Utjecaj ambalaže i uvjeta skladištenja na polifenolni profil i senzorska svojstva crnih vina podregije Podunavlje

Kojić, Nebojša

Doctoral thesis / Disertacija

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:163023

Rights / Prava: Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

Nebojša Kojić

UTJECAJ AMBALAŽE I UVJETA SKLADIŠTENJA NA POLIFENOLNI PROFIL I SENZORSKA SVOJSTVA CRNIH VINA PODREGIJE PODUNAVLJE

DOKTORSKA DISERTACIJA

Osijek, 2021.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

DOKTORSKA DISERTACIJA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek
Poslijediplomski sveučilišni (doktorski) studij Prehrambeno inženjerstvo

Zavod za primijenjenu kemiju i ekologiju
Katedra za primijenjenu kemiju, biokemiju i instrumentalne metode
Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska

UDK: 663.222 : 621.798+621.796 (497.5 Podunavlje)(043.3)
Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija
Znanstvena grana Inženjerstvo
Tema rada je prihvaćena na IV. sjednici Fakultetskog vijeća Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek održanoj 29. siječnja 2019.
Voditelj: *prof. dr. sc. Lidija Jakobek Barron*

UTJECAJ AMBALAŽE I UVJETA SKLADIŠTENJA NA POLIFENOLNI PROFIL I SENZORSKA SVOJSTVA CRNIH VINA PODREGIJE PODUNAVLJE

Nebojša Kojić, 28/D

Sažetak: Cilj ovog istraživanja bio je ispitati kako ambalaža i uvjeti skladištenja utječu na polifenolni profil i senzorska svojstva četiri crna vina (Cabernet sauvignon, Frankovka, Merlot, Pinot crni). Vina su pakirana u tri različite ambalaže (staklena i PET boca, spremnik od višeslojnog materijala) te skladištena na 3 temperature (15, 20 i 25 °C) u periodu 12 mjeseci. Za vrijeme skladištenja u vinima su mjerena fizikalno-kemijska svojstva (specifična težina vina i destilata, udio alkohola, ukupni suhi ekstrakt, koncentracija ukupnih i hlapivih kiselina, slobodni i ukupni SO_2) i boja (intenzitet i ton boje, udjeli žute, crvene i plave boje). Polifenolni profil praćen je mjerenjem ukupnih polifenola, flavonoida i antocijanina te pojedinačnih polifenola. Praćena je i koncentracija otopljenog kisika. Rezultati su pokazali da se tijekom vremena u vinima pakiranim u sve ambalažne materijale i skladištenim na svim temperaturama značajno smanjivala koncentracija ukupnog i slobodnog SO_2, dok su ostali fizikalno-kemijski parametri bili stabilni. Značajno je porastao intenzitet i ton boje te udio žute boje. Koncentracija polifenola također se mijenjala tijekom skladištenja. Pokazano je povećanje koncentracije fenolnih kiselina, flavan-3-ola tijekom prvih 3 ili 6 mjeseci skladištenja, nakon čega se koncentracija smanjivala, a koncentracija antocijanina se znatno smanjivala. Značajno smanjenje koncentracije otopljenog kisika u prva tri mjeseca ukazuje na oksidacijske procese u vinima što rezultira smanjenjem SO_2, a može se pretpostaviti da su razlog promjenama u polifenolnom profilu. Senzorska ocjena vina nakon skladištenja bila je niža u usporedbi s početnim ocjenjivanjem. U usporedbi ambalažnih materijala, staklena ambalaža je zadržala senzorska svojstva vina bolje u usporedbi s PET i višeslojnom ambalažom. Promjene u koncentraciji pojedinačnih polifenola bile su izraženije u vinima pakiranim u PET i višeslojnu ambalažu. Ovo upućuje da je staklena ambalaža bolja za vina s obzirom na promjene u polifenolnim spojevima i senzorskih svojstava.

Ključne riječi: ambalaža, skladištenje, polifenoli, crna vina, senzorska svojstva

Rad sadrži: 141 stranica
50 slika
27 tablica
5 priloga
277 literaturnih referenci

Jezik izvornika: hrvatski

Sastav Povjerenstva za obranu:

1. prof. dr. sc. *Borislav Miličević* — predsjednik
2. prof. dr. sc. *Ivica Strelec* — član
3. doc. dr. sc. *Maja Ergović Ravančić* — član
4. izv. prof. dr. sc. *Ivana Flanjak* — zamjena člana

Datum obrane: 9. veljače 2021.

Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u Knjižnici Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek, Rektoratu sveučilišta u Osijeku, Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu te samo u elektroničkom obliku u Gradskoj i sveučilišnoj knjižnici u Osijeku

BASIC DOCUMENTATION CARD

DOCTORAL THESIS

University Josip Juraj Strossmayer in Osijek
Faculty of Food Technology Osijek
Postgraduate University Study-Food Engineering
Department of applied chemistry and ecology
Subdepartment of applied chemistry, biochemistry and instrumental methods
Franje Kuhača 18, HR-31000 Osijek, Croatia

UDC: 663.222 : 621.798+621.796 (497.5 Podunavlje)(043.3)
Scientific area: Biotechnical sciences
Scientific field: Food technology

Thesis subject was approved by the Faculty Council of the Faculty of Food Technology at its session no. IV. held on January 29, 2019.
Mentor: *Lidija Jakobek Barron*, PhD, Full Professor

INFLUENCE OF PACKAGING AND STORAGE CONDITIONS ON POLYPHENOLIC PROFILE AND SENSORY PROPERTIES OF RED WINES FROM PODUNAVLJE SUBREGION

Nebojša Kojić, 28/D

Summary: The aim of this study was to investigate how packaging materials and storage conditions influence polyphenolic profile and sensory properties of four red wines (Cabernet sauvignon, Frankovka, Merlot, Pinot Noir). The wines were packaged in three different packaging material (glass and PET bottles, multilayer container) and stored at 3 temperatures (15, 20 and 25 °C) for a period of 12 months. Physico-chemical properties (specific weight of wine and distillate, alcohol content, total dry extract, concentration of total and volatile acids, free and total SO_2) and color (intensity and hue of color, proportions of yellow, red and blue color) were measured during storage. The polyphenolic profile was monitored by measuring total polyphenols, flavonoids and anthocyanins and individual polyphenols. The concentration of dissolved oxygen was also monitored. The results showed that over time in wines packed in all packaging materials and stored at all temperatures, the concentration of total and free SO_2 decreased significantly, while other physico-chemical parameters were stable. The intensity and tone of color and the proportion of yellow increased significantly. The concentration of polyphenols also varied during storage. An increase in the concentration of phenolic acids, flavan-3-ols was shown during the first 3 or 6 months of storage, after which the concentration decreased and the concentration of anthocyanin decreased significantly. A significant decrease in the concentration of dissolved oxygen in the first three months indicated oxidation processes in wines resulting in a decrease in SO_2, and it can be assumed that they are the reason for changes in the polyphenolic profile. The sensory evaluation of the wine at the end of storage was lower compared to the initial evaluation. In comparison of packaging materials, glass containers retained the sensory properties of the wine better than PET and multilayer packaging. Changes in the concentration of individual polyphenols were more pronounced in wines packaged in PET and multilayer packaging. This points to the conclusion that glass packaging was better for wines due to changes in polyphenolic compounds and sensory properties.

Key words: packaging, storage, polyphenols, red wines, sensory properties

Thesis contains: 141 pages
50 figures
27 tables
5 supplements
277 references

Original in: Croatian

Defense committee:

1. *Borislav Miličević*, PhD, Full Professor — chair person
2. *Ivica Strelec*, PhD, Full Professor — member
3. *Maja Ergović Ravančić*, PhD, Assistant Professor — member
4. *Ivana Flanjak*, PhD, Associate Professor — stand-in

Defense date: February 9, 2021.

Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in Library of the Faculty of Food Technology Osijek, University of Osijek; President's office, University Library in Zagreb and only in electronic version in University Library in Osijek

Najiskrenije se zahvaljujem svima koji su dali svoj doprinos i na bilo koji način me podržavali ili usmjeravali na ovom dugom putu kroz doktorski studij. Hvala svima onima koji su mi omogućili da pokrenem istraživački rad te hvala kolegama iz struke na korisnim savjetima, sugestijama, eventualno primjedbama.

Posebno se zahvaljujem mentorici, prof. dr. sc**.** Lidiji Jakobek Barron na velikom razumijevanju i stručnom vođenju prilikom izrade doktorske disertacije, kao i na zajedničkim sudjelovanjima na znanstvenim skupovima. Također, zahvaljujem se na ukazanom povjerenju prilikom prihvaćanja obveze mentorstva.

Zahvalio bih se profesoru Andrew R. Barron sa Sveučilišta Yale koji me je uveo u svijet statistike, pokazavši da umjetnost stvaranja statističkih modela može biti zabavna.

Veliko hvala mojim roditeljima, Milki i Slobodanu, koji su bili glavni pokretač na početku ovog procesa i bez kojih ne bih započeo ovo putovanje. Hvala i mojoj sestri koja je bila uz mene. Hvala im na beskrajnoj podršci i pomoći koju su mi pružali tijekom cijelog života.

Osobito hvala ide mojoj **supruzi** Nataliji, kojoj neizmjerno zahvaljujem na podršci i strpljenju, jer u trenucima kada sam apsolutno bio posvećen disertaciji, preuzela je i moj teret čuvanja djece i na tome joj od srca zahvaljujem.

Hvala mojim sinovima, Luki i Filipu za razumijevanje što im tata još ide u školu i što nisam imao u ponekim trenucima vremena za igru, pa sam često govorio, “sutra ćemo”...i eto, dogodio se i taj sutra. ***Ovo je momci za vas dvojicu !***

Sadržaj

1. UVOD ... 1

2. TEORIJSKI DIO ... 4

2.1. POVIJEST VINOGRADARSTVA ... 5

2.1.1. Put vinove loze ... 5

2.2. VINSKA HRVATSKA ... 5

2.2.1. Podregija Podunavlje ... 5

2.2.1.1. Vinogorje Baranja ... 6

2.3. CRNE SORTE GROŽĐA ... 7

2.3.1. Cabernet sauvignon (*Vitis vinifera* L.) ... 7

2.3.2. Frankovka (*Vitis vinifera* L.) ... 8

2.3.3. Merlot (*Vitis vinifera* L.) ... 9

2.3.4. Pinot crni (*Vitis vinifera* L.) ... 9

2.4. POLIFENOLNI SPOJEVI ... 10

2.4.1. Podjela polifenola ... 11

2.4.2. Fenolne kiseline ... 12

2.4.2.1. Hidroksibenzojeve kiseline ... 12

2.4.2.2. Hidroksicimetne kiseline ... 13

2.4.3. Stilbeni ... 14

2.4.4. Flavonoidi ... 15

2.4.4.1. Flavonoli ... 15

2.4.4.2. Flavan-3-oli ... 16

2.4.4.3. Tanini ... 17

2.4.5. Antocijanini ... 18

2.5. AMBALAŽA VINA ... 19

2.5.1. Staklena ambalaža ... 20

2.5.2. Plastična ambalaža ... 21

2.5.3. Višeslojna ambalaža ... 22

2.5.4. Bag in box ambalaža ... 23

2.6. FIZIKALNO-KEMIJSKI PARAMETRI VINA ... 24

2.6.1. Specifična težina ... 24

2.6.2. Alkohol ... 24

2.6.3. Ukupni suhi ekstrakt ... 24

2.6.4. Ukupna kiselina ... 24

2.6.5. Hlapiva kiselina ... 25

2.6.6. Sumporov dioksid ... 25

2.6.7. Boja ... 26

2.7. UTJECAJ AMBALAŽE NA POLIFENOLE VINA ... 26

2.8. UVJETI SKLADIŠTENJA VINA ... 26

2.8.1. Utjecaj skladištenja na polifenole i fizikalno-kemijske parametre vina ... 26

2.8.1.1. Temperatura ... 27

2.8.1.2. Vrijeme skladištenja ... 27

2.8.1.3. Vlaga ... 27

2.8.1.4. Svjetlost ... 28

2.9. UTJECAJ KISIKA NA VINO TIJEKOM SKLADIŠTENJA ... 28

2.10. SENZORSKA SVOJSTVA VINA ... 28

3. EKSPERIMENTALNI DIO ... 30

3.1. ZADATAK RADA ... 31

3.2. MATERIJAL I METODE ... 31

3.2.1. Uzorci vina ... 31
3.2.2. Analitički uređaji ... 31
3.2.3. Kemikalije ... 32
3.2.4. Fizikalno-kemijske analize vina ... 32
3.2.4.1. Određivanje specifične težine vina i destilata ... 33
3.2.4.2. Određivanje alkohola ... 33
3.2.4.3. Određivanje ukupnog suhog ekstrakta ... 33
3.2.4.4. Određivanje koncentracije ukupnih kiselina ... 33
3.2.4.5. Određivanje koncentracije hlapivih kiselina ... 34
3.2.4.6. Određivanje koncentracije ukupnog i slobodnog sumporovog dioksida ... 34
3.2.5. Određivanje ukupnih polifenola ... 35
3.2.6. Određivanje ukupnih flavonoida ... 35
3.2.7. Određivanje ukupnih antocijanina ... 36
3.2.8. Određivanje parametara boje vina ... 36
3.2.9. Određivanje otopljenog kisika ... 37
3.2.10. Identifikacija i kvantifikacija pojedinačnih polifenola HPLC metodom ... 37
3.2.10.1. Validacija HPLC metode ... 38
3.2.11. Senzorsko ocjenjivanje vina ... 39
3.2.12. Statistička analiza ... 39

4. REZULTATI ... 41

4.1. FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA VINA SKLADIŠTENOG PRI RAZLIČITIM TEMPERATURAMA I U RAZLIČITIM AMBALAŽNIM MATERIJALIMA ... 42

4.1.1. Fizikalno-kemijska svojstva vina skladištenog pri 15 °C ... 42
4.1.2. Fizikalno-kemijska svojstva vina skladištenog pri 20 °C ... 46
4.1.3. Fizikalno-kemijska svojstva vina skladištenog pri 25 °C ... 50

4.2. PARAMETRI BOJE VINA TIJEKOM SKLADIŠTENJA PRI RAZLIČITIM TEMPERATURAMA I U RAZLIČITIM AMBALAŽNIM MATERIJALIMA ... 54

4.2.1. Parametri boje tijekom skladištenja vina pri 15 °C ... 54
4.2.2. Parametri boje tijekom skladištenja vina pri 20 °C ... 56
4.2.3. Parametri boje tijekom skladištenja vina pri 25 °C ... 58

4.3. UKUPNI POLIFENOLI, FLAVONOIDI I ANTOCIJANI U VINU SKLADIŠTENOM PRI RAZLIČITIM TEMPERATURAMA I U RAZLIČITIM AMBALAŽNIM MATERIJALIMA ... 60

4.3.1. Ukupni polifenoli, flavonoidi i antocijani u vinu skladištenom pri 15 °C ... 60
4.3.2. Ukupni polifenoli, flavonoidi i antocijani u vinu skladištenom pri 20 °C ... 61
4.3.3. Ukupni polifenoli, flavonoidi i antocijani u vinu skladištenom pri 25 °C ... 62

4.4. POJEDINAČNI POLIFENOLI I ANTOCIJANINI U VINU SKLADIŠTENOM PRI RAZLIČITIM TEMPERATURAMA I U RAZLIČITIM AMBALAŽNIM MATERIJALIMA ... 63

4.5. SENZORSKA ANALIZA VINA ... 74

4.5.1. Senzorska analiza vina skladištenog pri 15 °C tijekom 12 mjeseci u različitu ambalažu. 74
4.5.2. Senzorska analiza vina skladištenog pri 20 °C tijekom 12 mjeseci u različitu ambalažu. 76
4.5.3. Senzorska analiza vina skladištenog pri 25 °C tijekom 12 mjeseci u različitu ambalažu. 78

4.6. OTOPLJENI KISIK U VINU TIJEKOM SKLADIŠTENJA VINA PRI RAZLIČITIM TEMPERATURAMA I U RAZLIČITOJ AMBALAŽI ... 81

4.6.1. Otopljeni kisik u vinu tijekom skladištenja vina pri 15 °C ... 81
4.6.2. Otopljeni kisik u vinu tijekom skladištenja vina pri 20 °C ... 83
4.6.3. Otopljeni kisik u vinu tijekom skladištenja vina pri 25 °C ... 85

5. RASPRAVA ... 87

5.1. FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA VINA SKLADIŠTENOG PRI RAZLIČITIM TEMPERATURAMA TIJEKOM VREMENSKOG RAZDOBLJA 12 MJESECI ... 88
5.1.1. Fizikalno-kemijska svojstva vina skladištenog pri 15 °C ... 88
5.1.2. Fizikalno-kemijska svojstva vina skladištenog pri 20 °C ... 89
5.1.3. Fizikalno-kemijska svojstva vina skladištenog pri 25 °C ... 90
5.2. PARAMETRI BOJE TIJEKOM SKLADIŠTENJA VINA PRI RAZLIČITIM TEMPERATURAMA TIJEKOM VREMENSKOG RAZDOBLJA 12 MJESECI ... 92
5.2.1. Parametri boje tijekom skladištenja vina pri 15 °C ... 92
5.2.2. Parametri boje tijekom skladištenja vina pri 20 °C ... 92
5.2.3. Parametri boje tijekom skladištenja vina pri 25 °C ... 93
5.3. UKUPNI POLIFENOLI, FLAVONOIDI I ANTOCIJANI ... 94
5.3.1. Ukupni polifenoli, flavonoidi i antocijani u vinu skladištenom pri 15 °C ... 94
5.3.2. Ukupni polifenoli, flavonoidi i antocijani u vinu skladištenom pri 20 °C ... 94
5.3.3. Ukupni polifenoli, flavonoidi i antocijani u vinu skladištenom pri 25 °C ... 94
5.4. POJEDINAČNI POLIFENOLNI SPOJEVI ... 95
5.4.1. Pojedinačni polifenoli u vinima skladištenim tijekom 12 mjeseci pri 15 °C ... 96
5.4.2. Pojedinačni polifenoli u vinima skladištenim tijekom 12 mjeseci pri 20 °C ... 97
5.4.3. Pojedinačni polifenoli u vinima skladištenim tijekom 12 mjeseci pri 25 °C ... 98
5.5. SENZORSKA ANALIZA VINA ... 99
5.5.1. Senzorska analiza vina skladištenog pri 15 °C tijekom 12 mjeseci ... 100
5.5.2. Senzorska analiza vina skladištenog pri 20 °C tijekom 12 mjeseci ... 100
5.5.3. Senzorska analiza vina skladištenog pri 25 °C tijekom 12 mjeseci ... 100
5.6. OTOPLJENI KISIK U VINU TIJEKOM SKLADIŠTENJA VINA U RAZDOBLJU 12 MJESECI U RAZLIČITOJ AMBALAŽI ... 101
5.6.1. Otopljeni kisik u vinu tijekom skladištenja pri 15 °C ... 101
5.6.2. Otopljeni kisik u vinu tijekom skladištenja pri 20 °C ... 102
5.6.3. Otopljeni kisik u vinu tijekom skladištenja pri 25 °C ... 102

6. ZAKLJUČCI ... 104

7. LITERATURA ... 108

8. PRILOZI ... 128

Popis oznaka, kratica i simbola

ANOVA	analiza varijance (engl. analysis of variance)
CE	ekvivalenti katehina (engl. catechine equivalents)
CGE	ekvivalenti cijanidin-3-glukozida (engl. cyanidine-3-glucoside equivalents)
Cs	Cabernet sauvignon
Fr	Frankovka
GAE	ekvivalenti galne kiseline (engl. gallic acid equivalents)
HPLC	tekućinska kromatografija visoke djelotvornosti
Me	Merlot
NN	Narodne novine (službeno glasilo Republike Hrvatske)
OIV	Međunarodna organizacija za lozu i vino (engl. International Organisation of Vine and Wine)
p	para položaj
Pc	Pinot crni
PDA	PDA detektor (engl. Photo Dioda Array detector)
PET	Polietilen tereftalat
SD	standardna devijacija
UV	ultraljubičasto (engl. ultraviolet)
UV-*VIS*	ultraljubičasta-vidljiva spektroskopija (engl. Ultra Violet-Visible Spectroscopy)

1. UVOD

Vina sadrže različite polifenolne spojeve koji se intenzivno istražuju zbog potencijalno pozitivnih utjecaja na ljudsko zdravlje. Interes za istraživanjem polifenola vina potaknuo je tzv. “francuski paradoks” koji se prvi put spominje 1980. godine (Yang i sur., 2009.). Prema francuskom paradoksu, Francuzi rijetko oboljevaju od koronarnih bolesti nasuprot činjenici da konzumiraju hranu bogatu zasićenim mastima (Ducimetiere i sur., 1980.). Moguće je da konzumacija vina ima utjecaja na ovu pozitivnu zdravstvenu situaciju. Osim toga, polifenoli vina utječu na senzorska svojstva vina (Hernanz i sur., 2007.), naglašavaju karakter i kvalitetu, posebno crnih vina i općenito utječu na cjelokupni dojam vina (Jackson, 2008.; Garrido i Borges, 2013.). Vina crnih sorata grožđa bogata su različitim polifenolnim spojevima, kao što su fenolne kiseline, stilbeni, flavan-3-oli i antocijani. Analiziraju se najčešće tekućinskom kromatografijom visoke djelotvornosti (engl. High-Performance Liquid Chromatography - HPLC) (Revilla i Ryan, 2000.; López i sur., 2001.; Rodríguez-Delgado i sur., 2001.; Rodrígues-Bernaldo i sur., 2007.; Kojić i Jakobek, 2015.; Ragusa i sur., 2019.). Zbog potencijalno pozitivnih utjecaja polifenolnih spojeva iz vina, ali i iz ostalih namirnica, polifenoli se i dalje intenzivno istražuju, a u vinima su znanja o polifenolima važna zbog utjecaja na kvalitetu vina te senzorska svojstva.

Tijekom skladištenja koncentracija polifenola u vinima se mijenja (Revilla i González-San José, 2003.; Zafrila i sur., 2003.; Pérez-Magariño i González-San José, 2004.). Na ove promjene mogu imati utjecaj uvjeti skladištenja (Fu i sur., 2009.; Mentana i sur., 2009.; Ghidossi i sur., 2012.; Hopfer i sur., 2012.), ali i ambalaža za pakiranje (Ghidossi i sur, 2012.; Revi i sur., 2014.). Naime, promjene u polifenolima povezane su s prijenosom plinova (kisika) kroz ambalažu (Du Toit i sur., 2006.; Vidal i Moutounet, 2006.; Fu i sur., 2009.; Lopes i sur., 2009.; Wirth i sur., 2010.; Ghidossi i sur., 2012.) što je vremenski proces te se može reći da promjene u polifenolima ovise i o vremenu skladištenja. Kisik koji u ambalažu uđe permeacijom kroz ambalažni materijal, ali i kisik koji se već nalazi otopljen u vinu, uzrokuje razne oksidacijske reakcije u kojima sudjeluju i polifenoli. Kao rezultat promjene u polifenolima, u vinu se događaju promjene u kvaliteti i senzorskim svojstvima. Propusnost ambalaže na kisik ovisi o osobinama ambalažnog materijala i razlikuje se kod različitih materijala.

Vina se pakiraju u boce od stakla, tradicionalnu ambalažu koju potrošači povezuju s vinom. Staklo ne propušta plinove što je poželjna osobina za pakiranje vina (Revi i sur., 2014.). U pogledu racionalizirane distribucije vina, u svijetu raste potražnja za alternativnim rješenjima za punjenje vina. Zbog toga se unatrag dva desetljeća vina pakiraju i u boce od drugih ambalažnih materijala, kao što su polimerni materijali (polietilen tereftalat - PET), u spremnike od višeslojnih materijala ili spremnike bag in box (vrećica u kutiji) (Robertson, 2013.; Revi i sur., 2014.; Vanderroost i sur., 2014.). Utjecaj ambalaže i uvjeta skladištenja na

polifenolni sastav vina i senzorska svojstva do sada nisu potpuno poznati, a značajni su zbog očuvanja kakvoće vina tijekom skladištenja.

Cabernet sauvignon, Merlot i Pinot crni su vrlo rasprostranjena crna vina u svijetu i proizvode se u gotovo svim svjetskim vinogradarskim regijama, dok se Frankovka proizvodi u podregiji Podunavlje. Utjecaj ambalaže te uvjeta skladištenja na ova vina proizvedena od grožđa uzgojenog u podregiji Podunavlje do sada nije istraživano, prema najboljim saznanjima. Osim toga, oksidacijske reakcije koje se događaju u vinima tijekom skladištenja, a koja ovise o kisiku unutar ambalaže, do sada nisu dovoljno istražene i pravi mehanizam reakcija nije dovoljno poznat.

Cilj ove disertacije je bio istražiti kako različiti ambalažni materijali te uvjeti skladištenja utječu na polifenolni profil i senzorska svojstva četiri crna vina (Cabernet sauvignon, Merlot, Pinot crni i Frankovka) proizvedenih od sorti grožđa uzgajanih u podregiji Podunavlje, Republike Hrvatske. Da bi se istražio utjecaj ambalažnih materijala te uvjeta skladištenja na polifenolni profil i senzorska svojstva, vina su pakirana u boce od stakla, PET i u spremnike od višeslojnog materijala te skladištena na tri različite temperature (15, 20 i 25 °C). Tijekom skladištenja 0, 3, 6, 9 i 12 mjeseci, u vinima su mjerena osnovna fizikalno-kemijska svojstva, boja vina, koncentracija ukupnih polifenola, ukupnih flavonoida, ukupnih antocijanina te pojedinačni polifenolni spojevi. Na početku te na kraju eksperimenta vinima su ocjenjena senzorska svojstva. Tijekom skladištenja u vinima je mjerena koncentracija otopljenog kisika u razdobljima 0, 3, 6, 9 i 12 mjeseci jer je kisik jedan od najvažnijih parametara povezan s promjenama u polifenolnom profilu i senzorskim svojstvima vina.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. POVIJEST VINOGRADARSTVA

2.1.1. Put vinove loze

Tijek povijesti razvitka vinogradarstva je u suglasju s praćenjem povijesti ljudske civilizacije. Jedna od najstarijih uzgajanih biljaka je vinova loza (*Vitis vinifera* L.) iz porodice *Vitaceae*, višegodišnja drvenasta penjačica. Ime roda *Vitis* potječe iz latinskog jezika i znači vezati se, dok *vinifere* u doslovnom prijevodu s latinskog označava onog koji daje vino (Gligić, 1953.). Vinogradarstvo u Hrvatskoj ima vrlo dugu tradiciju koja seže minimalno 2500 godina unatrag. To su potvrdili i mnogi dokazi koji su ostali u nasljeđu, poput najstarijeg artefakta koji dokazuje uzgoj vinove loze i proizvodnju vina – kovani novčić grada Visa s istoimenog otoka, datiran iz 5. stoljeća prije nove ere. Na jednoj se strani nalazi grozd, a na drugoj amfora za čuvanje vina (HGK Impressum, 2011.). Procvat uzgoja vinove loze seže u 3. stoljeće, kada su je sadili Rimljani na obroncima Fruške gore, te je nastavljeno njeno širenje. Od tada pa do danas, veliki je značaj vinove loze za gospodarstvo, čime je postala jedna od najznačajnijih poljoprivrednih kultura u Slavoniji i Hrvatskom Podunavlju. Njena rasprostranjenost seže od Virovitice i Daruvara na zapadu do Dunava na istoku, obuhvaćajući najljepše i vrlo raznolike položaje gdje se vinova loza tradicionalno uzgaja. Glavnina vinograda je smještena na pitomim i prostranim obroncima planina Dilja, Psunja, Požeške gore, Papuka, Krndije i Fruške gore. Vinogradi se nalaze na povišenim terenima, najčešće od 150 do 350 m nadmorske visine, a na krajnjem istoku, pored Dunava, i niže (web 1). Površina pod vinogradima 1888. godine iznosila je 172 700 hektara (Rudolf i Herjavec, 1996.), što je preko osam puta više nasada nego danas (Statistički ljetopis, 2018.). Hrvatska je 1996. godine dobila vlastiti *Pravilnik o vinu*, čime je prema tumačenju Rastije (2007.), vinima proizvedenim u Republici Hrvatskoj omogućeno jamstvo autentičnosti i originalnosti podrijetla i kakvoće. Sinergijom suvremenih tehnoloških dostignuća i znanstvenih spoznaja, vinogradarstvo i vinarstvo Republike Hrvatske ostavlja trag koji je prepoznat na vinskoj karti svijeta.

2.2. VINSKA HRVATSKA

2.2.1. Podregija Podunavlje

Vinogradarska područja se prema prirodnim uvjetima za uzgoj vinove loze dijele na zone, regije, svaka regija podijeljena je na podregije, vinogorja i vinogradarske položaje (NN, 2019/76). Hrvatsko Podunavlje zajedno sa Slavonijom, prema *Zakonu o vinu* (NN, 2019/32) čini jednu od četiri vinogradarske regije (**Slika 1**). Na istoku regije, posebno s podunavskih položaja, proizvode se izvrsna crna vina te do izražaja dolaze burgundske sorte iz porodice pinota, od kojih ponajviše Pinot crni, a na krajnjim istočnim granicama uz rijeku Dunav

ponajbolje uspijevaju Frankovka te bordoške sorte Cabernet sauvignon i Merlot (HGK Impressum, 2011.; web 1). Podregija Podunavlje prema *Pravilniku o zemljopisnim područjima uzgoja vinove loze* (NN, 2019/76) dijeli se na:

– Vinogorje Srijem (Ilok, Vukovar, Lovas, Tovarnik, Tompojevci, Bogdanovci, Nuštar, Nijemci, Stari Jankovci, Vinkovci, Ivankovo, Vođinci, Stari Mikanovci, Jarmina, Bošnjaci, Gradište, Trpinja, Tordinci, Markušica, Borovo, Drenovci, Otok, Privlaka, Andrijaševci, Županja, Gunja, Vrbanja, Negoslavci, Cerna, Štitar, Babina Greda),

– Vinogorje Erdut (Erdut, Osijek, Ernestinovo, Semeljci, Šodolovci, Vuka, Bizovac, Čepin, Koška, Bizovac, Valpovo, Petrijevci, Magadenovac, Donji Miholjac, Podravska Moslavina, Viljevo, Marijanci, Belišće, Vladislavci, Antunovac),

– Vinogorje Baranja (Beli Manastir, Kneževi Vinogradi, Popovac, Draž, Čeminac, Jagodnjak, Bilje, Petlovac, Darda).

Slika 1 Prikaz vinskih regija Hrvatske (web 1)

2.2.1.1. Vinogorje Baranja

Postoji dugogodišnja tradicija proizvodnje grožđa i vina na području vinogorja Baranja. To je izrazito ravničarski kraj kojeg na sjeveru nadvisuje brdo "Banska kosa" (243 m). S tim dobrim uvjetima vjerojatno je povezano i ime "Baranja", koja prevedena s mađarskog izvornika znači „vinska majka“. Posebnost vinogorja su gatori (vinski podrumi) u surducima (strmi, usječeni putevi u planini). Idealne uvjete za uzgoj vinove loze i dobivanje odličnih vina prepoznali su i Rimljani koji su još prije 2000 godina Bansku kosu prozvali "*Mons aureus*" ili *Zlatno brdo*, što su tisuću godina poslije potvrdili Nijemci koji su ga nazvali *Goldberg*. Banska kosa se pruža u pravcu jugozapad–sjeveroistok između Belog Manastira i Batine, dužine oko 21 kilometar i

širine 5 kilometara. Blaga padina Banske kose okrenuta ka jugu štiti vinograde od jakih sjevernih vjetrova i osigurava dobre zalaske sunca svakog grozda (Predojević, 2016.).

2.3. CRNE SORTE GROŽĐA

Niti u jednoj se poljoprivrednoj proizvodnji sorti ne pridaje toliko značaja kao u vinogradarstvu, pogotovo kada je riječ o vinskim sortama. Sorta je sa svojim karakteristikama važan čimbenik kakvoće vina, pa proizvođači, a posebice potrošači vina vole o svojoj omiljenoj sorti doznati sve. Sorta daje vinu karakter, identitet i osobnost, direktno utječe na njegove fizikalno-kemijske, ali i senzorne – olfaktorne i gustatorne karakteristike (Žunec, 2007.). Prema Korać i sur. (2016.), grožđe se može opisati kao "biljno mlijeko", ako se ima u vidu njegova velika hranjiva, dijetetska i ljekovita vrijednost. Energetska vrijednost kilograma grožđa je vrlo visoka i odgovara količini od oko 1,2 kg krumpira ili 1,1 kg mlijeka, odnosno oko 0,5 kg mesa. Rezultati nekih autora ukazuju na izraženo antioksidacijsko djelovanje pokožice crnih sorata grožđa zbog prisutnosti fenolnih spojeva (Iriti i Faoro, 2009.). Fenolni spojevi prisutni u grožđu su oko 90 % u slobodnom obliku (Liu, 2007.). Opće mišljenje da umjereno konzumiranje crnog vina ili unos hrane bogate fenolnim spojevima ima preventivne učinke protiv mnogih bolesti, potkrijepljeno je nekim istraživanjima (Goldberg i Soales, 2011.; Guilford i Pezzuto, 2011.).

2.3.1. Cabernet sauvignon (*Vitis vinifera* L.)

Uzgaja se na položaju Karanačka planina, gdje su vinogradi posađeni 2004. godine na nagnutim terenima visine 160 – 200 metara nadmorske visine. Neke od istoznačnica su mu *Cabernet sauvignon noir, Petit Cabernet, Cabernet Sauvignon Nero*. Cabernet sauvignon (*Cs*) je visoko kvalitetna sorta francuskog podrijetla nastala križanjem cabernet franca i sauvignona bijelog. Vina ove sorte su visoko kvalitetna, specifičnog i prepoznatljivog okusa i mirisa s naglašenom rubinsko-crvenom bojom, dobro se čuvaju i izgrađuju; dosta su jaka, malo trpka, s razmjerno nižim kiselinama. Okusi mogu biti: cedrovina, duhan, višnja, crni ribiz, katkad zelena paprika ili maslina, ako se uzgaja u hladnijim klimama. Svu raskošnost svoje visoke kakvoće pruža nakon dužeg dozrijevanja. Proizvodi se u kategoriji vrhunskog i kvalitetnog vina s kontroliranim podrijetlom, kao crno i rosé vino (Milosavljević i Jović, 1999.; Avramov i Žunić, 2001.). Jedna od najvažnijih osobina *Cs* zbog koje se ističe od svih ostalih crnih sorata prirodna je sklonost dozrijevanju u hrastovim (barrique) bačvama koje obiluju taninima, te se dozrijevanjem u njima, u trajanju od 18 do 24 mjeseca harmoniziraju iz trpkih u ugodne. Naravno, u takvom slučaju vina dostižu vrhunac kvalitete obično tek u drugoj dekadi (HGK Impressum, 2011.). Prikaz grozda sorte *Cs* od kojeg se proizvodi istoimeno vino, može se vidjeti na **Slici 2**.

Slika 2 Izgled grozda Cabernet sauvignona (HGK Impressum, 2011.)

2.3.2. Frankovka (*Vitis vinifera* L.)

Uzgaja se na položaju Karanačka planina, gdje su vinogradi posađeni 2004. godine na nagnutim terenima visine 140 – 160 metara nadmorske visine. Neke od istoznačnica su joj *Blaufränkisch, Modra frankinja, Blauer limberger*. Podrijetlo sorte nije razjašnjeno, a njemački navodi ukazuju na mogućnost da potječe s područja Donje Austrije ili Hrvatske. Na područje kontinentalne Hrvatske je došla krajem 18. stoljeća. Daje vino dobre kakvoće ako grožđe potpuno dozori. Vino je tada puno, dosta oporo, kiselkasto, tamnocrvene boje, okusa po bademu i dobro se čuva. U pravilu, ova vina znaju biti vrlo raskošna, voćnog karaktera, s uvijek prisutnom zavodljivom svježinom. U pojedinim godinama i na određenim položajima daje vrhunsko vino. Starenjem postaje zaokruženo, blago vino, tako da njena kvaliteta dolazi do izražaja u drugoj ili trećoj godini (Zoričić, 1998.). Prikaz grozda sorte Frankovka (*Fr*) od kojeg se proizvodi istoimeno vino, može se vidjeti na **Slici 3**.

Slika 3 Izgled grozda Frankovke (HGK Impressum, 2011.)

2.3.3. Merlot (Vitis vinifera L.)

Uzgaja se na položaju Karanačka planina, gdje su vinogradi posađeni 2004. godine na nagnutim terenima visine 200 – 220 metara nadmorske visine. Istoznačnice za ovo vino mogu biti *Merlot noir, Merlau*. Potječe iz Francuske gdje se najviše uzgaja, a u manjoj mjeri i u drugim vinorodnim zemljama umjerene klime. Po kakvoći vino Merlot (*Me*) zaostaje za *Cs* i Pinotom crnim (*Pc*), ali je ipak natprosječne vrijednosti. Preporuča se sadnja u područjima u kojima može nadomjestiti manje vrijedne crne sorte (Mirošević i Turković, 2003.). Ključ uspjeha kod *Me* najviše leži u prinosima, te oni vinogradari koji smognu snage smanjiti ih, mogu postići odlične rezultate i viši stupanj kompleksnosti i izvrsnosti, koja se dodatno može nadopuniti kupažom s drugim sortama (HGK Impressum, 2011.). Boja kod *Me* je rubin crvena, duljim odležavanjem u bačvi poprima tamniji ton, okus se zaokružuje i omekšava. Daje puna, bogata i voćna vina, ugodnih voćnih aroma najviše šljive (Zoričić, 1998.). Prikaz grozda sorte *Me* od kojeg se proizvodi istoimeno vino, može se vidjeti na **Slici 4**.

Slika 4 Izgled grozda Merlota (HGK Impressum, 2011.)

2.3.4. Pinot crni (*Vitis vinifera* L.)

Uzgaja se na položaju Karanačka planina, gdje su vinogradi posađeni 2004. godine na nagnutim terenima visine 140 – 160 metara nadmorske visine. Može se naći u svim vinorodnim zemljama, a najzastupljeniji je u velikim francuskim pokrajinama Burgundiji i Champagni, dok se u Republici Hrvatskoj najviše uzgaja u regiji kontinentalna Hrvatska, te u Istri. Neke od istoznačnica za ovu sortu su: *Pinot noir*, *Blau Burgunder*, *Pignola* (Zoričić, 1998.). Grožđe se koristi za dobivanje vrhunskih i kvalitetnih crnih vina koja su izuzetno pitka, harmonična, ali nedovoljno obojena. *Pc* je pogodan za proizvodnju veoma kvalitetnog pjenušavog vina - šampanjca, a prerada grožđa obavlja se tehnološkim postupkom dobivanja bijelih vina (Zoričić, 1998.). U Podunavlju, boja od *Pc* postaje potpuno tamna, a aromatski profil se više približava kalifornijskom izričaju nego burgundskom. Arome od

voćnih prelaze u džemaste, a okus koji je izrazito pun i raskošan, s dugačkim retrookusom, ostavlja blago slatkasti dojam u ustima još dugo po ispijanju (HGK Impressum, 2011.). Prikaz grozda sorte *Pc* od kojeg se proizvodi istoimeno vino, može se vidjeti na **Slici 5**.

Slika 5 Izgled grozda Pinota crnog (HGK Impressum, 2011.)

2.4. POLIFENOLNI SPOJEVI

S kemijske točke gledišta, vino je kompleksna tekućina koja se sastoji od vode, alkohola, organskih kiselina, fenolnih spojeva, šećera, aminokiselina i minerala (Karbowiak i sur., 2009.). Polifenoli čine skupinu organskih molekula biljnog podrijetla koji posjeduju jedan ili više aromatskih prstena s jednom ili više hidroksilnih skupina. Upravo zbog hidroksilnih skupina i nezasićenih dvostrukih veza osjetljivi su na oksidaciju, što ih čini dobrim antioksidansima (Rice-Evans i sur., 1997.). Njihovoj reaktivnosti pridonosi kiseli karakter fenolne skupine i nukleofilni karakter benzenskog prstena.

Uobičajene su sastavnice ljudske prehrane te se u različitim udjelima nalaze u voću, povrću, voćnim sokovima, čaju, kavi i, što je najvažnije za ovaj rad, u vinu (Manach i sur., 2004.). Tako, primjerice, grožđe, jabuke, kruške, trešnje i razno bobičasto voće sadrže 200 - 300 mg polifenola na 100 g svježeg voća, a čaša crnog vina, šalica čaja ili kave sadrže u prosjeku oko 100 mg polifenola (Scalbert i sur., 2005.; Pandey i Rizvi, 2009.). Nalaze se u vakuolama biljnih stanica gdje imaju nekoliko važnih funkcija: inhibiraju razvoj štetnih mikroorganizama, štite od UV-zračenja i oksidativnog stresa. Polifenoli kompleksne građe poput tanina i proantocijanida pronalaze se u crnom grožđu i vinu (Mattivi i sur., 2002.).

U današnje vrijeme se intenzivno istražuju, jer su pokazali brojna potencijalno pozitivna svojstva u ljudskom organizmu, kao što su smanjenje rizika od pojave oboljenja od raka, dijabetesa, astme i drugih respiratornih bolesti, osteoporoze, oštećenja pluća i neurodegenerativnih bolesti, kao i starenja (Pandey i Rizvi, 2009.; Yang i sur., 2009.; Cory i

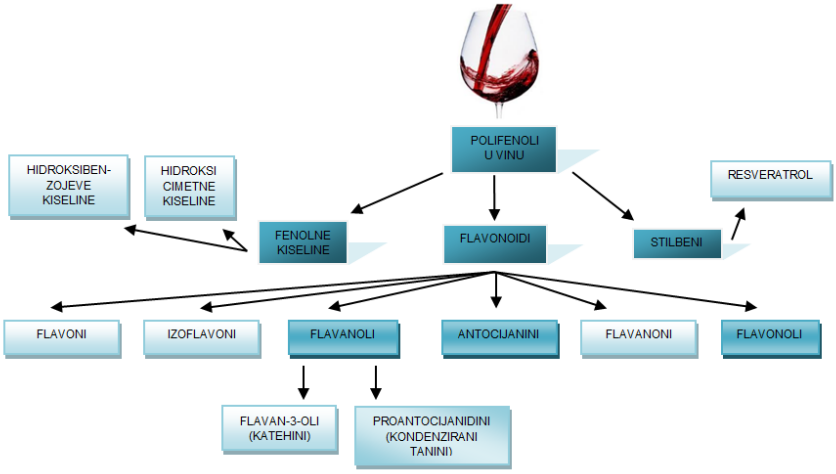
sur., 2018.). Zanimanje za polifenole vina povećano je kada su epidemiološke studije pokazale da su koronarne bolesti srca manje zastupljene u zemljama gdje je u praksi redovita i umjerena konzumacija vina. U jednoj od najpoznatijih studija (Renaud i de Lorgeril, 1992.), zaključak je išao u smjeru da fenolni spojevi prisutni u vinu mogu biti odgovorni za taj učinak (Renaud i de Lorgeril, 1992.; Bertelli, 2007.).

Polifenoli su odgovorni za većinu razlika između bijelih i crnih vina. Kada dospiju u vino, polifenolni spojevi su jedan od najznačajnijih parametara odgovornih za kvalitetu vina jer uvelike sudjeluju u senzorskim značajkama (Burns i sur., 2001.; Garrido i Borges, 2013.). Koncentracija ukupnih fenola u crnim vinima, kreće se od 200 do 3500 mg/L GAE, odnosno, 700 do 4059 mg/L GAE (Noble, 1994.; De Beer i sur., 2002.). Antocijani kao najbrojniji pigmenti su nositelji boje, te kroz stvaranje polimera s taninima sudjeluju i u povećanju stabilnosti boje (Gómez-Míguez i Heredia, 2004.; Kennedy, 2008.).

Sadržaj polifenola u vinima može ovisiti o različitim čimbenicima: o sorti grožđa, postupcima uzgoja vinove loze, klimatskim uvjetima, bolesti loze, tipu tla, geografskom položaju, vinogradarskoj praksi i stupnju zrelosti (Landrault i sur., 2001.; van Leeuwen i sur., 2004.; Fang i sur., 2008.; de Orduña, 2010.; Garrido i Borges, 2013.). Ipak, presudni utjecaj na sadržaj polifenola ima genotip, odnosno sorta (Pomar i sur., 2005.; Castillo-Muñoz i sur., 2007.; Guerrero i sur., 2009.).

2.4.1. Podjela polifenola

Općenita podjela polifenola je na neflavonoide i flavonoide (Gómez-Alonso i sur., 2007.; Spáčíl i sur., 2008.; He i sur., 2012.). Od polifenola koji pripadaju skupini neflavonoida, u vinima su nađeni: vanilinska kiselina, siringinska kiselina, galna kiselina, *p*-hidroksibenzojeva kiselina, *p*-kumarinska kiselina, ferulična kiselina, kafeinska kiselina, klorogenska kiselina, kao i stilben resveratrol. Od flavonoida, mogu se istaknuti: kvercetin, (+)-katehin, (-)-epikatehin, malvidin, delfinidin, cijanidin i drugi (Jackson, 2014.; Rastija i sur., 2016.). **Slika 6** prikazuje glavne skupine polifenola.



Slika 6 Glavne skupine polifenola u vinu (Scrimgeour i sur., 2015.)

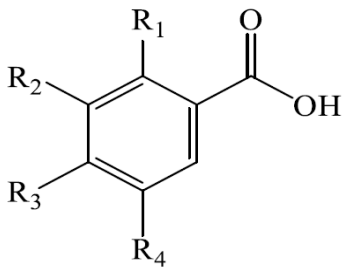
2.4.2. Fenolne kiseline

Fenolne kiseline podijeljene su na dvije osnovne skupine: hidroksibenzojeve kiseline koje sadrže sedam atoma ugljika (C_6–C_1) i hidroksicimetne kiseline sa devet atoma ugljika (C_6-C_3), bilo u slobodnom ili vezanom obliku (Robbins, 2003.; Tsao, 2010.). Hidroksibenzojeve kiseline su u grožđu i vinu zastupljene u znatno nižim koncentracijama nego hidroksicimetne kiseline. Strukturu fenolnih kiselina čini benzenski prsten povezan karboksilnom skupinom (Lafay i Gil-Izquierdo, 2008.). Osnovna razlika između hidroksibenzojevih i hidroksicimetnih kiselina je u stupnju hidroksilacije i metilacije aromatskog prstena (Robbins, 2003.). U crnim sortama grožđa fenolnih kiselina ima najviše u pokožici, a u bijelim sortama grožđa su smještene u mesu bobice (Rastija, 2007.). Prilikom prerade crne sorte se maceriraju, pa fenolne kiseline prelaze iz pokožice u mošt i vino. Kod bijelih sorata taj postupak se ne odvija i zbog toga su crna vina bogatija fenolnim kiselinama. Iako ovi spojevi nisu obojeni, poznato je da pospješuju i stabiliziraju boju crnih vina (Rentzsch i sur., 2009.).

2.4.2.1. Hidroksibenzojeve kiseline

Najčešće hidroksibenzojeve kiseline su *p*-hidroksibenzojeva kiselina, prokatehinska kiselina, vanilinska kiselina, galna kiselina, siringinska kiselina (Ribéreau-Gayon i sur., 2006.; Tian i sur., 2009.). Hidroksibenzojeve kiseline mogu biti konjugirane sa šećerima ili organskim kiselinama te vezane na dijelove stanične stijenke (lignine). U grožđu su prisutne uglavnom u obliku glikozida iz kojih se u kiselom mediju oslobađaju putem hidrolize, te estera s flavan-3-olima (galni i elaginski tanini), koji hidroliziraju u lužnatom mediju (Ribéreau-Gayon i sur., 2006.). U vinima, a posebno crnim, zbog navedenih hidroliza, prevladavaju slobodne forme hidroksibenzojevih kiselina (Monagas i sur., 2005a; Ribéreau-Gayon i sur., 2006.), a najzastupljenija je galna kiselina (Monagas i sur., 2005a; Rentzch i sur., 2009.). Galna

kiselina se najčešće predstavlja kao najvažniji fenolni spoj jer je prekursor svih hidrolizirajućih tanina. Također, ona je trihidroksi derivat koji sudjeluje u stvaranju galotanina i, smatra se da je najbolji fenolni antioksidans, upravo iz razloga što antioksidacijska aktivnost fenolnih kiselina ovisi o broju i položaju hidroksilnih skupina u benzenskom prstenu. Razine hidroksibenzojevih kiselina u vinu znatno ovise o sorti vinove loze i uzgojnim uvjetima (Peña-Neira i sur., 2000.; Pozo-Bayon i sur., 2003.). Na **Slici 7** prikazana je kemijska struktura hidroksibenzojevih kiselina. U **Tablici 1**, prikazana je struktura hidroksibenzojevih kiselina u vinu.



Slika 7 Kemijska struktura hidroksibenzojevih kiselina (Rentzch i sur., 2009.)

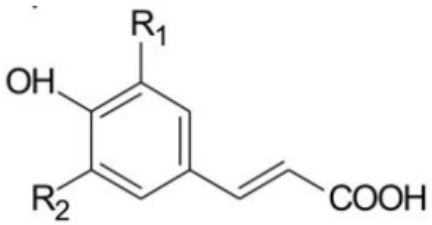
Tablica 1 Struktura hidroksibenzojevih kiselina u vinu (Rentzch i sur., 2009.)

Hidroksibenzojeve kiseline	**R1**	**R2**	**R3**	**R4**
Galna kiselina	H	OH	OH	OH
Siringinska kiselina	H	OCH_3	OH	OCH_3
Vanilinska kiselina	H	OCH_3	OH	H
Protokatehinska kiselina	H	OH	OH	H
p-hidroksibenzojeva kiselina	H	H	OH	H

2.4.2.2. Hidroksicimetne kiseline

Najznačajniji su fenoli u bijelim vinima, a najzastupljeniji predstavnici derivata hidroksicimetne kiseline u grožđu i vinu su kafeinska kiselina, *p*-kumarinska kiselina i ferulična kiselina, koje se često akumuliraju u obliku odgovarajućih estera s vinskom kiselinom: kaftarinska kiselina, *p*-kutarinska kiselina i fertarinska kiselina (Jackson, 2008.). Glavnina hidroksicimetnih kiselina se kod većine sorata *Vitis vinifere* nalazi u stanicama mesa. Njihove koncentracije u vinu ovise o nizu čimbenika kao što su sorta, klimatski uvjeti, agro i ampelotehnički zahvati u vinogradu, rok berbe, kao i uvjeti vinifikacije. Stoga, u literaturi se mogu pronaći vrlo različiti podaci o njihovoj zastupljenosti u vinu, od 16 mg/L do 430 mg/L prema Singleton i sur. (1986.), odnosno oko 100 mg/L za crna i za bijela vina prema Rentzch i sur. (2009.). Hidroksicimetne kiseline se vežu s antocijanima te sudjeluju u kopigmentaciji, tako da više koncentracije hidroksicimetnih kiselina u crnim vinima doprinose

intenzivnijoj obojenosti crnih vina (Boulton, 2001.; Pérez-Magariño i González-San José, 2005.), a pridonose i trpkoći vina (Hufnagel i Hofmann, 2008.). One su i prekursori u nastajanju hlapivih fenola, spojeva, koji, iako su u vinu prisutni u najnižim koncentracijama od svih polifenolnih spojeva, uvelike utječu na miris vina (Ribéreau-Gayon i sur., 2006.). U crnim vinima su najzastupljeniji etil-fenol i etil-gvajakol (Ribéreau-Gayon i sur., 2006.). Na **Slici 8** prikazana je kemijska struktura hidroksicimetnih kiselina. U **Tablici 2**, prikazana je struktura hidroksicimetnih kiselina u vinu.



Slika 8 Kemijska struktura hidroksicimetnih kiselina (Rentzch i sur., 2009.)

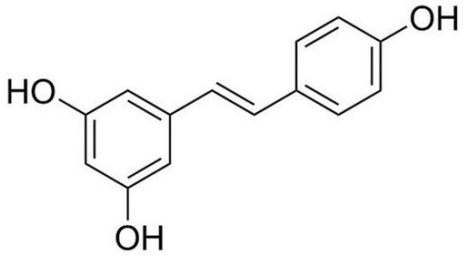
Tablica 2 Struktura hidroksicimetnih kiselina u vinu (Rentzch i sur., 2009.)

Hidroksicimetne kiseline	**R1**	**R2**
Kafeinska kiselina	OH	H
Ferulična kiselina	OCH_3	H
Sinapinska kiselina	OCH_3	OCH_3
p-kumarinska kiselina	H	H

2.4.3. Stilbeni

Stilbeni su fenolni spojevi koji sadrže dva aromatska prstena povezana etanskim ili ponekad etilenskim lancem (Camont i sur., 2009.). Imaju C_6-C_2-C_6 strukturu i predstavljaju fitoaleksine koje biljke sintetiziraju kao odgovor na mikrobne infekcije, oboljenja, stres i UV-zračenje. Sintetiziraju se u pokožici bobice. Tijekom vinifikacije prelaze u mošt, odnosno vino. Koncentracija stilbena u grožđu i vinu ovisi o sorti, stupnju zrelosti, prisustvu mikrobne infekcije, klimi i tehnologiji proizvodnje vina (Jeandet i sur., 1995.; Perrone i sur., 2007.; Gatto i sur, 2008.). Najpoznatiji predstavnici ove skupine spojeva su resveratrol (**Slika 9**) i piceid, koji se mogu naći u *cis*- i *trans*- obliku (Rentzch i sur., 2009.). Stilbeni koji se javljaju u oligomernim i polimernim oblicima nazivaju se viniferini (Garrido i Borges, 2013.). Crna vina obično sadrže veće koncentracije stilbena nego rosé ili bijela vina zbog duljeg kontakta pokožice i tekuće frakcije tijekom fermentacije te općenito većeg sadržaja fenola kod crnih sorata (Perrone i sur., 2007.). Prema Jeandet i sur. (1995.), starenje vina nema velikog utjecaja na koncentraciju stilbena, dok Garrido i Borges (2013.) navode da vina koja dulje

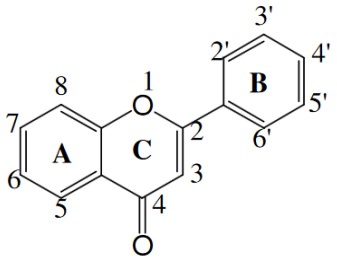
dozrijevaju sadrže više stilbena. Ribéreau-Gayon i sur. (2006.) navode vrijednosti za stilbene od 1 do 3 mg/L, a Goldberg i sur. (1994.) od 0,1 do 12 mg/L.



Slika 9 Prikaz strukture resveratrola (Temsamani i sur., 2015.)

2.4.4. Flavonoidi

Flavonoidi su najzastupljenija skupina fenolnih spojeva u biljkama s osnovnom C_6-C_3-C_6 strukturom (**Slika 10**), kojeg čine dva aromatska prstena (A i B prsten) povezana preko tri atoma ugljika koji tvore heterociklički ili C prsten. Točan broj flavonoida nije utvrđen, a smatra se da se on kreće u rasponu od 2000 do 6500 (Tsao i McCallum, 2010.; Panche i sur, 2016.). Važan dio strukture i boje vina potječe od flavonoida koji se nalaze u pokožici, sjemenkama i mesu grožđa. U prirodi se flavonoidi nalaze uglavnom kao slobodni ili vezani s drugim flavonoidima, šećerima, neflavonoidima ili kombinacijom istih što pridonosi velikoj raznolikosti i velikom broju tih spojeva. Pet najčešćih tipova flavonoida na osnovi toga jesu flavoni, flavonoli, flavanoli, flavanoni i antocijanidini (Tapas i sur., 2008.).

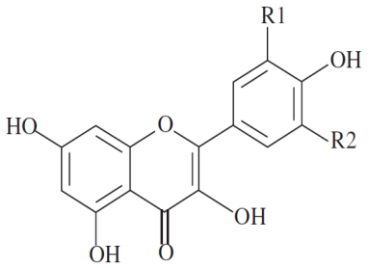


Slika 10 Kemijska struktura flavonoida (Tapas i sur., 2008.)

2.4.4.1. Flavonoli

Flavonoli su pronađeni u mnogim biljnim vrstama, uglavnom u obliku glikozida, povezani s glukozom ili ramnozom, ali i s galaktozom, arabinozom te ksilozom, kod kojih je molekula šećera vezana na C-3 atom (Manach i sur., 2004.). Uz miricetin, najzastupljeniji su glikozidi kvercetina i kemferola (Williams, 2006.) (**Slika 11**). Glikozidi flavonola mogu doprinijeti trpkoći vina (Rodríguez Montealegre i sur., 2006.; Hufnagel i Hofmann, 2008.). Koncentracija glikoliziranih flavonola smanjuje se hidrolizom te se dobivaju odgovarajući aglikoni. To su pigmenti žute boje koji određuju boju bijelih vina, dok tijekom starenja vina kopigmentacijom

s antocijanima mogu utjecati na boju crnih vina (González-Manzano i sur., 2009.). Njihova sinteza stimulirana je sunčevom svjetlošću, pa se uglavnom akumuliraju u lišću loze i pokožici bobice, čija se ekstrakcija odvija u fazi maceracije (Price i sur., 1995.). Ukupan sadržaj flavonola kreće se od 2 do 30 mg/kg bobice kod bijelih sorata te od 4 do 78 mg/kg bobice kod crnih sorata (Mattivi i sur., 2006.). Flavonoli miricetin, laricitin i siringetin su specifični za crne sorte i nisu pronađeni u nijednoj bijeloj sorti (Mattivi i sur., 2006.; Rentzch i sur., 2009.).

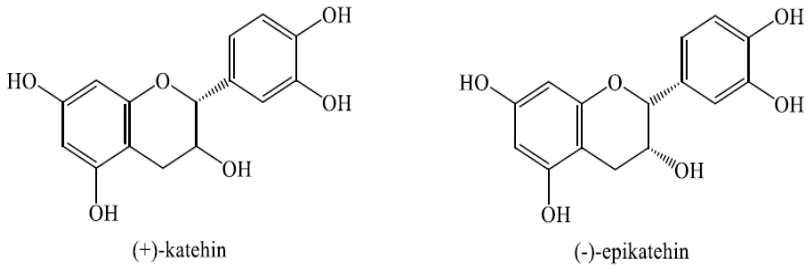


Slika 11 Kemijska struktura kvercetina (R1:OH, R2:H), miricetina (R1:OH, R2:OH) i kemferola (R1:H, R2:H) (Jackson, 2008.)

2.4.4.2. Flavan-3-oli

Flavan-3-oli (flavanoli) su najbrojniji flavonoidi u grožđu, odgovorni za osjet gorčine i trpkoće kod grožđa i vina (Kennedy i sur., 2006.). Koncentracija i sastav flavan-3-ola u grožđu ovisi o čimbenicima poput sorte i roka berbe (Rodríguez Montealegre i sur., 2006.). Prisutni su u raznim dijelovima loze, uključujući lišće, peteljke i plodove. Pronalaze se u sjemenkama i hipodermalnim stanicama pokožice (Adams 2006., Kennedy i sur. 2006.). Flavanoli se mogu naći u obliku slobodnih monomera (katehini), oligomera i polimera.

Glavni monomer u grožđu *Vitis vinifera* je (+)-katehin i njegov izomer (-)-epikatehin (**Slika 12**). Osim njih, mogu se pronaći (+)-galokatehin i (-)-epigalokatehin te esteri galne kiseline: (-)-epikatehin galat i (-)- epigalokatehin galat (Rentzch i sur, 2009.). Topljivi su u vodi, bezbojni, a u prisustvu kisika vrlo su reaktivni. (+)-katehin i (-)-epikatehin u sjemenkama su često esterificirani galnom kiselinom što pojačava njihovu trpkoću (Vidal i sur., 2003.; Dixon i sur., 2005.). (+)-katehin je glavni flavanol u kožici grožđa, dok (-)-epikatehin dominira u sjemenkama. (+)-katehin i (-)- epikatehin imaju gorak okus kada se nalaze u obliku monomera (Kennedy, 2008.).



Slika 12 Flavan 3-oli: (+)-katehin i (-)-epikatehin (Jackson, 2008.)

2.4.4.3. Tanini

Tanini su skupina spojeva koji se mogu vezati s proteinima ili drugim polimerima kao što su polisaharidi (Ribéreau-Gayon i sur., 2006.). Tijekom fermentacije i sazrijevanja, tanini se polimeriziraju, što dovodi do povećanja veličine molekula i ti spojevi postaju netopljivi, talože se i time se smanjuje trpkoća vina (Alcalde-Eon i sur., 2006.). Tanini se sintetiziraju u ranoj fazi dozrijevanja grožđa, a smješteni su u pokožici (4,5 %), sjemenkama (3 - 7 %) i peteljkovini (3 - 7 %). Dijele se u dvije skupine: na hidrolizirajuće tanine (elagitanini i galotanini) koji se prirodno ne nalaze u grožđu i na kondenzirane tanine (proantocijanidine) (Garrido i Borges, 2013.). Crna vina su puno bogatija taninima, jer se crne sorte grožđa maceriraju za razliku od bijelih sorata gdje izostaje taj postupak. Ako se peteljkovina macerirala zajedno s bobicama, dobivaju se vina bogatija taninima, trpkog okusa, dok maceracija bez peteljkovine daje laganija i finija vina. Tanini su također odgovorni za trajnost vina jer tvore polimerne pigmente s antocijanima. Mogu imati žutu, smeđu ili crvenu boju. Što su veze između antocijana i tanina kompleksnije, boja može biti intenzivnija (Ribéreau-Gayon i sur., 2006.).

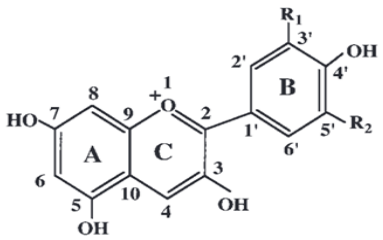
Kondenzirani tanini (proantocijanidini) su raznolika skupina oligomera i polimera čije podjedinice čine flavanoli, a iz kojih nastaju antocijanidini (Garrido i Borges, 2013.; Teixeira i sur., 2013.). Proantocijanidi obično sadrže 2 - 60 monomernih jedinica (Jaganath i Crozier, 2010.; Tsao i McCallum, 2010.). U grožđu i vinu, prisutni su uglavnom u polimernim oblicima (60 - 80 %), nakon čega slijede oligomeri (15 - 30 %), dok monomerni flavanoli (katehini) predstavljaju samo mali dio (Sun i sur., 2001.). Procijanidini i prodelfinidini, koji se hidroliziraju do cijanidina i delfinidina, najznačajniji su kondenzirani tanini u grožđu i vinu (He i sur., 2008.). Proantocijanidini su važni u procesu starenja vina zbog njihove sklonosti procesima oksidacije, kondenzacije i polimerizacije (Garrido i Borges, 2013.). Procijanidin B1 je najprisutniji oligomer u pokožici, dok je to u sjemenkama procijanidin B2 (González-Manzano i sur., 2004.).

2.4.5. Antocijanini

Za više od 500 identificiranih antocijana otkriveno je da potječu od 31 antocijanidina, od kojih je 6 najčešćih: cijanidin, delfinidin, pelargonidin, malvidin, peonidin i petunidin (Andersen i Jordheim, 2006.). Vezanjem šećera na osnovne strukture aglikona u položaju 3 C-prstena ili u položaju 5 A-prstena na ove osnovne antocijanidine, nastaju molekule antocijanina. Šećer može biti glukoza, galaktoza, arabinoza, ksiloza ili neki drugi (Rastija 2007.; Boss i Davies, 2009.). Varijacije i raznolikost u strukturi antocijana se najviše javljaju zbog aciliranja šećernih skupina različitim kiselinama.

Antocijanini mogu biti acilirani s raznim hidroksicimetnim (kafeinska, *p*-kumarinska, ferulična) ili alifatskim kiselinama (octena, jabučna, oksalna) na C-6 poziciji glukoznog dijela molekule. Vrlo su nestabilne molekule, a na njihovu stabilnost utječu temperatura, pH, struktura molekule, enzimi, kisik i svjetlost (de Souza i sur., 2015.). Acilacija šećera u antocijanu također može povećati njegovu kemijsku stabilnost (He i sur., 2010.). Kod glavnine crnih sorata antocijani se najvećim dijelom akumuliraju u pokožici, a najdominantniji je malvidin-3-glukozid (Ribéreau-Gayon i sur., 2006.; Liang i sur., 2008.). Ribéreau-Gayon i sur. (2006.) navode prosječne vrijednosti antocijana u mladim vinima nakon fermentacije od 100 mg/L *Pc*, pa do 1500 mg/L *Cs* i Syraha. Tijekom dozrijevanja i starenja vina, koncentracija antocijana se nakon nekoliko godina smanjuje na svega 0 - 50 mg/L, što dovodi do djelomičnog gubitka boje (Ribéreau-Gayon i sur., 2006.). Gubitak boje se ostvaruje i vezanjem na molekule sumporovog dioksida, tako da je koncentracija slobodnog sumporovog dioksida čimbenik koji iako reverzibilno, najviše utječe na intenzitet boje mladih crnih vina (Jackson, 2008.). Osim sorte i dozrelosti grožđa, na koncentraciju i sastav antocijana veliki utjecaj imaju agrotehnika i ampelotehnika (Downey i sur., 2006.; Guidoni i sur., 2008).

Za razliku od drugih flavonoida sa C_6-C_3-C_6 strukturom, antocijanini u kiselom mediju imaju pozitivan naboj. Zahvaljujući tome, u kiseloj sredini su u obliku veoma stabilnog flavilijevog kationa i crveno su obojeni, a u lužnatoj sredini su anioni i grade soli sa bazama (imaju plavu boju) (Da Costa i sur., 1998.). Boja antocijana ovisi od broja hidroksilnih skupina (veći broj OH skupina - plava boja; manji broj - crvena boja). Metiliranje hidroksilnih skupina na prstenu B obično se događa u položajima 5’ i 3’, čime se povećava intenzitet boje. Tako, pelargonidin pokazuje narančasto-crvenu boju, cijanidin - tamnocrvenu, a delfinidin - ljubičastu boju (Lee i sur., 2012.). Antocijani pokazuju dobru topljivost u vodi i povoljna biološka svojstva, te se razmatraju kao zamjena sintetskim bojilima u proizvodnji hrane (He i sur., 2010.). **Slika 13** prikazuje strukturu najpoznatijih antocijanidina.



Aglikon	R1	R2
Delfinidin	OH	OH
Petunidin	OCH_3	OH
Cijanidin	OH	H
Pelargonidin	H	H
Peonidin	OCH_3	H
Malvidin	OCH_3	OCH_3

Slika 13 Struktura najpoznatijih antocijanidina (Hou i sur., 2004.)

2.5. AMBALAŽA VINA

Ambalaža ispunjava razne važne funkcije. Štiti hranu od štetnih fizičkih, kemijskih i bioloških utjecaja i omogućava učinkovito skladištenje i distribuciju hrane (Bayus i sur., 2016.; Yun i sur., 2018.). Zaštita vina od vanjskih utjecaja usko je povezana s ambalažom koja ima temeljnu ulogu u održavanju kvalitete vina tijekom skladištenja (Jakobek, 2013.).

U današnje se vrijeme staklena ambalaža još uvijek preferira za skladištenje vina (Ghidossi i sur., 2012.). Lako ju je reciklirati, a karakterizira ju visoka nepropusnost za plinove i pare (Mentana i sur., 2009.). Osim toga, potrošačima je važna i ekološka prihvatljivost ambalaže. Staklena ambalaža smatra se održivijom od plastične ili višeslojne ambalaže (Boesen i sur., 2019.). Ipak, pored tradicionalne staklene boce, u pogledu racionalizirane distribucije vina, u svijetu raste potražnja za alternativnim rješenjima, uključujući boce od polietilen tereftalata (PET), višeslojne ambalaže i spremnike tipa vrećica u kutiji (engl. bag in box) (Revi i sur., 2014.; Vanderroost i sur., 2014.; Nesselhauf i sur., 2017.). Također, vinarska industrija teži k tome da ambalaža bude lakša i fleksibilnija, dok su staklene boce krhke i teške (Gomes i sur., 2019.). Zbog toga se vina danas pakiraju i u druge ambalažne materijale.

U nekim su zemljama alternativna rješenja za pakiranje vina visoko cijenjena od strane potrošača zbog bolje cijene (Chrysochou i sur., 2012.) u usporedbi sa staklom. Plastična ambalaža te višeslojna ambalaža (vrećica u kutiji, višeslojna PET boca) pogodni su za skladištenje vina, štite vino od svjetlosti i kisika za vrijeme skladištenja i na taj način čuvaju kvalitetu. Ipak, ova ambalaža ne može zamijeniti staklene boce za visokokvalitetna vina (Cleary, 2013.). Međutim, takva vina predstavljaju samo mali postotak od ukupnog broja, jer se većina prodanih vina proizvodi za potrošnju u roku od godinu dana nakon puštanja u promet (Hopfer i sur., 2013.).

2.5.1. Staklena ambalaža

Pakiranje vina u staklene boce s plutenim čepom najuobičajeniji je oblik pakiranja vina. Vino u staklenim buteljama se obično sprema u horizontalnom položaju što omogućava vlaženje čepa, čime se postiže bolja barijera prodiranju kisika (Robertson, 2013.). Danas se pluteni čepovi pokušavaju zamijeniti novim materijalima. Prednost ovih čepova je u tome što ih nije potrebno držati vlažnima, pa se boce mogu čuvati u uspravnom položaju (Jakobek, 2013.). Osim toga, staklo ne podliježe nikakvim interakcijama s vinom. Zbog toga vino u staklenoj boci zadržava svoja senzorska svojstva i svojstva kvalitete nepromijenjena godinama (Robertson, 2013.). Prozirno staklo pruža malu ili nikakvu zaštitu od svjetlosti, dok staklo tamno zelene ili smeđe boje pruža bolju zaštitu, ali ne zaustavlja potpuno oksidativnu degradaciju (Clarke i Bakker, 2004.). Stoga je boja boce (**Slika 14**) vrlo važan čimbenik koji može utjecati na fotodegradaciju vina (Rankine 1989.). Prozirna, zelena i jantarna boja su uobičajene nijanse vinskih boca (Selli i sur., 2002.). Svjetlost može utjecati na neke fotokemijske reakcije u vinu koje mogu ubrzati procese dozrijevanja vina u boci. Crna vina, bogatija antocijanima i ostalim fenolnim spojevima podložnija su ovim reakcijama. Zbog toga, vina koja dulje odležavaju u boci trebaju biti napunjena u tamnije boce (Penavin, 2004.).
Prednosti staklene ambalaže:

- staklo je ekološki materijal i postojano je,
- staklo je higijenski čisto i estetski lijepo,
- staklo može podnijeti velike razlike u temperaturi,
- staklo je neutralno i tekućina u staklenoj boci zadržava svoj okus, miris i svježinu,
- staklo štiti tekućinu od vanjskih utjecaja, čime se produžuje trajnost proizvoda (Yariş, i Sezgin, 2017.)

Nedostaci staklene ambalaže:

- utrošak velike količine energije za proizvodnju,
- velika težina (Yariş, i Sezgin, 2017.)

Dodana vrijednost staklene boce mogućnost je korištenja za sve vrste vina zbog mogućnosti puno dužeg vremena skladištenja u odnosu na druga alternativna pakiranja (Ferrara i De Feo, 2020.).

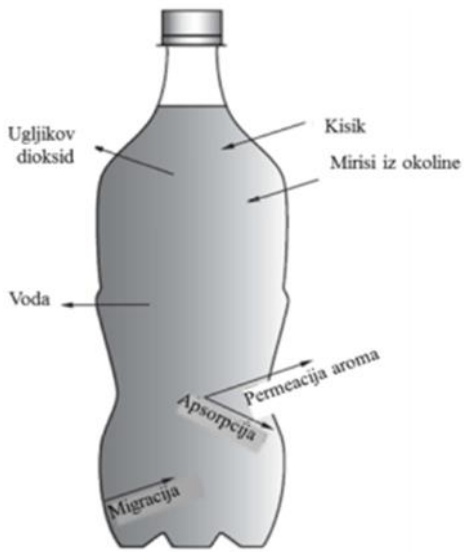
Slika 14 Standardne boje staklenih boca (Thompson, 2010.)

2.5.2. Plastična ambalaža

Polietilen-tereftalat (PET) polimer je kristalične strukture, izuzetno lagan, izdržljiv, otporan na mehanička oštećenja i nelomljiv. Proziran je, bez mirisa i otporan na vlagu. PET boca se uglavnom zatvara plastičnim zatvaračem s navojem (Robertson, 2013.). Pokazao se kao dobra alternativa staklu jer ima manju masu i nižu cijenu od stakla (Shirakura i sur., 2006.). PET boce potrebno je reciklirati te se zbog toga organizira njihovo prikupljanje.

PET boce su dostupne u verziji od jednog sloja ili više slojeva. Višeslojne boce su skuplje za proizvodnju od jednoslojnih, a prisustvo polimera u višeslojnim bocama čini recikliranje težim i skupljim (Choi i sur., 2005.). No višeslojne plastične boce posjeduju svojstvo smanjene propusnosti na vodenu paru, kisik, ugljikov dioksid, sumporov dioksid, čime se produljuje vijek trajanja zapakiranog proizvoda, pa i vina. Druga svojstva koja polimerni ambalažni materijali moraju posjedovati su dobra mehanička svojstva, od kojih su najvažnija savitljivost, elastičnost, žilavost i čvrstoća (Robertson, 2013.).

Kako bi čuvanje vina bilo što učinkovitije, PET boce za vino moraju imati nisku razinu permeacije kisika (Robertson, 2013.) (**Slika 15**). U PET boce mogu se ugraditi i aktivne komponente – adsorberi kisika – da bi se smanjila permeacija kisika kroz ambalažu. Neka od istraživanja (Mentana i sur., 2009.) pokazala su da između OxSc PET višeslojne boce (engl. Oxygen Scavenger – OxSc) i staklene boce ne postoji previše razlika u čuvanju vina, odnosno, da je sposobnost OxSc PET boce u tome da uspori neke vrlo važne procese odgovorne za opadanje kvalitete vina tijekom skladištenja, kao i kod staklenih boca, posebno kod crnog vina.

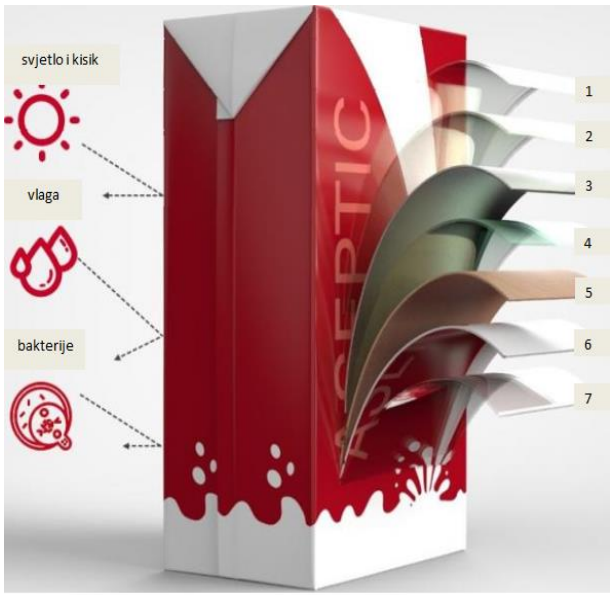


Slika 15 Prikaz vanjskih utjecaja na plastičnu bocu (Robertson, 2013.)

2.5.3. Višeslojna ambalaža

Kombinacijom različitih monomaterijala dobivaju se višeslojni materijali željenih svojstava za čuvanje prehrambenih proizvoda kako je prikazano na **Slici 16**. Folije u sastavu višeslojnih materijala mogu biti prozirne ili neprozirne, a osiguravaju zaštitu od vlage i utjecaja zraka (Mangaraj i sur., 2009.; Robertson, 2013.). Ovisno o broju slojeva ovi ambalažni materijali mogu biti dvoslojni, troslojni i višeslojni (Mangaraj i sur., 2009.). Procjenjuje se da 70 % materijala koji se koristi u višeslojnim spremnicima dolazi iz recikliranog materijala. Također, ovi spremnici imaju značajnu prednost u masi u odnosu na tradicionalne staklene boce, s obzirom da teže oko 40 g u usporedbi sa staklenim bocama od 500 g do 750 g (Thompson, 2010.). Ovi spremnici se mogu lako skladištiti tijekom transporta i skladištenja (Thompson, 2010.).

Višeslojna ambalaža je postala i ambalaža za vino. Ona nudi nekoliko prednosti u odnosu na tradicionalne staklene boce. Višeslojna ambalaža je lagana, dobra s aspekta očuvanja kvalitete vina i lako se reciklira. Korištenje višeslojne ambalaže, a ne staklene boce, rezultira uporabom 92 % manje ambalažnog materijala od staklenih boca, 54 % manje energije, 80 % manje stakleničkih plinova, 60 % manje volumena krutog otpada i 40 - 50 % manje kamiona za dostavu iste količine vina pakiranog u višeslojnu ambalažu u odnosu na tradicionalnu staklenu bocu (Thompson, 2010.). Unutrašnji materijal mora biti netoksičan u kontaktu s vinom (Robertson, 2013.). Stolna vina popularno je pakirati u višeslojni materijal čiji je sastav polimerna folija - aluminijska folija - laminirani karton. Tipičan rok trajanja za ovako pakirano vino je 6 - 12 mjeseci zahvaljujući tome što laminirana folija pruža dobra barijerna svojstva (Robertson, 2013.). Ova vrsta materijala omogućava lako oblikovanje i zatvaranje ambalaže.



Slika 16 Struktura slojeva višeslojne ambalaže: 1. Unutarnji polietilenski sloj (površina u kontaktu s proizvodom); 2. Ljepljiva smola (lijepi aluminijski sloj na polietilenski); 3. Aluminijska folija (barijera protiv kisika i svjetlosti); 4. Polietilen (štiti od vlage izvana i omogućuje ljepljenje kartona na aluminijsku foliju); 5. Karton (pruža čvrstoću i stabilnost); 6. Ispis: čini spremnik prepoznatljivim i privlačnim; 7. Vanjski polietilenski sloj (zaštita od vlage i vanjske kontaminacije) (web 2)

2.5.4. Bag in box ambalaža

Bag in box ambalaža predstavlja jednu od najznačajnijih promjena u pakiranju vina, nudeći bolju učinkovitost distribucije, povećanu praktičnost krajnje uporabe i povećanu ekonomičnost. U ovom sustavu pakiranja proizvod je zatvoren u vrećicu koja sadrži jedan ili više slojeva fleksibilnih tankih folija koje su mehanički potpomognute vanjskim kartonom. Na vrećicu je pričvršćen spoj ventila kroz koji se puni i dozira proizvod (Fu i sur., 2009.). Zbog velikog volumena (obično 3 do 5 L), vino u bag in box ambalaži se obično konzumira i nakon otvaranja ambalaže, tijekom čega se može dogoditi ulazak kisika (Doyon i sur., 1995.), što može ubrzati gubitak kvalitete (de la Presa-Owens i Noble, 1997.).

Jedan od mogućih nedostataka bag in box ambalaže je taj što su materijali unutarnje obloge podložni pucanju zbog stvaranja nabora i opetovanog savijanja materijala uzrokovanog kretanjem tekućine unutar vrećice tijekom transporta i rukovanja. Područja obloge smještene na kutovima i rubovima kutije posebno su osjetljive na oštećenja (Doyon i sur., 1995.). Za vina koja se brzo konzumiraju, bag in box ambalaža nudi prednost u odnosu na druga alternativna pakiranja: omogućava bolje očuvanje razine kvalitete vina nakon otvaranja. Stoga je dodana vrijednost bag in box ambalaže mogućnost produljenja roka trajanja vina za vrijeme konzumacije (Ferrara i De Feo, 2020.).

2.6. FIZIKALNO-KEMIJSKI PARAMETRI VINA

Kvaliteta vina može se procijeniti na temelju fizikalno-kemijskih parametara poput udjela alkohola, koncentracije ukupnih kiselina, hlapivih kiselina, ukupnog suhog ekstrakta, specifične težine i slobodnog i ukupnog SO_2 (Kojić i Jakobek, 2019.).

2.6.1. Specifična težina

Specifična težina (ili relativna gustoća) kao jedan od pokazatelja kakvoće vina, ovisi o nekoliko čimbenika: udjelu alkohola, sadržaju šećera te sadržaju glicerola (Díaz i sur., 2003.). Specifična težina vina uvijek je veća od specifične težine destilata. Najčešće je specifična težina kod suhih crnih vina unutar propisanog raspona od 0,9850 do 0,9990 (Jagatić Korenika i sur., 2019). Vrijednosti niže od 0,9850 upućuju na mogućnost pojačavanja vina (dodatak čistog alkohola u vino), a više od 0,9990 na postojanje neprevrelog šećera.

2.6.2. Alkohol

Etanol je glavni produkt alkoholne fermentacije te je važan za stabilnost vina. Alkoholna jakost je izražena volumnim postotkom (vol. %), a definirana je kao broj litara etanola u 100 L vina kada se volumen mjeri pri 20 °C (NN, 2004/106). Udio alkohola u vinu odrednica je proizvodne godine, a prema zoni proizvodnje i kategorije vina, može imati stvarnu alkoholnu jakost najmanje 8,5 – 11,5 vol. % odnosno ukupan udio alkohola najviše 15 vol. % ili veći (NN, 2010/114). Kada vino sadrži veći udio alkohola, može podnijeti veće koncentracije hlapive kiseline.

2.6.3. Ukupni suhi ekstrakt

Ukupni suhi ekstrakt predstavlja skup svih tvari u vinu koje u određenim fizikalnim uvjetima ne isparavaju. Ekstrakt čine ugljikohidrati, mineralne tvari (pepeo), glicerol, butilen, glikol, nehlapive kiseline (vinska, jabučna, mliječna), tanini i tvari boje. Sadržaj ekstrakta značajno utječe na kakvoću i punoću vina. Vina s niskim sadržajem ekstrakta su nekonvencionalna i prazna, a vina s previše ekstrakta su teška i gusta. U ovisnosti o kategoriji vina, koncentracija ukupnog suhog ekstrakta za crna vina može biti 17 – 20 g/L (NN, 1996/96).

2.6.4. Ukupna kiselina

Kiseline su važna sastavnica vina. Kiselost grozđa se mijenja tijekom rasta i sazrijevanja te utječe na kiselost vina (Huerta i sur., 1998.). Ukupne kiseline igraju važnu ulogu u oblikovanju osvježavajućeg okusa vina. Prema *Pravilniku o proizvodnji vina* (NN, 2005/02),

koncentracija ukupne kiselosti vina, izražena kao vinska kiselina, mora biti najmanje 4 g/L, a najviše do 14 g/L. Vina koja sadržavaju manje od 4 g/L pobuđuju sumnju u krivotvorenje vina.

2.6.5. Hlapiva kiselina

Vino redovito sadrži određenu koncentraciju hlapivih kiselina, uključujući octenu, mravlju, propionsku i maslačnu. Međutim, ukupna koncentracija hlapivih kiselina kao octena kiselina iznosi 95 - 99 %, tako da hlapive kiseline praktički predstavljaju octenu kiselinu. Tijekom destilacije, hlapiva kiselina ispari i prelazi u destilat. Koncentracija hlapivih kiselina obično je između 0,4 i 0,8 g/L i naglašava dobro izvedenu vinifikaciju i dobre uvjete za zrenje vina, ali i napunjenost vinskih uzoraka u ambalaži (Kojić i Jakobek, 2019.). Crna vina sadrže veću koncentraciju hlapivih kiselina od bijelih vina. Koncentracija hlapivih kiselina koja prelazi 0,8 g/L ukazuje na sumnju aktivnosti octenih bakterija tijekom fermentacije ili kasnije tijekom skladištenja vina, i da vino možda nije za konzumaciju (Kojić i Jakobek, 2019.). Prema *Pravilniku o proizvodnji vina* (NN, 2005/02), koncentracija hlapive kiseline u crnim vinima ne smije biti viša od 1,2 g/L.

2.6.6. Sumporov dioksid

U vinu, spojevi pod zajedničkim imenom sulfiti, skupina su spojeva koji sadrže sumpor. Nema vina koja su u potpunosti bez sulfita, jer su oni prirodni nusproizvodi fermentacije. Sulfiti pomažu pri inhibiciji rasta štetnih mikroorganizama, ograničavaju oksidaciju fenola, smanjuju aktivnost polifenol-oksidaze, vežu se s produktima oksidacije (Kojić, 2019.). Prilikom sulfitiranja vina događa se antioksidativno djelovanje, odnosno, sprječava se oksidacija (posmeđivanje) vina, a time i kvarenje, što izuzetno utječe na kvalitetu vina. Zatim, sulfitiranje djeluje antiseptički, jer pomaže u uklanjanju neželjene mikroflore iz vina, ubrzava taloženje, što u konačnici rezultira bistrijim vinom (Kojić, 2019.).

Koncentracija slobodnog SO_2 kao aktivne sastavnice u zaštiti vina ne smije biti previsoka, jer će senzorski narušiti sklad vina. Povoljniji odnos slobodnog i ukupnog SO_2 jamči pravilnije čuvanje vina, do i nakon punjenja u ambalažu. Najbolja strategija za upravljanje koncentracijom SO_2 je zadržati njegovu najnižu učinkovitu koncentraciju uz poštivanje zakonskih i zdravstvenih zahtjeva. Stoga je od izuzetne važnosti kvantificirati SO_2 u vinu jer je klasificiran kao alergen i većina država ima stroge smjernice o maksimalnim dopuštenim koncentracijama sulfita u vinu (Kojić, 2019.). EU legislativa dala je graničnu koncentraciju ukupnog SO_2 do 150 mg/L u crnim vinima i 200 mg/L u bijelim i rosé vinima koja sadrže najviše 5 g/L reducirajućih šećera (Uredba EU, 606/2009).

2.6.7. Boja

Boja označava kromatsku karakteristiku vina. Definirana je kao optička gustoća vina izmjerena na različitim valnim duljinama. Spektar crnog vina ima maksimum na 520 nm zbog antocijanina, a minimum u području od 420 nm. Intenzitet (engl. Intensity, I) i ton boje (engl. Tone, T), kako je definirao Sudraud (1958.), uzimaju u obzir samo doprinos crvene (520 nm) i žute (420 nm) ukupnoj boji. Međutim, ove valne duljine ne odražavaju cjelokupnu vizualnu percepciju boje vina. Prema Glories (1984.), analizi boje mladih crvenih vina, potrebno je dodatno optičko mjerenje na 620 nm kako bi se uključila i plava komponenta.

2.7. UTJECAJ AMBALAŽE NA POLIFENOLE VINA

Ambalaža može imati utjecaj na polifenolne spojeve u vinima zbog plinova koji permeacijom kroz ambalažni materijal ili zatvarač mogu prijeći iz okoline u vino (Lopes i sur., 2009.; Dimkou i sur., 2011.; Hopfer i sur., 2012.; Toussaint i sur., 2014.). Pokazalo se da evolucija fenolnih spojeva može ovisiti o prijenosu kisika kroz zatvarač pakiranja (Gao i sur., 2015.). Ghidossi i sur. (2012.) došli su do zaključka da PET boca ne osigurava kvalitetno čuvanje vina, pogotovo jednoslojna, zbog brze oksidacije. Staklo se pokazalo kao najviše inertna ambalaža za vino (Revi i sur., 2014.).

2.8. UVJETI SKLADIŠTENJA VINA

Nakon što se vino napuni u ambalažu, uvjeti skladištenja i vrijeme skladištenja mogu utjecati na fizikalno-kemijske parametre vina, senzorska svojstva i potencijal za dugoročno čuvanje (Puech i sur., 2006.; Arapitsas i sur., 2016.). Temperatura i izloženost svjetlu imaju najneposredniji utjecaj na vina tijekom skladištenja, pa u literaturi postoje različita istraživanja koja se bave promjenama uzrokovanim u vinu zbog pogrešnih i podoptimalnih razina uvjeta čuvanja (González Marco i Ancín Azpilicueta, 2006.; Hernanz i sur., 2009.; Wirth i sur., 2010.; Arapitsas i sur., 2014.), koji se ponajprije odnose na temperaturu i vrstu ambalaže (Fu i sur., 2009.; Mentana i sur., 2009.; Ghidossi i sur., 2012.; Hopfer i sur., 2012.; Kojić i Jakobek, 2021.).

2.8.1. Utjecaj skladištenja na polifenole i fizikalno-kemijske parametre vina

Čimbenici kao što su temperatura skladištenja ili svjetlost utječu na promjenu boje i fenolnog sastava vina (Silva i sur., 2011.; Chira i sur., 2012.; Agriopolou i Stamatelopoulou, 2017.). Skladištenje može imati utjecaj na smanjenje ili povećanje parametara boje u vinima (De Coninck i sur., 2006.; Chira i sur., 2009.; Lopes i sur., 2009.) te na promjenu fizikalno-kemijskih parametara poput ukupnog i slobodnog SO_2 (Kojić i Jakobek, 2019.; Kojić i

Jakobek, 2021.). Također, tijekom skladištenja, reakcije polimerizacije (Es-Safi i sur., 1999.; Ribéreau-Gayon i sur., 2006.) ili reakcije oksidacije mogu utjecati na promjene koncentracije polifenola, naročito antocijana (Gutiérrez i sur., 2005.; Avizcuri i sur., 2016.). Isto tako, skladištenje može imati utjecaj na senzorske karakteristike vina (Villamor i sur., 2009.; Wirth i sur., 2012.).

2.8.1.1. Temperatura

Vino se obično čuva u podrumskim uvjetima pri temperaturi 10 do 15 °C (Butzke i sur., 2012.). Niže temperature (npr. <10 °C) smanjuju rizik od kvarenja vina, ali istodobno povećavaju vrijeme za sazrijevanje vina (Scrimgeour i sur., 2015.). S druge strane, tijekom skladištenja ili transporta, vina su izložena višim i fluktuirajućim temperaturama koje mogu biti štetne za fizikalnu i kemijsku stabilnost vina (Robinson i sur., 2010.; Cejudo-Bastante i sur., 2013.; Pereira i sur., 2014.). Poznavanje utjecaja temperature na kemijski sastav crnih vina od izuzetne je važnosti, jer nepravilno skladištenje može uzrokovati smanjenje roka trajanja i utjecati na senzorska svojstva vina te imati snažan utjecaj na reakcije starenja (Butzke i sur., 2012.; Mattivi i sur., 2015.).

2.8.1.2. Vrijeme skladištenja

Nultim vremenom skladištenja se smatra vrijeme nakon punjenja u boce (Arapitsas i sur., 2016.). Vrijeme skladištenja također utječe na razvoj fenolnih spojeva (Monagas i sur., 2005b), koncentraciju kisika otopljenog u vinu, koncentraciju SO_2 (Dimkou i sur., 2011.; Ghidossi i sur., 2012.; Gambuti i sur., 2013.; Toussaint i sur., 2014.), osjetilne karakteristike i boju (Skouroumounis i sur., 2005.; Caillé i sur., 2010.; Kojić i Jakobek, 2021.). S obzirom da su fenolni spojevi glavni oksidirajući supstrati, neka od istraživanja su pokazala da su fenolni spojevi podložni utjecaju duljine i uvjeta skladištenja (Monagas i sur., 2005b; Kallithraka i sur., 2009.; Wirth i sur., 2010.; Arapitsas i sur., 2014.).

2.8.1.3. Vlaga

Vlažnost zraka prisutna u okruženju u kojem se čuvaju vina može imati važnu ulogu u njihovoj kvaliteti, pogotovo oko održavanja optimalnog stanja propusnih spremnika (drvenih bačvi, prirodnih pluto čepova) (Arapitsas i sur., 2014.). Vinski podrumi trebaju biti projektirani na način da se mogu kontrolirati svi parametri koji utječu na starenje vina (Chung i sur., 2008.).

2.8.1.4. Svjetlost

Vino se ne smije izlagati prevelikim količinama svjetlosti, koja može uzrokovati određene nepoželjne mirise. Maury i sur. (2010.) su istraživali utjecaj boje boce na razvoj boje vina u ekstremnim uvjetima bez kontrole temperature. Zaključili su da je bolji razvoj boje vina bio u tamnijim bocama koje su bile izložene višim temperaturama nego u vinu skladištenom u prozirnim bocama pri nižoj temperaturi. Kod nekih vina izloženih utjecaju svjetla, pokazalo se da su vina skladištena u zelenim bocama senzorski znatno stabilnija u odnosu na vina skladištena u prozirnim staklenim bocama (Dozon i Noble, 1989.; Venturi, 2017.).

2.9. UTJECAJ KISIKA NA VINO TIJEKOM SKLADIŠTENJA

Jedan od glavnih parametara koji povezuje utjecaj vrste ambalaže i vremena skladištenja na razvoj vina je sadržaj kisika u vinu. Naime, kisik može biti prisutan u vinu kao otopljeni kisik ili kisik u praznom prostoru ambalaže, ali također može permeacijom proći u ambalažu kroz ambalažni materijal ili zatvarač.

Vina kod kojih kisik uđe permeacijom kroz ambalažni materijal podliježu oksidacijskim reakcijama (Silva i sur., 2011.; Chira i sur., 2012.). Jednom unutar pakiranja, kisik može izazvati reakciju oksidacije koja utječe na smanjenje SO_2 u vinu (Dimkou i sur., 2011.; Ghidossi i sur., 2012.), evoluciju fenolnih spojeva (Gambuti i sur., 2013.), promjenu boje ili osjetilnih svojstava (Skouroumounis i sur., 2005.; Lopes i sur. 2009.; Caillé i sur., 2010.; Dimkou i sur., 2011.; Ghidossi i sur., 2012.). Njegova prisutnost u visokoj koncentraciji izravno upravlja brzinom oksidacije specifičnih sastojaka vina, što dovodi ili do blagotvornih ili štetnih učinaka na senzorsku percepciju (Du Toit i sur., 2006.; Li i sur., 2008.; Lopes i sur., 2009.).

Topljivost kisika u vinima ovisi o čimbenicima kao što su temperatura, atmosferski tlak, koncentracija etanola i prisutnost čestica suspendiranih u tekućini (Laurie i Clark, 2010.). Pored toga, razne studije ispitale su učinke izloženosti kisika na sastav crnih vina tijekom punjenja i tijekom skladištenja (Du Toit i sur., 2006.; Vidal i Moutounet, 2006.; Lopes i sur., 2009.; Wirth i sur., 2010.).

Bijela vina su više sklona procesu oksidacije za razliku od crnih koja su zbog većeg sadržaja fenola otpornija na proces oksidacije. Dakle, kisik se u crnom vinu troši mnogo brže nego u bijelom (Du Toit i sur., 2006.).

2.10. SENZORSKA SVOJSTVA VINA

Senzorska svojstva vina su miris, okus, izgled i boja vina. Ovise o udjelu alkohola, koncentraciji kiselina i ukupnog suhog ekstrakta (Kojić i Jakobek, 2019.). Senzorsko

ocjenjivanje ili kušanje je detaljna analiza svih dojmova koje vino ostavlja na osjetila vida, mirisa i okusa (Jackson, 2009.). Fenolni spojevi (Puértolas i sur., 2010.) imaju značajnu ulogu u senzornim karakteristikama vina, kao što su boja, okus, gorčina i trpkoća (Garrido i Borges, 2013.). Monomerni i polimerni flavan-3-oli čine većinu fenolnih spojeva u vinu i daju prepoznatljivost crnim vinima (Gonzalo-Diago i sur., 2013.). U istim koncentracijama, (-)-epikatehin pokazuje veći maksimalni intenzitet i trajanje podražaja gorčine i trpkoće u odnosu na (+)-katehin (Thorngate i Noble, 1995.; Peleg i sur., 1999.; Ćurko i sur., 2014.), a u istraživanju Chira i sur. (2009.) utvrđeno je da su (+)-katehin i galna kiselina više gorki nego trpki. Stoga je vrlo bitno za senzorsku procjenu imati kušače sposobne detektirati pojedina senzorska svojstva i razlikovati njihov intenzitet (Gawel, 1998.; Jackson, 2002.). Senzorska svojstva su podložna promjeni tijekom skladištenja, a ambalaža može imati utjecaj na te promjene (Ghidossi i sur., 2012.; Hopfer i sur., 2013.; Venturi i sur., 2016.).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK RADA

Zadatak ovog rada bio je ispitati utjecaj skladištenja i ambalaže na polifenolni profil i senzorska svojstva crnih vina (Cabernet sauvignon, Frankovka, Merlot i Pinot crni). U tu svrhu, vina su pakirana u tri vrste ambalažnih materijala (staklena boca, PET (polietilentereftalat) boca, višeslojna ambalaža, volumena 500 ml), te skladištena na tri temperature (15 °C, 20 °C i 25 °C) u periodu 12 mjeseci. Tijekom cijelog vremena skladištenja, u periodima 0, 3, 6, 9 i 12 mjeseci, u vinima su analizirana fizikalno-kemijska svojstva (specifična težina vina, specifična težina destilata, udio alkohola, ukupni suhi ekstrakt, koncentracija ukupnih i hlapivih kiselina, koncentracija slobodnog i ukupnog SO_2), boja vina (intenzitet i ton boje, udio žute, crvene i plave boje), ukupni polifenoli, ukupni flavonoidi, ukupni antocijanini te pojedinačni polifenolni spojevi. Osim toga, u vinima je praćena koncentracija otopljenog kisika. Senzorska analiza vina napravljena je na početku eksperimenta te nakon 12 mjeseci skladištenja.

3.2. MATERIJAL I METODE

3.2.1. Uzorci vina

Četiri crna vina proizvedena od sorte grožđa (*Vitis vinifera* L.) zone C1 vinorodnog područja Republike Hrvatske, podregije Podunavlje, korištene u istraživanju su Cabernet sauvignon, Frankovka, Merlot i Pinot crni. Grožđe je ručno ubrano u 2018. godini u stadiju konzumne zrelosti, nakon čega je izvršen proces alkoholne fermentacije do kraja. Vina su dozrijevala u inoks tankovima, odakle su napunjena u spremnike od 30 litara. U vrijeme uzimanja uzoraka, vina se nisu miješala, bistrila niti filtrirala.

Nakon početnog mjerenja, uzorci vina su punjeni u staklene boce s navojnim zatvaračem (Versus, PP grlo, Vetropack, Hrvatska), PET boce s navojnim zatvaračem (PCO 28, prozirna, Keples, Hrvatska) te višeslojni spremnik s navojnim zatvaračem (višeslojni karton s metalocen PE filmom i aluminijskom folijom (>99 % aluminija), SIG Combibloc, Švicarska) i uskladišteni na tri temperature (15 °C, 20 °C, 25 °C) na tamnom mjestu, bez prisustva dnevnog svjetla (UV-zraka).

3.2.2. Analitički uređaji

- spektrofotometar „PerkinElmer” (Lambda 2), Überlingen, Njemačka,
- HPLC analitički sustav Agilent Technologies 1260 (Infinity II), Santa Clara, Kalifornija, SAD,
- oksimetar “AL20oxi”, Aqualytic, Dortmund, Njemačka,

- termostat INAKO, Zagreb, Hrvatska,
- analitička vaga, OHAUS adventurer PRO, Greifensee, Švicarska,
- magnetna mješalica IKA color squid, Wertheim, Njemačka,
- vortex Grant-bio PV-1, Shepreth (Royston), Engleska,
- vodena kupelj „Julabo”, Seelbach, Njemačka,
- uređaj Gibertini (DEE), Novate (Milano), Italija,
- uređaj Gibertini (Vade 4), Novate (Milano), Italija.

3.2.3. Kemikalije

Kemikalije su bile analitičke čistoće ili HPLC čistoće u slučaju standarda:

- standardi antocijanina; cijanidin-3-*O*-glukozid klorid (kuromanin chloride 0915 S) (Extrasynthese, Genay, Francuska),
- standardi; galna kiselina monohidrat (398225), kafeinska kiselina (C0625), (-)-epikatehin (E1753), (+)-katehin hidrat (C1251), resveratrol (R5010) (Sigma-Aldrich, St. Louis, SAD),
- metanol (HPLC čistoće) (Merck, Darmstadt, Njemačka),
- orto-fosforna kiselina (85 %, HPLC čistoće) (Fluka, Buchs, Švicarska),
- octena kiselina (99,7 %) (Panreac, Barcelona, Španjolska),
- kloridna kiselina (36,5 %), kalijev klorid, natrijev acetat trihidrat, natrijev karbonat, natrijev nitrit, aluminijev klorid i Folin-Ciocalteu (Kemika, Zagreb, Hrvatska),
- jod, titrival 0,05 mol/L (0,1 N), Gram Mol d.o.o., Zagreb, Hrvatska,
- natrijev hidroksid, titrival 0,1 mol/L, Kemika, Zagreb, Hrvatska,
- natrijev hidroksid, titrival 1 mol/L, Kemika, Zagreb, Hrvatska,
- etilni alkohol 96 %, Fagron d.o.o., Zagreb, Hrvatska,
- škrob (topljiv) p.a., indikator, Kemika, Zagreb, Hrvatska,
- fenolftalein, indikator, Alkaloid, Skopje, Sjeverna Makedonija,
- bromtimol-modro, indikator, Kemika, Zagreb, Hrvatska,
- sulfatna kiselina 96 %, Kemika, Zagreb, Hrvatska,
- borax, Kemig d.o.o., Zagreb, Hrvatska.

3.2.4. Fizikalno-kemijske analize vina

Analize fizikalno-kemijskih parametara provedene su u vinskom laboratoriju tvrtke Vupik plus d.o.o., u skladu s metodama Međunarodne organizacije za lozu i vino (OIV) kako je propisano Uredbom EU Komisije (606/2009). Prije samog mjerenja, uzorci vina i destilata temperirani su na 20 °C u vodenoj kupelji.

3.2.4.1. Određivanje specifične težina vina i destilata

Specifična težina vina određena je na temelju specifične težine uzorka vina pri 20 °C u odnosu na vodu na istoj temperaturi. Specifična težina destilata određena je nakon destilacije i uvijek je niža od specifične težine vina. Podaci za specifične težine vina i destilata očitane su na zaslonu računala.

3.2.4.2. Određivanje alkohola

Alkohol u vinu analiziran je metodom destilacije kojom se izdvaja alkohol od ostalih sastojaka, a na temelju specifične težine destilata pri 20 °C u usporedbi s vodom iste temperature. Tikvica od 100 mL napunjena je uzorkom vina i prenesena u destilacijsku tikvicu od 1000 mL. Druga tikvica od 100 mL sakuplja destilat. Destilacija je provođena u struji vodene pare. Nakon što je destilacija završena, tikvica s destilatom je napunjena do oznake i temperirana. Nakon toga sadržaj destilata stavljen je u cilindar postavljen na Gibertini uređaju i očitana je specifična težina destilata s prikazom udjela alkohola u vinu.

3.2.4.3. Određivanje ukupnog suhog ekstrakta

Metoda određivanja suhog ekstrakta se zasniva na utvrđivanju razlike specifičnih težina vina i destilata istog uzorka pri 20 °C u odnosu na vodu iste temperature. Ukupni suhi ekstrakt određen je denzimetrijski. Metoda se temelji na mjerenju specifične težine uzorka vina na denzimetru, prije no što se uzorak vina stavi u aparaturu za destilaciju (određivanje alkohola u vinu). Nakon destilacije uzorka, dobiveni destilat je stavljen u cilindar u kojem je izmjerena i direktno očitana specifična težina destilata. Nakon očitanja specifične težine destilata, izračuna se ukupni suhi ekstrakt u vinu, prema formuli:

$$d_r = d_w - d_a + 1 \qquad \textbf{(1)}$$

gdje je: d_r, relativna gustoća pri 20 °C / 20 °C,

d_w, gustoća vina,

d_a, gustoća vinskog destilata,

1, specifična težina vode pri 20 °C.

Iz izračunate gustoće ekstrakta (d_r), iz **Priloga 1** očitana je koncentracija ekstrakta izražena u g/L.

3.2.4.4. Određivanje koncentracije ukupnih kiselina

Određivanje koncentracije ukupnih kiselina temelji se na neutralizaciji svih kiselina i njihovih kiselih soli otopinom natrijeve lužine (NaOH) uz bromtimol-modro kao indikator. Rezultat je

izražen kao ekvivalent vinske kiseline. Ukratko, uzorku vina od 10 mL, dodano je nekoliko kapljica bromtimol-modro, nakon čega je slijedila titracija s 0,1 M NaOH uz pomoć digitalne birete. Kada je uzorak postao plavo-zelen, stabilan 15 sekundi, titracija je završena. Potrošnja NaOH u mL pomnožena je s 0,75, a ukupna kiselost izražena u g vinske kiseline po litri vina prema jednadžbi:

$$\text{vinska kiselina (g/L)} = V\ (0{,}1\ \text{M NaOH})\ (\text{mL}) \times 0{,}75 \qquad \textbf{(2)}$$

gdje je: V, volumen utrošene 0,1 M otopine NaOH (mL) za titraciju.

3.2.4.5. Određivanje koncentracije hlapivih kiselina

Hlapive kiseline u vinu, izražene kao ekvivalent octene kiseline (g/L), određene su neutralizacijom prethodno destiliranog uzorka u struji vodene pare, s 0,1 M NaOH i fenolftaleinom kao indikatorom. 20 mL uzorka pipetirano je u tikvicu od 1000 mL u kojoj je provedena destilacija u struji vodene pare na Gibertini uređaju. Kada je sakupljeno 250 mL destilata, dodano je nekoliko kapi fenolftaleina i titrirano s 0,1 M otopinom NaOH sve do pojave ružičaste boje. Volumen utrošene NaOH označen je s *n*. Zatim je dodana jedna kap otopine H_2SO_4 (1:4) i 2 mL 1 %-tne otopine škroba, nakon čega je titriran slobodni sumporov dioksid s 0,01 M otopinom joda. Korišteni volumen označen je s *n´*. Zatim je dodana zasićena otopina natrijevog boraksa kako bi se ponovno pojavila ružičasta boja. Ukupni sumporov dioksid je titriran s 0,01 M otopinom joda do pojave ljubičaste boje. Sada je korišteni volumen označen s *n”*. Koncentracija hlapivih kiselina (A) izračunata je prema jednadžbi:

$$A = 0{,}300 \times (n - 0{,}1 \times n' - 0{,}05 \times n'') \qquad \textbf{(3)}$$

gdje je: A, koncentracija hlapivih kiselina u g/L,
n, volumen utrošenog 0,1 M NaOH u mL,
n´, utrošeni volumen joda u mL (titrira se slobodni sumporov dioksid),
n”, utrošeni volumen joda u mL (titrira se ukupni sumporov dioksid).

3.2.4.6. Određivanje koncentracije ukupnog i slobodnog sumporovog dioksida

Slobodni i ukupni sumporov dioksid u vinu, određeni su primjenom jodometrijske titrimetrijske metode po Ripperu (Zoecklein i sur., 1999.) Metoda se temelji na oksidoredukciji između joda i SO_2 pri čemu se SO_2 oksidira, a jod reducira, te na temelju utroška joda izračuna sadržaj SO_2. U Erlenmeyer tikvicu dodano je 50 mL vina, 10 mL otopine H_2SO_4 (1:4) i 3 mL 1 %-tne otopine škroba za označavanje krajnje točke. Otopina je titrirana s 0,01 M otopinom

joda do pojave plave boje, koja je ostala postojana 30 sekundi. Potrošnja otopine joda pomnožena je s faktorom 12,8, a koncentracija slobodnog SO_2 izražena u mg/L. Da bi se odredio ukupni sadržaj sumporovog dioksida (vino se tretira s NaOH da bi se oslobodio vezani SO_2), u Erlenmeyerovu tikvicu dodano je 50 mL vina i 25 mL 1 M NaOH čime je stvorena lužnata sredina u kojoj se oslobađa SO_2 (vezan na šećere, aldehide i polifenolne tvari) u vremenu od 15 minuta. Nakon tog vremena dodano je 15 mL otopine H_2SO_4 (1:4) i 3 mL 1 %-tne otopine škroba za označavanje krajnje točke. Smjesa je titrirana s 0,01 M otopinom joda do pojave plave boje, postojane 30 sekundi. Potrošnja otopine joda pomnožena je faktorom 12,8, a koncentracija ukupnog SO_2 izražena u mg/L prema jednadžbi:

$$SO_2\ (mg/L) = V\ (0{,}02\ N\ I_2)\ (mL) * F \qquad \textbf{(4)}$$

gdje je: V, utrošeni volumen joda u mL,
F, faktor koji iznosi 12,8.

3.2.5. Određivanje ukupnih polifenola

Ukupni polifenoli u uzorcima vina određeni su mikro metodom koju je razvio Waterhouse (2009.). Uzorci sva četiri vina, razrijeđeni su prije mjerenja s destiliranom vodom u omjeru 1:4 (v/v) i homogenizirani na vortexu. U kivetu je otpipetirano 1500 µL destilirane vode, 100 µL uzorka razrijeđenog vina, 100 µL Folin-Ciocalteau reagensa i 300 µL natrijevog karbonata (200 g/L), a za slijepu probu otpipetirano je 1600 µL destilirane vode, 100 µL Folin-Ciocalteau reagensa i 300 µL natrijevog karbonata. Reakcijska smjesa ostavljena je 2 h na sobnoj temperaturi. Izmjerena je apsorbancija uzoraka na valnoj duljini 765 nm (A_{765}) na spektrofotometru (UV 2005, PerkinElmer (Lambda 2), Überlingen, Njemačka) prema slijepoj probi. Rezultati su izraženi u mg galne kiseline (engl. Gallic Acid Equivalent, GAE) po L vina, uz upotrebu kalibracijske krivulje galne kiseline.

3.2.6. Određivanje ukupnih flavonoida

Ukupan sadržaj flavonoida određen je prema modificiranoj metodi koju su razvili Zhishen i sur. (1999.). Uzorci sva četiri vina, razrijeđeni su prije mjerenja s destiliranom vodom u omjeru 1:4 (v/v) i homogenizirani na vortexu. U kivetu je otpipetirano 1200 µL destilirane vode, 800 µL razrijeđenog uzorka vina te je u otopinu dodano:

- ✓ u vremenu t=0 min. : 120 µL $NaNO_2$ (5 %)
- ✓ u vremenu t=5 min. : 120 µL $AlCl_3$ (10 %)
- ✓ u vremenu t= 6 min. : 800 µL NaOH (1M)
- ✓ 960 µL destilirane vode

Za slijepu probu otpipetirano je 2000 µL destilirane vode u kivetu i u istom vremenskom periodu su dodani isti reagensi. Apsorbancija uzoraka mjerena je na 510 nm (A_{510}) prema slijepoj probi. Rezultati su izraženi u mg (+)-katehina po litri vina (engl. Catechin Equivalent, CE) uz upotrebu kalibracijske krivulje (+)-katehina.

3.2.7. Određivanje ukupnih antocijanina

Ukupni antocijanini određeni su spektrofotometrijski pH diferencijalnom metodom u kojoj se upotrebljavaju dvije puferske otopine (Giusti i Wrolstad, 2001.). Pufer kalijevog klorida (pufer 1) priređen je otapanjem 1,86 g KCl-a u 1 L destilirane vode, a pH vrijednost namještena je na 1 dodavanjem koncentrirane HCl. Pufer natrijevog acetata (pufer 2) priređen je otapanjem 54,43 g $CH_3CO_2Na{\cdot}3H_2O$ u 1 L destilirane vode, a pH vrijednost namještena je na 4,5 dodavanjem koncentrirane HCl. U prvu kivetu otpipetirano je 200 µL razrijeđenog vina (1 ml vina, 4 ml destilirane vode) i 1800 µL pufera 1 (pH=1), a u drugu kivetu 200 µL razrijeđenog vina i 1800 µL pufera 2 (pH=4,5). Nakon toga uzorci su ostavljeni 15 minuta na tamnom mjestu, te je izmjerena apsorbancija (*A*) na valnim duljinama od 510 i 700 nm (A_{510}, A_{700}) na spektofotometru (UV 2005, PerkinElmer (Lambda 2), Überlingen, Njemačka). Kao slijepa proba korištena je destilirana voda. Apsorbancija uzorka je izračunata prema sljedećoj formuli:

$$A = (A_{510} - A_{700})_{pH\ 1,0} - (A_{510} - A_{700})_{pH\ 4,5} \quad \textbf{(5)}$$

Koncentracija antocijanina izračunata je prema sljedećoj formuli:

$$\text{Ukupni antocijanini (mg/L)} = \frac{A\text{xMWxDFx}1000}{\varepsilon\text{xl}} \quad \textbf{(6)}$$

Rezultati su izraženi u mg cijanidin-3-glukozida (engl. Cyanidine Glucoside Equivalent, CGE) po litri vina upotrebljavajući molarni ekstinkcijski koeficijent (Ɛ) cijanidin-3-glukozida (26 900 L 1/molcm) i relativnu molekularnu masu (MW) cijanidin-3-glukozida (449,2 g/mol). DF predstavlja faktor razrijeđenja (Giusti i Wrolstad, 2001.).

3.2.8. Određivanje parametara boje vina

Određivanje apsorbancije pri 420 nm, 520 nm i 620 nm (Wrolstad, 2005.), provedeno je na UV-VIS spektrofotometru PerkinElmer (Lambda 2) u kvarcnoj kiveti širine 10 mm nasuprot destiliranoj vodi kao slijepoj probi.

Intenzitet boje (I), ton boje (T), kompozicija boja: udio žute (dA_{420} (%)), crvene (dA_{520} (%)) i plave (dA_{620} (%)), određeni su prema sljedećem izračunu:

$$I = \sum(A_{420} + A_{520} + A_{620}) \quad (7)$$

$$T = \frac{A_{420}}{A_{520}} \quad (8)$$

$$dA_{420(\%)} = \frac{A_{420}}{I}\ x\ 100 \quad (9)$$

$$dA_{420(\%)} = \frac{A_{520}}{I}\ x\ 100 \quad (10)$$

$$dA_{420(\%)} = \frac{A_{620}}{I}\ x\ 100 \quad (11)$$

3.2.9. Određivanje otopljenog kisika

Za određivanje otopljenog kisika korišten je oksimetar (AL20oxi, Aqualytic, Dortmund, Njemačka). Vino je dodano u laboratorijsku čašu koja je stavljena na magnetsku mješalicu. Elektroda oksimetra kalibrirana je prema udjelu kisika u zraku. U vino je uronjena elektroda oksimetra i uz miješanje je izmjerena koncentracija otopljenog kisika u mg/L.

3.2.10. Identifikacija i kvantifikacija pojedinačnih polifenola HPLC metodom

Identifikacija i kvantifikacija antocijanina, flavanola, fenolnih kiselina i stilbena provedena je na HPLC analitičkom sustavu (Agilent Technologies 1260. Infinity II, SAD) koji se sastoji od kvartarne pumpe, pećnice, PDA detektora, vialsamplera. Za razdvajanje polifenolnih spojeva korištena je Poroshell 120 EC C18 kolona (100 x 4,6 mm, 2,7 µm) koja je zaštićena pretkolonom Poroshell 120 EC-C18 (4,6 µm). Svi uzorci vina filtrirani su kroz filter s veličinama pora 0,45 µm prije direktnog injektiranja 10 µl u HPLC sustav. Mobilna faza A bila je 0,1 % fosforna kiselina, a mobilna faza B 100 %-tni metanol. Uvjeti gradijenta prikazani su u Tablici 3. Valna duljina detekcije galne kiseline, (+)-katehina, (-)-epikatehina i resveratrola bila je 280 nm, kafeinske kiseline, kaftarinske kiseline, kutarinske kiseline 320 nm, malvidin-3-glukozida 510 nm. Polifenoli su identificirani usporedbom vremena zadržavanja i UV/Vis spektara pikova uzoraka i standarda.

Osim toga, uzorci vina su spikirani standardima polifenola da bi se potvrdila identifikacija. Za kvantifikaciju su korištene kalibracijske krivulje standarda polifenola. Koncentracije su izražene u mg/L. Kromatogrami polifenolnih spojeva u svim vinima prikazani su u **Prilogu 2**.

Tablica 3 Uvjeti gradijenta HPLC metode

Min	A %	B %
0	95	5
3	70	30
15	65	35
22	63	37
30	59	41
32	55	45
40	51	49
45	20	80
48	20	80
50	95	5
53	95	5

3.2.10.1. Validacija HPLC metode

Validacija kromatografskih metoda obuhvaća niz kriterija (Taverniers i sur., 2004.; Magnusson i Örnemark, 2014.) kao što su linearnost, granica detekcije (LOD) (engl. Limit of Detection), granica kvantifikacije (LOQ) (engl. Limit of Quantification), točnost (istinitost), osjetljivost, preciznost.

Kalibracija za cilj ima uspostavu odnosa između nekoliko poznatih koncentracija standarda ili referentnog materijala i njihovih odgovarajućih signala (González i Herrador, 2007.), gdje se kao odgovor dobije kalibracijska krivulja (Cuadros-Rodríguez i sur., 2001.). Podaci dobiveni kalibracijskom krivuljom mogu se koristiti za određivanje preciznosti, granice detekcije i granice kvantifikacije (Rasmussen, 2001.).

Linearnost se definira kao mogućnost metode da unutar određenog područja daje rezultate proporcionalne koncentraciji analita u uzorku i procjenjuje se metodom najmanjih kvadrata preko koeficijenta determinacije r^2. Ako je r^2 blizu 1, to znači da točke savršeno pristaju pravcu (Araujo, 2009.).

Granica detekcije (LOD) se definira kao najmanja koncentracija analita u uzorku koja se može detektirati (Taverniers i sur., 2004.) primjenom HPLC metode, a određena je na bazi standardne devijacije svake kalibracijske krivulje i nagiba kalibracijskog pravca.

Granica kvantifikacije (LOQ) se definira se kao najmanja koncentracija analita u uzorku koja se može kvantificirati uz odgovarajuću preciznost i točnost, a određena je na bazi standardne devijacije svake kalibracijske krivulje i nagiba kalibracijskog pravca. LOQ je po svojem iznosu uvijek veća od LOD (Taverniers i sur., 2004.).

Točnost (istinitost) metode se definira kao stupanj podudarnosti između stvarne, tj. referentne vrijednosti za koncentraciju nekog analita i srednje vrijednosti koncentracije dobivene HPLC metodom određeni broj puta. Točnost se smanjuje ukoliko dolazi do povećanja sustavnih pogrešaka.

Osjetljivost metode predstavlja nagib kalibracijske krivulje. Metoda se smatra osjetljivom ukoliko mala promjena u koncentraciji analita uzrokuje značajne promjene u mjernom signalu. Osjetljivost se ne spominje uvijek kao parametar validacije jer obično ovisi o postavkama instrumenta (Taverniers i sur., 2004.).

Preciznost se definira kao slaganje između niza mjerenja izvedenih iz istog homogenog uzorka pod propisanim uvjetima. Izražava se pomoću standardne devijacije, relativne standardne devijacije, koeficijenta varijacije (Taverniers i sur., 2004.).

Parametri validacije RP-HPLC metode prikazani su u **Prilogu 3**.

3.2.11. Senzorsko ocjenjivanje vina

Senzorsko ocjenjivanje provedeno je nakon što su vina napunjena u različitu ambalažu (0 mjeseci) te nakon 12 mjeseci skladištenja na tri različite temperature (15, 20 i 25 °C). Sedam kvalificiranih ocjenjivača provelo je ocjenjivanje. Petero ocjenjivača su članovi Povjerenstva za organoleptičko ocjenjivanje vina i voćnih vina, jedan ocjenjivač je to bio, a jedno od njih je stručan ocjenjivač (Popis, NN 2019/20). Senzorska procjena provedena je prema modificiranoj Buxbaum metodi 100 pozitivnih bodova. Ta se metoda temelji na ocjenjivanju senzorskih svojstava vina (izgled (bistroća i boja), miris (čistoća, intenzitet, kvaliteta), okus (čistoća, intenzitet, trajnost, kvaliteta), harmonija (opći dojam)) pri čemu se dodjeljuje određeni broj bodova, koji može iznositi od minimalno 40 do maksimalno 100 bodova, čime se formiraju kategorije vina: najmanje 65 bodova - za stolno vino s kontroliranim zemljopisnim podrijetlom; najmanje 72 boda - za kvalitetno vino kontroliranog zemljopisnog podrijetla; najmanje 82 boda - za vrhunska vina s kontroliranim zemljopisnim podrijetlom (NN 2014/48). Izgled ocjenjivačkog lista dat je u **Prilogu 4**. Rezultati Buxbaumovog modela ocjenjivanja metodom 100 bodova prikazuju se na način da se najniža i najviša ocjena svakog ocjenjivača poništavaju.

3.2.12. Statistička analiza

Fizikalno-kemijski parametri vina, parametri boje i kisik mjereni su jednom, a analizirani su statističkom metodom višestruke regresije s glavnim učincima i interakcijom dvije varijable pomoću softvera Minitab (Minitab LLC., State College, PA, SAD). Glavni učinci regresije grade se na temelju pokazatelja naznačenog stanja (1 ako je točno, a 0 u suprotnom). Ortogonalni kontrasti s glavnim učinkom (*vs*) grade se na osnovi razlika višestrukih

pokazatelja (tako da bi koeficijent bio razlika u srednjim vrijednostima kada su ostali pojmovi ortogonalni na njih). Pojmovi interakcije (označeni s **:**) izgrađeni su od njihovih produkata (vrsta pakiranja, vrijeme skladištenja i vrsta vina). Odabir pojmova je zbog očuvanja izrazito jake značajnosti (P<0,001) postavljen posebno malim, kako bi se izbjegli veliki modeli i jer se inače ne uzima u obzir više usporedbi. Pojmovi su podebljani kada odgovaraju vremenskim promjenama kao glavnom učinku ili vremenskim promjenama u interakciji s vrstom ambalaže. Pojmovi trosmjerne interakcije pojavljuju se samo kada rezidualna analiza najboljeg dvosmjernog modela interakcije otkriva velike standardizirane rezidue (magnitude>3) na odgovarajućem mjerenju, tako da se u konačnom modelu ne pojavljuju tako veliki ostaci.

Svrha je bila pronaći statistički značajne razlike između fizikalno kemijskih karakteristika vina, parametara boje vina i kisika te stvoriti model s fitovanim vrijednostima i standardnim pogreškama (SE) za svako mjerenje (**Prilozi 5a-i**).

Ukupni polifenoli, flavonoidi i antocijanini mjereni su tri puta, a rezultati su prikazani kao srednja vrijednost ± standardna devijacija (SD) (Microsoft Excel, Microsoft, Redmond (Washington), SAD). Pojedinačni polifenoli mjereni su dva puta. Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost ± standardna devijacija (SD). Analiza razlika u koncentraciji polifenola u vinima koja su pakirana u različitu ambalažu te kroz različita vremena skladištenja (0, 3, 6, 9 i 12 mjeseci) provedena je post-hoc Tukey testom korištenjem programa Minitab. Osim toga, rezultati za koncentraciju polifenolnih spojeva u vinima analizirani su statističkim alatom Analiza glavnih komponenti (engl. Principal component analysis). Rezultati za senzorsku procjenu vina obrađeni su pomoću programa Microsoft Excel.

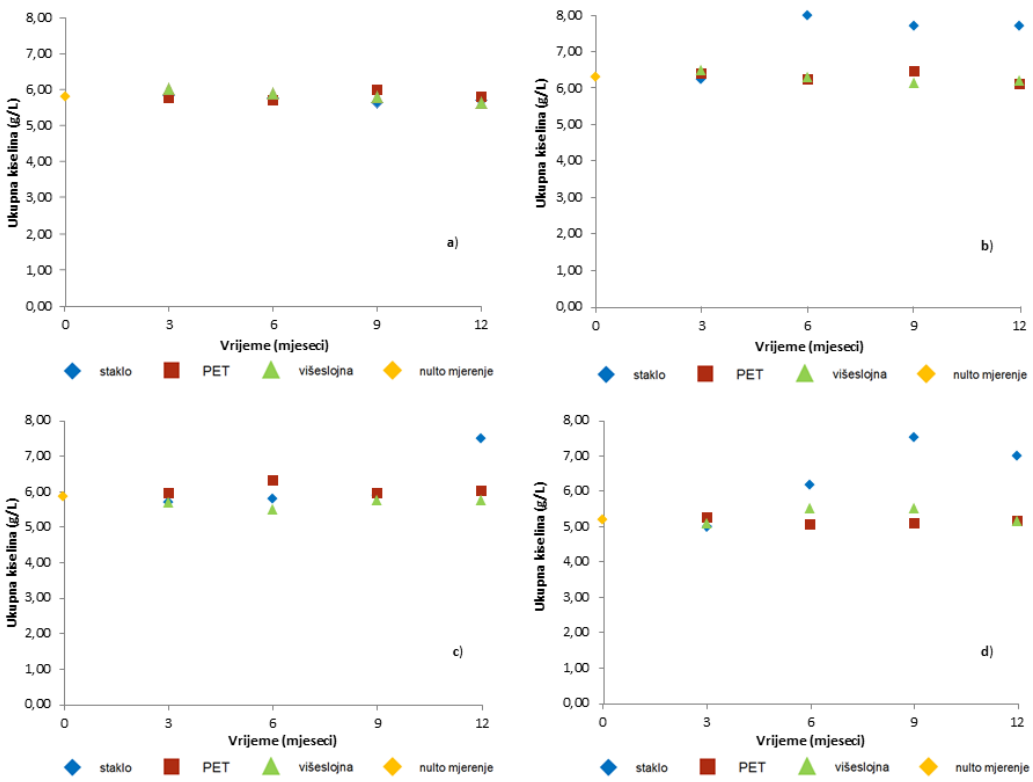
4. REZULTATI

4.1. FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA VINA SKLADIŠTENOG PRI RAZLIČITIM TEMPERATURAMA I U RAZLIČITIM AMBALAŽNIM MATERIJALIMA

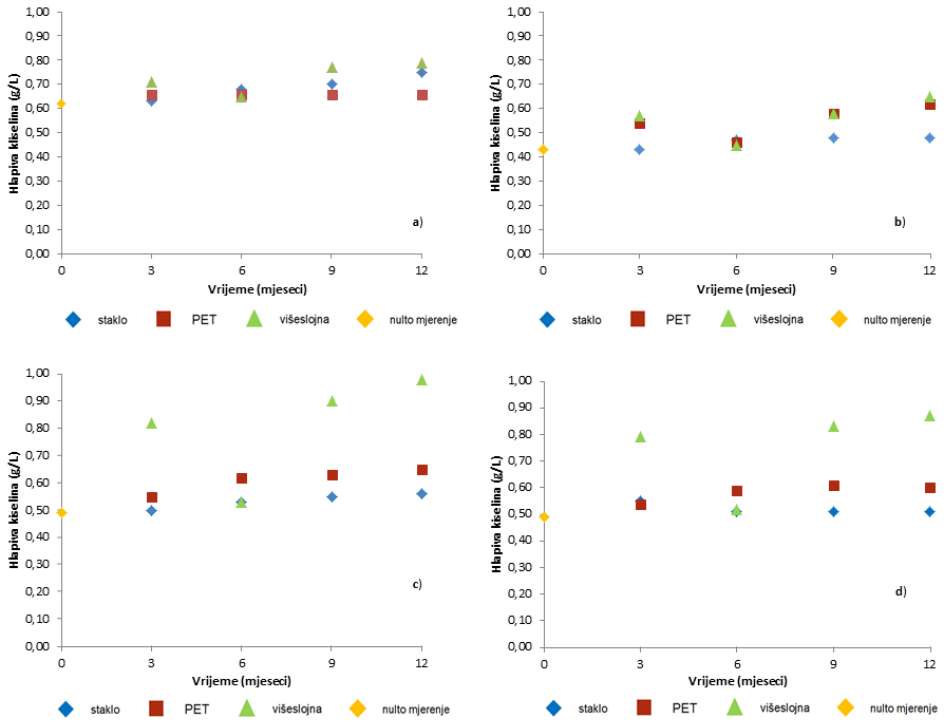
4.1.1. Fizikalno-kemijska svojstva vina skladištenog pri 15 °C

Tablica 4 Fizikalno-kemijska svojstva u ispitivanim vinima tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 15 °C

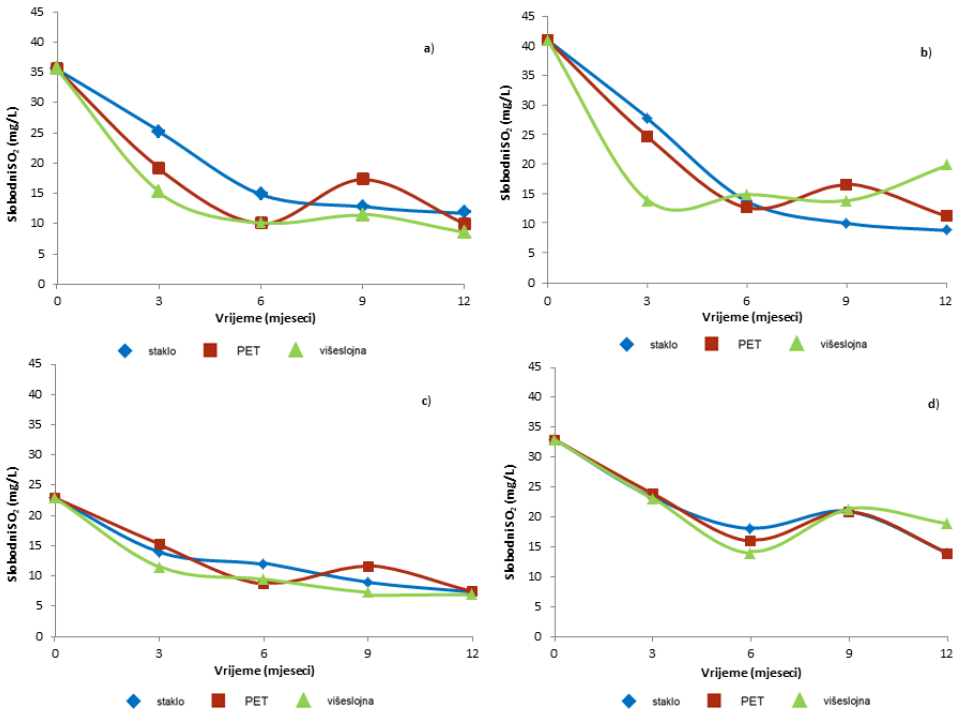
Vrijeme (mjeseci)	Cabernet sauvignon			Frankovka			Merlot			Pinot crni		
	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna
Specifična težina vina												
0	0,99410	0,99410	0,99410	0,99435	0,99435	0,99435	0,99460	0,99460	0,99460	0,99375	0,99375	0,99375
3	0,99410	0,99420	0,99435	0,99415	0,99410	0,99410	0,99470	0,99450	0,99445	0,99375	0,99355	0,99375
6	0,99430	0,99400	0,99445	0,99410	0,99390	0,99415	0,99400	0,99410	0,99315	0,99425	0,99360	0,99400
9	0,99410	0,99390	0,99415	0,99430	0,99385	0,99415	0,99395	0,99420	0,99265	0,99460	0,99380	0,99410
12	0,99410	0,99380	0,99430	0,99425	0,99385	0,99420	0,99515	0,99415	0,99225	0,99425	0,99365	0,99390
Specifična težina destilata												
0	0,98060	0,98060	0,98060	0,98300	0,98300	0,98300	0,98140	0,98140	0,98140	0,98165	0,98165	0,98165
3	0,98050	0,98055	0,98070	0,98265	0,98310	0,98275	0,98120	0,98115	0,98130	0,98155	0,98160	0,98150
6	0,98065	0,98040	0,98105	0,98375	0,98275	0,98320	0,98085	0,98065	0,98135	0,98240	0,98170	0,98180
9	0,98065	0,98040	0,98075	0,98350	0,98260	0,98310	0,98095	0,98085	0,98110	0,98255	0,98165	0,98195
12	0,98080	0,98055	0,98120	0,98345	0,98280	0,98320	0,98190	0,98075	0,98140	0,98215	0,98165	0,98205
Alkohol (%)												
0	15,11	15,11	15,11	12,97	12,97	12,97	14,40	14,40	14,40	14,15	14,15	14,15
3	15,17	15,16	15,02	13,25	13,15	13,18	14,55	14,60	14,59	14,25	14,30	14,29
6	15,05	15,29	14,69	12,26	13,17	12,80	14,87	15,05	14,43	13,84	14,09	14,03
9	14,90	15,29	14,94	12,54	13,32	12,88	14,79	14,89	14,69	13,46	14,14	13,88
12	14,87	15,14	14,58	12,55	13,13	12,77	13,90	14,97	14,37	13,81	14,16	13,78
Ukupni suhi ekstrakt (g/L)												
0	34,90	34,90	34,90	29,30	29,30	29,30	34,10	34,10	34,10	31,20	31,20	31,20
3	35,10	35,20	35,20	29,70	28,40	29,30	35,00	35,00	34,10	31,50	31,00	31,10
6	35,20	35,10	34,30	30,00	28,80	28,30	34,00	34,40	30,50	31,10	30,70	31,50
9	34,50	34,90	34,30	27,90	29,00	28,60	33,60	34,40	30,30	29,90	31,30	31,40
12	34,30	34,10	33,80	27,90	28,50	28,40	32,60	34,30	28,00	30,70	31,00	30,60



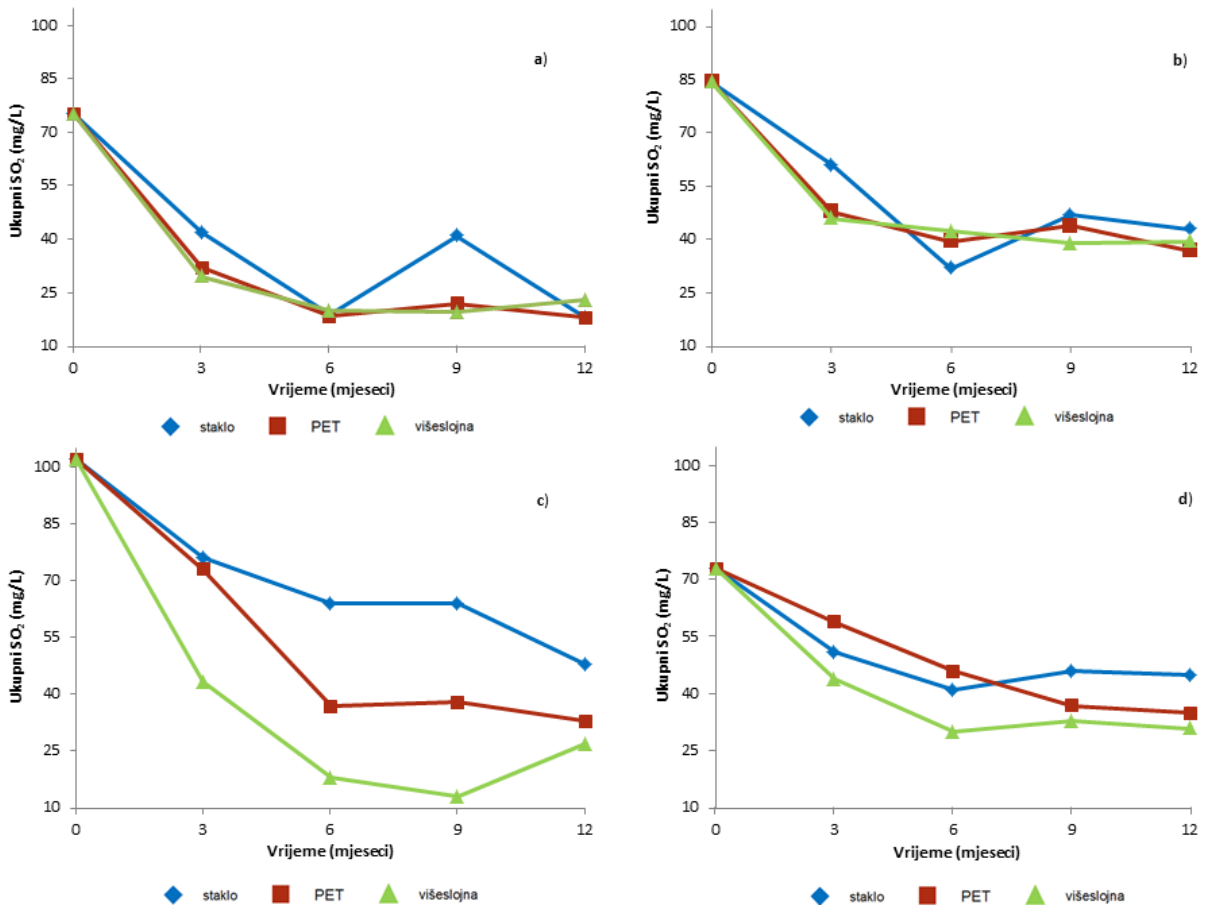
Slika 17 Koncentracija ukupnih kiselina u: Cabernet sauvignon (a); Frankovka (b); Merlot (c); Pinot crni (d) tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 15 °C



Slika 18 Koncentracija hlapivih kiselina u: Cabernet sauvignon (a); Frankovka (b); Merlot (c); Pinot crni (d) tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 15 °C



Slika 19 Koncentracija slobodnog SO_2 u: Cabernet sauvignon (a); Frankovka (b); Merlot (c); Pinot crni (d) tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 15 °C



Slika 20 Koncentracija ukupnog SO_2 u: Cabernet sauvignon (a); Frankovka (b); Merlot (c); Pinot crni (d) tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 15 °

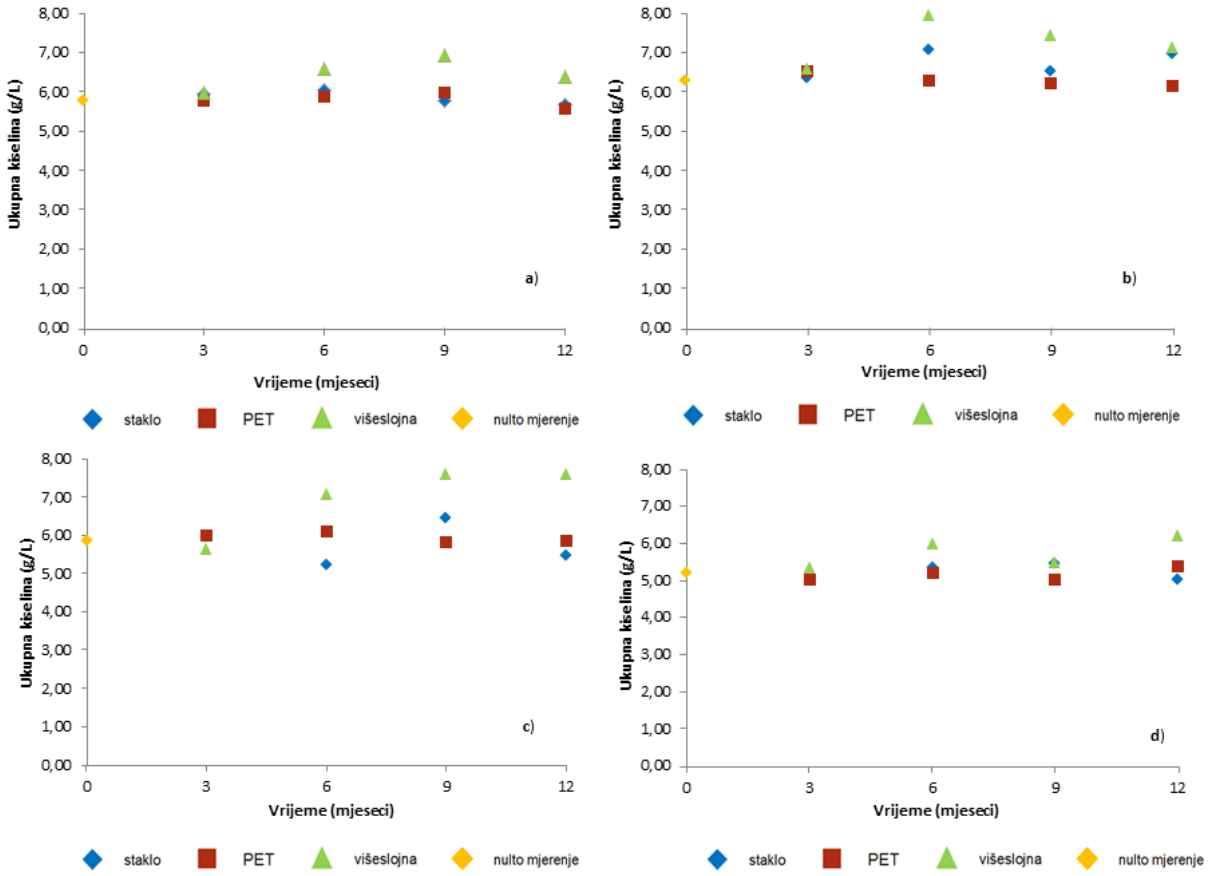
Tablica 5 Rezultati višestruke regresije s odabranim izrazito značajnim (P<0,001) glavnim učincima i interakcijama za sve fizikalno-kemijske parametre u vinu pri 15 °C

Pojam	Koeficijent	Standardna greška koeficijenta	P-Vrijednost
FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA VINA			
		Specifična težina vina	
Konstanta	0,994123	0,000023	0,000
Višestruka *vs* PET	**0,000205**	**0,000056**	**0,001**
Merlot *vs* Pinot crni	0,000504	0,000069	0,000
Merlot *vs* Pinot crni : vrijeme 3 mjeseca vs više	**0,000599**	**0,000168**	**0,001**
Pinot crni : vrijeme 9 mjeseci staklo	**0,000655**	**0,000176**	**0,000**
Merlot : višeslojna : vrijeme najmanje 6 mjeseci	**-0,001952**	**0,000135**	**0,000**
Merlot : višeslojna : vrijeme 6 mjeseci	**0,000700**	**0,000208**	**0,001**
Merlot : staklo : vrijeme 12 mjeseci	**0,000850**	**0,000177**	**0,000**
		Specifična težina destilata	
Konstanta	0,981612	0,000030	0,000
Višeslojna *vs* PET	**0,000262**	**0,000068**	**0,000**
Cabernet sauvignon *vs* drugi	-0,001261	0,000066	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	0,001527	0,000076	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	-0,000586	0,000086	0,000
Merlot : staklo : vrijeme 12 mjeseci	**0,000775**	**0,000224**	**0,001**
Frankovka : vrijeme staklo	**0,000055**	**0,000015**	**0,000**
Pinot crni : vrijeme staklo	**0,000061**	**0,000015**	**0,000**
		Alkohol (%)	
Konstanta	14,1978	0,0173	0,000
Višeslojna *vs* PET	**-0,2465**	**0,0403**	**0,000**
Cabernet sauvignon *vs* drugi	1,1079	0,0386	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	-1,3112	0,0440	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	0,5847	0,0483	0,000
Višeslojna *vs* PET: vrijeme 3 mjeseca *vs* više	**0,367**	**0,104**	**0,001**
Merlot *vs* Pinot crni : vrijeme 0 mjeseci *vs* više	**-0,418**	**0,117**	**0,001**
Merlot *vs* Pinot crni : vrijeme 3 mjeseca *vs* više	**-0,491**	**0,122**	**0,000**
Merlot : staklo : vrijeme 12 mjeseci	**-0,853**	**0,134**	**0,000**
Pinot crni : staklo : vrijeme 9 mjeseci	**-0,502**	**0,134**	**0,000**
Frankovka : staklo : vrijeme 6 mjeseci *vs* više	**1,505**	**0,292**	**0,000**
Frankovka : staklo : vrijeme 6 mjeseci	**-1,790**	**0,247**	**0,000**
		Ukupni suhi ekstrakt (g/L)	
Konstanta	32,1928	0,0676	0,000
Cabernet sauvignon *vs* drugi	3,361	0,152	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	-3,759	0,164	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	3,158	0,197	0,000
Vrijeme 3 mjeseca *vs* više	**0,696**	**0,169**	**0,000**
Merlot : višeslojna vrijeme	**-0,4756**	**0,0351**	**0,000**
		Ukupna kiselina (g/L)	
Konstanta	5,7846	0,0345	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	0,7846	0,0879	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	0,6548	0,0985	0,000
Merlot : staklo : vrijeme 12 mjeseci	**1,650**	**0,257**	**0,000**
Frankovka : vrijeme staklo	**0,1450**	**0,0170**	**0,000**
Pinot crni : vrijeme staklo	**0,1787**	**0,0170**	**0,000**
		Hlapiva kiselina (g/L)	
Konstanta	0,60600	0,00913	0,000
Staklo *vs* drugi	-0,0825	0,0194	0,000
Višeslojna *vs* PET	**0,0790**	**0,0224**	**0,001**
Cabernet sauvignon *vs* drugi	0,1173	0,0211	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	-0,1050	0,0224	0,000
Vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**-0,1169**	**0,0228**	**0,000**
Vrijeme 3 mjeseca *vs* više	**-0,1247**	**0,0236**	**0,000**
		Slobodni SO_2 (mg/L)	
Konstanta	18,417	0,350	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	3,593	0,857	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	-9,173	0,989	0,000
Vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**18,448**	**0,874**	**0,000**
Vrijeme 3 mjeseca *vs* više	**7,419**	**0,903**	**0,000**
Frankovka vs Merlot i Pinot crni : vrijeme 0 mjeseci *vs* više	**11,76**	**2,14**	**0,000**
		Ukupni SO_2 (mg/L)	
Konstanta	47,63	1,25	0,000
Staklo *vs* drugi	9,02	2,66	0,001
Cabernet sauvignon *vs* drugi	-16,51	2,89	0,000
Vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**45,09**	**3,13**	**0,000**
Vrijeme 3 mjeseca *vs* više	**15,73**	**3,24**	**0,000**

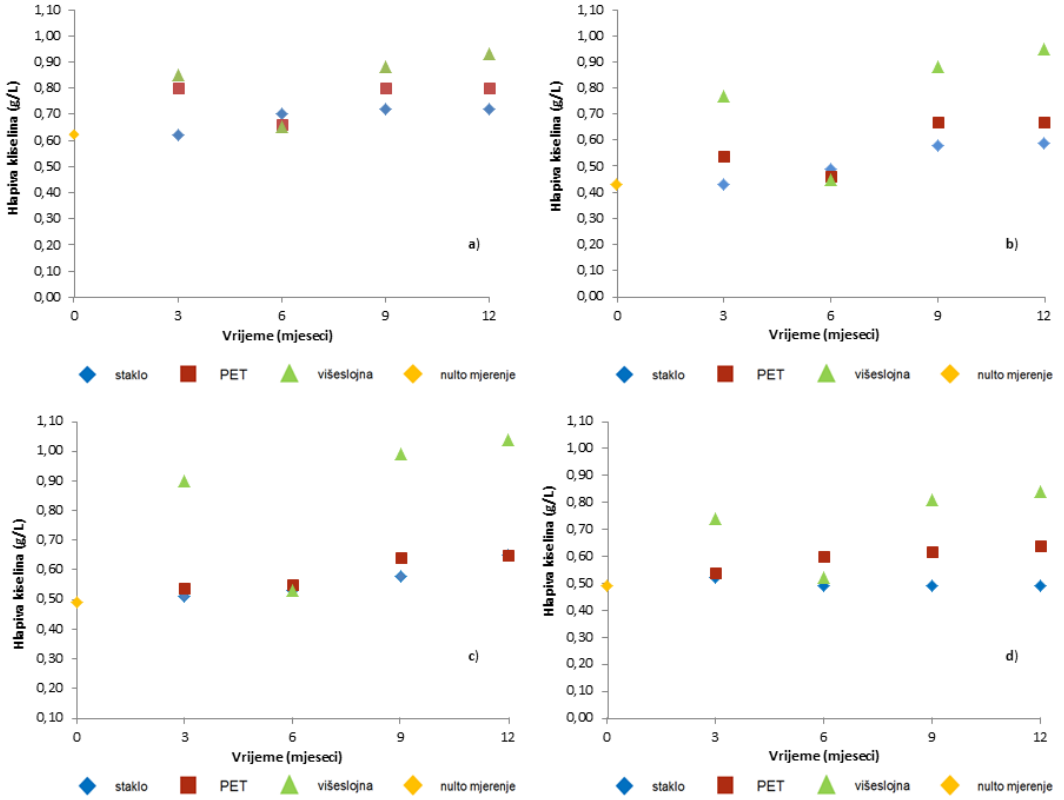
4.1.2. Fizikalno-kemijska svojstva vina skladištenog pri 20 °C

Tablica 6 Fizikalno-kemijska svojstva vina tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 20 °C

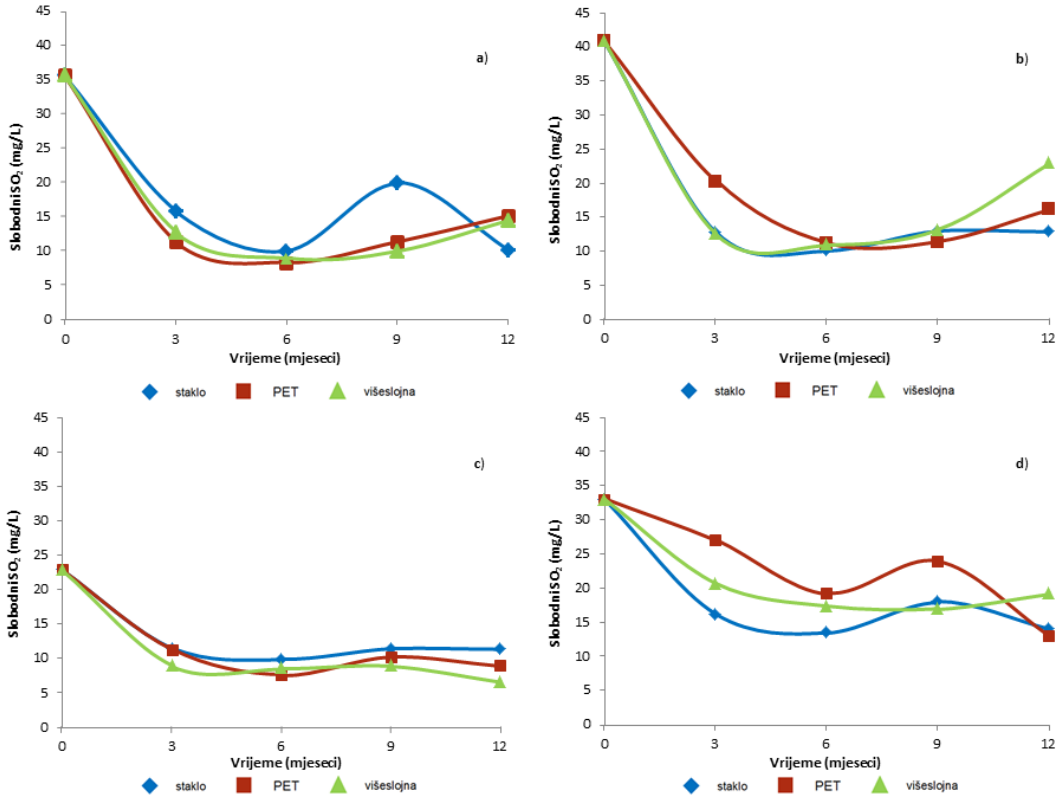
Vrijeme (mjeseci)	Cabernet sauvignon			Frankovka			Merlot			Pinot crni		
	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna
Specifična težina vina												
0	0,99410	0,99410	0,99410	0,99435	0,99435	0,99435	0,99460	0,99460	0,99460	0,99375	0,99375	0,99375
3	0,99420	0,99400	0,99425	0,99420	0,99410	0,99410	0,99470	0,99435	0,99480	0,99350	0,99345	0,99355
6	0,99440	0,99405	0,99475	0,99460	0,99405	0,99515	0,99490	0,99440	0,99640	0,99435	0,99360	0,99420
9	0,99425	0,99400	0,99490	0,99425	0,99405	0,99465	0,99505	0,99420	0,99525	0,99455	0,99360	0,99365
12	0,99400	0,99390	0,99425	0,99470	0,99370	0,99450	0,99430	0,99390	0,99510	0,99310	0,99350	0,99425
Specifična težina destilata												
0	0,98060	0,98060	0,98060	0,98300	0,98300	0,98300	0,98140	0,98140	0,98140	0,98165	0,98165	0,98165
3	0,98055	0,98060	0,98070	0,98290	0,98280	0,98270	0,98140	0,98130	0,98150	0,98160	0,98155	0,98150
6	0,98085	0,98050	0,98100	0,98370	0,98265	0,98420	0,98105	0,98060	0,98260	0,98230	0,98145	0,98220
9	0,98065	0,98055	0,98140	0,98315	0,98255	0,98370	0,98145	0,98050	0,98220	0,98260	0,98145	0,98195
12	0,98050	0,98055	0,98100	0,98365	0,98285	0,98380	0,98100	0,98065	0,98260	0,98195	0,98155	0,98215
Alkohol (%)												
0	15,11	15,11	15,11	12,97	12,97	12,97	14,40	14,40	14,40	14,15	14,15	14,15
3	15,21	15,07	14,94	13,07	13,14	13,18	14,41	14,48	14,28	14,19	14,22	14,27
6	14,87	15,19	14,74	12,36	13,27	11,98	14,70	15,10	13,45	13,68	14,34	13,69
9	15,07	15,16	14,38	12,85	13,35	12,36	14,33	15,20	13,79	13,43	14,35	13,88
12	15,21	15,15	14,74	12,40	13,09	12,26	14,74	15,05	13,43	13,87	14,24	13,70
Ukupni suhi ekstrakt (g/L)												
0	34,90	34,90	34,90	29,30	29,30	29,30	34,10	34,10	34,10	31,20	31,20	31,20
3	35,20	34,30	35,00	29,20	29,20	29,40	34,30	33,70	33,60	30,70	30,70	31,60
6	35,00	35,00	35,50	28,20	29,40	29,50	35,70	35,60	33,10	31,10	31,30	31,00
9	35,10	34,50	35,40	28,70	29,70	29,60	35,90	35,40	33,70	31,30	31,30	30,20
12	34,90	34,40	34,20	28,60	28,00	28,80	34,30	34,20	32,30	28,30	30,80	31,20



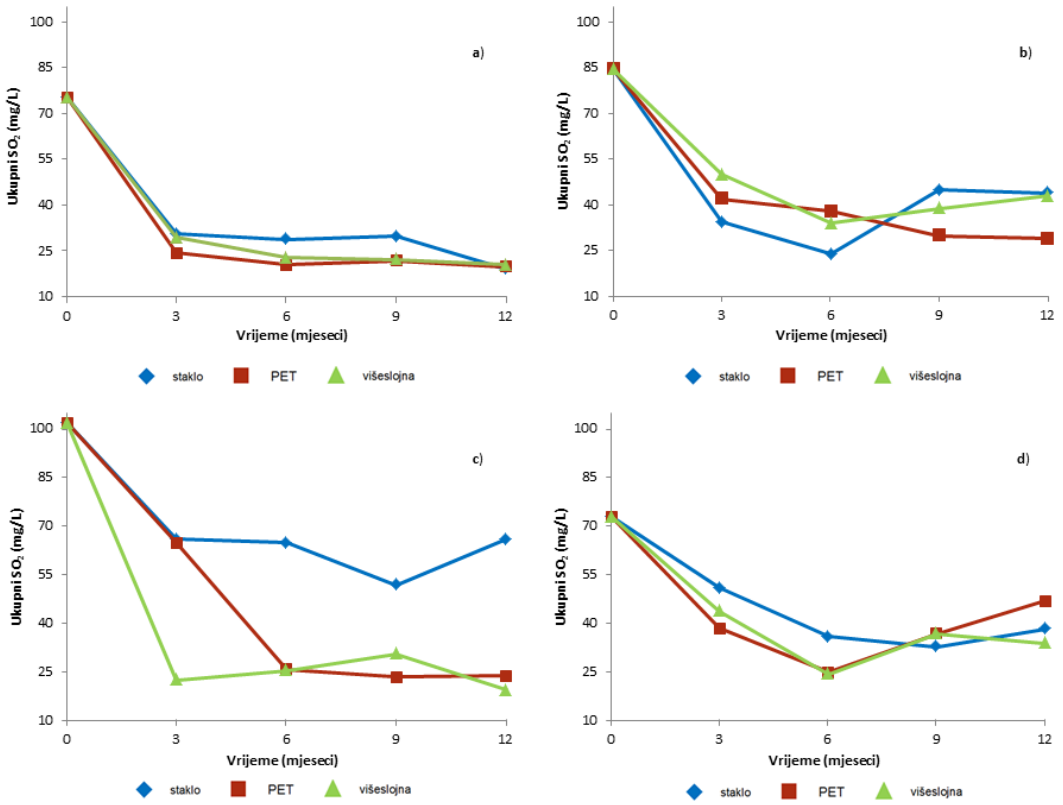
Slika 21 Koncentracija ukupnih kiselina u: Cabernet sauvignon (a); Frankovka (b); Merlot (c); Pinot crni (d) tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 20 °C



Slika 22 Koncentracija hlapivih kiselina u: Cabernet sauvignon (a); Frankovka (b); Merlot (c); Pinot crni (d) tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 20 °C



Slika 23 Koncentracija slobodnog SO_2 u: Cabernet sauvignon (a); Frankovka (b); Merlot (c); Pinot crni (d) tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 20 °C



Slika 24 Koncentracija ukupnog SO_2 u: Cabernet sauvignon (a); Frankovka (b); Merlot (c); Pinot crni (d) tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 20 °C

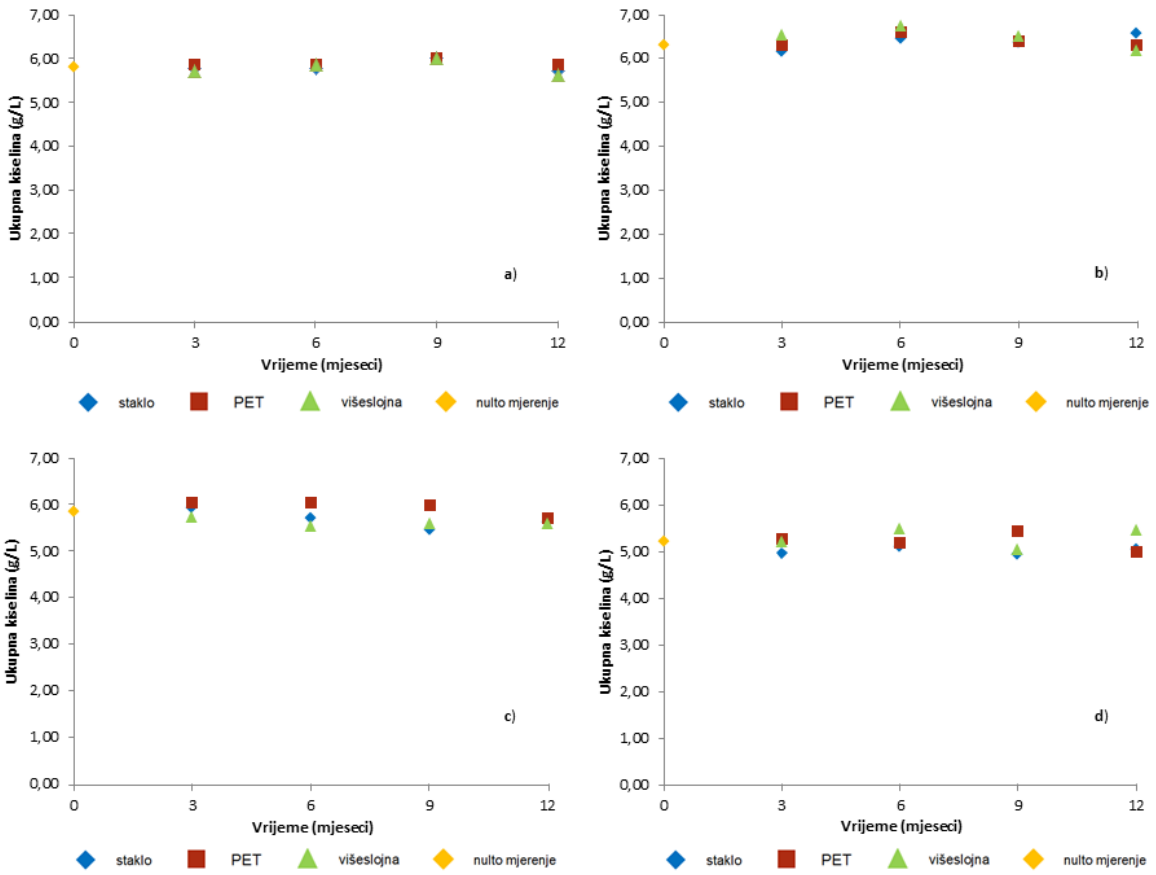
Tablica 7 Rezultati višestruke regresije s odabranim izrazito značajnim (P<0,001) glavnim učincima i interakcijama za sve fizikalno-kemijske parametre u vinu pri 20 °C

Pojam	Koeficijent	Standardna greška koeficijenta	P-Vrijednost
FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA VINA			
		Specifična težina vina	
Konstanta	0,994243	0,000038	0,000
Višeslojna *vs* PET	**0,000471**	**0,000095**	**0,000**
Merlot *vs* Pinot crni	0,000874	0,000110	0,000
Merlot : višeslojna : vrijeme 6 mjeseci	**0,001485**	**0,000307**	**0,000**
		Specifična težina destilata	
Konstanta	0,981776	0,000040	0,000
Višeslojna *vs* PET	**0,000655**	**0,000097**	**0,000**
Cabernet sauvignon *vs* drugi	-0,001421	0,000092	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	0,001568	0,000097	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	-0,000410	0,000113	0,001
Višeslojna *vs* PET : vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**-0,000819**	**0,000244**	**0,001**
Višeslojna *vs* PET : vrijeme 3 mjeseca *vs* više	**-0,001042**	**0,000252**	**0,000**
		Alkohol (%)	
Konstanta	14,0625	0,0323	0,000
Višeslojna *vs* PET	**-0,5665**	**0,0792**	**0,000**
Cabernet sauvignon *vs* drugi	1,2553	0,0746	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	-1,4010	0,0792	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	0,3900	0,0914	0,000
Višeslojna *vs* PET : vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**0,708**	**0,198**	**0,001**
Višeslojna *vs* PET : vrijeme 3 mjeseca *vs* više	**0,864**	**0,204**	**0,000**
		Ukupni suhi ekstrakt (g/L)	
Konstanta	32,3226	0,0813	0,000
Cabernet sauvignon *vs* drugi	3,410	0,187	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	-3,585	0,199	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	3,216	0,232	0,000
Pinot crni : staklo : vrijeme 12 mjeseci	**-2,757**	**0,646**	**0,000**
		Ukupna kiselina (g/L)	
Konstanta	6,0528	0,0368	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	0,6232	0,0898	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	0,9204	0,0897	0,000
Merlot : staklo : vrijeme 12 mjeseci	**0,829**	**0,106**	**0,000**
Frankovka : vrijeme staklo	**-0,3316**	**0,0908**	**0,001**
Pinot crni : vrijeme staklo	**-0,3510**	**0,0941**	**0,000**
Merlot *vs* Pinot crni	**-0,779**	**0,222**	**0,001**
Merlot : staklo : vrijeme 12 mjeseci	**-0,955**	**0,230**	**0,000**
Frankovka : vrijeme staklo	**1,077**	**0,298**	**0,001**
Pinot crni : vrijeme staklo	**-1,084**	**0,292**	**0,001**
		Hlapiva kiselina (g/L)	
Konstanta	0,63589	0,00905	0,000
Staklo *vs* drugi	**-0,1033**	**0,0191**	**0,000**
Višeslojna *vs* PET	**0,1127**	**0,0223**	**0,000**
Cabernet sauvignon *vs* drugi	0,1361	0,0208	0,000
Vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**-0,1542**	**0,0225**	**0,000**
Vrijeme 3 mjeseca *vs* više	**-0,1779**	**0,0233**	**0,000**
Višeslojna vs PET : vrijeme 3 mjeseca *vs* više	**-0,2045**	**0,0571**	**0,001**
Merlot : višeslojna : vrijeme 12 mjeseci	**0,2465**	**0,0724**	**0,001**
		Slobodni SO_2 (mg/L)	
Konstanta	17,318	0,417	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	9,02	1,77	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	-8,11	1,19	0,000
Vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**19,82**	**1,04**	**0,000**
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni : vrijeme	**-1,001**	**0,239**	**0,000**
Pinot crni : PET : vrijeme 3 mjeseca	**11,60**	**3,32**	**0,001**
		Ukupni SO_2 (mg/L)	
Konstanta	44,61	1,01	0,000
Cabernet sauvignon *vs* drugi	-13,52	2,31	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	29,94	5,02	0,000
Vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**48,86**	**2,50**	**0,000**
Vrijeme 3 mjeseca *vs* više	**12,79**	**2,67**	**0,000**
Merlot *vs* Pinot crni : vrijeme	**-3,604**	**0,694**	**0,000**
Merlot : višeslojna : vrijeme 3 mjeseca	**-34,67**	**8,30**	**0,000**
Merlot : staklo : vrijeme 12 mjeseci	**37,63**	**8,27**	**0,000**

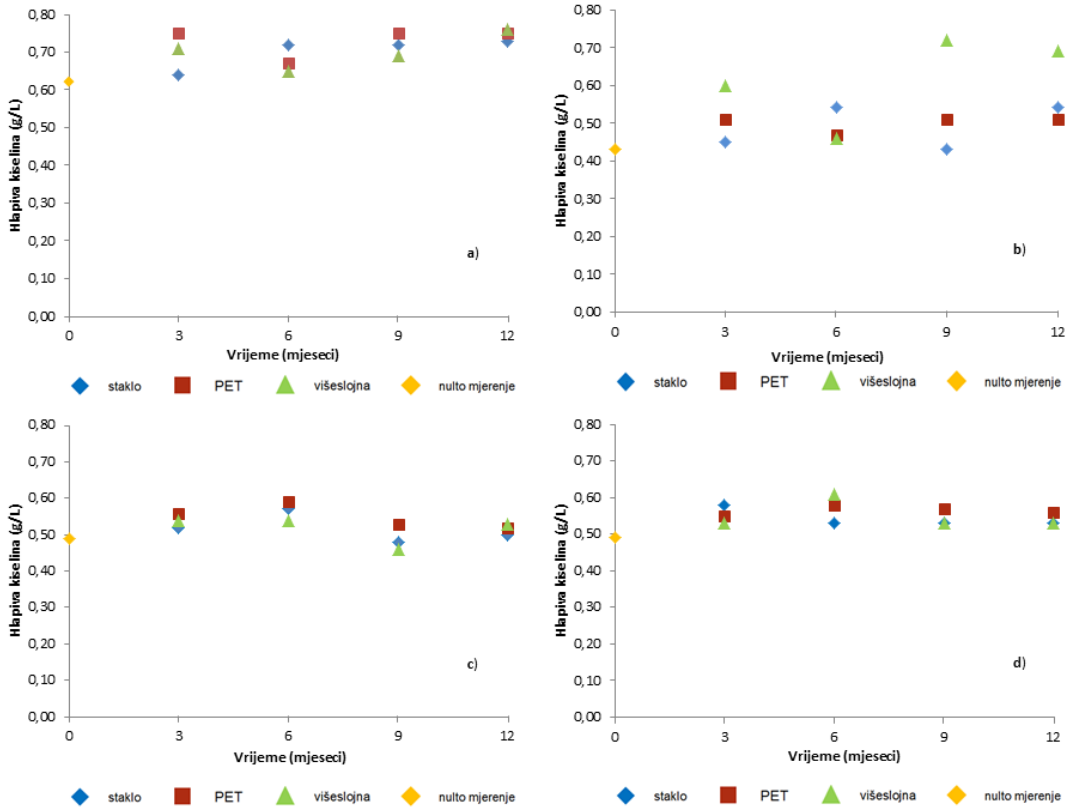
4.1.3. Fizikalno-kemijska svojstva vina skladištenog pri 25 °C

Tablica 8 Fizikalno-kemijska svojstva u ispitivanim vinima tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 25 °C

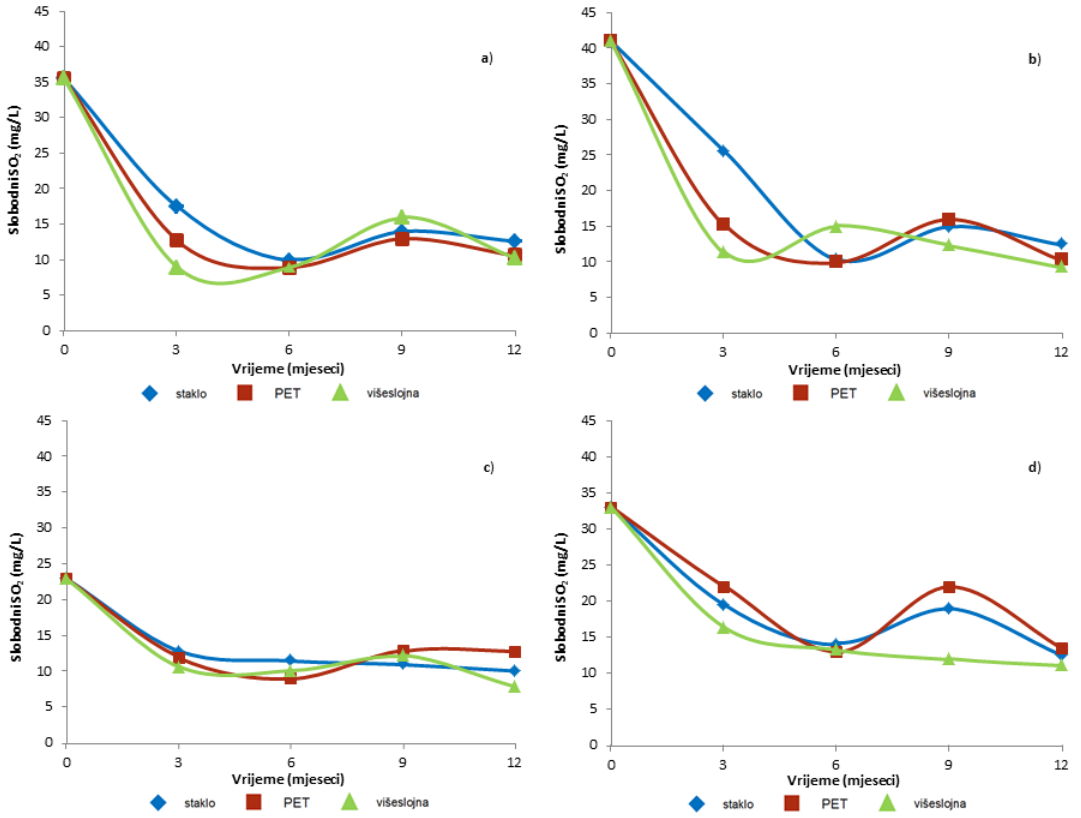
Vrijeme (mjeseci)	Cabernet sauvignon			Frankovka			Merlot			Pinot crni		
	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna
Specifična težina vina												
0	0,99410	0,99410	0,99410	0,99435	0,99435	0,99435	0,99460	0,99460	0,99460	0,99375	0,99375	0,99375
3	0,99415	0,99410	0,99430	0,99415	0,99410	0,99430	0,99480	0,99440	0,99445	0,99355	0,99350	0,99375
6	0,99430	0,99425	0,99470	0,99425	0,99405	0,99500	0,99470	0,99395	0,99310	0,99390	0,99360	0,99430
9	0,99425	0,99420	0,99485	0,99415	0,99420	0,99445	0,99430	0,99370	0,99345	0,99350	0,99340	0,99405
12	0,99410	0,99405	0,99490	0,99455	0,99405	0,99450	0,99470	0,99355	0,99355	0,99385	0,99350	0,99435
Specifična težina destilata												
0	0,98060	0,98060	0,98060	0,98300	0,98300	0,98300	0,98140	0,98140	0,98140	0,98165	0,98165	0,98165
3	0,98055	0,98050	0,98040	0,98295	0,98275	0,98295	0,98120	0,98115	0,98125	0,98155	0,98150	0,98150
6	0,98065	0,98020	0,98095	0,98280	0,98260	0,98375	0,98095	0,98065	0,98140	0,98185	0,98125	0,98205
9	0,98060	0,98000	0,98110	0,98280	0,98240	0,98295	0,98060	0,98045	0,98170	0,98145	0,98140	0,98190
12	0,98085	0,98000	0,98105	0,98345	0,98240	0,98300	0,98090	0,98030	0,98205	0,98180	0,98145	0,98230
Alkohol (%)												
0	15,11	15,11	15,11	12,97	12,97	12,97	14,40	14,40	14,40	14,15	14,15	14,15
3	15,15	15,20	15,30	13,00	13,08	13,00	14,59	14,61	14,52	14,22	14,24	14,25
6	15,05	15,48	14,80	13,13	13,30	12,32	14,79	15,07	14,39	13,99	14,50	13,77
9	15,11	15,60	14,64	13,15	13,52	13,03	15,10	15,21	14,11	14,32	14,38	13,95
12	14,87	15,65	14,70	12,59	13,45	12,98	14,81	15,38	13,76	14,02	14,33	13,56
Ukupni suhi ekstrakt (g/L)												
0	34,9	34,9	34,9	29,3	29,3	29,3	34,1	34,1	34,1	31,2	31,2	31,2
3	35,1	35,1	35,9	28,9	29,3	29,3	35,1	34,2	34,1	31,0	31,0	31,6
6	35,2	36,3	35,5	29,5	29,5	29,0	35,5	34,3	30,2	31,1	31,9	31,6
9	35,2	36,7	35,5	29,3	30,5	29,7	35,4	34,2	30,3	31,1	31,0	31,4
12	34,2	36,3	35,7	28,7	30,1	29,7	35,6	34,2	29,7	31,1	31,1	31,1



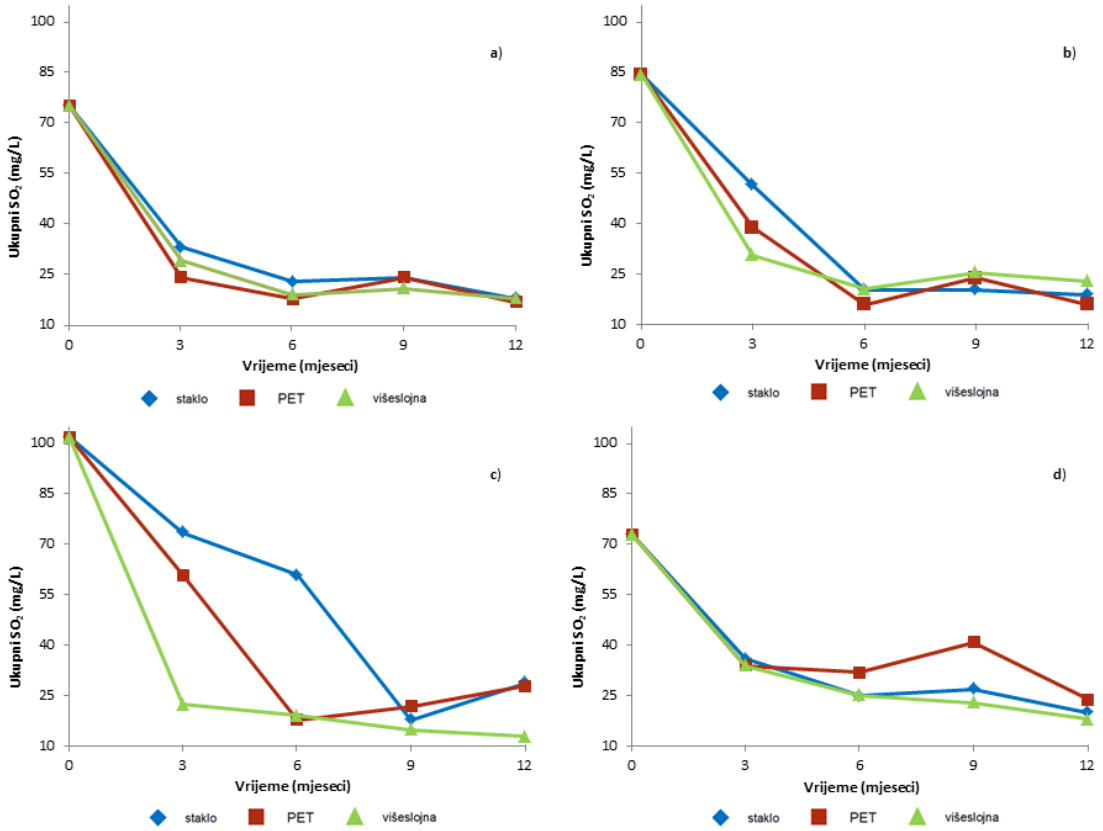
Slika 25 Koncentracija ukupnih kiselina u: Cabernet sauvignon (a); Frankovka (b); Merlot (c); Pinot crni (d) tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 25 °C



Slika 26 Koncentracija hlapivih kiselina u: Cabernet sauvignon (a); Frankovka (b); Merlot (c); Pinot crni (d) tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 25 °C



Slika 27 Koncentracija slobodnog SO_2 u: Cabernet sauvignon (a); Frankovka (b); Merlot (c); Pinot crni (d) tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 25 °C



Slika 28 Koncentracija ukupnog SO_2 u: Cabernet sauvignon (a); Frankovka (b); Merlot (c); Pinot crni (d) tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 25 °C

Tablica 9 Rezultati višestruke regresije s odabranim izrazito značajnim (P<0,001) glavnim učincima i interakcijama za sve fizikalno-kemijske parametre u vinu pri 25 °C

Pojam	Koeficijent	Standardna greška koeficijenta	P-Vrijednost
FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA VINA			
		Specifična težina vina	
Konstanta	0,994228	0,000035	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	0,000925	0,000092	0,000
Višeslojna *vs* *vrijeme*	**0,000049**	**0,000008**	**0,000**
PET *vs* *vrijeme*	**-0,000029**	**0,000007**	**0,000**
Merlot *vs* *vrijeme*	**-0,000042**	**0,000011**	**0,000**
Merlot : višeslojna : vrijeme najmanje 6 mjeseci	**-0,001384**	**0,000148**	**0,000**
		Specifična težina destilata	
Konstanta	0,981557	0,000024	0,000
Višeslojna *vs* PET	**0,000526**	**0,000060**	**0,000**
Cabernet sauvignon *vs* drugi	-0,001307	0,000056	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	0,001554	0,000059	0,000
Višeslojna *vs* PET : vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**-0,000658**	**0,000148**	**0,000**
Višeslojna *vs* PET : vrijeme 3 mjeseca *vs* više	**-0,000810**	**0,000153**	**0,000**
Merlot *vs* Pinot crni : vrijeme	-0,000087	0,000010	0,000
Merlot : višeslojna : vrijeme 12 mjeseci	**0,000778**	**0,000204**	**0,000**
		Alkohol (%)	
Konstanta	14,2434	0,0217	0,000
Višeslojna *vs* PET	**-0,4587**	**0,0534**	**0,000**
Cabernet sauvignon *vs* drugi	1,1759	0,0498	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	-1,3782	0,0530	0,000
Višeslojna *vs* PET : vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**0,573**	**0,132**	**0,000**
Višeslojna *vs* PET : vrijeme 3 mjeseca *vs* više	**0,745**	**0,137**	**0,000**
Merlot *vs* Pinot crni : vrijeme	**0,07942**	**0,00870**	**0,000**
Merlot : višeslojna : vrijeme 12 mjeseci	**-0,746**	**0,182**	**0,000**
		Ukupni suhi ekstrakt (g/L)	
Konstanta	32,6671	0,0681	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	3,335	0,198	0,000
Cabernet sauvignon *vs* drugi	3,679	0,154	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	-3,481	0,165	0,000
Merlot : višeslojna : vrijeme najmanje 6 mjeseci	**-4,508**	**0,331**	**0,000**
		Ukupna kiselina (g/L)	
Konstanta	5,7937	0,0212	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	0,9277	0,0519	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	0,582	0,0599	0,000
		Hlapiva kiselina (g/L)	
Konstanta	0,53906	0,00799	0,000
Cabernet sauvignon *vs* drugi	0,1765	0,01550	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	-0,0884	0,02340	0,000
Frankovka *vs* vrijeme	**0,01101**	**0,00297**	**0,000**
Višeslojna : vrijeme	**0,0063**	**0,00168**	**0,000**
		Slobodni SO_2 (mg/L)	
Konstanta	16,872	0,372	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	-5,71	1,04	0,000
Vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**20,379**	**0,925**	**0,000**
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni : vrijeme 0 mjeseci *vs* više	**14,01**	**2,27**	**0,000**
Frankovka : staklo : vrijeme 3 mjeseca	**14,67**	**2,91**	**0,000**
		Ukupni SO_2 (mg/L)	
Konstanta	38,394	0,563	0,000
Cabernet sauvignon *vs* drugi	-7,2	1,27	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	9,82	1,62	0,000
Vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**56,63**	**1,36**	**0,000**
Vrijeme 3 mjeseca *vs* više	**22,95**	**1,53**	**0,000**
Cabernet sauvignon *vs* drugi : vrijeme 3 mjeseca *vs* više	**-19,08**	**3,33**	**0,000**
Merlot *vs* Pinot crni : vrijeme 0 mjeseci *vs* više	**23,97**	**3,88**	**0,000**
Merlot *vs* Pinot crni : vrijeme 3 mjeseca *vs* više	**36,16**	**4,34**	**0,000**
Merlot : staklo : vrijeme 6 mjeseci	**41,07**	**4,39**	**0,000**
Merlot : višeslojna : vrijeme 3 mjeseca	**-43,13**	**4,97**	**0,000**
Frankovka : višeslojna : vrijeme 3 mjeseca	**-18,96**	**4,48**	**0,000**
Pinot crni : PET : vrijeme 9 mjeseci	**17,06**	**4,39**	**0,000**

4.2. PARAMETRI BOJE VINA TIJEKOM SKLADIŠTENJA PRI RAZLIČITIM TEMPERATURAMA I U RAZLIČITIM AMBALAŽNIM MATERIJALIMA

4.2.1. Parametri boje tijekom skladištenja vina pri 15 °C

Tablica 10 Parametri boje u ispitivanim vinima tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 15 °C

Vrijeme (mjeseci)	Cabernet sauvignon			Frankovka			Merlot			Pinot crni		
	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna
						Intenzitet boje						
0	7,24	7,24	7,24	5,64	5,64	5,64	8,42	8,42	8,42	4,64	4,64	4,64
3	9,15	9,59	9,14	6,60	6,84	7,00	10,75	9,84	12,01	10,48	5,55	6,11
6	8,85	8,98	8,65	7,95	6,68	6,41	10,11	10,29	3,97	4,75	4,76	5,16
9	7,81	9,34	8,74	7,94	7,23	7,04	8,33	9,66	4,78	5,44	5,65	6,04
12	8,24	8,46	8,44	7,48	6,80	6,52	8,41	8,80	4,31	5,14	4,75	5,09
						Ton						
0	0,845	0,845	0,845	0,926	0,926	0,926	0,826	0,826	0,826	1,386	1,386	1,386
3	1,118	1,220	1,047	0,961	0,964	0,931	1,079	1,024	0,955	1,220	1,333	1,232
6	1,091	1,019	0,978	0,920	0,925	0,889	1,036	1,023	0,928	1,261	1,292	1,246
9	0,927	1,016	0,979	0,876	0,938	0,908	0,874	0,944	0,938	1,146	1,284	1,237
12	0,839	1,003	0,981	0,839	0,890	0,870	0,914	0,978	0,903	1,161	1,274	1,235
						Žuta (%)						
0	38,963	38,963	38,963	41,680	41,680	41,680	35,933	35,933	35,933	49,256	49,256	49,256
3	45,445	47,440	43,445	42,911	43,396	42,565	41,872	39,634	34,971	43,341	48,983	46,980
6	44,997	42,491	40,871	40,757	42,303	41,310	40,123	39,811	39,924	48,233	49,180	47,711
9	40,261	41,088	41,347	37,651	42,265	41,507	36,406	37,853	38,318	45,538	48,168	46,819
12	38,713	42,101	41,110	37,427	41,226	40,733	37,443	39,675	38,756	46,190	48,674	47,297
						Crvena (%)						
0	46,084	46,084	46,084	45,016	45,016	45,016	43,482	43,482	43,482	35,528	35,528	35,528
3	40,638	38,891	41,475	44,670	45,003	45,708	38,802	38,720	36,636	35,513	36,737	38,140
6	41,236	41,711	41,773	44,303	45,732	46,443	38,719	38,898	43,026	38,241	38,062	38,285
9	43,424	40,435	42,251	42,981	45,044	45,729	41,676	40,089	40,870	39,724	37,511	37,840
12	46,157	41,971	41,892	44,602	46,326	46,819	40,966	40,572	42,933	39,794	38,215	38,294
						Plava (%)						
0	14,953	14,953	14,953	13,304	13,304	13,304	20,585	20,585	20,585	15,216	15,216	15,216
3	13,917	13,669	15,080	12,418	11,601	11,727	19,326	21,646	28,393	21,146	14,281	14,880
6	13,768	15,798	17,356	14,940	11,965	12,246	21,159	21,291	17,049	13,525	12,757	14,003
9	16,315	18,477	16,402	19,367	12,692	12,765	21,918	22,058	20,812	14,738	14,321	15,341
12	15,131	15,928	16,999	17,972	12,449	12,448	21,601	19,752	18,311	14,016	13,110	14,409

Tablica 11 Rezultati višestruke regresije s odabranim izrazito značajnim (P<0,001) glavnim učincima i interakcijama za sve parametre boje u vinu pri 15 °C

Pojam	Koeficijent	Standardna greška koeficijenta	P-Vrijednost
BOJA VINA			
		Intenzitet boje	
Konstanta	7,4154	0,778	0,000
Cabernet sauvignon *vs* drugi	1,411	0,174	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	4,078	0,231	0,000
Vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**-1,163**	**0,187**	**0,000**
Merlot : višeslojna : vrijeme 3 mjeseca	**2,676**	**0,596**	**0,000**
Merlot : višeslojna : vrijeme najmanje 6 mjeseci	**-4,981**	**0,368**	**0,000**
Pinot crni : staklo : vrijeme 3 mjeseca	**-4,981**	**0,368**	**0,000**
		Ton	
Konstanta	1,02658	0,00698	0,000
Cabernet sauvignon *vs* drugi	-0,0574	0,0161	0,001
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	-0,1925	0,0171	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	-0,3337	0,0197	0,000
Vrijeme 3 mjeseca *vs* više	**0,0747**	**0,0180**	**0,000**
Cabernet sauvignon *vs* drugi : vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**-0,1795**	**0,0403**	**0,000**
Merlot *vs* Pinot crni : vrijeme 0 mjeseci *vs* više	**-0,2829**	**0,0493**	**0,000**
		Žuta (%)	
Konstanta	41,492	0,141	0,000
Cabernet sauvignon *vs* drugi	1,193	0,331	0,001
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	6,051	0,342	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	3,294	0,395	0,000
Vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**1,295**	**0,350**	**0,001**
Vrijeme 3 mjeseca *vs* više	**-1,540**	**0,362**	**0,000**
Cabernet sauvignon *vs* drugi : vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**4,436**	**0,812**	**0,000**
Merlot *vs* Pinot crni : vrijeme 0 mjeseci *vs* više	**5,825**	**0,987**	**0,000**
Cabernet sauvignon : staklo : vrijeme 12 mjeseci	**4,31**	**1,13**	**0,000**
		Crvena (%)	
Konstanta	41,950	0,133	0,000
Staklo *vs* drugi	**-0,989**	**0,281**	**0,001**
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	-1,118	0,323	0,001
Merlot *vs* Pinot crni	-9,959	0,386	0,000
Vrijeme 6 mjeseci *vs* više	**1,619**	**0,353**	**0,000**
Staklo *vs* drugi : vrijeme 6 mjeseci *vs* više	**2,932**	**0,749**	**0,000**
Cabernet sauvignon *vs* drugi : vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**-3,819**	**0,746**	**0,000**
Cabernet sauvignon *vs* drugi : vrijeme 3 mjeseca *vs* drugi	**5,282**	**0,802**	**0,000**
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni : vrijeme 3 mjeseca *vs* više	**5,493**	**0,884**	**0,000**
Merlot *vs* Pinot crni : vrijeme 0 mjeseci *vs* više	**-4,205**	**0,925**	**0,000**
Merlot : staklo : vrijeme 3 mjeseca	**7,32**	**1,11**	**0,000**
Merlot : PET : vrijeme 3 mjeseca	**4,10**	**1,09**	**0,000**
Pinot crni : PET : vrijeme 3 mjeseca	**4,33**	**1,08**	**0,000**
		Plava (%)	
Konstanta	15,775	0,156	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	-4,719	0,390	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	6,118	0,440	0,000
Frankovka : staklo : vrijeme 12 mjeseci	**12,08**	**1,76**	**0,000**
Frankovka : staklo : vrijeme 9 mjeseci *vs* vrijeme 12 mjeseci	**13,47**	**2,41**	**0,000**
Pinot crni : staklo : vrijeme 3 mjeseca	**6,86**	**1,20**	**0,000**
Merlot : višeslojna : vrijeme 3 mjeseca	**7,99**	**1,20**	**0,000**

4.2.2. Parametri boje tijekom skladištenja vina pri 20 °C

Tablica 12 Parametri boje u ispitivanim vinima tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 20 °C

Vrijeme (mjeseci)	Cabernet sauvignon			Frankovka			Merlot			Pinot crni		
	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna
						Intenzitet boje						
0	7,24	7,24	7,24	5,64	5,64	5,64	8,42	8,42	8,42	4,64	4,64	4,64
3	9,30	8,64	8,48	8,85	6,84	6,59	10,72	9,66	10,52	6,04	5,45	5,61
6	8,41	8,90	8,68	8,33	7,20	6,97	9,26	9,92	8,04	5,43	4,97	5,16
9	9,15	8,28	8,49	8,53	7,44	7,51	10,44	9,07	8,94	6,86	5,90	5,53
12	8,90	8,75	8,38	7,33	7,40	6,76	9,73	9,06	6,61	3,46	5,06	5,07
						Ton						
0	0,845	0,845	0,845	0,926	0,926	0,926	0,826	0,826	0,826	1,386	1,386	1,386
3	1,082	1,036	1,054	1,043	0,932	0,910	0,986	0,966	0,732	1,162	1,345	1,297
6	0,949	1,112	0,980	0,940	0,964	0,914	0,946	1,015	0,961	1,147	1,319	1,267
9	1,078	0,889	1,052	1,007	0,913	0,956	0,994	0,908	0,962	1,232	1,276	1,294
12	1,033	1,055	0,945	0,880	0,941	0,895	0,981	0,962	0,933	1,192	1,291	1,257
						Žuta (%)						
0	38,963	38,963	38,963	41,680	41,680	41,680	35,933	35,933	35,933	49,256	49,256	49,256
3	44,091	43,267	44,001	43,508	42,404	41,597	39,179	38,406	28,517	45,199	49,322	48,281
6	40,447	45,045	41,499	40,058	42,907	41,588	37,241	39,486	41,658	45,253	49,698	48,304
9	44,364	39,220	42,553	42,390	40,454	42,003	39,245	36,114	39,212	46,529	47,812	48,507
12	42,953	43,842	40,597	40,000	41,876	40,950	39,264	39,843	41,686	44,978	49,180	47,998
						Crvena (%)						
0	46,084	46,084	46,084	45,016	45,016	45,016	43,482	43,482	43,482	35,528	35,528	35,528
3	40,757	41,763	41,760	41,700	45,474	45,696	39,739	39,752	38,973	38,907	36,670	37,235
6	42,611	40,506	42,352	42,615	44,491	45,492	39,347	38,911	43,337	39,465	37,686	38,128
9	41,150	44,136	40,457	42,097	44,297	43,947	39,475	39,795	40,756	37,763	37,483	37,489
12	41,582	41,567	42,949	45,447	44,512	45,745	40,014	41,432	44,697	37,742	38,091	38,198
						Plava (%)						
0	14,953	14,953	14,953	13,304	13,304	13,304	20,585	20,585	20,585	15,216	15,216	15,216
3	15,152	14,970	14,239	14,793	12,122	12,707	21,082	21,843	32,510	15,894	14,008	14,484
6	16,942	14,449	16,150	17,327	12,602	12,920	23,412	21,604	15,005	15,281	12,616	13,569
9	14,486	16,645	16,990	15,514	15,249	14,050	21,280	24,091	20,031	15,709	14,705	14,004
12	15,464	14,591	16,454	14,553	13,612	13,305	20,722	18,724	13,618	17,279	12,730	13,804

Tablica 13 Rezultati višestruke regresije s odabranim izrazito značajnim (P<0,001) glavnim učincima i interakcijama za sve parametre boje u vinu pri 20 °C

Pojam	Koeficijent	Standardna greška koeficijenta	P-Vrijednost
BOJA VINA			
		Intenzitet boje	
Konstanta	7,5611	0,0666	0,000
Staklo *vs* drugi	**0,599**	**0,142**	**0,000**
Cabernet sauvignon *vs* drugi	1,126	0,152	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	3,930	0,192	0,000
Vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**-1,345**	**0,164**	**0,000**
Merlot : višeslojna : vrijeme 12 mjeseci	**-2,704**	**0,526**	**0,000**
Pinot crni : staklo : vrijeme 12 mjeseci	**-2,523**	**0,533**	**0,000**
		Ton	
Konstanta	1,03595	0,00689	0,000
Cabernet sauvignon *vs* drugi	-0,0657	0,0158	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	-0,1713	0,0168	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	-0,3460	0,0197	0,000
Cabernet sauvignon *vs* drugi : vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**-0,1691**	**0,0394**	**0,000**
Merlot *vs* Pinot crni : vrijeme 0 mjeseci *vs* više	**-0,2675**	**0,0485**	**0,000**
Merlot : višeslojna : vrijeme 3 mjeseca	**-0,2227**	**0,0550**	**0,000**
		Žuta (%)	
Konstanta	41,332	0,138	0,000
Cabernet sauvignon *vs* drugi	1,765	0,317	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	5,319	0,337	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	3,377	0,394	0,000
Vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**1,494**	**0,343**	**0,000**
Cabernet sauvignon *vs* drugi : vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**3,721**	**0,791**	**0,000**
Merlot *vs* Pinot crni : vrijeme 0 mjeseci *vs* više	**5,721**	**0,972**	**0,000**
Merlot : višeslojna : vrijeme 12 mjeseci	**4,58**	**1,11**	**0,000**
		Crvena (%)	
Konstanta	42,488	0,246	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	-9,463	0,702	0,000
Merlot : višeslojna : vrijeme 3 mjeseca	**-9,24**	**1,94**	**0,000**
		Plava (%)	
Konstanta	16,049	0,229	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	-3,519	0,560	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	5,563	0,654	0,000
Merlot : višeslojna : vrijeme 3 mjeseca	**12,51**	**1,82**	**0,000**

4.2.3. Parametri boje tijekom skladištenja vina pri 25 °C

Tablica 14 Parametri boje u ispitivanim vinima tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 25 °C

Vrijeme (mjeseci)	Cabernet sauvignon			Frankovka			Merlot			Pinot crni		
	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna
						Intenzitet boje						
0	7,24	7,24	7,24	5,64	5,64	5,64	8,42	8,42	8,42	4,64	4,64	4,64
3	8,56	8,92	9,25	6,16	7,26	7,95	9,85	9,54	6,35	5,47	5,51	5,63
6	8,39	8,92	9,49	7,60	7,74	7,51	9,74	9,49	3,58	7,44	5,76	5,93
9	8,24	10,09	8,11	6,61	8,13	7,01	8,79	9,79	4,04	8,65	6,37	6,23
12	7,52	8,39	8,77	7,53	7,39	7,38	9,19	8,59	3,17	6,46	6,06	5,51
						Ton						
0	0,845	0,845	0,845	0,926	0,926	0,926	0,826	0,826	0,826	1,386	1,386	1,386
3	1,036	1,085	1,096	0,957	0,972	0,931	1,068	1,014	0,861	1,362	1,313	1,295
6	0,991	1,025	1,070	1,099	1,116	1,070	1,009	0,989	1,079	1,437	1,381	1,353
9	0,948	1,207	0,911	1,123	1,198	0,999	1,046	1,033	1,259	1,131	1,356	1,260
12	1,246	1,026	1,080	1,110	1,179	1,133	1,006	1,025	1,487	1,376	1,420	1,459
						Žuta (%)						
0	38,963	38,963	38,963	41,680	41,680	41,680	35,933	35,933	35,933	49,256	49,256	49,256
3	43,554	44,180	44,334	42,864	43,089	40,614	41,303	38,792	36,704	49,552	48,829	48,295
6	41,852	43,022	44,237	46,245	46,570	45,249	40,606	40,116	43,945	52,694	50,902	49,975
9	40,592	47,260	39,534	47,101	48,050	43,220	41,565	42,794	45,583	40,335	50,267	47,936
12	49,774	43,536	44,823	46,269	47,962	46,429	41,460	43,238	49,321	51,797	51,734	51,843
						Crvena (%)						
0	46,084	46,084	46,084	45,016	45,016	45,016	43,482	43,482	43,482	35,528	35,528	35,528
3	42,036	40,704	40,441	44,812	44,328	43,631	38,665	38,268	42,628	36,387	37,194	37,287
6	42,234	41,957	41,351	42,089	41,726	42,281	40,257	40,569	40,737	36,679	36,849	36,950
9	42,838	39,166	43,417	41,938	40,116	43,249	39,722	41,446	36,204	35,676	37,060	38,040
12	39,960	42,452	41,505	41,676	40,677	40,981	41,232	42,167	33,175	37,639	36,443	35,537
						Plava (%)						
0	14,953	14,953	14,953	13,304	13,304	13,304	20,585	20,585	20,585	15,216	15,216	15,216
3	14,409	15,115	15,225	12,323	12,583	15,755	20,032	22,94	20,668	14,061	13,977	14,418
6	15,914	15,021	14,412	11,666	11,704	12,470	19,137	19,315	15,318	10,627	12,248	13,076
9	16,570	13,574	17,049	10,961	11,834	13,531	18,712	15,759	18,213	23,988	12,673	14,024
12	10,266	14,012	13,672	12,055	11,361	12,590	17,309	14,595	17,504	10,564	11,823	12,620

Tablica 15 Rezultati višestruke regresije s odabranim izrazito značajnim (P<0,001) glavnim učincima i interakcijama za sve parametre boje u vinu pri 25 °C

Pojam	Koeficijent	Standardna greška koeficijenta	P-Vrijednost
BOJA VINA			
		Intenzitet boje	
Konstanta	7,624	0,160	0,000
Cabernet sauvignon *vs* drugi	1,502	0,322	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	3,082	0,484	0,000
Vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**-1,424**	**0,362**	**0,000**
Merlot *vs* Pinot crni : višeslojna	**-3,558**	**0,838**	**0,000**
Višeslojna : vrijeme	**-0,1629**	**0,0387**	**0,000**
		Ton	
Konstanta	1,1018	0,0121	0,000
Vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**-0,1326**	**0,0300**	**0,000**
Merlot *vs* Pinot crni	-0,3610	0,0345	0,000
Cabernet sauvignon *vs* drugi	-0,1130	0,0277	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	-0,1286	0,0295	0,000
Merlot : višeslojna : vrijeme 12 mjeseci	**0,4681**	**0,0962**	**0,000**
		Žuta (%)	
Konstanta	40,657	0,181	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	4,260	0,515	0,000
Cabernet sauvignon *vs* drugi	2,352	0,415	0,000
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	4,152	0,441	0,000
Vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**2,338**	**0,448**	**0,000**
Merlot *vs* Pinot crni : vrijeme 0 mjeseci *vs* više	**4,62**	**1,27**	**0,001**
Merlot : višeslojna : vrijeme 12 mjeseci	**-6,71**	**1,44**	**0,000**
		Crvena (%)	
Konstanta	41,899	0,470	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	-12,03	1,05	0,000
Vrijeme	**0,3420**	**0,0703**	**0,000**
Merlot : vrijeme	**0,456**	**0,115**	**0,000**
Pinot crni : staklo : vrijeme 9 mjeseci	**-10,66**	**2,17**	**0,000**
		Plava (%)	
Konstanta	16,201	0,307	0,000
Merlot *vs* Pinot crni	5,535	0,510	0,000
Vrijeme	**-0,2326**	**0,0419**	**0,000**
Frankovka *vs* Merlot i Pinot crni	-3,400	0,436	0,000
Pinot crni : staklo : vrijeme 9 mjeseci	**11,51**	**1,42**	**0,000**

4.3. UKUPNI POLIFENOLI, FLAVONOIDI I ANTOCIJANI U VINU SKLADIŠTENOM PRI RAZLIČITIM TEMPERATURAMA I U RAZLIČITIM AMBALAŽNIM MATERIJALIMA

4.3.1. Ukupni polifenoli, flavonoidi i antocijani u vinu skladištenom pri 15 °C

Tablica 16 Koncentracija ukupnih polifenola, ukupnih flavonoida i ukupnih antocijana ispitivanih vina skladištenih u različitim ambalažnim materijalima (staklo, PET, višeslojna) na početku mjerenja i tijekom 12 mjeseci pri 15 °C

Mjeseci	Cabernet sauvignon			Frankovka			Merlot			Pinot crni		
	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna
						Ukupni polifenoli (mg GAE/L)[a]						
0	2848,51±6,20	2848,51±6,20	2848,51±6,20	3331,74±24,44	3331,74±24,44	3331,74±24,44	3819,54±41,60	3819,54±41,60	3819,54±41,60	3705,03±43,69	3705,03±43,69	3705,03±43,69
3	3615,26±66,79	2489,42±59,65	3092,65±38,19	3841,99±77,75	3194,79±213,42	3181,96±171,10	4389,34±82,53	2951,11±5,20	3972,99±35,06	3865,35±71,22	3133,87±34,33	3949,63±58,70
6	3171,89±24,85	2361,63±83,46	2968,52±71,73	3762,75±27,07	2958,44±23,09	3138,45±50,85	4294,53±58,75	2897,52±111,30	3584,57±74,89	3714,66±48,91	3070,66±80,70	3711,91±65,89
9	3114,17±42,11	2308,04±100,04	2914,47±77,13	3712,37±32,00	2644,23±42,33	3131,58±22,34	3914,36±69,26	2867,29±143,36	3527,32±61,61	3410,52±57,42	3057,38±54,35	3647,78±24,97
12	3092,19±143,99	2292,46±39,32	2707,44±35,33	3431,13±37,64	2553,54±82,99	3029,90±61,47	3341,82±99,09	2639,19±39,50	3228,22±23,44	3347,77±48,80	2960,73±13,20	3235,10±34,68
						Ukupni flavonoidi (mg CE/L)[b]						
0	958,92±13,17	958,92±13,17	958,92±13,17	812,19±23,20	812,19±23,20	812,19±23,20	682,69±15,36	682,69±15,36	682,69±15,36	1434,58±42,64	1434,58±42,64	1434,58±42,64
3	834,49±13,39	810,92±7,99	789,89±21,99	739,71±11,69	659,12±8,41	644,68±10,27	572,71±13,32	562,32±15,10	518,48±21,69	1239,70±31,18	1320,04±31,34	1172,55±19,19
6	949,79±23,64	971,33±17,93	882,13±22,13	794,20±34,63	783,55±16,56	713,61±40,42	669,77±23,37	676,61±26,34	589,94±15,62	1412,28±12,77	1603,10±32,98	1393,27±33,92
9	1026,07±7,99	1030,89±15,40	909,75±12,66	875,54±31,00	836,52±34,90	756,44±21,29	748,07±23,51	707,02±31,91	612,50±45,44	1556,47±16,50	1620,84±22,06	1445,22±13,04
12	1006,56±20,06	1094,49±7,99	967,53±23,36	944,22±25,32	954,35±26,15	816,50±40,73	793,44±18,14	780,00±25,64	659,38±4,75	1554,45±13,94	1739,95±23,73	1494,89±7,33
						Ukupni antocijani (mg CGE/L)[c]						
0	227,66±0,09	227,66±0,09	227,66±0,09	177,56±0,03	177,56±0,03	177,56±0,03	157,80±0,04	157,80±0,04	157,80±0,04	72,92±0,02	72,92±0,02	72,92±0,02
3	215,78±0,10	219,53±0,12	215,97±0,11	160,47±0,02	160,48±0,04	146,67±0,05	154,75±0,08	158,92±0,04	151,68±0,04	66,49±0,03	67,07±0,06	70,41±0,05
6	200,11±0,10	204,28±0,09	203,45±0,09	150,57±0,02	143,05±0,05	136,65±0,05	143,33±0,07	141,94±0,07	137,49±0,09	60,39±0,03	65,13±0,02	61,51±0,01
9	174,50±0,08	171,16±0,08	167,55±0,07	132,20±0,03	118,56±0,04	107,15±0,06	148,06±0,13	145,56±0,06	128,86±0,04	53,44±0,07	56,22±0,03	57,61±0,05
12	148,62±0,15	134,70±0,14	130,53±0,13	118,28±0,05	91,57±0,08	97,13±0,05	141,11±0,06	132,20±0,08	112,16±0,08	48,43±0,04	45,92±0,07	48,71±0,04

Rezultati predstavljaju srednje vrijednosti ± standardno odstupanje triju neovisnih mjerenja.
[a] određeni Folin-Ciocalteuovom metodom, izraženi u mg ekvivalenta galne kiseline po L vina (mg GAE/L)
[b] određeni spektroskopskom metodom, izraženi u mg ekvivalenta (+)-katehina po L vina (mg CE/L)
[c] određeni pH diferencijalnom metodom, izraženi u mg cijanidin-3-glukozida po L vina

4.3.2. Ukupni polifenoli, flavonoidi i antocijani u vinu skladištenom pri 20 °C

Tablica 17 Koncentracija ukupnih polifenola, ukupnih flavonoida i ukupnih antocijana ispitivanih vina skladištenih u u različitim ambalažnim materijalima (staklo, PET, višeslojna) na početku mjerenja i tijekom 12 mjeseci pri 20 °C

Mjeseci	Cabernet sauvignon			Frankovka			Merlot			Pinot crni		
	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna
						Ukupni polifenoli (mg GAE/L)[a]						
0	2848,51±6,20	2848,51±6,20	2848,51±6,20	3331,74±24,44	3331,74±24,44	3331,74±24,44	3819,54±41,60	3819,54±41,60	3819,54±41,60	3705,03±43,69	3705,03±43,69	3705,03±43,69
3	3495,26±79,76	2411,09±69,16	2993,25±38,77	3638,62±63,21	3069,29±95,52	3042,26±75,79	4280,79±70,21	2881,49±77,75	3819,09±40,48	3860,31±53,64	3006,08±55,07	3778,78±52,08
6	3089,90±17,40	2305,75±41,98	2850,81±101,28	3634,96±49,03	2883,33±70,86	3030,35±68,03	4260,63±33,89	2858,59±40,13	3421,06±71,09	3706,41±48,62	3045,01±78,29	3578,16±38,51
9	3023,48±69,65	2283,30±53,60	2796,76±104,80	3613,89±41,28	2539,80±58,41	3024,86±29,76	3822,29±63,21	2797,67±59,27	3452,66±76,16	3351,44±45,75	3020,28±67,41	3566,71±51,60
12	2962,11±26,30	2182,99±67,04	2603,93±69,53	3338,15±31,06	2519,65±40,26	2969,89±23,44	3274,03±52,94	2615,38±17,22	3174,18±44,43	3188,38±32,72	2878,75±71,15	3198,91±43,66
						Ukupni flavonoidi (mg CE/L)[b]						
0	958,92±13,17	958,92±13,17	958,92±13,17	812,19±23,20	812,19±23,20	812,19±23,20	682,69±15,36	682,69±15,36	682,69±15,36	1434,58±42,64	1434,58±42,64	1434,58±42,64
3	819,03±18,50	815,74±8,41	782,54±19,41	731,85±12,20	666,73±12,59	645,44±8,37	572,71±13,96	562,32±21,13	502,26±6,86	1226,52±37,16	1331,44±16,98	1157,85±4,32
6	945,74±15,61	959,93±9,17	914,57±13,35	807,37±10,65	774,94±12,07	759,73±15,80	676,10±25,75	696,88±23,95	595,52±14,66	1414,56±9,17	1596,51±41,76	1455,61±38,27
9	1017,96±21,99	1052,43±21,73	922,17±28,55	873,01±26,15	853,75±1,82	806,11±16,36	743,51±21,95	701,70±24,73	679,90±12,92	1556,98±26,45	1639,59±4,89	1457,39±38,74
12	1016,70±17,54	1101,84±12,07	976,15±19,74	940,92±17,17	958,16±34,60	822,32±28,06	792,67±15,31	782,28±27,79	685,48±26,88	1559,01±14,05	1738,93±12,07	1509,08±14,03
						Ukupni antocijani (mg CGE/L)[c]						
0	227,66±0,09	227,66±0,09	227,66±0,09	177,56±0,03	177,56±0,03	177,56±0,03	157,80±0,04	157,80±0,04	157,80±0,04	72,92±0,02	72,92±0,02	72,92±0,02
3	208,54±0,08	217,03±0,12	211,80±0,10	143,21±0,02	158,53±0,04	138,32±0,04	152,52±0,08	155,86±0,04	150,85±0,03	61,23±0,02	63,18±0,02	62,90±0,02
6	193,71±0,09	199,00±0,09	195,38±0,07	146,12±0,03	137,49±0,06	128,86±0,07	138,60±0,06	140,27±0,06	128,02±0,06	55,94±0,03	57,05±0,06	50,93±0,01
9	167,27±0,07	168,94±0,09	161,42±0,04	124,69±0,07	111,88±0,05	101,86±0,07	141,11±0,10	141,94±0,05	127,47±0,07	48,43±0,06	46,20±0,05	54,27±0,02
12	136,37±0,10	128,86±0,10	116,06±0,12	110,49±0,07	82,66±0,08	90,73±0,05	128,02±0,06	116,89±0,05	96,58±0,05	40,63±0,07	39,80±0,02	39,80±0,07

Rezultati predstavljaju srednje vrijednosti ± standardno odstupanje triju neovisnih mjerenja.
[a] određeni Folin-Ciocalteuovom metodom, izraženi u mg ekvivalenta galne kiseline po L vina (mg GAE/L)
[b] određeni spektroskopskom metodom, izraženi u mg ekvivalenta (+)-katehina po L vina (mg CE/L)
[c] određeni pH diferencijalnom metodom, izraženi u mg cijanidin-3-glukozida po L vina

4.3.3. Ukupni polifenoli, flavonoidi i antocijani u vinu skladištenom pri 25 °C

Tablica 18 Koncentracija ukupnih polifenola, ukupnih flavonoida i ukupnih antocijana ispitivanih vina skladištenih u različitim ambalažnim materijalima (staklo, PET, višeslojna) na početku mjerenja i tijekom 12 mjeseci pri 25 °C

Mjeseci	Cabernet sauvignon			Frankovka			Merlot			Pinot crni		
	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna
						Ukupni polifenoli (mg GAE/L)[a]						
0	2848,51±6,20	2848,51±6,20	2848,51±6,20	3331,74±24,44	3331,74±24,44	3331,74±24,44	3819,54±41,60	3819,54±41,60	3819,54±41,60	3705,03±43,69	3705,03±43,69	3705,03±43,69
3	2703,78±41,46	2848,38±51,71	2640,57±75,29	3405,94±47,09	2970,81±16,39	2877,83±78,08	3943,67±44,74	3262,12±41,60	3206,70±32,53	3749,01±51,54	3413,27±75,82	3299,68±74,81
6	2700,11±43,24	2357,96±76,97	2526,52±72,19	3243,34±58,51	2944,70±40,63	2723,01±40,05	3492,97±32,79	2956,15±69,65	3050,05±38,97	3560,30±29,55	3327,62±33,16	3183,34±45,68
9	2666,22±58,99	2197,65±100,30	2258,57±68,16	3022,11±67,37	2618,58±73,52	2527,89±47,84	3184,71±38,68	2725,76±41,60	2792,18±71,80	3297,39±69,83	3054,17±42,45	2878,75±86,32
12	2506,82±54,90	2121,16±36,67	2155,51±31,61	2818,74±40,55	2427,12±31,06	2279,18±81,08	3021,19±68,78	2564,53±43,04	2746,83±68,82	3055,55±33,27	2859,97±28,19	2808,21±60,98
						Ukupni flavonoidi (mg CE/L)[b]						
0	958,92±13,17	958,92±13,17	958,92±13,17	812,19±23,20	812,19±23,20	812,19±23,20	682,69±15,36	682,69±15,36	682,69±15,36	1434,58±42,64	1434,58±42,64	1434,58±42,64
3	902,40±20,60	826,38±21,05	902,15±20,64	841,84±24,89	739,96±8,47	831,95±37,68	703,98±13,28	662,42±54,07	725,27±30,61	1308,12±46,84	1340,31±4,32	1304,83±59,26
6	928,51±7,60	924,71±11,40	942,44±8,41	857,55±22,99	806,87±17,49	845,64±43,56	704,49±30,19	687,00±25,51	731,35±8,37	1392,01±9,92	1408,73±38,50	1341,32±12,70
9	954,10±8,34	970,07±19,31	968,80±20,50	862,36±18,10	858,31±11,28	846,65±33,52	708,79±18,67	714,37±28,02	735,40±31,42	1446,74±47,66	1424,70±6,15	1448,01±23,46
12	978,68±21,45	1009,85±21,99	1002,50±40,30	863,63±25,86	880,61±21,00	874,02±22,04	716,14±13,52	735,91±10,12	753,40±22,56	1449,28±29,69	1446,24±38,71	1451,05±16,82
						Ukupni antocijani (mg CGE/L)[c]						
0	227,66±0,09	227,66±0,09	227,66±0,09	177,56±0,03	177,56±0,03	177,56±0,03	157,80±0,04	157,80±0,04	157,80±0,04	72,92±0,02	72,92±0,02	72,92±0,02
3	201,22±0,07	207,56±0,11	197,60±0,09	138,48±0,01	151,57±0,04	131,64±0,03	140,83±0,07	146,95±0,04	139,44±0,01	50,93±0,01	50,65±0,06	51,49±0,01
6	184,52±0,07	187,03±0,10	184,80±0,08	137,49±0,04	127,75±0,06	129,14±0,05	131,92±0,06	129,14±0,05	127,75±0,07	45,09±0,03	46,20±0,03	45,09±0,02
9	165,04±0,07	164,48±0,08	154,74±0,05	121,35±0,07	109,10±0,05	97,22±0,08	137,21±0,09	139,71±0,05	121,35±0,07	44,53±0,05	44,81±0,04	47,04±0,02
12	129,97±0,10	125,24±0,10	110,21±0,09	104,65±0,06	80,99±0,08	71,25±0,05	122,18±0,05	110,21±0,08	90,45±0,06	39,24±0,07	35,35±0,03	35,62±0,09

Rezultati predstavljaju srednje vrijednosti ± standardno odstupanje triju neovisnih mjerenja.
[a] određeni Folin-Ciocalteuovom metodom, izraženi u mg ekvivalenta galne kiseline po L vina (mg GAE/L)
[b] određeni spektroskopskom metodom, izraženi u mg ekvivalenta (+)-katehina po L vina (mg CE/L)
[c] određeni pH diferencijalnom metodom, izraženi u mg cijanidin-3-glukozida po L vina

4.4. POJEDINAČNI POLIFENOLI I ANTOCIJANINI U VINU SKLADIŠTENOM PRI RAZLIČITIM TEMPERATURAMA I U RAZLIČITIM AMBALAŽNIM MATERIJALIMA

Tablica 19 Koncentracije pojedinačnih polifenola u ispitivanim vinima pakiranim u različitu ambalažu (staklo, PET, višeslojna) tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 15 °C

Mjeseci	Cabernet sauvignon			Frankovka			Merlot			Pinot crni		
	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET
						galna kiselina						
0	71,69±0,35 ^{c}	71,69±0,35 ^{c}	71,69±0,35 ^{d}	55,58±2,16 ^{b}	55,58±2,16 ^{c}	55,58±2,16 ^{c}	89,93±0,57 ^{b}	89,93±0,57 ^{a}	89,93±0,57 ^{d}	81,60±4,47 ^{b}	81,60±4,47 ^{c}	81,60±4,47 ^{d}
3	136,70±1,32 ^{a}	91,73±10,88 ^{b,c}	136,65±1,61 ^{a}	112,39±0,19 ^{a}	89,54±7,78 ^{b}	108,17±2,10 ^{a}	179,87±1,73 ^{a}	166,01±4,28 ^{a}	177,25±1,30 ^{a}	158,75±0,92 ^{a,b}	160,35±2,80 ^{a}	160,99±3,69 ^{a}
6	133,30±19,64 ^{a,b}	122,07±4,68 ^{a}	125,73±2,03 ^{a}	115,66±9,24 ^{a}	105,17±4,18 ^{a}	105,63±2,76 ^{a}	172,11±23,25 ^{a}	155,91±9,29 ^{a}	158,88±1,86 ^{b}	225,45±77,46 ^{a}	142,65±10,92 ^{a}	144,60±4,47 ^{b}
9	96,80±4,41 ^{b,c}	103,78±10,10 ^{a,b}	94,18±5,03 ^{c}	67,17±0,32 ^{b}	80,59±3,55 ^{b}	70,45±2,51 ^{b}	101,20±0,06 ^{b}	123,82±2,10 ^{a}	111,55±0,04 ^{c}	90,86±1,49 ^{a,b}	112,70±1,83 ^{b}	96,60±0,20 ^{c}
12	90,72±6,45 ^{c}	109,61±2,02 ^{a,b}	109,73±2,77 ^{b}	68,84±1,59 ^{b}	93,06±1,15 ^{b}	79,40±2,90 ^{b}	79,41±1,89 ^{b}	161,97±53,02 ^{a}	108,82±3,55 ^{c}	75,86±2,98 ^{b}	114,72±0,59 ^{b}	108,28±1,41 ^{c}
						(+)-katehin						
0	94,94±7,89 ^{b}	94,94±7,89 ^{a}	94,94±7,89 ^{c}	98,43±4,29 ^{b}	98,43±4,29 ^{b,c}	98,43±4,29 ^{c}	87,42±0,45 ^{a}	87,42±0,45 ^{a}	87,42±0,45 ^{c}	190,32±0,05 ^{b}	190,32±0,05 ^{c}	190,32±0,05 ^{d}
3	181,31±6,24 ^{a}	132,84±51,29 ^{a}	204,19±0,07 ^{a}	258,72±7,15 ^{a}	212,13±8,37 ^{a}	273,33±5,29 ^{a}	53,49±4,71 ^{b}	138,79±5,73 ^{a}	183,01±1,46 ^{a}	299,28±0,91 ^{b}	395,80±8,15 ^{a}	318,32±17,33 ^{b}
6	191,45±34,44 ^{a}	178,44±5,50 ^{a}	169,23±2,55 ^{b}	284,02±24,71 ^{a}	207,90±12,30 ^{a}	255,60±4,51 ^{a,b}	23,95±3,22 ^{c}	103,67±2,21 ^{a}	140,30±3,89 ^{b}	558,40±104,86 ^{a}	392,49±14,59 ^{a}	398,64±13,77 ^{a}
9	87,13±1,09 ^{b}	150,62±23,76 ^{a}	95,75±11,24 ^{c}	90,72±0,66 ^{b}	71,37±3,09 ^{c}	97,04±3,86 ^{c}	8,47±0,09 ^{d}	59,05±5,98 ^{a}	62,26±0,52 ^{d}	215,66±3,23 ^{b}	252,91±8,25 ^{b}	236,48±13,52 ^{c,d}
12	211,49±19,79 ^{a}	107,90±1,69 ^{a}	102,00±0,37 ^{c}	129,82±3,75 ^{b}	116,95±2,96 ^{b}	177,49±51,37 ^{b,c}	23,07±5,16 ^{c}	166,73±126,78 ^{a}	81,77±0,16 ^{c}	252,36±27,50 ^{b}	206,09±0,48 ^{c}	275,21±2,86 ^{b,c}
						(-)-epikatehin						
0	105,11±31,71 ^{b}	105,11±31,71 ^{a}	105,11±31,71 ^{b}	322,98±3,18 ^{b}	322,98±3,18 ^{b}	322,98±3,18 ^{b,c}	146,77±2,06 ^{a}	146,77±2,06 ^{b}	146,77±2,06 ^{b}	644,28±2,67 ^{b}	644,28±2,67 ^{c}	644,28±2,67 ^{c}
3	236,68±3,12 ^{a}	145,71±70,90 ^{a}	236,65±2,83 ^{a}	523,04±2,08 ^{a}	464,22±28,59 ^{a}	515,42±6,15 ^{a}	86,08±2,02 ^{b}	196,12±6,23 ^{a}	179,29±1,74 ^{a}	986,28±4,23 ^{a}	970,41±16,80 ^{a}	1070,32±9,77 ^{a}
6	215,09±22,53 ^{a}	216,66±12,60 ^{a}	200,23±10,71 ^{a}	483,04±61,80 ^{a}	337,48±19,08 ^{b}	409,07±11,32 ^{a,b}	21,85±9,17 ^{c}	22,59±5,52 ^{c}	20,57±5,88 ^{d}	947,89±140,96 ^{a}	825,55±44,61 ^{b}	834,59±29,91 ^{b}
9	93,59±4,91 ^{b}	166,28±30,68 ^{a}	100,91±7,66 ^{b}	246,32±0,36 ^{b}	210,57±7,50 ^{c}	253,11±5,76 ^{c,d}	21,85±0,02 ^{c}	16,08±0,28 ^{c}	37,81±1,56 ^{c}	482,85±7,66 ^{b,c}	532,40±12,94 ^{d}	511,66±12,62 ^{d}
12	100,70±9,61 ^{b}	125,82±9,07 ^{a}	129,41±0,55 ^{b}	212,73±3,60 ^{b}	217,18±15,80 ^{c}	184,42±59,19 ^{d}	9,17±0,38 ^{c}	21,64±12,34 ^{c}	23,49±1,64 ^{d}	381,01±10,79 ^{c}	473,93±1,92 ^{d}	497,30±7,49 ^{d}
						resveratrol						
0	0,92±0,01 ^{b}	0,92±0,01 ^{b}	0,92±0,01 ^{a}	2,47±0,04 ^{a}	2,47±0,04 ^{b}	2,47±0,04 ^{a}	5,86±0,09 ^{a}	5,86±0,09 ^{a}	5,86±0,09 ^{a}	3,16±0,17 ^{b}	3,16±0,17 ^{b}	3,16±0,17 ^{b}
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	1,25±0,46 ^{a}	2,21±0,06 ^{a,b}	2,05±0,11 ^{c}	3,90±2,32 ^{a}	1,83±0,75 ^{b}	2,48±0,25 ^{b}	2,95±0,03 ^{c}	9,36±1,39 ^{a}	10,69±0,68 ^{a}	10,42±0,19 ^{a}
9	2,13±0,02 ^{a}	-	1,67±0,25 ^{a}	1,08±0,02 ^{b}	3,48±0,13 ^{a}	1,10±0,06 ^{a}	2,63±0,01 ^{b}	3,64±0,03 ^{b}	3,36±0,04 ^{b,c}	2,78±0,02 ^{b}	3,47±0,06 ^{b}	2,79±0,02 ^{b}
12	-	-	1,12±0,03 ^{a}	1,67±0,66 ^{a,b}	1,7±0,08 ^{d}	1,81±0,49 ^{a}	2,61±0,32 ^{b}	3,03±0,97 ^{b}	3,75±0,18 ^{b}	3,00±0,12 ^{b}	3,44±0,04 ^{b}	2,83±0,05 ^{b}
						kaftarinska kiselina						
0	28,54±0,04 ^{b}	28,54±0,04 ^{b}	28,54±0,04 ^{c}	79,47±0,62 ^{b}	79,47±0,62 ^{c}	79,47±0,62 ^{b}	44,44±1,03 ^{b}	44,44±1,03 ^{b}	44,44±1,03 ^{c}	31,59±0,06 ^{b}	31,59±0,06 ^{c}	31,59±0,06 ^{c}
3	49,06±0,62	33,29±4,43 ^{a,b}	49,36±0,43 ^{a}	146,11±0,88 ^{a}	114,54±5,78 ^{a}	139,11±3,01 ^{a}	78,51±0,00 ^{a}	72,19±2,19 ^{a}	77,53±0,37 ^{a}	54,10±0,15	52,77±0,97 ^{a}	53,05±0,09 ^{a}
6	47,35±5,80	41,53±1,54 ^{a}	43,18±0,08 ^{b}	144,02±11,77 ^{a}	120,08±1,92 ^{a}	130,77±9,88 ^{a}	70,35±8,07 ^{a}	66,92±1,57 ^{a}	69,66±0,64 ^{b}	51,91±5,78	45,32±2,49 ^{b}	45,73±1,11 ^{b}
9	28,26±1,18 ^{b}	36,97±3,64 ^{a,b}	30,24±1,63 ^{c}	75,60±0,59 ^{b}	94,75±3,84 ^{b}	82,61±1,05 ^{b}	39,86±0,12 ^{b}	50,86±0,68 ^{b}	46,45±0,01 ^{c}	30,72±0,62 ^{b}	35,30±0,72 ^{c}	31,08±0,82 ^{c}
12	28,68±1,26 ^{b}	36,96±0,59 ^{a,b}	31,11±0,23 ^{c}	69,96±1,49 ^{b}	113,17±0,47 ^{a}	78,35±0,63 ^{b}	32,97±1,41 ^{b}	49,20±2,81 ^{b}	43,05±1,70 ^{c}	25,82±0,34 ^{b}	34,41±0,21 ^{c}	30,46±0,47 ^{c}
						kutarinska kiselina						
0	9,65±0,01 ^{b}	9,65±0,01 ^{b}	9,65±0,01 ^{a}	8,38±0,06 ^{b}	8,38±0,06 ^{c}	8,38±0,06 ^{a}	9,23±0,00 ^{b}	9,23±0,00 ^{b}	9,23±0,00 ^{c}	9,65±0,02 ^{b}	9,65±0,02 ^{c}	9,65±0,02 ^{c}
3	13,08±0,10 ^{a}	10,61±0,56 ^{b}	11,90±1,66 ^{a}	10,12±0,01 ^{a}	9,01±0,14 ^{b}	9,97±0,08 ^{a}	11,65±0,01 ^{a}	11,07±0,13 ^{a}	11,38±0,01 ^{a}	12,83±0,17 ^{a}	12,81±0,13 ^{a}	12,79±0,04 ^{a}
6	12,86±1,53 ^{a}	11,53±0,29 ^{a}	12,10±0,45 ^{a}	10,90±0,87 ^{a}	9,86±0,20 ^{a}	10,11±0,20 ^{a}	11,67±1,30 ^{a}	10,69±0,04 ^{a,b}	10,72±0,09 ^{b}	12,78±1,30 ^{a}	11,28±0,64 ^{b}	11,29±0,18 ^{b}
9	9,38±0,08 ^{b}	11,10±0,19 ^{a}	9,78±0,30 ^{a}	8,15±0,01 ^{b}	8,79±0,17 ^{b,c}	8,36±0,05 ^{a}	8,99±0,03 ^{b}	9,41±0,08 ^{a,b}	8,94±0,02 ^{d}	9,53±0,05 ^{b}	9,92±0,03 ^{c}	9,45±0,01 ^{c,d}
12	9,57±0,00 ^{b}	10,99±0,14 ^{a}	10,06±0,11 ^{a}	7,93±0,20 ^{b}	9,25±0,00 ^{b}	10,03±2,45 ^{a}	8,13±0,22 ^{b}	9,75±1,00 ^{a,b}	8,59±0,09 ^{e}	8,56±0,06 ^{b}	9,69±0,03 ^{c}	9,27±0,04 ^{d}
						(-) kutarinska kiselina						
0	11,57±0,01 ^{b}	11,57±0,01 ^{a}	11,57±0,01 ^{d}	18,73±0,32 ^{d}	18,73±0,32 ^{c}	18,73±0,32 ^{c}	16,67±0,02 ^{b}	16,67±0,02 ^{c}	16,67±0,02 ^{b}	11,98±0,00 ^{b}	11,98±0,00 ^{c}	11,98±0,00 ^{c}
3	14,09±0,02 ^{a,b}	14,01±1,03 ^{a}	16,63±0,09 ^{a}	24,54±0,05 ^{b}	20,71±0,51 ^{b}	23,56±0,33 ^{a,b}	23,76±0,01 ^{a}	21,19±1,83 ^{a,b}	23,15±0,02 ^{a}	14,98±0,07 ^{a}	16,58±0,12 ^{a}	14,62±0,06 ^{b}
6	16,46±1,26 ^{a}	15,12±0,21 ^{a}	15,61±0,05 ^{b}	26,82±0,36 ^{a}	23,93±0,19 ^{a}	25,49±1,47 ^{a}	21,52±1,94 ^{a}	21,69±0,05 ^{a}	22,61±0,24 ^{a}	16,25±0,99 ^{a}	14,87±0,52 ^{b}	15,06±0,07 ^{a}
9	11,72±0,30 ^{b}	54,26±57,30 ^{a}	12,43±0,36 ^{c}	20,02±0,01 ^{c}	20,74±0,43 ^{b}	20,55±1,37 ^{b,c}	14,75±0,05 ^{b,c}	17,91±0,04 ^{b,c}	16,72±0,07 ^{b}	11,98±0,05 ^{b}	12,88±0,09 ^{c}	12,01±0,03 ^{c}
12	11,53±0,73 ^{b}	13,80±0,09 ^{a}	12,73±0,11 ^{c}	17,58±0,37 ^{e}	22,77±0,14 ^{a}	19,36±0,75 ^{c}	13,15±0,28 ^{c}	17,97±0,74 ^{b,c}	15,79±0,38 ^{c}	10,93±0,01 ^{b}	12,68±0,01 ^{c}	12,01±0,02 ^{c}
						kafeinska kiselina						
0	8,79±0,02 ^{b}	8,79±0,02 ^{b}	8,79±0,02 ^{c}	7,05±0,02 ^{c}	7,05±0,02 ^{c}	7,05±0,02 ^{b}	8,61±0,00 ^{a}	8,61±0,00 ^{a}	8,61±0,00 ^{a}	-	-	-
3	7,17±0,13 ^{b}	7,98±1,69 ^{b}	- ^{d}	9,70±0,30 ^{b}	6,95±0,13 ^{c}	8,60±1,93 ^{b}	8,43±0,11 ^{a}	6,93±1,51 ^{a}	8,40±0,37 ^{a}	-	-	-

6	13,85±1,94 [a]	12,22±,38 [a]	12,93±0,40 [a]	12,21±0,44 [a]	11,61±0,24 [a]	11,76±0,11 [a]	6,00±0,06 [b]	6,44±0,09 [a]	6,49±0,03 [b]	-	-	-
9	10,23±0,23 [b]	11,27±0,69 [a,b]	10,64±0,35 [b]	9,60±0,01 [b]	10,48±0,13 [b]	9,77±0,08 [b]	6,20±0,00 [b]	6,26±0,00 [a]	6,62±0,00 [b]	-	-	-
12	10,12±0,28 [b]	12,19±0,05 [a]	10,78±0,11 [b]	9,08±0,13 [b]	10,94±0,04 [b]	- [b]	6,81±1,09 [a,b]	6,41±0,18 [a]	6,47±0,05 [b]	-	-	-
						malvidin-3-glukozid						
0	87,49±0,30 [a]	87,49±0,30 [a]	87,49±0,30 [b]	113,52±0,20 [b]	113,52±0,20 [b]	113,52±0,20 [b]	36,66±0,07 [a]	36,66±0,07 [a]	36,66±0,07 [a]	34,37±0,06 [a]	34,37±0,06 [a]	34,37±0,06 [a]
3	88,90±1,43 [a]	76,40±16,90 [a]	96,41±1,01 [a]	147,61±0,02 [a]	138,68±6,09 [a]	152,87±2,23 [a]	-	24,63±0,36 [b]	21,25±0,01 [b]	16,55±0,10 [b]	14,66±0,28 [c]	36,11±0,10 [a]
6	54,16±5,09 [b]	54,43±43,02 [a]	49,59±1,34 [c]	127,73±10,33 [b]	32,50±0,59 [c]	107,48±4,27 [b]	-	2,03±0,13 [c]	2,21±0,17 [c]	16,54±1,96 [b]	20,22±0,36 [b]	19,11±1,51 [b]
9	25,56±0,59 [c]	69,92±9,87 [a]	16,92±1,76 [e]	65,00±0,27 [c]	15,79±0,57 [d]	62,94±1,35 [c]	-	1,50±0,00 [c]	1,49±0,01 [d]	-	-	-
12	20,67±2,17 [c]	18,74±1,15 [a]	25,61±0,67 [d]	49,91±2,60 [c]	-	44,69±4,56 [d]	2,04±0,00 [b]	4,05±3,09 [c]	1,64±0,04 [d]	-	-	-

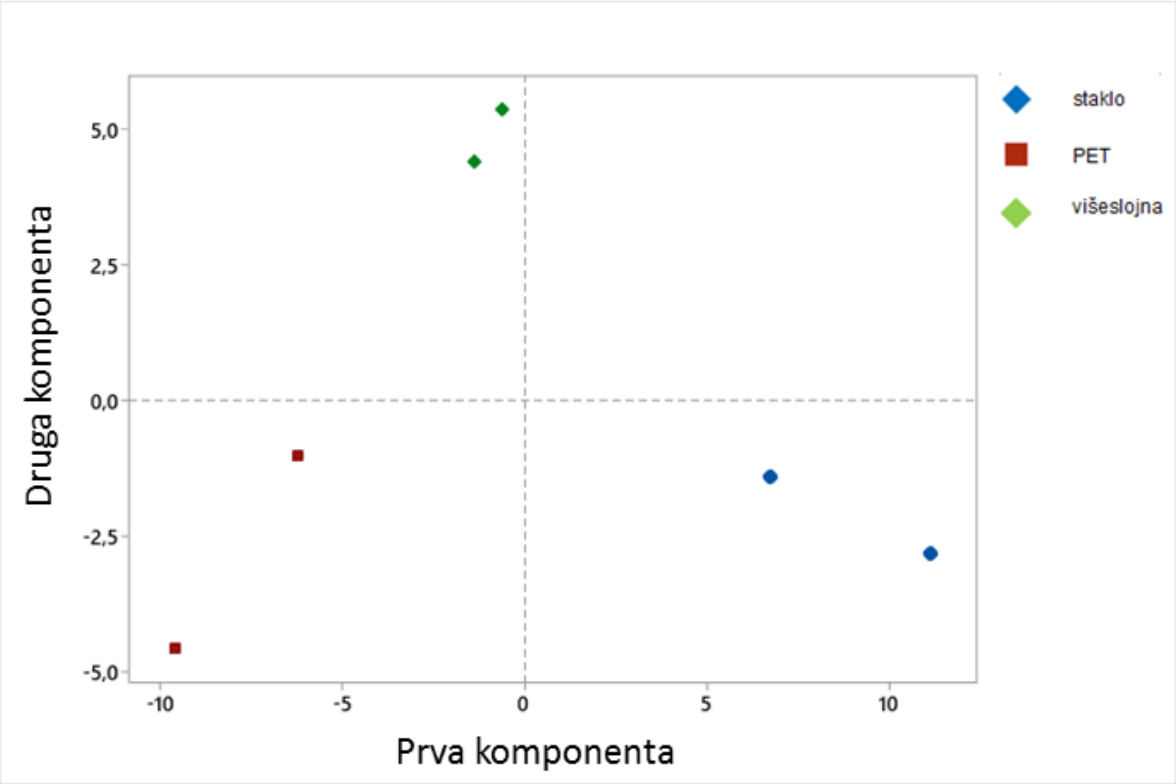
Rezultati predstavljaju srednje vrijednosti ± standardno odstupanje (SD) dva neovisna mjerenja. Različita slova u stupcu predstavljaju statistički značajnu razliku dobivenu post hoc Tukey testom

- nije identificirano

Tablica 20 Razlike u koncentraciji pojedinačnih polifenolnih spojeva s obzirom na pakiranje u različitu ambalažu (staklo, PET, višeslojna) tijekom godinu dana skladištenja pri 15 °C. Razlike su istražene post-hoc Tukey testom, a prikazane u stupcu s obzirom na ambalažni materijal

Ambalaža	Cabernet sauvignon				Frankovka				Merlot				Pinot crni			
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
galna kiselina																
Višeslojna	a	a	a	b	a	a	b	c	a	a	c	a	a	a	c	b
Staklo	a	a	a	a	a,b	a	a,b	b	a,b	a	b	a	a	a	b	a
PET	b	a	a	a	b	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a
(+)-katehin																
Višeslojna	a	a	b	a	a	a	a	a	c	c	b	a	b	a	a	a,b
Staklo	a	a	a,b	b	a	a,b	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a
PET	a	a	a	b	b	b	b	a	b	b	a	a	a	a	a	b
(-)-epikatehin																
Višeslojna	a	a	a	a	a	a	a	a	c	a	b	a	b	a	b	b
Staklo	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a,b	a
PET	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a	c	a	b	a	a	a
resveratrol																
Višeslojna	n.i.	n.i.	a	n.i.	n.i.	a	b	a	n.i.	a	c	a	n.i.	a	b	b
Staklo	n.i.	n.i.	a	n.i.	n.i.	a	b	a	n.i.	a	b	a	n.i.	a	b	b
PET	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	a	a	a	n.i.	a	a	a	n.i.	a	a	a
kaftarinska kiselina																
Višeslojna	a	a	a	b	a	a	b	c	a	a	c	b	a	a	b	c
Staklo	a	a	a	b	a	a	b	b	a,b	a	b	a	a	a	b	b
PET	b	a	a	a	b	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a
kutarinska kiselina																
Višeslojna	a	a	b	c	a	a	b	a	a	a	b	a	a	a	b	c
Staklo	a	a	b	b	a	a	b	a	a,b	a	b	a	a	a	b	b
PET	a	a	a	a	b	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a
(-) kutarinska kiselina																
Višeslojna	b	a	a	b	a	a	a	b	a	a	c	c	c	a	b	c
Staklo	a	a	a	a,b	a	a	a	b	a	a	b	b	b	a	b	b
PET	b	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
kafeinska kiselina																
Višeslojna	a	a	a	b	a	a	b	b	a	b	c	a	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Staklo	a	a	a	b	a	a	b	b	a	a	a	a	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
PET	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
malvidin-3-glukozid																
Višeslojna	a	a	b	a,b	a	a	a	a	n.i.	n.i.	n.i.	a	b	a	n.i.	n.i.
Staklo	a	a	b	a	a	a	a	a	n.i.	n.i.	n.i.	a	a	a	n.i	n.i.
PET	a	a	a	b	a	b	b	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	a	c	a	n.i.	n.i.

Različita slova u stupcu predstavljaju statistički značajnu razliku dobivenu post hoc Tukey testom
n.i. nije identificirano



Slika 29 Analiza glavnih komponenti (engl. Principal Component Analysis – PCA) galne kiseline, (+)-katehina, (-)-epikatehina, kaftarinske kiseline, kutarinske kiseline, (-) kutarinske kiseline pri 15 °C

Tablica 21 Koncentracije pojedinačnih polifenola u ispitivanim vinima pakiranim u različitu ambalažu (staklo, PET, višeslojna) tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 20 °C

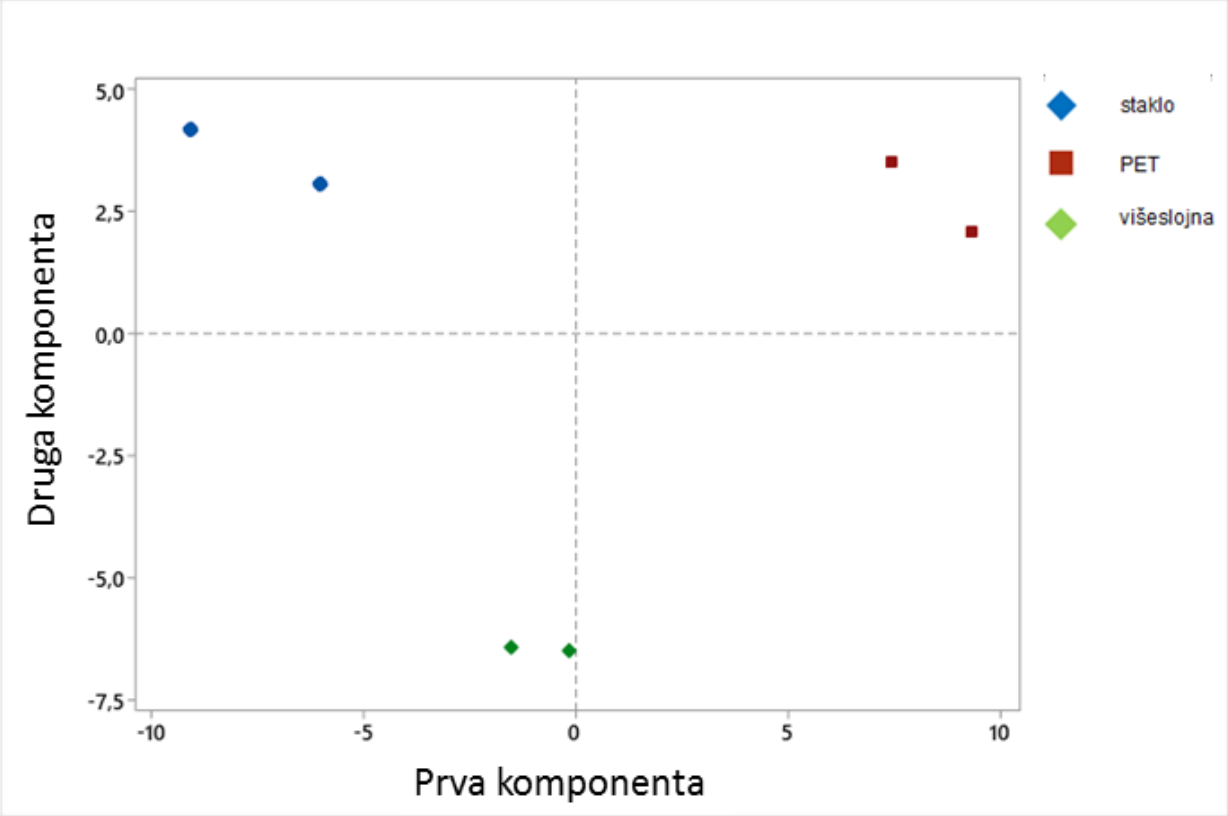
Mjeseci	Cabernet sauvignon			Frankovka			Merlot			Pinot crni		
	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET
						galna kiselina						
0	71,69±0,35 ^{b}	71,69±0,35 ^{d}	71,69±0,35 ^{d}	55,58±2,16 ^{c}	55,58±2,16 ^{c}	55,58±2,16 ^{d}	89,93±0,57 ^{d}	89,93±0,57 ^{d}	89,93±0,57 ^{d}	81,60±4,47 ^{b}	81,60±4,47 ^{b,c}	81,60±4,47 ^{d}
3	139,1±0,23 ^{a}	141,13±1,11 ^{a}	143,88±1,36 ^{a}	113,13±3,55 ^{a}	111,51±1,87 ^{a}	116,04±0,48 ^{a}	183,54±0,66 ^{a}	183,17±0,81 ^{a}	182,23±4,15 ^{a}	166,78±0,86 ^{a}	164,62±0,53 ^{a}	166,51±0,84 ^{a}
6	139,04±31,47 ^{a}	117,56±5,99 ^{b}	118,71±6,83 ^{b}	97,59±9,75 ^{a}	94,14±6,82 ^{a,b}	97,75±6,30 ^{b}	151,66±5,13 ^{b}	152,26±11,75 ^{b}	155,33±7,03 ^{b}	172,61±21,49 ^{a}	136,48±15,19 ^{a}	144,38±8,45 ^{b}
9	99,45±0,44 ^{a,b}	97,50±1,03 ^{c}	94,28±1,36 ^{c}	77,28±1,06 ^{b}	72,88±1,16 ^{b,c}	77,99±1,35 ^{c}	122,48±2,59 ^{c}	120,44±2,51 ^{c}	127,21±4,63 ^{c}	78,59±0,57 ^{b}	102,77±3,69 ^{b}	107,93±0,79 ^{c}
12	65,26±2,84 ^{b}	72,82±0,41 ^{d}	71,30±0,78 ^{d}	49,00±0,09 ^{c}	69,71±11,64 ^{b,c}	63,39±2,69 ^{d}	76,95±0,94 ^{e}	90,78±3,26 ^{d}	87,87±0,66 ^{d}	53,61±5,25 ^{b}	65,77±0,72 ^{c}	37,17±4,36 ^{e}
						(+)-katehin						
0	94,94±7,89 ^{b}	94,94±7,89 ^{a,b}	94,94±7,89 ^{b}	98,43±4,29 ^{d}	98,43±4,29 ^{b}	98,43±4,29 ^{b}	87,42±0,45 ^{a}	87,42±0,45 ^{a}	87,42±0,45 ^{b}	190,32±0,05 ^{b}	190,32±0,05 ^{a,b}	190,32±0,05 ^{d}
3	167,37±3,7 ^{a}	156,53±18,99 ^{a}	154,9±1,73 ^{a}	272,82±1,76 ^{a}	190,58±20,61 ^{a}	238,58±13,00 ^{a}	37,08±2,93 ^{d}	77,83±2,37 ^{a}	95,98±9,07 ^{a,b}	434,06±20,11 ^{a}	270,76±29,27 ^{a}	372,09±5,65 ^{b}
6	168,50±10,71 ^{a}	123,71±1,55 ^{a,b}	151,10±5,52 ^{a}	216,53±0,65 ^{b}	101,54±15,41 ^{b}	213,12±18,54 ^{a}	62,77±1,70 ^{b}	105,74±24,44 ^{a}	115,91±11,66 ^{a}	513,57±1,37 ^{a}	263,34±37,65 ^{a}	433,80±1,00 ^{a}
9	115,39±1,29 ^{b}	50,80±1,36 ^{b}	97,35±3,77 ^{b}	146,88±2,20 ^{c}	100,89±1,40 ^{b}	139,81±2,81 ^{b}	47,53±0,75 ^{c}	78,09±11,80 ^{a}	69,17±3,13 ^{b}	300,80±2,93 ^{b}	157,86±7,20 ^{b}	277,41±2,76 ^{c}
12	58,24±8,48 ^{c}	130,54±49,56 ^{a,b}	70,38±0,36 ^{c}	18,61±1,35 ^{e}	100,28±17,91 ^{b}	123,22±28,14 ^{b}	24,46±2,31 ^{e}	71,24±1,11 ^{a}	84,13±0,32 ^{b}	191,56±63,47 ^{b}	69,58±3,15 ^{c}	54,71±1,03 ^{e}
						(-)-epikatehin						
0	105,11±31,71 ^{b}	105,11±31,71 ^{b,c}	105,11±31,71 ^{c}	322,98±3,18 ^{c}	322,98±3,18 ^{a,b}	322,98±3,18 ^{b}	146,77±2,06 ^{b}	146,77±2,06 ^{a}	146,77±2,06 ^{a}	644,28±2,67 ^{b}	644,28±2,67 ^{b}	644,28±2,67 ^{b}
3	186,68±0,26 ^{a}	195,99±1,55 ^{a}	215,32±1,21 ^{a}	495,74±1,33 ^{a}	390,33±3,03 ^{a}	498,17±1,13 ^{a}	182,38±0,78 ^{a}	146,97±2,98 ^{a}	159,57±2,62 ^{a}	1046,47±6,20 ^{a}	906,02±4,41 ^{a}	1057,71±1,67 ^{a}
6	183,22±7,96 ^{a}	139,22±6,77 ^{a,b,c}	202,16±32,81 ^{a,b}	363,32±7,79 ^{b}	208,89±64,74 ^{b,c}	332,01±14,50 ^{b}	14,44±2,39 ^{d}	17,37±0,05 ^{c}	26,72±9,35 ^{b,c}	697,53±25,81 ^{b}	468,23±25,77 ^{c}	669,39±29,24 ^{b}
9	136,00±1,66 ^{a,b}	147,82±3,78 ^{a,b}	126,11±1,37 ^{b,c}	237,13±4,25 ^{d}	181,61±1,13 ^{c}	225,01±2,31 ^{c}	35,46±0,49 ^{c}	35,35±1,10 ^{b}	39,14±1,56 ^{b}	541,33±2,39 ^{c}	314,80±20,87 ^{d}	508,19±1,23 ^{c}
12	103,17±9,31 ^{b}	88,08±4,53 ^{c}	117,51±13,68 ^{b,c}	148,02±3,85 ^{e}	154,87±8,19 ^{c}	156,59±8,52 ^{d}	7,21±0,78 ^{e}	10,80±0,66 ^{c}	8,46±1,76 ^{c}	288,53±24,69 ^{d}	138,11±0,46 ^{e}	310,56±9,72 ^{d}
						resveratrol						
0	0,92±0,01 ^{d}	0,92±0,01 ^{b,c}	0,92±0,01 ^{b}	2,47±0,04 ^{a}	2,47±0,04 ^{a}	2,47±0,04 ^{a}	5,86±0,09 ^{a}	5,86±0,09 ^{a}	5,86±0,09 ^{a}	3,16±0,17 ^{b}	3,16±0,17 ^{a}	3,16±0,17 ^{b}
3	2,73±0,01 ^{b}	-	-	2,19±0,05 ^{a}	-	-	2,20±0,09 ^{b}	-	-	9,95±0,07 ^{a}	-	-
6	-	0,64±0,03 ^{c}	-	3,33±1,60 ^{a}	2,54±1,32 ^{a}	2,15±0,11 ^{b}	1,89±0,02 ^{b}	1,93±0,22 ^{c}	2,20±0,28 ^{a}	11,09±1,35 ^{a}	12,06±7,85 ^{a}	9,82±0,67 ^{a}
9	2,06±0,07 ^{c}	2,03±0,23 ^{a}	1,15±0,06 ^{a,b}	1,32±0,01 ^{a}	2,36±0,12 ^{a}	1,18±0,01	3,25±0,27 ^{b}	3,62±0,03 ^{b}	3,66±0,15 ^{a}	2,91±0,25 ^{b}	2,81±0,22 ^{a}	3,07±0,39 ^{b}
12	-	-	-	-	-	-	3,31±0,78 ^{b}	4,16±0,18 ^{b}	4,98±1,83 ^{a}	3,01±0,17 ^{b}	4,75±0,43 ^{a}	2,92±0,18 ^{b}
						kaftarinska kiselina						
0	28,54±0,04 ^{d}	28,54±0,04 ^{c}	28,54±0,04 ^{c}	79,47±0,62 ^{c}	79,47±0,62 ^{c}	79,47±0,62 ^{c}	44,44±1,03 ^{c}	44,44±1,03 ^{c}	44,44±1,03 ^{c}	31,59±0,06 ^{c}	31,59±0,06 ^{c}	31,59±0,06 ^{c}
3	49,81±0,06 ^{a}	48±0,41 ^{a}	50,93±0,47 ^{a}	136,54±0,29 ^{a}	136,78±1,21 ^{a}	145,94±0,71 ^{a}	74,85±0,32 ^{a}	76,89±0,17 ^{a}	77,26±0,17 ^{a}	54,65±0,09 ^{a}	53,69±0,31 ^{a}	53,49±0,23 ^{a}
6	40,34±1,25 ^{b}	36,94±1,64 ^{b}	38,13±1,53 ^{b}	114,07±0,69 ^{b}	99,71±6,04 ^{b}	108,98±2,57 ^{b}	57,17±1,32 ^{b}	57,93±2,69 ^{b}	60,44±2,56 ^{b}	42,41±1,52 ^{b}	39,56±1,43 ^{b}	41,43±1,61 ^{b}
9	31,36±0,17 ^{c}	25,81±0,06 ^{c,d}	29,57±0,08 ^{c}	81,51±0,85 ^{c}	69,99±0,54 ^{c,d}	83,63±0,26 ^{c}	44,40±1,69 ^{c}	42,67±0,50 ^{c}	45,82±1,63 ^{c}	33,21±0,18 ^{c}	30,35±0,63 ^{c}	32,41±0,04 ^{c}
12	22,14±0,64 ^{e}	23,96±0,30 ^{d}	23,70±0,47 ^{d}	54,90±1,35 ^{d}	61,67±1,58 ^{d}	64,04±2,52 ^{d}	30,25±0,85 ^{d}	35,68±0,51 ^{d}	34,46±0,22 ^{d}	22,00±0,95 ^{d}	24,75±0,13 ^{d}	23,45±0,16 ^{d}
						kutarinska kiselina						
0	9,65±0,01 ^{c}	9,65±0,01 ^{c}	9,65±0,01 ^{c}	8,38±0,06 ^{c}	8,38±0,06 ^{b,c}	8,38±0,06 ^{c}	9,23±0,00 ^{c}	9,23±0,00 ^{c}	9,23±0,00 ^{c}	9,65±0,02 ^{c}	9,65±0,02 ^{c}	9,65±0,02 ^{c}
3	13,62±0,04 ^{a}	12,93±0,05 ^{a}	13,19±0,06 ^{a}	11,62±0,02 ^{a}	9,94±0,02 ^{a}	9,90±0,01 ^{a}	12,24±0,03 ^{a}	11,35±0,03 ^{a}	11,29±0,01 ^{a}	13,61±0,02 ^{a}	12,86±0,03 ^{a}	12,77±0,02 ^{a}
6	11,20±0,22 ^{b}	10,95±0,50 ^{b}	10,95±0,29 ^{b}	9,47±0,06 ^{b}	9,32±0,63 ^{a,b}	9,32±0,24 ^{b}	10,55±0,70 ^{b}	10,07±0,35 ^{b}	10,02±0,25 ^{b}	10,69±0,29 ^{b}	10,45±0,27 ^{b}	10,56±0,28 ^{b}
9	10,12±0,02 ^{c}	9,00±0,03 ^{c,d}	9,62±0,01 ^{c}	8,19±0,03 ^{d}	8,24±0,01 ^{b,c}	8,47±0,03 ^{c}	8,86±0,11 ^{c,d}	8,70±0,01 ^{c,d}	8,98±0,17 ^{c}	9,68±0,03 ^{c}	9,31±0,08 ^{c}	9,58±0,00 ^{c}
12	8,47±0,16 ^{d}	8,69±0,07 ^{d}	8,76±0,09 ^{d}	7,36±0,05 ^{e}	7,59±0,03 ^{c}	7,63±0,08 ^{d}	7,84±0,11 ^{d}	8,26±0,08 ^{d}	8,14±0,00 ^{d}	8,06±0,07 ^{d}	8,61±0,04 ^{d}	8,24±0,07 ^{d}
						(-) kutarinska kiselina						
0	11,57±0,01 ^{d}	11,57±0,01 ^{c}	11,57±0,01 ^{c}	18,73±0,32 ^{c}	18,73±0,32 ^{c}	18,73±0,32 ^{d}	16,67±0,02 ^{c}	16,67±0,02 ^{c}	16,67±0,02 ^{c}	11,98±0,00 ^{d}	11,98±0,00 ^{c}	11,98±0,00 ^{d}
3	18±0,05 ^{a}	16,60±0,08 ^{a}	14,73±0,26 ^{a}	25,40±0,03 ^{a}	23,62±0,26 ^{a}	24,46±0,17 ^{a}	23,99±0,05 ^{a}	23,23±0,09 ^{a}	23,16±0,05 ^{a}	17,10±0,03 ^{a}	15,07±0,03 ^{a}	14,94±0,02 ^{a}
6	15,11±0,12 ^{b}	14,41±0,28 ^{b}	14,59±0,22 ^{a}	23,50±0,48 ^{b}	21,30±0,68 ^{b}	23,05±0,12 ^{b}	19,52±0,43 ^{b}	19,66±0,59 ^{b}	20,38±0,56 ^{b}	14,37±,0,21 ^{b}	13,79±0,35 ^{b}	14,25±0,23 ^{b}
9	13,23±0,02 ^{c}	11,52±0,01 ^{c}	12,72±0,15 ^{b}	17,90±0,09 ^{c}	18,96±0,09 ^{c}	19,66±0,25 ^{c}	16,36±0,34 ^{c}	16,10±0,11 ^{c}	17,05±0,39 ^{c}	12,70±0,04 ^{c}	11,98±0,16 ^{c}	12,58±0,00 ^{c}
12	10,56±0,46 ^{e}	11,09±0,23 ^{c}	10,90±0,40 ^{c}	15,60±0,69 ^{d}	16,42±0,06 ^{d}	17,53±0,22 ^{e}	12,53±0,08 ^{d}	14,92±0,10 ^{d}	14,19±0,14 ^{d}	10,46±0,25 ^{e}	10,71±0,49 ^{d}	11,06±0,16 ^{e}
						kafeinska kiselina						
0	8,79±0,02 ^{c}	8,79±0,02 ^{c}	8,79±0,02 ^{b,c}	7,05±0,02 ^{e}	7,05±0,02 ^{b}	7,05±0,02 ^{d}	8,61±0,00 ^{a}	8,61±0,00 ^{a}	8,61±0,00 ^{a}	-	-	-
3	13,99±0,00 ^{a}	7,06±0,09 ^{e}	7,40±0,08 ^{c}	12,45±0,00 ^{a}	8,53±1,50 ^{b}	9,94±0,17 ^{b}	6,15±0,01 ^{d}	8,65±0,86 ^{a}	8,48±0,17 ^{a}	-	-	-
6	12,50±0,19 ^{a,b}	12,46±0,24 ^{a}	12,21±0,25 ^{a}	11,41±0,08 ^{b}	11,36±0,26 ^{a}	11,30±0,12 ^{a}	6,40±0,07 ^{c}	6,18±0,09 ^{b}	6,26±0,17 ^{c}	-	-	-
9	11,31±0,03 ^{b}	10,63±0,04 ^{b}	11,12±0,07 ^{a,b}	10,21±0,06 ^{c}	9,60±0,06 ^{a,b}	10,21±0,06 ^{b}	6,23±0,03 ^{c,d}	6,16±0,03 ^{b}	6,27±0,04 ^{c}	-	-	-
12	8,66±1,04 ^{c}	8,10±0,10 ^{d}	9,03±1,35 ^{b,c}	7,50±0,04 ^{d}	7,78±0,14 ^{b}	7,75±0,06 ^{c}	7,72±0,10 ^{b}	8,14±0,03 ^{a}	7,99±0,08 ^{b}	-	-	-
						malvidin-3-glukozid						
0	87,49±0,30 ^{a}	87,49±0,30 ^{a}	87,49±0,30 ^{a}	113,52±0,20 ^{b}	113,52±0,20 ^{a}	113,52±0,20 ^{b}	36,66±0,07 ^{a}	36,66±0,07 ^{a}	36,66±0,07 ^{a}	34,37±0,06 ^{a}	34,37±0,06 ^{a}	34,37±0,06 ^{a}
3	80,03±0,20 ^{a}	51,36±0,52 ^{b}	86,14±0,55 ^{a}	137,47±0,06 ^{a}	42,17±0,24 ^{b}	135,88±1,07 ^{a}	1,79±0,01 ^{c}	11,58±0,15 ^{b}	17,07±0,12 ^{b}	26,99±0,17 ^{b}	-	32,43±0,08 ^{b}
6	42,19±4,78 ^{b}	15,07±2,56 ^{c}	31,71±3,30 ^{b}	63,58±1,86 ^{c}	-	56,70±1,68 ^{c}	1,43±0,06 ^{d}	1,75±0,03 ^{d}	1,80±0,08 ^{d}	-	-	-
9	25,41±0,13 ^{c}	-	19,52±0,32 ^{c}	33,50±0,37 ^{d}	13,58±0,07 ^{c}	27,51±0,06 ^{d}	1,39±0,03 ^{d}	1,44±0,05 ^{d}	1,42±0,03 ^{d}	-	-	-
12	-	16,10±0,73 ^{c}	-	20,22±0,40 ^{e}	10,67±0,37 ^{d}	14,35±0,63 ^{e}	2,34±0,12 ^{b}	5,41±0,17 ^{c}	4,74±0,17 ^{c}	-	-	-

Rezultati predstavljaju srednje vrijednosti ± standardno odstupanje (SD) dva neovisna mjerenja. Različita slova u stupcu predstavljaju statistički značajnu razliku dobivenu post hoc Tukey testom
- nije identificirano

Tablica 22 Razlike u koncentraciji pojedinačnih polifenolnih spojeva s obzirom na pakiranje u različitu ambalažu (staklo, PET, višeslojna) tijekom godinu dana skladištenja pri 20 °C. Razlike su istražene post-hoc Tukey testom, a prikazane u stupcu s obzirom na ambalažni materijal

Ambalaža	Cabernet sauvignon				Frankovka				Merlot				Pinot crni			
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
								galna kiselina								
Višeslojna	b	a	a	b	a	a	a,b	a	a	a	a	b	a	a	b	a,b
Staklo	a	a	b	a,b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b
PET	a,b	a	b	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a
								(+)-katehin								
Višeslojna	a	a	a	a	a	a	a	b	b	a	b	c	a	a	a	a
Staklo	a	a,b	b	a	a,b	a	a	a	a	a	a,b	a	a	a	b	a
PET	a	b	c	a	b	b	b	a	a	a	a	b	b	b	c	a
								(-)-epikatehin								
Višeslojna	c	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Staklo	a	a	b	a	a	a	b	a	b	a	a	a	a	a	a	a
PET	b	a	a	a	b	a	c	a	c	a	a	a	b	b	b	b
								resveratrol								
Višeslojna	n.i.	n.i.	a	n.i.	n.i.	a	b	n.i.	n.i.	a	a	a	n.i.	a	a	b
Staklo	n.i.	n.i.	b	n.i.	n.i.	a	b	n.i.	n.i.	a	a	a	n.i.	a	a	b
PET	n.i.	n.i.	a	n.i.	n.i.	a	a	n.i.	n.i.	a	a	a	n.i.	a	a	a
								kaftarinska kiselina								
Višeslojna	a	a	a	a	b	a	a	b	b	a	a	b	a	a	a	b
Staklo	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a,b
PET	b	a	c	a	b	a	b	a,b	a	a	a	a	b	a	b	a
								kutarinska kiselina								
Višeslojna	a	a	a	a	a	a	b	b	a	a	a	b	a	a	a	b
Staklo	b	a	b	a	b	a	a	a	b	a	a	a,b	b	a	a	b
PET	c	a	c	a	b	a	b	a,b	b	a	a	a	b	a	b	a
								(-) kutarinska kiselina								
Višeslojna	a	a	a	a	a	a	c	b	a	a	a	c	a	a	a	a
Staklo	c	a	b	a	b	a,b	a	a	b	a	a	b	a	a	a	a
PET	b	a	c	a	c	b	b	a,b	b	a	a	a	b	a	b	a
								kafeinska kiselina								
Višeslojna	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	b	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Staklo	b	a	a	a	a,b	a	a	a	a	a	a	a,b	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
PET	c	a	b	a	b	a	b	a	a	a	a	a	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
								malvidin-3-glukozid								
Višeslojna	b	a	a	a	a	a	a	a	c	b	a	c	b	n.i.	n.i.	n.i.
Staklo	a	a	b	a	a	b	b	b	a	a	a	b	a	n.i.	n.i.	n.i.
PET	c	b	n.i.	a	b	n.i.	c	c	b	a	a	a	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.

Različita slova u stupcu predstavljaju statistički značajnu razliku dobivenu post hoc Tukey testom
n.i. nije identificirano



Slika 30 Analiza glavnih komponenti (engl. Principal Component Analysis – PCA) galne kiseline, (+)-katehina, (-)-epikatehina, kaftarinske kiseline, kutarinske kiseline, (-) kutarinske kiseline pri 20 °C

Tablica 23 Koncentracije pojedinačnih polifenola u ispitivanim vinima pakiranim u različitu ambalažu (staklo, PET, višeslojna) tijekom 12 mjeseci skladištenja pri 25 °C

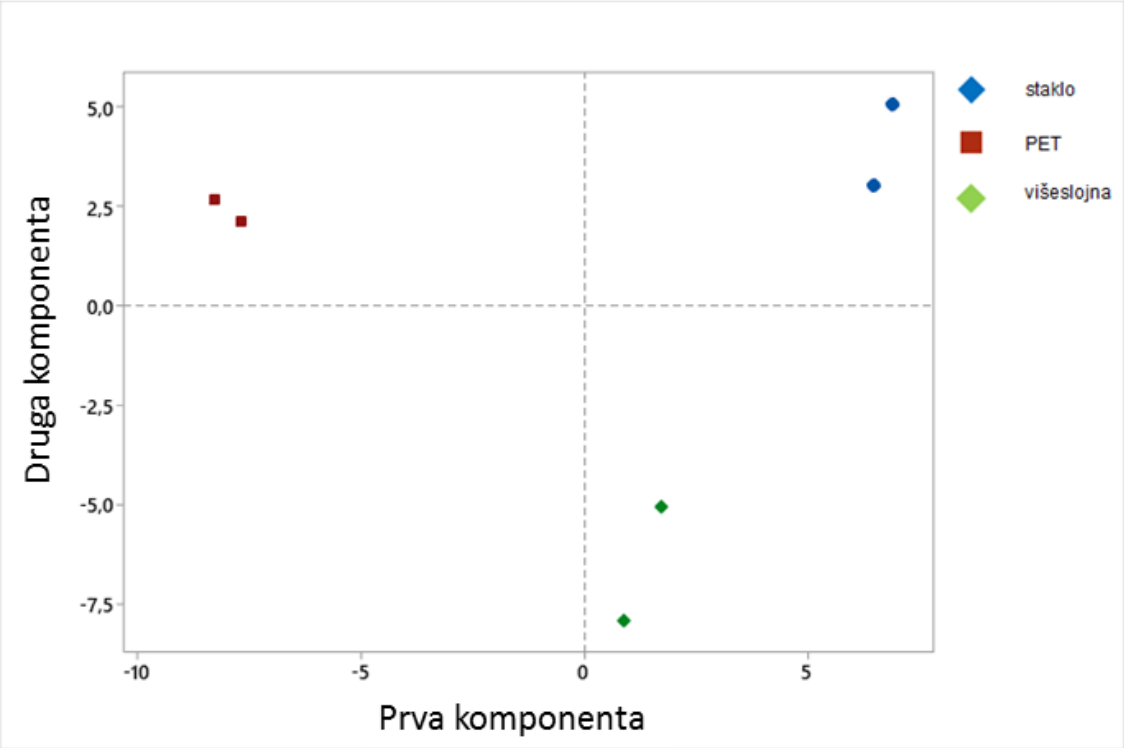
Mjeseci	Cabernet sauvignon			Frankovka			Merlot			Pinot crni		
	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET
						galna kiselina						
0	71,69±0,35 ^{c}	71,69±0,35 ^{d}	71,69±0,35 ^{b}	55,58±2,16 ^{a}	55,58±2,16 ^{d}	55,58±2,16 ^{d}	89,93±0,57 ^{d}	89,93±0,57 ^{d}	89,93±0,57 ^{d}	81,60±4,47 ^{c}	81,60±4,47 ^{b,c}	81,60±4,47 ^{c}
3	142,45±4,01 ^{a}	144,45±1,42 ^{b}	145,99±2,37 ^{a,b}	119,83±0,19 ^{a}	119,70±0,68 ^{b}	116,15±6,68 ^{b}	184,49±0,47 ^{a}	192,06±0,55 ^{b}	174,02±5,71 ^{b}	174,89±2,53 ^{a}	153,65±26,64 ^{a,b}	116,30±0,95 ^{b}
6	117,06±7,88 ^{b}	170,92±0,36 ^{a}	204,73±39,67 ^{a}	96,45±8,74 ^{a}	133,80±0,55 ^{a}	136,33±0,65 ^{a}	136,35±10,25 ^{b}	227,77±14,46 ^{a}	216,20±0,35 ^{a}	136,73±19,01 ^{b}	193,77±12,30 ^{a}	211,40±1,57 ^{a}
9	98,86±0,29 ^{b}	98,03±2,48 ^{c}	96,37±0,33 ^{b}	74,38±1,90 ^{a}	69,16±3,41 ^{c}	74,34±0,41 ^{c}	111,11±0,58 ^{c}	120,61±0,44 ^{c}	121,10±3,48 ^{c}	109,80±0,05 ^{b,c}	107,87±7,55 ^{b,c}	114,13±3,90 ^{b}
12	66,20±7,99 ^{c}	55,27±0,32 ^{e}	73,39±19,40 ^{b}	60,79±10,31 ^{a}	48,27±5,46 ^{d}	59,50±1,70 ^{d}	79,03±3,99 ^{d}	83,13±1,48 ^{d}	89,45±11,48 ^{d}	79,51±3,07 ^{c}	55,53±26,45 ^{c}	74,02±3,23 ^{c}
						(+)-katehin						
0	94,94±7,89 ^{c}	94,94±7,89 ^{b}	94,94±7,89 ^{b}	98,43±4,29 ^{b}	98,43±4,29 ^{b}	98,43±4,29 ^{c}	87,42±0,45 ^{a}	87,42±0,45 ^{b}	87,42±0,45 ^{b}	190,32±0,05 ^{c}	190,32±0,05 ^{c}	190,32±0,05 ^{b}
3	192,73±0,51 ^{a}	168,45±71,20 ^{a,b}	191,31±0,48 ^{a}	226,21±1,07 ^{a}	293,07±4,88 ^{a}	272,41±1,86 ^{a}	-	113,97±0,05 ^{a,b}	98,86±0,64 ^{a,b}	483,95±6,62 ^{a}	509,35±1,70 ^{a}	487,28±1,51 ^{a}
6	135,08±16,89 ^{b}	267,40±1,34 ^{a}	212,22±25,17 ^{a}	183,36±30,59 ^{a}	78,74±0,21 ^{c}	220,33±2,08 ^{b}	53,88±10,35 ^{a}	247,43±74,59 ^{a}	132,20±4,10 ^{a}	351,02±80,51 ^{a,b}	339,30±25,37 ^{b}	584,58±26,05 ^{a}
9	58,33±0,49 ^{c,d}	53,82±1,39 ^{b}	43,88±0,38 ^{c}	74,60±2,26 ^{b}	23,47±2,03 ^{e}	54,85±0,42 ^{d}	47,60±0,07 ^{a}	51,81±1,08 ^{b}	38,46±0,11 ^{c}	191,21±2,14 ^{c}	65,47±18,59 ^{d}	197,57±3,02 ^{b}
12	40,98±10,60 ^{d}	57,25±25,95 ^{b}	33,66±1,15 ^{c}	74,41±12,86 ^{b}	45,08±4,68 ^{d}	43,79±5,42 ^{d}	59,99±25,08 ^{a}	110,77±25,83 ^{a,b}	80,06±19,95 ^{b}	224,39±30,90 ^{b,c}	47,45±30,93 ^{d}	189,79±72,17 ^{b}
						(-)-epikatehin						
0	105,11±31,71 ^{a}	105,11±31,71 ^{a}	105,11±31,71 ^{a}	322,98±3,18 ^{a,b}	322,98±3,18 ^{b}	322,98±3,18 ^{b}	146,77±2,06 ^{a}	146,77±2,06 ^{a}	146,77±2,06 ^{a}	644,28±2,67 ^{b}	644,28±2,67 ^{b}	644,28±2,67 ^{c}
3	187,53±0,32 ^{a}	164,45±30,25 ^{a}	150,38±1,27 ^{a}	389,54±0,26 ^{a}	510,20±0,99 ^{a}	462,15±0,90 ^{a}	121,66±0,37 ^{a}	146,59±0,10 ^{a}	126,77±0,02 ^{b}	1040,38±19,69 ^{a}	1090,94±2,34 ^{a}	1052,64±2,92 ^{a}
6	163,36±35,68 ^{a}	202,38±1,10 ^{a}	163,28±61,63 ^{a}	239,86±79,10 ^{b,c}	178,45±0,24 ^{d}	329,59±5,02 ^{b}	22,41±14,31 ^{b}	7,02±0,07 ^{d}	15,00±0,26 ^{d}	490,19±50,88 ^{c}	512,37±0,79 ^{c}	738,63±6,55 ^{b}
9	152,39±0,98 ^{a}	166,46±38,12 ^{a}	164,96±1,04 ^{a}	175,34±4,52 ^{c}	250,68±13,01 ^{c}	136,29±1,30 ^{c}	22,12±0,08 ^{b}	36,98±0,58 ^{b}	35,27±0,88 ^{c}	329,52±2,87 ^{d}	95,54±9,68 ^{e}	337,60±3,66 ^{d}
12	127,43±16,85 ^{a}	142,94±1,80 ^{a}	158,98±0,11 ^{a}	131,77±14,78 ^{c}	138,70±16,79 ^{e}	93,85±21,68 ^{d}	11,34±10,36 ^{b}	14,04±2,07 ^{c}	13,88±1,00 ^{d}	167,03±12,03 ^{e}	198,23±55,32 ^{d}	187,24±3,41 ^{e}
						resveratrol						
0	0,92±0,01 ^{b}	0,92±0,01 ^{b}	0,92±0,01 ^{a}	2,47±0,04 ^{b}	2,47±0,04 ^{a}	2,47±0,04 ^{a}	5,86±0,09 ^{a}	5,86±0,09 ^{a}	5,86±0,09 ^{b}	3,16±0,17 ^{a}	3,16±0,17 ^{c}	3,16±0,17 ^{c}
3	1,02±0,03 ^{b}	1,35±0,04 ^{a,b}	1,30±0,10 ^{a}	2,42±0,04 ^{b}	1,68±0,02 ^{a,b}	2,62±0,04 ^{a}	2,34±1,20 ^{a}	2,69±0,03 ^{a}	2,61±0,10 ^{d}	9,46±0,29 ^{a}	10,19±0,02 ^{a}	9,74±0,27 ^{a}
6	-	-	0,98±0,01 ^{a}	1,71±0,16 ^{c}	2,00±0,04 ^{a,b}	2,02±0,08 ^{b}	1,56±1,17 ^{a}	3,11±0,10 ^{a}	-	11,78±6,67 ^{a}	6,39±0,16 ^{b}	6,56±0,09 ^{b}
9	2,51±0,29 ^{a}	1,68±0,27 ^{a}	1,14±0,01 ^{a}	1,07±0,13 ^{d}	1,09±0,47 ^{b}	1,13±0,02 ^{c}	1,87±0,10 ^{a}	3,42±0,22 ^{a}	3,28±0,03 ^{c}	2,68±0,06 ^{a}	2,07±0,18 ^{d}	2,80±0,20 ^{c}
12	-	-	0,96±0,31 ^{a}	-	-	-	2,76±2,37 ^{a}	8,63±5,68 ^{a}	18,79±0,14 ^{a}	4,37±2,08 ^{a}	- ^{c,d}	3,19±0,03 ^{c}
						kaftarinska kiselina						
0	28,54±0,04 ^{c}	28,54±0,04 ^{b}	28,54±0,04 ^{b}	79,47±0,62 ^{b,c}	79,47±0,62 ^{c}	79,47±0,62 ^{b}	44,44±1,03 ^{b}	44,44±1,03 ^{b}	44,44±1,03 ^{b}	31,59±0,06 ^{b,c}	31,59±0,06 ^{c}	31,59±0,06 ^{c}
3	52,21±0,10 ^{a}	50,93±0,42 ^{a}	51,85±0,16 ^{a}	148,46±0,27 ^{a}	148,13±0,70 ^{a}	151,38±0,69 ^{a}	75,41±0,03 ^{a}	81,29±0,24 ^{a}	82,19±0,11 ^{a}	56,76±1,21 ^{a}	56,34±0,22 ^{a}	56,73±0,14 ^{a}
6	35,44±1,78 ^{b}	49,64±0,26 ^{a}	59,11±11,93 ^{a}	97,23±4,33 ^{b}	131,67±0,94 ^{b}	147,78±1,20 ^{a}	49,25±3,21 ^{b}	81,55±0,17 ^{a}	79,03±0,28 ^{a}	36,64±3,35 ^{b}	47,76±0,01 ^{b}	51,94±0,39 ^{b}
9	27,36±0,10 ^{c}	27,19±0,91 ^{b}	25,47±0,10 ^{b}	71,44±1,53 ^{c}	57,76±1,06 ^{d}	68,81±0,25 ^{b}	36,73±0,32 ^{c}	39,54±0,09 ^{c}	39,58±0,50 ^{b}	27,81±0,17 ^{c}	26,13±1,15 ^{d}	27,25±0,19 ^{d}
12	19,86±1,54 ^{d}	16,65±0,10 ^{c}	20,90±3,47 ^{b}	57,65±12,19 ^{c}	40,49±0,47 ^{e}	49,12±7,22 ^{c}	28,66±2,23 ^{d}	27,84±0,40 ^{d}	29,14±2,71 ^{c}	20,69±0,48 ^{d}	-	19,90±0,56 ^{e}
						kutarinska kiselina						
0	9,65±0,01 ^{b,c}	9,65±0,01 ^{b}	9,65±0,01 ^{b,c}	8,38±0,06 ^{b,c}	8,38±0,06 ^{b}	8,38±0,06 ^{c}	9,23±0,00 ^{c}	9,23±0,00 ^{c}	9,23±0,00 ^{b}	9,65±0,02 ^{b,c}	9,65±0,02 ^{b}	9,65±0,02 ^{b}
3	13,27±0,13 ^{a}	13,83±0,06 ^{a}	13,42±0,03 ^{a,b}	11,55±0,04 ^{a}	12,12±0,06 ^{a}	12,11±0,58 ^{a}	12,49±0,01 ^{a}	13,02±0,03 ^{a}	11,91±0,49 ^{a}	13,70±0,20 ^{a}	13,58±0,43 ^{a}	13,42±0,01 ^{a}
6	10,43±0,24 ^{b}	13,56±0,06 ^{a}	14,50±2,21 ^{a}	8,99±0,05 ^{b}	11,41±0,60 ^{a}	10,71±0,06 ^{b}	10,32±0,40 ^{b}	11,78±0,01 ^{b}	11,96±0,00 ^{a}	9,99±0,46 ^{b}	13,05±0,01 ^{a}	13,37±0,07 ^{a}
9	8,97±0,01 ^{c,d}	9,39±0,72 ^{b}	8,64±0,04 ^{c}	7,73±0,05 ^{c}	7,59±0,06 ^{b}	7,79±0,03 ^{c}	8,42±0,03 ^{c,d}	8,34±0,00 ^{d}	8,38±0,03 ^{b,c}	8,82±0,02 ^{c}	9,04±0,17 ^{b,c}	8,93±0,03 ^{c}
12	8,16±0,39 ^{d}	7,60±0,01 ^{c}	8,19±0,52 ^{c}	7,76±0,47 ^{c}	7,39±0,55 ^{b}	7,53±0,36 ^{c}	8,04±0,29 ^{d}	7,58±0,05 ^{e}	7,82±0,31 ^{c}	7,69±0,09 ^{d}	-	7,94±0,00 ^{d}
						(-) kutarinska kiselina						
0	11,57±0,01 ^{c}	11,57±0,01 ^{b}	11,57±0,01 ^{b}	18,73±0,32 ^{b,c}	18,73±0,32 ^{b}	18,73±0,32 ^{b}	16,67±0,02 ^{b}	16,67±0,02 ^{c}	16,67±0,02 ^{c}	11,98±0,00 ^{c}	11,98±0,00 ^{b}	11,98±0,00 ^{b}
3	17,47±0,00 ^{a}	18,46±0,10 ^{a}	17,38±0,07 ^{a}	25,07±0,05 ^{a}	26,75±0,07 ^{a}	26,17±1,28 ^{a}	23,36±0,06 ^{a}	25,88±0,05 ^{a}	24,06±0,01 ^{b}	17,44±0,10 ^{a}	17,46±0,40 ^{a}	17,21±0,01 ^{a}
6	14,31±0,42 ^{b}	17,79±0,11 ^{a}	19,56±2,58 ^{a}	21,92±0,29 ^{a,b}	25,38±0,77 ^{a}	26,81±0,27 ^{a}	17,06±0,83 ^{b}	25,01±0,04 ^{b}	25,70±0,09 ^{a}	13,44±0,70 ^{b}	16,61±0,04 ^{a}	17,26±0,09 ^{a}
9	12,45±0,02 ^{c}	12,37±0,50 ^{b}	11,91±0,07 ^{b}	19,85±1,43 ^{a,b,c}	15,57±0,13 ^{c}	17,71±0,15 ^{b,c}	14,39±0,05 ^{c}	15,86±0,06 ^{d}	15,35±0,10 ^{d}	11,72±0,03 ^{c,d}	11,34±0,35 ^{b}	11,83±0,05 ^{b}
12	10,22±0,49 ^{d}	9,36±0,04 ^{c}	10,66±0,83 ^{b}	15,68±2,80 ^{c}	12,37±0,18 ^{d}	12,95±2,36 ^{c}	12,13±0,67 ^{d}	12,39±0,12 ^{e}	12,22±0,04 ^{e}	10,45±0,18 ^{d}	-	10,56±0,02 ^{c}
						kafeinska kiselina						
0	8,79±0,02 ^{c}	8,79±0,02 ^{d}	8,79±0,02 ^{c}	7,05±0,02 ^{d}	7,05±0,02 ^{e}	7,05±0,02 ^{b}	8,61±0,00 ^{a}	8,61±0,00 ^{a}	8,61±0,00 ^{a}	-	-	-
3	14,97±0,01 ^{a}	14,66±0,38 ^{b}	15,01±0,05 ^{b}	13,34±0,06 ^{a}	13,07±0,12 ^{b}	13,00±1,65 ^{a}	6,15±0,00 ^{b}	6,69±0,01 ^{b}	6,70±0,00 ^{a}	-	-	-
6	12,77±0,47 ^{b}	16,66±0,03 ^{a}	16,49±0,79 ^{a}	11,50±0,24 ^{b}	14,00±0,02 ^{a}	14,10±0,10 ^{a}	6,03±0,07 ^{b}	6,66±0,01 ^{b}	6,26±0,01 ^{a}	-	-	-
9	12,10±0,00 ^{b}	11,82±0,23 ^{c}	8,90±0,01 ^{c}	10,54±0,13 ^{c}	10,02±0,03 ^{c}	10,46±0,05 ^{b}	6,14±0,02 ^{b}	6,80±0,09 ^{b}	6,62±0,01 ^{a}	-	-	-
12	7,63±0,12 ^{d}	7,75±0,01 ^{e}	8,16±0,18 ^{c}	-	-	-	-	8,58±0,03 ^{a}	7,23±1,84 ^{a}	-	-	-
						malvidin-3-glukozid						
0	87,49±0,30 ^{a}	87,49±0,30 ^{b}	87,49±0,30 ^{a}	113,52±0,20 ^{a}	113,52±0,20 ^{b}	113,52±0,20 ^{a}	36,66±0,07 ^{a}	36,66±0,07 ^{a}	36,66±0,07 ^{a}	34,37±0,06 ^{a}	34,37±0,06 ^{a}	34,37±0,06 ^{a}
3	68,99±0,29 ^{b}	96,06±0,49 ^{a}	73,56±0,35 ^{b}	44,55±0,05 ^{b}	143,82±0,25 ^{a}	109,12±0,29 ^{b}	1,44±0,00 ^{b}	19,38±0,23 ^{b}	11,82±0,09 ^{b}	21,95±0,32 ^{b}	32,85±0,12 ^{b}	22,43±0,01 ^{b}
6	-	31,80±0,54 ^{c}	-	25,84±1,12 ^{c}	-	19,62±0,31 ^{c}	-	2,28±0,00 ^{c}	2,20±0,02 ^{c}	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	2,64±0,02 ^{c}	2,15±0,32 ^{c}	-	-	-

Rezultati predstavljaju srednje vrijednosti ± standardno odstupanje (SD) dva neovisna mjerenja. Različita slova u stupcu predstavljaju statistički značajnu razliku dobivenu post hoc Tukey testom
- nije identificirano

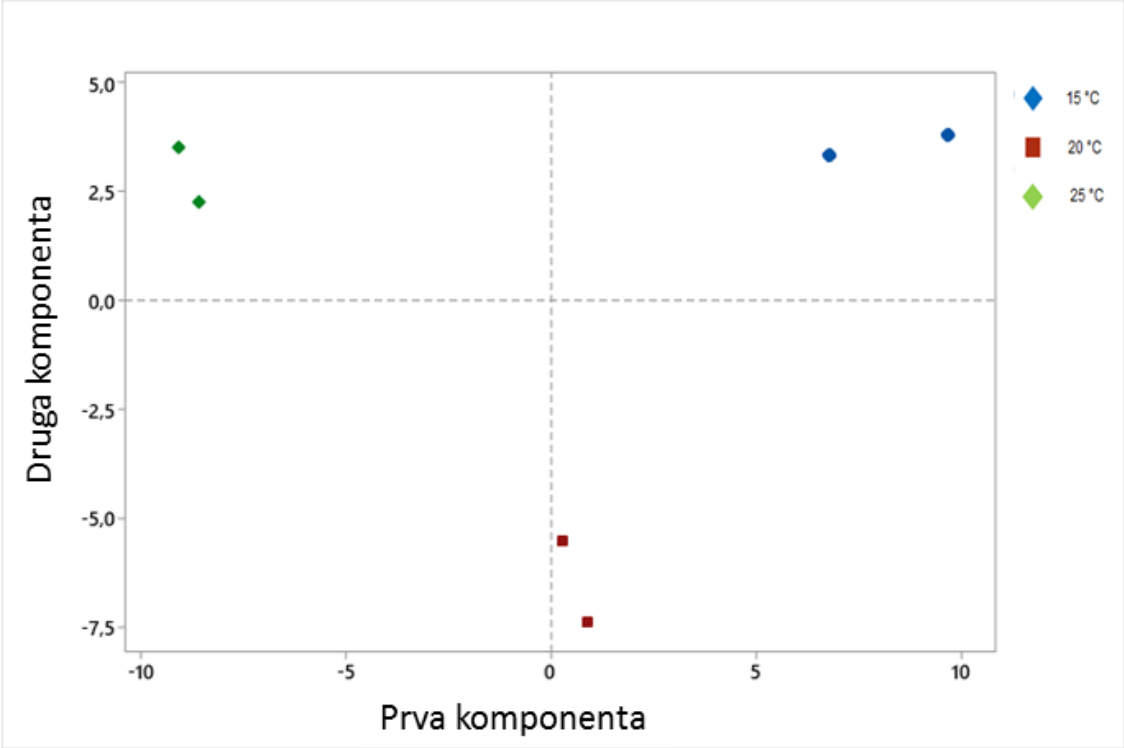
Tablica 24 Razlike u koncentraciji pojedinačnih polifenolnih spojeva s obzirom na pakiranje u različitu ambalažu (staklo, PET, višeslojna) tijekom godinu dana skladištenja pri 25 °C. Razlike su istražene post-hoc Tukey testom, a prikazane u stupcu s obzirom na ambalažni materijal

Ambalaža	Cabernet sauvignon				Frankovka				Merlot				Pinot crni			
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
galna kiselina																
Višeslojna	a	a	a	a	a	b	a	a	a,b	b	b	a	a	b	a	a
Staklo	a	a	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a
PET	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
(+)-katehin																
Višeslojna	a	b	a	a	c	a	a	a	n.i.	b	b	a	b	b	a	a
Staklo	a	a	c	a	b	a	b	a	n.i.	a,b	c	a	b	a	a	a
PET	a	a	b	a	a	b	c	a	n.i.	a	a	a	a	b	b	a
(-)-epikatehin																
Višeslojna	a	a	a	a	c	a	b	a	c	a	b	a	b	b	a	a
Staklo	a	a	a	a	b	a	c	a	b	a	a	a	a,b	a	a	a
PET	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	b	b	a
resveratrol																
Višeslojna	b	n.i.	a	n.i.	b	a	a	n.i.	a	a	b	b	a	a	a,b	a
Staklo	a	n.i.	b	n.i.	a	a	a	n.i.	a	n.i.	a,b	a	a	a	a	a
PET	a	n.i.	a,b	n.i.	c	a	a	n.i.	a	a	a	a,b	a	a	b	a
kaftarinska kiselina																
Višeslojna	a	a	a	a	b	c	a	a	c	b	b	a	a	b	a	a
Staklo	a,b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
PET	b	a	a	a	b	b	b	a	b	a	a	a	a	a	a	a
kutarinska kiselina																
Višeslojna	b	a	a	a	a	b	a	a	a	b	a	a	a	b	a	a
Staklo	b	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
PET	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
(-) kutarinska kiselina																
Višeslojna	b	a	a	a	a	b	a	a	c	b	c	a	a	b	a	a
Staklo	b	a	a	a	a	a	a,b	a	b	a	b	a	a	a	a	a
PET	a	a	a	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a	a	b
kafeinska kiselina																
Višeslojna	a	b	a	a	a	b	a	n.i.	b	c	b	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
Staklo	a	a	b	a	a	a	a	n.i.	a	b	a	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
PET	a	a	a	a	a	a	b	n.i.	a	a	a	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.	n.i.
malvidin-3-glukozid																
Višeslojna	c	n.i.	n.i.	n.i.	c	a	n.i.	n.i.	c	n.i.	n.i.	n.i.	b	n.i.	n.i.	n.i.
Staklo	b	n.i.	n.i.	n.i.	b	b	n.i.	n.i.	b	n.i.	n.i.	n.i.	b	n.i.	n.i.	n.i.
PET	a	n.i.	n.i.	n.i.	a	n.i.	n.i.	n.i.	a	n.i.	n.i.	n.i.	a	n.i.	n.i.	n.i.

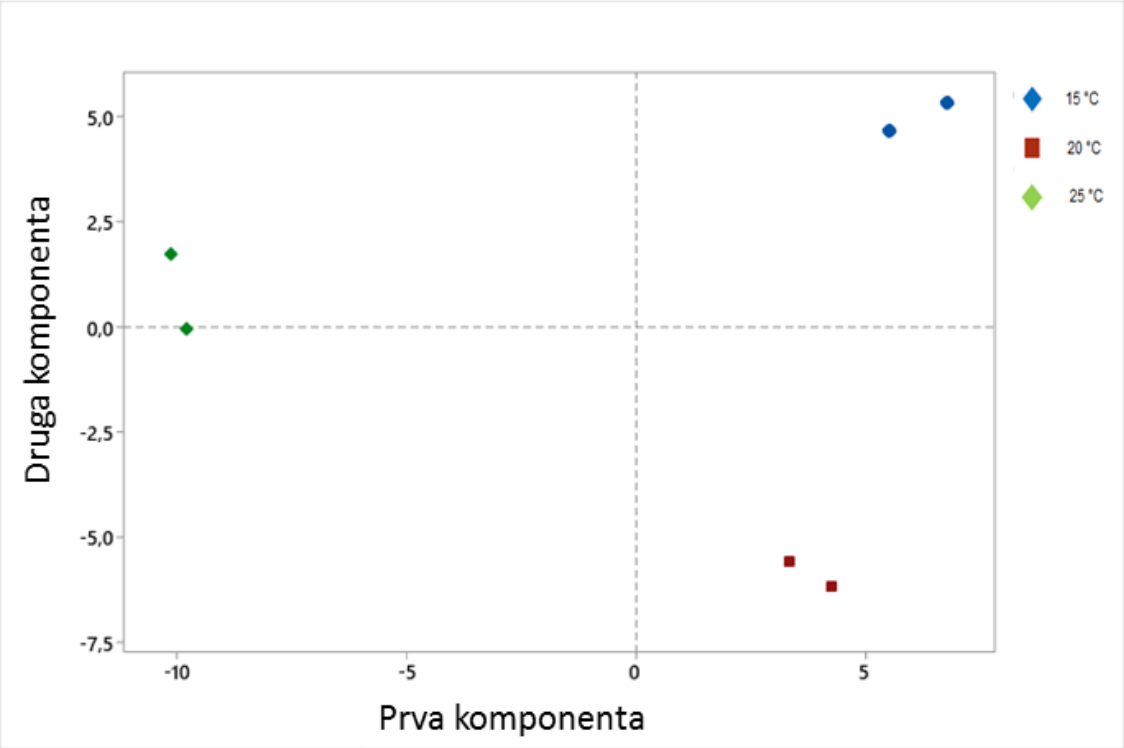
Različita slova u stupcu predstavljaju statistički značajnu razliku dobivenu post hoc Tukey testom
n.i. nije identificirano



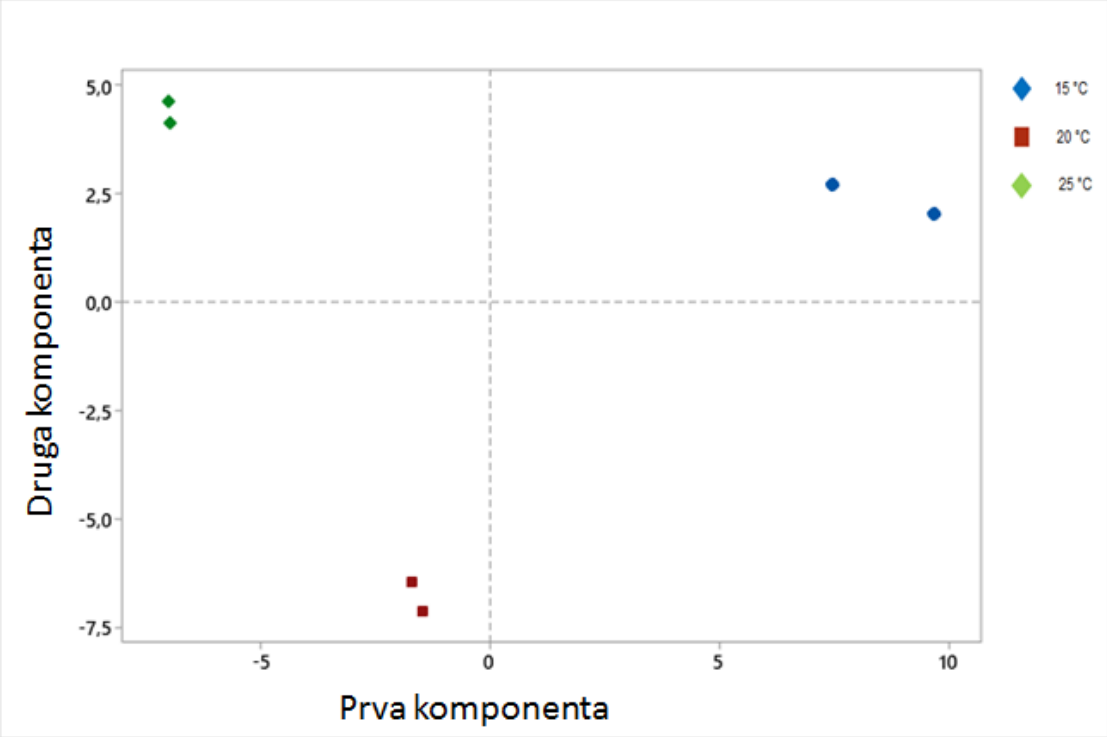
Slika 31 Analiza glavnih komponenti (engl. Principal Component Analysis – PCA) galne kiseline, (+)-katehina, (-)-epikatehina, kaftarinske kiseline, kutarinske kiseline, (-) kutarinske kiseline pri 25 °C



Slika 32 Analiza glavnih komponenti (engl. Principal Component Analysis – PCA) galne kiseline, (+)-katehina, (-)-epikatehina, kaftarinske kiseline, kutarinske kiseline, (-) kutarinske kiseline u staklenoj ambalaži na različitim temperaturama



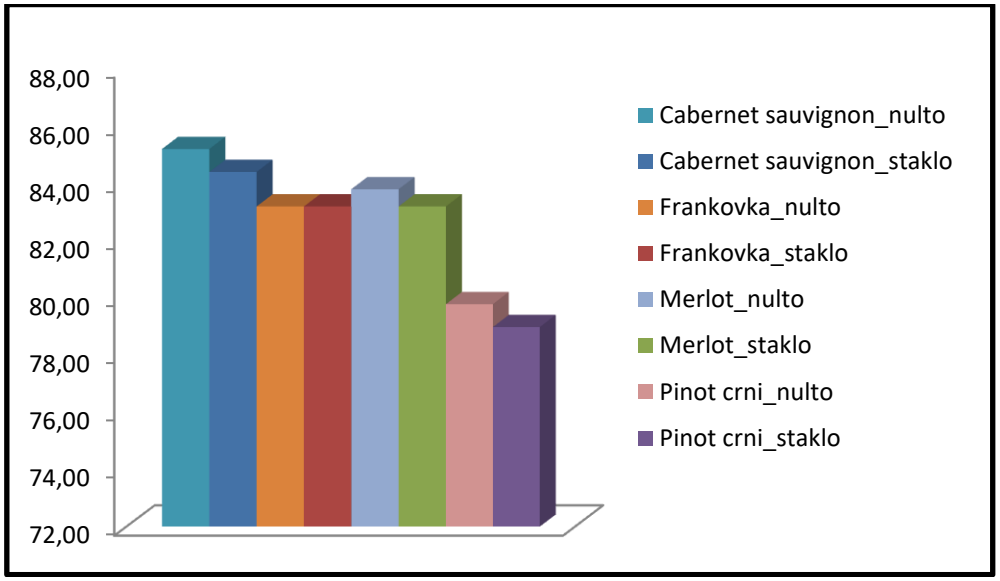
Slika 33 Analiza glavnih komponenti (engl. Principal Component Analysis – PCA) galne kiseline, (+)-katehina, (-)-epikatehina, kaftarinske kiseline, kutarinske kiseline, (-) kutarinske kiseline u PET ambalaži na različitim temperaturama



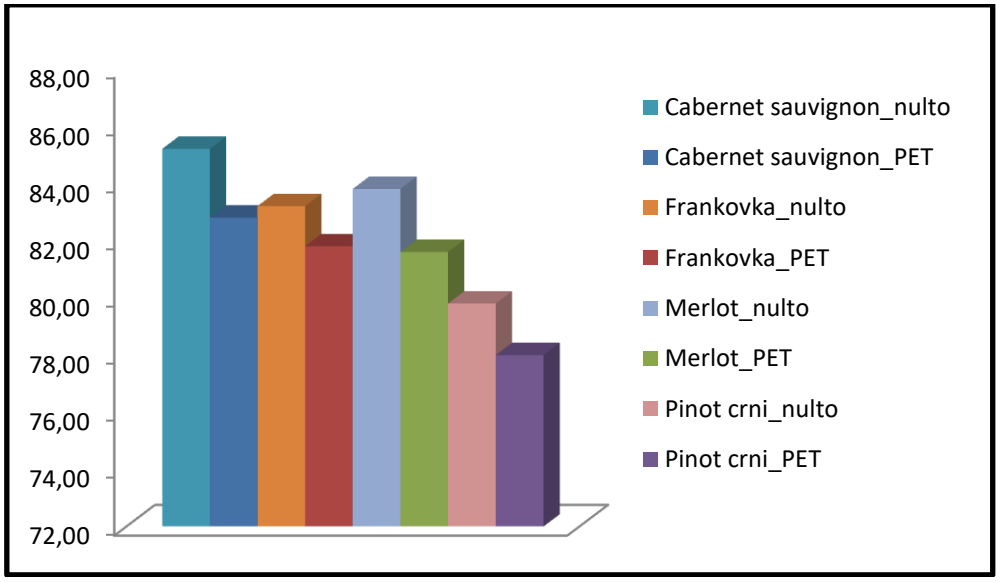
Slika 34 Analiza glavnih komponenti (engl. Principal Component Analysis – PCA) galne kiseline, (+)-katehina, (-)-epikatehina, kaftarinske kiseline, kutarinske kiseline, (-) kutarinske kiseline u višeslojnoj ambalaži na različitim temperaturama

4.5. SENZORSKA ANALIZA VINA

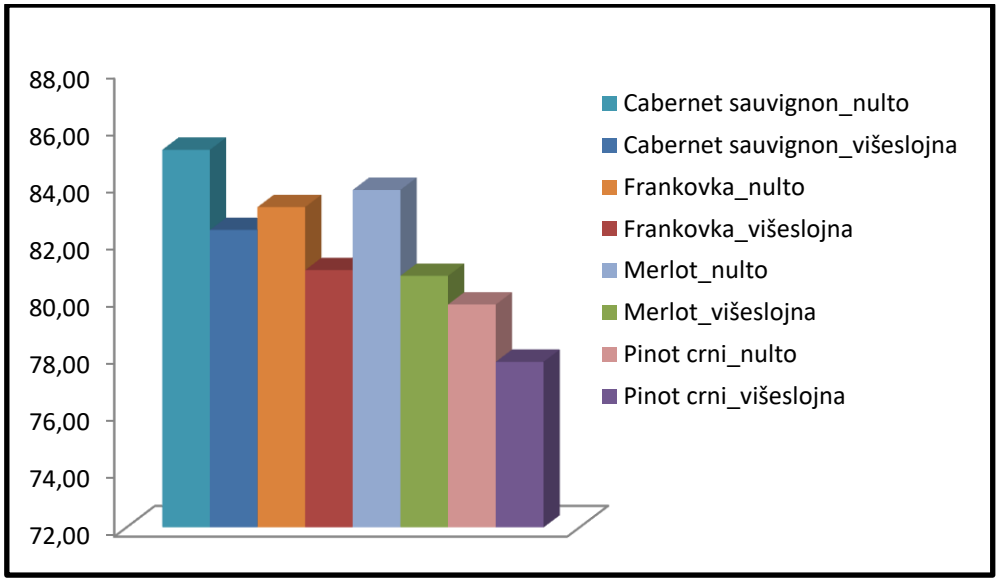
4.5.1. Senzorska analiza vina skladištenog pri 15 °C tijekom 12 mjeseci u različitu ambalažu



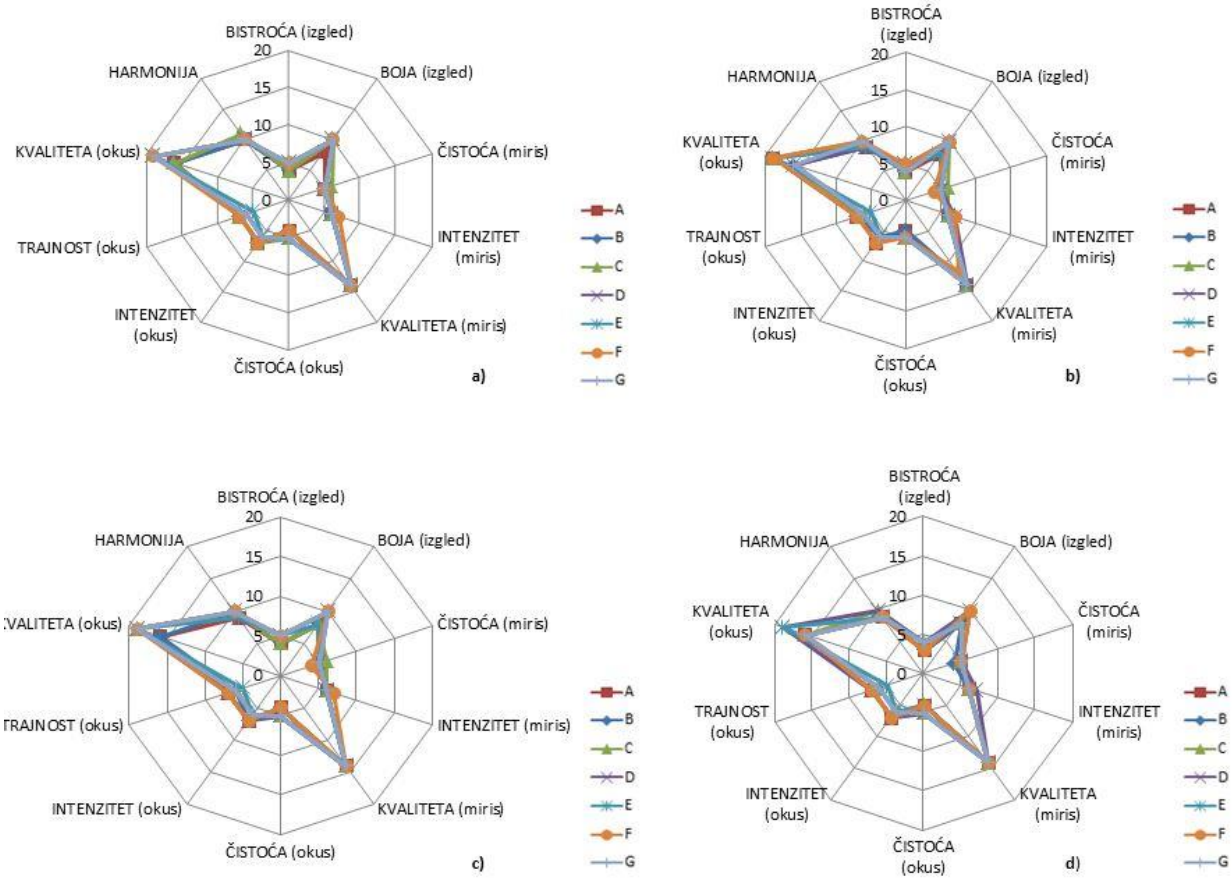
Slika 35 Prikaz ukupnih ocjena vina u staklenoj ambalaži, prilikom nultog mjerenja i nakon godinu dana skladištenja pri 15 °C



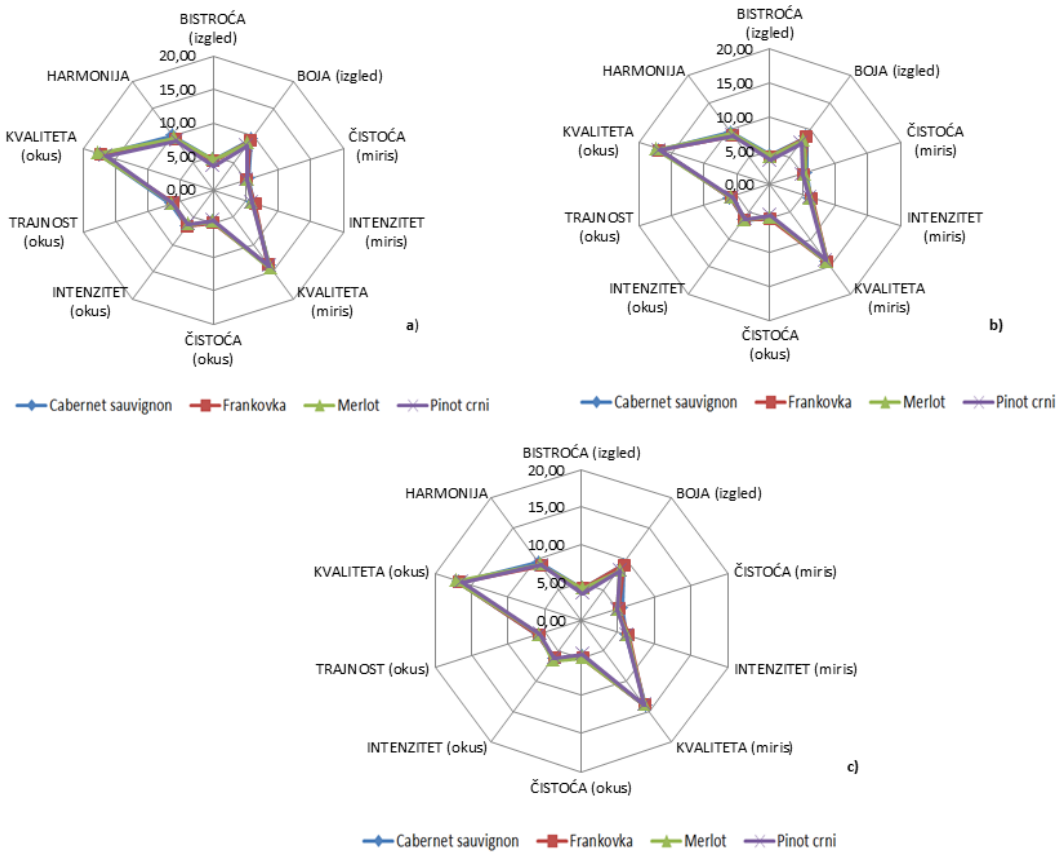
Slika 36 Prikaz ukupnih ocjena vina u plastičnoj ambalaži, prilikom nultog mjerenja i nakon godinu dana skladištenja pri 15 °C



Slika 37 Prikaz ukupnih ocjena vina u višeslojnoj ambalaži, prilikom nultog mjerenja i nakon godinu dana skladištenja pri 15 °C

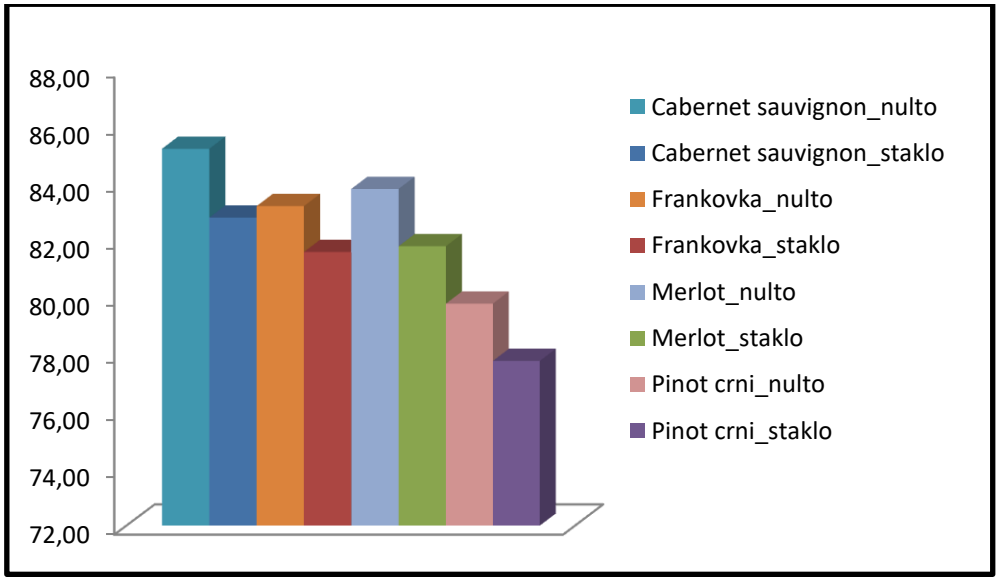


Slika 38 Grafički prikaz senzorskih obilježja vina na početku skladištenja: Cabernet sauvignon (a); Frankovka (b); Merlot (c); Pinot crni (d) (slova A do G označavaju ocjenjivače)

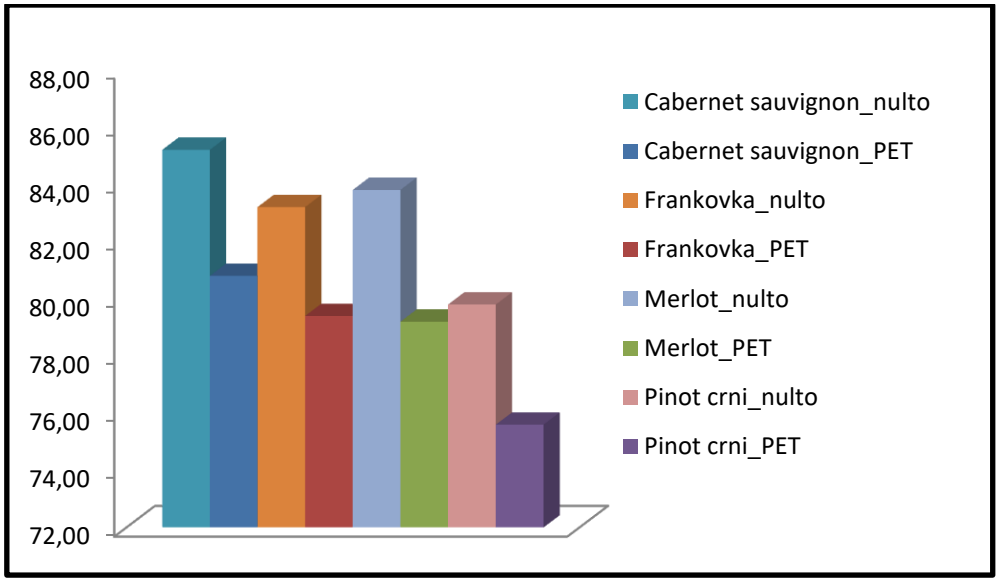


Slika 39 Grafički prikaz senzorskih obilježja vina nakon 12 mjeseci skladištenja pri 15 °C u: staklenoj ambalaži (a); plastičnoj ambalaži (b); višeslojnoj ambalaži (c) za sva ispitivana vina

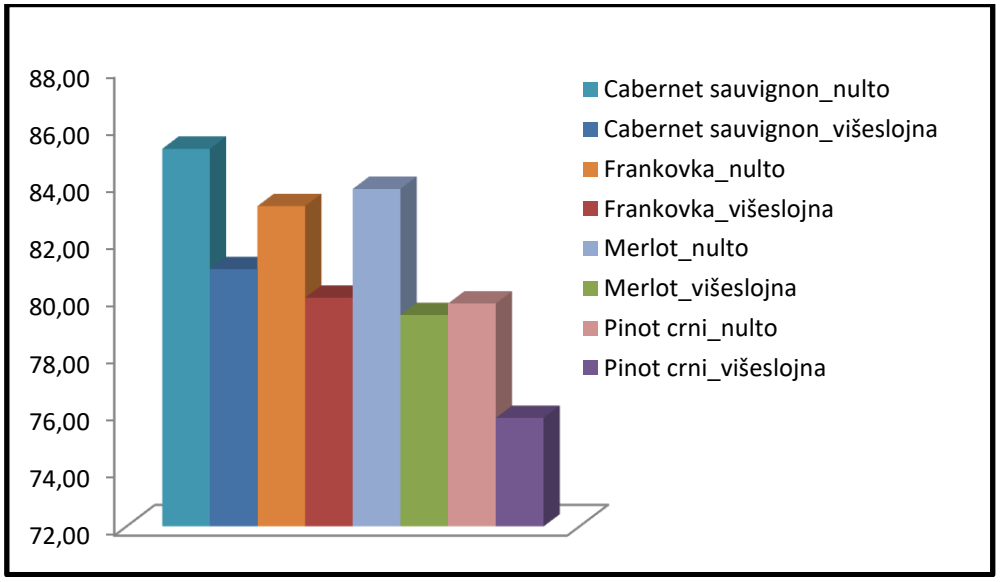
4.5.2. Senzorska analiza vina skladištenog pri 20 °C tijekom 12 mjeseci u različitu ambalažu



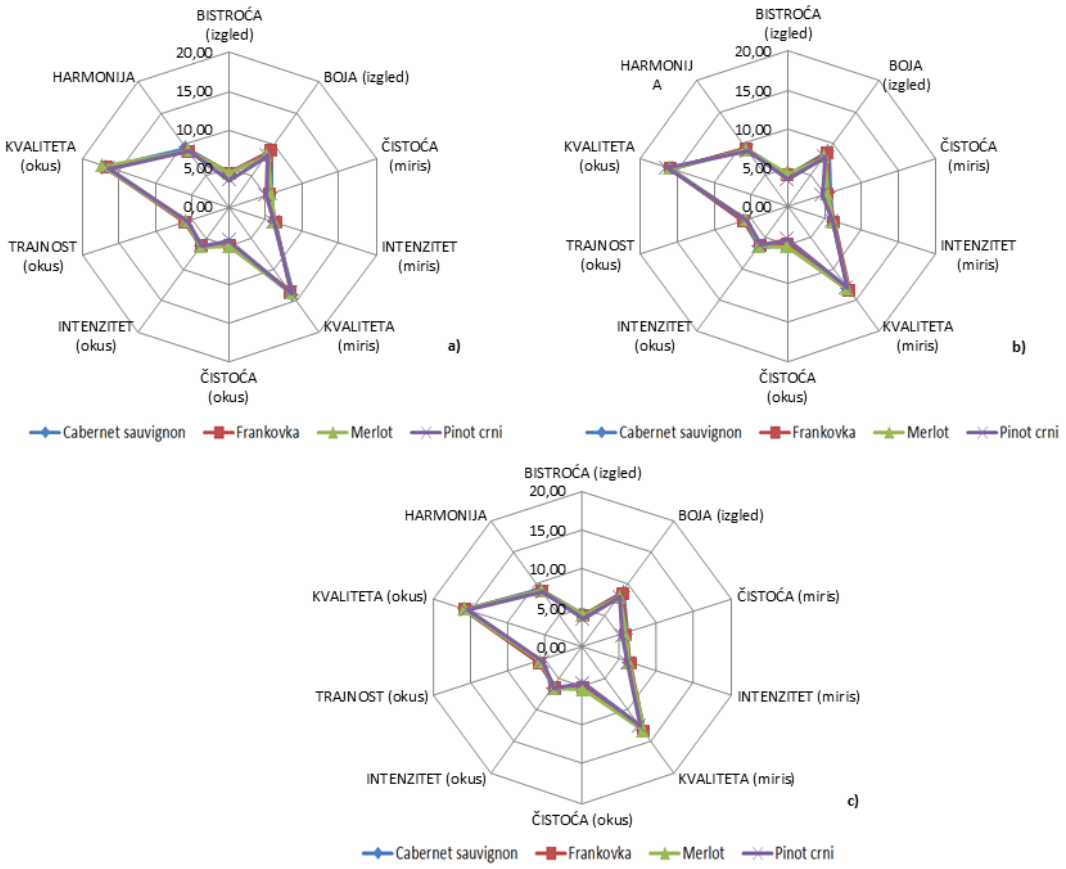
Slika 40 Prikaz ukupnih ocjena vina u staklenoj ambalaži, prilikom nultog mjerenja i nakon godinu dana skladištenja pri 20 °C



Slika 41 Prikaz ukupnih ocjena vina u plastičnoj ambalaži, prilikom nultog mjerenja i nakon godinu dana skladištenja pri 20 °C

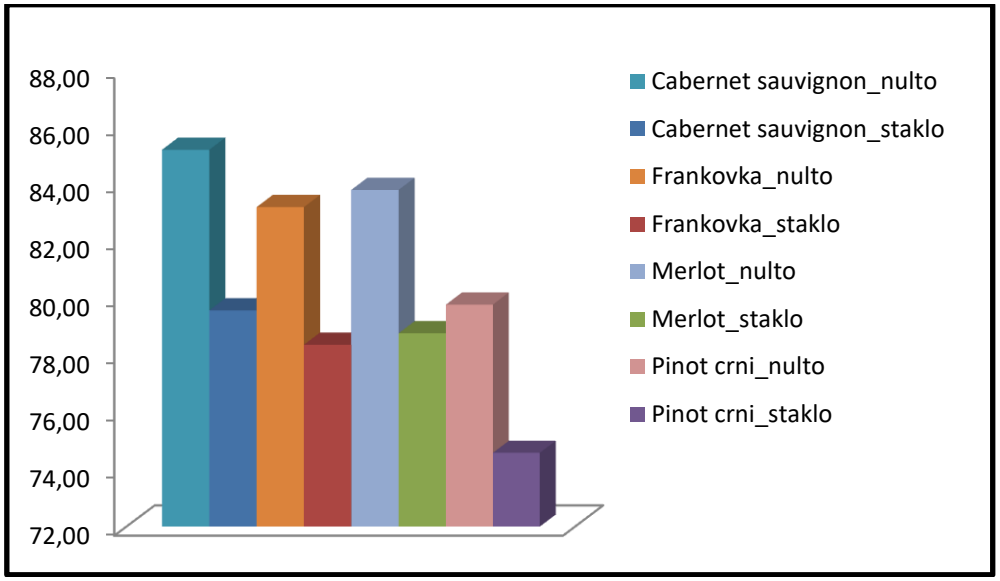


Slika 42 Prikaz ukupnih ocjena vina u višeslojnoj ambalaži, prilikom nultog mjerenja i nakon godinu dana skladištenja pri 20 °C

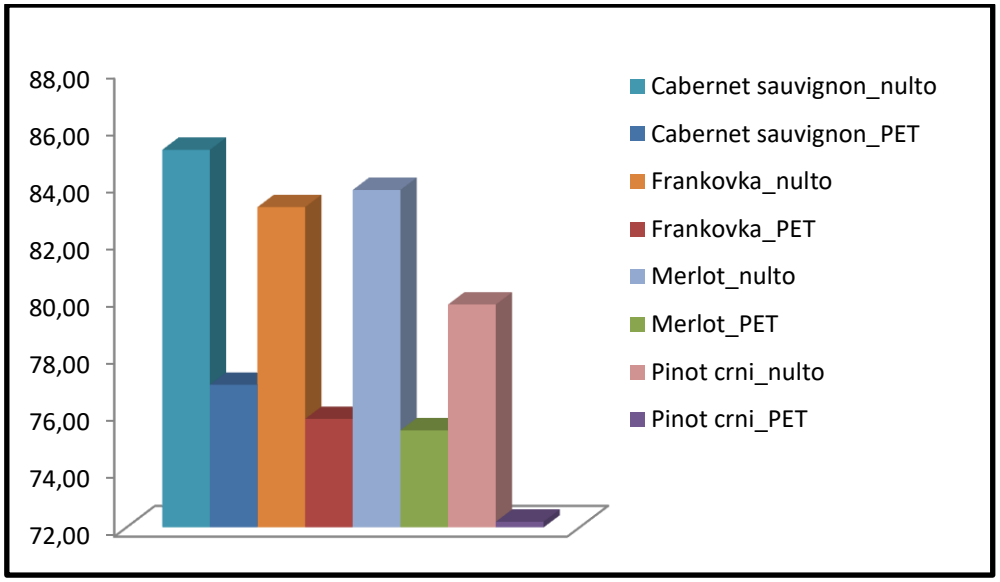


Slika 43 Grafički prikaz senzorskih obilježja vina nakon 12 mjeseci skladištenja pri 20 °C u: staklenoj ambalaži (a); plastičnoj ambalaži (b); višeslojnoj ambalaži (c) za sva ispitivana vina

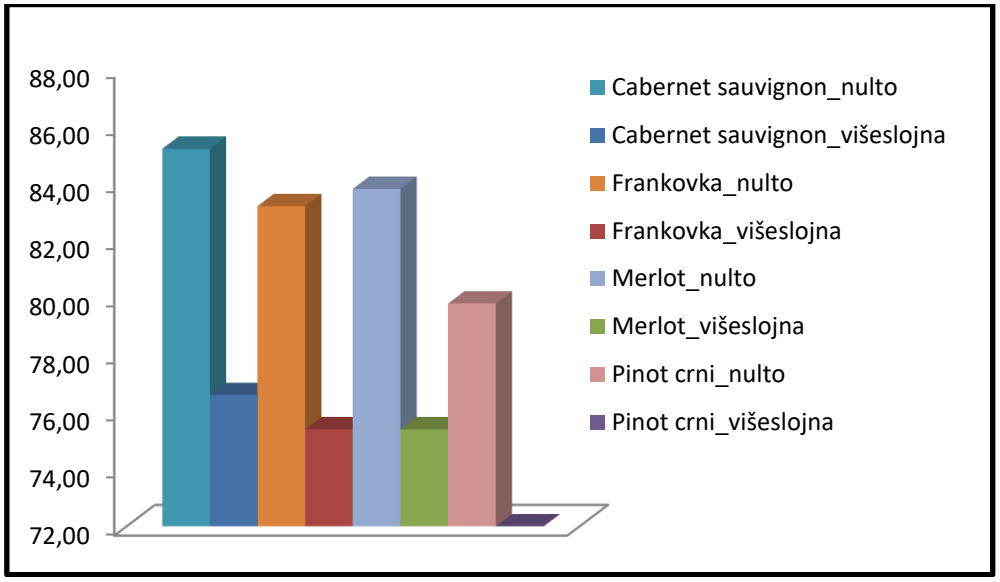
4.5.3. Senzorska analiza vina skladištenog pri 25 °C tijekom 12 mjeseci u različitu ambalažu



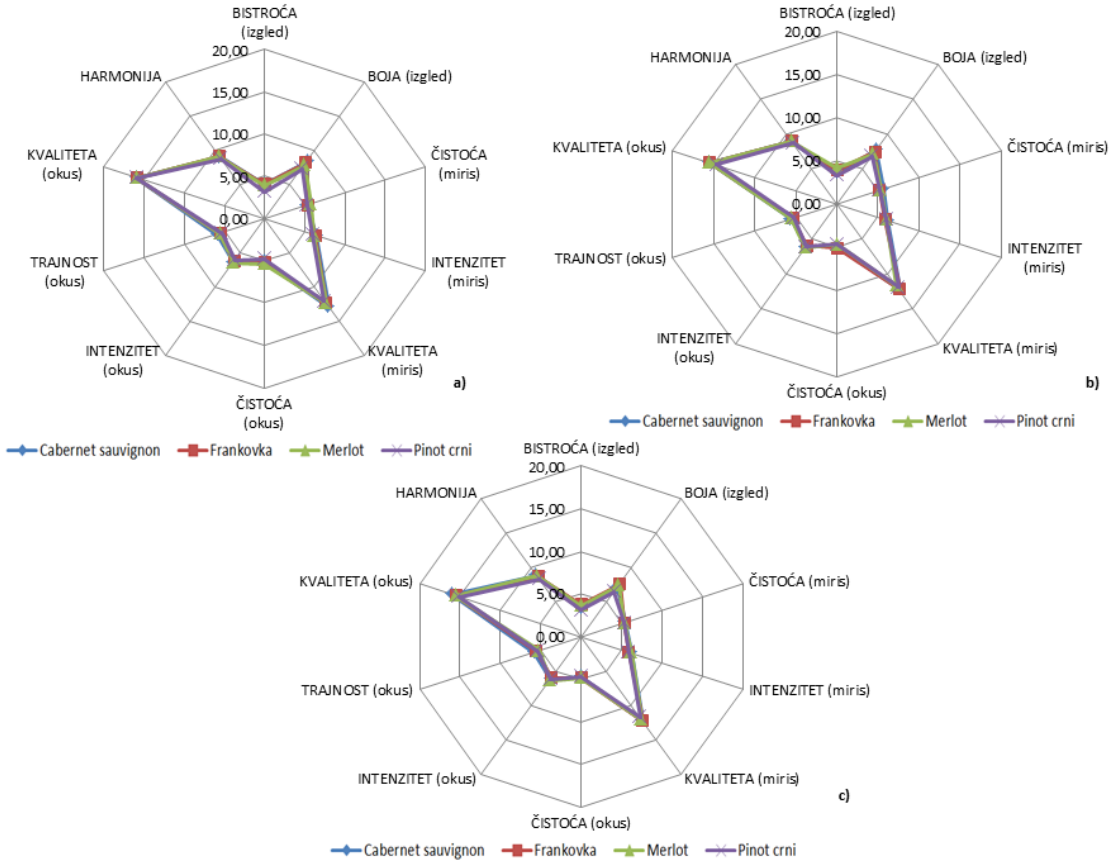
Slika 44 Prikaz ukupnih ocjena vina u staklenoj ambalaži, prilikom nultog mjerenja i nakon godinu dana skladištenja pri 25 °C



Slika 45 Prikaz ukupnih ocjena vina u plastičnoj ambalaži, prilikom nultog mjerenja i nakon godinu dana skladištenja pri 25 °C



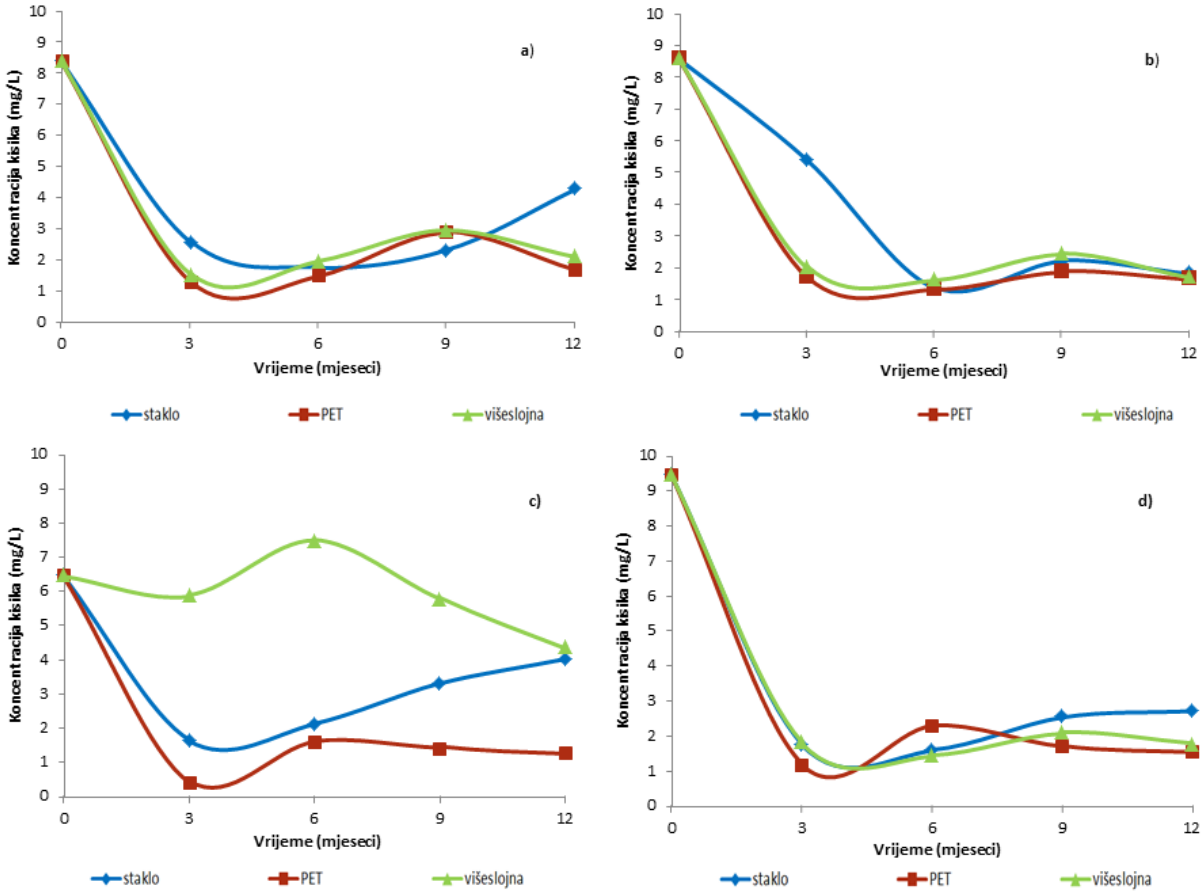
Slika 46 Prikaz ukupnih ocjena vina u višeslojnoj ambalaži, prilikom nultog mjerenja i nakon godinu dana skladištenja pri 25 °C



Slika 47 Grafički prikaz senzorskih obilježja vina nakon 12 mjeseci skladištenja pri 25 °C u: staklenoj ambalaži (a); plastičnoj ambalaži (b); višeslojnoj ambalaži (c) za sva ispitivana vina

4.6. OTOPLJENI KISIK U VINU TIJEKOM SKLADIŠTENJA VINA PRI RAZLIČITIM TEMPERATURAMA I U RAZLIČITOJ AMBALAŽI

4.6.1. Otopljeni kisik u vinu tijekom skladištenja pri 15 °C

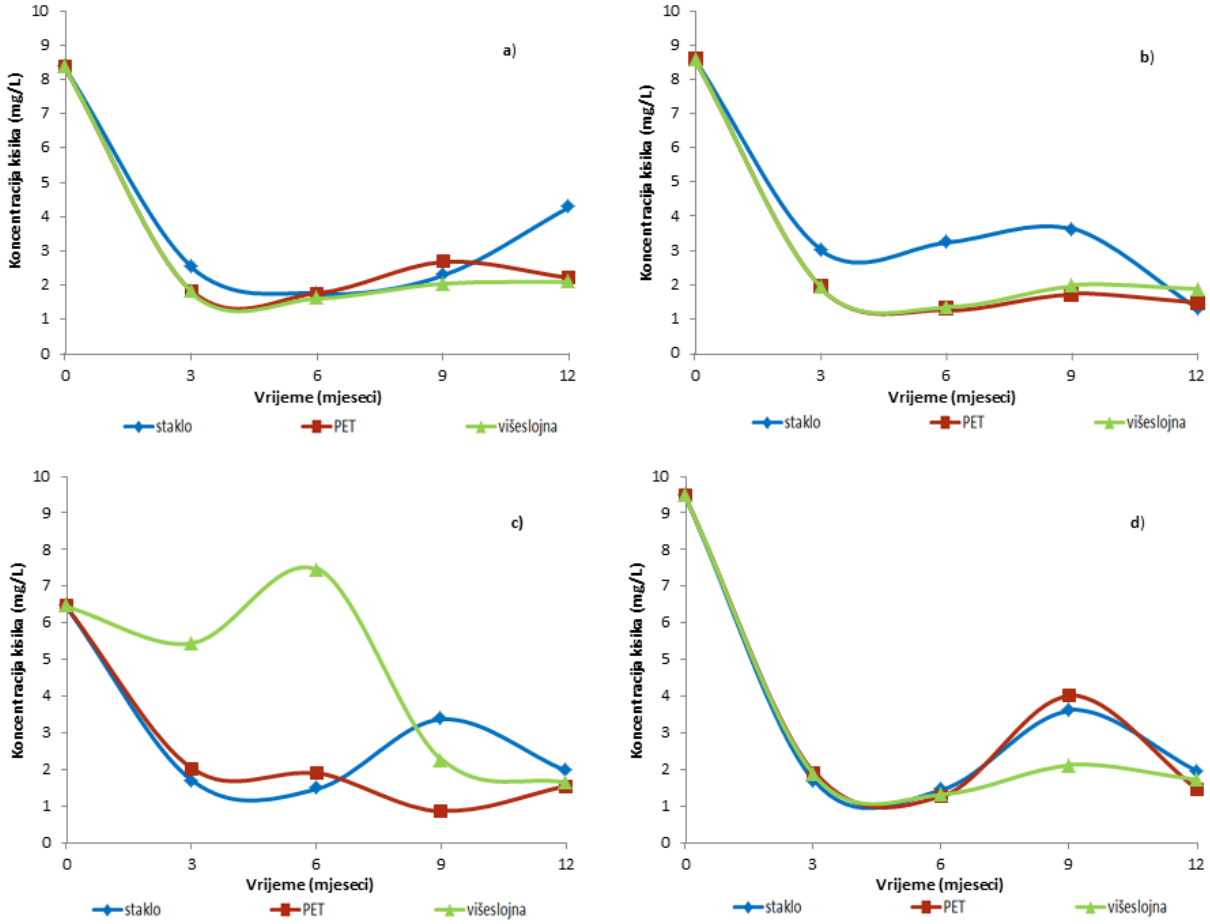


Slika 48 Koncentracija kisika u: Cabernet sauvignon (a); Frankovka (b); Merlot (c); Pinot crni (d) skladištenim u različitu ambalažu tijekom 12 mjeseci pri 15 °C

Tablica 25 Rezultati višestruke regresije s odabranim izrazito značajnim (P<0,001) glavnim učincima i interakcijama za otopljeni kisik u vinu pri 15 °C

Pojam	Koeficijent	Standardna greška koeficijenta	P-Vrijednost
FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA VINA			
		Kisik (mg/L)	
Konstanta	3,2622	0,0995	0,000
Vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**6,222**	**0,241**	**0,000**
Merlot *vs* Pinot crni : vrijeme 0 mjeseci *vs* više	**-3,229**	**0,685**	**0,000**
Merlot : višeslojna : vrijeme najmanje 6 mjeseci	**3,539**	**0,446**	**0,000**
Merlot višeslojna : vrijeme 3 mjeseca	**3,549**	**0,749**	**0,000**
Frankovka : staklo: vrijeme 3 mjeseca	**3,382**	**0,745**	**0,000**

4.6.2. Otopljeni kisik u vinu tijekom skladištenja pri 20 °C

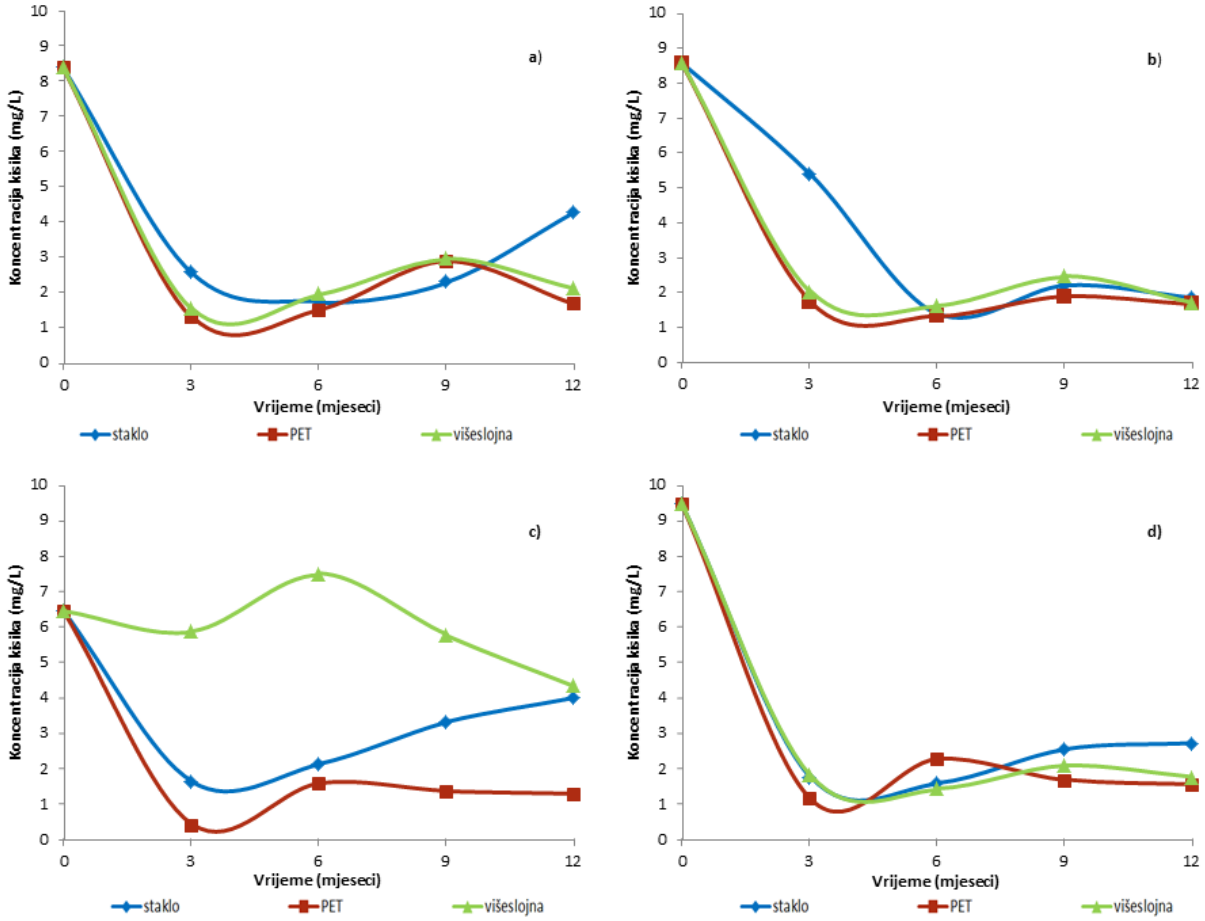


Slika 49 Koncentracija kisika u: Cabernet sauvignon (a); Frankovka (b); Merlot (c); Pinot crni (d) skladištenim u različitu ambalažu tijekom 12 mjeseci pri 20 °C

Tablica 26 Rezultati višestruke regresije s odabranim izrazito značajnim (P<0,001) glavnim učincima i interakcijama za otopljeni kisik u vinu pri 20 °C

Pojam	Koeficijent	Standardna greška koeficijenta	P-Vrijednost
FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA VINA			
		Kisik (mg/L)	
Konstanta	3,2751	0,0832	0,000
Vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**6,206**	**0,204**	**0,000**
Staklo *vs* drugi : vrijeme 9 mjeseci *vs* vrijeme 12 mjeseci	**1,909**	**0,550**	**0,001**
Merlot *vs* Pinot crni : vrijeme 0 mjeseci *vs* više	**-3,147**	**0,581**	**0,000**
Merlot : višeslojna : vrijeme 6 mjeseci	**5,111**	**0,638**	**0,000**
Merlot : višeslojna : vrijeme 3 mjeseca	**3,121**	**0,638**	**0,000**
Pinot crni : PET : vrijeme 9 mjeseci	**2,639**	**0,644**	**0,000**

4.6.3. Otopljeni kisik u vinu tijekom skladištenja pri 25 °C



Slika 50 Koncentracija kisika u: Cabernet sauvignon (a); Frankovka (b); Merlot (c); Pinot crni (d) skladištenim u različitu ambalažu tijekom 12 mjeseci pri 25 °C

Tablica 27 Rezultati višestruke regresije s odabranim izrazito značajnim (P<0,001) glavnim učincima i interakcijama za otopljeni kisik u vinu pri 25 °C

Pojam	Koeficijent	Standardna greška koeficijenta	P-Vrijednost
FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA VINA			
		Kisik (mg/L)	
Konstanta	3,3203	0,0679	0,000
Vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	**6,690**	**0,196**	**0,000**
Staklo *vs* drugi	**0,516**	**0,144**	**0,001**
Merlot *vs* Pinot crni	-0,843	0,192	0,000
Merlot : vrijeme 0 mjeseci *vs* drugi	-2,162	0,392	0,000

5. RASPRAVA

Da bi se ispitao utjecaj ambalaže i uvjeta skladištenja na polifenolni profil vina, četiri različita crna vina (Cabernet sauvignon, Frankovka, Merlot, Pinot crni) pakirana su u tri različite ambalaže (boce od stakla i PET-a te višeslojna ambalaža) te skladištena 12 mjeseci na tri različite temperature (15, 20 i 25 °C). Tijekom tog razdoblja, određeni su ukupni polifenoli, ukupni flavonoidi, ukupni antocijanini vina te pojedinačni polifenolni spojevi. Uz to, u vinima su tijekom skladištenja praćeni fizikalno-kemijski parametri (specifična težina vina, specifična težina destilata, udio alkohola, ukupni suhi ekstrakt, koncentracija ukupnih kiselina, koncentracija hlapivih kiselina, koncentracija slobodnog i ukupnog SO_2) te parametri boje vina (intenzitet boje, ton, udio žute, crvene i plave boje). Da bi se ispitao utjecaj ambalaže i uvjeta skladištenja na senzorska svojstva vina, u vinima su praćena senzorska obilježja okusa (kvaliteta, trajnost, intenzitet i čistoća okusa), mirisa (kvaliteta, intenzitet, čistoća), izgleda (bistroća), boje te ukupna harmonija. Koncentracija otopljenog kisika u vinima praćena je tijekom cijelog razdoblja skladištenja.

5.1. FIZIKALNO-KEMIJSKA SVOJSTVA VINA SKLADIŠTENOG PRI RAZLIČITIM TEMPERATURAMA TIJEKOM VREMENSKOG RAZDOBLJA 12 MJESECI

5.1.1. Fizikalno-kemijska svojstva vina skladištenog pri 15 °C

Rezultati fizikalno-kemijskih svojstava analiziranih vina (Cabernet sauvignon, Frankovka, Merlot, Pinot crni) pakiranih u tri različita ambalažna materijala, tijekom razdoblja skladištenja od 3, 6, 9 i 12 mjeseci pri 15 °C, prikazani su u **Tablici 4** te **Slikama 17** do **20**. Izmjerene vrijednosti za fizikalno-kemijska svojstva pri 15 °C bile su u rasponu: za specifičnu težinu vina (0,99225 - 0,99515), specifičnu težinu destilata (0,98040 - 0,98375), udio alkohola (12,26 - 15,29 %), ukupni suhi ekstrakt (27,90 - 35,20 g/L), ukupne kiseline (5,00 - 8,00 g/L), hlapive kiseline (0,43 - 0,98 g/L), slobodni SO_2 (7,0 - 41 mg/L) i ukupni SO_2 (13,0 - 102 mg/L). Većina fizikalno-kemijskih parametara vina poput specifične težine vina, specifične težine destilata, udjela alkohola, ukupnog suhog ekstrakta, koncentracije ukupnih i hlapivih kiselina, bili su stabilni tijekom jednogodišnjeg skladištenja u različitoj ambalaži. No, vidljive su razlike u koncentraciji ukupnog i slobodnog SO_2. Naime, tijekom razdoblja skladištenja, koncentracija ukupnog i slobodnog SO_2 se smanjivala.

Dobiveni rezultati analizirani su višestrukom regresijom u interakciji dviju varijabli (**Tablica 5**). Ova metoda omogućila je traženje statistički značajnih razlika u fizikalno-kemijskim parametrima vina s obzirom na vrijeme skladištenja te različitu ambalažu. Statističkom regresijskom analizom postale su vidljive neke statistički značajne razlike u tim karakteristikama s vremenom (**Tablica 5**). Naime, tijekom vremena skladištenja pokazana je statistički značajna razlika u nekim slučajevima u specifičnoj težini vina (vino Merlot tijekom

vremena u višeslojnoj i staklenoj ambalaži), specifičnoj težini destilata, udjelu alkohola (vina tijekom vremena u staklenoj ambalaži), ukupnom suhom ekstraktu (vino Merlot tijekom vremena u višeslojnoj ambalaži), ukupnim kiselinama (vina tijekom vremena u staklenoj ambalaži), hlapivim kiselinama (u vinima nakon 3 mjeseca skladištenja). Statistički je značajna razlika i u specifičnoj težini vina, specifičnoj težini destilata, udjelu alkohola i hlapivim kiselinama između vina pakiranih u višeslojnu i PET ambalažu. No, potrebno je reći da se svi nabrojani parametri razlikuju tek u decimalnim vrijednostima te, iako su pronađene razlike, ipak se može reći da su navedeni parametri bili stabilni tijekom cijelog razdoblja skladištenja u svim ambalažnim materijalima.

Smanjivanje koncentracije ukupnog i slobodnog SO_2 nakon 3 mjeseca skladištenja statistički je značajno (**Tablica 5**). Značajna je razlika u ukupnoj koncentraciji SO_2 u vinima u staklenoj ambalaži. Naime, vina skladištena u staklenoj ambalaži zadržala su nešto veću koncentraciju ukupnog SO_2 tijekom skladištenja (**Slika 20**).

S obzirom na statističku analizu rezultata višestrukom regresijom, stvoren je model prema kojem su određene fitovane vrijednosti fizikalno-kemijskih parametara vina, sa standardnim odstupanjima (**Prilog 5a**).

5.1.2. Fizikalno-kemijska svojstva vina skladištenog pri 20 °C

Rezultati fizikalno-kemijskih svojstava analiziranih vina pakiranih u tri različita ambalažna materijala, tijekom vremena skladištenja od 3, 6, 9 i 12 mjeseci pri 20 °C, prikazani su u **Tablici 6** te **Slikama 21** do **24**. Izmjerene vrijednosti za fizikalno-kemijska svojstva pri 20 °C bile su u rasponu: za specifičnu težinu vina (0,99310 - 0,99640), specifičnu težinu destilata (0,98050 - 0,98420), udio alkohola (11,98 - 15,21 %), ukupni suhi ekstrakt (28,00 - 35,90 g/L), ukupne kiseline (5,03 - 7,96 g/L), hlapive kiseline (0,43 - 1,04 g/L), slobodni SO_2 (6,70 - 41 mg/L) i ukupni SO_2 (19,20 - 102 mg/L). I pri 20 °C, većina od nabrojanih fizikalno-kemijskih svojstava vina bila su stabilna tijekom jednogodišnjeg skladištenja u različitoj ambalaži. No, nađene su razlike u koncentraciji ukupnog i slobodnog SO_2 tijekom razdoblja skladištenja, s obzirom da se njihova koncentracija smanjivala. Vidljivo je i blago povećanje hlapivih kiselina.

Dobiveni rezultati analizirani su višestrukom regresijom u interakciji dviju varijabli (**Tablica 7**). Ova metoda omogućila je traženje statistički značajnih razlika u parametrima vina skladištenog pri 20 °C, s obzirom na vrijeme skladištenja te različitu ambalažu. Statističkom regresijskom analizom postale su vidljive neke statistički značajne razlike u tim karakteristikama s vremenom (**Tablica 7**). Naime, tijekom vremena skladištenja pokazana je statistički značajna razlika u nekim slučajevima u specifičnoj težini vina (vino Merlot nakon 6 mjeseci u višeslojnoj ambalaži), ukupnom suhom ekstraktu (vino Pinot crni nakon 12 mjeseci

u staklenoj ambalaži), ukupnim kiselinama (vina tijekom vremena u staklenoj ambalaži), hlapivim kiselinama (u svim vinima tijekom vremena). Pronađena značajna razlika u hlapivim kiselinama potvrđuje vidljivo povećanje koncentracije hlapivih kiselina tijekom vremena primjećeno na **Slici 23**. Ostali parametri bili su stabilni tijekom cijelog razdoblja skladištenja u svim ambalažnim materijalima unatoč pronađenim razlikama, koje su se očitovale u decimalnim vrijednostima. S obzirom na ambalažni materijal, statistički značajna razlika pronađena je u specifičnoj težini vina, specifičnoj težini destilata, udjelu alkohola, hlapivim kiselinama vina pakiranih u višeslojnu i PET ambalažu.

Smanjivanje koncentracije ukupnog i slobodnog SO_2 nakon 3 mjeseca skladištenja statistički je značajno (**Tablica 7**).

S obzirom na statističku analizu rezultata višestrukom regresijom, stvoren je model prema kojem su određene fitovane vrijednosti fizikalno-kemijskih parametara vina, sa standardnim odstupanjima (**Prilog 5b**).

5.1.3. Fizikalno-kemijska svojstva vina skladištenog pri 25 °C

Rezultati fizikalno-kemijskih svojstava analiziranih vina pakiranih u tri različita ambalažna materijala, tijekom vremena skladištenja od 3, 6, 9 i 12 mjeseci pri 25 °C, prikazani su u **Tablici 8** te **Slikama 25** do **28**. Izmjerene vrijednosti za fizikalno-kemijska svojstva pri 25 °C bile su u rasponu: za specifičnu težinu vina (0,99310 - 0,99500), specifičnu težinu destilata (0,9800 - 0,98345), udio alkohola (12,32 - 15,65 %), ukupni suhi ekstrakt (28,7 - 36,7 g/L), ukupne kiseline (4,94 - 6,75 g/L), hlapive kiseline (0,43 - 0,76 g/L), slobodni SO_2 (7,9 - 41 mg/L) i ukupni SO_2 (13,0 - 102 mg/L). Većina fizikalno-kemijskih parametara vina kao i na prethodnim temperaturama skladištenja, bila je stabilna tijekom skladištenja 12 mjeseci u različitoj ambalaži. Slično kao i na prethodnim temperaturama skladištenja, vidljive su razlike u koncentraciji ukupnog i slobodnog SO_2, s obzirom da se tijekom vremena njihova koncentracija smanjivala.

Dobiveni rezultati analizirani su višestrukom regresijom u interakciji dviju varijabli (**Tablica 9**). Ova metoda omogućila je traženje statistički značajnih razlika u parametrima vina s obzirom na vrijeme skladištenja te različitu ambalažu. Statističkom regresijskom analizom postale su vidljive neke statistički značajne razlike u tim karakteristikama s vremenom (**Tablica 9**). Naime, tijekom vremena skladištenja pokazana je statistički značajna razlika u nekim slučajevima u specifičnoj težini vina (vina u višeslojnoj i PET ambalaži tijekom vremena, vino Merlot nakon 6 mjeseci u višeslojnoj ambalaži), specifičnoj težini destilata, udjelu alkohola (vino Merlot nakon 12 mjeseci u višeslojnoj ambalaži), ukupnom suhom ekstraktu (vino Merlot nakon 6 mjeseci u višeslojnoj ambalaži), hlapivim kiselinama (vina tijekom vremena u višeslojnoj ambalaži). S obzirom na vina pakirana u različitu ambalažu,

pronađena je statistički značajna razlika u specifičnoj težini destilata i udjelu alkohola između vina pakiranih u višeslojnu i PET ambalažu. I u ovim slučajevima, iako su pronađene značajne razlike, one su vrlo male te se može reći da su navedeni parametri bili stabilni tijekom cijelog razdoblja skladištenja u svim ambalažnim materijalima.

Smanjivanje koncentracije ukupnog i slobodnog SO_2 nakon 3 mjeseca skladištenja statistički je značajno (**Tablica 9**).

S obzirom na statističku analizu rezultata višestrukom regresijom, stvoren je model prema kojem su određene fitovane vrijednosti fizikalno-kemijskih parametara vina, sa standardnim odstupanjima (**Prilog 5c**).

Izmjerene vrijednosti za fizikalno-kemijska svojstva vina pri 15, 20 i 25 °C u skladu su s podacima iz literature (Dimkou i sur., 2011.; Ghidossi i sur., 2012.; Hopfer i sur., 2012.; Ergović-Ravančić i sur., 2013.; McRae i sur., 2013.; Artem i sur., 2014.; Mesić i sur. 2015.; Kojić i Jakobek, 2019.). S obzirom na period skladištenja, pronađene su neke značajne razlike u fizikalno-kemijskim svojstvima vina na sve tri temperature, ali te su razlike male te se može reći da su fizikalno kemijski parametri (specifična težina vina, specifična težina destilata, udio alkohola, ukupni suhi ekstrakt, ukupne kiseline) stabilni tijekom 12 mjeseci skladištenja. No, znatno se smanjivala koncentracija slobodnog i ukupnog SO_2 u svim vinima tijekom vremena, na sve tri temperature. Koncentracija SO_2 smanjuje se nakon punjenja u boce zbog potrošnje kisika koji se nalazi otopljen u vinu (Lopes i sur., 2006.; Ferreira i sur., 2014.; Crouvisier-Urion i sur., 2018.). Koncentracija slobodnog SO_2 u ispitivanim vinima bila je na razini 10 mg/L na kraju razdoblja skladištenja (izuzetak je vino Merlot u višeslojnoj ambalaži), što je još uvijek dovoljna koncentracija koja štiti sastojke vina od oksidativnih promjena (Godden i sur., 2001.).

Može se istaknuti da je pronađena statistički značajna razlika u fizikalno-kemijskim svojstvima vina pakiranih u višeslojnu i PET ambalažu. Razlika je vidljiva u udjelu alkohola (na sve tri temperature) te sadržaju hlapivih kiselina (pri 15 i 20 °C). Sadržaj hlapivih kiselina bio je viši u vinima pakiranim u višeslojnu ambalažu. Osim toga, pronađena je razlika u koncentraciji ukupnog SO_2 u vinima u staklenoj ambalaži u usporedbi s PET i višeslojnom skladištenim pri 15 °C. Vina u staklenoj ambalaži imala su veću koncentraciju ukupnog SO_2, što dovodi do zaključka da staklena ambalaža štiti vino od oksidacijskih reakcija bolje nego višeslojna i PET. Zbog ovih razlika može se reći da postoje razlike između ambalažnih materijala u koje se pakira vino.

5.2. PARAMETRI BOJE TIJEKOM SKLADIŠTENJA VINA PRI RAZLIČITIM TEMPERATURAMA TIJEKOM VREMENSKOG RAZDOBLJA 12 MJESECI

5.2.1. Parametri boje tijekom skladištenja vina pri 15 °C

Tablica 10 prikazuje parametre boje vina, intenzitet, ton, udio žute, crvene i plave boje. Tijekom 12 mjeseci skladištenja svi parametri boje pokazuju određene promjene. Vidljiv je porast intenziteta boje u prva tri mjeseca skladištenja u svim vinima i svim ambalažnim materijalima. Ton boje pokazao je porast u prva tri mjeseca te zatim smanjenje u 6. mjesecu. Udio žute boje uglavnom pokazuje porast u prva tri mjeseca. Udio crvene i plave boje se mijenja tijekom vremena skladištenja (u nekim slučajevima porast, u nekim smanjenje).

Parametri boje analizirani su statističkom analizom s višestrukom regresijom (**Tablica 11**) koja može pronaći značajne razlike u parametrima boje. Ova analiza potvrđuje da se parametri boje mijenjaju s vremenom. Naime, porast intenziteta boje u odnosu na početni intenzitet, porast tona nakon 3 mjeseca skladištenja, porast udjela žute boje u prva tri mjeseca je statistički značajan. Promjena udjela crvene i plave boje pokazuje značajne razlike u pojedinačnim slučajevima. S obzirom na vrstu ambalaže u koju su pakirana vina, značajna razlika pokazala se samo u udjelu crvene boje za vina skladištena u staklenu ambalažu.

Na osnovi provedene statističke analize napravljen je model, a fitovane vrijednosti parametara boje te standardna odstupanja prikazana su u **Prilogu 5d**.

5.2.2. Parametri boje tijekom skladištenja vina pri 20 °C

Tablica 12 prikazuje parametre boje vina, intenzitet, ton, udio žute, crvene i plave boje. Prikazan je sličan trend povećanja intenziteta boje u prva tri mjeseca skladištenja u svim vinima i ambalažama, te uglavnom povećanja udjela žute boje. Ostali se parametri (ton boje, udio crvene i plave boje) mijenjaju tijekom vremena skladištenja (u nekim slučajevima porast, u nekim smanjenje).

Parametri boje analizirani su statističkom analizom s višestrukom regresijom (**Tablica 13**). Ova analiza potvrđuje da se parametri boje mijenjaju s vremenom. To se može primijetiti u porastu intenziteta boje te porastu udjela žute boje tijekom 3 mjeseca skladištenja koji su statistički značajni u odnosu na početni intenzitet. Nisu pronađene statistički značajne razlike u udjelu crvene i plave boje. S obzirom na vrstu ambalaže, vidljiva je razlika u intenzitetu boje u vinima u staklenoj ambalaži.

Na osnovi provedene statističke analize napravljen je model, a fitovane vrijednosti parametara boje te standardna odstupanja prikazana su u **Prilogu 5e**.

5.2.3. Parametri boje tijekom skladištenja vina pri 25 °C

Tablica 14 prikazuje parametre boje intenzitet, ton, udio žute, crvene i plave boje, u vinima skladištenim pri 25 °C. Intenzitet boje i ton povećavaju se tijekom skladištenja, jednako kao i udio žute boje. Ali, udio crvene i plave boje se smanjuje. Parametri boje analizirani su statističkom analizom s višestrukom regresijom (**Tablica 15**). Ova analiza potvrđuje da se parametri boje mijenjaju s vremenom. Naime, porast intenziteta boje, tona boje te udjela žute boje je statistički značajan u odnosu na početne vrijednosti. Smanjenje udjela crvene i plave boje s vremenom također je statistički značajno. Na osnovi provedene statističke analize napravljen je model, a fitovane vrijednosti parametara boje te standardna odstupanja prikazana su u **Prilogu 5f**.

Dobiveni rezultati za povećanje intenziteta i tona boje u vinima na sve tri ispitivane temperature u skladu su s prethodno objavljenim radovima (Chira i sur., 2009.; Sáenz-Navajas i sur., 2012.; Filipe-Ribeiro i sur., 2017.) kao i povećanje tona i smanjenje udjela crvene boje (De Coninck i sur., 2006.; Poiana i sur., 2007.; Lopes i sur., 2009.; Babincev i sur., 2016.). Povećanje udjela žute boje tijekom skladištenja također je u skladu s ranijim istraživanjima (Lopes i sur., 2009.; Hopfer i sur., 2012.; Arapitsas i sur., 2014.). Naime, tijekom skladištenja crnih vina, apsorbancija se povećava u žuto-smeđem području na 400 - 420 nm (Chira i sur., 2011.). Mjerenje A na 420 nm (žuta boja) korisno je sredstvo za određivanje razvoja vina i stupnja oksidacije (Lopes i sur., 2009.; Ferreira i sur., 2014.). Naime, povećanje udjela žute boje pripisuje se stvaranju smeđih pigmenata iz polimerizacije flavanola i dimernih cijanidina (Francia-Aricha i sur. 1998.; Drinkine i sur. 2007.) odnosno oksidaciji fenola u kinone (Li i sur., 2008.). Slične reakcije mogle su se dogoditi i kod vina u ovom istraživanju. Promjene u udjelu plave boje u ovom istraživanju odgovaraju ranijim istraživanjima (Kennedy i sur., 2006). U tom istraživanju primjećeno je da se apsorpcija vina na 620 nm u početku povećava, a zatim boja vina blijedi.

Kako su antocijani glavni spojevi koji sudjeluju u boji mladih crnih vina, a na promjenu boje tijekom starenja iz crveno-ljubičastog u ciglasto-crveni ton uvelike utječe razina kisika otopljenog u vinu tijekom skladištenja (Avizcuri i sur., 2016.), evolucija koncentracije antocijana tijekom vremena može predstavljati indeks oksidacijske razgradnje vina tijekom skladištenja. Tijekom oksidacije ostvaruje se veći prirast u žutoj boji nego u crvenoj boji, a povećanja u udjelu plave boje su veća nego kod crvene (Carrascón i sur., 2015.). Na boju antocijana utječe i sumporov dioksid, što uzrokuje gubitak crvene boje (Bakker i Timberlake, 1997.; Lee i sur., 2004.).

Temperatura također može imati značajnu ulogu u promjeni sadržaja parametara boje. U radu Arapitsas i sur. (2014.) preporuka je da se vina čuvaju na nižim temperaturama (podrumska temperatura), gdje je potrošnja kisika sporija (Arapitsas i sur., 2014.).

5.3. UKUPNI POLIFENOLI, FLAVONOIDI I ANTOCIJANI

Spektrofotometrija, kao pristupačnija tehnika za brze i jednostavne rutinske analize, već je korištena za određivanje ukupnih koncentracija polifenola, flavonoida i antocijana (Mazza i sur., 1999.; Zhishen i sur., 1999.; Ivanova i sur., 2009.; Ivanova i sur., 2010.). Rezultati ukupnih polifenola, flavonoida i antocijana vina (Cabernet sauvignon, Frankovka, Merlot, Pinot crni) tijekom vremena skladištenja od 3, 6, 9 i 12 mjeseci, prikazani su u **Tablicama 16 - 18**.

5.3.1. Ukupni polifenoli, flavonoidi i antocijani u vinu skladištenom pri 15 °C

Pronađene su koncentracije ukupnih polifenola od 2292 mg/L do 4389 mg/L i ukupnih flavonoida od 518 mg/L do 1739 mg/L. Najmanja koncentracija antocijana iznosila je 45 mg/L, a najveća 228 mg/L. Tijekom 12 mjeseci skladištenja koncentracija ukupnih polifenola se smanjivala, a smanjenje je bilo najizraženije u vinima pakiranim u PET ambalažu. Koncentracija antocijana se također smanjivala. Primjećeno je također da je koncentracija ukupnih flavonoida nakon godinu dana bila veća od izmjerenih početnih vrijednosti (**Tablica 16**).

5.3.2. Ukupni polifenoli, flavonoidi i antocijani u vinu skladištenom pri 20 °C

Pronađene su koncentracije ukupnih polifenola od 2183 do 4281 mg/L, ukupnih flavonoida od 502 do 1739 mg/L te ukupnih antocijanina od 39 do 228 mg/L. Tijekom 12 mjeseci skladištenja primjećen je trend smanjenja koncentracija ukupnih polifenola, a taj trend bio je najizraženiji u PET ambalaži. Ukupni antocijanini također su se smanjivali tijekom vremena skladištenja. Koncentracija ukupnih flavonoida nakon godinu dana bila je veća od izmjerenih početnih vrijednosti (**Tablica 17**).

5.3.3. Ukupni polifenoli, flavonoidi i antocijani u vinu skladištenom pri 25 °C

U vinima skladištenim pri 25 °C, pronađene su koncentracije ukupnih polifenola od 2121 do 3944 mg/L, ukupnih flavonoida od 662 do 1451 mg/L te ukupnih antocijanina od 35 do 228 mg/L. Tijekom 12 mjeseci skladištenja koncentracija ukupnih polifenola se smanjivala, isto

kao i koncentracija antocijanina. Koncentracija ukupnih flavonoida nakon godinu dana bila je veća od izmjerenih početnih vrijednosti (**Tablica 18**).

Dobiveni rezultati koncentracije ukupnih polifenola, ukupnih flavonoida i ukupnih antocijanina u skladu su s rezultatima objavljenim u literaturi (Landrault i sur., 2001.; Arnous i sur., 2002.; Minussi i sur., 2003.; Katalinić i sur., 2004.; Villaño i sur., 2006.; Košmerl i Cigić, 2008.; Stratil i sur., 2008.; Tarko i sur., 2008.; Chira i sur., 2011.; Šeruga i sur., 2011.). Ranijim istraživanjima također je utvrđeno da za vrijeme skladištenja početna koncentracija antocijana opada (Eiro i Heinonen, 2002.; Zafrilla i sur., 2003.; Monagas i sur., 2006.; Chira i sur., 2011.; Gambuti i sur., 2016.), neovisno o vrsti vina (Hermosín-Gutiérrez i sur., 2005.; Monagas i sur., 2005c). Da bi se odredilo kako skladištenje i temperatura skladištenja utječe na pojedinačne polifenole vina, određeni su pojedinačni polifenoli u pakiranim vinima.

5.4. POJEDINAČNI POLIFENOLNI SPOJEVI

Polifenoli pronađeni u vinu pripadaju u nekoliko podskupina poput fenolnih kiselina, stilbena, flavan-3-ola, antocijanina (Ibern-Gómez i sur., 2002.; Proestos i sur., 2005.; Özkan i Göktürk Baydar, 2006.; Anli i Vural, 2009.; Burin i sur., 2011., Porgalı i Büyüktuncel, 2012.; Ragusa i sur., 2019.). Da bi se identificirali pojedini polifenolni spojevi prisutni u vinu provedena je analiza uzoraka vina primjenom tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti (HPLC). Koncentracije identificiranih pojedinačnih polifenola i antocijanina ispitivanih vina prikazani su u **Tablicama 19, 21 i 23.** Podaci su obrađeni post-hoc Tukey testom da bi se vidjele statistički značajne razlike u pojedinom polifenolnom spoju s obzirom na period skladištenja (**Tablice 19, 21 i 23)**. Osim toga, post-hoc Tukey test proveden je za sve polifenolne spojeve s obzirom na vrstu ambalažnog materijala u koji su vina bila pakirana, a rezultati su prikazani u **Tablicama 20, 22 i 24**.

Od fenolnih kiselina, u vinima su pronađene galna kiselina, kafeinska kiselina, kaftarinska kiselina, dva derivata kutarinske kiseline. U skupini flavan-3-ola identificirani su (+)-katehin i (-)-epikatehin. Identificiran je i stilben resveratrol. Od antocijanina, identificiran je malvidin-3-glukozid. Identifikacija polifenolnih spojeva u vinima u skladu je s literaturnim podacima (Šeruga i sur., 2011).

Koncentracije pronađenih polifenolnih spojeva u ispitivanim vinima na početku eksperimenta bile su (**Tablice 19, 21 i 23**): galna kiselina (55 mg/L do 89 mg/L); (+)-katehin (87 mg/L do 190 mg/L); (-)-epikatehin (105 mg/L do 644 mg/L); resveratrol (0,92 mg/L do 5,86 mg/L); kaftarinska kiselina (28 mg/L do 79 mg/L); kutarinska kiselina (8,38 mg/L do 9,65 mg/L); (-) kutarinska kiselina (12 mg/L do 18 mg/L); kafeinska kiselina (0 do 8,79 mg/L). Najveće koncentracije antocijanina na početku eksperimenta pronađene su u Frankovki (113 mg/L),

nakon čega slijedi Cabernet sauvignon (88 mg/L). Najmanja koncentracija malvidin-3-glukozida na početku eksperimenta pronađena je u Pinotu crnom (34 mg/L) i Merlotu (37 mg/L), a koncentracija je u skladu je s vrijednostima pronađenim u literaturi (Ćurko i sur., 2017.; Filipe-Ribeiro i sur., 2017.; Li i sur., 2020.), ili je nešto manja u odnosu na vrijednosti koje su prijavili Zafrilla i sur. (2003.) te Suriano i sur. (2016.). Na osnovi pronađene koncentracije polifenolnih spojeva, glavni monomerni fenoli u crnim vinima u ovom istraživanju bili su (+)-katehin i (-)-epikatehin. To je u skladu s rezultatima mnogih objavljenih radova u kojima je HPLC analiza pokazala da su u crnim vinima dominatni polifenolni spojevi bili (+)-katehin i (-)-epikatehin (Ibern-Gómez i sur., 2002.; Kilmartin i sur., 2002.; De Lima i sur., 2006.; Pour Nikfardjam i sur., 2006.; Anli i Vural, 2009.; Artem i sur., 2014.). Pronađeni rezultati za galnu kiselinu u ovom istraživanju slični su ili nešto veći od onih koje su dobili Granato i sur. (2011.), Sáenz-Navajas i sur. (2012.), Agatonović-Kustrin i sur. (2015.), Filipe-Ribeiro i sur. (2017.), Ragusa i sur., (2019.), Li i sur. (2020). Za (+)-katehin, Landrault i sur. (2001.), Rodriguez-Delgado i sur. (2001.), Ibern-Gómez i sur. (2002.), Kilmartin i sur. (2002.), Granato i sur. (2011.) su pronašli slične rezultate kao u ovom istraživanju ili su vrijednosti iz ovog istraživanja bile veće nego u radovima Sáenz-Navajas i sur. (2012.), Filipe-Ribeiro i sur. (2017.) te Li i sur. (2020.). U crnim vinima Šmidrkal i sur. (2001.) pronašli su vrlo približnu koncentraciju resveratrola kao u ovom istraživanju, kao i Pour Nikfardjam i sur. (2006.) te Granato i sur. (2011.). U usporedbi s nekim istraživanjima vina iz Hrvatske, rezultati iz ovog istraživanja pokazali su da su koncentracije galne kiseline, (+)-katehina, (-)-epikatehina i kafeinske kiseline slične ili veće u odnosu na koncentracije koje su u svojim istraživanjima prikazali Rastija i sur. (2009.) te Šeruga i sur. (2011.).

5.4.1. Pojedinačni polifenoli u vinima skladištenim tijekom 12 mjeseci pri 15 °C

Promjene u koncentraciji pojedinačnih polifenolnih spojeva (**Tablica 19**) tijekom vremena skladištenja su vidljive i statistički značajne. Koncentracija fenolnih kiselina, galne kiseline, kaftarinske kiseline, derivata kutarinske kiseline, kafeinske kiseline se povećavala tijekom prvih 3 ili 6 mjeseci skladištenja, nakon čega se smanjivala do 12 mjeseca skladištenja. Ove promjene su u većini slučajeva statistički značajne. Ista je situacija s flavan-3-olima, (+)-katehinom i (-)-epikatehinom. U prvih 3 ili 6 mjeseci skladištenja koncentracija ovih spojeva se povećavala, te nakon toga do 12 mjeseci skladištenja smanjivala. Ove promjene su statistički značajne. Resveratrol je prisutan u manjim koncentracijama u vinima, a tijekom vremena skladištenja se njegova koncentracija u nekim slučajevima smanjuje, a u nekima je stalna. Koncentracija antocijanina malvidin-3-glukozida se tijekom vremena skladištena značajno smanjivala.

Polifenolni spojevi u vinima su analizirani post-hoc Tukey testom s obzirom na ambalažu u kojoj su skladišteni. Cilj je bio vidjeti da li postoje statistički značajne razlike s obzirom na ambalažni materijal u kojem je vino skladišteno. U **Tablici 20** su prikazani rezultati provedenog post-hoc Tukey testa. Vidljive su statistički značajne razlike u koncentraciji svih polifenolnih spojeva s obzirom na ambalažu u koju je vino pakirano pri 15 °C. U velikom broju slučajeva manju koncentraciju polifenolnih spojeva pokazala su vina koja su skladištena u PET i višeslojnu ambalažu.

Podaci za koncentraciju polifenola koji su kvantificirani u svim vinima na svim periodima skladištenja (galna kiselina, (+)-katehin, (-)-epikatehin, kaftarinska kiselina, derivati kutarinske kiseline), analizirani su analizom glavnih komponenti (**Slika 29**). Ovaj statistički test upotrijebljen je da bi se vidjele razlike u polifenolima s obzirom na ambalažne materijale u koje su pakirana vina. Provedena analiza pokazuje da se koncentracija polifenolnih spojeva u vinima razlikuje s obzirom na ambalažni materijal (staklena boca, PET boca, višeslojni spremnik).

5.4.2. Pojedinačni polifenoli u vinima skladištenim tijekom 12 mjeseci pri 20 °C

Tablica 21 prikazuje koncentraciju polifenolnih spojeva u vinima skladištenim pri 20 °C tijekom 12 mjeseci, u različitu ambalažu. Slično kao i pri temperaturi 15 °C, i u vinima skladištenim pri 20 °C vidljive su statistički značajne razlike u koncentraciji polifenola tijekom 12 mjeseci skladištenja. Koncentracija fenolnih kiselina, galne kiseline, kaftarinske kiseline, derivata kutarinske kiseline, kafeinske kiseline se povećavala tijekom prvih 3 ili 6 mjeseci skladištenja, nakon čega se smanjivala do 12 mjeseci skladištenja. Ove promjene su u većini slučajeva statistički značajne. U prvih 3 ili 6 mjeseci skladištenja koncentracija flavan-3-ola, (+)-katehina i (-)-epikatehina se statistički značajno povećavala, te nakon toga do 12 mjeseci skladištenja smanjivala. Resveratrol je prisutan u manjim koncentracijama u vinima, a tijekom vremena skladištenja se njegova koncentracija u nekim slučajevima smanjuje, a u nekima je stalna. Koncentracija antocijanina malvidin-3-glukozida značajno se smanjivala tijekom vremena.

Polifenolni spojevi u vinima su analizirani post-hoc Tukey testom s obzirom na ambalažu u kojoj su skladišteni (**Tablica 22**). Koncentracija polifenolnih spojeva je bila različita u vinima skladištenim u različitu ambalažu pod istim uvjetima. Te razlike su u brojnim slučajevima statistički značajne. Osim toga, u velikom broju slučajeva manju koncentraciju polifenolnih spojeva pokazala su vina koja su bila skladištena u PET i višeslojnu ambalažu i pri 20 °C.

Podaci za koncentraciju polifenola (galna kiselina, (+)-katehin, (-)-epikatehin, kaftarinska kiselina, derivati kutarinske kiseline), analizirani su analizom glavnih komponenti (**Slika 30**).

Provedena analiza pokazuje da se koncentracija polifenolnih spojeva u vinima skladištenim pri 20 °C razlikuje s obzirom na ambalažni materijal (staklena boca, PET boca, višeslojni spremnik).

5.4.3. Pojedinačni polifenoli u vinima skladištenim tijekom 12 mjeseci pri 25 °C

Tablica 23 prikazuje koncentraciju polifenolnih spojeva u vinima skladištenim pri 25 °C tijekom 12 mjeseci, u različitu ambalažu. I u ovim vinima vidljive su statistički značajne razlike u koncentraciji polifenola tijekom 12 mjeseci skladištenja. Naime, koncentracija fenolnih kiselina, galne kiseline, kaftarinske kiseline, derivata kutarinske kiseline, kafeinske kiseline se povećavala tijekom prvih 3 ili 6 mjeseci skladištenja, nakon čega se smanjivala do 12 mjeseci skladištenja. Ove promjene su u većini slučajeva statistički značajne. U prvih 3 ili 6 mjeseci skladištenja koncentracija flavan-3-ola, (+)-katehina i (-)-epikatehina se statistički značajno povećavala, te nakon toga do 12 mjeseci skladištenja smanjivala. Resveratrol je prisutan u manjim koncentracijama u vinima, a tijekom vremena skladištenja se njegova koncentracija u nekim slučajevima smanjuje, a u nekima je stalna. Koncentracija malvidin-3-glukozida se značajno smanjivala.

Polifenolni spojevi u vinima su analizirani post-hoc Tukey testom s obzirom na ambalažu u kojoj su skladišteni (**Tablica 24**). Koncentracija polifenolnih spojeva je bila statistički značajno različita u vinima skladištenim u različitu ambalažu pod istim uvjetima. Osim toga, u velikom broju slučajeva manju koncentraciju polifenolnih spojeva pokazala su opet vina koja su bila skladištena u PET i višeslojnu ambalažu.

Da bi se potvrdila razlika u polifenolnim spojevima u vinima pakiranim u različitu ambalažu, proveden je statistički test, analiza glavnih komponenti (**Slika 31**). I ovdje je jasno vidljivo postojanje razlike u polifenolnim spojevima vina skladištenih u različite ambalažne materijale (staklena boca, PET boca, višeslojni spremnik). Također, provedena analiza glavnih komponenti, pokazala je da se polifenolni spojevi razlikuju u vinima skladištenim na sve tri temperature (**Slike 32-34**).

Općenito se može zaključiti da se koncentracija pojedinačnih fenolnih kiselina i flavan-3-ola povećavala u svim vinima tijekom 3 ili 6 mjeseci skladištenja, nakon čega se koncentracija ovih spojeva smanjivala. Trend je primjećen na sve tri temperature skladištenja. Koncentracija antocijanina se smanjivala tijekom 12 mjeseci skladištenja u svim vinima, na sve tri temperature skladištenja. Smanjenje koncentracije polifenola bi mogla biti posljedica polimerizacije ili kopigmentacije koja se može dogoditi tijekom evolucije crnih vina (Es-Safi i sur., 1999.; Ribéreau-Gayon i sur., 2006.). Također, te promjene mogu biti povezane s

reakcijama oksidacije tijekom skladištenja (Gutiérrez i sur., 2005.; Gao i sur., 2015.; Gambuti i sur., 2016.).

U kompleksnoj reakciji oksidacije polifenola u vinu, polifenoli koji posjeduju katehol skupine (1,2-dihidroksibenzeni) se oksidiraju u spojeve s kinon skupinom. Ova reakcija je katalizirana metalnim ionima, a kao produkt u ovoj reakciji nastaje i H_2O_2. Nadalje, u Fentonovoj reakciji metalni ioni i H_2O_2 reagiraju te nastaju hidroksilni radikali. Oni oksidiraju etanol do aldehida. SO_2 se u vinu nalazi u vezanom obliku, a u slobodnom obliku nalazi se u obliku bisulfitnog iona HSO_3^-. Zaštitna uloga SO_2 tj. HSO_3^- iona pokazuje se u dva smjera. U prvom smjeru, bisulfit ioni natječu se za H_2O_2 koji je nastao oksidacijom polifenola, te time inhibiraju stvaranje aldehida. U drugom smjeru, bisulfit ioni imaju ulogu u reduciranju spojeva s kinon skupinom koji su stvoreni za vrijeme oksidacijskog procesa natrag u fenolnu formu (Danilewicz i sur., 2008.; Oliveira i sur., 2011.).

U ovom radu smanjenje koncentracije slobodnog i ukupnog SO_2 te smanjenje koncentracije kisika jasno ukazuje na odvijanje oksidacijskih procesa. Polifenolni spojevi sudjeluju u tim reakcijama što se vidi iz promjene koncentracije polifenola. Naime, u prvih 3 do 6 mjeseci skladištenja, koncentracija pojedinačnih polifenola raste što se može objasniti utjecajem HSO_3^- iona na vraćanje kinon forme polifenola u katehol fenolnu formu. No, kako oksidacijske reakcije napreduju, tako se u konačnici nakon 12 mjeseci skladištenja smanjuje i koncentracija pojedinačnih polifenolnih spojeva. Ovo smanjenje je posebno vidljivo kod vina skladištenih pri 20 i 25 °C.

Ambalaža ima utjecaja na polifenolne spojeve u vinima tijekom skladištenja. Naime, koncentracija polifenolnih spojeva značajno se razlikovala u svim vinima pakiranim u različite ambalažne materijale na sve tri temperature skladištenja.

5.5. SENZORSKA ANALIZA VINA

Buxbaumov model ocjenjivanja metodom 100 bodova (OIV, 2007.), jedan je do sada najčešće korištenih sustava kojim se vina ocjenjuju, prema raspodjeli bodova **(Prilog 4)**. Ovakav način ocjenjivanja, s istim brojem ocjenjivača kao u ovom istraživanju, već se koristio u radovima Puhelek i sur. (2012.) te Staver i sur. (2013.). Kao kriterij ocjenjivanja, za konačnu ocjenu eliminiraju se najbolje i najlošije ocjene, a vinu se dodjeljuje ona koja nakon takva postupka neparnog broja ocjenjivača ostaje. Dodijeljene ocjene prikazane su na **Slikama 35-37; 40-42; 44-46.** Na **Slikama 38, 39, 43** i **47** prikazana su senzorska obilježja vina i njihova raspodjela prema **Prilogu 4**. S obzirom da vina nisu filtrirana niti bistrena, parametar bistroće nije bio presudan za konačnu ocjenu i nije bio diskvalificirajući.

5.5.1. Senzorska analiza vina skladištenog pri 15 °C tijekom 12 mjeseci

Nakon 12 mjeseci skladištenja pri 15 °C u tri različite ambalaže, sva vina ocjenjena su nižim ukupnim ocjenama kvalitete u odnosu na početno ocjenjivanje (**Slika 35, 36, 37**). Najveći pad ocjene svih vina vidljiv je kod vina pakiranih u višeslojnu ambalažu, a najmanji kod vina pakiranih u staklenu ambalažu. U ukupnu ocjenu za vina uključena je ocjena nekoliko senzorskih obilježja vezanih za izgled vina (bistroća, boja), miris (čistoća, intenzitet, kvaliteta), okus vina (čistoća, intenzitet, trajnost, kvaliteta) te za harmoniju. Grafički prikaz senzorskih obilježja svih vina na početku skladištenja prikazan je na **Slici 38**. Sva vina pokazala su vrlo slična obilježja kvalitete na početku skladištenja. Nakon 12 mjeseci skladištenja (**Slika 39**) senzorska obilježja vina pakiranih u tri različite vrste ambalaže opet su bila slična.

5.5.2. Senzorska analiza vina skladištenog pri 20 °C tijekom 12 mjeseci

Nakon 12 mjeseci skladištenja pri 20 °C u tri različite ambalaže sva vina pokazuju padajući trend u ukupnim ocjenama u odnosu na početno ocjenjivanje **(Slika 40, 41, 42)**. Najveći pad ukupne ocjene zabilježen je kod vina pakiranih u PET ambalažu, a najmanji kod vina pakiranih u staklenu ambalažu. Nakon 12 mjeseci skladištenja (**Slika 43**) senzorska obilježja vina pakiranih u tri različite vrste ambalaže bila su slična.

5.5.3. Senzorska analiza vina skladištenog pri 25 °C tijekom 12 mjeseci

Nakon 12 mjeseci skladištenja pri 25 °C u tri različite ambalaže, vidljivo je niže ocjenjivanje kvalitete vina u odnosu na početno ocjenjivanje (**Slika 44, 45, 46**). Najveći pad je zabilježen kod vina pakiranih u višeslojnu ambalažu, a najmanji kod vina pakiranih u staklenu ambalažu. Osim toga, u usporedbi s ukupnim ocjenama vina skladištenih pri 15 °C (**Slika 35, 36, 37**) i 20 °C **(Slika 40, 41, 42)** u tri različite ambalaže, ukupna ocjena vina skladištenih pri 25 °C bila je niža (**Slika 44, 45, 46**). Nadalje, senzorska obilježja vina nakon 12 mjeseci skladištenja pri 25 °C u tri različite vrste ambalaže (**Slika 47**) bila su slična.

Senzorske karakteristike vina važne su za kvalitetu vina (Preys i sur., 2006.; Chira i sur., 2011.; Sedláčková i sur, 2018.) i prihvaćanje vina (Morrot i sur., 2001.; Dooley i sur., 2012.; Fricke i sur., 2014.; Li i sur., 2018.). Okus vina može ovisiti o starenju vina i uvjetima čuvanja (Moreira i sur., 2016.). U ovom radu tijekom 12 mjeseci skladištenja, ukupne ocjene senzorskih karakteristika za sva vina bile su niže. Može se pretpostaviti da su niže ocjene

uzrokovane promjenama u vinu tijekom skladištenja. Naime pokazalo se da se tijekom skladištenja znatno smanjivala koncentracija slobodnog i ukupnog SO_2, što je dokaz odvijanja oksidacijskih reakcija u vinu. Oksidacijske reakcije uzrokovane su kisikom koji je prisutan u vinu nakon punjenja i koji permeacijom prođe unutar ambalaže kroz zatvarač i ambalažu tijekom skladištenja (Ugliano, 2013.). Oksidacijske reakcije mogu dovesti do promjene senzorskih karakteristika. Osim toga, došlo je do promjena u boji vina što također može dovesti do promjene u senzorskim svojstvima vina (Skouroumounis i sur., 2005.; Bueno i sur., 2010.). Naime, u vinima u ovom radu porastao je značajno intenzitet žute boje što može utjecati na prosudbu prilikom kušanja vina i na prihvaćanje od strane potrošača (Mercurio i sur., 2010.). Osim toga, polifenolni profil se mijenjao u vinu tijekom skladištenja što može utjecati na slabiju ocjenu senzorskih karakteristika vina. Na senzorske karakteristike utječe i temperatura skladištenja (Villamor i sur., 2009.; Wirth i sur., 2012.). To je u skladu s rezultatima dobivenim u ovom radu. Naime, senzorske karakteristike vina bolje su ocjenjene kod vina skladištenih pri 15 i 20 °C nego pri 25 °C te se može reći da je temperatura imala utjecaj na senzorske karakteristike vina.

Na senzorske karakteristike vina može utjecati ambalaža. S obzirom na vina pakirana u različitu ambalažu, s najboljom ukupnom ocjenom ocjenjena su vina pakirana u staklenu ambalažu u usporedbi s vinima pakiranim u PET i višeslojnu ambalažu. Staklena ambalaža je tradicionalna ambalaža za vina te najbolje čuva kvalitetu vina. I u ovom radu, može se pretpostaviti da je staklena ambalaža najbolje očuvala senzorske karakteristike vina skladištenih na tri različite temperature. Slično je zapaženo i u nekim drugim radovima (Fu i sur., 2009.; Ghidossi i sur., 2012.; Hopfer i sur., 2012.; Hopfer i sur., 2013.; Moreira i sur., 2016.).

5.6. OTOPLJENI KISIK U VINU TIJEKOM SKLADIŠTENJA VINA U RAZDOBLJU 12 MJESECI U RAZLIČITOJ AMBALAŽI

Kisik je važan čimbenik za kvalitetu vina. Može se otopiti u vinu prije punjenja u boce ili može biti prisutan u praznom prostoru ambalaže. Poznavanje otopljenog kisika tijekom postupka punjenja i u samim bocama važno je zbog vijeka trajanja vina i utjecaja na kvalitetu vina (Del Alamo-Sanza i sur., 2014.). Zbog važnog utjecaja na kvalitetu vina, otopljeni kisik mjeren je i u ovom istraživanju.

5.6.1. Otopljeni kisik u vinu tijekom skladištenja pri 15 °C

Koncentracija kisika u vinu pri 15 °C prikazana je na **Slici 48**. Najmanja koncentracija otopljenog kisika iznosila je 0,43 mg/L, a najveća 9,49 mg/L. Na **Slici 48** vidljivo je da se tijekom prva 3 mjeseca koncentracija kisika smanjuje u svim vinima i svim ambalažnim

materijalima. Nakon tog vremena, koncentracija otopljenog kisika bila je podložna promjenama. Nakon 12 mjeseci skladištenja, koncentracija otopljenog kisika bila je manja u odnosu na početno mjerenje. Dobiveni rezultati analizirani su višestrukom regresijom u interakciji dviju varijabli (**Tablica 25**). Statistička analiza pokazala je da je smanjenje koncentracije otopljenog kisika statistički značajno. Razlike s obzirom na različitu ambalažu pokazale su se samo u pojedinačnim slučajevima (**Tablica 25**). S obzirom na statističku analizu rezultata višestrukom regresijom, stvoren je model prema kojem su određene fitovane vrijednosti otopljenog kisika u vinu, sa standardnim odstupanjima (**Prilog 5g**).

5.6.2. Otopljeni kisik u vinu tijekom skladištenja pri 20 °C

Koncentracija kisika u vinu pri 20 °C prikazana je na **Slici 49**. Najmanja koncentracija otopljenog kisika iznosila je 0,88 mg/L, a najveća 9,49 mg/L. Na **Slici 49** vidljivo je da se tijekom prva 3 mjeseca koncentracija kisika smanjuje u svim vinima i svim ambalažnim materijalima. Nakon tog vremena, koncentracija kisika bila je podložna promjenama. Nakon 12 mjeseci skladištenja, koncentracija otopljenog kisika bila je manja u odnosu na početno mjerenje. Statistička analiza pokazala je da je smanjenje koncentracije kisika s obzirom na početne vrijednosti statistički značajno (**Tablica 26**). Fitovane vrijednosti koncentracije otopljenog kisika zajedno sa standardnim pogreškama prikazane su u **Prilogu 5h**.

5.6.3. Otopljeni kisik u vinu tijekom skladištenja pri 25 °C

Koncentracija kisika u vinu pri 25 °C prikazana je na **Slici 50**. Najmanja koncentracija otopljenog kisika iznosila je 0,85 mg/L, a najveća 9,49 mg/L. Nakon 12 mjeseci skladištenja, koncentracija otopljenog kisika bila je manja u odnosu na početno mjerenje. Nakon višestruke regresije (**Tablica 27**) prikazane su statistički značajne razlike u koncentraciji otopljenog kisika tijekom razdoblja skladištenja od jedne godine. Statistička analiza potvrdila je da je smanjenje koncentracije otopljenog kisika u vinima s vremenom značajno. Osim toga, potvrđena je razlika u koncentraciji otopljenog kisika u vinima pakiranim u staklenu ambalažu (**Tablica 27**). Vina pakirana u staklenu ambalažu imala su veću koncentraciju kisika tijekom skladištenja. Fitovane vrijednosti koncentracija otopljenog kisika zajedno sa standardnim pogreškama prikazane su u **Prilogu 5i**.

Koncentracije otopljenog kisika iz ovog istraživanja, slične su koncentracijama zabilježenim u literaturi (Dimkou i sur., 2011.; Ghidossi i sur., 2012.; Marrufo-Cutido i sur., 2018.). Rezultati su pokazali da se tijekom skladištenja koncentracija otopljenog kisika smanjivala u svim ispitivanim vinima i ambalažnim materijalima, na sve tri temperature. Razlog smanjenja koncentracije otopljenog kisika su reakcije oksidacije različitih spojeva u kojima se kisik troši (Vidal i Moutounet, 2006.; Dimkou i sur., 2011.; Ghidossi i sur. 2012.). Budući da sumporov

dioksid (SO_2) ima važnu zaštitnu ulogu protiv oksidacije u vinu, kemijska degradacija ovog spoja tijekom skladištenja može predstavljati dobar indeks oksidativne razgradnje (Venturi i sur., 2016.). Smanjenje koncentracija slobodnog i ukupnog SO_2 pokazalo se i u ovom istraživanju te se može pretpostaviti da se u vinima tijekom procesa skladištenja događao proces oksidacije. Nadalje, smanjenje koncentracije otopljenog kisika na sve tri temperature skladištenja, najviše je izraženo nakon 3 mjeseca skladištenja, a nakon tog razdoblja promjene u koncentracijama otopljenog kisika bile su sporije. To je u skladu s istraživanjima u kojima je navedeno da je smanjenje koncentracije kisika bilo brže tijekom prvih mjeseci skladištenja (Dimkou i sur., 2011.; Toussaint i sur., 2014.). Daljnje promjene mogu ovisiti o materijalu za pakiranje. Ako kisik prodire kroz ambalažu, koncentracija kisika polako će se povećavati i dogodit će se daljnje promjene u vinu. Taj ulazak kisika je obično sporiji od brzine potrošnje kisika u vinu, tako da je koncentracija kisika u glavnom prostoru posude obično vrlo niska (Dimkou i sur., 2011.). Promjena u boji vina može biti pokazatelj procesa oksidacije. Promjene u boji vina primjećene su u ovom istraživanju (porast intenziteta boje, porast tona boje i udjela žute boje, smanjenje udjela plave i crvene boje) što također sugerira da se u vinu tijekom skladištenja dogodio proces oksidacije.

Evolucija vina nakon punjenja predstavlja spor i složen proces u kojem kisik ima važnu ulogu (Monagas i sur., 2005b; Suárez i sur., 2007.; Caillé i sur., 2010.) što se pokazalo i u ovom radu.

6. ZAKLJUČCI

Na osnovi dobivenih rezultata u ovoj disertaciji, mogu se izvesti sljedeći zaključci:

Fizikalno-kemijski parametri:

S obzirom na vrijeme skladištenja, pronađene su neke razlike u fizikalno-kemijskim parametrima vina (specifična težina vina, specifična težina destilata, udio alkohola, ukupan suhi ekstrakt, ukupne kiseline, hlapive kiseline) kod sve tri temperature skladištenja (15, 20 i 25 °C) u pojedinačnim slučajevima, ali te su razlike male, pokazane tek u decimalnim vrijednostima parametara te se može reći da su fizikalno kemijski parametri stabilni tijekom 12 mjeseci skladištenja. Znatno se smanjivala samo koncentracija slobodnog i ukupnog SO_2 u svim vinima pakiranim u sve ispitivane ambalažne materijale, kod sve tri temperature. Može se istaknuti da je pronađena statistički značajna razlika između vina pakiranih u višeslojnu i PET ambalažu (u udjelu alkohola (na sve tri temperature) te sadržaju hlapivih kiselina (pri 15 i 20 °C)). Zbog ove razlike može se reći da postoje razlike u ambalažnim materijalima u koje se pakiraju vina. Sadržaj hlapivih kiselina bio je viši u vinima pakiranim u višeslojnu ambalažu pri 20 °C.

Boja vina:

Tijekom skladištenja vina na svim temperaturama u svim ambalažnim materijalima intenzitet i ton boje su porasli, kao i udio žute boje. Pojedinačno, po temperaturama skladištenja, u vinima skladištenim pri 15 °C, primjećen je značajan porast intenziteta boje u odnosu na početni intenzitet, porast tona nakon 3 mjeseca skladištenja, porast udjela žute boje u prva 3 mjeseca. Promjena udjela crvene i plave boje pokazuje značajne razlike u pojedinačnim slučajevima. Kod vina skladištenih pri 20 °C, može se primijetiti porast intenziteta boje te porast udjela žute boje u odnosu na početni intenzitet. Nisu pronađene statistički značajne razlike u udjelu crvene i plave boje. Vinima skladištenim pri 25 °C, porastao je intenzitet boje, ton boje te udio žute boje u odnosu na početne vrijednosti. Smanjenje udjela crvene i plave boje s vremenom također je statistički značajno.

Ukupni polifenoli, ukupni flavonoidi i ukupni antocijanini:

Sadržaj ukupnih polifenola i ukupnih antocijanina se smanjivao u svim vinima skladištenim na tri temperature te pakiranim u sva tri ambalažna materijala.

Pojedinačni polifenoli:

U vinima skladištenim pri 15, 20 i 25 °C, koncentracija pojedinačnih fenolnih kiselina i flavan-3-ola se povećavala tijekom 3 ili 6 mjeseci skladištenja, nakon čega se koncentracija ovih spojeva smanjivala. Zajedničko je također da se pri svim temperaturama skladištenja koncentracija antocijanina smanjivala tijekom 12 mjeseci. Pokazane su značajne razlike u pojedinačnim polifenolima vina pakiranih u staklenu, PET i višeslojnu ambalažu.

Kod vina pakiranih u PET boce i višeslojnu ambalažu, promjene su bile izraženije. Koncentracija pojedinačnih polifenolnih spojeva značajno je različita u vinima skladištenim na tri različite temperature (15, 20 i 25 °C) u svim ambalažnim materijalima.

Otopljeni kisik:

U vinima skladištenim na sve tri temperature u sva tri ambalažna materijala, tijekom vremena skladištenja, koncentracija otopljenog kisika se značajno smanjivala. Smanjenje koncentracije kisika najizraženije je bilo u prva tri mjeseca skladištenja. Smanjenje koncentracije kisika rezultat je oksidacijskih reakcija koje uzrokuje kisik te se pri tome njegova koncentracija smanjuje. U oksidacijskim reakcijama sudjeluje SO_2 što uzrokuje smanjenje koncentracije SO_2 pokazanog u ovom radu. Osim toga, zbog smanjenja koncentracije kisika vjerojatno se događaju i promjene u polifenolnim spojevima vina što je također pokazano u ovom radu.

Senzorska svojstva:

Nakon 12 mjeseci skladištenja, ukupna ocjena senzorskih karakteristika svih vina pri 15, 20 i 25 °C u svim ambalažnim materijalima, bila je manja u usporedbi s ukupnom početnom ocjenom. S obzirom na ambalažni materijal u koji su vina bila pakirana, pad ukupne senzorske ocjene kod sve tri temperature bio je veći za vina u višeslojnoj i PET ambalaži, a najmanji za vina u staklenoj ambalaži.

Prema tome, može se zaključiti da su senzorska svojstva vina tijekom 12 mjeseci skladištenja na svim temperaturama slabije ocijenjena. Staklena ambalaža najbolje je očuvala senzorske karakteristike vina tijekom skladištenja na sve tri temperature. Pad ukupne senzorske ocjene bio je najveći u svim vinima pakiranim u sve ambalažne materijale pri 25 °C, u usporedbi s padom ocjene pri 15 i 20 °C. Skladištenje vina na nižim temperaturama omogućava bolje senzorske karakteristike pakiranim vinima.

Rezimirani zaključak:

Uzimajući u obzir spomenute zaključke, može se reći da uvjeti skladištenja (vrijeme skladištenja i temperature skladištenja) imaju utjecaja na polifenolni profil i senzorska svojstva vina. Tijekom razdoblja skladištenja mijenja se koncentracija polifenola u vinima. Pri tome se koncentracija fenolnih kiselina i flavan-3-ola povećava pa smanjuje, dok se koncentracija antocijanina smanjuje. U vinima se tijekom skladištenja događaju reakcije oksidacije koje uzrokuju smanjenje koncentracije otopljenog kisika, ali i smanjenje koncentracije slobodnog i ukupnog SO_2.

Može se predložiti da reakcije oksidacije uzrokuju navedene promjene u polifenolima vina. Rezultat ovih reakcija je smanjenje senzorske ocjene svih vina tijekom 12 mjeseci skladištenja. Osim toga, vina skladištena pri 25 °C imala su najveći pad u ukupnoj senzorskoj

ocjeni, što dovodi do zaključka da je skladištenje na nižim temperaturama bolje za očuvanje senzorskih karakteristika vina.

Utjecaj ambalaže na polifenolni profil vina je vidljiv. Primjećeno je da su promjene u polifenolima različite u vinima pakiranim u staklenu, PET i višeslojnu ambalažu. No, više su izražene u vinima pakiranim u PET i višeslojnu ambalažu. Ambalaža je pokazala utjecaj i na senzorska svojstva vina. Vina pakirana u staklenu ambalažu pokazala su manji pad ukupne senzorske ocjene, u usporedbi s vinima pakiranim u PET i višeslojnu ambalažu. Može se predložiti da je tradicionalna staklena ambalaža bolja za pakiranje vina s obzirom na senzorska svojstva i polifenolni profil vina.

7. LITERATURA

Adams, D.O. (2006) Phenolics and ripening in grape berries. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57(3), 249-256.

Agatonovic-Kustrin, S., Hettiarachchi, C.G., Morton, D.W., Razic, S. (2015) Analysis of phenolics in wine by high performance thin-layer chromatography with gradient elution and high resolution plate imaging. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 102, 93-99.

Agriopoulou, S., Stamatelopoulou, E. (2017) Influence of Storage Conditions on the Quality Characteristics of Wines. *EC Nutrition*, 8(3), 93-98.

Alcalde-Eon, C., Escribano-Bailón, M.T., Santos-Buelga, C., Rivas-Gonzalo, J.C. (2006) Changes in the detailed pigment composition of red wine during maturaty and ageing. A comprehensive study. *Analytica Chimica Acta*, 563(1), 238-254.

Andersen, Ø.M., Jordheim, M. (2006) The anthocyanins. U: Andersen, Ø.M., Markham, K.R. (ur.) *Flavonoids: chemistry, biochemistry and applications*. CRC Press/Taylor & Francis Group, Boca Raton, 472-551.

Anli, R.E., Vural N. (2009) Antioxidant Phenolic Substances of Turkish Red Wines from Different Wine Regions. *Molecules,* 14(1), 289-297.

Arapitsas, P., Speri, G., Angeli, A., Perenzoni, D., Mattivi, F. (2014) The influence of storage on the chemical age of red wines. Metabolomics, 10(5), 816-832.

Arapitsas, P., Della Corte, A., Gika, H., Narduzzi, L., Mattivi, F., Theodoridis, G. (2016) Studying the effect of storage conditions on the metabolite content of red wine using HILIC LC–MS based metabolomics. *Food chemistry*, 197(dio B), 1331-1340.

Araujo, P. (2009) Key aspects of analytical method validation and linearity evaluation. *Journal of Chromatography B*, 877(23), 2224-2234.

Arnous, A., Makris, D.P., Kefalas, P. (2002) Correlation of pigment and flavanol content with antioxidant properties in selected aged regional wines from Greece. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15(6), 655-665.

Artem, V., Geana, E.-I., Antoce, A.O. (2014) Study of phenolic compounds in red grapes and wines from Murfatlar wine center. *Analele Stiintifice Universitatii*, 25(1), 47-52.

Avizcuri, J.M., Sáenz-Navajas, M.P., Echávarri, J.F., Ferreira, V., Fernández-Zurbano, P. (2016) Evaluation of the impact of initial red wine composition on changes in color and anthocyanin content during bottle storage. *Food Chemistry*, 213, 123-134.

Avramov, L., Žunić, D. (2001) *Posebno vinogradarstvo*. Pekić S (ur.). Poljoprivredni fakultet u Beogradu, Zemun. Megraf, Novi Beograd.

Babincev, Lj.M., Guresic, D., Simonovic, R. (2016) Spectrophotometric characterization of red wine color from the vineyard region of Metohia. *Journal of Agricultural Sciences Belgrade*, 61(3), 281-290.

Bakker, J., Timberlake, C. (1997) Isolation, identification, and characterization of new color-stable anthocyanins occurring in some red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 45, 35-43.

Bayus, J., Ge, C., Thorn, B. (2016) A preliminary environmental assessment of foil and metallized film centered laminates. *Resources Conservation and Recycling*, 115, 31-41.

Bertelli, A.A. (2007) Wine, research and caridovascular disease: Instructions for use. *Atherosclerosis,* 195(2), 242-247.

Boesen, S., Bey, N., Niero, M. (2019) Environmental sustainability of liquid food packaging: Is there a gap between Danish consumers' perception and learnings from life cycle assessment? *Journal of Cleaner Production*, 210, 1193-1206.

Boss, P.K., Davies, C. (2009) Molecular biology of anthocyanin accumulation in grape berries. U: Roubelakis-Angelakis K.A. (ur.) *Grapevine molecular physiology & biotechnology*. Springer, Dordrecht, 263-292.

Boulton, R. (2001) The copigmentation of anthocyanins and its role inthe color of red wine: A critical review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 52(2), 67-87.

Bueno, M., Culleré, L., Cacho, J., Ferreira, V. (2010) Chemical and sensory characterization of oxidative behavior in different wines. *Food Research International*, 43, 1423-1428.

Burin, V.M., Arcari, S.G., Costa, L.L., Bordignon-Luiz, M.T. (2011) Determination of Some Phenolic Compounds in Red Wine by RP-HPLC: Method Development and Validation. *Journal of Chromatographic Science,* 49(8), 647-51.

Burns, J., Gardner, P.T., Matthews, D., Duthie, G.G., Lean, J., Crozier, A. (2001) Extraction of phenolics and changes in antioxidant activity of red wines during vinification. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(12), 5797-5808.

Butzke, C.E., Vogt, E.E., Chacón-Rodríguez, L. (2012) Effects of heat exposure on wine quality during transport and storage. *Journal of Wine Research*, 23(1), 15-25.

Caillé, S., Samson, A., Wirth, J., Diéval, J.-B., Vidal, S., Cheynier, V. (2010) Sensory characteristics changes of red Grenache wines submitted to different oxygen exposures pre and post bottling. *Analytica Chimica Acta*, 660(1-2), 35-42.

Camont, L., Cottart, C.H., Rhayem, Y., Nivet-Antoine, V., Djelidi, R., Collin, F., Beaudeux, J.L., Bonnefont-Rousselot, D. (2009) Simple spectrophotometric assessment of the trans-/cis-resveratrol ratio in aqueous solutiuons. *Analytica Chimica Acta*, 634(1), 121-128.

Carrascón, V., Fernandez-Zurbano, P., Bueno, M., Ferreira, V. (2015) Oxygen consumption by red wines. Part II: Differential effects on color and chemical composition caused by oxygen taken in different sulfur dioxide-related oxidation contexts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 63(51), 10938-10947.

Castillo-Muñoz, N., Gómez-Alonso, S., García-Romero, E., Hermosín-Gutiérrez, I. (2007) Flavonol profiles of Vitis vinifera Red grapes and their single-cultivar wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(3), 992-1002.

Cejudo-Bastante, M.J., Hermosín-Gutiérrez, I., Pérez-Coello, M.S. (2013) Accelerated aging against conventional storage: effects on volatile composition of chardonnay white wines. *Journal of Food Science,* 78(4), C507-C513.

Chira, K., Schmauch, G., Saucier, C., Fabre, S., Teissedre, P.-L. (2009) Grape variety effect on proanthocyanidin composition and sensory perception of skin and seed tannin extracts from bordeaux wine grapes (Cabernet Sauvignon and Merlot) for two consecutive vintages (2006 and 2007). *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 57(2), 545-553.

Chira, K., Pacella, N., Jourdes, M., Teissedre, P.-L. (2011) Chemical and sensory evaluation of Bordeaux wines (Cabernet-Sauvignon and Merlot) and correlation with wine age. *Food Chemistry*, 126(4), 1971-1977.

Chira, K., Jourdes, M., Teissedre, P.-L. (2012) Cabernet sauvignon red wine astringency quality control by tannin characterization and polymerization during storage. *European Food Research and Technology*, 234(2), 253-261.

Choi, Y.-W., Moon, D.-J., Chung, J.-S., Cho, S.-K. (2005) Effects of waste PET bottles aggregate on the properties of concrete. *Cement and Concrete Research*, 35(4), 776-781.

Chrysochou, P., Corsi, A.M., Krystallis, A. (2012) What drives Greek consumer preferences for cask wine? *British Food Journal*, 114(8), 1072-1084.

Chung, H.-J., Son, J.-H., Park, E.-Y., Kim, E.-J., Lim, S.-T. (2008) Effect of vibration and storage on some physico-chemical properties of a commercial red wine. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21(8), 655-659.

Clarke, R.J., Bakker, J. (2004) *Wine flavour chemistry*. Wiley-Blackwell, Oxford, 1-34.

Cleary, J. (2013) Life cycle assessments of wine and spirit packaging at the product and the municipal scale: A Toronto, Canada case study. *Journal of Cleaner Production*, 44, 143-151.

Cory, H., Passarelli, S., Szeto, J., Tamez, M., Mattei, J. (2018) The Role of Polyphenols in Human Health and Food Systems: A Mini-Review. *Frontiers in Nutrition*, 5(87), 1-9.

Crouvisier-Urion, K., Bellat, J.P., Gougeon, R.D., Karbowiak, T. (2018) Gas transfer through wine closures: A critical review. *Trends in Food Science and Technology*, 78, 255-269.

Cuadros-Rodríguez, L., Gámiz-Gracia, L., Almansa-López, E.M., Bosque-Sendra, J.M. (2001) Calibration in chemical measurement processes. II. A methodological approach. *Trends in Analytical Chemistry*, 20(11), 620-636.

Ćurko, N., Kovačević Ganić, K., Gracin, L., Đapić, M., Jourdes, M., Teissedre, P.-L. (2014) Characterization of seed and skin polyphenolic extracts of two red grape cultivars grown in Croatia and their sensory perception in a wine model medium. *Food Chemistry,* 145, 15-22.

Ćurko, N., Kelšin, K., Režek Jambrak, A., Tomašević, M., Gracin, L. Poturica, V. Ružman, E., Kovačević Ganić, K. (2017) The effect of high power ultrasound on phenolic composition, chromatic characteristics, and aroma compounds of red wines. *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 9(2), 136-144.

Da Costa, C.T., Nelson, B.C., Margolis, S.A., Horton, D. (1998) Separation of blackcurrant anthocyanins by capillary zone electrophoresis. *Journal of Chromatography A*, 799(1-2), 321-327.

Danilewicz, J.C., Seccombe, J.T., Whelan, J. (2008) Mechanism of interaction of polyphenols, oxygen, and sulfur dioxide in model wine and wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 59, 128-136.

De Beer, D., Joubert, E., Gelderblom, W.C.A., Manley, M. (2002) Phenolic compounds: A review of their possible role as in vivo antioxidants of wine. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 23(2), 48-61.

De Coninck, G., Jordăo, A.M., Ricardo Da Silva, J.M., Laureano, O. (2006) Evolution of phenolic composition and sensory properties in red wine aged in contact with portuguese and french oak wood chips. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 40(1), 25-34.

Del Alamo-Sanza, M., Pando, V., Nevares, I. (2014) Investigation and correction of the interference of ethanol, sugar and phenols on dissolved oxygen measurement in wine. *Analytica Chimica Acta*, 809, 162-173.

De la Presa-Owens, C., Noble, A.C. (1997) Effect of storage at elevated temperatures on aroma of Chardonnay wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 48, 310-316.

De Lima, M. T. R., Kelly, M. T., Cabanis, M.-T., Blaise, A. (2006) Levels of phenolic acids, catechin and epicatechin in wines of Portugal and the Azores produced from different varieties and vintages. *Journal Inernational des Sciences de la Vigne et du Vin*, 40(1), 47-56.

De Orduña, R.M. (2010) Climate change associated effects on grape and wine quality and production. *Food Research International*, 43(7), 1844-1855.

De Souza, V.B., Thomazini, M., de Carvalho Balieiro, J.C., Fávaro-Trindade, C.S. (2015) Effect of spray drying on the physicochemical properties and color stability of the powdered pigment obtained from vinification byproducts of the Bordo grape (*Vitis labrusca*). *Food and Bioproducts Processing*, 93, 39-50.

Díaz, C., Conde, J.E., Claverie, C., Díaz, E., Pérez Trujillo, J.P. (2003) Conventional enological parameters of bottled wines from the Canary Islands (Spain). *Journal of Food Composition and Analysis*, 16(1), 49-56.

Dimkou, E., Ugliano, M., Diéval, J.B., Vidal, S., Aagaard, O., Rauhut, D., Jung, R. (2011) Impact of headspace oxygen and closure on sulfur dioxide, color, and hydrogen sulfide levels in a Riesling wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, *62*(3), 261-269.

Dixon, R.A., Xie, D.Y., Sharma, S.B. (2005) Proanthocyanidins - a final frontier in flavonoid research? *New Phytologist*, 165(1), 9-28.

Dooley, L.M., Threlfall, R.T., Meullenet, J.-F., Howard, L.R. (2012) Compositional and sensory impacts of blending red wine varietals. *American Journal of Enology and Viticulture*, 63, 241-250.

Downey, M.O., Dokoozlian, N.K., Krstic, M.P. (2006) Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: A Review of Recent Research, *American Journal of Enology and Viticulture*, 57, 257-268.

Doyon, G.J., Poulet, C., Chalifoux, L., Pascat, B. (1995) Measurement of valve oxygen diffusion for bag-in-box applications under three possible ambient conditions. *Packaging Technology and Science*, 8(4), 171-193.

Dozon, N.M., Nobile, A.C. (1989) Sensory study of the effect of fluorescent light on a sparkling wine and its base wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 40, 265-271.

Drinkine, J., Lopes, P., Kennedy, J.A., Teissedre, P.-L. Saucier, C. (2007) Ethylidene-bridged flavan-3-ols in red wine and correlation with wine age. *Journal of Agicultural and Food Chem*istry, 55(15), 6292-6299.

Državni zavod za statistiku – DZS (2018) *Statistički ljetopis* https://www.dzs.hr/

Ducimetiere, P., Richard, J.L., Cambien, F., Rakotovao, R., Claude, J.R. (1980) Coronary heart disease in middle-aged Frenchmen. Comparisons between Paris Prospective Study, Seven Countries Study, and Pooling Project. *Lancet,* 1(8182), 1346-1350.

Du Toit, W.J., Marais, J., Pretorius, I.S., Du Toit, M. (2006) Oxygen in Must and Wine: A Review. *South African Journal of Enology and Viticulture,* 27(1), 76-94.

Eiro, M.J., Heinonen, M. (2002) Anthocyanin colour behaviour and stability during storage: Effect to intermolecular copigmentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(25), 7461-7466.

Ergović-Ravančić, M., Obradović, V., Mesić, J., Škrabal, S., Babić, J., Jakobović, S. (2013) Utjecaj ambalaže i vremena skladištenja na boju bijelog vina. U: Marić S., Lončarić Z. (ur.) *48th Croatian & 8th International Symposium on Agriculture Proceedings*, Osijek, Poljoprivredni fakultet Osijek, 879-882.

Es-Safi, N.-E., Fulcrand, H., Cheynier, V., Moutounet, M. (1999) Competition between (+)-catechin and (-)- epicatechin in acetaldehyde-induced polymerization of flavonols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(5), 2088-2095.

Fang, F., Li, J.-M., Zhang, P., Tang, K., Wang, W., Pan, Q.-H., Huang, W.-D. (2008) Effects of grape variety, harvest date, fermentation vessel and wine aggeing on flavonoid concentration in red wines. *Food Research International,* 41(1), 53-60.

Ferrara, C., De Feo, G. (2020) Comparative life cycle assessment of alternative systems for wine packaging in Italy. *Journal of Cleaner Production,* 259, 120888.

Ferreira, V., Bueno, M., Franco-Luesma, E., Cullere, L., Fernández-Zurbano, P. (2014) Key Changes in Wine Aroma Active Compounds during Bottle Storage of Spanish Red Wines under Different Oxygen Levels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(41), 10015-10027.

Filipe-Ribeiro, L., Milheiro, J., Matos, C.C., Cosme, F., Nunes, F.M. (2017) Data on changes in red wine phenolic compounds, headspace aroma compounds and sensory profile

after treatment of red wines with activated carbons with different physicochemical characteristics. *Data in Brief*, 12, 188-202.

Francia-Aricha, E.M., Guerra, M.T., Rivas-Gonzalo, J.C., Santos-Buelga, C. (1997) New anthocyanin pigments formed after condensation with Xavanols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 2262-2266.

Fricke, A., Threlfall, R.T., Dooley, L.M., Lawless, L.J.R., Meullenet, J.F., Howard, L.R. (2014) Impacts of color and sensory attributes in red wine varietals. U: *65th American Society for Enology and Viticulture national conference and 39th American Society for Enology and Viticulture/Eastern Section annual conference*, Austin, TX, USA.

Fu, Y., Lim, L.T., McNicholas, P.D. (2009) Changes on enological parameters of white wine packaged in bag-in-box during secondary shelf life. *Journal of Food Sci*ence, 74(8), c608-c618.

Gambuti, A., Rinaldi, A., Ugliano, M., Moio, L. (2013) Evolution of phenolic compounds and astringency during aging of red wine: effect of oxygen exposure before and after bottling. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(8), 1618-1627.

Gambuti, A., Siani, T., Picariello, L., Rinaldi, A., Lisanti, M.T., Ugliano, M., Dieval, J.B., Moio, L. (2016) Oxygen exposure of tannins-rich red wines during bottle aging. Influence on phenolics and color, astringency markers and sensory attributes. *European Food Research and Technology*, 243(4), 669-680.

Gao, Y., Tian, Y., Liu, D., Li, Z., Zhang, X.-X., Li, J.M., Huang, J.H., Wang, J., Pan, Q.H. (2015) Evolution of phenolic compounds and sensory in bottled red wines and their co-development. *Food Chemistry*, 172, 565-574.

Garrido, J., Borges, F. (2013) Wine and grape polyphenols - A chemical perspective. *Food Research International,* 54(2), 1844-1858.

Gatto, P., Vrhovsek, U., Muth, J., Segala, C., Romualdi, C., Fontana, P., Pruefer, D., Stefanini, M., Moser, C., Mattivi, F., Velasco, R. (2008) Ripening and genotype control stilbene accumulation in healthy grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(24), 11773-11785.

Gawel, R. (1998) Red wine astringency: A review. *Australian Journal of Grape and Wine Research,* 4(2), 74-95.

Ghidossi, R., Poupot, C., Thibon, C., Pons, A., Darriet, P., Riquier, L., De Revel, G., Mietton-Peuchot, M. (2012) The influence of packaging on wine conservation. *Food Control*, 23(2), 302-311.

Giusti, M.M., Wrolstad, R.E. (2001) Characterization and measurement of anthocyanins by UV-Visible spectroscopy. *Current Protocol in Food Analytical Chemistry,* F1.2.1-F1.2.13.

Gligić, V. (1954) *Etimološki botanički rečnik*, Veselin Masleša, Sarajevo.

Glories, Y. (1984) La couleur des vins rouge. 2e partie: mesure, origine et interprétation. *OENO One*, 18(4), 253-271.

Godden, P., Francis, L., Field, J., Gishen, M., Coulter, A., Valente, P., Høj, P., Robinson, E. (2001) Wine bottle closures: physical characteristics and effect on composition and

sensory properties of a Semillon wine. 1. Performance up to 20 months post-bottling. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 7, 64-105.

Goldberg, D.M., Yan, J., Ng, E., Diamandis, E.P., Karumanchiri, A., Soleas, G., Waterhouse, A.L. (1994) Direct injection gas chromatographic mass spectrometric assay for trans-resveratrol. *Analytical Chemistry*, 66(22), 3959-3963.

Goldberg, D.M., Soleas, G.J. (2011) Wine and health: a paradigm for alcohol and ntioxidants. *Journal of Medical Biochemistry*, 30(2), 93-102.

Gomes, T.S., Visconte, L.L.Y., Pacheco, E.B.A.V. (2019) Life Cycle Assessment of Polyethylene Terephthalate Packaging: An Overview. *Journal of Polymers and the Environment*, 27, 533-548.

Gómez-Alonso, S., García-Romero, E., Hermosín-Gutiérrez, I. (2007) HPLC analysis of diverse grape and wine phenolics using direct injection and multidetection by DAD and fluorescence. *Journal of Food Composition and Analysis,* 20(7), 618-626.

Gómez-Míguez, M., Heredia, F.J. (2004) Effect of the maceration technique on the relationships between anthocyanin composition and objective color of Syrah wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(16), 5117-5123.

González, A.G., Herrador, M.Á. (2007) A practical guide to analytical method validation, including measurement uncertainty and accuracy profiles. *Trends in Analytical Chemistry*, 26(3), 227-238.

González-Manzano, S., Rivas-Gonzalo, J.C., Santos-Buelga, C. (2004) Extraction of flavan-3-ols from grape seed and skin into wine using simulated maceration. *Analytica Chimica Acta*, 513(1), 283-289.

González-Manzano, S., Dueñas, M., Rivas-Gonzalo, J.C., Escribano-Bailón, M.T., Santos-Buelga, C. (2009) Studies on the copigmentation between anthocyanins and flavan-3-ols and their influence in the colour expression of red wine. *Food Chemistry*, 114(2), 649-656.

González Marco, A., Ancín Azpilicueta, C. (2006) Amine concentrations in wine stored in bottles at different temperatures. *Food Chemistry*, 99(4), 680-685.

Gonzalo-Diago, A., Dizy, M., Fernández-Zurbano, P. (2013) Taste and mouthfeel properties of red wines proanthocyanidins and their relation to the chemical composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry,* 61(37), 8861-8870.

Granato, D., Chizuko, Uchida Katayama, F.C., de Castro, I.A. (2011) Phenolic composition of South American red wines classified according to their antioxidant activity, retail price and sensory quality. *Food Chemistry*, 129, 366-373.

Guerrero, R.F., Liazid, A., Palma, M., Puertas, B., González-Barrio, R., Gil-Izquierdo, Á., García-Barroso, C., Cantos-Villar, E. (2009) Phenolic characterisation of red grapes autochthonous to Andalusia. *Food Chemistry,* 112(4), 949-955.

Guidoni, S., Ferrandino, A., Novello, V. (2008) Effects of seasonal and agronomical practices on skin anthocyanin profile of Nebbiolo grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*, 59, 22-29.

Guilford, J.M., Pezzuto, J.M. (2011) Wine and health: A review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 62, 471-486.

Gutiérrez, I.H., Lorenzo, E. S.-P., Espinosa, A.V. (2005) Phenolic composition and magnitude of copigmentation in young and shortly aged red wines made from the cultivars, Cabernet Sauvignon, Cencibel, and Syrah. *Food Chemistry*, 92(2), 269-283.

He, F., Pan, Q.H., Shi, Y., Duan, C.Q. (2008) Chemical synthesis of proanthocyanidins in vitro and their reactions in aging wines. *Molecules*, 13(12), 3007-3032.

He, F., Mu, L., Yan, G.-L., Liang, N.N., Pan, Q.-H., Wang, J., Reeves, M.J., Duan, C.-Q. (2010) Biosynthesis of anthocyanins and their regulation in colored grapes. *Molecules*, 15(12), 9057-9091.

He, F., Liang, N.-N., Mu, L., Pan, Q.-H., Wang, J., Reeves , M.J., Duan, C.-Q. (2012) Anthocyanins and their variation in red wines I. Monomeric anthocyanins and their color expression. *Molecules*, 17(2), 1571-1601.

Hermosín-Gutiérrez, I., Sánchez-Palomo, E., Vicario-Espinosa, A. (2005) Phenolic composition and magnitude of copigmentation in young and shortly aged red wines made from the cultivars, Cabernet Sauvignon, Cencibel, and Syrah. *Food Chemistry*, 92, 269-283.

Hernanz, D., Recamales, A.F., Gonzáles-Miret, M.L., Gómez-Míguez, M.J., Vicario, I.M., Heredia, F.J. (2007) Phenolic composition of white wines with a prefermentative maceration at experimental and industrial scale. *Journal of Food Engineering,* 80(1), 327-335.

Hernanz, D., Gallo, V., Recamales, Á.F., Meléndez-Martínez, A.J., González-Miret, M.L., Heredia, F.J. (2009) Effect of storage on the phenolic content, volatile composition and colour of white wines from the varieties Zalema and Colombard. *Food Chemistry*, 113(2), 530-537.

HGK *Impressum* (2011), Zagreb. http://vinacroatia.hr/wp-content/uploads/2017/01/vina_hrvatske___mail1.pdf

Hopfer, H., Ebeler, S.E., Heymann, H. (2012) The combined effects of storage temperature and packaging type on the sensory and chemical properties of Chardonnay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(43), 10743-10754.

Hopfer, H., Buffon, P.A., Ebeler, S.E., Heymann, H. (2013) The Combined Effects of Storage Temperature and Packaging on the Sensory, Chemical, and Physical Properties of a Cabernet Sauvignon Wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(13), 3320-3334.

Hou, D.X., Kai, K., Li, J.J., Lin, S., Terahara, N., Wakamatsu, M., Fujii, M., Young, M.R., Colburn, N. (2004) Anthocyanidins inhibit activator protein 1 activity and cell transformation: structure-activity relationship and molecular mechanisms. *Carcinogenesis*, 25(1), 29-36.

Huerta, M.D., Salinas, M.R., Masoud, T., Alonso, G.L. (1998) Wine differentiation according to color using conventional parameters and volatile components. *Journal of Food Composition and Analysis*, 11(4), 363-374.

Hufnagel, J.C., Hofmann, T. (2008) Orosensory-Directed Identification of Astringent Mouthfeel and Bitter-Tasting Compounds in Red Wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(4), 1376-1386.

Ibern-Gómez, M., Andrés-Lacueva, C., Lamuela-Raventós, R.M., Waterhouse, A.L. (2002) Rapid HPLC Analysis of Phenolic Compounds in Red Wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53(3), 218-221.

Iriti, M., Faoro, F. (2009) Health-promoting effects of grape bioactive phytochemicals. U: Watson, R.R. (ur.), *Complementary and Alternative Therapies and the Aging Population: An Evidence-Based Approach*. Academic Press, Elsevier, 445-474.

Ivanova, V., Stefova, M., Vojnoski, B. (2009) Assay of phenolic profile of Merlot wines from Macedonia: Effect of maceration time, storage, SO_2 and temperature of storage. *Macedonian Journal of Chemistry and Chemical* Engineering, 28(2), 141-149.

Ivanova, V., Stefova, M., Chinnici, F. (2010) Determination of the polyphenol contents in Macedonian grapes and wines by standardized spectrophotometric methods. *Journal of the Serbian Chemical* Society, 75(1), 45-59.

Jackson, R.S. (2002) *Wine Tasting: A Professional Handbook*. Academic Press, New York.

Jackson, R.S. (2008) *Wine Science*, *Principles and Applications*, *3rd edition*. Academic Press, Elsevier Inc., Burlington, London, San Diego.

Jackson, R.S. (2009) *Wine Tasting: A Professional Handbook*. *2nd edition*. Cool Climate Oenology and Viticulture Institute, Brock University, St. Catharines, Ontario, Canada. Academic Press, Burlington, San Diego, London.

Jackson, R.S. (2014) *Wine science - Principles and Applications, 4th edition*. Academic Press, London, San Diego.

Jaganath, I.B., Crozier, A. (2010) Dietary flavonoids and phenolic compounds. U: Fraga, C.G. (ur.), *Plant phenolics and human health: Biochemistry, Nutrition, and Pharmacology*. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 1-49.

Jagatić Korenika, A., Buljević, N., Jeromel, A. (2019) Tradicija proizvodnje I kakvoća crnih vina općine Postira, vinogorja Brač. *Glasnik zaštite bilja*, 42(5), 28-37.

Jakobek, L. (2013) Ambalaža i pakiranje hrane. *Prezentacije*. Prehrambeno tehnološki fakultet, Osijek.

Jeandet, P., Sbaghi, M., Bessis, R., Meunier, P. (1995) The potential relationship of stilbene (resveratrol) synthesis to anthocyanin content in grape berry skins. *Vitis - Journal of Grapevine Research*, 34(2), 91-94.

Kallithraka, S., Salacha, M.I., Tzourou, I. (2009) Changes in phenolic composition and antioxidant activity of white wine during bottle storage: Accelerated browning test versus bottle storage. *Food Chemistry*, 113(2), 500-505.

Karbowiak, T., Gougeon, R.D., Alinc, J.-B., Brachais, L., Debeaufort, F., Voilley, A., Chassagne, D. (2009) Wine Oxidation and the Role of Cork. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50(1), 20-52.

Katalinić, V., Miloš, M., Modun, D., Musić, I., Boban, M. (2004) Antioxidant effectiveness of selected wines in comparison with (+)-catechin. *Food Chemistry,* 86(4), 593-600.

Kennedy, J.A., Saucier, C., Glories, Y. (2006) Grape and wine phenolics: History and perspective. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57(3), 239-248.

Kennedy, J.A. (2008) Grape and wine phenolics: Observations and recent findings. *Ciencia e Investigación Agraria*, 35(2), 107-120.

Kilmartin, P.A., Zou, H., Waterhouse, A.L. (2002) Correlation of wine phenolic composition versus cyclic voltammetry response. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53, 294-302.

Kojić, N. (2019) Djelovanje sumporovog dioksida u vinu. *Glasnik Zaštite Bilja,* 42(6), 86-92.

Kojić, N., Jakobek, L. (2015) Determination of polyphenolic compounds in red wines from baranja wineyards. U: *Proceedings of International Scientific and Professional Conference 15th Ružička days "Today Science - Tomorrow industry"*. Šubarić, D., Jukić, A. (ur.). Osijek i Zagreb, 232-241.

Kojić, N., Jakobek, L. (2019) Chemical and sensory properties of red wines from Baranja vineyards. U: *Proceedings of International Conference 17th Ružička days "Today Science – Tomorrow industry"*. Tomas, S., Ačkar, Đ. (ur.). Osijek i Zagreb, 63-71.

Kojić, N., Jakobek, L. (2021) The impact of different packaging and storage time on phisycochemical properties and color of red wines. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 10(6), June-July. https://www.jmbfs.org/wp-content/uploads/2021/06/3036-Main-document-manuscript-preprint.pdf

Korać, N., Cindrić, P., Medić, M., Ivanišević, D. (2016) U: Tica, N. (ur.) *Voćarstvo i vinogradarstvo (deo vinogradarstvo)*. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

Košmerl, T., Cigić, B. (2008) Antioxidant potential and phenolic composition of white and red wines. *Le Bulletin de l'OIV,* 81(926/928), 251-259.

Lafay, S., Gil-Izquierdo, Á. (2008) Bioavailability of phenolic acids. *Phytochemistry Reviews*, 7, 301-311.

Landrault, N., Poucheret, P., Ravel, P., Gasc, F., Cros, G., Teissedre, P.-L. (2001) Antioxidant Capacities and Phenolics Levels of French Wines from Different Varieties and Vintages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(7), 3341-3348.

Laurie, V.F., Clark, A.C. (2010) Oxidation in foods and beverages and antioxidant applications. U*:* Decker, E.A., Elias, R.J., McClements, D.J. (ur.) *Wine Oxidation. Management in different industry sectors*, 445-475. Woodhead Publishing.

Lee, D.F., Swinny, E.E., Asenstorfer, R.E., Jones, G.P. (2004) Factors affecting the formation of red wine pigments. U: Waterhouse, A.L., Kennedy, J.A. (ur.) *Red Wine Color: Exploring the Mysteries*. ACS Symposium Series, Washington, USA, 143-159.

Lee, J., Dossett, M., Finn, C.E. (2012) *Rubus* fruit phenolic research: The good, the bad, and the confusing. *Food Chemistry*, 130(4), 785-796.

Li, H., Guo, A., Wang, H. (2008) Mechanisms of oxidative browning of wine. *Food Chemistry*, 108(1), 1-13.

Li, S.Y., Zhu, B.-Q., Li, L.-J., Duan, C.-Q. (2018) Extensive and objective wine color classification with chromatic database and mathematical models, *International Journal of Food Properties*, 20(3), S2647-S2659.

Li, L., Li, Z., Wei, Z., Yu, W., Cui, Y. (2020) Effect of tannin addition on chromatic characteristics, sensory qualities and antioxidant activities of red wines. *RSC Advances*, 10, 7108-7117.Liang, Z., Wu, B., Fan, P., Yang, C., Duan, W., Zheng, X., Liu, C., Li, S. (2008) Anthocyanin composition and content in grape berry skin in *Vitis* germplasm. *Food Chemistry*, 111(4), 837-844.

Liu, R.H. (2007) Whole grain phytochemicals and health. *Journal of Cereal Science*, 46(3), 207-219.

Lopes, P., Saucier, C., Teissedre, P.-L., Glories, Y. (2006) Impact of storage position on oxygen ingress through different closures into wine bottles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 6741-6746.

Lopes, P., Silva, M.A., Pons, A., Tominaga, T., Lavigne, V., Saucier, C., Darriet, P., Teissedre, P.-L., Dubourdieu, D. (2009) Impact of oxygen dissolved at bottling and transmitted through closures on the composition and sensory properties of a Sauvignon blanc wine during bottle storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(21), 10261-10270.

López, M., Martínez, F., Del Valle, C., Orte, C., Miró, M. (2001) Analyses of phenolic constituents of biological interest in red wines by high performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 922(1-2), 359-363.

Magnusson, B., Örnemark, U. (2014) Eurachem Guide U: Magnusson, B., Örnemark, U. (ur.) *The Fitness for Purpose of Analytical Methods - A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics*, *2nd edition*. www.eurachem.org

Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., Jiménez, L. (2004) Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727-747.

Mangaraj, S., Goswami, T.K., Mahajan, P.V. (2009) Applications of Plastic Films for Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables: A Review. *Food Engineering Reviews*, 1(2), 133-158.

Marrufo-Curtido, A., Carrascón, V., Bueno, M., Ferreira, V., Escudero, A. (2017) A procedure for the measurement of Oxygen Consumption Rates (OCRs) in red wines and some observations about the influence of wine initial chemical composition. *Food Chemistry*, 248, 37-45.

Mattivi, F., Zulian, C., Nicolini, G., Valenti, L. (2002) Wine, biodiversity, tehnology and antioxidants. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 957, 37-56.

Mattivi, F., Guzzon, R., Vrhovsek, U., Stefanini, M., Velasco, R. (2006) Metabolite profiling of grape: Flavonols and anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(20), 7692-7702.

Mattivi, F., Arapitsas, P., Perenzoni, D., Guella, G. (2015) Influence of Storage Conditions on the Composition of Red Wines. U: Advances in wine research. Ebeler, S.B., Sacks, G., Vidal, S., Winterhalter, P., (ur.), *American chemical society*, 29-49.

Maury, C., Clark, A.C., Scollary, G.R. (2010) Determination of the impact of bottle colour and phenolic concentration on pigment development in white wine stored under external conditions. *Analytica Chimica Acta*, 660(1-2), 81-86.

Mazza, G., Fukumoto, L., Delaquis, P., Girard, B., Ewert, B. (1999) Anthocyanins, phenolics, and color of Cabernet Franc, Merlot, and Pinot noir wines from British Columbia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(10), 4009-4017.McRae, J.M., Schulkin, A., Kassara, S., Holt, H.E., Smith, P.A. (2013) Sensory properties of wine tannin fractions: implications for in-mouth sensory properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(3), 719-727.

Mentana, A., Pati, S., La Notte, E., Del Nobile, M.A. (2009) Chemical changes in Apulia table wines as affected by plastic packages. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 42(8), 1360-1366.

Mercurio, M., Dambergs, R.G., Cozzolino, D., Herderich, M.J., Smith, P.A. (2010) Relationship between red wine grades and phenolics. 1. Tannin and total phenolic concentrations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 12313-12319.

Mesić, J., Obradović, V., Ergović-Ravančić, M., Svitlica, B. (2015) Utjecaj trajanja maceracije na kemijski sastav i organoleptička svojstva vina Cabernet sauvignon. U: *50th Croatian and 10th International Symposium on Agriculture Proceedings*. Pospišil, M. (ur.). Zagreb, 539-543.

Milosavljević, M., Jović, S. (1999) *Vinova loza, grožđe i vino*. Đuričić M (ur.). Agena, Beograd.

Minussi, R.C., Rossi, M., Bologna, J., Cordi, J., Rotilio, D., Pastore, M. (2003) Phenolic compounds and total antioxidant potential of commercial wines. *Food* Chemistry, 82, 409-416.

Mirošević, N., Turković, Z. (2003) *Ampelografski atlas*, Golden marketing – tehnička knjiga, Zagreb.

Monagas, M., Bartolomé, B., Gómez-Cordovés, C. (2005a) Updated knowledge about the presence of phenolic compounds in wine. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition,* 45(2), 85-118.

Monagas, M., Bartolomé, B., Gómez-Cordovés, C. (2005b) Evolution of polyphenols in red wines from *Vitis vinifera* L. during aging in the bottle: II. Non-anthocyanin phenolic compounds. *European Food Research and Technology*, 220, 331-340.

Monagas, M., Gómez-Cordovés, C., Bartolomé, B. (2005c) Evolution of polyphenols in red wines from *Vitis vinifera* L. During aging in bottle. I. Anthocyanins and pyranoanthocyanins. *European Food Research and Technology*, 220, 607-614.

Monagas, M., Gómez-Cordovés, C., Bartolomé, B. (2006) Evolution of the phenolic content of red wines from *Vitis vinifera* L. during aging in bottle. *Food Chemistry*, 95(3), 405-412.

Moreira, N., Lopes, P., Ferreira, H., Cabral,' M., Guedes de Pinho, P. (2016) Influence of packaging and aging on the red wine volatile composition and sensory attributes. *Food Packaging and Shelf Life*, 8, 14-23.

Morrot, G., Brochet, F., Dubourdieu, D. (2001) The color of odors. *Brain Lang*, 79, 309-320.

Nesselhauf, L., Deker, J., Fleuchaus, R. (2017) Information and involvement: the influence on the acceptance of innovative wine packaging. *International Journal of Wine Business Research*, 29(3), 285-298.

Noble, A.C. (1994) Bitterness in wine. *Physiology & Behavior,* 56(6), 1251-1255.

OIV (2007) *Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis.* Vol. 1., Paris. http://www.oiv.int/public/medias/7372/oiv-compendium-volume-1-2020.pdf

Oliveira, C.M., Ferreira, A.C.S., De Freitas, V., Silva, A.M.S. (2011) Oxidation mechanisms occurring in wines. *Food Research International*, 44, 1115-1126.

Özkan, G., Göktürk Baydar, N. (2006) A Direct RP-HPLC Determination of Phenolic Compounds in Turkish Red Wines. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2), 229-234.

Panche, A.N., Diwan, A.D., Chandra, S.R. (2016) Flavonoids: an overview. *Journal of Nutritional Science*, 5(e47), 1-15.

Pandey, K.B., Rizvi, S.I. (2009) Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2(5), 270-278.

Peleg, H., Gacon, K., Schlich, P., Noble, A.C. (1999) Bitterness and astringency of flavan-3-ol monomers, dimers and trimers. *Journal of the Science of Food and Agriculture,* 79(8), 1123-1128.

Penavin, K. (2004) *Vino A-Ž* (Kozina, B., ur.), Naklada Zadro, Zagreb.

Peña-Neira, A., Hernández, T., García-Vallejo, M.C., Estrella, I., Suarez, J.A. (2000) A Survey ofphenolic compounds in Spanish wines of different geographical origin. *European Food Research and Technology*, 210(6), 445-448.

Pereira, V., Cacho, J., Marques, J.C. (2014) Volatile profiling of Madeira wines submitted to traditional accelerated ageing. *Food Chemistry*, 162, 122-134.

Pérez-Magariño, S., González-San José, M.L. (2004) Evolution of flavanols, anthocyanins, and their derivatives during the ageing of red wines elaborated from grapes harvested at different stages of ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(5), 1181-1189.

Pérez-Magariño, S., González-San José, M.L. (2005) Effect of ripening stage of grapes on the low molecular weight phenolic compounds of red wines. *European Food Research and Technology*, 220(5), 597-606.

Perrone, G., Nicoletti, I., Pascale, M., De Rossi, A., De Girolamo, A., Visconti, A. (2007) Positive correlation between high levels of ochratoxin A and resveratrol-related compounds in red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(16), 6807-6812.

Poiana, M.A., Miogradean, D., Gergen, I., Harmanescu, M. (2007) The establishing the quality of red wines on the basis of chromatic characteristics. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 13(1), 199-208.

Pomar, F., Novo, M., Masa, A. (2005) Varietal differences among the anthocyanin profiles of 50 red table grape cultivars studied by high performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1094(1-2), 34-41.

Popis članova Povjerenstva za organoleptičko ocjenjivanje vina i voćnih vina (2019) Narodne novine, broj 20, Zagreb, Republika Hrvatska.

Porgalı, E., Büyüktuncel, E. (2012) Determination of phenolic composition and antioxidant capacity of native red wines by high performance liquid chromatography and spectrophotometric methods. *Food Research International*, 45(1), 145-154.

Pour Nikfardjam, M.S., Márk, L., Avar, P., Figler, M., Ohmacht, R. (2006) Polyphenols, anthocyanins, and trans-resveratrol in red wines from the Hungarian Villány region. *Food Chemistry*, 98(3), 453-462.

Pozo-Bayón, M.A., Hernández, M.T., Martín-Álvarez, P.J., Polo, M.C. (2003) Study of low molecular weight phenolic compounds during the aging of sparkling wines Manufactured with Red and White Grape Varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(7), 2089-2095.

Pravilnik o vinu (1996) Narodne novine, broj 96, Zagreb, Republika Hrvatska.

Pravilnik o organoleptičkom (senzornom) ocjenjivanju mošta i vina (2004) Narodne novine, broj 106, Zagreb, Republika Hrvatska.

Pravilnik o proizvodnjii vina (2005) Narodne novine, broj 2, Zagreb, Republika Hrvatska.

Pravilnik o kategorijama proizvoda od grožđa I vina, enološkim postupcima I ograničenjima (2010) Narodne novine, broj 114, Zagreb, Republika Hrvatska.

Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o organoleptičkom (senzornom) ocjenjivanju vina i voćnih vina (2014) Narodne novine, broj 48, Zagreb, Republika Hrvatska.

Pravilnik o zemljopisnim područjima uzgoja vinove loze (2019) Narodne novine, broj 76, Zagreb, Republika Hrvatska.

Predojević, Ž. (2016) Zlatno brdo i tisućljetna vinogradarska tradicija. U: *Godišnjak Ogranka Matice hrvatske Beli Manastir*, 12(2015), 76-100.

Preys, S., Mazerolles, G., Courcoux, P., Samson, A., Fischer, U., Hanafi, M., Bertrand, D., Cheynier, V. (2006) Relationship between polyphenolic composition and some sensory properties in red wines using multiway analyses. *Analytica Chimica Acta*, 563(1), 126-136.

Price, S.F., Breen, P.J., Valladao, M., Watson, B.T. (1995) Cluster sun exposure and quercetin in Pinot noir grapes and wine. *American Journal of Enology and Viticulture,* 46, 187-194.

Proestos, C., Bakogiannis, A., Psarianos, C., Koutinas, A.A., Kanellaki, M., Komaitis, M. (2005) High Performance Liquid Chromatography Analysis of Phenolic Substances in Greek wines. *Food Control*, 16(4), 319-323.

Puech, C., Vidal, S., Pegaz, J.-F., Riou, C., Uchot, P.V. (2006) Effect of storage conditions on the evolution of bottled wines. *Internet journal of viticulture and oenology*, 1-8.

Puértolas, E., López, N., Condón, S., Álvarez, I., Raso, J. (2010) Potential applications of PEF to improve red wine quality. *Trends in Food Science and Technology*, 21(5), 247-255.

Puhelek, I., Jagatić Korenika, A-M., Mihaljević Žulj, M., Jeromel, A. (2012) Senzorna svojstva vina proizvedena od klonskih kandidata kultivara Kraljevina (*Vitis Vinifera* L.). *Glasnik zaštite bilja*, 35(5), 100-108.

Ragusa, A., Centonze, C., Grasso, M.E., Latronico, M.F., Mastrangelo, P.F., Sparascio, F., Maffia, M. (2019) HPLC Analysis of Phenols in Negroamaro and Primitivo Red Wines from Salento. *Foods*, 8(2), 45-57.Rankine, B.C. (1989) Making good wine: A manual of winemaking practice for Australia and New Zealand. Sun Books, Melbourne, 234-235.

Rasmussen, H.T. (2001) Method development. U: Ahuja, S., Scypinski, S. (ur.) *Handbook of modern pharmaceutical analysis*, Vol. 3, 1st edition. Academic Press. 349-374.

Rastija, V. (2007) Kromatografska analiza polifenola u vinima iz Hrvatske. *Doktorska disertacija*. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.

Rastija, V., Srečnik, G., Medić-Šarić, M. (2009) Polyphenolic composition of Croatian wines with different geographical origins. *Food Chemistry*, 115(1), 54-60.

Rastija, V., Mihaljević, K., Drenjančević, M., Jukić, V. (2016) *Korištenje saznanja o polifenolnom profilu hrvatskih vina u marketinške svrhe*. Radovi Zavoda za znanstveni i umjetnički rad u Požegi, 5, 39-56.

Renaud, S., de Lorgeril, M. (1992) Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. *Lancet*, 339(8808), 1523-1526.

Rentzch, M., Wilkens, A., Winterhalter, P. (2009) Non-flavonoid Phenolic Compounds. U: Moreno-Arribas, M.V., Polo, M.C. (ur.) *Wine Chemistry and Biochemistry*. Springer, New York, 509-527.

Revi, M., Badeka, A., Kontakos, S., Kontominas, M.G. (2014) Effect of packaging material on enological parameters and volatile compounds of dry white wine. *Food Chemistry,* 152, 331-339.

Revilla, E., Ryan, J.-M. (2000) Analyses of several phenolic compounds with potential antioxidant properties in grape extracts and wines by high performance liquid chromatography-photodiode array detection without sample preparation. *Journal of Chromatography A*, 881(1-2), 461-469.

Revilla, I., González-San José, M.L. (2003) Compositional changes during storage of red wines treated with pectolytic enzymes: low molecular-weight phenols and flavan-3-ol derivative levels. *Food Chemistry*, 80(2), 205-214.

Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., Dubourdieu, D. (2006) *Handbook of Enology: The Chemistry of wine stabilization and treatments*, Volume 2, 2nd edition. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester.

Rice-Evans, C., Miller, N., Paganga, G. (1997) Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*, 2(4), 152-159.

Robbins, R.J. (2003) Phenolic acids in foods: An overview of analytical methodology. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(10), 2866-2887.

Robertson, G.L. (2013) *Food Packaging*, *Principles and Practice*. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York.

Robinson, A.L., Mueller, M., Heymann, H., Ebeler, S.E., Boss, P.K., Solomon, P.S., Trengove, R.D. (2010) Effect of simulated shipping conditions on sensory attributes and volatile composition of commercial white and red wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 61, 337-347.

Rodrígues-Bernaldo, Q.A., López-Hernández, J., Ferraces-Casais, P., Lage-Yusty, M.A. (2007) Analysis of non-anthocyanin phenolic compounds in wine samples using high performance liquid chromatography with ultraviolet and fluorescence detection. *Journal of Separation Science,* 30(9), 1262-1266.

Rodríguez-Delgado, M.A., Malovaná, S., Pérez, J.P., Borges, T., García Montelongo, F.J. (2001) Separation of phenolic compounds by high performance liquid chromatography with absorbance and fluorimetric detection. *Journal of Chromatography A*, 912(2), 249-257.

Rodríguez Montealegre, R., Romero Peces, R., Chacón Vozmediano, J.L., Martínez Gascueña, J., García Romero, E. (2006) Phenolic compounds in skins and seeds of ten grape *Vitis vinifera* varieties grown in warm climate. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6-7), 687-693.

Rudolf, B., Herjavec, S. (1996) Budućnost razvoja hrvatskog vinogradarstva i vinarstva. *Agronomski glasnik*, 58(2-4), 143-157.

Sáenz-Navajas, M.P., Avizcuri, J.M., Ferreira, V., Fernández-Zurbano, P. (2012) Insights on the chemical basis of the astringency of Spanish red wines. *Food Chemistry*, 134(3), 1484-1493.

Scalbert, A., Johnson, I.T., Saltmarsh, M. (2005) Polyphenols: antioxidants and beyond. The *American Journal of Clinical Nutrition,* 81(1), 215S-217S.

Scrimgeour, N., Nordestgaard, S., Lloyd, N.D.R., Wilkes, E. (2015) Exploring the effect of elevated storage temperature on wine composition. *Australian Journal of Grape and Wine Research,* 21(S1), 713-722.

Sedláčková, E., Valášek, P., Mlček, J., Adámková, A., Adámek, M., Pummerová, M. (2018) The importance of higher alcohols and esters for sensory evaluation of Rheinriesling and Chardonnay wine varieties. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 12(1), 615-621.

Selli, S., Canbas, A., Unal M.U. (2002) Effect of bottle colour and storage conditions on browning of orange wine. *Food/Nahrung,* 46(2), 64-67.

Shirakura, A., Nakaya, M., Koga, Y., Kodama, H., Hasebe, T., Suzuki, T. (2006) Diamond-like carbon films for PET bottles and medical applications. *Thin Solid Films*, 494(1-2), 84-91.

Silva, M.A., Julien, M., Jourdes, M., Teissedre, P.-L. (2011) Impact of closures on wine post-bottling development: A review. *European Food Research and Technology*, 233(6), 905-914.

Singleton, V.L., Zaya, J., Trousdale, E.K. (1986) Caftaric and coutaric acids in fruit of *Vitis*. *Phytochemistry*, 25(9), 2127-2133.

Skouroumounis, G.K., Kwiatkowski, M.J., Francis, I.L., Oakey, H., Capone, D.L., Duncan, B., Sefton, M.A., Waters, E.J. (2005) The impact of closure type and storage conditions on the composition, colour and flavour properties of a Riesling and a wooded

Chardonnay wine during five years' storage. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 11(3), 369-377.

Spáčíl, Z., Nováková, L., Solich, P. (2008) Analysis of phenolic compounds by high performance liquid chromatography and ultra performance liquid chromatography. *Talanta*, 76(1), 189-199.

Staver, M., Damijanić, K., Jerman, T. (2013) Ocjena senzornih karakteristika vina Malvazije istarske. *Zbornik Veleučilišta u Rijeci*, 1(1), 337-350.

Stratil, P., Kubáň, V., Fojtová, J. (2008) Comparison of the phenolic content and total antioxidant activity in wines as determined by spectrophotometric methods. *Czech Journal of Food Science,* 26, 242-253.

Suárez, R., Monagas, M., Bartolomé, B., Gómez-Cordovés, C. (2007) Phenolic composition and colour of *Vitis vinifera* L. cv Merlot wines from different vintages and aging time in bottle. *Ciência e Técnica Vitivinícola,* 22(2), 35-44.

Sudraud, P. (1958) Interprétation des courbes d'absorption des vins rouges. *Annales de technologie agricole*, 7, 203-208.

Sun, B., Ricardo-da-Silva, J.M., Spranger, M.I. (2001) Quantification of catechins and proanthocyanidins in several Portuguese grapevine varieties and red wines. *Ciência e Técnica Vitivinícola,* 16(1), 23-34.

Suriano, S., Alba, V., Di Gennaro, D., Basile, T., Tamborra, M., Tarricone, L. (2016) Major phenolic and volatile compounds and their influence on sensorial aspects in stem-contact fermentation winemaking of Primitivo red wines. *Journal of Food Science and Technology*, 53(8), 3329-3339.

Šeruga, M., Novak, I., Jakobek, L. (2011) Determination of polyphenols content and antioxidant activity of some red wines by differential pulse voltammetry, HPLC and spectrophotometric methods. *Food Chemistry*, 124(3), 1208-1216.

Šmidrkal, J., Filip, V., Melzoch, K., Hanzlíková, I., Buckiová, D., Křísa, B. (2001) Resveratrol. *Chemické Listy*, 95, 602-609.

Tapas, A.R., Sakarkar, D.M., Kakde, R.B. (2008) Flavonoids as Nutraceuticals: A Review. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 7(3), 1089-1099.

Tarko, T., Duda-Chodak, A., Sroka, P., Satora, P., Jurasz, E. (2008) Physicochemical and antioxidant properties of selected Polish grape and fruit wines. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria,* 7(3), 35-45.

Taverniers, I., De Loose, M., Van Bockstaele, E. (2004) Trends in quality in the analytical laboratory. II. Analytical method validation and quality assurance. *Trends in Analytical Chemistry*, 23(8), 535-552.

Teixeira, A., Eiras-Dias, J.E., Castellarin, S.D., Gerós, H. (2013) Berry Phenolics of Grapevine under Challenging Environments. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(9), 18711-18739.

Temsamani, H., Krisa, S., Mérillon, J.-M., Richard, T. (2015) Promising neuroprotective deffects of oligostilbenes. *Nutrition and Aging*, 3(1), 49-54.

Thompson, K. (2010) Wine packaging alternatives: Not all good wine comes in glass bottles. *Virginia Tech Food and Science Technology* 1, 1-13.

Thorngate, J.H., Noble, A.C. (1995) Sensory evaluation of bitterness and astringency of 3R(-)-epicatechin and 3S(+)-catechin. *Journal of the Science of Food and Agriculture,* 67(4), 531-535.

Tian, R.R., Pan, Q.H., Zhan, J.C., Li, J.M., Wan, S.B., Zhang, Q.H., Huang, W.D. (2009) Comparison of phenolic acids and flavan-3-ols during wine fermentation of grapes with different harvest times. *Molecules*, 14(2), 827-838.

Toussaint, M., Vidal, J.-C., Salmon, J.-M. (2014) Comparative evolution of oxygen, carbon dioxide, nitrogen, and sulfites during storage of a rosé wine bottled in PET and glass. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(13), 2946-2955.

Tsao, R. (2010) Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. *Nutrients*, 2(12), 1231-1246.

Tsao, R., McCallum, J. (2010) Chemistry of flavonoids. U: De la Rosa, L.A., Alvarez-Parrilla, E., González-Aguilar, G.A. (ur.), *Fruit and vegetable phytochemicals: Chemistry, Nutritional Value and Stability*. Wiley-Blackwell, 131-153.

Ugliano, M. (2013) Oxygen contribution to wine aroma evolution during bottle aging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(26), 6125-6136.

Uredba Komisije (EZ) 606/2009 od 10. srpnja 2009. o utvrđivanju određenih detaljnih pravila za provedbu Uredbe Vijeća (EZ) br. 479/2008 u pogledu kategorija proizvoda od vinove loze, enoloških postupaka i primjenjivih ograničenja.

Vanderroost, M., Ragaert, P., Devlieghere, F., De Meulenaer, B. (2014) Intelligent food packaging: The next generation. *Trends in Food Science & Technology*, 39(1), 47-62.

Van Leeuwen, C., Friant, P., Choné, X., Tregoat, O., Koundouras, S., Dubourdieu, D. (2004) Influence of climate, soil, and cultivar on terroir. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55, 207-217.

Venturi, F., Sanmartin, C., Taglieri, I., Xiaoguo, Y., Andrich, G. Zinnai, A. (2016) The influence of packaging on the sensorial evolution of white wine as a function of the operating conditions adopted during storage. *Agrochimica*, 60(2), 150-160.

Venturi, F., Sanmartin, C., Taglieri, I., Ying, X., Deng, S., Andrich, G., Zinnai, A. (2017) Shelf life of red wine as a function of the storage conditions adopted over a period of 12 months. *Agro FOOD Industry Hi-Tech*, 28(4), 60-63.

Vidal, S., Francis, L.I., Guyot, S., Marnet, N., Kwiatkowski, M., Gawel, R., Cheynier, V., Waters, E.J. (2003) The mouth-feel properties of grape and apple proanthocyanins in a wine-like medium. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(6), 564-573.

Vidal, J.-C., Moutounet, M. (2006) Monitoring of oxygen in the gas and liquid phases of bottles of wine at bottling and during storage. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin,* 40(1), 35-45.

Villamor, R.R., Harbertson, J.F., Ross, C.F. (2009) Influence of tannin concentration, storage temperature, and time on chemical and sensory properties of cabernet sauvignon and merlot wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 60(4), 442-449.

Villaño, D., Fernández-Pachón, M.S., Troncoso, A.M., García-Parrilla, M.C. (2006) Influence of enological practices on the antioxidant activity of wines. *Food Chemistry*, 95, 394-404.

Waterhouse, A. (2009) Folin–Ciocalteau micro method for total phenol in wine. http://www.waterhouse.ucdavis.edu/phenol/folinmicro.htm

Williams, C.A. (2006) Flavone and flavonol O-glycosides. U: Andersen, Ø.M., Markham, K.R. (ur.) *Flavonoids: chemistry, biochemistry and applications*. CRC Press/Taylor & Francis Group, Boca Raton, 749-856.

Wirth, J., Morel-Salmi, C., Souquet, J.M., Dieval, J.B., Aagaard, O., Vidal, S., Fulcrand, H., Cheynier, V. (2010) The impact of oxygen exposure before and after bottling on the polyphenolic composition of red wines. *Food Chemistry,* 123(1), 107-116.

Wirth, J., Caillé, S., Souquet, J.M., Samson, A., Dieval, J.B., Vidal, S., Fulcrand, H., Cheynier, V. (2012) Impact of postbottling oxygen exposure on the sensory characteristics and phenolic composition of Grenache rosé wines. *Food Chemistry*, 132(4), 1861-1871.

Wrolstad, R.E., Durst, R.W., Lee, J. (2005) Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. *Trends in Food Science & Technology*, 16(9), 423-428.

Yang, J., Martinson, T., Liu, R.H. (2009) Phytochemical profiles and antioxidant activities of wine grapes. *Food Chemistry*, 116(1), 332-339.

Yariş, A., Sezgin, C. (2017) Food packaging: glass and plastic. U: *Researches on science and art in 21st century Turkey*, 735-740.

Yun, B., Bisquert, P., Buche, P., Croitoru, M., Guillard, V., Thomopoulos, R. (2018) Choice of environment-friendly food packagings through argumentation systems and preferences. *Ecological Informatics*, 48, 24-36.

Zafrilla, P., Morillas, J., Mulero, J., Cayuela, J.M., Martínez-Cachá, A., Pardo, F., López Nicolás, J.M. (2003) Changes during storage in conventional and ecological wine: phenolic content and antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(16), 4694-4700.

Zakon o vinu (2019) Narodne novine, broj 32, Zagreb, Republika Hrvatska.

Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W. (1999) The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry,* 64(4), 555-559.

Zoecklein, B.W., Fugelsang, K.C., Gump, B.H., Nury, F.S. (1999) *Wine Analysis and Production*, Chapman & Hall, New York.

Zoričić, M. (1998) *Crna i ružičasta vina*, Gospodarski list, Zagreb.

Žunec, N. (2007) *Vinogradarski & vinski atlas Republike Hrvatske*, Springer Business Media, Zagreb.

web 1 http://vinacroatia.hr/hrvatska-vina/regije-vina-croatia/ slavonija-i-podunavlje/

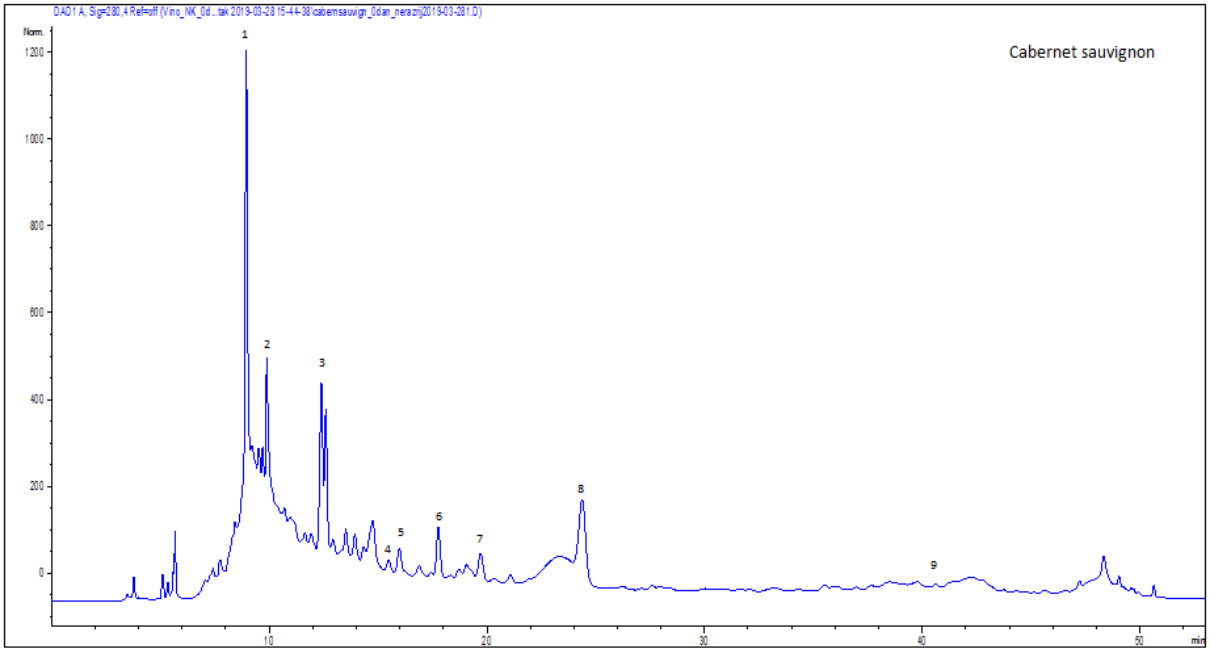
web 2 www.ipi-srl.com/en/products/packaging-material

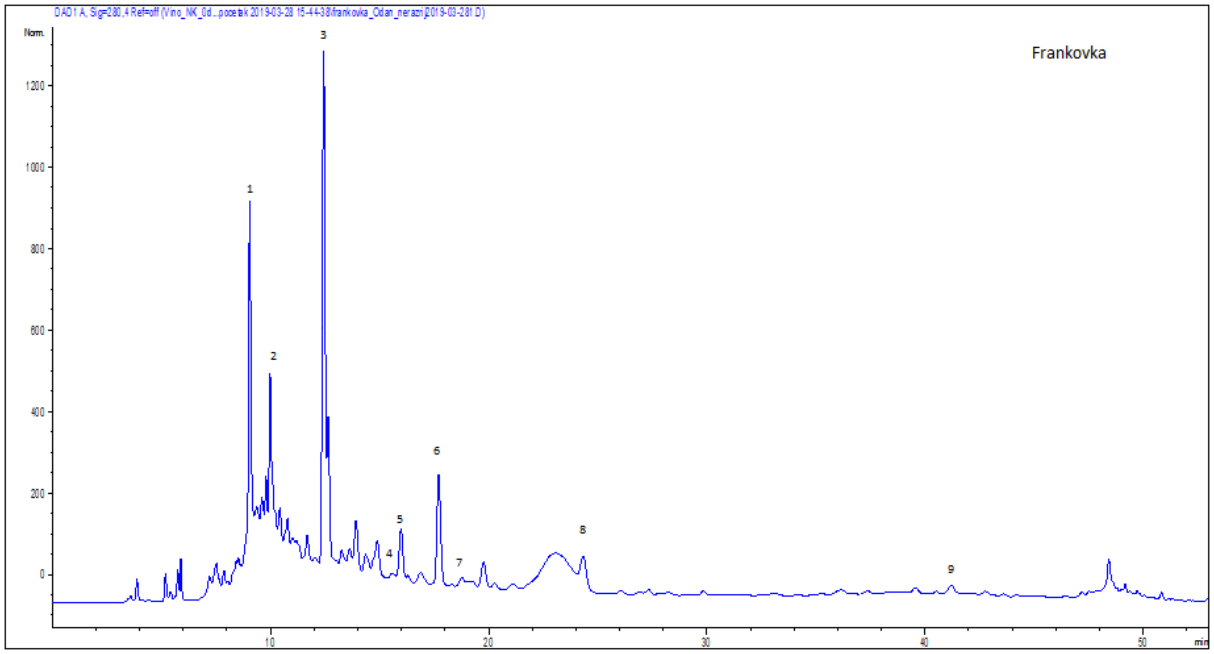
8. PRILOZI

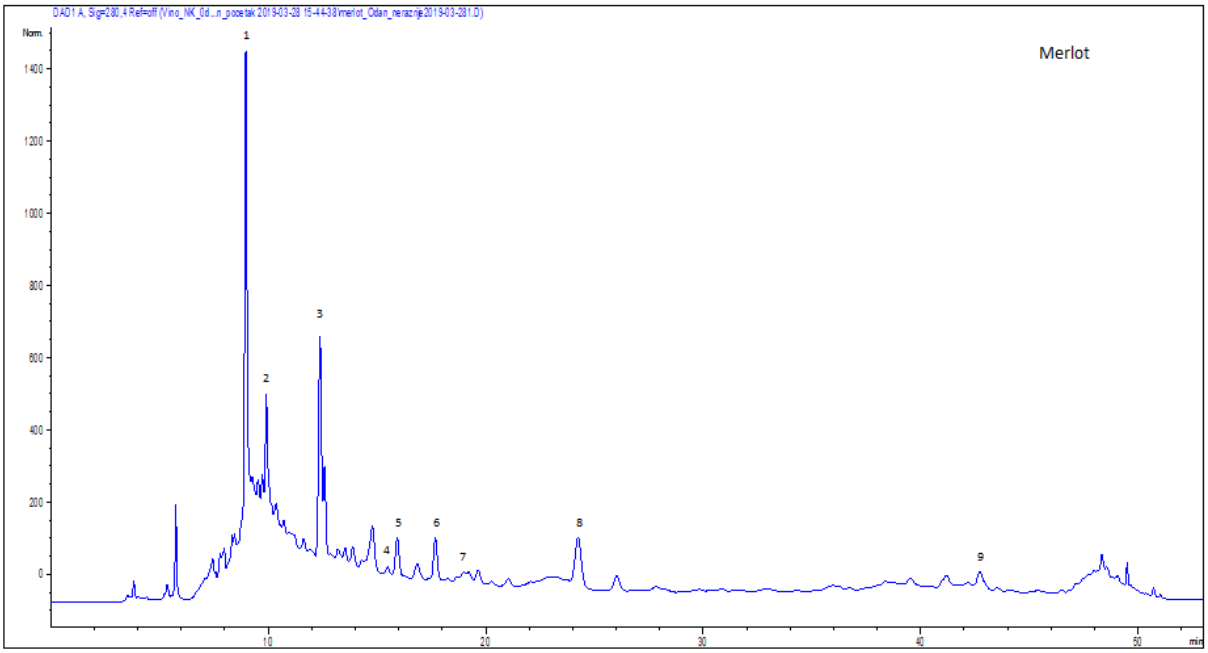
Prilog 1 Tablica po Tabarieu za određivanje ukupnog ekstrakta u vinu

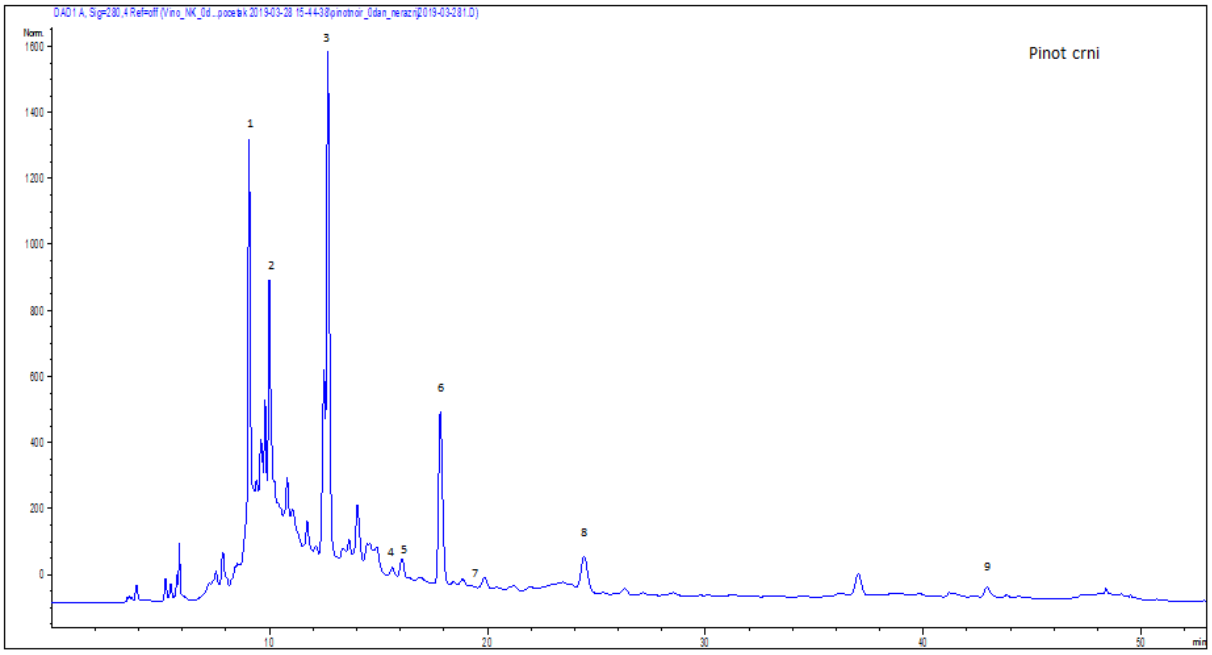
$d_1^{20}/_{20}$	g/L	$d_1^{20}/_{20}$	g/L	$d_1^{20}/_{20}$	g/L	$d_1^{20}/_{20}$	g/L	$d_1^{20}/_{20}$	g/L
1,0000	**0,0**	**1,0050**	**12,9**	**1,0100**	**25,8**	**1,0150**	**38,7**	**1,0200**	**51,7**
1	0,3	1	13,2	1	26,1	1	39,0	1	51,9
2	0,5	2	13,4	2	26,3	2	39,3	2	52,2
3	0,8	3	13,7	3	26,6	3	39,5	3	52,5
4	1,0	4	13,9	4	26,9	4	39,8	4	52,7
5	1,3	5	14,2	5	27,1	5	40,0	5	53,0
6	1,5	6	14,5	6	27,4	6	40,3	6	53,2
7	1,8	7	14,7	7	27,6	7	40,6	7	53,5
8	2,1	8	15,0	8	27,9	8	40,8	8	53,8
9	2,3	9	15,2	9	28,2	9	41,1	9	54,0
1,0010	**2,6**	**1,0060**	**15,5**	**1,0110**	**28,4**	**1,0160**	**41,3**	**1,0210**	**54,3**
1	2,8	1	15,7	1	28,7	1	41,6	1	54,5
2	3,1	2	16,0	2	28,9	2	41,9	2	54,8
3	3,4	3	16,3	3	29,2	3	42,1	3	55,1
4	3,6	4	16,5	4	29,4	4	42,4	4	55,3
5	3,9	5	16,8	5	29,7	5	42,6	5	55,6
6	4,1	6	17,0	6	30,0	6	42,9	6	55,8
7	4,4	7	17,3	7	30,2	7	43,1	7	56,1
8	4,6	8	17,6	8	30,5	8	43,4	8	56,4
9	4,9	9	17,8	9	30,7	9	43,7	9	56,6
1,0020	**5,2**	**1,0070**	**18,1**	**1,0120**	**31,0**	**1,0170**	**43,9**	**1,0220**	**56,9**
1	5,4	1	18,3	1	31,2	1	44,2	1	57,1
2	5,7	2	18,6	2	31,5	2	44,4	2	57,4
3	5,9	3	18,8	3	31,8	3	44,7	3	57,7
4	6,2	4	19,1	4	32,0	4	45,0	4	57,9
5	6,4	5	19,4	5	32,3	5	45,2	5	58,2
6	6,7	6	19,6	6	32,6	6	45,5	6	58,4
7	6,9	7	19,9	7	32,8	7	45,7	7	58,7
8	7,2	8	20,1	8	33,1	8	46,0	8	58,9
9	7,5	9	20,4	9	33,3	9	46,3	9	59,2
1,0030	**7,7**	**1,0080**	**20,7**	**1,0130**	**33,6**	**1,0180**	**46,5**	**1,0230**	**59,4**
1	8,0	1	20,9	1	33,8	1	46,8	1	59,7
2	8,2	2	21,2	2	34,1	2	47,0	2	60,0
3	8,5	3	21,4	3	34,3	3	47,3	3	60,2
4	8,7	4	21,7	4	34,3	4	47,5	4	60,5
5	9,0	5	21,9	5	34,9	5	47,8	5	60,7
6	9,3	6	22,2	6	35,1	6	48,1	6	61,0
7	9,5	7	22,5	7	35,4	7	48,3	7	61,2
8	9,8	8	22,7	8	35,6	8	48,6	8	61,5
9	10,0	9	23,0	9	35,9	9	48,8	9	61,8
1,0040	**10,3**	**1,0090**	**23,2**	**1,0140**	**36,2**	**1,0190**	**49,1**	**1,0240**	**62,0**
1	10,5	1	23,5	1	36,4	1	49,4	1	62,3
2	10,8	2	23,8	2	36,7	2	49,6	2	62,5
3	11,1	3	24,0	3	36,9	3	49,9	3	62,8
4	11,3	4	24,3	4	37,2	4	50,1	4	63,1
5	11,6	5	24,5	5	37,5	5	50,4	5	63,3
6	11,8	6	24,8	6	37,7	6	50,6	6	63,6
7	12,1	7	25,0	7	38,0	7	50,9	7	63,8
8	12,4	8	25,3	8	38,2	8	51,1	8	64,1
9	12,6	9	25,6	9	38,5	9	51,4	9	64,4

Prilog 2 HPLC kromatogrami 4 vrste vina: Cabernet sauvignon, Frankovka, Merlot i Pinot crni, skenirani na 280 nm sa identificiranim spojevima. Identifikacija pikova: 1 – galna kiselina, 2 – (+)-katehin, 3 – kaftarinska kiselina, 4 – kutarinska kiselina, 5 – (-) kutarinska kiselina, 6 – (-)-epikatehin, 7 – kafeinska kiselina, 8 – malvidin-3-glukozid, 9 – resveratrol






Merlot
Norm.
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
20
30
40
50
min


Pinot crni
Norm.
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
20
30
40
50
min

Prilog 3 Parametri validacije RP-HPLC metode za određivanje individualnih polifenola[1]

Standard	Raspon mg/L	Jednadžba	Linearnost r^2	LOD mg/L	LOQ mg/L	Koncentracije mg/L	"Intra-assay" preciznost[2] %	Iskorištenje[3] %
Fenolne kiseline								
galna kiselina	1-140	y=94,703x-297,9	0,9999	0,48	1,59	14 70	0,3 3,0	98,6 99,7
kafeinska kiselina	1-103	y=251,85x-1476,5	0,9996	0,59	1,99	10 51	0,3 5,6	99,8 94,9
Flavan-3-oli								
(+)-katehin	1-96	y=19,433x-30,915	0,9815	0,07	0,22	10 48	3,6 3,5	113,7 99,5
(-)-epikatehin	1-92	y=9,2811x-27,131	0,9946	0,08	0,28	9 46	0,1 3,4	93,1 100,3

[1] svaka koncentracija standarda pripremljena je u dvije paralele i svaka paralela mjerena je jednom (n=2)
[2] izražena preko "intra-assay" preciznosti (jedan analitičar, isti laboratorij, svaka koncentracija napravljena u dvije paralele i mjerena jednom (n=2))
[3] izražena preko iskorištenja

Prilog 4 Standardna lista za ocjenjivanje vina metodom 100 bodova prema Pravilniku (NN 2004/106)

MIRNA VINA		Ocjena					Primjedbe
		Odlično	Vrlo dobro	Dobro	Dovoljno	Nedovoljno	
IZGLED	Bistroća	5	4	3	2	1	
	Boja	10	8	6	4	2	
MIRIS	Čistoća	6	5	4	3	2	
	Intenzitet	8	7	6	4	2	
	Kvaliteta	16	14	12	10	8	
OKUS	Čistoća	6	5	4	3	2	
	Intenzitet	8	7	6	4	2	
	Trajnost	8	7	6	5	4	
	Kvaliteta	22	19	16	13	10	
Harmonija/Opći dojam		11	10	9	8	7	

Prilog 5a Fitovane vrijednosti fizikalno-kemijskih parametara i njihove standardne devijacije pri 15 °C dobivene koristeći višestruku regresiju i interakciju dviju varijabli

Mjeseci	Cabernet sauvignon			Frankovka			Merlot			Pinot crni		
	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna
Specifična težina vina												
0	0,994123 (0,000023)	0,994020 (0,000035)	0,994225 (0,000038)	0,994123 (0,000023)	0,994020 (0,000035)	0,994225 (0,000038)	0,994375 (0,000043)	0,994272 (0,000048)	0,994477 (0,000055)	0,993870 (0,000040)	0,993768 (0,000050)	0,993973 (0,000047)
3	0,994123 (0,000023)	0,994020 (0,000035)	0,994225 (0,000038)	0,994123 (0,000023)	0,994020 (0,000035)	0,994225 (0,000038)	0,994599 (0,000071)	0,994496 (0,000076)	0,994702 (0,000077)	0,993646 (0,000072)	0,993543 (0,000076)	0,993749 (0,000078)
6	0,994123 (0,000023)	0,994020 (0,000035)	0,994225 (0,000038)	0,994123 (0,000023)	0,994020 (0,000035)	0,994225 (0,000038)	0,994300 (0,000051)	0,994197 (0,000054)	0,993150 (0,000170)	0,993945 (0,000046)	0,993843 (0,000056)	0,994048 (0,000052)
9	0,994123 (0,000023)	0,994020 (0,000035)	0,994225 (0,000038)	0,994123 (0,000023)	0,994020 (0,000035)	0,994225 (0,000038)	0,994300 (0,000051)	0,994197 (0,000054)	0,992450 (0,000120)	0,994600 (0,000170)	0,993843 (0,000056)	0,994048 (0,000052)
12	0,994123 (0,000023)	0,994020 (0,000035)	0,994225 (0,000038)	0,994123 (0,000023)	0,994020 (0,000035)	0,994225 (0,000038)	0,995150 (0,000170)	0,994197 (0,000054)	0,992450 (0,000120)	0,993945 (0,000046)	0,993843 (0,000056)	0,994048 (0,000052)
Specifična težina destilata												
0	0,980667 (0,000056)	0,980535 (0,000066)	0,980798 (0,000066)	0,982946 (0,000063)	0,982814 (0,000072)	0,983077 (0,000072)	0,981125 (0,000058)	0,980994 (0,000067)	0,981256 (0,000067)	0,981711 (0,000063)	0,981580 (0,000072)	0,981843 (0,000072)
3	0,980667 (0,000056)	0,980535 (0,000066)	0,980798 (0,000066)	0,983112 (0,000058)	0,982814 (0,000072)	0,983077 (0,000072)	0,981125 (0,000058)	0,980994 (0,000067)	0,981256 (0,000067)	0,981894 (0,000058)	0,981580 (0,000072)	0,981843 (0,000072)
6	0,980667 (0,000056)	0,980535 (0,000066)	0,980798 (0,000066)	0,983279 (0,000082)	0,982814 (0,000072)	0,983077 (0,000072)	0,981125 (0,000058)	0,980994 (0,000067)	0,981256 (0,000067)	0,982077 (0,000082)	0,981580 (0,000072)	0,981843 (0,000072)
9	0,980667 (0,000056)	0,980535 (0,000066)	0,980798 (0,000066)	0,983445 (0,000119)	0,982814 (0,000072)	0,983077 (0,000072)	0,981125 (0,000058)	0,980994 (0,000067)	0,981256 (0,000067)	0,982260 (0,000119)	0,981580 (0,000072)	0,981843 (0,000072)
12	0,980667 (0,000056)	0,980535 (0,000066)	0,980798 (0,000066)	0,983611 (0,000159)	0,982814 (0,000072)	0,983077 (0,000072)	0,981900 (0,000216)	0,980994 (0,000067)	0,981256 (0,000067)	0,982443 (0,000159)	0,981580 (0,000072)	0,981843 (0,000072)
Alkohol (%)												
0	15,0287 (0,0329)	15,1519 (0,0386)	14,9054 (0,0386)	13,0467 (0,0368)	13,1699 (0,0420)	12,9234 (0,0420)	14,4829 (0,0574)	14,6061 (0,0608)	14,3596 (0,0608)	14,2329 (0,0574)	14,3561 (0,0608)	14,1096 (0,0608)
3	15,0287 (0,0329)	15,0141 (0,0549)	15,0432 (0,0549)	13,0467 (0,0368)	13,0321 (0,0573)	13,0612 (0,0573)	14,5079 (0,0574)	14,4933 (0,0723)	14,5224 (0,0723)	14,2079 (0,0574)	14,1933 (0,0723)	14,2224 (0,0723)
6	15,0287 (0,0329)	15,1979 (0,0407)	14,8595 (0,0407)	12,2600 (0,1275)	13,2159 (0,0439)	12,8775 (0,0439)	14,7535 (0,0400)	14,9227 (0,0466)	14,5843 (0,0466)	13,9622 (0,0400)	14,1314 (0,0466)	13,7930 (0,0466)
9	15,0287 (0,0329)	15,1979 (0,0407)	14,8595 (0,0407)	12,5450 (0,0902)	13,2159 (0,0439)	12,8775 (0,0439)	14,7535 (0,0400)	14,9227 (0,0466)	14,5843 (0,0466)	13,4600 (0,1275)	14,1314 (0,0466)	13,7930 (0,0466)
12	15,0287 (0,0329)	15,1979 (0,0407)	14,8595 (0,0407)	12,5450 (0,0902)	13,2159 (0,0439)	12,8775 (0,0439)	13,9000 (0,1275)	14,9227 (0,0466)	14,5843 (0,0466)	13,9622 (0,0400)	14,1314 (0,0466)	13,7930 (0,0466)
Ukupni suhi ekstrakt (g/L)												
0	34,713 (0,130)	34,713 (0,130)	34,713 (0,130)	28,847 (0,130)	28,847 (0,130)	28,847 (0,130)	34,184 (0,148)	34,184 (0,148)	34,184 (0,148)	31,027 (0,130)	31,027 (0,130)	31,027 (0,130)
3	35,235 (0,182)	35,235 (0,182)	35,235 (0,182)	29,368 (0,182)	29,368 (0,182)	29,368 (0,182)	34,706 (0,190)	34,706 (0,190)	33,279 (0,188)	31,548 (0,182)	31,548 (0,182)	31,548 (0,182)
6	34,539 (0,137)	34,539 (0,137)	34,539 (0,137)	28,673 (0,137)	28,673 (0,137)	28,673 (0,137)	34,011 (0,156)	34,011 (0,156)	31,157 (0,193)	30,853 (0,137)	30,853 (0,137)	30,853 (0,137)
9	34,539 (0,137)	34,539 (0,137)	34,539 (0,137)	28,673 (0,137)	28,673 (0,137)	28,673 (0,137)	34,011 (0,156)	34,011 (0,156)	29,730 (0,277)	30,853 (0,137)	30,853 (0,137)	30,853 (0,137)
12	34,539 (0,137)	34,539 (0,137)	34,539 (0,137)	28,673 (0,137)	28,673 (0,137)	28,673 (0,137)	34,011 (0,156)	34,011 (0,156)	28,304 (0,372)	30,853 (0,137)	30,853 (0,137)	30,853 (0,137)
Ukupna kiselina (g/L)												
0	5,785 (0,034)	5,785 (0,034)	5,785 (0,034)	6,308 (0,069)	6,308 (0,069)	6,308 (0,069)	5,850 (0,064)	5,850 (0,064)	5,850 (0,064)	5,196 (0,069)	5,196 (0,069)	5,196 (0,069)
3	5,785 (0,034)	5,785 (0,034)	5,785 (0,034)	6,743 (0,065)	6,308 (0,069)	6,308 (0,069)	5,850 (0,064)	5,850 (0,064)	5,850 (0,064)	5,732 (0,065)	5,196 (0,069)	5,196 (0,069)
6	5,785 (0,034)	5,785 (0,034)	5,785 (0,034)	7,178 (0,094)	6,308 (0,069)	6,308 (0,069)	5,850 (0,064)	5,850 (0,064)	5,850 (0,064)	6,268 (0,094)	5,196 (0,069)	5,196 (0,069)
9	5,785 (0,034)	5,785 (0,034)	5,785 (0,034)	7,613 (0,136)	6,308 (0,069)	6,308 (0,069)	5,850 (0,064)	5,850 (0,064)	5,850 (0,064)	6,804 (0,136)	5,196 (0,069)	5,196 (0,069)
12	5,785 (0,034)	5,785 (0,034)	5,785 (0,034)	8,048 (0,183)	6,308 (0,069)	6,308 (0,069)	7,500 (0,249)	5,850 (0,064)	5,850 (0,064)	7,340 (0,183)	5,196 (0,069)	5,196 (0,069)
Hlapiva kiselina (g/L)												
0	0,5455 (0,0289)	0,5885 (0,0289)	0,6675 (0,0289)	0,3582 (0,0289)	0,4012 (0,0289)	0,4802 (0,0289)	0,4632 (0,0258)	0,5062 (0,0258)	0,5852 (0,0258)	0,4632 (0,0258)	0,5062 (0,0258)	0,5852 (0,0258)
3	0,5688 (0,0289)	0,6118 (0,0289)	0,6908 (0,0289)	0,3815 (0,0289)	0,4245 (0,0289)	0,5035 (0,0289)	0,4865 (0,0258)	0,5295 (0,0258)	0,6085 (0,0258)	0,4865 (0,0258)	0,5295 (0,0258)	0,6085 (0,0258)
6	0,6936 (0,0236)	0,7366 (0,0236)	0,8156 (0,0236)	0,5062 (0,0236)	0,5492 (0,0236)	0,6282 (0,0236)	0,6112 (0,0197)	0,6542 (0,0197)	0,7332 (0,0197)	0,6112 (0,0197)	0,6542 (0,0197)	0,7332 (0,0197)
9	0,6936 (0,0236)	0,7366 (0,0236)	0,8156 (0,0236)	0,5062 (0,0236)	0,5492 (0,0236)	0,6282 (0,0236)	0,6112 (0,0197)	0,6542 (0,0197)	0,7332 (0,0197)	0,6112 (0,0197)	0,6542 (0,0197)	0,7332 (0,0197)
12	0,6936 (0,0236)	0,7366 (0,0236)	0,8156 (0,0236)	0,5062 (0,0236)	0,5492 (0,0236)	0,6282 (0,0236)	0,6112 (0,0197)	0,6542 (0,0197)	0,7332 (0,0197)	0,6112 (0,0197)	0,6542 (0,0197)	0,7332 (0,0197)
Slobodni SO_2 (mg/L)												
0	33,175 (0,782)	33,175 (0,782)	33,175 (0,782)	41,842 (1,497)	41,842 (1,497)	41,842 (1,497)	24,255 (1,124)	24,255 (1,124)	24,255 (1,124)	33,428 (1,124)	33,428 (1,124)	33,428 (1,124)
3	20,292 (0,782)	20,292 (0,782)	20,292 (0,782)	21,119 (1,010)	21,119 (1,010)	21,119 (1,010)	15,291 (0,979)	15,291 (0,979)	15,291 (0,979)	24,464 (0,979)	24,464 (0,979)	24,464 (0,979)
6	12,872 (0,452)	12,872 (0,452)	12,872 (0,452)	13,700 (0,782)	13,700 (0,782)	13,700 (0,782)	7,872 (0,742)	7,872 (0,742)	7,872 (0,742)	17,045 (0,742)	17,045 (0,742)	17,045 (0,742)
9	12,872 (0,452)	12,872 (0,452)	12,872 (0,452)	13,700 (0,782)	13,700 (0,782)	13,700 (0,782)	7,872 (0,742)	7,872 (0,742)	7,872 (0,742)	17,045 (0,742)	17,045 (0,742)	17,045 (0,742)
12	12,872 (0,452)	12,872 (0,452)	12,872 (0,452)	13,700 (0,782)	13,700 (0,782)	13,700 (0,782)	7,872 (0,742)	7,872 (0,742)	7,872 (0,742)	17,045 (0,742)	17,045 (0,742)	17,045 (0,742)
Ukupni SO_2 (mg/L)												
0	77,33 (3,96)	68,31 (3,65)	68,31 (3,65)	93,84 (3,39)	84,82 (3,03)	84,82 (3,03)	93,84 (3,39)	84,82 (3,03)	84,82 (3,03)	93,84 (3,39)	84,82 (3,03)	84,82 (3,03)
3	44,04 (3,96)	35,02 (3,65)	35,02 (3,65)	60,55 (3,39)	51,53 (3,03)	51,53 (3,03)	60,55 (3,39)	51,53 (3,03)	51,53 (3,03)	60,55 (3,39)	51,53 (3,03)	51,53 (3,03)
6	28,31 (3,24)	19,29 (2,85)	19,29 (2,85)	44,82 (2,51)	35,80 (1,98)	35,80 (1,98)	44,82 (2,51)	35,80 (1,98)	35,80 (1,98)	44,82 (2,51)	35,80 (1,98)	35,80 (1,98)
9	28,31 (3,24)	19,29 (2,85)	19,29 (2,85)	44,82 (2,51)	35,80 (1,98)	35,80 (1,98)	44,82 (2,51)	35,80 (1,98)	35,80 (1,98)	44,82 (2,51)	35,80 (1,98)	35,80 (1,98)
12	28,31 (3,24)	19,29 (2,85)	19,29 (2,85)	44,82 (2,51)	35,80 (1,98)	35,80 (1,98)	44,82 (2,51)	35,80 (1,98)	35,80 (1,98)	44,82 (2,51)	35,80 (1,98)	35,80 (1,98)

Fitovane vrijednosti izmjerenih karakteristika i njihove standardne devijacije prikazane su korištenjem višestruke regresije i interakcije dviju varijabli. Izrađeni su regresijski modeli s odabranim značajnim pojmovima u programu Minitab

Prilog 5b Fitovane vrijednosti fizikalno-kemijskih parametara i njihove standardne devijacije pri 20 °C dobivene koristeći višestruku regresiju i interakciju dviju varijabli

Mjeseci	Cabernet sauvignon			Frankovka			Merlot			Pinot crni		
	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna
						Specifična težina vina						
0	0,994243 (0,000038)	0,994007 (0,000060)	0,994478 (0,000062)	0,994243 (0,000038)	0,994007 (0,000060)	0,994478 (0,000062)	0,994680 (0,000068)	0,994445 (0,000081)	0,994915 (0,000084)	0,993806 (0,000066)	0,993570 (0,000082)	0,994041 (0,000081)
3	0,994243 (0,000038)	0,994007 (0,000060)	0,994478 (0,000062)	0,994243 (0,000038)	0,994007 (0,000060)	0,994478 (0,000062)	0,994680 (0,000068)	0,994445 (0,000081)	0,994915 (0,000084)	0,993806 (0,000066)	0,993570 (0,000082)	0,994041 (0,000081)
6	0,994243 (0,000038)	0,994007 (0,000060)	0,994478 (0,000062)	0,994243 (0,000038)	0,994007 (0,000060)	0,994478 (0,000062)	0,994680 (0,000068)	0,994445 (0,000081)	0,996400 (0,000295)	0,993806 (0,000066)	0,993570 (0,000082)	0,994041 (0,000081)
9	0,994243 (0,000038)	0,994007 (0,000060)	0,994478 (0,000062)	0,994243 (0,000038)	0,994007 (0,000060)	0,994478 (0,000062)	0,994680 (0,000068)	0,994445 (0,000081)	0,994915 (0,000084)	0,993806 (0,000066)	0,993570 (0,000082)	0,994041 (0,000081)
12	0,994243 (0,000038)	0,994007 (0,000060)	0,994478 (0,000062)	0,994243 (0,000038)	0,994007 (0,000060)	0,994478 (0,000062)	0,994680 (0,000068)	0,994445 (0,000081)	0,994915 (0,000084)	0,993806 (0,000066)	0,993570 (0,000082)	0,994041 (0,000081)
						Specifična težina destilata						
0	0,980710 (0,000080)	0,980710 (0,000135)	0,980710 (0,000135)	0,983177 (0,000080)	0,983177 (0,000135)	0,983177 (0,000135)	0,981403 (0,000080)	0,981403 (0,000135)	0,981403 (0,000135)	0,981813 (0,000080)	0,981813 (0,000135)	0,981813 (0,000135)
3	0,980710 (0,000080)	0,980691 (0,000135)	0,980729 (0,000135)	0,983177 (0,000080)	0,983158 (0,000135)	0,983195 (0,000135)	0,981403 (0,000080)	0,981385 (0,000135)	0,981422 (0,000135)	0,981813 (0,000080)	0,981795 (0,000135)	0,981832 (0,000135)
6	0,980710 (0,000080)	0,980170 (0,000101)	0,981250 (0,000101)	0,983177 (0,000080)	0,982637 (0,000101)	0,983716 (0,000101)	0,981403 (0,000080)	0,980864 (0,000101)	0,981943 (0,000101)	0,981813 (0,000080)	0,981274 (0,000101)	0,982353 (0,000101)
9	0,980710 (0,000080)	0,980170 (0,000101)	0,981250 (0,000101)	0,983177 (0,000080)	0,982637 (0,000101)	0,983716 (0,000101)	0,981403 (0,000080)	0,980864 (0,000101)	0,981943 (0,000101)	0,981813 (0,000080)	0,981274 (0,000101)	0,982353 (0,000101)
12	0,980710 (0,000080)	0,980170 (0,000101)	0,981250 (0,000101)	0,983177 (0,000080)	0,982637 (0,000101)	0,983716 (0,000101)	0,981403 (0,000080)	0,980864 (0,000101)	0,981943 (0,000101)	0,981813 (0,000080)	0,981274 (0,000101)	0,982353 (0,000101)
						Alkohol (%)						
0	15,0040 (0,0646)	15,0040 (0,1096)	15,0040 (0,1096)	12,8147 (0,0646)	12,8147 (0,1096)	12,8147 (0,1096)	14,4107 (0,0646)	14,4107 (0,1096)	14,4107 (0,1096)	14,0207 (0,0646)	14,0207 (0,1096)	14,0207 (0,1096)
3	15,0040 (0,0646)	15,0340 (0,1096)	14,9740 (0,1096)	12,8147 (0,0646)	12,8447 (0,1096)	12,7847 (0,1096)	14,4107 (0,0646)	14,4407 (0,1096)	14,3807 (0,1096)	14,0207 (0,0646)	14,0507 (0,1096)	13,9907 (0,1096)
6	15,0040 (0,0646)	15,4661 (0,0824)	14,5419 (0,0824)	12,8147 (0,0646)	13,2767 (0,0824)	12,3526 (0,0824)	14,4107 (0,0646)	14,8727 (0,0824)	13,9486 (0,0824)	14,0207 (0,0646)	14,4827 (0,0824)	13,5586 (0,0824)
9	15,0040 (0,0646)	15,4661 (0,0824)	14,5419 (0,0824)	12,8147 (0,0646)	13,2767 (0,0824)	12,3526 (0,0824)	14,4107 (0,0646)	14,8727 (0,0824)	13,9486 (0,0824)	14,0207 (0,0646)	14,4827 (0,0824)	13,5586 (0,0824)
12	15,0040 (0,0646)	15,4661 (0,0824)	14,5419 (0,0824)	12,8147 (0,0646)	13,2767 (0,0824)	12,3526 (0,0824)	14,4107 (0,0646)	14,8727 (0,0824)	13,9486 (0,0824)	14,0207 (0,0646)	14,4827 (0,0824)	13,5586 (0,0824)
						Ukupni suhi ekstrakt (g/L)						
0	34,880 (0,161)	34,880 (0,161)	34,880 (0,161)	29,080 (0,161)	29,080 (0,161)	29,080 (0,161)	34,273 (0,161)	34,273 (0,161)	34,273 (0,161)	31,057 (0,167)	31,057 (0,167)	31,057 (0,167)
3	34,880 (0,161)	34,880 (0,161)	34,880 (0,161)	29,080 (0,161)	29,080 (0,161)	29,080 (0,161)	34,273 (0,161)	34,273 (0,161)	34,273 (0,161)	31,057 (0,167)	31,057 (0,167)	31,057 (0,167)
6	34,880 (0,161)	34,880 (0,161)	34,880 (0,161)	29,080 (0,161)	29,080 (0,161)	29,080 (0,161)	34,273 (0,161)	34,273 (0,161)	34,273 (0,161)	31,057 (0,167)	31,057 (0,167)	31,057 (0,167)
9	34,880 (0,161)	34,880 (0,161)	34,880 (0,161)	29,080 (0,161)	29,080 (0,161)	29,080 (0,161)	34,273 (0,161)	34,273 (0,161)	34,273 (0,161)	31,057 (0,167)	31,057 (0,167)	31,057 (0,167)
12	34,880 (0,161)	34,880 (0,161)	34,880 (0,161)	29,080 (0,161)	29,080 (0,161)	29,080 (0,161)	34,273 (0,161)	34,273 (0,161)	34,273 (0,161)	28,300 (0,624)	31,057 (0,167)	31,057 (0,167)
						Ukupna kiselina (g/L)						
0	5,787 (0,081)	5,787 (0,128)	5,787 (0,128)	6,401 (0,101)	6,401 (0,141)	6,401 (0,141)	5,895 (0,102)	5,895 (0,142)	5,895 (0,142)	5,066 (0,101)	5,066 (0,141)	5,066 (0,141)
3	5,856 (0,081)	5,825 (0,128)	5,887 (0,128)	6,469 (0,101)	6,438 (0,141)	6,501 (0,141)	5,963 (0,102)	5,932 (0,142)	5,995 (0,142)	5,135 (0,101)	5,104 (0,141)	5,166 (0,141)
6	6,207 (0,048)	5,698 (0,074)	6,716 (0,077)	6,820 (0,075)	6,312 (0,095)	7,329 (0,096)	5,230 (0,280)	5,805 (0,097)	6,823 (0,103)	5,486 (0,075)	4,977 (0,095)	5,995 (0,096)
9	6,207 (0,048)	5,698 (0,074)	6,716 (0,077)	6,820 (0,075)	6,312 (0,095)	7,329 (0,096)	6,314 (0,081)	5,805 (0,097)	6,823 (0,103)	5,486 (0,075)	4,977 (0,095)	5,995 (0,096)
12	6,207 (0,048)	5,698 (0,074)	6,716 (0,077)	6,820 (0,075)	6,312 (0,095)	7,329 (0,096)	6,314 (0,081)	5,805 (0,097)	7,900 (0,280)	5,486 (0,075)	4,977 (0,095)	5,995 (0,096)
						Hlapiva kiselina (g/L)						
0	0,5457 (0,0285)	0,5927 (0,0285)	0,7054 (0,0284)	0,4096 (0,0243)	0,4566 (0,0243)	0,5692 (0,0245)	0,4096 (0,0243)	0,4566 (0,0243)	0,5692 (0,0245)	0,4096 (0,0243)	0,4566 (0,0243)	0,5692 (0,0245)
3	0,5665 (0,0285)	0,6902 (0,0355)	0,6496 (0,0355)	0,4304 (0,0243)	0,5541 (0,0323)	0,5134 (0,0323)	0,4304 (0,0243)	0,5541 (0,0323)	0,5134 (0,0323)	0,4304 (0,0243)	0,5541 (0,0323)	0,5134 (0,0323)
6	0,7444 (0,0232)	0,7659 (0,0243)	0,9297 (0,0246)	0,6083 (0,0180)	0,6297 (0,0193)	0,7935 (0,0201)	0,6083 (0,0180)	0,6297 (0,0193)	0,7935 (0,0201)	0,6083 (0,0180)	0,6297 (0,0193)	0,7935 (0,0201)
9	0,7444 (0,0232)	0,7659 (0,0243)	0,9297 (0,0246)	0,6083 (0,0180)	0,6297 (0,0193)	0,7935 (0,0201)	0,6083 (0,0180)	0,6297 (0,0193)	0,7935 (0,0201)	0,6083 (0,0180)	0,6297 (0,0193)	0,7935 (0,0201)
12	0,7444 (0,0232)	0,7659 (0,0243)	0,9297 (0,0246)	0,6083 (0,0180)	0,6297 (0,0193)	0,7935 (0,0201)	0,6083 (0,0180)	0,6297 (0,0193)	1,0400 (0,0695)	0,6083 (0,0180)	0,6297 (0,0193)	0,7935 (0,0201)
						Slobodni SO_2 (mg/L)						
0	33,18 (0,92)	33,18 (0,92)	33,18 (0,92)	39,19 (1,50)	39,19 (1,50)	39,19 (1,50)	26,11 (1,24)	26,11 (1,24)	26,11 (1,24)	34,22 (1,25)	34,22 (1,25)	34,22 (1,25)
3	13,35 (0,47)	13,35 (0,47)	13,35 (0,47)	17,37 (0,95)	17,37 (0,95)	17,37 (0,95)	7,29 (0,85)	7,29 (0,85)	7,29 (0,85)	15,40 (0,88)	27,00 (3,20)	15,40 (0,88)
6	13,35 (0,47)	13,35 (0,47)	13,35 (0,47)	15,37 (0,82)	15,37 (0,82)	15,37 (0,82)	8,29 (0,82)	8,29 (0,82)	8,29 (0,82)	16,40 (0,85)	16,40 (0,85)	16,40 (0,85)
9	13,35 (0,47)	13,35 (0,47)	13,35 (0,47)	13,37 (0,95)	13,37 (0,95)	13,37 (0,95)	9,29 (0,85)	9,29 (0,85)	9,29 (0,85)	17,40 (0,88)	17,40 (0,88)	17,40 (0,88)
12	13,35 (0,47)	13,35 (0,47)	13,35 (0,47)	11,37 (1,26)	11,37 (1,26)	11,37 (1,26)	10,30 (0,95)	10,30 (0,95)	10,30 (0,95)	18,40 (0,96)	18,40 (0,96)	18,40 (0,96)
						Ukupni SO_2 (mg/L)						
0	73,56 (2,82)	73,56 (2,82)	73,56 (2,82)	87,08 (2,30)	87,08 (2,30)	87,08 (2,30)	102,05 (3,41)	102,05 (3,41)	102,05 (3,41)	72,11 (3,40)	72,11 (3,40)	72,11 (3,40)
3	34,29 (2,87)	34,29 (2,87)	34,29 (2,87)	47,81 (2,41)	47,81 (2,41)	47,81 (2,41)	57,37 (3,09)	57,37 (3,09)	22,70 (7,70)	38,25 (2,89)	38,25 (2,89)	38,25 (2,89)
6	21,50 (2,15)	21,50 (2,15)	21,50 (2,15)	35,02 (1,43)	35,02 (1,43)	35,02 (1,43)	39,18 (2,09)	39,18 (2,09)	39,18 (2,09)	30,86 (2,00)	30,86 (2,00)	30,86 (2,00)
9	21,50 (2,15)	21,50 (2,15)	21,50 (2,15)	35,02 (1,43)	35,02 (1,43)	35,02 (1,43)	33,77 (2,38)	33,77 (2,38)	33,77 (2,38)	36,27 (2,24)	36,27 (2,24)	36,27 (2,24)
12	21,50 (2,15)	21,50 (2,15)	21,50 (2,15)	35,02 (1,43)	35,02 (1,43)	35,02 (1,43)	66,00 (7,70)	28,37 (3,02)	28,37 (3,02)	41,67 (2,86)	41,67 (2,86)	41,67 (2,86)

Fitovane vrijednosti izmjerenih karakteristika i njihove standardne devijacije prikazane su korištenjem višestruke regresije i interakcije dviju varijabli. Izrađeni su regresijski modeli s odabranim značajnim pojmovima u programu Minitab

Prilog 5c Fitovane vrijednosti fizikalno-kemijskih parametara i njihove standardne devijacije pri 25 °C dobivene koristeći višestruku regresiju i interakciju dviju varijabli

Mjeseci	Cabernet sauvignon			Frankovka			Merlot			Pinot crni		
	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna
						Specifična težina vina						
0	0,994228 (0,000035)	0,994228 (0,000035)	0,994228 (0,000035)	0,994228 (0,000035)	0,994228 (0,000035)	0,994228 (0,000035)	0,994690 (0,000062)	0,994690(0,000062)	0,994690(0,000062)	0,993765(0,000053)	0,993765(0,000053)	0,993765(0,000053)
3	0,994228 (0,000035)	0,994141 (0,000032)	0,994374 (0,000032)	0,994228 (0,000035)	0,994141 (0,000032)	0,994374 (0,000032)	0,994565(0,000051)	0,994478(0,000048)	0,994711(0,000051)	0,993765(0,000053)	0,993678(0,000049)	0,993911(0,000048)
6	0,994228 (0,000035)	0,994054 (0,000042)	0,994520 (0,000043)	0,994228 (0,000035)	0,994054 (0,000042)	0,994520 (0,000043)	0,994439(0,000058)	0,994265(0,000056)	0,993346(0,000118)	0,993765(0,000053)	0,993591(0,000053)	0,994057(0,000054)
9	0,994228 (0,000035)	0,993967 (0,000058)	0,994666 (0,000062)	0,994228 (0,000035)	0,993967 (0,000058)	0,994666 (0,000062)	0,994313(0,000079)	0,994052(0,000080)	0,993367(0,000111)	0,993765(0,000053)	0,993504(0,000065)	0,994203(0,000068)
12	0,994228 (0,000035)	0,993880 (0,000077)	0,994812 (0,000083)	0,994228 (0,000035)	0,993880 (0,000077)	0,994812 (0,000083)	0,994187(0,000107)	0,993839(0,000110)	0,993387(0,000118)	0,993765(0,000053)	0,993417(0,000081)	0,994349(0,000085)
						Specifična težina destilata						
0	0,980577 (0,000048)	0,980577 (0,000081)	0,980577 (0,000081)	0,982920 (0,000048)	0,982920 (0,000081)	0,982920 (0,000081)	0,981366 (0,000035)	0,981366 (0,000074)	0,981366 (0,000074)	0,981366 (0,000035)	0,981366 (0,000074)	0,981366 (0,000074)
3	0,980577 (0,000048)	0,980552 (0,000081)	0,980602 (0,000081)	0,982920 (0,000048)	0,982895 (0,000081)	0,982945 0,000081)	0,981235 (0,000038)	0,981210 (0,000076)	0,981260 (0,000076)	0,981497 (0,000037)	0,981472 (0,000075)	0,981522 (0,000075)
6	0,980577 (0,000048)	0,980147 (0,000062)	0,981007 (0,000062)	0,982920 (0,000048)	0,982490 (0,000062)	0,983350 (0,000062)	0,981104 (0,000047)	0,980674 (0,000058)	0,981534 (0,000063)	0,981628 (0,000044)	0,981197 (0,000059)	0,982058 (0,000058)
9	0,980577 (0,000048)	0,980147 (0,000062)	0,981007 (0,000062)	0,982920 (0,000048)	0,982490 (0,000062)	0,983350 (0,000062)	0,980973 (0,000057)	0,980543 (0,000067)	0,981403 (0,000072)	0,981758 (0,000054)	0,981328 (0,000068)	0,982189 (0,000066)
12	0,980577 (0,000048)	0,980147 (0,000062)	0,981007 (0,000062)	0,982920 (0,000048)	0,982490 (0,000062)	0,983350 (0,000062)	0,980842 (0,000070)	0,980412 (0,000077)	0,982050 (0,000186)	0,981889 (0,000066)	0,981459 (0,000078)	0,982319 (0,000075)
						Alkohol (%)						
0	15,1253 (0,0430)	15,1253 (0,0729)	15,1253 (0,0729)	13,0307 (0,0430)	13,0307 (0,0729)	13,0307 (0,0729)	14,4089 (0,0310)	14,4089 (0,0665)	14,4089 (0,0665)	14,4089 (0,0310)	14,4089 (0,0665)	14,4089 (0,0665)
3	15,1253 (0,0430)	15,1328 (0,0729)	15,1178 (0,0729)	13,0307 (0,0430)	13,0382 (0,0729)	13,0232 (0,0729)	14,5280 (0,0343)	14,5355 (0,0681)	14,5205 (0,0681)	14,2897 (0,0329)	14,2972 (0,0674)	14,2822 (0,0674)
6	15,1253 (0,0430)	15,5051 (0,0553)	14,7456 (0,0553)	13,0307 (0,0430)	13,4104 (0,0553)	12,6509 (0,0553)	14,6471 (0,0417)	15,0269 (0,0523)	14,2673 (0,0563)	14,1706 (0,0393)	14,5504 (0,0528)	13,7908 (0,0522)
9	15,1253 (0,0430)	15,5051 (0,0553)	14,7456 (0,0553)	13,0307 (0,0430)	13,4104 (0,0553)	12,6509 (0,0553)	14,7662 (0,0514)	15,1460 (0,0598)	14,3865 (0,0642)	14,0515 (0,0484)	14,4312 (0,0604)	13,6717 (0,0589)
12	15,1253 (0,0430)	15,5051(0,0553)	14,7456 (0,0553)	13,0307 (0,0430)	13,4104 (0,0553)	12,6509 (0,0553)	14,8853 (0,0623)	15,2651 (0,0690)	13,7600 (0,1664)	13,9324 (0,0591)	14,3121 (0,0697)	13,5526 (0,0674)
						Ukupni suhi ekstrakt (g/L)						
0	35,427 (0,132)	35,427 (0,132)	35,427 (0,132)	29,427 (0,132)	29,427 (0,132)	29,427 (0,132)	34,575 (0,148)	34,575 (0,148)	34,575 (0,148)	31,240 (0,132)	31,240 (0,132)	31,240 (0,132)
3	35,427 (0,132)	35,427 (0,132)	35,427 (0,132)	29,427 (0,132)	29,427 (0,132)	29,427 0,132)	34,575 0,148)	34,575 (0,148)	34,575 (0,148)	31,240 (0,132)	31,240 (0,132)	31,240 (0,132)
6	35,427 (0,132)	35,427 (0,132)	35,427 (0,132)	29,427 (0,132)	29,427 (0,132)	29,427 (0,132)	34,575 (0,148)	34,575 (0,148)	30,067 (0,296)	31,240 (0,132)	31,240 (0,132)	31,240 (0,132)
9	35,427 (0,132)	35,427 (0,132)	35,427 (0,132)	29,427 (0,132)	29,427 (0,132)	29,427 (0,132)	34,575 (0,148)	34,575 (0,148)	30,067 (0,296)	31,240 (0,132)	31,240 (0,132)	31,240 (0,132)
12	35,427 (0,132)	35,427 (0,132)	35,427 (0,132)	29,427 (0,132)	29,427 (0,132)	29,427 (0,132)	34,575 (0,148)	34,575 (0,148)	30,067 (0,296)	31,240 (0,132)	31,240 (0,132)	31,240 (0,132)
						Ukupna kiselina (g/L)						
0	5,7937 (0,0212)	5,7937 (0,0212)	5,7937 (0,0212)	6,4121 (0,0406)	6,4121 (0,0406)	6,4121 0,0406)	5,7754 (0,0406)	5,7754 (0,0406)	5,7754 (0,0406)	5,1934 (0,0406)	5,1934 (0,0406)	5,1934 (0,0406)
3	5,7937 (0,0212)	5,7937 (0,0212)	5,7937 (0,0212)	6,4121 (0,0406)	6,4121 (0,0406)	6,4121 (0,0406)	5,7754 (0,0406)	5,7754 (0,0406)	5,7754 (0,0406)	5,1934 (0,0406)	5,1934 (0,0406)	5,1934 (0,0406)
6	5,7937 (0,0212)	5,7937 (0,0212)	5,7937 (0,0212)	6,4121 (0,0406)	6,4121 (0,0406)	6,4121 (0,0406)	5,7754 (0,0406)	5,7754 (0,0406)	5,7754 (0,0406)	5,1934 (0,0406)	5,1934 (0,0406)	5,1934 (0,0406)
9	5,7937 (0,0212)	5,7937 (0,0212)	5,7937 (0,0212)	6,4121 (0,0406)	6,4121 (0,0406)	6,4121 (0,0406)	5,7754 (0,0406)	5,7754 (0,0406)	5,7754 (0,0406)	5,1934 (0,0406)	5,1934 (0,0406)	5,1934 (0,0406)
12	5,7937 (0,0212)	5,7937 (0,0212)	5,7937 (0,0212)	6,4121 (0,0406)	6,4121 (0,0406)	6,4121 (0,0406)	5,7754 (0,0406)	5,7754 (0,0406)	5,7754 (0,0406)	5,1934 (0,0406)	5,1934 (0,0406)	5,1934 (0,0406)
						Hlapiva kiselina (g/L)						
0	0,6714 (0,0128)	0,6714 (0,0128)	0,6714 (0,0128)	0,4360 (0,0214)	0,4360 (0,0214)	0,4360 (0,0214)	0,5244 (0,0094)	0,5244 (0,0094)	0,5244 (0,0094)	0,5244 (0,0094)	0,5244 (0,0094)	0,5244 (0,0094)
3	0,6714 (0,0128)	0,6714 (0,0128)	0,6903 (0,0125)	0,4690 (0,0153)	0,4690 (0,0153)	0,4879 (0,0155)	0,5244 (0,0094)	0,5244 (0,0094)	0,5433 (0,0089)	0,5244 (0,0094)	0,5244 (0,0094)	0,5433 (0,0089)
6	0,6714 (0,0128)	0,6714 (0,0128)	0,7092 (0,0141)	0,5021 (0,0128)	0,5021 (0,0128)	0,5399 (0,0141)	0,5244 (0,0094)	0,5244 (0,0094)	0,5622 (0,0110)	0,5244 (0,0094)	0,5244 (0,0094)	0,5622 (0,0110)
9	0,6714 (0,0128)	0,6714 (0,0128)	0,7281 (0,0171)	0,5351 (0,0160)	0,5351 (0,0160)	0,5918 (0,0182)	0,5244 (0,0094)	0,5244 (0,0094)	0,5811 (0,0147)	0,5244 (0,0094)	0,5244 (0,0094)	0,5811 (0,0147)
12	0,6714 (0,0128)	0,6714 (0,0128)	0,7470 (0,0209)	0,5681 (0,0225)	0,5681 (0,0225)	0,6437 (0,0253)	0,5244(0,0094)	0,5244 (0,0094)	0,6000 (0,0190)	0,5244 (0,0094)	0,5244 (0,0094)	0,6000 (0,0190)
						Slobodni SO_2 (mg/L)						
0	33,18 (0,83)	12,80 (0,42)	12,80 (0,42)	25,60 (2,86)	10,93 (0,52)	10,93 (0,52)	10,88 (0,68)	10,88 (0,68)	10,88 (0,68)	16,58 (0,68)	32,29 (1,15)	32,29 (1,15)
3	12,80(0,42)	12,80 (0,42)	12,80 (0,42)	10,93 (0,52)	10,93 (0,52)	10,93 (0,52)	10,88 (0,68)	10,88 (0,68)	10,88 (0,68)	16,58 (0,68)	16,58 (0,68)	16,58 (0,68)
6	12,80 (0,42)	12,80 (0,42)	12,80 (0,42)	10,93 (0,52)	10,93 (0,52)	10,93 (0,52)	10,88 (0,68)	10,88 (0,68)	10,88 (0,68)	16,58 (0,68)	16,58 (0,68)	16,58 (0,68)
9	12,80 (0,42)	12,80 (0,42)	12,80 (0,42)	10,93 (0,52)	10,93 (0,52)	10,93 (0,52)	10,88 (0,68)	10,88 (0,68)	10,88 (0,68)	16,58 (0,68)	16,58 (0,68)	16,58 (0,68)
12	33,18 (0,83)	33,18 (0,83)	40,64 (1,47)	40,64 (1,47)	40,64 (1,47)	26,59 (1,15)	26,59 (1,15)	26,59 (1,15)	32,29 (1,15)	32,29 (1,15)	16,58 (0,68)	16,58 (0,68)
						Ukupni SO_2 (mg/L)						
0	78,30 (1,54)	78,30 (1,54)	78,30 (1,54)	85,50 (1,25)	85,50 (1,25)	85,50 (1,25)	100,00 (2,12)	100,00 (2,12)	100,00 (2,12)	71,00 (2,12)	71,00 (2,12)	71,00 (2,12)
3	28,15 (2,37)	28,15 (2,37)	28,15 (2,37)	49,66 (1,59)	49,66 (1,59)	30,70 (4,19)	65,73 (2,67)	65,73 (2,67)	22,60 (4,19)	33,59 (2,26)	33,59 (2,26)	33,59 (2,26)
6	19,51 (1,31)	19,51 (1,31)	19,51 (1,31)	21,94 (0,82)	21,94 (0,82)	21,94 (0,82)	61,00 (4,19)	19,93 (1,33)	19,93 (1,33)	23,94 (1,33)	23,94 (1,33)	23,94 (1,33)
9	19,51 (1,31)	19,51 (1,31)	19,51 (1,31)	21,94 (0,82)	21,94 (0,82)	21,94 (0,82)	19,93 (1,33)	19,93 (1,33)	19,93 (1,33)	23,94 (1,33)	41,00 (4,19)	23,94 (1,33)
12	19,51 (1,31)	19,51 (1,31)	19,51 (1,31)	21,94 (0,82)	21,94 (0,82)	21,94 (0,82)	19,93 (1,33)	19,93 (1,33)	19,93 (1,33)	23,94 (1,33)	23,94 (1,33)	23,94 (1,33)

Fitovane vrijednosti izmjerenih karakteristika i njihove standardne devijacije prikazane su korištenjem višestruke regresije i interakcije dviju varijabli. Izrađeni su regresijski modeli s odabranim značajnim pojmovima u programu Minitab

Prilog 5d Fitovane vrijednosti parametara boje vina i njihove standardne devijacije pri 15 °C dobivene koristeći višestruku regresiju i interakciju dviju varijabli

Mjeseci	Cabernet sauvignon			Frankovka			Merlot			Pinot crni		
	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna
						Intenzitet boje						
0	7,544 (0,211)	7,544 (0,211)	7,544 (0,211)	6,132 (0,171)	6,132 (0,171)	6,132 (0,171)	8,171 (0,208)	8,171 (0,208)	8,171 (0,208)	4,093 (0,205)	4,093 (0,205)	4,093 (0,205)
3	8,707 (0,153)	8,707 (0,153)	8,707 (0,153)	7,295 (0,101)	7,295 (0,101)	7,295 (0,101)	9,334 (0,161)	9,334 (0,161)	12,010 (0,573)	10,480 (0,573)	5,256 (0,145)	5,256 (0,145)
6	8,707 (0,153)	8,707 (0,153)	8,707 (0,153)	7,295 (0,101)	7,295 (0,101)	7,295 (0,101)	9,334 (0,161)	9,334 (0,161)	4,353 (0,331)	5,256 (0,145)	5,256 (0,145)	5,256 (0,145)
9	8,707 (0,153)	8,707 (0,153)	8,707 (0,153)	7,295 (0,101)	7,295 (0,101)	7,295 (0,101)	9,334 (0,161)	9,334 (0,161)	4,353 (0,331)	5,256 (0,145)	5,256 (0,145)	5,256 (0,145)
12	8,707 (0,153)	8,707 (0,153)	8,707 (0,153)	7,295 (0,101)	7,295 (0,101)	7,295 (0,101)	9,334 (0,161)	9,334 (0,161)	4,353 (0,331)	5,256 (0,145)	5,256 (0,145)	5,256 (0,145)
						Ton						
0	0,8758 (0,0279)	0,8758 (0,0279)	0,8758 (0,0279)	0,9485 (0,0161)	0,9485 (0,0161)	0,9485 (0,0161)	0,8610 (0,0255)	0,8610 (0,0255)	0,8610 (0,0255)	1,4210 (0,0255)	1,4210 (0,0255)	1,4210 (0,0255)
3	1,0665 (0,0203)	1,0665 (0,0203)	1,0665 (0,0203)	0,9597 (0,0195)	0,9597 (0,0195)	0,9597 (0,0195)	1,0136 (0,0201)	1,0136 (0,0201)	1,0136 (0,0201)	1,2907 (0,0201)	1,2907 (0,0201)	1,2907 (0,0201)
6	0,9918 (0,0159)	0,9918 (0,0159)	0,9918 (0,0159)	0,8849 (0,0148)	0,8849 (0,0148)	0,8849 (0,0148)	0,9389 (0,0156)	0,9389 (0,0156)	0,9389 (0,0156)	1,2160 (0,0156)	1,2160 (0,0156)	1,2160 (0,0156)
9	0,9918 (0,0159)	0,9918 (0,0159)	0,9918 (0,0159)	0,8849 (0,0148)	0,8849 (0,0148)	0,8849 (0,0148)	0,9389 (0,0156)	0,9389 (0,0156)	0,9389 (0,0156)	1,2160 (0,0156)	1,2160 (0,0156)	1,2160 (0,0156)
12	0,9918 (0,0159)	0,9918 (0,0159)	0,9918 (0,0159)	0,8849 (0,0148)	0,8849 (0,0148)	0,8849 (0,0148)	0,9389 (0,0156)	0,9389 (0,0156)	0,9389 (0,0156)	1,2160 (0,0156)	1,2160 (0,0156)	1,2160 (0,0156)
						Žuta (%)						
0	46,084 (0,625)	46,084 (0,625)	46,084 (0,625)	45,376 (0,427)	45,376 (0,427)	45,376 (0,427)	43,302 (0,581)	43,302 (0,581)	43,302 (0,581)	35,348 (0,581)	35,348 (0,581)	35,348 (0,581)
3	40,307 (0,419)	40,307 (0,419)	40,307 (0,419)	44,035 (0,398)	44,035 (0,398)	44,035 (0,398)	39,049 (0,410)	39,049 (0,410)	39,049 (0,410)	36,920 (0,410)	36,920 (0,410)	36,920 (0,410)
6	41,847 (0,341)	41,847 (0,341)	41,847 (0,341)	45,575 (0,304)	45,575 (0,304)	45,575 (0,304)	40,589 (0,320)	40,589 (0,320)	40,589 (0,320)	38,460 (0,320)	38,460 (0,320)	38,460 (0,320)
9	41,847 (0,341)	41,847 (0,341)	41,847 (0,341)	45,575 (0,304)	45,575 (0,304)	45,575 (0,304)	40,589 (0,320)	40,589 (0,320)	40,589 (0,320)	38,460 (0,320)	38,460 (0,320)	38,460 (0,320)
12	46,157 (1,082)	41,847 (0,341)	41,847 (0,341)	45,575 (0,304)	45,575 (0,304)	45,575 (0,304)	40,589 (0,320)	40,589 (0,320)	40,589 (0,320)	38,460 (0,320)	38,460 (0,320)	38,460 (0,320)
						Crvena (%)						
0	39,000 (0,506)	39,989 (0,479)	39,989 (0,479)	41,309 (0,344)	42,298 (0,304)	42,298 (0,304)	35,766 (0,503)	36,755 (0,476)	36,755 (0,476)	49,089 (0,503)	50,078 (0,476)	50,078 (0,476)
3	44,835 (0,511)	45,824 (0,485)	45,824 (0,485)	42,111 (0,550)	43,100 (0,526)	43,100 (0,526)	41,872 (0,998)	39,634 (0,998)	35,539 (0,440)	43,668 (0,441)	48,983 (0,998)	44,657 (0,416)
6	43,256 (0,506)	42,290 (0,382)	42,290 (0,382)	42,152 (0,534)	41,186 (0,420)	41,186 (0,420)	40,084 (0,538)	39,118 (0,419)	39,118 (0,419)	49,202 (0,530)	48,236 (0,420)	48,236 (0,420)
9	39,682 (0,362)	41,649 (0,290)	41,649 (0,290)	38,578 (0,401)	40,544 (0,337)	40,544 (0,337)	36,510 (0,406)	38,476 (0,336)	38,476 (0,336)	45,628 (0,395)	47,595 (0,338)	47,595 (0,338)
12	39,682 (0,362)	41,649 (0,290)	41,649 (0,290)	38,578 (0,401)	40,544 (0,337)	40,544 (0,337)	36,510 (0,406)	38,476 (0,336)	38,476 (0,336)	45,628 (0,395)	47,595 (0,338)	47,595 (0,338)
						Plava (%)						
0	15,775 (0,156)	15,775 (0,156)	15,775 (0,156)	12,630 (0,307)	12,630 (0,307)	12,630 (0,307)	20,407 (0,297)	20,407 (0,297)	20,407 (0,297)	14,289 (0,297)	14,289 (0,297)	14,289 (0,297)
3	15,775 (0,156)	15,775 (0,156)	15,775 (0,156)	12,630 (0,307)	12,630 (0,307)	12,630 (0,307)	20,407 (0,297)	20,407 (0,297)	28,393 (1,163)	21,146 (1,163)	14,289 (0,297)	14,289 (0,297)
6	15,775 (0,156)	15,775 (0,156)	15,775 (0,156)	12,630 (0,307)	12,630 (0,307)	12,630 (0,307)	20,407 (0,297)	20,407 (0,297)	20,407 (0,297)	14,289 (0,297)	14,289 (0,297)	14,289 (0,297)
9	15,775 (0,156)	15,775 (0,156)	15,775 (0,156)	19,367 (1,163)	12,630 (0,307)	12,630 (0,307)	20,407 (0,297)	20,407 (0,297)	20,407 (0,297)	14,289 (0,297)	14,289 (0,297)	14,289 (0,297)
12	15,775 (0,156)	15,775 (0,156)	15,775 (0,156)	17,972 (1,163)	12,630 (0,307)	12,630 (0,307)	20,407 (0,297)	20,407 (0,297)	20,407 (0,297)	14,289 (0,297)	14,289 (0,297)	14,289 (0,297)

Fitovane vrijednosti izmjerenih karakteristika i njihove standardne devijacije prikazane su korištenjem višestruke regresije i interakcije dviju varijabli. Izrađeni su regresijski modeli s odabranim značajnim pojmovima u programu Minitab.

Prilog 5e Fitovane vrijednosti parametara boje i njihove standardne devijacije pri 20 °C dobivene koristeći višestruku regresiju i interakciju dviju varijabli

Mjeseci	Cabernet sauvignon			Frankovka			Merlot			Pinot crni		
	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna
						Intenzitet boje						
0	7,728 (0,208)	7,130 (0,192)	7,130 (0,192)	6,603 (0,179)	6,004 (0,158)	6,004 (0,158)	8,568 (0,200)	7,969 (0,187)	7,969 (0,187)	4,638 (0,205)	4,039 (0,184)	4,039 (0,184)
3	9,073 (0,165)	8,475 (0,143)	8,475 (0,143)	7,948 (0,128)	7,349 (0,096)	7,349 (0,096)	9,913 (0,157)	9,314 (0,138)	9,314 (0,138)	5,983 (0,163)	5,384 (0,134)	5,384 (0,134)
6	9,073 (0,165)	8,475 (0,143)	8,475 (0,143)	7,948 (0,128)	7,349 (0,096)	7,349 (0,096)	9,913 (0,157)	9,314 (0,138)	9,314 (0,138)	5,983 (0,163)	5,384 (0,134)	5,384 (0,134)
9	9,073 (0,165)	8,475 (0,143)	8,475 (0,143)	7,948 (0,128)	7,349 (0,096)	7,349 (0,096)	9,913 (0,157)	9,314 (0,138)	9,314 (0,138)	5,983 (0,163)	5,384 (0,134)	5,384 (0,134)
12	9,073 (0,165)	8,475 (0,143)	8,475 (0,143)	7,948 (0,128)	7,349 (0,096)	7,349 (0,096)	9,913 (0,157)	9,314 (0,138)	6,610 (0,507)	3,460 (0,507)	5,384 (0,134)	5,384 (0,134)
						Ton						
0	0,8852 (0,0273)	0,8852 (0,0273)	0,8852 (0,0273)	0,9720 (0,0158)	0,9720 (0,0158)	0,9720 (0,0158)	0,8633 (0,0250)	0,8633 (0,0250)	0,8633 (0,0250)	1,4233 (0,0250)	1,4233 (0,0250)	1,4233 (0,0250)
3	1,0120 (0,0149)	1,0120 (0,0149)	1,0120 (0,0149)	0,9297 (0,0138)	0,9297 (0,0138)	0,9297 (0,0138)	0,9547 (0,0152)	0,9547 (0,0152)	0,7320 (0,0529)	1,2473 (0,0146)	1,2473 (0,0146)	1,2473 (0,0146)
6	1,0120 (0,0149)	1,0120 (0,0149)	1,0120 (0,0149)	0,9297 (0,0138)	0,9297 (0,0138)	0,9297 (0,0138)	0,9547 (0,0152)	0,9547 (0,0152)	0,9547 (0,0152)	1,2473 (0,0146)	1,2473 (0,0146)	1,2473 (0,0146)
9	1,0120 (0,0149)	1,0120 (0,0149)	1,0120 (0,0149)	0,9297 (0,0138)	0,9297 (0,0138)	0,9297 (0,0138)	0,9547 (0,0152)	0,9547 (0,0152)	0,9547 (0,0152)	1,2473 (0,0146)	1,2473 (0,0146)	1,2473 (0,0146)
12	1,0120 (0,0149)	1,0120 (0,0149)	1,0120 (0,0149)	0,9297 (0,0138)	0,9297 (0,0138)	0,9297 (0,0138)	0,9547 (0,0152)	0,9547 (0,0152)	0,9547 (0,0152)	1,2473 (0,0146)	1,2473 (0,0146)	1,2473 (0,0146)
						Žuta (%)						
0	46,084 (0,612)	46,084 (0,612)	46,084 (0,612)	44,888 (0,419)	44,888 (0,419)	44,888 (0,419)	43,546 (0,570)	43,546 (0,570)	43,546 (0,570)	35,592 (0,570)	35,592 (0,570)	35,592 (0,570)
3	41,799 (0,306)	41,799 (0,306)	41,799 (0,306)	44,325 (0,285)	44,325 (0,285)	44,325 (0,285)	40,122 (0,314)	40,122 (0,314)	40,122 (0,314)	37,889 (0,301)	37,889 (0,301)	37,889 (0,301)
6	41,799 (0,306)	41,799 (0,306)	41,799 (0,306)	44,325 (0,285)	44,325 (0,285)	44,325 (0,285)	40,122 (0,314)	40,122 (0,314)	40,122 (0,314)	37,889 (0,301)	37,889 (0,301)	37,889 (0,301)
9	41,799 (0,306)	41,799 (0,306)	41,799 (0,306)	44,325 (0,285)	44,325 (0,285)	44,325 (0,285)	40,122 (0,314)	40,122 (0,314)	40,122 (0,314)	37,889 (0,301)	37,889 (0,301)	37,889 (0,301)
12	41,799 (0,306)	41,799 (0,306)	41,799 (0,306)	44,325 (0,285)	44,325 (0,285)	44,325 (0,285)	40,122 (0,314)	40,122 (0,314)	44,697 (1,060)	37,889 (0,301)	37,889 (0,301)	37,889 (0,301)
						Crvena (%)						
0	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	37,76 (0,43)	37,76 (0,43)	37,76 (0,43)	47,22 (0,42)	47,22 (0,42)	47,22 (0,42)
3	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	37,76 (0,43)	37,76 (0,43)	28,52 (1,89)	47,22 (0,42)	47,22 (0,42)	47,22 (0,42)
6	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	37,76 (0,43)	37,76 (0,43)	37,76 (0,43)	47,22 (0,42)	47,22 (0,42)	47,22 (0,42)
9	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	37,76 (0,43)	37,76 (0,43)	37,76 (0,43)	47,22 (0,42)	47,22 (0,42)	47,22 (0,42)
12	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	42,49 (0,25)	37,76 (0,43)	37,76 (0,43)	37,76 (0,43)	47,22 (0,42)	47,22 (0,42)	47,22 (0,42)
						Plava (%)						
0	16,049 (0,229)	16,049 (0,229)	16,049 (0,229)	13,703 (0,435)	13,703 (0,435)	13,703 (0,435)	20,004 (0,449)	20,004 (0,449)	20,004 (0,449)	14,441 (0,435)	14,441 (0,435)	14,441 (0,435)
3	16,049 (0,229)	16,049 (0,229)	16,049 (0,229)	13,703 (0,435)	13,703 (0,435)	13,703 (0,435)	20,004 (0,449)	20,004 (0,449)	32,510 (1,760)	14,441 (0,435)	14,441 (0,435)	14,441 (0,435)
6	16,049 (0,229)	16,049 (0,229)	16,049 (0,229)	13,703 (0,435)	13,703 (0,435)	13,703 (0,435)	20,004 (0,449)	20,004 (0,449)	20,004 (0,449)	14,441 (0,435)	14,441 (0,435)	14,441 (0,435)
9	16,049 (0,229)	16,049 (0,229)	16,049 (0,229)	13,703 (0,435)	13,703 (0,435)	13,703 (0,435)	20,004 (0,449)	20,004 (0,449)	20,004 (0,449)	14,441 (0,435)	14,441 (0,435)	14,441 (0,435)
12	16,049 (0,229)	16,049 (0,229)	16,049 (0,229)	13,703 (0,435)	13,703 (0,435)	13,703 (0,435)	20,004 (0,449)	20,004 (0,449)	20,004 (0,449)	14,441 (0,435)	14,441 (0,435)	14,441 (0,435)

Fitovane vrijednosti izmjerenih karakteristika i njihove standardne devijacije prikazane su korištenjem višestruke regresije i interakcije dviju varijabli. Izrađeni su regresijski modeli s odabranim značajnim pojmovima u programu Minitab

Prilog 5f Fitovane vrijednosti parametara boje i njihove standardne devijacije pri 25 °C dobivene koristeći višestruku regresiju i interakciju dviju varijabli

Mjeseci	Cabernet sauvignon			Frankovka			Merlot			Pinot crni		
	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna
						Intenzitet boje						
0	7,612 (0,395)	7,612 (0,395)	7,612 (0,395)	6,109 (0,322)	6,109 (0,322)	6,109 (0,322)	7,650 (0,403)	7,650 (0,403)	5,871 (0,470)	4,568 (0,403)	4,568 (0,403)	6,347 (0,470)
3	9,035 (0,304)	9,035 (0,304)	8,546 (0,288)	7,533 (0,201)	7,533 (0,201)	7,044 (0,177)	9,074 (0,314)	9,074 (0,314)	6,806 (0,385)	5,992 (0,314)	5,992 (0,314)	7,282 (0,385)
6	9,035 (0,304)	9,035 (0,304)	8,058 (0,318)	7,533 (0,201)	7,533 (0,201)	6,555 (0,222)	9,074 (0,314)	9,074 (0,314)	6,317 (0,408)	5,992 (0,314)	5,992 (0,314)	6,793 (0,408)
9	9,035 (0,304)	9,035 (0,304)	7,569 (0,382)	7,533 (0,201)	7,533 (0,201)	6,067 (0,307)	9,074 (0,314)	9,074 (0,314)	5,829 (0,460)	5,992 (0,314)	5,992 (0,314)	6,305 (0,460)
12	9,035 (0,304)	9,035 (0,304)	7,08 (0,467)	7,533 (0,201)	7,533 (0,201)	5,578 (0,408)	9,074 (0,314)	9,074 (0,314)	5,340 (0,532)	5,992 (0,314)	5,992 (0,314)	5,816 (0,532)
						Ton						
0	0,9110 (0,0339)	0,9110 (0,0339)	0,9110 (0,0339)	0,9383 (0,0339)	0,9383 (0,0339)	0,9383 (0,0339)	0,8863 (0,0342)	0,8863 (0,0342)	0,8863 (0,0342)	1,2474 (0,0339)	1,2474 (0,0339)	1,2474 (0,0339)
3	1,0436 (0,0247)	1,0436 (0,0247)	1,0436 (0,0247)	1,0708 (0,0247)	1,0708 (0,0247)	1,0708 (0,0247)	1,0189 (0,0256)	1,0189 (0,0256)	1,0189 (0,0256)	1,3799 (0,0247)	1,3799 (0,0247)	1,3799 (0,0247)
6	1,0436 (0,0247)	1,0436 (0,0247)	1,0436 (0,0247)	1,0708 (0,0247)	1,0708 (0,0247)	1,0708 (0,0247)	1,0189 (0,0256)	1,0189 (0,0256)	1,0189 (0,0256)	1,3799 (0,0247)	1,3799 (0,0247)	1,3799 (0,0247)
9	1,0436 (0,0247)	1,0436 (0,0247)	1,0436 (0,0247)	1,0708 (0,0247)	1,0708 (0,0247)	1,0708 (0,0247)	1,0189 (0,0256)	1,0189 (0,0256)	1,0189 (0,0256)	1,3799 (0,0247)	1,3799 (0,0247)	1,3799 (0,0247)
12	1,0436 (0,0247)	1,0436 (0,0247)	1,0436 (0,0247)	1,0708 (0,0247)	1,0708 (0,0247)	1,0708 (0,0247)	1,0189 (0,0256)	1,0189 (0,0256)	1,4870 (0,0927)	1,3799 (0,0247)	1,3799 (0,0247)	1,3799 (0,0247)
						Žuta (%)						
0	41,90 (0,47)	41,90 (0,47)	41,90 (0,47)	41,90 (0,47)	41,90 (0,47)	41,90 (0,47)	35,89 (0,70)	35,89 (0,70)	35,89 (0,70)	47,91 (0,70)	47,91 (0,70)	47,91 (0,70)
3	42,92 0,34)	42,92 (0,34)	42,92 (0,34)	42,92 (0,34)	42,92 (0,34)	42,92 (0,34)	38,28 (0,52)	38,28 (0,52)	38,28 (0,52)	48,94 (0,58)	48,94 (0,58)	48,94 (0,58)
6	43,95 (0,32)	43,95 (0,32)	43,95 (0,32)	43,95 (0,32)	43,95 (0,32)	43,95 (0,32)	40,67 (0,50)	40,67 (0,50)	40,67 (0,50)	49,96 (0,51)	49,96 (0,51)	49,96 (0,51)
9	44,98 (0,42)	44,98 (0,42)	44,98 (0,42)	44,98 (0,42)	44,98 (0,42)	44,98 (0,42)	43,07 (0,67)	43,07 (0,67)	43,07 (0,67)	40,34 (2,10)	50,99 (0,53)	50,99 (0,53)
12	46,00 (0,59)	46,00 (0,59)	46,00 (0,59)	46,00 (0,59)	46,00 (0,59)	46,00 (0,59)	45,46 (0,92)	45,46 (0,92)	45,46 (0,92)	52,02 (0,62)	52,02 (0,62)	52,02 (0,62)
						Crvena (%)						
0	44,291 (0,507)	44,291 (0,507)	44,291 (0,507)	44,707 (0,507)	44,707 (0,507)	44,707 (0,507)	44,533 (0,716)	44,533 (0,716)	44,533 (0,716)	36,579 (0,716)	36,579 (0,716)	36,579 (0,716)
3	41,953 (0,369)	41,953 (0,369)	41,953 (0,369)	42,369 (0,369)	42,369 (0,369)	42,369 (0,369)	39,886 (0,407)	39,886 (0,407)	39,886 (0,407)	36,549 (0,390)	36,549 0,390)	36,549 (0,390)
6	41,953 (0,369)	41,953 (0,369)	41,953 (0,369)	42,369 (0,369)	42,369 (0,369)	42,369 (0,369)	39,886 (0,407)	39,886 (0,407)	39,886 (0,407)	36,549 (0,390)	36,549 (0,390)	36,549 (0,390)
9	41,953 (0,369)	41,953 (0,369)	41,953 (0,369)	42,369 (0,369)	42,369 (0,369)	42,369 (0,369)	39,886 (0,407)	39,886 (0,407)	39,886 (0,407)	36,549 (0,390)	36,549 (0,390)	36,549 (0,390)
12	41,953 (0,369)	41,953 (0,369)	41,953 (0,369)	42,369 (0,369)	42,369 (0,369)	42,369 (0,369)	39,886 (0,407)	39,886 (0,407)	33,175 (1,386)	36,549 (0,390)	36,549 (0,390)	36,549 (0,390)
						Plava (%)						
0	16,201 (0,307)	16,201 (0,307)	16,201 (0,307)	13,935 (0,423)	13,935 (0,423)	13,935 (0,423)	20,102 (0,423)	20,102 (0,423)	20,102 (0,423)	14,567 (0,426)	14,567 (0,426)	14,567 (0,426)
3	15,503 (0,217)	15,503 (0,217)	15,503 (0,217)	13,237 (0,362)	13,237 (0,362)	13,237 (0,362)	19,404 (0,362)	19,404 (0,362)	19,404 (0,362)	13,869 (0,369)	13,869 (0,369)	13,869 (0,369)
6	14,806 (0,179)	14,806 (0,179)	14,806 (0,179	12,539 (0,339)	12,539 (0,339)	12,539 (0,339)	18,706 (0,339)	18,706 (0,339)	18,706 (0,339)	13,171 (0,350)	13,171 (0,350)	13,171 (0,350)
9	14,108 (0,220)	14,108 (0,220)	14,108 (0,220)	11,841 (0,362)	11,841 (0,362)	11,841 (0,362)	18,009 (0,362)	18,009 (0,362)	18,009 (0,362)	23,988 (1,372)	12,474 (0,375)	12,474 (0,375)
12	13,410 (0,310)	13,410 (0,310)	13,410 (0,310)	11,143 (0,422)	11,143 (0,422)	11,143 (0,422)	17,311 (0,422)	17,311 (0,422)	17,311 (0,422)	11,776 (0,436)	11,776 (0,436)	11,776 (0,436)

Fitovane vrijednosti izmjerenih karakteristika i njihove standardne devijacije prikazane su korištenjem višestruke regresije i interakcije dviju varijabli. Izrađeni su regresijski modeli s odabranim značajnim pojmovima u programu Minitab

Prilog 5g Fitovane vrijednosti i njihove standardne devijacije pri 15 °C za otopljeni kisik dobivene koristeći višestruku regresiju i interakciju dviju varijabli

Mjeseci	Cabernet sauvignon			Frankovka			Merlot			Pinot crni		
	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna	Staklo	PET	Višeslojna
						Kisik (mg/L)						
0	8,240 (0,213)	8,240 (0,213)	8,240 (0,213)	8,240 (0,213)	8,240 (0,213)	8,240 (0,213)	6,948 (0,347)	6,948 (0,347)	6,948 (0,347)	9,532 (0,347)	9,532 (0,347)	9,532 (0,347)
3	2,018 (0,113)	2,018 (0,113)	2,018 (0,113)	5,400 (0,737)	2,018 (0,113)	2,018 (0,113)	2,341 (0,135)	2,341 (0,135)	5,890 (0,737)	1,695 (0,128)	1,695 (0,128)	1,695 (0,128)
6	2,018 (0,113)	2,018 (0,113)	2,018 (0,113)	2,018 (0,113)	2,018 (0,113)	2,018 (0,113)	2,341 (0,135)	2,341 (0,135)	5,880 (0,425)	1,695 (0,128)	1,695 (0,128)	1,695 (0,128)
9	2,018 (0,113)	2,018 (0,113)	2,018 (0,113)	2,018 (0,113)	2,018 (0,113)	2,018 (0,113)	2,341 (0,135)	2,341 (0,135)	5,880 (0,425)	1,695 (0,128)	1,695 (0,128)	1,695 (0,128)
12	2,018 (0,113)	2,018 (0,113)	2,018 (0,113)	2,018 (0,113)	2,018 (0,113)	2,018 (0,113)	2,341 (0,135)	2,341 (0,135)	5,880 (0,425)	1,695 (0,128)	1,695 (0,128)	1,695 (0,128)

Fitovane vrijednosti izmjerenih karakteristika i njihove standardne devijacije prikazane su korištenjem višestruke regresije i interakcije dviju varijabli. Izrađeni su regresijski modeli s odabranim značajnim pojmovima u programu Minitab

Prilog 5h Fitovane vrijednosti i njihove standardne devijacije pri 20 °C za otopljeni kisik dobivene koristeći višestruku regresiju i interakciju dviju varijabli

						Kisik (mg/L)						
0	8,240 (0,181)	8,240 (0,181)	8,240 (0,181)	8,240 (0,181)	8,240 (0,181)	8,240 (0,181)	6,981 (0,295)	6,981 (0,295)	6,981 (0,295)	9,499 (0,295)	9,499 (0,295)	9,499 (0,295)
3	2,034 (0,094)	2,034 (0,094)	2,034 (0,094)	2,034 (0,094)	2,034 (0,094)	2,034 (0,094)	2,349 (0,111)	2,349 (0,111)	5,470 (0,628)	1,719 (0,110)	1,719 (0,110)	1,719 (0,110)
6	2,034 (0,094)	2,034 (0,094)	2,034 (0,094)	2,034 (0,094)	2,034 (0,094)	2,034 (0,094)	2,349 (0,111)	2,349 (0,111)	7,460 (0,628)	1,719 (0,110)	1,719 (0,110)	1,719 (0,110)
9	2,670 (0,204)	1,716 (0,132)	1,716 (0,132)	2,670 (0,204)	1,716 (0,132)	1,716 (0,132)	2,985 (0,213)	2,031 (0,145)	2,031 (0,145)	2,355 (0,211)	4,040 (0,628)	1,401 (0,145)
12	1,398 (0,208)	2,352 (0,130)	2,352 (0,130)	1,398 (0,208)	2,352 (0,130)	2,352 (0,130)	1,712 (0,215)	2,667 (0,143)	2,667 (0,143)	1,083 (0,216)	2,037 (0,141)	2,037 (0,141)

Fitovane vrijednosti izmjerenih karakteristika i njihove standardne devijacije prikazane su korištenjem višestruke regresije i interakcije dviju varijabli. Izrađeni su regresijski modeli s odabranim značajnim pojmovima u programu Minitab

Prilog 5i Fitovane vrijednosti i njihove standardne devijacije pri 25 °C za otopljeni kisik dobivene koristeći višestruku regresiju i interakciju dviju varijabli

						Kisik (mg/L)						
0	9,016 (0,196)	8,501 (0,178)	8,501 (0,178)	9,016 (0,196)	8,501 (0,178)	8,501 (0,178)	6,865 (0,311)	6,350 (0,300)	6,350 (0,300)	9,437 (0,218)	8,922 (0,202)	8,922 (0,202)
3	2,326 (0,124)	1,811 (0,092)	1,811 (0,092)	2,326 (0,124)	1,811 (0,092)	1,811 (0,092)	2,337 (0,166)	1,822 (0,144)	1,822 (0,144)	2,747 (0,157)	2,232 (0,133)	2,232 (0,133)
6	2,326 (0,124)	1,811 (0,092)	1,811 (0,092)	2,326 (0,124)	1,811 (0,092)	1,811 (0,092)	2,337 (0,166)	1,822 (0,144)	1,822 (0,144)	2,747 (0,157)	2,232 (0,133)	2,232 (0,133)
9	2,326 (0,124)	1,811 (0,092)	1,811 (0,092)	2,326 (0,124)	1,811 (0,092)	1,811 (0,092)	2,337 (0,166)	1,822 (0,144)	1,822 (0,144)	2,747 (0,157)	2,232 (0,133)	2,232 (0,133)
12	2,326 (0,124)	1,811 (0,092)	1,811 (0,092)	2,326 (0,124)	1,811 (0,092)	1,811 (0,092)	2,337 (0,166)	1,822 (0,144)	1,822 (0,144)	2,747 (0,157)	2,232 (0,133)	2,232 (0,133)

Fitovane vrijednosti izmjerenih karakteristika i njihove standardne devijacije prikazane su korištenjem višestruke regresije i interakcije dviju varijabli. Izrađeni su regresijski modeli s odabranim značajnim pojmovima u programu Minitab

Nebojša Kojić, dipl. ing.

Ž I V O T O P I S

Rođen je 29.07.1984. godine u Vukovaru, Republika Hrvatska. Nakon završene osnovne i srednje škole (gimnazija), 2003. godine upisao je studij Prehrambena tehnologija na Prehrambeno-tehnološkom fakultetu Sveučilišta J. J. Strossmayera u Osijeku na kojem je diplomirao 2007. godine kao drugi diplomand generacije.
2008. godine je zasnovao radni odnos u svojstvu tehnologa u pripremi proizvodnje u tvrtki Borovo d.d, dok 2011. godine prelazi u tvrtku Vupik d.d. u sklopu Agrokora (današnji Vupik plus d.o.o. unutar Fortenova grupe) na radnom mjestu tehnologa i analitičara u laboratoriju gdje radi i danas.
2010. godine upisuje poslijediplomski znanstveni studij Prehrambeno inženjerstvo na Prehrambeno-tehnološkom fakultetu u Osijeku. Do sada je sudjelovao na deset međunarodnih znanstvenih skupova, jednom domaćem znanstvenom skupu i objavio dva znanstvena rada iz skupine a1, od čega je drugi rad iz skupine a1 u online verziji pripreme za tisak, četiri znanstvena rada iz skupine a2, tri znanstvena rada iz skupine a3, te jedan znanstveni rad recenziran i objavljen u zborniku radova s domaćeg znanstvenog skupa. Obnašao je dužnost člana Upravnog vijeća Veleučilišta Lavoslav Ružička u Vukovaru. Izabran je u nastavno zvanje predavača. Oženjen je i otac dva muška djeteta.