botrytis cinerea*) i drugih gljivičnih infekcija. Ovi mikroorganizmi proizvode spojeve poput acetaldehida koji mogu povećati potrebu za sumporenjem jer se vezuju za SO₂ (Jiang i sur., 2023).

Kiseline u vinu doprinose organoleptičkim svojstvima i daju mu osvježavajući okus, ali djeluju i kao konzervansi. U **Tablici 2** vidljivo je da je sadržaj kiselina za Debit iz 2022. i Debit iz 2023. isti, iznosi 4,63 g/L. Također, značajne razlike između dva analizirana vina nije bilo ni u količini pepela koja za godinu berbe 2022. iznosi 2,04 g/L, dok Debit iz 2023. sadrži 2,05 g/L. Udio pepela i mineralnih tvari u vinu više ovisi o položaju vinograda i sastavu tla, nego o klimatskim uvjetima (Gajek, Pawlaczyk i Szykowska-Jozwik, 2021), a s obzirom da su oba vina proizvedena u istom vinogradu i pod istim vinifikacijskim uvjetima, približno jednak udio pepela je bio za očekivati.

Fenolni spojevi zaslužni su za boju, okus i trpkost vina, osim toga oni su antioksidansi koji uklanjaju i slobodne radikale koji dovode do kvarenja te imaju štetan utjecaj na organizam (Ivić, 2022). U **Tablici 3 i 4** vidljivo je da Debit iz 2022. sadrži višu koncentraciju ukupnih polifenola (380,15 mg/L) za 26% i flavonoida za 56% (132,41 mg/L) od Debita iz 2023. godine. To je popraćeno i antioksidacijskom aktivnošću vina koja je veća u vinu Debit iz 2022. godine prema svim primijenjenim metodama (DPPH, ABTS, FRAP i CUPRAC), u odnosu na vino iz 2023. godine.

Različiti hlapivi spojevi koji se nalaze u vinima čine cjelokupnu aromu vina te je njihova kombinacija drugačija za svako vino i čini ga jedinstvenim. Osim toga aroma je jedan od važnijih parametara za razlikovanje vina na osnovu kojeg potrošači izabiru vino za konzumaciju. Ona je kombinacija primarne, sekundarne i tercijarne arome mošta i vina koji su prirodno prisutni u grožđu ili mogu nastati tijekom proizvodnje ili odležavanja. Aromu čine hlapivi spojevi kao što su kiseline, alkoholi, aldehidi i ketoni, terpeni i esteri. U ispitivanim uzrocima pronađeno je 35 različitih hlapivih spojeva koji čine najznačajnije doprinose ukupnoj aromi vina Debit te su njihove koncentracije, retencijski indeksi i glavne mirisne note prikazane u **Tablici 4**.

Kiseline nastaju alkoholnom fermentacijom ili su prirodno prisutne u sirovini, a u malim koncentracijama mogu značajno doprinijeti ukupnoj aromi vina (Moreno i Peinado, 2012). U uzorcima Debita iz 2022. identificirano je šest kiselina: heksanska, oktanska, dekanska, laurinska, miristinska i palmitinska kiselina. Od navedenih, u Debitu iz 2023. nije bila prisutna heksanska kiselina, čija je koncentracija u Debitu iz 2022. godine bila 35,16 µg/L. Osim heksanske kiseline, koncentracija palmitinske kiseline je bila viša u vinu iz 2022. godine, dok su koncentracije ostalih kiselina bile znatno više u Debitu iz 2023. godine, primjerice koncentracija dekanske kiseline je iznosila 727,62 µg/L, što je gotovo četverostruko više od koncentracije u vinu iz 2022.

U **Tablici 4** prikazani su i pronađeni alkoholi koji nastaju kao sekundarni produkti metabolizma kvasaca. U oba uzorka pronađeno je šest alkohola: heksan-1-ol, 2-etilheksan-1-ol, oktan-1-ol, 2-fenetiletanol, dekan-1-ol, dodekanol. Koncentracije svih alkohola su bile više u vinu iz 2023. godine, koncentracije 2-feniletanola su bile najviše u oba vina u odnosu na ostale alkohole, i to 377,39 µg/L u vinu iz 2022. godine i 673,30 µg/L u vinu iz 2023. godine.

Karbonilni spojevi kao što su aldehidi i ketoni nemaju bitniju ulogu u stvaranju arome vina, ali su neophodni za sintezu aminokiselina. U **Tablici 4** prikazano je tri identificirana karbonilna spoja, a to su: nonan-2-on, nonanal, 4-propilbenzaldehyd. Sva tri su bila više zastupljena u vinu iz 2022. godine, s koncentracijama od 0,83 µg/L za nonan-2-on, 1,28 µg/L za nonanal te 3,28 µg/L za 4-propilbenzaldehyd.

Terpeni su glavna skupina spojeva koji čine sortnu aromu, u grožđu mogu postojati kao slobodni terpeni koji su odgovorni za aromu grožđa i mošta, ili kao vezani terpeni koji predstavljaju „skrivenu aromu“ koju je potrebno osloboditi tijekom proizvodnje (Ivić, 2022). U **Tablici 4** vidljiva su dva terpena identificirana u uzorcima Debita iz 2022. i 2023., a to su: linalool, čija je koncentracija u analiziranim vinima redom 1,44 i 2,05 µg/L, te β-citronelol, čija je koncentracija redom 1,41 i 4,28 µg/L, odnosno više su koncentracije u vinu iz 2023. godine.

Esteri su zaslužni za voćnu aromu i miris banane, nastaju najviše tijekom alkoholne fermentacije i nešto tijekom odležavanja. Vrlo su hlapivi spojevi, osjetljivi na bilo kakva povišenja temperature, ali su obično najbrojnija skupina aromatskih spojeva u vinu. **Tablica 4** prikazuje osamnaest različitih estera pronađenih u ispitivanim uzorcima, a to su: izoamil acetat, etil-heksanoat, heksil-acetat, dietil-sukcinat, etil-oktanoat, fenetil-acetat, etil-nonanoat, etil-9-decenoat, etil-dekanoat, etil-izopentil sukcinat, izopentil-oktanoat, etil-laurat, etil-miristat,

diizobutil-ftalat, etil-palmitat, etil-linoleat, etil-oleat i etil stearat. Od navedenih u Debitu iz 2023. godine nije identificiran etil-9-decenoat. Izuzev dietil-sukcinata, etil-9-decenoata i etil-izopentil sukcinata, čije su koncentracije bile više u Debitu iz 2022. godine, koncentracije svih ostalih estera su bile više u vinu iz 2023. godine. Jedino statistički značajne razlike nema između koncentracija etil-linoleata u oba vina (u prosjeku 0,56 µg/L). Najviše koncentracije su imali etil-oktanoat, 926,88 µg/L (2022. godina) i 1680,80 µg/L (2023. godina), te etil-dekanoat, 414,75 (2022. godina) µg/L i 674,99 µg/L (2023. godina).

Na **Slikama 4 – 8** grafički su prikazane ukupne koncentracije pojedinih aromatičnih spojeva identificiranih u ispitivanim uzorcima. S obzirom da su pojedini spojevi prevladavali u određenom vinu, to se odrazilo i na ukupnu koncentraciju svake skupine spojeva. Vidljivo je da Debit iz 2023. sadrži veće količine kiselina, alkohola, terpena i estera, dok je na **Slici 6** prikazano da Debit iz 2022. sadrži veću količinu aldehida i ketona. **Slika 9** prikazuje ukupne koncentracije pojedine skupine mirisnih nota (mast, cvijeće, zelenilo, citrus, voće i slab miris). Sve identificirane mirisne note izraženije su bile u vinu Debit iz 2023., a voćna nota je prevladavala u oba vina, čemu su doprinijeli brojni esteri.

U **Tablicama 5 i 6** prikazani su rezultati senzorskog ocjenjivanja prema testu 100 bodova i deskriptivna analiza detektiranih aromatskih nota od strane senzorskih ocjenjivača. U **Tablici 5** vidljivo je da su parametri poput mirisa, okusa i harmoničnosti imali nešto veći broj bodova za Debit iz 2023. godine, dok je izgled ocijenjen sa istim brojem bodova za oba analizirana vina. Ukupan broj bodova za Debit iz 2023. godine iznosio je 89,4, dok je Debit iz 2022. godine dobio 86,6 bodova. **Tablica 6** prikazuje rezultate deskriptivne analize gdje se bodovima od 0 do 10 ocjenjivala izraženost note jabuke, kruške, marelice, banane, citrusa, zelene trave, livadskog cvijeća, zelene paprike, meda, ruže te biljna nota. Najizraženije su bile note jabuke, kruške, livadskog cvijeća te biljna nota, koje su imale broj bodova iznad 5,0 u oba vina. Međutim, u vinu iz 2023. godine su viši broj bodova (iznad 6,0) imale i note banane i zelene trave. Biljna nota, zelena paprika i med su bile nešto izraženije u Debitu iz 2022., a ostale note u Debitu iz 2023. godine.

6. ZAKLJUČCI

Na osnovi rezultata istraživanja provedenih u ovom radu, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda pokazali su da su prosječne temperature zraka te trajanje sijanja sunca bili nešto viši tijekom 2022. godine, a količina oborina i relativna vlažnost zraka tijekom 2023. godine, gledajući na godišnjoj razini.
2. Razlike u klimatskim uvjetima tijekom 2022. i 2023. godine utjecale su na osnovni kemijski sastav, polifenolni te aromatski profil vina Debit, proizvedenih od berbi iz 2022. i 2023. godine.
3. Rezultati istraživanja pokazali su da vino sorte Debit iz 2022. godine sadrži veći volumni udio alkohola i višu koncentraciju neprevrelih šećera, a te godine su bile manje količine oborina te nešto više temperature zraka i više sati sijanja sunca.
4. Vrijednost sadržaja pepela i udio kiselina približno je jednak za sorte iz obje godine berbe, što ukazuje na to da neki drugi čimbenici, osim klimatskih uvjeta, imaju veći utjecaj na navedene parametre, npr. sastav tla utječe na udio pepela.
5. Sadržaj fenolnih spojeva bio je veći u vinu sorte Debit iz 2022. godine, što je popraćeno i višom antioksidacijskom aktivnošću.
6. Zbog nižih temperatura zabilježenih tijekom 2023. godine, većina spojeva arome izraženije su u vinu sorte Debit iz 2023. godine, posebice iz skupine kiselina, alkohola, terpena i estera.
7. Više koncentracije aldehida i ketona izmjerene su u vinu Debit iz 2022. godine, u odnosu na vino iz 2023. godine.
8. Esteri su najbrojnija skupina aromatskih spojeva u oba vina, a najzastupljeniji ester je etil-oktanoat koji doprinosi voćnoj noti vina.
9. Nastavno na prethodnu točku, najizraženija je bila voćna nota u vinima, posebice u Debitu iz 2023. godine. Ostale aromatske note koje se ističu su masna i cvjetna nota.
10. Senzorskim ocjenjivanjem Debit iz 2023. ocijenjen je bolje, sa ukupnim brojem bodova 89,4, dok je Debit iz 2022. ocijenjen sa 86,6 bodova.
11. Deskriptivnom analizom detektirane su različite aromatske note od kojih su u Debitu iz 2023. bile izraženije arome jabuke, banane te zelene trave, dok su biljna nota, aroma zelene paprike i meda bile izraženije u Debitu iz 2022. godine.
12. Tvari boje i arome kao i kemijski sastav ovise o klimatskim uvjetima, i može se zaključiti da čak i male razlike u temperaturi i količini oborina mogu doprinijeti razlikama u dva vina iste sorte proizvedena istim vinifikacijskim postupcima.

7. LITERATURA

- Andabaka, Ž. (2020) 'Debit - autohtona sorta prošlosti i budućnosti', *Gospodarski list*, [online], br. 23/24, Zagreb. Dostupno na: <https://gospodarski.hr/rubrike/vinogradarstvo-rubrike/debit-autohtona-sorta-proslosti-i-buducnosti/> (Pristupljeno: 29. 8. 2024.)
- Andabaka, Ž., Stupić, D., Karoglan, M., Marković, Z., Preiner, D., Maletić, E., Karoglan Kontić, J. (2016): 'Povijesni tijek uzgoja najvažnijih autohtonih dalmatinskih sorata vinove loze (*Vitis vinifera* L.)', *Glasnik zaštite bilja*, 39(3), str. 14-20.
- Blesić, M., Mijatović, D., Radić, G. i Blesić, S. (2013) *Praktično vinogradarstvo i vinarstvo*. Sarajevo: CRS.
- Claus, H. (2019) *Wine fermentation*. Volume 5, Issue 1. Switzerland: Fermentation, MDPI.
- Darias-Martin, J., Diaz-Gonzalez, D. i Diaz-Romero C. (2004) 'Influence of two pressing processes on the quality of must in white wine production', *Journal of food engineering*, 63 (3), 335-340.
- Echave, J., Barral, M., Fraga-Corral, M., Prieto, M.A. i Simal-Gandara, J. (2021) 'Bottle aging and storage of wines: A review', *Molecules*, 26(3), br. 713.
- Gajek, M., Pawlaczyk A. i Szykowska M.I. (2021) 'Multi-elemental Analysis of Wine Samples in Relation to Their Type, Origin, and Grape Variety', *Molecules*, 26(1), br. 214.
- Giovinazzo, G., Carluccio, MA., i Grieco, F. (2019) 'Wine Polyphenols and Health' u Mérillon J i Ramawat K (ur.) *Bioactive Molecules in Food. Reference Series in Phytochemistry*, pp. 1135–1155, Switzerland: Springer Nature.
- Gonçalves, B., Oliveira, I., Bacelar, E., Morais, MC., Aires, A., Cosme, F., Ventura-Cardoso, J., Anjos, R. i Pinto, T. (2018) 'Aromas and Flavours of Fruits' u *Generation of Aromas and Flavours*, InTechOpen.
- Horvat, B. (2010) 'Od berbe do mladog vina', *Gospodarski list*, [online], Novinarsko nakladničko i trgovačko d.d., Zagreb. Dostupno na: <https://gospodarski.hr/rubrike/od-berbe-do-mladog-vina/> (Pristupljeno: 29. 8. 2024.)
- Ivić, I., Kopjar, M., Jakobek, L., Jukić, V., Korbar, S., Marić, B., Mesić, J. i Pichler, A. (2021) 'Influence of Processing Parameters on Phenolic Compounds and Color of Cabernet Sauvignon Red Wine Concentrates Obtained by Reverse Osmosis and Nanofiltration', *Processes* 9(1):89.
- Ivić, I. (2022) 'Reverzna osmoza i nanofiltracija: utjecaj koncentriranja na bioaktivne komponente i arome crnog vina Cabernet Sauvignon', *Doktorska disertacija*. Osijek: Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.
- Jakobek, L. (2007) 'Karakterizacija polifenola u voću i njihov utjecaj na antioksidacijsku aktivnost voća', *Doktorska disertacija*. Osijek: Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.
- Jackson, R. (2008) *Wine science: Principles and applications, third edition*. London, UK, Burlington, San Diego, USA: Academic Press, Elsevier Inc.
- Jeličić, M. (2020) 'Utjecaj antioksidativnih tanina na razinu sumpornog dioksida u bijelim vinima', *Specijalistički završni rad*. Veleučilište u Rijeci, Poljoprivredni odjel, Rijeka.

- Jiang, L., Qiu, Y, Dumlao, M.C., Dondald, W.A., Steel, C.C. i Schmidtke, L.M. (2023) 'Detection and prediction of Botrytis cinerea infection levels in wine grapes using volatile analysis', *Food Chemistry*, 421, br. 136120.
- Keller, M. (2023) 'Climate change impacts on vineyards warm and dry areas: Challenges and opportunities', *American journal of enology and viticulture*, 74, br. 0740033.
- Mierczynska-Vasilev, A. i Smith P.A. (2015) 'Current state of knowledge and challenges in wine clarification', *Australian journal of grape and wine research*, 21, 615-626.
- Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva (2019) 'Zakon o vinu', *Narodne novine* 32/19. Dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2005_01_2_17.html (Pristupljeno: 9. 9. 2024.)
- Mirás-Avalos, J.M. i Araujo E.S. (2021) 'Optimization of vineyard water management', *Challenges, strategies and perspectives*, 13(6), br. 746.
- Mirošević, N., Karoglan Kontić, J. (2008) *Vinogradarstvo*. Zagreb: Nakladni zavod Globus.
- Moreno, J. i Peinado, R. (2012) *Enological chemistry*. 1. izdanje. Universidad de Cordoba, Cordoba, Spain: Elsevier Inc.
- Muñoz-González, C., Pérez-Jiménez, M., Criado, C. i Pozo-Bayón, M.Á. (2019) 'Effects of Ethanol Concentration on Oral Aroma Release After Wine Consumption', *Molecules* 24(18):3253.
- de Orduna, R.M. (2010) 'Climate Change Associated Effects on Grape and Wine Quality and Production', *Food Research International*, 43(7), str. 1844-1855.
- Pichler, A. (2011) 'Utjecaj dodataka i skladištenja na kvalitetu, reološka svojstva i termofizikalna svojstva paste od maline', *Doktorska disertacija*. Osijek: Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.
- Popović, K. (2019) 'Utjecaj koncentriranja membranskim procesima na tvari boje i arome soka od aronije', *Doktorska disertacija*. Osijek: Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.
- Prša, I. (2022) 'Utjecaj vremenskih i klimatskih uvjeta na vinogradarsku proizvodnju u Hrvatskoj', *Doktorska disertacija*. Zagreb: Agronomski fakultet.
- Rajha, H.N., El Darra, N., El Kantar, S., Hobaika, Z., Louka, N. i Maroun, R.G. (2017) 'A comparative study of the phenolic and technological maturities of red grapes grown in Lebanon', *Antioxidants*, 6(1), br. 8.
- Stojanović, F. (2016) 'Primjena staklene ambalaže za pakiranje vina', *Završni rad*. Osijek: Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.
- Varoquaux, P. i Wiley, RC. (2017) 'Biological and Biochemical Changes in Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables', u Yildiz F and Wiley RC (ur.) *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables*, pp. 153–185, Baltimore, MD, SAD: Springer Science+Business Media LLC.
- Wang, R., Sun, Q. i Chang, Q. (2015) 'Soil types effect on grape and wine composition in Helan mountain area of Ningxia', *PLoS One*, 10(2), br. e0116690.
- Zoričić, M. (2003) *Domaće vino bijelo, ružičasto, crno*. Zagreb: Gospodarski list.