

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Matjaž RIHTARŠIČ

**VPLIV RAZMER ZORENJA NA KEMIJSKO  
SESTAVO STEKLENIČENIH BELIH VIN**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2009

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Matjaž RIHTARŠIČ

**VPLIV RAZMER ZORENJA NA KEMIJSKO SESTAVO  
STEKLENIČENIH BELIH VIN**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

INFLUENCE OF AGEING CONDITIONS ON THE CHEMICAL COMPOSITION  
OF BOTTLED WHITE WINES

GRADUATION THESIS

University studies

Ljubljana, 2009

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Delo je potekalo v laboratorijih Katedre za tehnologije, prehrano in vino na Oddelku za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorico diplomskega dela imenovala prof. dr. Tatjano Košmerl in za recenzenta doc. dr. Blaža Cigića.

Mentorica: prof. dr. Tatjana Košmerl

Recenzent: doc. dr. Blaž Cigić

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Matjaž Rihtaršič

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
- DK UDK 663.221:663.256:663.253(043)=163.6
- KG vino/bela vina/malvazija/chardonnay/laški rizling/zorenje vina/stres/pogoji skladiščenja/kemijska sestava vina
- AV RIHTARŠIČ, Matjaž
- SA KOŠMERL, Tatjana (mentorica) / CIGIČ, Blaž (recenzent)
- KZ SI-1000 LJUBLJANA, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
- LI 2009
- IN VPLIV RAZMER ZORENJA NA KEMIJSKO SESTAVO STEKLENIČENIH BELIH VIN
- TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP X, 45 str., 10 pregl., 11 sl., 30 vir.
- IJ sl
- Jl sl/en
- AI Namen diplomskega dela je bilo ugotoviti vpliv zorenja v normalnih in stresnih razmerah na osnovno fizikalno-kemijsko sestavo stekleničenih belih vin ter na podlagi primerjave analiz in zahtev Pravilnika o pogojih glede kakovosti vina (Pravilnik o pogojih..., 2004) določiti njihovo primernost za prodajo. V raziskavo so bila vključena mlada bela vina sort malvazija, chardonnay in laški rizling dveh različnih letnikov (2005, 2006) iz vinorodnih okolišev Štajerska Slovenija in Slovenska Istra. Vzorcem smo pred zorenjem določili naslednje fizikalno-kemijske parametre: pH, skupne in titrabilne kisline, kisle soli, gostoto, alkohol, skupni suhi ekstrakt, prosti, vezan in skupni SO<sub>2</sub>, barvne parametre, skupne fenole in antioksidativni potencial. Vzorce smo skladiščili v normalnih razmerah (9-10 °C, relativna vlažnost 80-82 %, v temnem prostoru) in v stresnih razmerah (18-23 °C, relativni vlažnosti 55-68 %, pri dnevni svetlobi) dvanajst mesecev. Po končanem zorenju smo na obeh serijah vzorcev ponovili laboratorijske analize. Pri primerjavi rezultatov vzorcev mladih vin z vzorci, zorenimi v različnih razmerah, smo ugotovili, da so se vzorcem tako v stresnih kot normalnih razmerah po obdobju zorenja zmanjšale koncentracije skupnih in titrabilnih kislin, alkohola in prostega SO<sub>2</sub>. V obeh primerih sta se povečali tudi intenziteta in ton barve. Značilne razlike smo pri razmerah zorenja določili pri meritvah barvnih parametrov. Večjo intenziteto barve smo določili vzorcem, zorenih v stresnih razmerah, medtem ko smo vzorcem, zorenih v normalnih razmerah, določili večji ton barve. Zanimiv rezultat smo dobili pri parametru, ki določa motnost vin. Vzorcem, zorenih v normalnih razmerah, se je motnost po dvanajstmesečnem zorenju zmanjšala, medtem ko se je v stresnih razmerah povečala.

### KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dn
- DC UDC 663.221:663.256:663.253(043)=163.6
- CX wines/white wines/Malvasia/Chardonnay/Welsh Riesling/wine ageing/stress/storage conditions/chemical composition of wine
- AU RIHTARŠIČ, Matjaž
- AA KOŠMERL, Tatjana (supervisor) / CIGIČ, Blaž (reviewer)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
- TI INFLUENCE OF AGEING CONDITIONS ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF BOTTLED WHITE WINES
- DT Graduation thesis (University studies)
- NO X, 45p., 10 tab., 11 fig., 30 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB The aim of the thesis was to determine the influence of maturation in normal and stress conditions on the basic physical and chemical composition of bottled white wines. We also wanted to compare the obtained results with the Regulation of requirements for the quality of wine (Pravilnik o pogojih..., 2004) and to evaluate the analyzed wine samples suitability for sale. In the research were included bottled varietal young wines of Malvasia, Welsh Riesling and Chardonnay from different vintage years (2005, 2006) and different wine-growing districts (Štajerska Slovenija and Slovenska Istra). Before the maturation process we have analyzed following physical and chemical parameters: pH value, total and titratable acidity, acid salts, density, alcohol content, total dry extract, free, bound and total SO<sub>2</sub>, color intensity, color hue, wine turbidity, total polyphenols and antioxidant potential. The samples were matured at normal conditions (9-10 °C, 80-82 % relative humidity, dark room) and at stress conditions (18-23 °C, 55-68 % relative humidity, exposed to sunlight) for 12 months. After the maturation period we repeated all analysis on both series of samples. When we compared the results with the analysis of young wine samples, we found a decrease of total and titratable acidity, alcohol and free SO<sub>2</sub> content in both series of the matured samples. We also found an increase of color intensity, which was more marked in stress matured samples and an increase of color hue, which was more marked in the case of normal stored samples. The wine turbidity decreased in samples stored at normal conditions, whereas turbidity increased in samples stored in stress conditions.

## KAZALO VSEBINE

<b>KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....</b>	<b>III</b>
<b>KEY WORDS DOCUMENTATION .....</b>	<b>IV</b>
<b>KAZALO VSEBINE .....</b>	<b>V</b>
<b>KAZALO PREGLEDNIC .....</b>	<b>VIII</b>
<b>KAZALO SLIK .....</b>	<b>IX</b>
<b>OKRAJŠAVE IN SIMBOLI .....</b>	<b>X</b>
<b>1 UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1 CILJI NALOGE .....	2
1.2 DELOVNE HIPOTEZE .....	2
<b>2 PREGLED OBJAV .....</b>	<b>3</b>
2.1 KEMIJSKA SESTAVA VINA .....	3
2.1.1 Voda .....	3
2.1.2 Sladkorji .....	3
2.1.2.1 Disaharidi (saharoza) .....	3
2.1.2.2 Polisaharidi .....	3
2.1.2.3 Pentoze .....	3
2.1.2.4 Heksoze .....	4
2.1.3 Kisline .....	5
2.1.4 Alkoholi .....	6
2.1.4.1 Etanol .....	6
2.1.4.2 Metanol .....	7
2.1.4.3 Višji alkoholi .....	7
2.1.4.4 Alkoholi z več hidroksilnimi skupinami (polioli) .....	7
2.1.5 Estri .....	7
2.1.6 Fenolne spojine .....	9

2.1.7	Terpeni.....	10
2.1.8	Žveplov dioksid.....	10
2.1.9	Ogljikov dioksid.....	12
2.1.10	Minerali .....	12
2.2	KEMIJSKE SPREMEMBE VINA MED ZORENJE VINA.....	13
2.2.1	Zorenje vina .....	13
2.2.2	Oblikovanje barve zorenega vina.....	13
2.2.2.1	Vinska kislina .....	13
2.2.2.2	Reducirajoči sladkorji.....	14
2.2.2.3	Fenolne spojine.....	15
2.2.3	Oblikovanje arome zorenega vina .....	15
2.2.3.1	Etanol.....	16
2.2.3.2	Višji alkoholi .....	16
2.2.3.3	Estri.....	16
2.2.3.4	Terpeni.....	17
2.2.3.5	Kislone.....	17
2.2.3.6	Dimetil sulfid.....	18
2.2.3.7	Žveplov dioksid .....	18
2.3	VPLVI RAZLIČNIH DEJAVNIKOV NA ZORENJE VINA .....	18
2.3.1	Vpliv svetlobe na zorenje vina.....	18
2.3.2	Vpliv temperature na zorenje vina .....	19
2.3.3	Antioksidativni potencial vina.....	21
3	MATERIAL IN METODE DE LA.....	22
3.1	MATERIAL .....	22
3.2	METODE DE LA.....	23
3.2.1	Določanje fenolnih spojin v vinu po Singletonu in Rossiju.....	23
3.2.2	Določanje žveplovega dioksida po Ripperju .....	23
3.2.3	Določanje barve in motnosti vina.....	24
3.2.4	Določanje antioksidativnega potenciala z DDPH <sup>•</sup> radikalom .....	24

<b>3.2.5</b>	<b>Določanje pH vina .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.6</b>	<b>Določanje koncentracije titrabilnih, skupnih kislin in kislih soli.....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.7</b>	<b>Določanje relativne gostote, koncentracije alkohola in skupnega suhega ekstrakta .....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.8</b>	<b>Statistična analiza zbranih podatkov.....</b>	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>REZULTATI IN RAZPRAVA.....</b>	<b>28</b>
4.1	REZULTATI LABORATORIJSKIH ANALIZ.....	28
4.2	REZULTATI STATISTIČNE ANALIZE .....	31
<b>5</b>	<b>SKLEPI .....</b>	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>POVZETEK.....</b>	<b>41</b>
<b>7</b>	<b>VIRI .....</b>	<b>43</b>



## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Vzorci belih vin .....	22
Preglednica 2: Rezultati začetnih fizikalno-kemijskih analiz vzorcev mladega vina sort malvazija, chardonnay in laški rizling iz vinorodnega okoliša Štajerske Slovenije in Slovenske Istre, letnika 2005 in 2006.....	28
Preglednica 3: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz vzorcev vina sort malvazija, chardonnay in laški rizling iz vinorodnega okoliša Štajerska Slovenija in Slovenska Istra, letnika 2005 in 2006 po enoletnem zorenju v normalnih razmerah .....	29
Preglednica 4: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz vzorcev vina sort malvazija, chardonnay in laški rizling iz vinorodnega okoliša Štajerska Slovenija in Slovenska Istra, letnika 2005 in 2006 po enoletnem zorenju v stresnih razmerah .....	30
Preglednica 5: Primerjava vrednosti fizikalno-kemijskih parametrov med vinorodnima okolišema Štajerske Slovenije in Slovenske Istre (mlado vino sorte chardonnay, letnik 2005 in 2006).....	31
Preglednica 6: Primerjava vrednosti fizikalno-kemijskih parametrov med letnikoma 2005 in 2006 (mlada vina sorte laški rizling in chardonnay iz v.o. Štajerska Slovenija in mlada vina sorte malvazija in chardonnay iz v.o. Slovenska Istra).....	32
Preglednica 7: Primerjava vrednosti fizikalno-kemijskih parametrov med sortama chardonnay in malvazija (mlada vina letnikov 2005 in 2006 in v.o. Slovenska Istra) .....	33
Preglednica 8: Primerjava vrednosti fizikalno-kemijskih parametrov med sortama chardonnay in laški rizling (mlada vina letnikov 2005 in 2006 iz v.o. Štajerska Slovenija).....	34
Preglednica 9: Primerjava fizikalno-kemijskih parametrov vzorcev mladih vin in vzorcev, zorenih v normalnih razmerah .....	36
Preglednica 10: Primerjava fizikalno-kemijskih parametrov vzorcev vin, zorenih v normalnih in stresnih razmerah .....	38

## KAZALO SLIK

Slika 1: Primer glikozida med glukozo in kvercetinom (flavonoid) (Stevens, 2001) .....	5
Slika 2: Strukturne formule etilnih estrov (ACD/ChemSketch, 2009).....	8
Slika 3: Strukturne formule acetatnih estrov (ACD/ChemSketch, 2009) .....	8
Slika 4: Osnovna strukturna formula flavonoidov (Jackson, 2008) .....	9
Slika 5: Strukturni formuli kavne (Belitz in Grosch, 1999) in kaftarne kisline (WSU, 2009) .....	9
Slika 6: Trije pomembnejši predstavniki terpenov v vinu (Belitz in Grosch, 1999).....	10
Slika 7: Vinska kislina in njen razgradni produkt glioksilna kislina (Clark, 2004) .....	13
Slika 8: Strukturna formula katehina (Clark, 2004) .....	14
Slika 9: Strukturna formula ksantilijevega kationa (Clark, 2004).....	14
Slika 10: Oksidacija in polimerizacija <i>o</i> -difenolov (Jackson, 2008).....	15
Slika 11: Strukturna formula dimetil sulfida (Belitz in Grosch, 1999) .....	18

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

AOAC	Association of Official Analytical Chemists
AOP	antioksidativni potencial
CH	chardonnay
>CO	karbonilna skupina
-COOH	karboksilna skupina
Ca <sup>2+</sup>	kalcijev ion
Cu <sup>+</sup>	bakrov ion
CuS	bakrov(I) sulfid
Cu <sub>2</sub> S	bakrov(II) sulfid
Fe <sup>2+</sup>	železov dvovalentni ion (fero)
Fe <sup>3+</sup>	železov trivalentni ion (feri)
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Point
HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	hidrogensulfitni (bisulfitni) anion
H <sub>2</sub> S	hidrogen sulfid
H <sub>2</sub> O	voda
K	konstanta kemijskega ravnotežja
K <sup>+</sup>	kalijev ion
LR	laški rizling
Mal	malvazija
-OH	hidroksilna skupina
O.I.V.	Mednarodna organizacija za trto in vino
<sup>1</sup> O <sub>2</sub>	singletni kisik
pK	negativni desetiški logaritem disociacijske konstante kislin
rH	oksidacijsko-redukcijski potencial
SK (g/L)	skupne kisline
SO <sub>2</sub>	žveplov dioksid
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	sulfitni anion
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	sulfatni anion
SSE (g/L)	skupni suhi ekstrakt
TK (g/L)	titrabilne kisline
VK	Vina Koper
VP	Vina Ptuj

## 1 UVOD

Naše razumevanje kemijske narave grozdja in vina je začelo zelo napredovati od leta 60 prejšnjega stoletja. Čeprav ostaja še veliko za odkriti, počasi začenjamo razumeti zakaj je vino tako edinstvena pijača (Jackson, 2008).

Znanstveniki so v različnih vinih do zdaj dokazali že preko tisoč spojin. Večina teh spojin se nahaja pod pragom zaznave in tako nimajo vpliva na senzorične lastnosti vina. Lahko pa vplivajo na senzorično značilnost vina v medsebojni kombinaciji. Med pomembnejšimi spojinami v vinu tako najdemo hlapne in nehlapne kisline, širok spekter fenolnih spojin, etanol in višje alkohole ter poliole (glicerol), raznovrstne estre organskih kislin in alkoholov, sladkorje (glukoza in fruktoza) ter žveplov dioksid in  $\alpha$ -hidroksisulfonate (Jackson, 2008).

Večina kemijskih sestavin v vinu je stranski produkt metabolizma kvasovk med alkoholnim vrenjem, aromatičnih komponent, ki pa izhajajo iz grozdja, je v primerjavi manj. Vseeno pa so prav te komponente tiste, ki prispevajo k raznolikosti različnih sort vin (Jackson, 2008).

Kemijska sestava vina po alkoholni fermentaciji ne ostane nespremenjena, ampak se med procesom zorenja ali staranja spreminja. Običajno te spremembe potekajo v zeleni smeri, lahko pa vplivajo tudi na fizikalno-kemijsko stabilnost vina ter na senzorično kakovost in s tem na primernost vina v prometu. Vina med zorenjem in staranjem, glede na razmere v katerih vino skladiščimo oziroma staramo, razvijejo karakteristične arome iz prisotnih spojin v vinu. V procesu zorenja in staranja se tako odvijajo različne kompleksne reakcije (hidroliza, esterifikacija, oksidacija, redukcija), ki lahko povsem spremenijo okvir arom. Pomembni dejavniki, ki vplivajo na razvoj različnih arom, so predvsem temperatura, vsebnost kisika, žveplovega dioksida, fenolnih spojin in kovinskih ionov (železa, bakra), ki vplivajo na razvoj nekaterih hlapnih spojin.

Značilnost vina, da med zorenjem izboljšuje oziroma spreminja svoje organoleptične lastnosti, je zelo kompleksen pojav. Pri večini vin se kvaliteta izboljšuje samo nekaj let, nato pa začnejo na kvaliteti izgubljati. Padec kakovosti je posledica izgube sveže, sadne arome in ostalih arom, ki izhajajo iz samega grozdja. V vinih, ki konstantno pridobivajo na kvaliteti, tudi prihaja do izgube sadne arome mladih vin, vendar pa pridobivajo na zorilni aromi (Jackson, 2008).

Zorenje je tako pomemben tehnološki postopek v proizvodnji vina in je po HACCP standardu opredeljen kot kritična kontrolna točka in kot kontrolna točka, kjer z dobrim poznavanjem fizikalno-kemijskih procesov in dobro proizvodno prakso lahko zagotovimo, da bodo spremembe potekale v zeleni smeri (Christaki in Tzia, 2002).

## 1.1 CILJI NALOGE

Mlada sortna bela vina različnih letnikov (2005 in 2006) bomo po končani alkoholni fermentaciji in/ali stekleničenju zoreli v različnih razmerah zorenja. Izbrali bomo kvalitativne, fizikalne in kemijske parametre, pomembne za sestavo vina, ki jih bomo v različnih časovnih intervalih tudi kvantitativno ovrednotili v povezavi z zahtevami pravilnika o kakovosti (Pravilnik o pogojih ....., 2004) in glede na dovoljeno ali pričakovano odstopanje, ki je vezano na ugotavljanje identičnosti vina s strani vinarske inšpekcije.

## 1.2 DELOVNE HIPOTEZE

Pričakujemo, da bodo razlike v osnovni kemijski sestavi odvisne od sortnih lastnosti izbranih belih vin (chardonnay, malvazija in laški rizling), letnika (2005 in 2006) in vinorodnega okoliša (Slovenska Istra, Štajerska Slovenija). Nadalje pričakujemo, da se bodo razlike v odvisnosti od prej omenjenih dejavnikov pokazale v različnih časovnih intervalih vzorčenja in da bodo značilno večje v primeru zorenja vina v stresnih razmerah v primerjavi z normalnimi razmerami.

## **2 PREGLED OBJAV**

### **2.1 KEMIJSKA SESTAVA VINA**

Vino je za nekatere ljudi le kislja raztopina etanola v vodi, za druge občasna pijača, za tretje pa dar bogov. Dejstvo je, da so v vinu dokazali že več kot tisoč različnih spojin in še vedno odkrivajo nove (Bavčar, 2006).

#### **2.1.1 Voda**

Voda je najbolj zastopana spojina v vinu, saj jo vsebuje 75 % do 85 %. Zaradi vode se vino obnaša kot tekočina, deluje kot topilo in kot reagent v kemijskih reakcijah v celotnem procesu predelave od grozdja do zorenja vina. Z lastnostmi vode nekateri avtorji povezujejo soljenje vina (Jackson, 2008).

#### **2.1.2 Sladkorji**

V moštu najdemo naslednje oblike sladkorjev (Bavčar, 2006):

- monosaharidi, heksoze (glukoza, fruktoza) in pentoze (arabinoza, ksiloza in ramnoza)
- disaharidi (saharoza)
- polisaharidi (pektini, glukani, škrob, dekstrini).

##### **2.1.2.1 Disaharidi (saharoza)**

Saharoza je disaharid sestavljen iz glukoze in fruktoze, ki sta med sabo povezani z 1,2-glikozidno vezjo. Med alkoholno fermentacijo jo kvasovke popolnoma hidrolizirajo s pomočjo encima invertaza, razgradne produkte pa asimilirajo, tako da v vinu saharoze ne zasledimo (Bavčar, 2006).

##### **2.1.2.2 Polisaharidi**

Polisaharidi so polimerne molekule sestavljene iz različnih monosaharidov povezanih med seboj z glikozidnimi vezmi. Značilno za polisaharide je, da med alkoholno fermentacijo v prisotnosti alkohola tvorijo koloidne komplekse, ki so slabo topni in tako povzročajo motnost vina. Večina se jih izloči že med alkoholno fermentacijo, naknadno pa se odstranijo pri filtraciji. Zaradi velikosti molekul in koloidnih lastnosti lahko predstavljajo probleme pri filtraciji in preprečujejo bistrenje mošta in vina. V mladih vinih se nahajajo v majhnih koncentracijah in njihov vpliv na senzorične lastnosti je zanemarljiv (Jackson, 2008).

##### **2.1.2.3 Pentoze**

Pentoze sodijo v skupino monosaharidov. Prevladuje arabinoza, v sledovih pa sta prisotni ksiloza in ramnoza. Tako v moštu kot v vinu jih je zelo malo, njihova skupna koncentracija

pa ponavadi ne presega 1 g/L. So dobri reducenti in reagirajo s Fehlingovim reagentom. Kvasovke jih ne morejo uporabiti kot substrat, zato ostane njihova koncentracija po alkoholni fermentaciji nespremenjena (Bavčar, 2006).

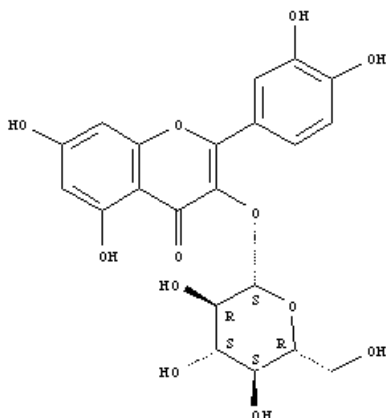
#### 2.1.2.4 Heksoze

Heksoze so najpomembnejši in tudi količinsko najbolj zastopani ogljikovi hidrati, tako v moštu kot pozneje v vinu. Večinska predstavnika sta fruktoza in glukoza. Oba monosaharida sta sestavljena iz šestih ogljikovih atomov in imata enaki empirični formuli, ločita pa se po lokalizaciji funkcionalne karbonilne skupine. V moštu se nahajata v razmerju 1:1. Po koncu fermentacije pa prevladuje fruktoza, saj kvasovke enostavneje izkoriščajo glukozo in jo zato načeloma prvo porabijo. Sama fruktoza deluje dvakrat slajše, kar se kaže v večji sladkosti vin, ki jim je bila fermentacija prisiljeno ustavljena kot tistih vin, katerim so za dosego enake analitične vsebnosti reducirajočih sladkorjev, dodali koncentrat mošta. Oba sladkorja reducirata Fehlingovo raztopino, njun ostanek skupaj s pentozami v vinu po alkoholni fermentaciji imenujemo reducirajoči sladkorji (Bavčar, 2006).

V vinu tako prevladujejo monosaharidi, njihova končna koncentracija pa je pomembna za mikrobiološko stabilnost vina, za delitev vina v »sladkorne« kategorije in predvsem za senzorične lastnosti vina. Njihov sladek okus v pravilnem razmerju s kislino vzpostavi ravnotežje v vinu. Večja koncentracija sladkorjev tudi prekrije zaznavo grenkobe, za zaznavo sladkega okusa pa so pomembni tudi vplivi ostalih spojin, kot so etanol, kisline in fenolne spojine (Bavčar, 2006).

Koncentracija sladkorjev v suhih vinih je manj kot 1,5 g/L. Hranilna vrednost je v tem primeru načeloma premajhna, da bi lahko negativno vplivala na mikrobiološko stabilnost ustekleničenega vina. Z večanjem koncentracije preostanka sladkorjev, se poveča tudi verjetnost mikrobiološkega kvara. Nevarnost je še posebno visoka pri vinih, ki imajo visok pH in majhno vsebnost alkohola (Jackson, 2008).

V vinu najdemo monosaharide tudi vezane z fenoli, norizoprenoidi in terpeni, s katerimi tvorijo glikozide. Glikozidacija povečuje topnost teh spojin, hkrati pa jim zmanjšuje hlapnost in tako preprečuje izgubo teh snovi zaradi prekomernega izhlapevanja. Kislo okolje vina med zorenjem povzroči počasno hidrolizo glikozidov in s tem postopno sproščanje naštetih spojin (Jackson, 2008).



Slika 1: Primer glikozida med glukozo in kvercetinom (flavonoid) (Stevens, 2001)

### 2.1.3 Kisline

V vinu najdemo predvsem organske kisline. Med pomembnejšimi velja omeniti vinsko, jabolčno, citronsko, mlečno, jantarno in očetno kislino. Vinska, jabolčna in citronska kislina izvirajo iz grozdne jagode. Njihova začetna koncentracija je tako odvisna od sorte, klime in agrotehničnih ukrepov. Mlečna, jantarna in očetna kislina pa nastajajo med alkoholno fermentacijo. Koncentracija je tako odvisna predvsem od razmer med alkoholno fermentacijo in od kvalitete grozdja (Bavčar, 2006).

Koncentracija kislin je pomemben dejavnik, ki vpliva tako na organoleptične lastnosti vina (vonj, okus in barva), kot na fizikalno-kemijsko in mikrobiološko stabilnost vina, pri čemer je odločilen vpliv kislin na pH vina.

Mednarodni urad za trto in vino (O.I.V.) definira skupno kislost vina kot vsoto vseh šibkih kislin, določenih s titracijo močne baze znane molarosti do pH 7,00, medtem ko AOAC standard definira končno točko titracije pH 8,20 (Košmerl in Kač, 2007). Pri pH 7,00 nevtralizacija sekundarne skupine dikarboksilnih kislin namreč ni še v celoti dokončana, zato dobljene vrednosti ne predstavljajo celotne koncentracije skupnih kislin v vinih (Ribéreau-Gayon in sod., 2000b). Vendar pa naj bi z titracijo do pH 8,2 določili le 80 % vseh skupnih kislin (Wong, 1966). Z metodo titracije namreč določamo protone, ki se sprostijo pri disociaciji kislin. Organske kisline pa v manjši meri pridejo iz grozdne jagode v mošt že v obliki kalijevih in kalcijevih soli, kar pomeni, da koncentracija protonov ni ekvivalentna koncentraciji skupnih kislin. Točno koncentracijo skupnih kislin lahko določimo z spektrofotometričnimi in kromatografskimi metodami, vendar pa so te metode drage in počasne, tako da se v enologiji kljub vsemu poslužujemo metode titracije (Boulton, 1980).

Kisline v vinu delimo na hlapne in nehlapne kisline. Hlapne kisline so tiste, ki jih lahko predestiliramo s parno destilacijo. Med njimi je najpomembnejša očetna kislina. V destilacijskem ostanku tako ostanejo nehlapne kisline. Pomembnejše med temi so vinska, jabolčna, citronska, jantarna in mlečna kislina. Skupne kisline so seštevke hlapnih in nehlapnih kislin (Bavčar, 2006).



Organske kisline v vinu imajo karboksilno skupino (-COOH), katera je sestavljena iz karbonilne skupine ( $\text{>CO}$ ) in hidroksilne skupine (-OH). Obe skupini lahko z molekulami vode tvori vodikove vezi, karbonilna skupina pa ima poleg tega še polarne značaj. Omenjene značilnosti tako dajejo organskim kislinam hidrofilne lastnosti. Posledično so topne v vodi kot tudi v alkoholni raztopini, kot je etanol. Poleg tega pa imajo organske kisline zaradi karboksilne skupine veliko reaktivnost. Organske kisline so zato udeležene v številnih kemijskih reakcijah med zorenjem vina, pri čemer nastajajo nove spojine, ki so pomembne za aromo vina. Med pomembnejšimi velja omeniti reakcijo med alkoholi in organskimi kislinami, kjer v procesu esterifikacije nastajajo raznovrstni estri.

## 2.1.4 Alkoholi

### 2.1.4.1 Etanol

Etanol je najpomembnejši alkohol v vinu in je tudi količinsko najbolj zastopana spojina. Nastane kot posledica delovanja kvasovk vrste *Saccharomyces cerevisiae* v času alkoholne fermentacije. Vinu daje stabilnost, deluje kot topilo, sodeluje kot reagent v kemijskih reakcijah in zagotavlja posebne senzorične lastnosti (Bavčar, 2006).

Etanol ima odločilen vpliv na potek alkoholne fermentacije, saj vpliva na metabolizem kvasovk in posledično na vrsto ter količino nastalih spojin v vinu. Zavira rast in razmnoževanje nezaželenih mikroorganizmov. Na koncu alkoholne fermentacije omeji rast in razmnoževanje kvasovk vrste *Saccharomyces cerevisiae* (Bavčar, 2006).

Hidroksilna skupina ima močno afiniteto do vode, s katero tvori vodikove vezi, kar omogoča etanolu zelo dobro topnost, hkrati pa je zaradi te lastnosti močan dehidrant. To pa dodatno daje etanolu dezinfekcijske lastnosti, pomembne pri zorenju vina. Kombinacija etanola, nizkega pH in prisotnost molekularnega  $\text{SO}_2$  tako omogoča, da lahko hranimo vino dalj časa, brez nevarnosti mikrobiološkega kvara (Ribéreau-Gayon in sod., 2000b). Pomembna lastnost etanola je, da povečuje topnost nekaterih sestavin vina, ki pa so drugače slabo topne v vodi. V tem primeru mislimo predvsem na nepolarne spojine (Jackson, 2008). Tako je etanol pomembno topilo pri ekstrakciji barvil in taninov med vinifikacijo rdečih sort. Raztaplja hlapne snovi, ki se akumulirajo med alkoholno fermentacijo, in tiste, ki se oblikujejo med zorenjem vina v lesenih posodah (Ribéreau-Gayon, 2000b).

Vinu senzorično doda svoj specifičen vonj in okus, stopnjuje zaznavo sladkosti in grenkobe, hkrati pa zmanjšuje trpkost (astringentnost) taninov. V večjih koncentracijah deluje pekoče (Bavčar, 2006). Posredno vpliva na zaznavo kislosti in povzroči, da vina z večjo vsebnostjo kislin delujejo manj kislo in bolj uravnoteženo (Jackson, 2008).

Nekateri vinarji in enologi so zaradi linearne odvisnosti viskoznosti in gostote od koncentracije etanola, le temu pripisovali vpliv tudi na »polnost« vina, pojem, ki ga povezujemo prav z omenjenima fizikalnima parametroma. Vendar pa so Pickering in sod. (1998) z senzoričnimi analizami ugotovili, da je senzorična zaznava viskoznosti in gostote ni linearno povezana z vsebnostjo etanola.

#### 2.1.4.2 Metanol

Metanol ali metilni alkohol ni produkt alkoholne fermentacije, pač pa je sestavni del pektinskih snovi, kjer je zaestren na polimer galakturonske kisline. Pod vplivom encimov pektinmetilesteraz se s hidrolizno reakcijo odcepi. Metanol ne vpliva na senzorične lastnosti vina in minimalno reagira z drugimi spojinami v vinu (Bavčar, 2006).

#### 2.1.4.3 Višji alkoholi

Alkohole z več kot dvema ogljikovima atomoma imenujemo višji alkoholi. Predstavljajo 50 % vseh aromatičnih snovi v vinu, če ne upoštevamo etanola. Večina višjih alkoholov iz grozdja se med alkoholno fermentacijo odstrani iz posode in minimalno vplivajo na končni vonj vina. Sočasno pa med alkoholno fermentacijo nastajajo novi višji alkoholi, kot so izoamil alkohol, amil alkohol, izobutil alkohol in n-propanol, kateri med zorenjem vina tvorijo estre, pomembne za aromo vina. V manjših koncentracijah do 300 mg/L prispevajo višji alkoholi k aromatični kompleksnosti vina, v večjih koncentracijah pa lahko postanejo moteči, saj zakrijejo sortnost vina (Ribéreau-Gayon in sod., 2000b).

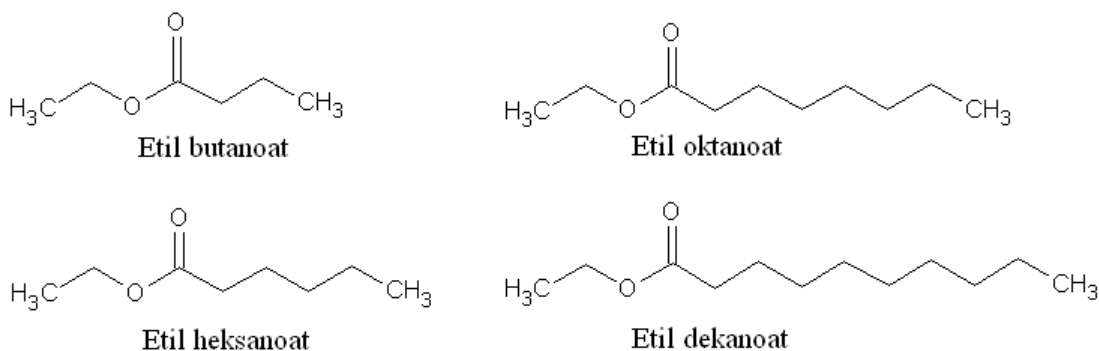
#### 2.1.4.4 Alkoholi z več hidroksilnimi skupinami (polioli)

Zaradi sladkega okusa jih pogovorno imenujemo tudi sladki alkoholi. Vinu dajejo uravnoteženost in poudarjajo telo, še posebno pri vinih posebnih kakovosti. Najpomembnejši predstavnik je glicerol, katerega je v suhih vinih poleg vode in etanola največ. Nastane kot stranski produkt alkoholne fermentacije, čeprav je lahko prisoten že v grozdju. Deluje rahlo sladko in pripomore k občutku polnosti, predvsem v belih suhih vinih (Bavčar, 2006).

### 2.1.5 Estri

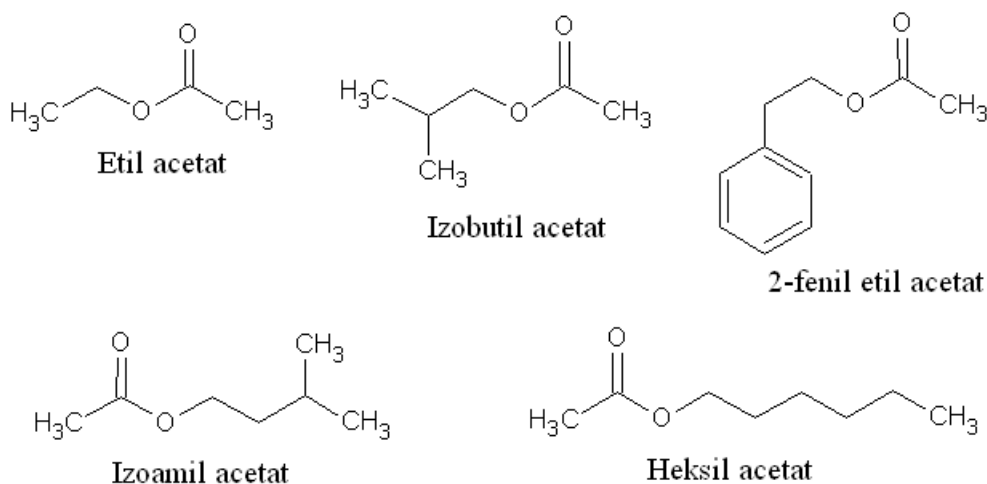
Estri so izrednega pomena za aromatiko vina. V vinu jih najdemo več kot 160, vendar se jih velika večina nahaja v premajhnih koncentracijah ali pa so manj hlapni. Nastajajo z reakcijo med karboksilno skupino organskih kislin in hidroksilno skupino alkoholov (alifatski estri) ali fenolov (fenolni estri). Pomembnejši so alifatski estri, saj je fenolnih estrov manj in so večinoma manj hlapni (Bavčar, 2006).

Med pomembnejšimi estri v vinu so tisti, ki nastanejo z reakcijo med etanolom in nasičenimi maščobnimi kislinami. Estri s krajšimi verigami, kot sta etil butanoat in etil heksanoat, prispevata k sadni aromi vina, estri s srednje dolgimi verigami, kot sta etil oktanoat in etil dekanat, pa imata prijeten vonj po vosku in medu, kar prispeva k prefinjenosti arome belih vin. Nastajajo med alkoholno fermentacijo kot produkt metabolizma kvasovk (Ribéreau-Gayon in sod., 2000b). Etilni estri z daljšo verigo imajo že bolj milnat vonj, estri z najdaljšo verigo pa dišijo po masti in slanini, njihova koncentracija pa med zorenjem še narašča (Bavčar, 2006).



Slika 2: Strukturne formule etilnih estrov (ACD/ChemSketch, 2009)

Enako pomembni so estri, ki nastanejo z reakcijo med očetno kislino in etanolom ali višjimi alkoholi. To so predvsem etil acetat, izoamil acetat, izobutil acetat, 2-fenil etil acetat in heksil acetat. Slednje najpogosteje povezujemo s sadno cvetlično aromo belih mladih vin, na primer izoamil acetat ima vonj po bananah, in jih tudi večkrat imenujemo sadni estri.



Slika 3: Strukturne formule acetatnih estrov (ACD/ChemSketch, 2009)

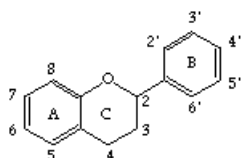
Posebej velja omeniti ester med etanolom in očetno kislino, etil acetat, kot najbolj zastopan ester v vinu v koncentracijah med 50 in 100 mg/L. V večjih koncentracijah nad 150 mg/L deluje negativno na kakovost vina, kar imenujemo etil-acetatni ton. Ta bolezen je posledica delovanja očetnih bakterij in pospešene reakcije očetne kisline z etanolom (Bavčar, 2006).

Estri se tvorijo tudi z ostalimi organskimi kislinami v vinu. Monokarboksilne kisline, kot je na primer mlečna kislina, tvorijo izključno nevtralne estre, ki nimajo vpliva na senzorične lastnosti vina. Dikarboksilne kisline, kot so vinska, jabolčna, citronska in jantarna, pa lahko tvorijo tako nevtralne estre, kot tudi kisle estre, kateri vplivajo na skupno kislost vina. Vina v povprečju vsebujejo enake količine kislin in nevtralnih estrov (Ribéreau-Gayon in sod., 2000b).

## 2.1.6 Fenolne spojine

Fenolne spojine so pomembne, saj dajejo vinu barvo, vplivajo na vonj in okus, so osnova za staranje vina, delujejo kot antioksidanti in konzervansi ter izkazujejo protimikrobno aktivnost (Bavčar, 2006).

Delimo jih v dve osnovne skupine, flavonoide in neflavonoide. Za vse flavonoide je značilna skupna skeletna struktura ( $C_6C_3C_6$ ) sestavljena iz dveh fenolnih obročev (A in B) povezanih med sabo s centralnim obročem iz treh ogljikovih atomov, v katerega je dodatno vpet kisikov atom (Jackson, 2008).



Slika 4: Osnovna strukturna formula flavonoidov (Jackson, 2008)

Flavonoide nadalje delimo v flavonole, antociane in flavan-3-ole (flavanoli). Flavonoidov najdemo v belih vinih zelo malo in zavzemajo le 20 % vseh prisotnih fenolov (Bavčar, 2006). Med flavonoli najdemo v manjši meri kvercetin in kamferol, katerih oksidirani obliki dajeta rumeno barvo mladim belim vinom. Antocianov ni prisotnih. Med flavan-3-oli pa prevladujejo katehini, estri katehinov in galne kisline ter oligomeri katehinov procianidini (Jackson, 2008). Flavonoidi lahko splošno obstajajo v prosti obliki, vezani na druge flavonoide, neflavonoide in sladkorje kot glikozidi ali pa kot kombinacija naštetih oblik (Bavčar, 2006).

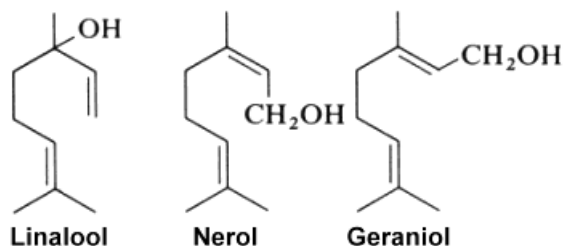
Neflavonoide delimo na derivate hidroksicimetne in hidroksibenzojeve kisline, pri katerih je osnovna skeletna struktura enojni fenolni obroč in stilbene (resveratrol). V belih vinih neflavonoidi predstavljajo večino fenolnih snovi. Najbolj zastopani in poznani so derivati hidroksicimetnih kislin, ki so vezani oziroma esterificirani na sladkorje, alkohole ali kisline. Med njimi je največ estrov vinske kisline s kavno, *p*-kumarno in ferulno kislino, to so kaftarna, kutarna in fertarna kislina. Med temi je najbolj zastopana kaftarna kislina kot ester kavne in vinske kisline, njena povprečna koncentracija v belih vinih pa je okrog 150 mg/L. V belih vinih nekateri avtorji pripisujejo flavonoidnim spojinam vpliv na zaznavo polnosti in telesa vina. S hidrolizo (odcepitevijo vinske kisline) derivatov hidroksicimetnih kislin (neflavonoidi) lahko sproščene hidroksicimetne kisline povečajo zaznavo grenkobe belih vin (Bavčar, 2006).



Slika 5: Strukturni formuli kavne (Belitz in Grosch, 1999) in kaftarne kisline (WSU, 2009)

### 2.1.7 Terpeni

Terpeni so zelo pomembne aromatične spojine, ki večinoma izvirajo iz grozdja in so nosilci sorte arome pri tistih belih vinih, kjer jih je dovolj. To so predvsem muškatne sorte in rizlingi. Strukturno so sestavljeni iz dveh, treh, štirih ali šestih osnovnih enot izoprena. V vinu se nahajajo predvsem kot monoterpenski alkoholi kot so geraniol, linalool in nerol, ki v vinu dajejo cvetlični vonj. V takšni obliki so hlapni in prispevajo k vonju vina. Terpene pa v vinu najdemo vezane tudi na sladkorje v obliki nehlapnih glikozidov.



Slika 6: Trije pomembnejši predstavniki terpenov v vinu (Belitz in Grosch, 1999)

### 2.1.8 Žveplov dioksid

Žveplov dioksid se v vinu nahaja zaradi prisotnosti kvasovk in zaradi dodatkov kletarja med različnimi enološkimi postopki. Že same kvasovke tvorijo žveplov dioksid v koncentracijah do 15 mg/L. Še večje koncentracije pa so posledica uporabe enoloških sredstev, ki vsebujejo žveplov dioksid (Ribéreau-Gayon, 2000a).

Glavni nameni dodatka  $\text{SO}_2$  v vino je:

- zmanjšanje aktivnosti polifenoloksidaz in s tem preprečevanje encimskega porjavenja
- preprečevanje reakcij neencimskega oksidacijskega porjavenja
- vezava s »porabniki« kot so acetaldehid, piruvat, ketoglutarat, antociani, tanini, sladkorji
- preprečevanje rasti nezaželenih mikroorganizmov, predvsem bakterij in ne-*Saccharomyces* kvasovk (Bavčar, 2006).

Žveplov dioksid se v vinu nahaja v različnih oblikah. Tako ločimo prosti  $\text{SO}_2$ , ki obsega molekularno obliko  $\text{SO}_2$ , katero tudi senzorično zaznamo, bisulfitno obliko  $\text{HSO}_3^-$  in sulfitno obliko  $\text{SO}_3^{2-}$ , ter vezani  $\text{SO}_2$ , kjer imamo prisotno samo bisulfitno obliko. Posamezne oblike se nahajajo v različnih deležih v vinu. Prav tako imajo različne lastnosti in tako različno delujejo v vinu.

Pri bisulfitni obliki  $\text{HSO}_3^-$  je značilna njena vezava na zgoraj omenjene »porabnike«, pri čemer nastajajo hidroksi sulfonati, ki so mikrobiološko in kemijsko neaktivne oblike. Pri tem velja posebej omeniti vezavo bisulfitne oblike  $\text{HSO}_3^-$  na acetaldehid. Večje koncentracije acetaldehida povzročajo aldehydno noto vin (oksidativni vonj), kar je nezaželeno. Pri vezavi z  $\text{HSO}_3^-$  pa nastane kompleks brez vonja.

Protimikrobno delovanje je povezano s prosto obliko  $\text{SO}_2$ . Pri tem je najpomembnejši molekularni  $\text{SO}_2$ , saj je najbolj toksičen za mikroorganizme. Tako lahko že 1,5 mg/L

molekularnega SO<sub>2</sub> zadostuje za preprečevanje rasti nezaželenih mikroorganizmov (Bavčar, 2006).

Antioksidativne lastnosti izkazujejo vse tri oblike SO<sub>2</sub>. Molekularna oblika sodeluje pri redukciji vodikovega peroksida, močnega prooksidanta, ki pospešuje tvorbo acetaldehida iz etanola. Sulfitna oblika kemijsko veže kisik in s tem preprečuje oksidacijo ostalih spojin, prisotnih v vinu, poleg tega pa še zmanjšuje aktivnost polifenoloksidaz in s tem omejuje oksidacijo fenolnih spojin po maceraciji grozdja (Jackson, 2008). Poleg tega tudi omejuje aktivnost kinonov v nadaljnjih oksidacijskih reakcijah in preprečuje Maillardovo reakcijo porjavenja med sladkorji in aminokislinami (Bavčar, 2006). Značilnost bisulfitne oblike SO<sub>2</sub> pa je, da se le-ta veže na fenolne spojine in tako prepreči njihovo nadaljnjo oksidacijo. Poleg tega ima tudi sposobnost redukcije kinonov nazaj v pripadajoče fenole, pri čemer se bisulfit oksidira v sulfat (Jackson, 2008). Bisulfitna oblika lahko tudi veže kisik, kakor je prikazano v enačbi (1). Velja omeniti, da opisana kemijska reakcija (1) potrebuje železove ione (Fe<sup>3+</sup>) kot katalizatorje. Sama reakcija sicer poteka tudi brez katalizatorja, vendar je reakcija toliko počasnejša, da bi bil antioksidacijski učinek bisulfitne oblike zanemarljiv (Danilewicz, 2007). Glede na dognanja vidimo, da ima razmerje med posameznimi oblikami odločilen vpliv na potek alkoholne fermentacije kot tudi na zorenje vina.



Razmerje med posameznimi oblikami je odvisno kompleksnih kemijskih zakonov. Med raztapljanjem SO<sub>2</sub> v vinu se vzpostavi naslednje ravnotežje:



Vrednost pK<sub>a1</sub> za prvo enačbo je 1,81, vrednost pK<sub>a2</sub> za drugo enačbo pa je 6,91, Pri povprečnem pH vina, ki je 3,4, to pomeni, da je ravnotežje enačbe številka dva pomaknjeno v desno, ravnotežje enačbe številka tri pa je pomaknjeno v levo. V vinu tako prevladuje bisulfitna oblika HSO<sub>3</sub><sup>-</sup>, molekularna oblika SO<sub>2</sub> in sulfitna obliki SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> pa sta prisotni v minimalnih koncentracijah. pK<sub>a</sub> vrednost je odvisna od temperature, koncentracije alkohola in ionske moči raztopine, zato je tudi razmerje med posameznimi oblikami odvisno od naštetih dejavnikov (Ribéreau-Gayon in sod., 2000a).

Bisulfitna oblika se veže na molekule ki imajo karbonilno skupino po naslednji reakciji:



Konstanta kemijskega ravnotežja K (produkte imamo v imenovalcu in reaktante v števcu) zgornje enačbe (4) tako določa razmerje med vezano in prosto obliko molekul. Pri tem velja omeniti acetaldehid, katerega konstanta kemijskega ravnotežja K je zelo majhna (0,0024·10<sup>-3</sup>), kar pomeni da je delež vezave le-tega večji od 99% in da je vezan praktično ireverzibilno (Ribéreau-Gayon in sod., 2000a).

Razmerje med prosto in vezano obliko tako določajo začetna koncentracija  $\text{SO}_2$ , pH vina, koncentracija komponent, ki se lahko vežejo na bisulfitno obliko in pripadajoče konstante kemijskih ravnotežij (Bavčar, 2006).

V vinu tako obstaja ravnotežje med prosto in vezano obliko  $\text{SO}_2$ . Pri vsakem dodatku  $\text{SO}_2$  v vino, se namreč določen delež dodanega  $\text{SO}_2$ , veže na »porabnike«, preostali delež pa se porazdeli med tri prej naštetih oblike. Razmerje med posameznimi oblikami  $\text{SO}_2$  ostane tako nespremenjeno. Prav tako pa zmanjšanje molekularnega  $\text{SO}_2$ , na primer zaradi oksidacije, povzroči sprostitev tolikšnega deleža vezanega  $\text{SO}_2$ , da tudi v tem primeru razmerje med vsemi oblikami  $\text{SO}_2$  ostane enako. Prav ta mehanizem sproščanja vezanega  $\text{SO}_2$  podaljša učinkovitost določene koncentracije dodanega  $\text{SO}_2$  (Ribéreau-Gayon in sod., 2000a). Poleg tega pa ta mehanizem znižuje oksidacijsko-redukcijski potencial vina in s tem omogoča postopno oksidacijo vina, pomemben pogoj za kakovostno zorenje vina (Bavčar, 2006).

Ko govorimo o vezani obliki  $\text{SO}_2$  moramo poudariti, da v tem primeru mislimo predvsem na tiste »porabnike«, ki imajo z žveplovim dioksidom velike vrednosti konstante ravnotežja  $K$ . Tako na primer  $\text{SO}_2$ , vezan na acetaldehid, ne sodeluje v tem ravnotežju, saj je njegova konstanta ravnotežja zelo nizka, to pa pomeni, da je zelo stabilno vezan z  $\text{SO}_2$  (Ribéreau-Gayon in sod., 2000a).

### 2.1.9 Ogljikov dioksid

Ogljikov dioksid v moštu in vinu je posledica alkoholne fermentacije. Velika večina se ga izgubi med samo alkoholno fermentacijo. V mladem vinu se ohranijo večje koncentracije, ki pripomorejo k značilni svežini. Med zorenjem vina se koncentracija ogljikovega dioksida zmanjša na približno 2 g/L, kar omeji njegov vpliv na senzorično zaznavo (Bavčar, 2006).

### 2.1.10 Minerali

Minerali imajo vlogo kot sestavni del encimov in vitaminov, sodelujejo pri izmenjavi hranil med kvasovkami in okoljem ter reagirajo z drugimi sestavinami, na primer pri tvorbi soli. Izjemoma lahko nekateri ioni težkih kovin, kot so svinec, živo srebro, kadmij, selen, ki delujejo tudi toksično, vendar pa se večina teh elementov izloči na dno posode med alkoholno fermentacijo. Nekatere kovine, kot sta baker in železo, katalizirajo avtooksidacijo  $\text{SO}_2$  in pospešujeta oksidacijske reakcije fenolnih spojin kot tudi razgradnih produktov vinske kisline, ki povzročijo porjavitev vin. Baker in železo lahko povzročata tudi napake vin, ki se odražajo v tako imenovanih lomih vina (Bavčar, 2006). Železov lom se pojavi, ko železovi ioni ( $\text{Fe}^{3+}$ ) reagirajo s fosforno kislino, pri čemer se tvori koloidni kompleks, ki nadaljnje reagira s proteini in povzroči njihovo precipitacijo. Posledica je pojav motnosti vina. Bakreni lom se pojavi v primeru odsotnosti kisika v vinu. V prisotnosti kisika v vinu se baker nahaja v oksidirani obliki ( $\text{Cu}^{2+}$ ), če pa kisik v vinu ni prisoten, se oksidirana oblika bakra počasi reducira v ( $\text{Cu}^+$ ). Ob prisotnosti  $\text{SO}_2$ , se preko še ne popolnoma raziskanih in razumljenih reakcijah tvorijo hidrogen sulfid ( $\text{H}_2\text{S}$ ), bakrov

sulfid (CuS) in bakrov dva sulfid (Cu<sub>2</sub>S). Produkti reakcije pa tvori koloid, ki tudi reagira s proteini. Nastane netopen kompleks, ki povzroči rdečkasto motnost vina (Jackson, 2008).

## 2.2 KEMIJSKE SPREMEMBE VINA MED ZORENJEM VINA

### 2.2.1 Zorenje vina

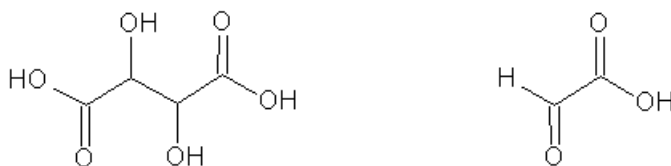
Med zorenjem se kemijske sestavine vina v reakcijah polimerizacije, hidrolize, esterifikacije, oksidacije in redukcije spremenijo, kar povzroči spremembo organoleptičnih lastnosti vina. Razlike ki nastanejo, so tako očitne, da ko govorimo o mladem in staranem vinu lahko trdimo, da govorimo o dveh različnih proizvodih.

### 2.2.2 Oblikovanje barve zorenega vina

Značilna sprememba med zorenjem je progresivna porjavitev vin, kot posledica spremembe kemijskih sestavin, kot so vinska kislina, fenolne spojine in reducirajoči sladkorji, katere se v zgoraj omenjenih reakcijah preoblikujejo v rjave pigmente.

#### 2.2.2.1 Vinska kislina

Vinska kislina med zorenjem vina z oksidativno razgradnjo razpade na glioksilno kislino ali oksalno kislino. Za cepitev vezi med ogljikovima atomoma, je potrebna velika količina energije, ki pa ne izvira direktno iz kisika, temveč iz prostih radikalov, kjer je pomemben predvsem hidroksilni radikal ( $\cdot\text{OH}$ ). Z raziskavami, ki so potekale na modelnih raztopinah vina, so ugotovili, da je izpostavljenost sončni svetlobi nujen pogoj za tvorbo hidroksilnega radikala, saj pri vzorcih hranjenih v temi, v laboratorijskih meritvah niso zasledili razgradnih produktov vinske kisline. Prisotnost železovih ionov ( $\text{Fe}^{2+}$ ) katalizira reakcijo tvorbe hidroksilnega radikala, medtem ko povišana temperatura (45 °C) nima vpliva na reakcijo (Clark, 2004).

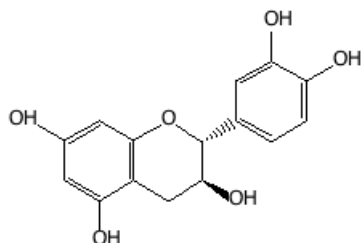


Slika 7: Vinska kislina in njen razgradni produkt glioksilna kislina (Clark, 2004)

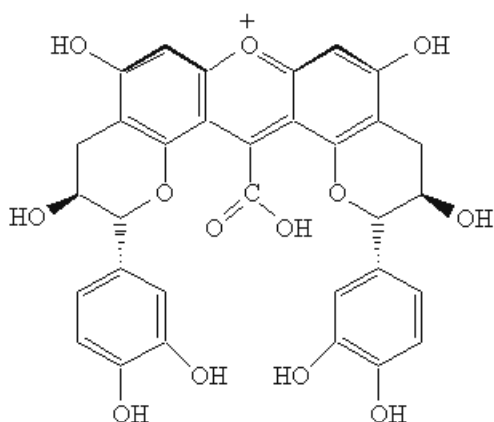
Glioksilna kislina lahko nato nadaljnjo reagira s flavonoidnim fenolom – katehinom, iz skupine flavan-3-olov. Dve molekule katehina se vežejo na molekulo glioksilne kisline. Produkt reakcije pa je ksantilijev kation, pigment ki povzroča porjavitev belih vin. Ksantilijev kation absorbira svetlobo valovne dolžine 440 nm, kar je zelo blizu vrednosti 420 nm. Pri tej valovni dolžini, pa določamo intenzivnost rjavega odtenka belih vin (Clark,



2004). Reakcijo pospešuje prisotnost bakrovih ionov ( $\text{Cu}^{2+}$ ), v manjši meri pa tudi povišana temperatura (Clark in Scollary, 2003).



Slika 8: Strukturna formula katehina (Clark, 2004)



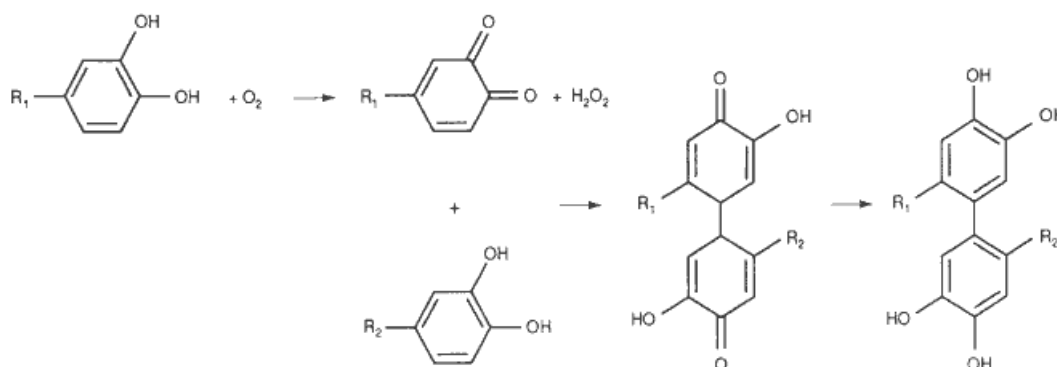
Slika 9: Strukturna formula ksantilijevega kationa (Clark, 2004)

#### 2.2.2.2 Reducirajoči sladkorji

Reducirajoči sladkorji se preko počasnih strukturnih sprememb med zorenjem vina tudi preoblikujejo v barvne pigmente, ki tudi v manjši meri lahko povzročijo porjavenje vin. V tem primeru mislimo predvsem na rjave melanoidne pigmente, ki nastanejo z Maillardovo reakcijo. Maillardova reakcija poteka med reducirajočimi sladkorji in aminokislinami, pri čemer nastanejo aminoketoni. Ti nato razpadejo na amine in deoksizome. Deoksizomi so zelo reaktivne molekule, ki se preko reakcij ciklizacije prestrukturirajo v furfural aldehide. Nadaljnja polimerizacija in kondenzacija teh molekul vodi do nastanka rjavih pigmentov. Produkte Maillardove reakcije najdemo predvsem v sladkih sherry in madeira vinih, kjer so večje koncentracije posledica izpostavljenosti višjim temperaturam v pridelovalnih postopkih teh vin. Maillardova reakcija pa poteka, čeprav zelo počasi in v omejenem obsegu, tudi med zorenjem vin pri kletnih temperaturah, kjer reakcijo katalizirajo železovi ioni (Jackson, 2008). Rjavi pigmenti lahko iz reducirajočih sladkorjev nastanejo tudi preko reakcij karamelizacije, kjer nastanejo produkti, kot na primer furan-2-aldehid, vendar je ta reakcija prisotna samo pri sladkih vinih (Jackson, 2008).

### 2.2.2.3 Fenolne spojine

Med zorenjem vina se v procesu avtooksidacije *o*-difenoli (kaftarna kislina) oksidirajo v *o*-dikinone. Ob prisotnosti kisika reakcijo katalizirajo železovi ali bakreni ioni, kot stranski produkt pa nastaja vodikov peroksid. *o*-dikinoni nadaljnjo reagirajo z *o*-difenoli, nastali kinon-fenol kompleks pa se s časom reducira in prestrukturira v dimer *o*-difenola, ki lahko naknadno veže kisik. Nadaljnja oksidacija vodi do nastanka dimera *o*-dikinona, pri tem pa se ponovno sprosti tudi molekula vodikovega peroksida. Tako nastali dimer dalje reagira z različnimi fenolnimi spojinami, pri čemer nastajajo kompleksni polifenoli, ki so ponovno sposobni vezati raztopljeni kisik v vinu. Vodikov peroksid, ki se je sprostil v reakcijah avtooksidacije, ob prisotnosti železovih in bakrenih ionov oksidira etanol v acetaldehid. Acetaldehid pa pospešuje prej opisane reakcije polimerizacije fenolov (Jackson, 2008). Začetni produkti so brezbarvni, nadaljnje reakcije oksidacije in polimerizacije pa tvorijo sprva rumene nato pa rjave pigmente (Jackson, 2008).



Slika 10: Oksidacija in polimerizacija *o*-difenolov (Jackson, 2008)

Med zorenjem vina se procianidini počasi vežejo s flavonoli in tvorijo polimere, ki jim pravimo tanini. Proste hidroksilne skupine flavonolov dajejo taninom značilno sposobnost vezave proteinov. Tako nastajajo kompleksne makromolekule, ki sicer ne povzročijo spremembo barve, lahko pa zaradi slabe topnosti povzročijo motnost vin (Jackson, 2008).

### 2.2.3 Oblikovanje arome zorenega vina

S stališča sensorike je aroma olfaktorno-degustatorski skupni vtis, ki ga izzovejo naša čutila. Lahko hlapne sestavine zaznamo neposredno z vonjem, ko zavrtimo vino v kozarcu. Označimo jih kot cvetico ali buket vina. Manj hlapne sestavine pa se sprostijo šele v ustni votlini zaradi višje temperature in med kroženjem vino po ustih zaradi mehničnega učinka. Te sestavine se spojijo s hlapnimi, ki smo jih zaznali neposredno z vonjem ter jih označujemo s pojmom celotne arome (Ambrožič, 2006). Med procesom zorenja vino izgublja armo mladega vina, ki jo povezujemo s svežim sadno-cvetličnim buketom, katerega aromatične komponente izhajajo iz grozdja in iz procesa alkoholne fermentacije. V mislih imamo predvsem acetatne estre, višje alkohole in hlapne kisline. Sočasno z izgubo arome mladega vina pa se oblikuje zorilna aroma, ki ima oksidiran vonj in deluje bolj milo in rafinirano. Aromatične komponente, ki jih povezujemo z zorilno armo, se v

tem primeru sprostijo pri hidrolizi glikozidov (terpeni in norizoprenoidi) ali pa se oblikujejo iz reduciranih žveplovih spojin.

### 2.2.3.1 Etanol

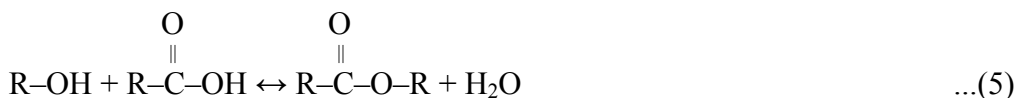
Etanol med zorenjem vina počasi reagira z organskimi kislinami in tvori estre, z aldehydi pa acetale (Bavčar, 2006). Del etanola počasi izhlapi, del pa se ga oksidira v aldehide. Njegova koncentracija se med zorenjem vina tako počasi zmanjšuje, vino pa posledično izgubi pekoč občutek, ki ga povzročajo večje koncentracije etanola.

### 2.2.3.2 Višji alkoholi

Koncentracija večine višjih alkoholov se zaradi esterifikacije le-teh z organskimi kislinami med zorenjem zmanjša (Bavčar, 2006). Med zorenjem vina pa poteka tudi hidroliza nekaterih estrov, pri čemer se sprostijo pripadajoči višji alkoholi. Koncentracija nekaterih predstavnikov višjih alkoholov, kot sta heksanol in 1-butanol, se lahko tako med zorenjem vina poveča (Marais in Pool, 1980).

### 2.2.3.3 Estri

Kot vemo se estri tvorijo po naslednji reakciji:



Sama reakcija je reverzibilna in lahko poteka tudi v obratni smeri, kar povzroči hidrolizo estra nazaj v pripadajoči alkohol in organsko kislino. Med zorenjem vina tako poteka esterifikacija kot tudi hidroliza estrov. Kakšna bo hitrost in smer reakcije, torej ali bo potekala razgradnja ali sinteza posameznih estrov, je odvisno od dejavnikov, ki vplivajo na ravnotežje med temi spojinami vina. V mislih imamo predvsem temperaturo in pH vina, odločujoč vpliv na smer reakcije pa imajo predvsem začetne koncentracije udeleženih spojin. Reakcija bo namreč potekala v tisto smer, ki bo s časom vodila v izenačitev vsote koncentracij reaktantov in koncentracij produktov (Ribéreau-Gayon in sod., 2000b).

Acetatni ali sadni estri, kot so etil acetat, izoamil acetat, izobutil acetat, 2-fenil etil acetat in heksil acetat, se tako med zorenjem vina hidrolizirajo nazaj v pripadajoče alkohole in očetno kislino. Vino tako izgubi svež sadni karakter, ki je značilen za aromo mladega vina (Bavčar, 2006).

Tudi v primeru etilnih estrov, kot so etil butanoat, etil heksanoat, etil oktanoat in etil dekanoat, poteka med zorenjem njihova hidroliza. Njihove koncentracije po koncu fermentacije namreč količinsko presegajo ravnotežne koncentracije. Vsebnost etilnih estrov se tako med zorenjem vina počasi zmanjšuje do stopnje, kjer je ravnotežje ponovno vzpostavljeno (Ribéreau-Gayon in sod., 2000b).

Ramey in Ough (1980) sta v raziskavi, kjer sta primerjala potek hidrolize pomembnejših estrov v vinu, ugotovila, da med zorenjem vina poteka hidroliza acetatnih estrov značilno

hitrejšje v primerjavi s hidrolizo etilnih estrov. Vzrok naj bi bila velika koncentracija etanola, koncentracije etilnih estrov pa so posledično bližje ravnotežnim koncentracijam in zato poteka njihova hidroliza počasneje. Na hitrost reakcije vpliva tudi molska masa reaktantov. Tako esterifikacija kot hidroliza etilnih estrov maščobnih kislin z večjo molsko maso potekata hitreje od tistih estrov, ki so esterificirani z maščobnimi kislinami z nižjo molsko maso (Ramey in Ough, 1980).

Pri estrih med etanolom in organskimi kislinami, kot so na primer vinska, jabolčna, mlečna, citronska in jantarna kislina, pa med zorenjem prevladuje esterifikacija. Ravnotežje je namreč v tem primeru zaradi velikih koncentracij naštetih spojin pomaknjeno v smer produktov. Tako se na primer koncentracija etil bitartrata, estra med etanolom in vinsko kislino, lahko med zorenjem poveča tudi do 1,5 g/L. Naštete kisline imajo ključno vlogo pri zaznavi (percepciji) kislosti vina, njihova esterifikacija pa povzroči izgubo karboksilne skupine, katera je vključena v zaznavo kislega okusa. Posledica tega je, da se občutek kislosti vina med zorenjem zmanjša (Jackson, 2008).

Prav tako med zorenjem v večini primerov zaradi velike koncentracije tako etanola kot očetne kisline narašča koncentracija etil acetata. V primeru, da le-ta naraste na več kot 150 mg/L, pride do pojava etil acetatnega tona, kar je nezaželeno (Marais in Pool, 1980).

Spreminjanje koncentracije estrov med zorenjem vina tako lahko opišemo kot počasno napredovanje zgoraj opisane reakcije k stanju ravnotežja med reaktanti in produkti. Pri večini študij so ugotovili, da pri večini estrov (predvsem estrov višjih alkoholov) hidroliza prevladuje nad esterifikacijo. Sama hitrost reakcije je pri nizkih temperaturah zelo počasna in stanje ravnotežja ni doseženo niti po več letih zorenja (Marais in Pool, 1980). Hidrolizo estrov (predvsem sadnih) upočasnjuje tudi prisotnost antioksidantov, kot so na primer SO<sub>2</sub> in fenolne spojine (Lambropoulos in Roussis, 2007). Na hitrost reakcij poleg antioksidantov vpliva tudi pH vina in že omenjena temperatura, pri čemer hitrost narašča s padanjem vrednosti pH in z višanjem temperature (Ramey in Ough, 1980).

#### 2.2.3.4 Terpeni

Ti se v času zorenja sproščajo s kislno hidrolizo glikozidov, hkrati pa se že proste oblike, kot so geraniol, linalool in nerol, počasi oksidirajo v geraniol oksid, linalool oksid in nerol oksid. Celokupna koncentracija terpenov med zorenjem vina se tako zmanjšuje, kar povzroči izgubo cvetlične arome (Bavčar, 2006). Tako se na primer vsebnost linaloola lahko v rizling sortah zmanjša za 80 % in v treh letih pade pod prag zaznave. Po drugi strani pa imajo na novonastali terpenski oksidi tudi več kot tridesetkrat višji prag zaznave in nimajo takega vpliva na aromo vina kot terpeni (Jackson, 2008).

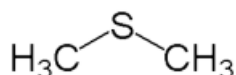
#### 2.2.3.5 Kisline

Zaradi nizkega pH vina ter prisotnosti K<sup>+</sup> in Ca<sup>2+</sup> kationov teži vinska kislina k tvorbi naslednjih soli: kalijev tartrat, kalijev hidrogentartrat, kalcijev tartrat in kalij-kalcijev tartrat. Med zorenjem vina te soli zaradi slabe topnosti začnejo tvoriti kristale, ki jim v vinarstvu pravimo vinski kamen. Pojav je hitrejši pri nižjih temperaturah, zato vinarji pred

polnjenjem v steklenice vino ohladijo. S tem pospešijo kristalizacijo in se tako izognejo kasnejšemu pojavu vinskega kamna v obliki usedline v steklenicah. Kljub temu postopku pa se kristali lahko še vedno tvorijo po polnjenju v steklenice. Vzrok je predvsem konverzija preko izomerizacije levosučne oblike vinske kisline v desnosučno obliko. Mešanica obeh oblik soli vinske kisline je v vinu približno osemkrat manj topna, kot samo levosučna oblika soli (Jackson, 2008). Kristalizacija in precipitacija soli vinske kisline, tako poleg esterifikacije vinske kisline, tudi povzroči zmanjšanje kislosti vina.

#### 2.2.3.6 Dimetil sulfid

Dimetil sulfid je reducirana žveplova spojina, katere povečanje koncentracije med zorenjem vina, številni viri iz literature povezujejo z razvojem zorilne arome. Spedding in Raut (1982) navajata, da je dodatek dimetil sulfida 20 mg/L vina, ki so že vsebovala 8 do 15 mg/L, povečal ocene senzorične analize. Koncentracija dimetil sulfida do 40 mg/L naj bi povečevala kompleksnost zorilne arome, koncentracije nad omenjeno vrednostjo pa naj bi že škodovala, saj naj bi zamaskirala vpliv drugih aromatičnih komponent. Dimetil sulfid se tvori z razgradnjo žveplo vsebujočih aminokislin. Izpostavljenost svetlobi in temperature nad 20 °C naj bi pospeševale sintezo dimetil sulfida (Jackson, 2008).



Slika 11: Strukturna formula dimetil sulfida (Belitz in Grosch, 1999)

#### 2.2.3.7 Žveplov dioksid

Med zorenjem vina se koncentracija SO<sub>2</sub> progresivno zmanjšuje. Zmanjšanje je posledica vezave bisulfitne oblike SO<sub>2</sub> s »porabniki« in nastanek hidroksisulfonatov, oksidacija SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> v SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ob redukciji dikinonov v pripadajoče fenole in ob redukciji vodikovega peroksida v vodo, ter oksidacija SO<sub>2</sub> v SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> pri vezavi raztopljenega kisika (Jackson, 2008).

### 2.3 VPLVI RAZLIČNIH DEJAVNIKOV NA ZORENJE VINA

#### 2.3.1 Vpliv svetlobe na zorenje vina

Sončna svetloba vinom med zorenjem in skladiščenjem škoduje. Z ogrevanjem steklenic nezaželeno pospeši reakcije zorenja, hkrati pa lahko povečan volumen poveča pritisk na zamašek, kar lahko povzroči nezadovoljivo tesnjenje. Spodbuja nastanek nezaželenega pojava bakrene motnosti. Pospešuje razgradnjo sadnih estrov in s tem povzroča zmanjšanje njihove koncentracije. Katalizira sintezo dimetil sulfida, pomembne aromatične komponente zorilne arome. Ob prisotnosti fotosinteznih pigmentov in prostega molekularnega kisika spodbuja nastajanje močnega prooksidanta singletnega kisika (<sup>1</sup>O<sub>2</sub>). Še posebej škodljiva pri tem je UV-svetloba (Jackson, 2008). UV-svetloba katalizira tudi

nastanek hidroksilnega radikala ( $\cdot\text{OH}$ ) iz vodikovega peroksida, ki je prav tako močan prooksidant (Clark, 2004).

Zaradi naštetih razlogov vino hranimo raje v temnih prostorih, poleg tega pa je zaželeno, da je vino stekleničeno v steklenice iz zelenega ali rjavega stekla, katero manj prepušča škodljivo svetlobo.

### 2.3.2 Vpliv temperature na zorenje vina

Temperatura neposredno vpliva na hitrost in vrsto kemijskih reakcij med zorenjem vina. Toplota aktivira in pospešuje fizikalno-kemijske reakcije, ki potekajo med zorenjem, pri čemer lahko aktivira reakcije, ki so zaželeni in reakcije, ki negativno vplivajo na organoleptične lastnosti vina (Jackson, 2008).

Visoke temperature tako na primer pospešujejo reakcije hidrolize acetatnih estrov in s tem izgubo buketa, ki ga imajo mlada vina. Tako sta Marais in Pool (1980) v raziskavi spremljanja spreminjanja koncentracije estrov, ki jih povezujemo s sadno cvetico mladih vin, ugotovila, da hranjenje vin pri temperaturah med 20 in 30 °C v obdobju enega leta drastično zmanjša koncentracijo izoamil acetata, heksil acetata in v manjši meri tudi 2-fenil etil acetata, kateri dajejo mladim belim vinom sadno svežo aromo. Pri zorenju vina pri 10 °C je bila izguba sadne arome minimalna, medtem ko pa jo vino, zoreno pri temperaturi 0 °C, skoraj popolnoma ohranilo buket, značilen za mlada vina (Marais in Pool, 1980).

Prav tako je hitrost oblikovanja zorilne arome povezana s temperaturo zorenja. Tako sta Marais in Pool (1980), katera povežeta nastanek zorilnega buketa vina s povečanjem koncentracije dimetil sulfida in povečanjem koncentracije skupnih aldehydov, v isti raziskavi ugotovila, da temperature med 20 in 30 °C povzročijo hiter porast omenjenih koncentracij in posledično močno povečanje zaznave zorilne arome. Pri temperaturah 0 °C in 10 °C pa se zorilna aroma v obdobju dvanajstih mesecev ni oblikovala (Marais in Pool, 1980).

Vzporedno z laboratorijsko analizo sta ista avtorja izvedla še senzorično analizo. Vino, hranjeno pri 0 °C in 10 °C, je dobro ohranilo svojo svežino in sadno aromo. Vino, hranjeno pri temperaturi 20 °C, je imelo že razvito prijetno zorilno aromo, ki je bila dobro uravnotežena, s še ohranjeno sadno aromo. Pri vzorcih, hranjenih pri temperaturi 30 °C, pa je bilo proti koncu 12-mesečnega obdobja že začutiti zmanjšanje kakovosti (Marais in Pool, 1980).

Zanimive rezultate sta Marais in Pool (1980) dobila tudi pri določanju koncentracije skupnih estrov in splošne senzorične ocene takoj po stekleničenju. Ugotovila sta, da koncentracija skupnih estrov strmo pade v prvem mesecu zorenja. Pojav je opazen pri vseh temperaturah, poudarjen pa pri višjih. Pri vseh temperaturnih režimih se je vinu tudi senzorična ocena rahlo zmanjšala. V vseh vzorcih naj bi se zmanjšala sadna aroma, hkrati pa naj bi se pojavila rahla senzorična nestabilnost. Takoj ko se je začela oblikovati zorilna aroma, so vzorci, hranjeni pri višji temperaturi, izkazovali več telesa, hkrati pa so pridobili

na kakovosti. Vzorcem, hranjenih pri nižji temperaturi, se je povrnila sadna aroma in senzorična stabilnost (Marais in Pool, 1980).

Glede temperature in zorenja vina velja omeniti tudi, da trenutno potekajo številne raziskave na področju razvoja tehnoloških postopkov, ki predvidevajo uporabo višjih temperatur za hitrejši razvoj arome in barve vina. Ortega in sod. (2008) so v svoji raziskavi proučevali vpliv temperature na obseg in hitrost razvoja barvnih komponent iz fenolnih spojin, ki povzročajo porjavitev sherry vin. Fenolne spojine se med zorenjem z oksidacijskimi reakcijami polimerizirajo in kondenzirajo v rjave pigmente. Te reakcije so pri normalnih razmerah zorenja (20 °C) počasne. Tipičen čas zorenja sherry vin pri teh razmerah tako traja 12 let, kar zelo poveča stroške proizvodnje. Ortega in sod. (2008) so zato v svoji raziskavi razvili metodo oksidativnega zorenja, s katero so želeli skrajšati čas zorenja sherry vin.

Vino so hranili na alternativnem temperaturnem režimu (15 in 30 °C). Zagotoviti so morali tudi večjo vsebnost kisika, saj so zaradi pospešene oksidacije fenolnih spojin običajna koncentracije kisika premajhne. Po obdobju 71-ih tednov so vzorci razvili takšno barvo, ki jo sherry vina, hranjena pri normalnih razmerah (20 °C), razvijejo v obdobju 156-ih tednov (treh let). Nato so hranili vzorce še dodatnih 33 tednov pri temperaturi 30 °C. Vzorci, izpostavljeni pospešenemu oksidativnemu zorenju, so razvili celo temnejšo barvo kot sherry vina, ki so bila hranjena pri normalnih razmerah (20 °C) štiri leta (Ortega in sod., 2008).

Višje temperature povzročijo, da se med zorenjem glikozidno vezane aromatične spojine sproščajo hitreje. Ogljikovi hidrati se razgradijo v furfurale, ogljikovi hidrati pa se v reakcijah karamelizacije in Maillardovi reakciji pretvorijo v rjave pigmente in povzročajo porjavitev vina (Jackson, 2008).

Med zorenjem vina lahko tudi nizke temperature sprožijo določene reakcije. Najbolj poznana je kristalizacija in precipitacija kalijevega hidrogentartrata (Jackson, 2008).

V splošnem velja, da višje temperature ( $\geq 40$  °C) povzročijo hitro poslabšanje kakovosti vina. Iz do zdaj opravljenih raziskav lahko trdimo, da vina, hranjena pri temperaturi okrog 10 °C, obdržijo dalj časa sadni aromatični značaj, brez da bi prekomerno upočasnili pozitivne reakcije, ki potekajo pri zorenju. Tudi temperature do 20 °C, naj ne bi imele škodljiv učinek na senzorične spremembe, ki se dogajajo med zorenjem vina. Sočasno moramo poudariti, da imajo različna vina različne optimalne temperature, pri katerih naj bi jih hranili, zoreli.

Temperatura lahko tudi poškoduje embalažo vina. Tako lahko višje, predvsem pa hitre in pogoste temperaturne spremembe, povzročijo spremembo tlaka na zamašek steklenice. V primeru dovolj velikih sil lahko pride do poškodbe zamaška, kar omogoči vstop kisika v steklenico. Tudi posredno tako lahko povzročijo oksidativni kvar. Tudi prenizke temperature lahko ustekleničenim vinom škodijo na podoben način. Zmrznjenemu vinu volumen naraste, zamašek sili ven in tako povzroči, da pride do nezadovoljivega tesnjenja med zamaškom in steklenico, ter tako tudi v tem primeru lahko pride do oksidativnega kvara.

### 2.3.3 Antioksidativni potencial vina

Antioksidativni potencial, je potencial povezan z vsebnostjo antioksidantov oz. reducentov, ki preprečujejo ostalim snovem, da se oksidirajo. Pod antioksidativno aktivnost spada lovljenje kisika in prekinjanje verižnih oksidacijskih reakcij.

Antioksidativni potencial vina vpliva na potek zorenja, saj preprečuje, da bi prišlo do oksidativnega kvara organoleptičnih lastnosti vina. Nezaščiteni vina z nizko vsebnostjo antioksidantov imajo višji oksidacijsko-redukcijski potencial (rH) in posledično hitreje zorijo, vendar lahko hitro oksidirajo in so biološko nestabilna (Bavčar, 2006).

Na vrednost antioksidativnega potenciala vplivajo številni dejavniki, med katerimi je najpomembnejši prav koncentracija in vrsta antioksidantov. Poleg tega velja še omeniti kletarske dodatke, kjer mislimo predvsem SO<sub>2</sub> in seveda samo zorenje vina. Manzocco in sod. (1998) in Mastrocola in sod. (2001) so v svoji raziskavi proučevali vpliv prav teh dejavnikov na antioksidativni potencial vina. V njej so primerjali koncentracije skupnih fenolnih spojin rdečih in belih vin in ugotovili, da je koncentracija fenolnih spojin pri rdečih vinih petkrat večja kot pri belih vinih. Prav tako so rdečim vinom določili večjo aktivnost fenolnih spojin tako pri lovljenju kisika kot tudi pri prekinjanju verižnih reakcij oksidacije. Določili so tudi vrednosti razmerja med koncentracijo fenolnih spojin in antioksidativno aktivnostjo vin z namenom, da bi izločili dejavnik koncentracije in tako določili vpliv vrste fenolnih spojin na antioksidativni potencial. Ugotovila so, da je antioksidativni potencial fenolnih spojin pri obeh vinih podoben, pri čemer je bila aktivnost prekinjanja verižnih reakcij oksidacije pri obeh vinih enaka, medtem ko je bila aktivnost lovljenja kisika pri belih vinih celo štirikrat večja kot pri rdečih vinih, kar pa avtorji pripisujejo večji vsebnosti SO<sub>2</sub> v belih vinih in ne večji aktivnosti fenolnih spojin. Antioksidativni profil fenolnih spojin naj bi bil pri obeh vrstah enak.

Manzocco in sod. (1998) in Mastrocola in sod. (2001) so v isti raziskavi izvedli eksperiment, kjer so določili vpliv dodatka SO<sub>2</sub> na antioksidativni potencial vina. Ugotovila so, da naj bi dodatek SO<sub>2</sub> zmanjšal koncentracijo skupnih fenolnih spojin. Posledično se je zmanjšala tudi sposobnost vina za lovljenje prostih radikalov. Sposobnost vina za lovljenje kisika pa je ostala nespremenjena, ne glede na zmanjšanje koncentracije skupnih fenolnih spojin. Tako so dokazali, da dodatek SO<sub>2</sub> prispeva samo k sposobnosti vina za lovljenje kisika.

V isti raziskavi so omenjeni avtorji proučevali tudi vpliv zorenja vina na antioksidativni potencial. Rezultati so pokazali, da se je koncentracija skupnih fenolnih spojin zmanjšala. Zmanjšala se je tudi sama sposobnost fenolnih spojin za prekinjanje verižnih reakcij oksidacije, kar sta avtorja utemeljila s polimerizacijo fenolnih spojin in z manjšo sposobnostjo produktov polimerizacije, da reagirajo s prostimi radikali. Hkrati pa so Manzocco in sod. (1998) in Mastrocola in sod. (2001) ugotovili, da zorenje in procesi polimerizacije in oksidacije, niso zmanjšali potenciala, ki ga imajo fenolne spojine za lovljenje kisika.



### 3 MATERIAL IN METODE DE LA

Mlada sortna bela vina smo zoreli v različnih razmerah ter jim na trimesečne presledke določali naslednje fizikalno-kemijske parametre: vrednost pH, vsebnosti skupnih in titrabilnih kislin, skupnih fenolov, alkohola, skupnega suhega ekstrakta, prostega, vezanega in skupnega žveplovega dioksida, relativno gostoto, motnost, ton in intenziteto barve ter antioksidativni potencial. Posamezna analiza ob vsakem vzorčenju je bila opravljena v najmanj treh paralelakah, rezultat pa podan kot povprečna vrednost določitev. Po končanih vseh analizah smo rezultate fizikalno-kemijskih analiz statistično obdelali.

#### 3.1 MATERIAL

Predmet analize so bila bela vina sort malvazija, laški rizling in chardonnay iz dveh vinorodnih dežel (v.o. Štajerska Slovenija in Slovenska Istra), letnikov 2005 in 2006, od treh različnih proizvajalcev (Vinakoper, Brič in Ptujška klet), katere smo hranili v normalnih razmerah (v temnem prostoru pri temperaturi 9-10 °C in relativni vlažnosti 80-82 %) in stresnih razmerah (dnevna svetloba pri temperaturi 18-23 °C in relativni vlažnosti 55-68 %). Skozi celotno leto zorenja so bili vključeni samo trije vzorci, v zadnjem vzorčenju pa je bilo vključenih že 12 vzorcev (preglednica 1).

Preglednica 1: Vzorci belih vin

Številka vzorec	Sorta/zvrst vina	Proizvajalec vina	Letnik vina	Oznaka vzorca
1	Malvazija	BRİČ	2005	Mal 05 Brič
2	laški rizling	VINAPTUJ	2005	LR 05 VP
3	laški rizling	VINAPTUJ	2006	LR 06 VP
4	chardonnay	VINAPTUJ	2005	CH 05 VP
5	chardonnay	VINAPTUJ	2006	CH 06 VP
6	malvazija	VINAKOPER	2005	Mal 05 VK
7	malvazija	VINAKOPER	2006	Mal 06 VK
8	chardonnay	VINAKOPER	2005	CH 05 VK
9	chardonnay	VINAKOPER	2006	CH 06 VK
10	malvazija	VINAKOPER	2005	Mal 05 VK
11	malvazija	VINAKOPER	2006	Mal 06 VK
12	chardonnay	VINAKOPER	2006	CH 06 VK

Številkam vzorcev (1, 2, 3, ...), ki so bili skladiščeni v normalnih razmerah smo pripisali črko A, tistim ki so bili skladiščeni v stresnih razmerah, pa smo pripisali črko B. Tako smo dobili nove oznake in sicer (1A, 2A, 3A, ...) za vzorce hranjene v normalnih razmerah in (1B, 2B, 3B, ...) za vzorce hranjene v stresnih razmerah.

## 3.2 METODE DE LA

### 3.2.1 Določanje fenolnih spojin v vinu po Singeltonu in Rossiju (Košmerl in Kač, 2007)

Za določanje koncentracije fenolnih snovi uporabljamo Folin-Ciocalteaujevem reagent, ki v alkalni raztopini oksidira fenolne snovi. Oksidacija fenolnih snovi s Folin-Ciocalteaujevim reagentom temelji na reakciji z mešanico fosforvolframove in fosformolibdenove kisline oziroma njunih soli v raztopini litijevega sulfata (slednji prepreči obarjanje Folin.Ciocalteaujevega reagenta) v alkalnem mediju. Pri tem nastane mešanica modro obarvanih oksidov, ki absorbirajo svetlobo pri valovni dolžini 765 nm.

**Postopek:** Za določanje koncentracij skupnih fenolnih spojin v belih vinih odpipetiramo 1 mL vzorca v 100 mL merilno bučko, dodamo 60 mL deionizirane vode, raztopino premešamo in dodamo 5 mL razredčenega Folin-Ciocalteujevega reagenta (1:3). Raztopino ponovno premešamo in po 30 sekundah (najkasneje po 8 minutah) dodamo 15 mL 20 % raztopine natrijevega karbonata. Premešamo in dopolnimo z deionizirano vodo do oznake. Raztopino pustimo stati točno dve uri pri temperaturi 20 °C. Po tem času vsebino merilne bučke še enkrat premešamo, prenesemo v 10 mm kvarčne kivete in izmerimo absorbanco proti slepemu vzorcu pri valovni dolžini 765 nm. Masno koncentracijo skupnih fenolnih spojin odčitamo iz umeritvene krivulje, ki smo jo pripravili po enakem postopku, le da smo namesto 1 mL vzorca odpipetirali po 1 mL standardne raztopine galne kisline različnih koncentracij (0-500 mg/L), ki smo jih predhodno pripravili z razredčevanjem.

### 3.2.2 Določanje žveplovega dioksida po Ripperju (Košmerl in Kač, 2007)

Določanje prostega in skupnega žveplovega dioksida (SO<sub>2</sub>) po Ripperjevi metodi temelji na oksidacijsko-redukcijski reakciji z raztopino joda (I<sub>2</sub>). Vino, v katerega smo dodali indikator (škrobovica), titriramo z raztopino joda. Jod oksidira žveplovo(IV) kislino v žveplovo(VI) kislino. Pri končni točki titracije prebitna količina joda obarva raztopino v modro barvo.

**Postopek:** V 250 mL erlenmajerico odpipetiramo 25 mL vzorca vina, dodamo 5 mL škrobovice, 5 mL raztopine žveplove(VI) kisline (1+3) in takoj titriramo s standardizirano raztopino joda do modre barve, ki mora biti obstojna 20 sekund. Koncentracijo nato izračunamo po sledeči formuli:

$$\gamma_{SO_2} (mg / L) = \frac{a \cdot c \cdot M \cdot 1000}{n \cdot v} \quad \dots(6)$$

a ... volumen standardizirane raztopine joda (mL)

c ... koncentracija joda (0,01 M)

M ... molska masa SO<sub>2</sub> (64 g/mol)

n ... molsko razmerje kemijske reakcije med jodom in žveplovim dioksidom (n=1)

v ... volumen vzorca (25 mL)

Koncentracijo skupnega SO<sub>2</sub> določamo tako, da 25 mL vzorca dodamo 25 mL NaOH in počakamo 10 minut, da poteče reakcija hidrolize vezanega SO<sub>2</sub>. Nato dodamo 5 mL škrobovice, 10 mL žveplove(VI) kisline (1+3) in titiramo do preskoka v modro barvo. Koncentracijo skupnega SO<sub>2</sub> prav tako izračunamo po zgornji formuli.

Koncentracija vezanega SO<sub>2</sub> je enaka razliki med skupnim in prostim SO<sub>2</sub>.

### 3.2.3 Določanje barve in motnosti vina (Košmerl in Kač, 2007)

Barvo in motnost vina določamo spektrofotometrično. Merimo absorbanco nerazredčenega vzorca pri valovnih dolžinah 420 nm, 520 nm in 600 nm. Pri valovni dolžini 420 nm določamo intenziteto barve, ki je enaka izmerjeni številčni vrednosti A<sub>420 nm</sub>. Z vrednostjo količnika A<sub>420 nm</sub>/A<sub>520 nm</sub> določimo ton barve. Z vrednostjo absorbance vina pri 600 nm (A<sub>600 nm</sub>) pa smo v tej diplomski nalogi ovrednotili motnost vzorcev vin. Pri tem moramo povedati, da večje vrednosti posameznih absorbanc in količnika A<sub>420 nm</sub>/A<sub>520 nm</sub> pomenijo večje vrednosti pripadajočih parametrov.

### 3.2.4 Določanje antioksidativnega potenciala z DDPH<sup>•</sup> radikalom (Brand-Williams in sod., 1995; Molyneux, 2004, Podlogar, 2007)

Metoda določanja antioksidativnega potenciala (AOP) temelji na reakciji med stabilnim prostim radikalom DDPH<sup>•</sup> (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) in donorji vodika (antioksidanti – fenolne spojine v vinu) (Brand-Williams in sod., 1995). DDPH<sup>•</sup> povzroči, da se metanol vijolično obarva. DDPH<sup>•</sup> se v prisotnosti antioksidantov spremeni v reducirano obliko DPPH<sub>2</sub> (difenilpikrilhidrazin). Reakcijska zmes zato izgublja barvo, kar določamo spektrofotometrično.

**Postopek:** Najprej si pripravimo standardno raztopino DDPH<sup>•</sup> tako, da zatehtamo 4 mg DDPH<sup>•</sup> v 100 mL bučko in dopolnimo do oznake z metanolom. Nato v 3 epice (paralelke) odpipetiramo po 1,5 mL standardne raztopine DDPH<sup>•</sup> in nato dodamo v vsako po 50 µL predhodno razredčenega vzorca vina. V četrto epico (standard) prav tako odpipetiramo 1,5 mL standardne raztopine DDPH<sup>•</sup>, namesto vzorca pa dodamo 50 µL metanola. V peto epico (slepa proba) odpipetiramo 1,5 mL metanola in dodamo 50 µL razredčenega vzorca. Točno po 30 minutah vsem epicam izmerimo absorbanco pri valovni dolžini 517 nm.

Porabljene mole DPPH<sup>•</sup> v vzorcu smo enostavno izračunali iz Beer-Lambertovega zakona.

$$\Delta A = \varepsilon \cdot \Delta c \cdot l \quad \dots(7)$$

$$n_{\text{DPPH}_2} = c \cdot V_{\text{reak.zmesi}} \quad \dots(8)$$

$\Delta A$  ustreza razliki absorbanc med referenčno raztopino, kateri je dodan samo DPPH<sup>•</sup> in raztopino, kjer je poleg DPPH<sup>•</sup> še antioksidant,  $\varepsilon$  je molarni ekstinkcijski koeficient DPPH<sup>•</sup>

pri 517 nm,  $c$  je koncentracija nastalega DPPH<sub>2</sub>,  $l$  je dolžina poti svetlobe skozi vzorec. Vrednost  $\epsilon$  v metanolu ali etanolu pri 517 nm je v literaturi navedena med 11600 in 12500 L/(mol·cm) (Molyneux, 2004), mi pa smo za izračun uporabili vrednost 12000 L/(mol·cm).

### 3.2.5 Določanje pH vina (Košmerl in Kač, 2007)

Merimo razliko v potencialu med dvema elektrodama. Referenčna elektroda je potopljena v raztopino, ki ima stalen znan potencial, druga merilna elektroda pa ima potencial, ki je funkcija aktivnosti H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ionov v vzorcu vina.

**Postopek:** Najprej umerimo pH meter pri delovni temperaturi (20 °C) s pufrnima raztopinama s pH 4,00 in 7,02. Po umerjanju aparaturu preverimo s standardno raztopino s pH 3,57. Nato v 100 mL čašo nalijemo približno 50 mL termostataranega vzorca (20 °C) in mu izmerimo pH.

### 3.2.6 Določanje koncentracije titrabilnih, skupnih kislin in kislih soli (Košmerl in Kač, 2007)

Koncentracijo skupnih in titrabilnih kislin določamo s potenciometrično metodo. Merimo razliko v potencialu med dvema elektrodama, ki nastaja ob titraciji vzorca vina z raztopino NaOH znane koncentracije. Referenčna elektroda je potopljena v raztopino, ki ima stalen znan potencial, druga merilna elektroda pa ima potencial, ki je funkcija aktivnosti H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> ionov v vzorcu vina. Titracija poteka do končnih točk titracije pri pH 7,0 in pH 8,2. Koncentracijo kislin izrazimo kot množino vinske kisline v g/L.

**Postopek:** Umerimo pH meter. Nato odpipetiramo 25 mL termostataranega (20 °C) vzorca vina v erlenmajerico, v katero potopimo merilno elektrodo. Na avtomatskem titratorju nastavimo prvo končno točko titracije na pH 7,0. Titriramo z 0,1 M raztopino NaOH do nastavljenih končnih točk titracije in odčitamo porabo ( $a_1$ ). Nato nastavimo drugo končno točko titracije na pH 8,2 in nadaljujemo s titracijo do nastavljenih točk in ponovno odčitamo porabo NaOH ( $a_2$ ). Masno koncentracijo titrabilnih kislin (TK), izraženih kot vinska kislina, izračunamo po naslednji formuli:

$$TK \text{ (g/L)} = \frac{a_1 \cdot c \cdot M}{n \cdot v} \quad \dots(9)$$

Masno koncentracijo skupnih kislin (SK), izraženih kot vinska kislina, pa izračunamo po naslednji formuli:

$$SK \text{ (g/L)} = \frac{a_2 \cdot c \cdot M}{n \cdot v} \quad \dots(10)$$

$a_1$  ... volumen porabljen baze NaOH pri titraciji do pH 7,0 (mL)

$a_2$  ... porabljene baze NaOH pri titraciji do pH 8,2 (mL)

$c$  ... koncentracija baze NaOH (0,1 M)

$M$  ... molska masa vinske kisline (150,09 g/mol)

$n$  ... molsko razmerje kemijske reakcije med vinsko kislino in NaOH ( $n=2$ )

$v$  ... volumen vzorca (25 mL)

Koncentracijo kislinskih soli smo izračunali iz razlike masnih koncentracij skupnih in titrabilnih kislin po naslednji enačbi:

$$\text{kisle soli (mg/L)} = (SK - TK) \cdot 1000 \quad \dots(11)$$

### 3.2.7 Določanje relativne gostote, koncentracije alkohola in skupnega suhega ekstrakta (Košmerl in Kač, 2007)

Relativno gostoto vina smo določali s pomočjo elektronskega merilca gostote oziroma denzimetra (METTLER TOLEDO DE45). Isto aparaturo smo uporabili tudi za določanje koncentracije alkohola (vol.%) in relativno gostoto alkoholnega destilata, vendar smo morali vzorec predhodno destilirati po naslednjem postopku.

**Postopek:** 100 mL bučko napolnimo do oznake in jo termostatiramo 20 min pri temperaturi 20 °C. Nato s kapalko odzajememo toliko vina, da je vsebina točno do oznake. Vsebino bučke kvantitativno prenesemo v destilacijsko posodo dodamo 5 mL 12 % raztopine kalcijevega oksida in 2-3 kapljice protipenilca. Vzorec destiliramo do končnega volumna 75-80 mL. Destilat dopolnimo pod oznako z destilirano vodo, ponovno termostatiramo 20 min pri temperaturi 20 °C in dopolnimo s kapalko do oznake. Nato z denzimetrom izmerimo koncentracijo alkohola (vol.%) in relativno gostoto alkoholnega destilata.

Relativno gostoto skupnega suhega ekstrakta (SSE) izračunamo po naslednji formuli:

$$d_{SSE} = d_V - d_A + 1,0000 \quad \dots(12)$$

$d_{SSE}$  ... relativna gostota skupnega suhega ekstrakta

$d_V$  ... relativna gostota vzorca vina

$d_A$  ... relativna gostota alkoholnega destilata

Masno koncentracijo (g/L) suhega skupnega ekstrakta na podlagi znanega podatka relativne gostote skupnega ekstrakta odčitamo iz tabele.

### 3.2.8 Statistična analiza zbranih podatkov

Rezultate laboratorijskih analiz smo statistično obdelali s programom SAS (SAS Software. Version 8.01, 1999) z multiplo analizo variance – proceduro GLM (General Linear Models).

Statistični modeli za parametre vin so vključevali vplive različnih sort (S) (model 1), letnikov (L) (model 2), vinorodnih okolišev (O) (model 3), zorenja (Z) (model 4) in različnih razmer zorenja (R) (model 5).

$$y_{ij} = \mu + S_i + e_{ij} \quad (\text{model 1}) \quad \dots(13)$$

$$y_{ij} = \mu + L_i + e_{ij} \quad (\text{model 2}) \quad \dots(14)$$

$$y_{ij} = \mu + O_i + e_{ij} \quad (\text{model 3}) \quad \dots(15)$$

$$y_{ij} = \mu + Z_i + e_{ij} \quad (\text{model 4}) \quad \dots(16)$$

$$y_{ij} = \mu + R_i + e_{ij} \quad (\text{model 5}) \quad \dots(17)$$

kjer je  $y_{ij}$ = $i$ -to opazovanje;  $\mu$ =povprečna vrednost;  $S_i$ -vpliv sort (CH-chardonnay; LR-laški rizling; MAL-malvazija);  $L_i$ -vpliv letnikov (2005; 2006);  $O_i$ -vpliv vinorodnih okolišev (Slovenska Istra; Štajerska Slovenija);  $Z_i$ -vpliv zorenja (zorenje DA; zorenje NE);  $R_i$ -vpliv razmer zorenja (razmere normalne; razmere stresne) in  $e_{ij}$ =ostanek.

Srednje vrednosti za eksperimentalne skupine so bile izračunane z uporabo Duncanovega testa in so primerjane pri 5 % tveganju.

## 4 REZULTATI IN RAZPRAVA

### 4.1 REZULTATI LABORATORIJSKIH ANALIZ

Preglednica 2: Rezultati začetnih fizikalno-kemijskih analiz vzorcev mladega vina sort malvazija, chardonnay in laški rizling iz vinorodnega okoliša Štajerske Slovenije in Slovenske Istre, letnika 2005 in 2006

Parameter (enota)	1 Mal 05 Brič	2 LR 05 VP	3 LR 06 VP	4 CH 05 VP	5 CH 06 VP	6 Mal 05 VK	7 Mal 06 VK	8 CH 05 VK	9 CH 06 VK	10 Mal 05 VK	11 Mal 06 VK	12 CH 06 VK
pH	3,42	3,33	3,27	3,66	3,43	3,42	3,31	3,59	3,43	3,49	3,23	3,39
TK (g/L)	4,90	5,66	6,33	5,76	5,92	5,16	5,72	4,19	5,41	5,28	6,04	5,82
SK (g/L)	5,28	6,08	6,70	6,30	6,33	5,47	6,08	4,49	5,74	5,63	6,42	6,24
solj (mg/L)	375,7	424,1	372,0	539,1	405,3	315,8	360,4	301,6	324,6	350,0	384,0	416,0
relativna gostota	0,99160	0,99386	0,99272	0,99531	0,99256	0,99193	0,99118	0,99100	0,99142	0,99183	0,99116	0,99200
alkohol (vol%)	12,27	11,14	11,92	12,12	13,09	11,72	13,23	12,45	12,80	12,68	12,87	12,50
SSE (g/L)	20,08	22,51	21,95	29,25	25,02	22,28	21,81	19,03	21,13	21,87	20,72	21,75
prosti SO <sub>2</sub> (mg/L)	15,3	14,9	10,1	18,8	26,2	28,8	37,5	25,2	34,1	28,6	31,5	32,5
vezani SO <sub>2</sub> (mg/L)	53,3	83,3	56,7	50,3	48,2	75,0	46,8	37,9	41,8	75,0	31,5	27,4
skupni SO <sub>2</sub> (mg/L)	68,6	98,2	66,7	69,2	74,4	103,8	84,3	63,1	75,9	103,6	63,0	60,0
skupni fenoli (mg/L)	250	256	216	286	265	223	247	208	224	245	289	316
A <sub>420</sub> intenziteta	0,091	0,076	0,054	0,105	0,053	0,101	0,088	0,088	0,087	0,104	0,084	0,092
A <sub>520</sub>	0,019	0,016	0,015	0,019	0,015	0,021	0,017	0,019	0,018	0,019	0,021	0,019
A <sub>420</sub> /A <sub>520</sub> ton	4,789	4,750	3,600	5,526	3,533	4,810	5,176	4,632	4,833	5,474	4,000	4,842
A <sub>600</sub> motnost	0,006	0,005	0,004	0,005	0,004	0,005	0,004	0,009	0,010	0,005	0,008	0,006
AOP (mmol DDPH/L)	1,326	1,369	1,307	1,766	1,832	0,915	0,971	0,940	0,878	0,864	1,239	1,280

Iz preglednice 2 lahko razberemo, da ima najmanjšo vsebnost skupnih kislin (izraženo kot vinska kislina v g/L) vzorec številka 8, ki znaša 4,49 g/L, največjo pa vzorec številka 3, katere vrednost je 6,70 g/L. Koncentracije skupnih kislin ostalih vzorcev se nahajajo v razponu od 5,28 g/L do 6,42 g/L. Vrednosti vseh vzorcev so večje od najmanjše predpisane koncentracije skupnih kislin 3,5 g/L, ki jo dovoljuje Pravilnik o pogojih glede kakovosti vina (Pravilnik o pogojih..., 2004). Glede na vrednost alkoholne stopnje se vsi vzorci vina, razen vzorca številka 2, uvrščajo v razred vrhunskih vin, za katerega znaša predpisani minimalni volumenski delež alkohola 11,40 vol.%. Vzorec številka 2 se je z alkoholno stopnjo 11,14 vol.% uvrstil v razred kakovostnih vin. Vsi vzorci vin so z zahtevo pravilnika, ki dovoljuje največjo vrednost skupnega SO<sub>2</sub> 210 mg/L, skladni. Prav tako ne presegajo največje predpisane vrednosti prostega SO<sub>2</sub>, ki znaša 40 mg/L. Največjo intenziteto (A<sub>420 nm</sub>) in ton barve (A<sub>420 nm</sub>/A<sub>520 nm</sub>) opazimo pri vzorcih številka 4 in 10, najmanjšo pa pri vzorcih številka 5 in 3. Vsi vzorci vin so približno enako motni (A<sub>600 nm</sub>), razen vzorcev številka 8, 9 in 11, katerih motnost (A<sub>600 nm</sub>) je nekoliko večja.

Preglednica 3: Rezlutati fizikalno-kemijskih analiz vzorcev vina sort malvazija, chardonnay in laški rizling iz vinorodnega okoliša Štajerska Slovenija in Slovenska Istra, letnika 2005 in 2006 po enoletnem zorenju v normalnih razmerah

Parameter (enota)	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A	10A	11A	12A
pH	3,37	3,32	3,23	3,62	3,41	3,45	3,35	3,60	3,46	3,46	3,19	3,34
TK (g/L)	4,78	5,58	5,98	5,56	5,77	5,25	5,78	4,26	5,39	5,12	5,85	5,66
SK (g/L)	5,09	5,99	6,37	6,01	6,10	5,59	6,19	4,66	5,79	5,46	6,20	6,05
solj (mg/L)	320,8	405,8	393,1	452,3	325,2	344,1	410,1	399,1	396,0	339,0	349,8	394,8
relativna gostota	0,99161	0,99402	0,99227	0,99494	0,99223	0,99196	0,99115	0,99086	0,99152	0,99193	0,99109	0,99187
alkohol (vol%)	12,27	11,01	11,88	12,10	13,07	12,64	13,10	12,28	12,67	12,58	12,87	12,32
SSE (g/L)	20,12	22,55	20,60	28,25	24,06	22,14	21,37	18,00	21,04	21,84	20,54	20,96
prosti SO <sub>2</sub> (mg/L)	12,0	9,8	4,5	12,9	20,2	25,4	30,9	22,4	27,7	25,0	27,6	26,5
vezani SO <sub>2</sub> (mg/L)	49,5	74,0	45,8	52,3	55,0	84,6	65,1	48,3	56,0	85,0	46,1	40,6
skupni SO <sub>2</sub> (mg/L)	61,6	83,9	50,3	65,1	75,2	110,0	96,0	70,6	83,7	110,0	73,7	67,1
skupni fenoli (mg/L)	262	278	235	305	318	260	273	252	247	254	288	330
A420 intenziteta	0,101	0,087	0,065	0,119	0,074	0,104	0,089	0,091	0,093	0,109	0,085	0,095
A520	0,019	0,017	0,015	0,021	0,014	0,016	0,014	0,015	0,016	0,017	0,017	0,017
A420/A520 ton	5,316	5,118	4,333	5,667	5,286	6,500	6,357	6,067	5,813	6,412	5,000	5,588
A600 motnost	0,003	0,005	0,004	0,004	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003
AOP (mmol DDPH/L)	1,076	0,996	0,948	1,294	1,383	0,881	0,944	0,911	0,846	0,893	1,268	1,319

Vzorcem številka 6A, 7A, 8A in 9A se je po obdobju 12 mesečnega zorenja v normalnih razmerah koncentracija skupnih kislin povečala, medtem ko se je ostalim vzorcem zmanjšala (preglednica 3). Največje zmanjšanje opazimo pri vzorcu številka 3A in sicer je koncentracija padla iz 6,70 g/L na 6,37 g/L. Največje povečanje koncentracije pa zaznamo pri vzorcu številka 8A, kjer se je koncentracija skupnih kislin povečala iz 4,49 g/L na 4,66 g/L. Vsi vzorci kljub spremembam še vedno ustrezajo zahtevam pravilnika. Pri vseh vzorcih lahko opazimo, da se je alkoholna stopnja zmanjšala od nekaj stotink pa do nekaj desetink. Izjema je vzorec številka 6A, kjer se je vsebnost alkohola povečala. Vsi vzorci so glede na zahteve pravilnika ostali v kakovostnih razredih, v katerih so se nahajali pred zorenjem. Koncentracija prostega SO<sub>2</sub> se je pri vseh vzorcih pričakovano zmanjšala, medtem ko lahko opazimo, da se je koncentracija skupnega SO<sub>2</sub> pri vzorcih 1A, 2A, 3A in 4A zmanjšala, pri preostalih vzorcih pa se je povečala. Največjo koncentracijo skupnega SO<sub>2</sub> zasledimo pri vzorcih številka 6A in 10A, katerih vrednost znaša 110 mg/L, kar pa je še vedno pod najvišjo dovoljeno koncentracijo, ki jo določa pravilnik. Pri vseh vzorcih v skladu s pričakovanji lahko opazimo povečanje tako intenzitete (A<sub>420 nm</sub>) kot tona barve (A<sub>420 nm</sub>/A<sub>520 nm</sub>). V skladu s pričakovanji tudi opazimo, da se je zmanjšala motnost (A<sub>600 nm</sub>) vzorcev vin.



Preglednica 4: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz vzorcev vina sort malvazija, chardonnay in laški rizling iz vinorodnega okoliša Stajerska Slovenija in Slovenska Istra, letnika 2005 in 2006 po enoletnem zorenju v stresnih razmerah

Parameter (enota)	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	8B	9B	10B	11B	12B
pH	3,37	3,31	3,26	3,61	3,38	3,44	3,34	3,59	3,44	3,42	3,16	3,32
TK (g/L)	4,75	5,56	6,08	5,51	5,73	5,23	5,74	4,34	5,41	5,23	5,99	5,79
SK (g/L)	5,07	6,06	6,44	5,97	6,08	5,58	6,16	4,73	5,84	5,57	6,4	6,21
solj (mg/L)	317,6	367,3	328,5	460,5	352,6	346,7	415,2	392,1	427,5	338,3	414,1	418,7
relativna gostota	0,99151	0,99402	0,99261	0,99486	0,99235	0,99194	0,99107	0,99398	0,99159	0,99201	0,99111	0,99192
alkohol (vol%)	12,24	11,10	12,54	12,12	12,90	12,65	13,13	12,40	12,64	12,57	12,72	12,36
SSE (g/L)	19,84	22,82	23,53	28,06	23,91	22,11	21,25	26,68	21,22	22,05	20,12	21,19
prosti SO <sub>2</sub> (mg/L)	14,4	12,7	3,5	17,4	15,0	28,1	29,0	28,1	27,2	25,6	28,8	29,5
vezani SO <sub>2</sub> (mg/L)	45,9	67,2	35,7	46,1	49,6	81,6	62,3	45,8	57,1	85,2	42,8	43,4
skupni SO <sub>2</sub> (mg/L)	60,3	79,9	39,2	63,6	64,6	109,7	91,3	73,9	84,3	110,8	71,5	72,9
skupni fenoli (mg/L)	268	272	222	306	303	264	272	249	253	267	301	336
A <sub>420</sub> intenziteta	0,123	0,109	0,116	0,139	0,088	0,122	0,108	0,105	0,110	0,120	0,095	0,105
A <sub>520</sub>	0,025	0,022	0,030	0,029	0,022	0,020	0,020	0,019	0,021	0,023	0,022	0,020
A <sub>420</sub> /A <sub>520</sub> ton	4,920	4,955	3,867	4,793	4,000	6,100	5,400	5,526	5,238	5,217	4,318	5,250
A <sub>600</sub> motnost	0,008	0,007	0,010	0,009	0,008	0,006	0,006	0,006	0,007	0,008	0,008	0,007
AOP (mmol DDPH/L)	1,085	1,047	1,018	1,301	1,644	0,953	1,503	1,334	1,231	1,273	1,601	1,708

Pri vinih, skladiščenih v stresnih razmerah opazimo, da se je vzorcem 6B, 7B, 8B in 9B koncentracija skupnih kislin povečala, medtem ko pri ostalih vzorcih opazimo padec skupnih kislin (preglednica 4). Vsebnosti skupnih kislin tudi v tem primeru dosegajo zahteve, ki jih določa pravilnik. Ob primerjavi alkoholne stopnje opazimo, da so le-te padle pri vseh vzorcih, razen pri vzorcih 3B in 6B, kjer se je delež alkohola nekoliko povečal. Vsi vzorci so ohranili kakovostni razred. Pri primerjavi prostega SO<sub>2</sub> vzorcev mladih in vzorcev B vin prav tako opazimo zmanjšanje koncentracije pri slednjih. Rezultati so v skladu s pričakovanji, vrednosti pa v skladu z zahtevami pravilnika. Pri koncentraciji skupnega SO<sub>2</sub> opazimo, da se je le-ta pri vzorcih 1B, 2B, 3B, 4B in 5B zmanjšala, pri ostalih vzorcih pa povečala. Največjo vsebnost skupnega SO<sub>2</sub> smo določili pri vzorcu 10B, katere vrednost je 110,8 mg/L. Tudi glede parametra skupnega SO<sub>2</sub> lahko tako ugotovimo, da so vzorci ostali skladni z zahtevami pravilnika. Pri parametrih, ki opisujejo barvo vina, lahko tudi pri vzorcih, skladiščenih v stresnih razmerah, opazimo povečanje intenzitete barve (A<sub>420 nm</sub>). Tudi ton barve, ki ga določamo iz razmerja absorbanc (A<sub>420 nm</sub>/A<sub>520 nm</sub>), se je po dvanajstmesečnem obdobju zorenja povečal. Edina izjema pri spremembi tona barve (A<sub>420 nm</sub>/A<sub>520 nm</sub>) je bil vzorec 4B, kjer se je prej omenjeni količnik zmanjšal. Zanimivo je opaziti, da se je motnost vin (A<sub>600 nm</sub>) pri vzorcih vin B, skladiščenih v stresnih razmerah, v večini povečala v primerjavi z mladimi vini, medtem ko se je vzorcem A, skladiščenih v normalnih razmerah, zmanjšala.

## 4.2 REZULTATI STATISTIČNE ANALIZE

Preglednica 5: Primerjava vrednosti fizikalno-kemijskih parametrov med vinorodnima okolišema Štajerske Slovenije in Slovenske Istre (mlado vino sorte chardonnay, letnik 2005 in 2006)

Parameter (enota)	Vinorodni okoliš	Chardonnay	
		Letnik 2005	Letnik 2006
		mlado vino	mlado vino
pH	Istra	3,59 ± 0,01 b	3,41 ± 0,02 a
	Štajerska	3,66 ± 0,01 a	3,43 ± 0,01 a
TK (g/L)	Istra	4,19 ± 0,05 b	5,62 ± 0,23 a
	Štajerska	5,76 ± 0,05 a	5,92 ± 0,05 a
SK (g/L)	Istra	4,49 ± 0,05 b	5,99 ± 0,28 a
	Štajerska	6,30 ± 0,05 a	6,33 ± 0,05 a
soli (mg/L)	Istra	301,6 ± 2,0 b	370,3 ± 50,1 a
	Štajerska	539,1 ± 2,0 a	405,3 ± 2,0 a
relativna gostota	Istra	0,99100 ± 0,00005 b	0,99171 ± 0,00032 b
	Štajerska	0,99531 ± 0,00005 a	0,99256 ± 0,00005 a
alkohol (vol.%)	Istra	12,45 ± 0,05 a	12,65 ± 0,17 b
	Štajerska	12,12 ± 0,05 b	13,09 ± 0,05 a
SSE (g/L)	Istra	19,03 ± 0,10 b	21,44 ± 0,35 b
	Štajerska	29,25 ± 0,10 a	25,02 ± 0,10 a
prosti SO <sub>2</sub> (mg/L)	Istra	25,2 ± 1,0 a	33,3 ± 1,3 a
	Štajerska	18,8 ± 1,0 b	26,2 ± 1,0 b
vezani SO <sub>2</sub> (mg/L)	Istra	37,9 ± 1,5 b	34,6 ± 8,0 b
	Štajerska	50,3 ± 1,5 a	48,2 ± 1,5 a
skupni SO <sub>2</sub> (mg/L)	Istra	63,1 ± 1,5 b	68,0 ± 8,8 a
	Štajerska	69,2 ± 1,5 a	74,4 ± 1,5 a
skupni fenoli (mg/L)	Istra	208,0 ± 5,0 b	270,0 ± 50,6 a
	Štajerska	286,0 ± 5,0 a	265,0 ± 5,0 a
A420	Istra	0,088 ± 0,002 b	0,090 ± 0,003 a
	Štajerska	0,105 ± 0,002 a	0,053 ± 0,002 b
A520	Istra	0,019 ± 0,002 a	0,019 ± 0,002 a
	Štajerska	0,019 ± 0,002 a	0,015 ± 0,002 b
A600	Istra	0,009 ± 0,001 a	0,008 ± 0,002 a
	Štajerska	0,005 ± 0,001 b	0,004 ± 0,001 b
AOP (mmol DPPH/L)	Istra	0,940 ± 0,010 a	1,079 ± 0,220 b
	Štajerska	1,766 ± 0,010 b	1,832 ± 0,010 a

Skupine z enako črko v indeksu se med seboj statistično značilno ne razlikujejo

Iz podatkov v preglednici 5 vidimo, da obstaja v vrednosti pH minimalna razlika med vzorcema mladega vina sorte chardonnay iz različnega vinorodnega okoliša. Iz tega pa lahko sklepamo, da ima vinorodni okoliš le manjši vpliv na pH. Do drugačnega zaključka pridemo v primeru koncentracije kislin. Vidimo lahko veliko razliko med obema vinorodnima okolišema. Velika razlika je očitna tako pri skupnih kot titrabilnih kislinah, pri čemer je razvidno da ima vzorec iz Štajerskega vinorodnega okoliša (v.o.) večjo koncentracijo kislin. Rezultat je skladen z ugotovitvami iz literature (Ribéreau-Gayon, 2000b), kjer navajajo, da imajo vina severnejših vinogradniških leg večjo vsebnost kislin. Pri vzorcu iz Štajerskega v.o. opazimo tudi večjo vsebnost kislinskih soli. Tako lahko tudi v primeru tega parametra trdimo, da ima vinorodni okoliš značilen vpliv nanj. Večji vpliv v.o. lahko določimo tudi pri koncentraciji skupnega suhega ekstrakta, kjer opazimo, da so vrednosti vzorcev iz Štajerske večje. Vzorci iz Štajerske imajo tudi večje vrednosti

antioksidativnega potenciala v primerjavi z vzorci iz Istre. Nadalje lahko pri vsebnostih SO<sub>2</sub>, opazimo večje koncentracije prostega SO<sub>2</sub> v vzorcih iz Istre, v vzorcih iz Štajerske pa večji vsebnosti vezanega in skupnega SO<sub>2</sub>. Pri parametrih, ki vrednotijo barvo vzorcev, lahko opazimo značilne razlike le v primeru vrednosti absorbanca pri valovni dolžini 600 nm, s katero določamo motnost vzorcev. Vzorcem iz Istre smo v tem primeru določili večjo motnost.

Preglednica 6: Primerjava vrednosti fizikalno-kemijskih parametrov med letnikoma 2005 in 2006 (mlada vina sorte laški rizling in chardonnay iz v.o. Štajerska Slovenija in mlada vina sorte malvazija in chardonnay iz v.o. Slovenska Istra)

Parameter (enota)	Letnik	Vinorodni okoliš Štajerska		Vinorodni okoliš Istra	
		Laški Rizling	Chardonnay	Malvazija	Chardonnay
		mlado vino	mlado vino	mlado vino	mlado vino
pH	2005	3,33 ± 0,01 a	3,66 ± 0,01 a	3,44 ± 0,04 a	3,59 ± 0,01 a
	2006	3,27 ± 0,01 b	3,43 ± 0,01 b	3,27 ± 0,04 b	3,41 ± 0,02 b
TK (g/L)	2005	5,66 ± 0,05 b	5,76 ± 0,05 b	5,11 ± 0,17 b	4,19 ± 0,05 b
	2006	6,33 ± 0,05 a	5,92 ± 0,05 a	5,88 ± 0,18 a	5,62 ± 0,23 a
SK (g/L)	2005	6,08 ± 0,05 b	6,30 ± 0,05 a	5,46 ± 0,16 b	4,49 ± 0,05 b
	2006	6,70 ± 0,05 a	6,33 ± 0,05 a	6,25 ± 0,19 a	5,99 ± 0,28 a
soli (mg/L)	2005	424,1 ± 2,0 a	539,1 ± 2,0 a	347,2 ± 26,1 a	301,6 ± 2,0 a
	2006	372,0 ± 2,0 b	405,3 ± 2,0 b	372,2 ± 13,0 a	370,3 ± 50,1 a
relativna gostota	2005	0,99386 ± 0,00005 a	0,99531 ± 0,00005 a	0,99179 ± 0,00015 a	0,99100 ± 0,00005 b
	2006	0,99272 ± 0,00005 b	0,99256 ± 0,00005 b	0,99117 ± 0,00005 b	0,99171 ± 0,00032 a
alkohol (vol.%)	2005	11,14 ± 0,05 b	12,12 ± 0,05 b	12,22 ± 0,42 b	12,45 ± 0,05 a
	2006	11,92 ± 0,05 a	13,09 ± 0,05 a	13,05 ± 0,20 a	12,65 ± 0,17 a
SSE (g/L)	2005	22,51 ± 0,10 a	29,25 ± 0,10 a	21,41 ± 1,02 a	19,03 ± 0,10 b
	2006	21,95 ± 0,10 b	25,02 ± 0,10 b	21,27 ± 0,60 a	21,44 ± 0,35 a
prosti SO <sub>2</sub> (mg/L)	2005	14,9 ± 1,0 a	18,8 ± 1,0 b	24,2 ± 6,8 b	25,2 ± 1,0 b
	2006	10,1 ± 1,0 b	26,2 ± 1,0 a	34,5 ± 3,4 a	33,3 ± 1,3 a
vezani SO <sub>2</sub> (mg/L)	2005	83,3 ± 1,5 a	50,3 ± 1,5 a	67,8 ± 10,9 a	37,9 ± 1,5 a
	2006	56,7 ± 1,5 b	48,2 ± 1,5 a	39,2 ± 8,5 b	34,6 ± 8,0 a
skupni SO <sub>2</sub> (mg/L)	2005	98,2 ± 1,5 a	69,2 ± 1,5 b	92,0 ± 17,6 a	63,1 ± 1,5 a
	2006	66,7 ± 1,5 b	74,4 ± 1,5 a	73,7 ± 11,7 b	68,0 ± 8,8 a
skupni fenoli (mg/L)	2005	256,0 ± 5,0 a	286,0 ± 5,0 a	239,3 ± 13,2 b	208,0 ± 5,0 a
	2006	216,0 ± 5,0 b	265,0 ± 5,0 b	268,0 ± 23,4 a	270,0 ± 50,6 a
A420	2005	0,076 ± 0,002 a	0,105 ± 0,002 a	0,099 ± 0,006 a	0,088 ± 0,002 a
	2006	0,054 ± 0,002 b	0,053 ± 0,002 b	0,086 ± 0,003 b	0,090 ± 0,003 a
A520	2005	0,016 ± 0,002 a	0,019 ± 0,002 a	0,020 ± 0,002 a	0,019 ± 0,002 a
	2006	0,015 ± 0,002 a	0,015 ± 0,002 a	0,019 ± 0,003 a	0,019 ± 0,002 a
A600	2005	0,005 ± 0,001 a	0,005 ± 0,001 a	0,005 ± 0,001 a	0,009 ± 0,001 a
	2006	0,004 ± 0,001 a	0,004 ± 0,001 a	0,006 ± 0,002 a	0,008 ± 0,002 a
AOP (mmol DPPH/L)	2005	1,369 ± 0,010 a	1,766 ± 0,010 b	1,035 ± 0,220 a	0,940 ± 0,010 a
	2006	1,307 ± 0,010 b	1,832 ± 0,010 a	1,105 ± 0,147 a	1,079 ± 0,220 a

Skupine z enako črko v indeksu se med seboj statistično značilno ne razlikujejo

Iz podatkov v preglednici 6 lahko sklepamo, da ima letnik vina značilen vpliv na vsebnost kislin. Koncentracija tako skupnih kot titrabilnih kislin je namreč značilno večja pri vzorcih letnika 2006, za katere je značilen tudi nižji pH vina. Dobljene vrednosti so pričakovane, saj večja koncentracija kislin znižuje vrednost pH. Prav tako pri vinih letnika 2006 opazimo večjo alkoholno stopnjo, iz česar bi lahko sklepali, da so bile vremenske razmere v letu 2006 bolj ugodne za tvorbo fermentabilnih sladkorjev. Koncentracija

suhega skupnega ekstrakta je bila v vseh vzorcih vin letnika 2005 večja, razen v primeru vina chardonnay iz Štajerskega v.o. letnika 2006. Vpliva letnika na koncentracijo kislih soli ne moremo potrditi, saj so si podatki med sabo preveč različni. Sklepamo lahko, da imajo kletarski ukrepi, kot na primer hladna stabilizacija, v tem primeru znatno večji vpliv. Tudi pri koncentracijah SO<sub>2</sub> ne opazimo značilnih razlik, iz katerih bi lahko določili vpliv letnika. V tem primeru lahko sklepamo, da ima postopek žveplanja znatno večji vpliv. Parametri, ki opisujejo barvo vina, so si tudi med sabo preveč različni, da bi lahko določili vpliv letnika. Edino vrednosti absorbanca pri valovni dolžini 600 nm kažejo značilne razlike med letnikoma. V tem primeru smo vzorcem letnika 2006 določili značilno večjo motnost (A<sub>600 nm</sub>), kar pa je v skladu z pričakovanji glede na to, da so vzorci vin letnika 2005 imeli leto več časa, da se zbistrijo.

Preglednica 7: Primerjava vrednosti fizikalno-kemijskih parametrov med sortama chardonnay in malvazija (mlada vina letnikov 2005 in 2006 in v.o. Slovenska Istra)

Parameter (enota)	Sorta	Letnik 2005	Letnik 2006
		mlado vino	mlado vino
pH	chardonnay	3,59 ± 0,01 a	3,41 ± 0,02 a
	malvazija	3,44 ± 0,04 b	3,27 ± 0,04 b
TK (g/L)	chardonnay	4,19 ± 0,05 b	5,62 ± 0,23 a
	malvazija	5,11 ± 0,17 a	5,88 ± 0,18 a
SK (g/L)	chardonnay	4,49 ± 0,05 b	5,99 ± 0,28 a
	malvazija	5,46 ± 0,16 a	6,25 ± 0,19 a
soli (mg/L)	chardonnay	301,6 ± 2,0 b	370,3 ± 50,1 a
	malvazija	347,2 ± 26,1 a	372,2 ± 13,0 a
relativna gostota	chardonnay	0,99100 ± 0,00005 b	0,99171 ± 0,00032 a
	malvazija	0,99179 ± 0,00015 a	0,99117 ± 0,00005 b
alkohol (vol.%)	chardonnay	12,45 ± 0,05 a	12,65 ± 0,17 b
	malvazija	12,22 ± 0,42 a	13,05 ± 0,20 a
SSE (g/L)	chardonnay	19,03 ± 0,10 b	21,44 ± 0,35 a
	malvazija	21,41 ± 1,02 a	21,27 ± 0,60 a
prosti SO <sub>2</sub> (mg/L)	chardonnay	25,2 ± 1,0 a	33,3 ± 1,3 a
	malvazija	24,2 ± 6,8 a	34,5 ± 3,4 a
vezani SO <sub>2</sub> (mg/L)	chardonnay	37,9 ± 1,5 b	34,6 ± 8,0 a
	malvazija	67,8 ± 10,9 a	39,2 ± 8,5 a
skupni SO <sub>2</sub> (mg/L)	chardonnay	63,1 ± 1,5 b	68,0 ± 8,8 a
	malvazija	92,0 ± 17,6 a	73,7 ± 11,7 a
skupni fenoli (mg/L)	chardonnay	208,0 ± 5,0 b	270,0 ± 50,6 a
	malvazija	239,3 ± 13,2 a	268,0 ± 23,4 a
A420	chardonnay	0,088 ± 0,002 b	0,090 ± 0,003 a
	malvazija	0,099 ± 0,006 a	0,086 ± 0,003 a
A520	chardonnay	0,019 ± 0,002 a	0,019 ± 0,002 a
	malvazija	0,020 ± 0,002 a	0,019 ± 0,003 a
A600	chardonnay	0,009 ± 0,001 a	0,008 ± 0,002 a
	malvazija	0,005 ± 0,001 b	0,006 ± 0,002 a
AOP (mmol DPPH/L)	chardonnay	0,940 ± 0,010 a	1,079 ± 0,220 a
	malvazija	1,035 ± 0,220 a	1,105 ± 0,147 a

Skupine z enako črko v indeksu se med seboj statistično značilno ne razlikujejo

Iz preglednice 7 je razvidno, da je pH vina sorte chardonnay obeh letnikov značilno večji v primerjavi s sorto malvazija. Posledično lahko sklepamo, da ima sorta značilen vpliv na pH

vina. Značilen vpliv sorte opazimo tudi pri koncentraciji skupnih in titrabilnih kislin, pri čemer je iz tabele razvidno, da ima chardonnay manjšo koncentracijo tako skupnih kot titrabilnih kislin kot sorta malvazija. Pri sorti chardonnay nadalje opazimo v vseh primerih tudi nižjo alkoholno stopnjo v primerjavi s sorto malvazija, zato sklepamo, da ima sorta vina značilen vpliv tudi na ta parameter. Značilne razlike med sortama tudi opazimo pri koncentracijah vezanega in skupnega SO<sub>2</sub>, vendar pa v tem primeru sorti ne moremo pripisati značilnega vpliv, saj vemo, da se SO<sub>2</sub> nahaja v vinu zaradi dodatka SO<sub>2</sub> s strani kletarja. Neposredni vpliv sorte zato lahko izključimo, lahko pa pripišemo posreden vpliv na koncentracijo SO<sub>2</sub> v vinu. Kletarji imajo glede na sorto verjetno predpisane standardne količine SO<sub>2</sub>, ki jih dodajo v vino, vsekakor pa je potrebna količina dodatka vezana tudi na t.i. »porabnike« SO<sub>2</sub>, v prvi meri pa na pH vina. Značilne razlike opazimo nadalje le pri vrednosti absorbanc pri valovni dolžini 600 nm, s katero določamo motnost vin, na pa tudi pri barvnih parametrih (A<sub>420 nm</sub>, A<sub>520 nm</sub>). Nekoliko večjo motnost (A<sub>600 nm</sub>) smo določili vinu sorte chardonnay. Vrednosti ostalih parametrov ne kažejo nekakšne značilne razlike med sortama, kljub temu pa ne smemo popolnoma izključiti vpliva sorte na te parametre.

Preglednica 8: Primerjava vrednosti fizikalno-kemijskih parametrov med sortama chardonnay in laški rizling (mlada vina letnikov 2005 in 2006 iz v.o. Štajerska Slovenija)

Parameter (enota)	Sorta	Letnik 2005	Letnik 2006
		mlado vino	mlado vino
pH	chardonnay	3,66 ± 0,01 a	3,43 ± 0,01 a
	laški rizling	3,33 ± 0,01 b	3,27 ± 0,01 b
TK (g/L)	chardonnay	5,76 ± 0,05 a	5,92 ± 0,05 b
	laški rizling	5,66 ± 0,05 a	6,33 ± 0,05 a
SK (g/L)	chardonnay	6,30 ± 0,05 a	6,33 ± 0,05 b
	laški rizling	6,08 ± 0,05 b	6,70 ± 0,05 a
soli (mg/L)	chardonnay	539,1 ± 2,0 a	405,3 ± 2,0 a
	laški rizling	424,1 ± 2,0 b	372,0 ± 2,0 b
relativna gostota	chardonnay	0,99531 ± 0,00005 a	0,99256 ± 0,00005 b
	laški rizling	0,99386 ± 0,00005 b	0,99272 ± 0,00005 a
alkohol (vol.%)	chardonnay	12,12 ± 0,05 a	13,09 ± 0,05 a
	laški rizling	11,14 ± 0,05 b	11,92 ± 0,05 b
SSE (g/L)	chardonnay	29,25 ± 0,10 a	25,02 ± 0,10 a
	laški rizling	22,51 ± 0,10 b	21,95 ± 0,10 b
prosti SO <sub>2</sub> (mg/L)	chardonnay	18,8 ± 1,0 a	26,2 ± 1,0 a
	laški rizling	14,9 ± 1,0 b	10,1 ± 1,0 b
vezani SO <sub>2</sub> (mg/L)	chardonnay	50,3 ± 1,5 b	48,2 ± 1,5 b
	laški rizling	83,3 ± 1,5 a	56,7 ± 1,5 a
skupni SO <sub>2</sub> (mg/L)	chardonnay	69,2 ± 1,5 b	74,4 ± 1,5 a
	laški rizling	98,2 ± 1,5 a	66,7 ± 1,5 b
skupni fenoli (mg/L)	chardonnay	286 ± 5,0 a	265,0 ± 5,0 a
	laški rizling	256,0 ± 5,0 b	216,0 ± 5,0 b
A420	chardonnay	0,105 ± 0,002 a	0,053 ± 0,002 a
	laški rizling	0,076 ± 0,002 b	0,054 ± 0,002 a
A520	chardonnay	0,019 ± 0,002 a	0,015 ± 0,002 a
	laški rizling	0,016 ± 0,002 a	0,015 ± 0,002 a
A600	chardonnay	0,005 ± 0,001 a	0,004 ± 0,001 a
	laški rizling	0,005 ± 0,001 a	0,004 ± 0,001 a
AOP (mmol DPPH/L)	chardonnay	1,766 ± 0,010 a	1,832 ± 0,010 a
	laški rizling	1,369 ± 0,010 b	1,307 ± 0,010 b

Skupine z enako črko v indeksu se med seboj statistično značilno ne razlikujejo

Iz preglednice 8 je razvidno, da sta koncentraciji skupnih in titrabilnih kislin pri vinu sorte chardonnay manjši v primerjavi s sorto laški rizling. Nižja vrednost pH in večja koncentracija kislinskih soli pri sorti laški rizling je tako zaradi večje koncentracije skupnih kislin logična. Glede na dobljene vrednosti lahko tako sklepamo na značilen vpliv sorte na omenjene parametre. Na značilen vpliv sorte lahko sklepamo tudi pri alkoholni stopnji in pri koncentraciji suhega skupnega ekstrakta, kjer imamo večje vrednosti pri vzorcu chardonnay. Nadalje lahko pri podatkih iz preglednice 8 opazimo večjo koncentracijo prostega SO<sub>2</sub> in skupnih fenolnih spojin prav tako pri sorti chardonnay. Ker vemo, da so SO<sub>2</sub> in fenolne spojine antioksidanti, je izmerjen večji antioksidativni potencial pri sorti chardonnay v skladu s pričakovanji. Pri ostalih parametrih ne opazimo značilnih razlik, na osnovi katerih bi lahko sklepali na vpliv sorte.

Preglednica 9: Primerjava fizikalno-kemijskih parametrov vzorcev mladih vin in vzorcev, zorenih v normalnih razmerah

Parameter (enota)	Normalne razmere zorenja	Slovenska Istra				Štajerska Slovenija			
		chardonnay		malvazija		chardonnay		laški rizling	
		2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
pH	mlado vino	3,59 ± 0,01 a	3,41 ± 0,02 a	3,44 ± 0,04 a	3,27 ± 0,04 a	3,66 ± 0,01 a	3,43 ± 0,01 a	3,33 ± 0,01 a	3,27 ± 0,01 a
	zoreno vino	3,60 ± 0,05 a	3,40 ± 0,07 a	3,43 ± 0,04 a	3,27 ± 0,09 a	3,62 ± 0,01 b	3,41 ± 0,01 a	3,32 ± 0,01 a	3,23 ± 0,01 b
TK (g/L)	mlado vino	4,19 ± 0,05 a	5,62 ± 0,23 a	5,11 ± 0,17 a	5,88 ± 0,18 a	5,76 ± 0,05 a	5,92 ± 0,05 a	5,66 ± 0,05 a	6,33 ± 0,05 a
	zoreno vino	4,26 ± 0,05 a	5,53 ± 0,15 a	5,05 ± 0,21 a	5,82 ± 0,06 a	5,56 ± 0,05 b	5,77 ± 0,05 b	5,58 ± 0,05 a	5,98 ± 0,05 b
SK (g/L)	mlado vino	4,49 ± 0,05 b	5,99 ± 0,28 a	5,46 ± 0,16 a	6,25 ± 0,19 a	6,30 ± 0,05 a	6,33 ± 0,05 a	6,08 ± 0,05 a	6,70 ± 0,05 a
	zoreno vino	4,66 ± 0,05 a	5,92 ± 0,15 a	5,38 ± 0,23 a	6,20 ± 0,05 a	6,01 ± 0,05 b	6,10 ± 0,05 b	5,99 ± 0,05 a	6,37 ± 0,05 b
soli (mg/L)	mlado vino	301,6 ± 2,0 b	370,3 ± 50,1 a	347,2 ± 26,1 a	372,2 ± 13,0 a	539,1 ± 2,0 a	405,3 ± 2,0 a	424,1 ± 2,0 a	372,0 ± 2,0 b
	zoreno vino	399,1 ± 2,0 a	395,4 ± 1,9 a	334,6 ± 10,7 a	380,0 ± 33,1 a	452,3 ± 2,0 b	325,2 ± 2,0 b	405,8 ± 2,0 b	393,1 ± 2,0 a
relativna gostota	mlado vino	0,99100 ± 0,00005 a	0,99171 ± 0,00032 a	0,99179 ± 0,00015 a	0,99117 ± 0,00005 a	0,99531 ± 0,00005 a	0,99256 ± 0,00005 a	0,99386 ± 0,00005 b	0,99272 ± 0,00005 a
	zoreno vino	0,99086 ± 0,00005 b	0,99170 ± 0,00020 a	0,99183 ± 0,00017 a	0,99112 ± 0,00006 a	0,99494 ± 0,00005 b	0,99223 ± 0,00005 b	0,99402 ± 0,00005 a	0,99227 ± 0,00005 b
alkohol (vol.%)	mlado vino	12,45 ± 0,05 a	12,65 ± 0,17 a	12,22 ± 0,42 a	13,05 ± 0,20 a	12,12 ± 0,05 a	13,09 ± 0,05 a	11,14 ± 0,05 a	11,92 ± 0,05 a
	zoreno vino	12,28 ± 0,05 b	12,50 ± 0,20 a	12,50 ± 0,18 a	12,99 ± 0,13 a	12,10 ± 0,05 a	13,07 ± 0,05 a	11,01 ± 0,05 b	11,88 ± 0,05 a
SSE (g/L)	mlado vino	19,03 ± 0,10 a	21,44 ± 0,35 a	21,43 ± 1,02 a	21,27 ± 0,60 a	29,25 ± 0,10 a	25,02 ± 0,10 a	22,51 ± 0,10 a	21,95 ± 0,10 a
	zoreno vino	18,00 ± 0,10 b	21,00 ± 0,10 b	21,37 ± 0,95 a	20,96 ± 0,46 a	28,25 ± 0,10 b	24,06 ± 0,10 b	22,55 ± 0,10 a	20,60 ± 0,10 b
prosti SO <sub>2</sub> (mg/L)	mlado vino	25,2 ± 1,0 a	33,3 ± 1,3 a	24,2 ± 6,8 a	34,5 ± 3,4 a	18,8 ± 1,0 a	26,2 ± 1,0 a	14,9 ± 1,0 a	10,1 ± 1,0 a
	zoreno vino	22,4 ± 1,0 b	27,1 ± 1,1 b	20,8 ± 6,7 a	29,3 ± 2,0 b	12,9 ± 1,0 b	20,2 ± 1,0 b	9,8 ± 1,0 b	4,5 ± 1,0 b
vezani SO <sub>2</sub> (mg/L)	mlado vino	37,9 ± 1,5 b	34,6 ± 8,0 b	67,8 ± 10,9 a	39,2 ± 8,5 b	50,3 ± 1,5 a	48,2 ± 1,5 b	83,3 ± 1,5 a	56,7 ± 1,5 a
	zoreno vino	48,3 ± 1,5 a	48,3 ± 8,5 a	73,0 ± 17,7 a	55,6 ± 10,5 a	52,3 ± 1,5 a	55,0 ± 1,5 a	74,0 ± 1,5 b	45,8 ± 1,5 b
skupni SO <sub>2</sub> (mg/L)	mlado vino	63,1 ± 1,5 b	68,0 ± 8,8 a	92,0 ± 17,6 a	73,7 ± 11,7 a	69,2 ± 1,5 a	74,4 ± 1,5 a	98,2 ± 1,5 a	66,7 ± 1,5 a
	zoreno vino	70,6 ± 1,5 a	75,4 ± 9,2 a	93,9 ± 24,2 a	84,9 ± 12,3 a	65,1 ± 1,5 b	75,2 ± 1,5 a	83,9 ± 1,5 b	50,3 ± 1,5 b
skupni fenoli (mg/L)	mlado vino	208,0 ± 5,0 b	270,0 ± 50,6 a	239,3 ± 13,2 b	268,0 ± 23,4 a	286,0 ± 5,0 b	265,0 ± 5,0 b	256,0 ± 5,0 b	216,0 ± 5,0 b
	zoreno vino	252,0 ± 5,0 a	288,5 ± 45,7 a	258,7 ± 5,6 a	280,5 ± 9,4 a	305,0 ± 5,0 a	318,0 ± 5,0 a	278,0 ± 5,0 a	235,0 ± 5,0 a
A420	mlado vino	0,088 ± 0,002 a	0,090 ± 0,003 b	0,099 ± 0,006 b	0,086 ± 0,003 a	0,105 ± 0,002 b	0,053 ± 0,002 b	0,076 ± 0,002 b	0,054 ± 0,002 b
	zoreno vino	0,091 ± 0,002 a	0,094 ± 0,002 a	0,105 ± 0,004 a	0,087 ± 0,002 a	0,119 ± 0,002 a	0,074 ± 0,002 a	0,087 ± 0,002 a	0,065 ± 0,002 a
A520	mlado vino	0,019 ± 0,002 a	0,019 ± 0,002 a	0,020 ± 0,002 a	0,019 ± 0,003 a	0,019 ± 0,002 a	0,015 ± 0,002 a	0,016 ± 0,002 a	0,015 ± 0,002 a
	zoreno vino	0,015 ± 0,002 a	0,017 ± 0,002 a	0,017 ± 0,002 b	0,016 ± 0,002 b	0,021 ± 0,002 a	0,014 ± 0,002 a	0,017 ± 0,002 a	0,015 ± 0,002 a
A600	mlado vino	0,009 ± 0,001 a	0,008 ± 0,002 a	0,005 ± 0,001 a	0,006 ± 0,002 a	0,005 ± 0,001 a	0,004 ± 0,001 a	0,005 ± 0,001 a	0,004 ± 0,001 a
	zoreno vino	0,002 ± 0,001 b	0,003 ± 0,001 b	0,003 ± 0,001 b	0,002 ± 0,001 b	0,004 ± 0,001 a	0,002 ± 0,001 a	0,005 ± 0,001 a	0,004 ± 0,001 a
AOP (mmol DPPH/L)	mlado vino	0,940 ± 0,010 a	1,079 ± 0,220 a	1,035 ± 0,220 a	1,105 ± 0,147 a	1,766 ± 0,001 a	1,832 ± 0,010 a	1,369 ± 0,010 a	1,307 ± 0,010 a
	zoreno vino	0,911 ± 0,010 b	1,083 ± 0,259 a	0,950 ± 0,095 a	1,106 ± 0,178 a	1,294 ± 0,010 b	1,383 ± 0,010 b	0,996 ± 0,010 b	0,948 ± 0,010 b

Skupine z enako črko v indeksu se med seboj statistično značilno ne razlikujejo

Iz podatkov v preglednici 9 lahko opazimo, da se je vrednost pH zorenega vina po dvanajstih mesecih zorenja povečala za nekaj stotink, iz česar lahko sklepamo, da zorenje vpliva v manjši meri na vrednost pH. Nadalje lahko pri skoraj vseh vzorcih opazimo značilne razlike tako pri vsebnosti alkohola kot pri koncentraciji skupnega suhega ekstrakta, iz česar lahko sklepamo, da ima zorenje pomemben vpliv na omenjena parametra. Če si pogledamo podatke o koncentraciji SO<sub>2</sub>, lahko pri zorenih vzorcih opazimo, da je koncentracija prostega SO<sub>2</sub> po dvanajstih mesecih padla, medtem ko so se vrednosti vezanega SO<sub>2</sub> povečale, kar je tudi v skladu s pričakovanji. Spremembe teh vrednosti prav tako lahko pripišemo dejavniku zorenja. Značilne razlike smo dobili tudi pri koncentraciji skupnih fenolnih, kjer se je v vseh primerih po obdobju dvanajstmesečnega zorenja njihova vsebnost povečala. Sam rezultat je v nasprotju z navedbami v literaturah (Bavčar, 2006; Mastrocola in sod., 2001; Bucelli in Gigliotti, 1993), kjer navajajo, da koncentracija skupnih fenolnih spojin z zorenjem pada. Neskladnost rezultatov z navedbami v literaturi si ne znam razložiti. Pri parametrih, ki opisujejo barvo vina, lahko pri vseh vzorcih opazimo povečanje tako intenzitete ( $A_{420\text{ nm}}$ ) kot tudi tona barve ( $A_{420\text{ nm}}/A_{520\text{ nm}}$ ), sočasno pa se je zmanjšala motnost vin ( $A_{600\text{ nm}}$ ). Spremembe lahko tudi v tem primeru pripišemo dejavniku zorenja. Vpliv zorenja lahko opazimo tudi pri antioksidativnemu potencialu vina, kjer iz preglednice 9 lahko razberemo, da so se v večini primerov vrednosti AOP po dvanajstih mesecih zmanjšale.



Preglednica 10: Primerjava fizikalno-kemijskih parametrov vzorcev vin, zorenih v normalnih in stresnih razmerah

Parameter (enota)	Razmere zorenja	Slovenska Istra				Štajerska Slovenija			
		chardonnay		malvazija		chardonnay		laški rizling	
		2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
pH	stresne	3,59 ± 0,01 a	3,38 ± 0,07 a	3,41 ± 0,03 a	3,25 ± 0,10 a	3,61 ± 0,01 a	3,38 ± 0,01 b	3,31 ± 0,01 a	3,26 ± 0,01 a
	normalne	3,60 ± 0,01 a	3,40 ± 0,07 a	3,43 ± 0,04 a	3,27 ± 0,09 a	3,62 ± 0,01 a	3,41 ± 0,01 a	3,32 ± 0,01 a	3,23 ± 0,01 b
TK (g/L)	stresne	4,34 ± 0,05 a	5,60 ± 0,21 a	5,07 ± 0,24 a	5,87 ± 0,14 a	5,51 ± 0,05 a	5,73 ± 0,05 a	5,56 ± 0,05 a	6,08 ± 0,05 a
	normalne	4,26 ± 0,05 a	5,53 ± 0,15 a	5,05 ± 0,21 a	5,82 ± 0,06 a	5,56 ± 0,05 a	5,77 ± 0,05 a	5,58 ± 0,05 a	5,98 ± 0,05 a
SK (g/L)	stresne	4,73 ± 0,05 a	6,03 ± 0,21 a	5,41 ± 0,26 a	6,28 ± 0,14 a	5,97 ± 0,05 a	6,08 ± 0,05 a	6,06 ± 0,05 a	6,44 ± 0,05 a
	normalne	4,66 ± 0,05 a	5,92 ± 0,15 a	5,38 ± 0,23 a	6,20 ± 0,05 a	6,01 ± 0,05 a	6,10 ± 0,05 a	5,99 ± 0,05 a	6,37 ± 0,05 a
soli (mg/L)	stresne	392,1 ± 2,0 b	423,1 ± 5,1 a	334,2 ± 13,1 a	414,7 ± 1,9 a	460,5 ± 2,0 a	352,6 ± 2,0 a	367,3 ± 2,0 b	328,5 ± 2,0 b
	normalne	399,1 ± 2,0 a	395,4 ± 1,9 b	334,6 ± 10,7 a	380,0 ± 33,1 b	452,3 ± 2,0 b	325,2 ± 2,0 b	405,8 ± 2,0 a	393,1 ± 2,0 a
relativna gostota	stresne	0,99398 ± 0,00005 a	0,99176 ± 0,00019 a	0,99182 ± 0,00023 a	0,99109 ± 0,00005 a	0,99486 ± 0,00005 a	0,99235 ± 0,00005 a	0,99402 ± 0,00005 a	0,99261 ± 0,00005 a
	normalne	0,99086 ± 0,00005 b	0,99170 ± 0,00020 a	0,99183 ± 0,00017 a	0,99112 ± 0,00005 a	0,99494 ± 0,00005 a	0,99223 ± 0,00005 b	0,99402 ± 0,00005 a	0,99227 ± 0,00005 b
alkohol (vol.%)	stresne	12,40 ± 0,05 a	12,50 ± 0,16 a	12,49 ± 0,19 a	12,93 ± 0,23 a	12,12 ± 0,05 a	12,90 ± 0,05 b	11,10 ± 0,05 a	12,54 ± 0,05 a
	normalne	12,28 ± 0,05 b	12,50 ± 0,20 a	12,50 ± 0,18 a	12,99 ± 0,13 a	12,10 ± 0,05 a	13,07 ± 0,05 a	11,01 ± 0,05 a	11,88 ± 0,05 b
SSE (g/L)	stresne	26,68 ± 0,10 a	21,21 ± 0,09 a	21,33 ± 1,12 a	20,69 ± 0,63 a	28,06 ± 0,10 a	23,91 ± 0,10 a	22,82 ± 0,10 a	23,53 ± 0,10 a
	normalne	18,00 ± 0,10 b	21,00 ± 0,10 b	21,37 ± 0,95 a	20,96 ± 0,46 a	28,25 ± 0,10 a	24,06 ± 0,05 a	22,55 ± 0,10 b	20,60 ± 0,10 b
prosti SO <sub>2</sub> (mg/L)	stresne	28,1 ± 1,0 a	28,4 ± 1,5 a	22,7 ± 6,4 a	28,9 ± 0,9 a	17,4 ± 1,0 a	15,0 ± 1,0 b	12,7 ± 0,1 a	3,5 ± 1,0 a
	normalne	22,4 ± 1,0 b	27,1 ± 1,1 a	20,8 ± 6,7 a	29,3 ± 2,0 a	12,9 ± 1,0 b	20,2 ± 1,0 a	9,8 ± 1,0 b	4,5 ± 1,0 a
vezani SO <sub>2</sub> (mg/L)	stresne	45,8 ± 1,5 a	50,3 ± 7,6 a	70,9 ± 18,9 a	52,6 ± 10,8 a	46,1 ± 1,5 a	49,6 ± 1,5 b	67,2 ± 1,5 b	35,7 ± 1,5 b
	normalne	48,3 ± 1,5 a	48,3 ± 8,5 a	73,0 ± 17,7 a	55,6 ± 10,5 a	52,3 ± 1,5 b	55,0 ± 1,5 a	74,0 ± 1,5 a	45,8 ± 1,5 a
skupni SO <sub>2</sub> (mg/L)	stresne	73,9 ± 1,5 a	78,6 ± 6,4 a	93,6 ± 25,0 a	81,4 ± 10,9 a	63,6 ± 1,5 a	64,6 ± 1,5 b	79,9 ± 1,5 b	39,2 ± 1,5 b
	normalne	70,6 ± 1,5 a	75,4 ± 9,2 a	93,9 ± 24,2 a	84,9 ± 12,3 a	65,1 ± 1,5 a	75,2 ± 1,5 a	83,9 ± 1,5 a	50,3 ± 1,5 a
skupni fenoli (mg/L)	stresne	249,0 ± 5,0 a	294,5 ± 45,7 a	266,3 ± 4,7 a	286,5 ± 16,5 a	306,0 ± 5,0 a	303,0 ± 5,0 b	272,0 ± 5,0 a	222,0 ± 5,0 b
	normalne	252,0 ± 5,0 a	288,5 ± 45,7 a	258,7 ± 5,6 b	280,5 ± 9,4 a	305,0 ± 5,0 a	318,0 ± 5,0 a	278,0 ± 5,0 a	235,0 ± 5,0 a
A420	stresne	0,105 ± 0,002 a	0,108 ± 0,003 a	0,122 ± 0,002 a	0,102 ± 0,007 a	0,139 ± 0,002 a	0,088 ± 0,002 a	0,109 ± 0,002 a	0,116 ± 0,002 a
	normalne	0,091 ± 0,002 b	0,094 ± 0,002 b	0,105 ± 0,004 b	0,087 ± 0,003 b	0,119 ± 0,002 b	0,074 ± 0,002 b	0,087 ± 0,002 b	0,065 ± 0,002 b
A520	stresne	0,020 ± 0,002 a	0,021 ± 0,002 a	0,023 ± 0,003 a	0,021 ± 0,002 a	0,029 ± 0,002 a	0,022 ± 0,002 a	0,085 ± 0,002 a	0,030 ± 0,002 a
	normalne	0,015 ± 0,002 b	0,017 ± 0,002 b	0,017 ± 0,002 b	0,016 ± 0,002 b	0,021 ± 0,002 b	0,014 ± 0,002 b	0,017 ± 0,002 b	0,015 ± 0,002 b
A600	stresne	0,120 ± 0,001 a	0,007 ± 0,001 a	0,007 ± 0,001 a	0,007 ± 0,001 a	0,009 ± 0,001 a	0,008 ± 0,001 a	0,007 ± 0,001 a	0,010 ± 0,001 a
	normalne	0,002 ± 0,001 b	0,003 ± 0,001 b	0,003 ± 0,001 b	0,002 ± 0,001 b	0,004 ± 0,001 b	0,002 ± 0,001 b	0,005 ± 0,001 a	0,004 ± 0,001 b
AOP (mmol DPPH/L)	stresne	1,334 ± 0,010 a	1,470 ± 0,261 a	1,104 ± 0,140 a	1,552 ± 0,054 a	1,301 ± 0,010 a	1,644 ± 0,010 a	1,047 ± 0,010 a	1,018 ± 0,010 a
	normalne	0,911 ± 0,010 b	1,083 ± 0,259 b	0,950 ± 0,095 b	1,106 ± 0,178 b	1,294 ± 0,010 a	1,383 ± 0,010 b	0,996 ± 0,010 b	0,948 ± 0,010 b

Skupine z enako črko v indeksu se med seboj statistično značilno ne razlikujejo

Iz podatkov v preglednici 10 lahko opazimo, da se je vzorcem, ki so bili skladiščeni v normalnih razmerah, pH za nekaj stotink bolj povečal v primerjavi z vzorci, hranjenimi v stresnih razmerah; na osnovi tega lahko sklepamo, da razmere skladiščenja v manjši meri vplivajo na omenjeni parameter. Večji vpliv pa lahko razmeram zorenja pripišemo v primeru koncentracije vezanega  $\text{SO}_2$ . Iz podatkov lahko namreč razberemo, da je vsebnost vezanega  $\text{SO}_2$  značilno večja pri vinih, hranjenih pri normalnih razmerah. Značilen vpliv razmer zorenja se je pokazal tudi pri antioksidativnem potencialu vina, saj so vrednosti pri vinih, skladiščenih v normalnih razmerah, občutno manjše v primerjavi z vzorci vin, hranjenimi v stresnih razmerah. Do zanimivih ugotovitev pridemo, če analiziramo parametre, ki opisujejo barvo vina. Pri primerjavi absorbanc pri vseh treh valovnih dolžinah lahko opazimo značilne razlike, iz katerih lahko sklepamo na močen vpliv razmer zorenja na analizirane parametre. Iz dobljenih podatkov lahko opazimo, da se je vzorcem, ki so bili skladiščeni v stresnih razmerah, povečala intenziteta barve ( $A_{420 \text{ nm}}$ ) ter motnost ( $A_{600 \text{ nm}}$ ). Ton barve ( $A_{420 \text{ nm}}/A_{520 \text{ nm}}$ ) pa se je zmanjšal in to predvsem na račun povečane vrednosti  $A_{420}$ . Dobljeni rezultati so v tem primeru v skladu s pričakovanji.

## 5 SKLEPI

V diplomski nalogi smo poskušali ugotoviti, kako različni dejavniki, kot so sorta, letnik vinorodni okoliš, zorenje in razmere zorenja vplivajo na kemijsko sestavo vina. Na osnovi opravljene raziskave smo dobili podatke, ki smo jih primerjali tudi z zahtevami Pravilnik o pogojih ... (2004). Prišli smo do naslednjih sklepov:

- Sorta vina ima značilen vpliv predvsem na vsebnost kislin in alkoholno stopnjo.
- Letnik vina ima prav tako značilen vpliv na vsebnost kislin in alkoholno stopnjo.
- Vinorodni okoliš ima značilen vpliv na vsebnost kislin in antioksidativni potencial vina.
- Vrednosti koncentracije skupnih kislin, alkoholne stopnje in koncentracije skupnega in prostega SO<sub>2</sub> so pri vzorcih mladih vin dosegale zahteve, ki ji določa Pravilnik.
- Po dvanajstih mesecih zorenja v normalnih razmerah smo pri vzorcih opazili zmanjšanje koncentracije skupnega suhega ekstrakta, alkoholne stopnje koncentracije prostega SO<sub>2</sub> in antioksidativnega potenciala. Upadla je tudi motnost vina. Povečala se je koncentracija vezanega SO<sub>2</sub>, intenziteta in ton barve.
- Vzorci vin so po dvanajstmesečnem zorenju tudi po spremembi vrednosti nekaterih analiziranih parametrov še vedno dosegali zahteve Pravilnika o pogojih ... (2004).
- Po dvanajstih mesecih zorenja v stresnih razmerah smo pri vzorcih opazili zmanjšanje alkoholne stopnje in koncentracije prostega SO<sub>2</sub>. Povečala pa se je intenziteta in ton barve. Povečala se je tudi motnost vzorcev.
- Tudi vzorci skladiščeni v stresnih razmerah so po dvanajstih mesecih še vedno dosegali zahteve Pravilnika o pogojih ... (2004).
- Značilne razlike smo pri različnih razmerah zorenja določili parametru antioksidativnega potenciala, koncentraciji vezanega SO<sub>2</sub> in parametrom, ki vrednotijo barvo vina. Vzorcem skladiščenih v stresnih razmerah smo izmerili večji antioksidativni potencial in večjo intenziteto barve ter manjši ton barve in manjšo koncentracijo vezanega SO<sub>2</sub>. Zanimivost, ki jo lahko še opazimo, je da se je motnost vin pri vzorcih skladiščenih v stresnih razmerah povečala, pri vzorcih skladiščenih v normalnih razmerah pa zmanjšala v primerjavi z mladim vinom.

## 6 POVZETEK

Namen diplomske naloge je bil ugotoviti vpliv zorenja v normalnih in stresnih razmerah na osnovno fizikalno-kemijsko sestavo namiznih belih vin. Dobljene vrednosti laboratorijskih analiz smo želeli kvantitativno ovrednotiti in jih primerjati z zahtevami Pravilnika o pogojih glede kakovosti vina (Pravilnik o pogojih..., 2004) in s tem določiti primernost za prodajo analiziranih vin. Poleg tega smo želeli še določiti vpliv sorte, letnika in vinorodnega okoliša na izbrane fizikalno-kemijske parametre.

Vzorcem mladih belih vin sort chardonnay, laški rizling in malvazija različnih letnikov (2005, 2006) iz vinorodnega okoliša Štajerske Slovenije in Slovenske Istre smo z laboratorijskimi analizami v najmanj treh ponovitvah določili naslednje fizikalno-kemijske parametre: pH, titrabilne kisline, skupne kisline, kisle soli, gostoto, alkoholno stopnjo, skupni suhi ekstrakt, prosti, vezani in skupni SO<sub>2</sub>, skupne fenolne spojine, antioksidativni potencial in barvne parametre. Nato smo izbrane vzorce zoreli v normalnih (9-10 °C, relativna vlažnost 80-82 %, v temnem prostoru) in v stresnih razmerah (18-23 °C, relativni vlažnosti 55-68 %, pri dnevni svetlobi) 12 mesecev. Po končanem zorenju smo na vseh vzorcih ponovili laboratorijske analize in vse dobljene podatke statistično obdelali.

Primerjava vrednosti laboratorijskih analiz med različnimi sortami je pokazala značilne razlike v vrednosti pH, pri čemer je največjo vrednost imela sorta chardonnay, sledila je malvazija, najnižjo vrednost pa je imela sorta laški rizling. Prav tako smo lahko določili značilen vpliv sorte na koncentracijo skupnih in titrabilnih kislin, kjer smo najvišje vrednosti teh dveh parametrov zasledili pri laškem rizlingu, sledila je malvazija in nato chardonnay. V primeru alkoholne stopnje, kjer smo tudi lahko določili značilen vpliv sorte, je najvišji odstotek alkohola imela sorta malvazija, kateri sta sledila chardonnay in laški rizling. Pri ostalih parametrih iz dobljenih podatkov nismo mogli sklepati na značilen vpliv sorte.

Značilen vpliv dejavnika letnika smo določili pri parametrih skupnih in titrabilnih kislin in pri vsebnosti alkohola. Pri vseh treh parametrih smo dobili večje vrednosti pri vzorcih letnika 2006, iz česar smo sklepali, da so bile v tem letu bolj ugodne vremenske razmere, ki vplivajo na omenjene parametre.

Pri primerjavi vrednosti analiz vzorcev iz Slovenske Istre in Štajerske Slovenije smo lahko opazili značilne razlike pri številnih parametrih. Tako smo določili značilen vpliv v.o. na pH, titrabilne in skupne kisline, koncentracijo kislinskih soli, skupnega suhega ekstrakta, gostoto, vezanega SO<sub>2</sub> in antioksidativnega potenciala. Pri teh parametrih smo večje vrednosti opazili pri vzorcih Štajerskega v.o.. Značilen vpliv v.o. smo določili tudi pri koncentraciji prostega SO<sub>2</sub> in parametru, ki ovrednoti motnost vina. Vrednosti teh dveh parametrov pa so bile večje pri vzorcih iz Istrskega v.o..

V primeru zorenja v normalnih razmerah smo značilen vpliv tega dejavnika določili na parametre pH, intenzivnosti in tona barve, katerih vrednosti so se po dvanajstih mesecih povečale in parametrom alkoholne stopnje, suhega skupnega ekstrakta in motnosti, katerih vrednosti so se po zorenju zmanjšale. Značilne razlike smo opazili tudi pri koncentraciji

skupnih fenolnih spojin, katerih vsebnost se je povečala. Dobljen rezultat je bil v nasprotju z viri iz literature.

Pri vzorcih skladiščenih v stresnih razmerah smo opazili zmanjšanje alkoholne stopnje, prostega SO<sub>2</sub>, povečali pa so se vsi parametri ki opisujejo barvo vina. Vzorcem se je tako povečala intenzivnost in ton barve, kot tudi motnost.

Pri primerjavi vzorcev skladiščenih v normalnih in stresnih pogojih smo lahko določili vpliv razmer zorenja pri parametru pH, kateri se je v normalnih razmerah zorenja bolj zvišal. Vzorcem zorenih v normalnih razmerah smo določili tudi večjo koncentracijo vezanega SO<sub>2</sub> in večjo motnost. Pri vzorcih hranjenih v stresnih razmerah pa smo določili večjo intenziteto barve, antioksidativni potencial in motnost.

Z primerjanjem vrednosti laboratorijskih analiz vzorcev mladih vin in zahtev Pravilnika, smo ugotovili, da so bila analizirana vina primerna za prodajo. Pri primerjavi vrednosti parametrov zorenih vin tako v normalnih kot stresnih razmerah smo pri le teh tudi ugotovili, da dosegajo zahteve Pravilnika o pogojih ... (2004).

## 7 VIRI

ACD/ChemSketch (Freeware). Version 12.01. 2009. Toronto, Advanced Chemistry Development Inc. : software.

Ambrožič M. 2006. Vpliv biološkega razkisa na nastanek hlapnih komponent vina. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 10-10

Bavčar D. 2006. Kletarjenje danes. Ljubljana, Kmečki glas: 66-105

Belitz H. D., Grosch W. 1999. Food chemistry. 2<sup>nd</sup> ed. Berlin, Springer-Verlag: 992 str.

Boulton R. 1980. The relationships between total acidity, titrable acidity and pH in wine. American Journal of Enology and Viticulture, 31, 1: 76-80

Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie/Food Science and Technology, 28: 25-30

Bucelli P., Gigliotti A. 1993. Importanza di alcuni parametri analitici nella valutazione dell'attitudine all'invecchiamento dei vini. L'Enotecnico, 5: 75-84

Christaki T., Tzia C. 2002. Quality and safety assurance in winemaking. Food Control, 13: 503-517

Clark A. C. 2004. Tartaric acid and the production of pigments in model wine solutions. Australian & New Zealand Grapegrower & Winemaker, 491: 65-68

Clark A. C., Scollary G. R. 2003. Influence of light exposure, ethanol and copper(II) on the formation of a precursor for xanthylum cations from tartaric acid. Australian Journal of Grape and Wine Research, 9: 64-71

Danilewicz J.C. 2007. Interaction of sulfur dioxide, polyphenols, and oxygen in a wine-model system: Central role of iron and copper. American Journal of Enology and Viticulture, 58, 1: 53-60

Jackson R. S. 2008. Wine science: Principles and applications. 3<sup>rd</sup> ed. Amsterdam, Academic Press: 751 str.

Košmerl T., Kač M. 2007. Osnovne kemijske analize mošta in vina. Laboratorijske vaje pri predmetu za predavanja iz predmeta Tehnologija vina. 3. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 106 str.

Lambropoulos I., Roussis I. G. 2007. Inhibition of the decrease of volatile esters and terpenes during storage of wines and a model wine medium by wine phenolic extracts. Food Technology and Biotechnology. 45, 2: 147-155

Marais J., Pool H.J. 1980. Effect of storage time and temperature on the volatile composition and quality of dry white table wines. *Vitis*, 19: 151-164

Manzocco L., Mastocola D., Nicoli M. C. 1998. Chain-breaking and oxygen scavenging properties of wine as affected by some technological procedures. *Food Research International*, 31, 9: 673-678

Mastrocola D., Manzocco L., Nicoli M. C. 2001. Attività antiossidante del vino. *Industrie delle Bevande*, 30: 375-379

Molyneux P. 2004. The use of stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DDPH) for estimating antioksidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26, 2: 211-219

Ortega A. F., Mayen M., Medina M., 2008. Study of colour and phenolic compounds in two models of oxidative ageing for sherry type white wines. *Food Control*, 19: 949-956

Pickering G. J., Heatherbell D. A., Vanhanen L.P., Barnes M. F. 1998. The effect of ethanol concentration on the temporal perception of viscosity and density in white wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 49, 3: 306-318

Podlogar A. 2007. Ohranjanje antioksidativnih lastnosti rdečih vin. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 26-27

Pravilnik o pogojih, ki jih mora izpolnjevati grozdje za predelavo v vino, o dovoljenih tehnoloških postopkih in enoloških sredstvih za predelavo vina in o pogojih glede kakovosti vina, mošta in drugih proizvodov v prometu. 2004. Uradni list Republike Slovenije, 14, 43: 5336-5357

Ramey D. D., Ough C. S. 1980. Volatile ester hydrolysis or formation during storage of model solutions and wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28: 928-934

Ribéreau-Gayon P., Dubourdiev D., Doneche B., Lonvaud A. 2000a. Handbook of enology. Vol. 1: The microbiology of wine and vinifications. Chichester, John Wiley&Sons: 404 str.

Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdiev D. 2000b. Handbook of enology. Vol. 2: The chemistry of wine and stabilization and treatments. Chichester, John Wiley&Sons: 454 str.

SAS software. Version 8.01. 1999. Cary, SAS Institute Inc. : software.

Spedding D. J., Raut P. 1982. The influence of dimethyl sulphide and carbon disulphide in the bouquet of wines. *Vitis*, 21: 240-246

Stevens P.F. 2001. O-glycosyl. Angiosperm phylogeny website. Version 9. St. Louis, Missouri Botanical Garden

[http://www.mobot.org/MOBOT/research/Apweb/top/glossaryi\\_p.html#O](http://www.mobot.org/MOBOT/research/Apweb/top/glossaryi_p.html#O)  
(september 2009): 1 str.

WSU. 2009. Grape and wine phenolics: A primer. Pullman, WSU-Washington State University.  
<http://winegrapes.wsu.edu/Wineweb/topic/PhenolicsArticle.html>  
(september 2009): 1 str.

Wong G., Caputi A. Jr. 1966. A new indicator for total acid determination in wines. American Journal of Enology and Viticulture, 17: 174-177