Utjecaj visokog hidrostatskog tlaka na kemijski sastav vina

Gelo, Klara

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:252390

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

prehrambeno biotehnološki fakultet

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište u Zagrebu

Prehrambeno – biotehnološki fakultet

Studij Prehrambena tehnologija

Klara Gelo

7016/PT

Utjecaj visokog hidrostatskog tlaka na kemijski sastav vina

ZAVRŠNI RAD

Modul: Kemija i tehnologija vina

Mentor: prof.dr.sc. Karin Kovačević Ganić

Ovo istraživanje provedeno je u sklopu projekta "Novi enološki postupci kao alternativa sumporovom dioksidu u proizvodnji visokokvalitetnih vina" (IP-09-2014-3796) financiranom od strane Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ)

Rad je izrađen u Laboratoriju za tehnologiju i analitiku vina na Zavodu za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom prof. dr. sc. Karin Kovačević Ganić te uz pomoć Katarine Lukić, mag. ing.

DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno–biotehnološki fakultet
Preddiplomski sveučilišni studij Prehrambena tehnologija
Zavod za prehrambeno – tehnološko inženjerstvo
Laboratorij za tehnologiju i analitiku vina

UTJECAJ VISOKOG HIDROSTATSKOG TLAKA NA KEMIJSKI SASTAV VINA

Klara Gelo, 0058205913

Sažetak: *U ovom radu ispitivan je utjecaj obrade visokim hidrostatskim tlakom na kemijski sastav crnog i bijelog vina. Određivani parametri su količina ukupnih polifenola, antocijana, tanina, boje, sumpora te kisika. Uzorci bijelog i crnog vina tretirani su visokim hidrostatskim tlakom od 200, 400 i 600 MPa u trajanju od 5, 15 i 25 minuta. Ispitivanjem utjecaja visokog hidrostatskog tlaka na kemijski sastav crnog i bijelog vina utvrđeno je da nema značajnije promjene u navedenim svojstvima. Na temelju rezultata, može se zaključiti da je visoki hidrostatski tlak dobra metoda za tretiranje vina.*

Ključne riječi: *visoki hidrostatski tlak, crno vino, bijelo vino, polifenoli, antocijani, tanini, boja*

Rad sadrži: stranice, slike, tablice, literaturni navod

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničnom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb.

Mentor: *Prof. dr. sc. Karin Kovačević Ganić*

Pomoć pri izradi: *Katarina Lukić, mag. ing.*

Datum obrane: srpanj 2017.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
University undergraduate studies Food Technology
Department of Food Engineering
Laboratory for Technology and Analysis of Wine

EFFECT OF HIGH HYDROSTATIC PRESSURE TREATMENT ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF WINE

Klara Gelo, 0058205913

Abstract: *The aim of this thesis was to examine the effect of treatment with high hydrostatic pressure on the chemical composition of red and white wine. Determined parameters are the amount of total polyphenols, anthocyanins, tannins, color, sulfur and oxygen. The samples of red and white wine were treated with high hydrostatic pressure of 200,400 and 600 MPa in duration of 5, 15 and 25 minutes. By examining the impact of high hydrostatic pressure on the chemical composition of red and white wine it is determined that there are no significant changes in these properties. Based on the results, it can be concluded that the high hydrostatic pressure is good method of treating wine.*

Key words: *high hydrostatic pressure, red wine, white wine, polyphenols, anthocyanins, tannins, color*
Thesis contains: pages, figures, tables, references
Original in: Croatian
Thesis in printed and electronic form **deposited in l**ibrary of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb.
Mentor: *PhD Karin Kovačević Ganić, Full professor*
Technical support and assistance: *Katarina Lukić, mag. ing.,*

Defence date: July, 2017

Sadržaj

1. UVOD **1**

2. TEORIJSKI DIO **2**

2.1. Povijesni razvoj visokog hidrostatskog tlaka (HHP) 2

2.2. Princip djelovanja visokog hidrostatskog tlaka 2

2.3. Utjecaj visokog hidrostatskog tlaka na stabilnost vina 3

2.4. Utjecaj visokog hidrostatskog tlaka na inaktivaciju mikroorganizama, fizikalno –kemijska te senzorska svojstva 4

3. EKSPERIMENTALNI DIO **8**

3.1. MATERIJAL 8

3.1.1. Vino 8

3.1.2. Kemikalije 8

3.1.3. Aparatura i pribor 9

3.1.3.1. Aparatura 9

3.1.3.2.Pribor 9

3.2. METODE 9

3.2.1. Obrada visokim hidrostatskim tlakom 9

3.2.2. Određivanje ukupnih fenola 10

3.2.3. Određivanje ukupnih tanina 12

3.2.4. Određivanje ukupnih antocijana 12

3.2.5. Određivanje kromatskih karakteristika CIE L*a*b* metodom 13

3.2.6. Određivanje slobodnog i ukupnog sumporovog dioksida 14

3.2.7. Određivanje koncentracije otopljenog kisika 15

4. REZULTATI I RASPRAVA **16**

5. ZAKLJUČAK **22**

6. LITERATURA **23**

1. UVOD

Vino je alkoholno piće koje se sastoji od vode (80% do 85%), alkohola (uglavnom etanola, 9 do 15%) i raznih sastojaka (~ 3%). Takvi sastojci uključuju organske kiseline, šećere, fenole, dušične spojeve, enzime, vitamine, lipide, anorganske anione i katione, te velik broj nestabilnih spojeva. Od njih, organske kiseline i fenoli igraju kritičnu ulogu izravno utječući na kvalitetu proizvoda.

U današnje vrijeme postoji velik interes u razumijevanju utjecaja visokog hidrostatskog tlaka na hranu i njene sastojke. Svrha tretiranja visokim tlakom je produljenje roka trajanja namirnice i minimalni rizik od stvaranja patogenih mikroorganizama (Myers,2012). Tretiranje hrane visokim hidrostatskim tlakom koristi se kako bi se kreirali proizvodi s minimalnim utjecajem na okus, boju i nutritivnu vrijednost. Tehnologija visokog hidrostatskog tlaka postala je stvarnost u prehrambenoj industriji. Komercijalna upotreba visokog hidrostatskog tlaka prihvaćena je u mnogim zemljama i moguće je pronaći i kupiti proizvode tretirane visokim hidrostatskim tlakom, kao što su mesni proizvodi, morska hrana i voćni sokovi. Međutim, vino koje se obrađuje visokim hidrostatskim tlakom ne uvodi se na tržište širom svijeta, iako je rižino vino jedno od prvih komercijalnih proizvoda koji su tretirani visokim hidrostatskim tlakom i koji su se pojavili na japanskom tržištu.

Istraživanja su pokazala da tretman visokim hidrostatskim tlakom ne samo da inaktivira nepoželjne mikroorganizme već i poboljšava organoleptička svojstva vina (Sencer Buzrul, 2011). Razine tlaka korištene za tretiranje vina bile su slične komercijalnim aplikacijama koje se koriste u industriji voćnog soka, tj. 400-600 MPa. Stoga, visoki hidrostatski tlak ima ogroman potencijal da se smanji razina SO2 korištenog u vinu.

U zadnjih nekoliko godina postignut je značajan napredak u tehnološkom ali i znanstvenom razvoju u području proizvodnje vina. Došlo je do niza novih saznanja i otkrića o pojedinim procesima koji se zbivaju tijekom prerade grožđa i proizvodnje vina te su na osnovu toga uvedene nove metode u tehnološkim procesima u svrhu poboljšanja organoleptičkih svojstava i same kvalitete vina. Iako tretman visokim hidrostatskim tlakom ima pozitivne utjecaje, on također ima i potencijalne negativne utjecaje na kemijski sastav vina. Stoga je cilj ovog rada ispitati kemijski sastav vina nakon tretmana visokim hidrostatskim tlakom.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Povijesni razvoj visokog hidrostatskog tlaka (HHP)

Visoki hidrostatski tlak je netoplinska metoda obrade čije prvo korištenje za konzerviranje hrane datira još u 19.stoljeću. Tehnološki razvoj omogućio je korištenje uređaja pod tlakom što je otvorila nova neistražena područja. Tehnologija visokog hidrostatskog tlaka nalazi sve veću primjenu u prehrambenoj industriji zbog visokog potencijala da se zadovolje svi zahtjevi koje nameću novi trendovi u prehrambenoj industriji. Hite je 1899. godine otkrio da visoki hidrostatski tlak uništava mikroorganizme te da se može koristiti u svrhu konzerviranja hrane. 1990.godine su se pojavili prvi komercijalni prehrambeni proizvodi koji su bili obrađeni visokim hidrostatskim tlakom. Upotreba visokog hidrostatskog tlaka je prva od novijih metoda nakon što je Nicolas Appert razvio metodu konzerviranja toplinom još prije 200 godina.

2.2. Princip djelovanja visokog hidrostatskog tlaka

Uređaj za visoki hidrostatski tlak se sastoji od:

- Spremnika za tretiranje
- Uređaja za generiranje tlaka
- Kontrolne jedinice

Osnovne karakteristike uređaja za visoki tlak je to što se može tretirati tekuće i krute namirnice uz uvjet da namirnice koje se obrađuju sadrže određenu količinu vode. U slučaju da namirnica ne sadrži određenu količinu vlažnosti neće se osigurati antimikrobno djelovanje visokog tlaka te će takve namirnice biti neosjetljive na djelovanje visokog hidrostatskog tlaka.

Hrana koja se tretira visokim hidrostatskim tlakom može biti u ambalaži ili bez ambalaže, ovisno o tvrti uređaja i o vrsti namirnice. Ambalaža koja se koristi u tehnologiji visokog hidrostatskog tlaka mora biti elastična (do 15% elastičnosti). Tlak koji se koristi može biti veći od 1000 MPa. Međutim u industriji se uglavnom koriste tlakovi od 100 do 600 MPa.

Temperature koje se primjenjuju mogu biti ispod 0 °C, ali i iznad 100 °C. Visoki hidrostatski tlak ne ovisi o toplini, kemikalijama, aktivitetu vode ili o niskim temperaturama kako bi uništio patogene mikroorganizme i uzročnike kvarenja (V.M. Balasubramaniam i sur., 2016).

Faze rada visokotlačnog uređaja:

- Punjenje namirnica u ambalažu (može i bez ambalaže)
- Ubacivanje pakiranih namirnica u prihvatnu posudu te u cilindar
- Punjenje cilindra tekućinom
- Tlačenje tekućine unutar cilindra
- Zadržavanje tlaka kroz određeni vremenski period
- Snižavanje tlaka na atmosferski
- Vađenje namirnica

U industriji se visoki hidrostatski tlak može primjenjivati kao zamjena ili nadopuna pasterizaciji i sterilizaciji (mlijeka, voćnih i povrtnih sokova, umaka, jogurta), zamjena za pasterizaciju mesa i povrća te smrzavanje i odmrzavanje namirnica.

Visoki hidrostatski tlak utječe na mikroorganizme tako što dolazi do inhibicije sinteze proteina i reverzibilne denaturacije proteina pri tlakovima od 50 i 100 MPa, dok pri tlakovima od 200 i 300 MPa dolazi do oštećenja membrane, ireverzibilne denaturacije proteina te istjecanja staničnog sadržaja. Visoki hidrostatski tlak efikasno inaktivira mikroorganizme poput roda Escherichia, Listeria, Staphylococcus, Salmonella, druge patogene i nepatogene bakterije te reducira broj ili uništava viruse, spore,plijesni, kvasce i dr.

2.3. Utjecaj visokog hidrostatskog tlaka na stabilnost vina

Gipsy Tabilo-Munizaga i sur. (2014) ispitivali su učinak visokog hidrostatskog tlaka na stabilnost vina. Provedeni su eksperimenti s infracrvenom spektroskopijom radi analize sekundarne strukture proteina, toplinska stabilnost je procijenjena diferencijalnom skenirajućom kalorimetrijom te je provedeno ispitivanje kako bi se odredila termička stabilnost proteina vina. Rezultati su potvrdili da su postupci visokog tlaka modificirali α-uzvojnice i β-listove struktura vinskog proteina. Tijekom 60 dana skladištenja α-helix struktura u HHP uzorcima je smanjena. Strukturne promjene HHP-om (450 MPa tijekom 3 i 5 minuta) poboljšavaju toplinsku stabilnost vinskih bjelančevina i tako odgađaju formiranje zamagljenja (mutnoće) u vinu tijekom skladištenja. Primijenjeni tretman visokim hidrostatskim tlakom može doprinijeti stabilizaciji proteina Sauvignon blanc vinu, mijenja se

sekundarna struktura proteina te promjene u strukturi proteina i toplinskoj stabilnosti ovise o intenzitetu visokog tlaka.

2.4. Utjecaj visokog hidrostatskog tlaka na inaktivaciju mikroorganizama, fizikalno – kemijska te senzorska svojstva

Chulkyoon Mok i sur. (2006) proučavali su pasterizaciju vina s niskim udjelom alkohola primjenom visokog hidrostatskog tlaka. U komoru uređaja za visoki hidrostatski tlak stavljeno je ukupno 10 ml vina te je tlak održavan na 1000 do 3500 atm tijekom 30 minuta. Ispitivali su se učinci na fizikalno- kemijska svojstva (alkohol, pH, kiselost, ukupni šećeri) i mikrobe (aerobne bakterije, kvasac i bakterije mliječne kiseline). Tretmani visokim hidrostatskim nisu imali previše utjecaja na fizikalno- kemijska svojstva. Pasterizacijski učinak tretmana HPP-om se povećao s povećanjem tlaka i vremenom tretiranja. Kod ispitivanja mikrobiološke inaktivacije korištena su dva modela. Pokazalo se da je brzina inaktiviranja bila veća u početnim fazama, nego u kasnijim stadijima, što upućuje na to da su mogle biti prisutne dvije različite skupine mikroorganizama, skupine više osjetljive i manje osjetljive na tretman visokim hidrostatskim tlakom.

Primjena visokog hidrostatskog tlaka na Nero D'avola Syrah crnog vina iz berbe 2010. Godine pokazala je znatan utjecaj na fizikalno-kemijska i senzorska svojstva. Vina su tretirana tlakom od 650 MPa u trajanju od 0.25, 0.5, 1 i 2 sata (Yang Tao i sur., 2012). Pirmijenjeni uvjeti obrade su značajno utjecali na boju i fenolni sastav navedenog vina. Intenzitet boje smanjio se s 8,44 na 8,01 nakon tretmana od 2 sata na navedenom vinu,dok se ton boje lagano povećao. Pokazalo se da tretman visokim hidrostatskim tlakom dovodi do smanjenja sadržaja ukupnih fenola, ukupnih antocijana, flavonola i tanina u vinu. S druge strane, senzorska analiza pokazala je da obrada visokim hidrostatskim tlakom u trajanju od 2 sata značajno smanjuje intenzitete kiselog i voćnog mirisa vina. Stoga je zaključeno da obrada visokim tlakom smanjuje intenzitet boje i fenolne spojeve vina, smanjuje intenzitet kiselog i voćnog mirisa nakon obrade u trajanju od 2 sata te da se obrada visokim tlakom može koristiti u starenju vina.

U radu (A. Morata i sur., 2012) je opisan učinak visokog hidrostatskog tlaka (HHP) na vina kontaminirana populacijama Dekkera / Brettanomyces od 104 i 106 cfu mL-1 uz pH 3,2 ili 3,6 (pH vrijednost normalna za crveno vino) i na sobnoj temperaturi (25 ° C). Tretman visokim hidrostatskim tlakom (100 MPa u trajanju od 24 h) bio je vrlo učinkovit u kontroli rasta svih kombinacija početne količine kvasca i pH vrijednosti, ali uzrokovalo je malu modifikaciju

termoosjetljivih molekula vina kao što su pigmenti i hlapivi spojevi (molekule koje značajno utječu na kvalitetu vina). Sadašnji rezultati podupiru potencijalnu uporabu visokog hidrostatskog tlaka kao sredstvo hladnog pasteriziranja vina za kontrolu Dekkera / Brettanomyces.

A. Morata i sur. (2015) podvrgnuli su grožđe sorte Tempranillo tretmanu visokim hidrostatskim tlakom od 200, 400 i 550 MPa u vremenu od 10 minuta. Ispitan je njegov utjecaj na mikrobne populacije, fenolnu ekstrakciju i kvalitetu vina. Primjenom tlaka više od 400 i više MPa populacija divljeg kvasca bila je znatno smanjena. Bakterije su pokazale veću otpornost. Također je došlo do poboljšane ekstrakcije fenolnih spojeva iz grožđa tretiranih s visokim hidrostatskim tlakom te s većim koncentracijama ukupnih fenola u usporedbi sa samim drobljenjem. Povećana je i ekstrakcija antocijana. Zaključeno je da tretman visokim hidrostatskim tlakom može pomoći kod korištenja kvasaca, povećati ekstrakciju fenola iz grožđa te poboljšati kvalitetu vina.

Provedeno je istraživanje utjecaja visokog hidrostatskog tlaka na pivo i vino (Sencer Buzrul, 2012). Osim mikrobne inaktivacije ovaj znanstveni rad izvještava o tome kako visoki hidrostatski tlak poboljšava neka organoleptička svojstva piva i vina bez štetnih učinaka na važne karakteristike kakvoće, kao što su boja, pH i mutnoća. Pokazalo se kako tretman visokim hidrostatskim tlakom može biti alternativa postojećim metodama stabilizacije u industriji piva i vina. Razine tlaka korištene za tretiranje piva i vina bile su slične onima koje se koriste u prehrambenoj industriji, tj. 400 do 600 MPa. Tretman visokim hidrostatskim tlakom ima ogroman potencijal da eliminira negativni učinak topline na pivo i okus piva, te da se smanji razina SO2 korištenog u vinu. Za razliku od piva, vino se ne može tretirati toplinom jer su karakteristike vina poput okusa, arome i boje vrlo osjetljive na temperaturu. Stoga je uobičajena praksa dodavanje sumporovog dioksida vinu, koji se dodaje za smanjenje mikrobne populacije i za čuvanje konačnog proizvoda duže vrijeme. Treba napomenuti da bi ugradnja opreme za visoki hidrostatski tlak u pivovaru ili vinariju zasigurno donijela dodatne troškove. Međutim, proizvod tretiran visokim hidrostatskim tlakom imao bi "svjež" okus i najvjerojatnije bi privukao pozornost potrošača. Iako sumporov dioksid može imati negativne učinke na ljudsko zdravlje, djeluje kao antimikrobno sredstvo i antioksidans u vinu. Ipak, korištenje visokog hidrostatskog tlaka moglo bi pomoći industriji vina da smanji razinu sumporovog dioksida ili se tretman visokim hidrostatskim tlakom može koristiti u kombinaciji s drugim antimikrobnim sredstvima.

Visoki hidrostatski tlak pokazao je učinak poboljšanja nekih svojstava bez štetnih utjecaja na važne karakteristike kakvoće, kao što su boja, pH i zamućenje. Ovo istraživanje upućuje na to da se ova tehnika može koristiti kao alternativa postojećim metodama koje se koriste u obradi industrije vina (Vilbett Briones-Labarca i sur., 2017). Cilj istraživanja bio je istražiti učinke visokog hidrostatskog tlaka na spojeve arome te senzorska i kvalitetna svojstva mladog bijelog vina. Tretman visokim hidrostatskim tlakom nije utjecao na fizikalno-kemijske parametre, ukupne fenole i flavonoidne u bijelom vinu. Rezultati analize vina ukazuju na veliku promjenu koncentracije slobodnih i ukupnih vrijednosti sumpornog dioksida (SO2) i antioksidacijskog kapaciteta bijelog vina nakon primjene visokog hidrostatskog tlaka. Promjene senzorskih karakteristika, kao što su okus, miris i ukupna kvaliteta, nisu detektirane pri obradi tlakom od 300 MPa. Upotreba ove tehnike može smanjiti količinu SO2 dodanog sirovom grožđu, čime se održavaju ista svojstva koja se nalaze u netretiranom vinu. To poboljšava proces zbog problema povezanih s dodavanjem sumporovog dioksida. Rezultati ove studije pokazuju da tretman visokim hidrostatskim tlakom nije utjecao na fizikalno-kemijske parametre te količinu ukupnih fenola i flavonoida bijelog vina. Potencijal tehnologije visokim hidrostatskim tlakom ogroman je za industriju vina, a ovo istraživanje pokazalo je da obrada visokim hidrostatskim tlakom ne smanjuje samo mikrobiološko opterećenje, nego i poboljšava organoleptička svojstva i čini neprimjetne promjene boje tijekom procesa. Međutim, uporaba visokog hidrostatskog tlaka za konzerviranje vina je jedino održiva u posljednjoj fazi proizvodnje vina, zamjenjujući dodatak sumporovog dioksida prije punjenja. Njihova uporaba u prethodnim stadijima vinarstva može ometati prirodni proces fermentacije koji utječu na kvasac i bakterije mliječne kiseline prisutne u grožđu.

Utjecaj visokih hidrostatskih tlaka na fizikalno-kemijske svojstva bijelih vina bez sumporovog dioksida proučavan je tijekom jedne godine skladištenja (Mickael C. Santos i sur., 2013). U tu svrhu proizvedeno je bijelo vino bez dodatka sumpornog dioksida i tretirano tlakom od 500 i 425 MPa tijekom 5 min na 20 ° C. Za kontrolu je korišteno vino s 40 ppm sumpornog dioksida i netretirano vino. Vina tretirana visokim hidrostatskim tlakom pokazala su nakon jedne godine skladištenja smećkastu boju (viša vrijednost a * i b *, niža L *) i nešto nižu antioksidacijsku aktivnost te ukupni sadržaj fenolnih spojeva u usporedbi s kontrolnim vinom. Rezultati dobiveni u ovom radu pokazuju da visoki hidrostatski tlak s vremenom obrade od 5 minuta i tlakom od 425 i 500 MPa utječu na fizikalno-kemijske karakteristike vina. Ti učinci su vidljivi tek nakon najmanje 6 mjeseci skladištenja i dovode do promjena u senzorskim karakteristikama vina. Utjecaj vremena skladištenja vina pod tlakom ima veći utjecaj na svojstva vina nego razlika u oba tlačna tretmana (425 i 500 MPa). Smećkasta boja i

promijenjena aroma voća, kao i niži sadržaj slobodnih aminokiselina ukazuju na to da tretmani visokim hidrostatskim tlakom ubrzavaju Maillardove reakcije, što dovodi do promjene fizičko-kemijskih i senzorskih svojstava vina. Tretman visokim hidrostatskim tlakom se može koristiti u vinarstvu kao alternativni postupak za očuvanje vina, što može dovesti do proizvodnje vina sa smanjenim količinama sumporovog dioksida.

Utjecaj visokih hidrostatskih tlaka (HHP) tretmana na sastav fenolnih spojeva crvenog vina proučavan je nakon skladištenja kako bi se procijenio potencijal ove tehnologije (Mickael C. Santos i sur., 2016). Crvena vina koja su tretirana tlakom od 500 i 600 MPa na 20 ° C u trajanju od 5 i 20 min pokazuju niži sadržaj monomernih antocijana (13 do 14%), fenolnih kiselina (8 do 11%) i flavonola (14 do 19%) Nakon 5 mjeseci skladištenja, u usporedbi s netretiranim vinom. Ovi rezultati, zajedno s različitim stupnjem taninske polimerizacije i sadržaja flavan-3-ola u tretiranom vinu, doveli su do predlaganja učinka visokog hidrostatskog tlaka u povećanju polimerizacije i reakcije cijepanja proantocijanidina. Senzorska analiza pokazala je veći intenzitet kuhanog voćnog mirisa u usporedbi s netretiranim vinom. Ovaj rad je pokazao da tretman visokim hidrostatskim tlakom od 500 MPa tijekom 5 min i 600 MPa tijekom 20 min utječe na fenolni sastav crvenog vina, što dovodi do promjena i utjecaja na aromu.

Proučavana je evolucija glavnih parametara kvalitete crnog vina Nero D'avola Syrah iz berbe 2010. godine tijekom procesiranja visokim hidrostatskim tlakom u različitim uvjetima (Yang Tao i sur., 2013). ANOVA-simultana komponenta analize (ASCA) korištena je za tumačenje učinaka tlaka od 250 do 650 MPa i vremena tretiranja od 15 do 120 minuta na određene parametre kakvoće vina. Rezultati ASCA pokazuju da oba faktora značajno utječu na cijeli set podataka o parametrima kvalitete vina, dok njihova međusobna interakcija nije bila značajna. U međuvremenu, čimbenik "tlak" igrao je važniju ulogu nego "vrijeme održavanja tlaka" u utjecaju na parametre kakvoće vina. Tlak u navedenim uvjetima uglavnom je rezultirao smanjenjem sadržaja fenolnih spojeva u vinu, uključujući ukupne antocijanine, estere, flavonole i tanine. Tretman visokim hidrostatskim tlakom može se koristiti za modificiranje fizikalno-kemijskih svojstava vina i nakon toga utjecati na njihova organoleptička svojstva. Štoviše, UV-Vis spektroskopija može se koristiti za brzo određivanje fenolnog sastava vina tijekom obrade visokim hidrostatskim tlakom.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. MATERIJAL

3.1.1. Vino

U ovom radu ispitivan je utjecaj visokog hidrostatskog tlaka na kemijski sastav vina sorti Graševina i Cabernet Sauvignon. U Tablici 1. prikazani su osnovni fizikalno-kemijski parametri tretiranih vina.

Tablica 1. Osnovni fizikalno-kemijski parametri tretiranih vina

Parametar	**Graševina**	**Cabernet Sauvignon**
Alkohol (vol %)	12,0	12,9
Ukupna kiselost (g/L vinske kiseline)	8,1	6,4
Hlapiva kiselost (g/L octene kiseline)	1,88	0,59
Reducirajući šećeri (g/L)	7,1	3,7
pH	3,45	3,46
Jabučna kiselina (g/L)	1,0	0,5
Mliječna kiselina (g/L)	2,1	1,5

3.1.2. Kemikalije

- Natrijev karbonat, bezvodni, p.a. T.T.T. d.o.o. Sveta Nedelja
- Folin-Ciocalteu reagens, Kemika d.d., Zagreb, Hrvatska
- Galna kiselina (97,5-102,5 %), Sigma-Aldrich, Hong Kong, Kina
- Natrijev hidrogen sulfit, p.a. Acros, Geel, Belgija
- Klorovodična kiselina (37 %), Carlo Erba, Val del Reuil, Francuska
- Etanol (96 %), Gram-Mol, Zagreb, Hrvatska
- Etanol apsolutni, HPLC čistoće, J.T.Baker, Deventer, Nizozemska
- Sumporna kiselina 1/3 (941), LDS, Laboratoires Dujardin-Salleron, Noizay, Francuska
- Natrijev hidroksid 2N (908), LDS, Laboratoires Dujardin-Salleron, Noizay, Francuska
- Sulfatna kiselina 1/10 (932), LDS, Laboratoires Dujardin-Salleron, Noizay, Francuska
- Jodid/jodat N/64 (921), LDS, Laboratoires Dujardin-Salleron, Noizay, Francuska

3.1.3. Aparatura i pribor

3.1.3.1. Aparatura

- Uređaj za visoki tlak, FPG7100 Stansted Fluid Power Iso-lab High Pressure System; Stansted Fluid Power Ltd., Harlow, Essex, UK
- Spektrofotometar, Specord 50 Plus, AnalytikJena, Jena, Germany
- Uređaj za mjerenje kisika, Nomasense O_2 P6000, Nomacorc, Belgija
- Uređaj za mjerenje sumporovog dioksida, LDS Sulfilyser, Laboratoires Dujardin-Salleron, Noizay, Francuska
- Analitička vaga, Mettler Toledo, Zürich, Švicarska
- Mikropipete 100 i 1000 µL, Eppendorf, Hamburg, Njemačka

3.1.3.2.Pribor

- Pipete volumena 2, 5, 10, 20 i 25 mL
- Odmjerne tikvice volumena 25, 50, 100 i 200 mL
- Staklene epruvete
- Tube za hidrolizu
- Plastična lađica za vaganje
- Labaratorijske čaše volumena 50, 100, 150 i 250 mL
- Staklene kivete od 1 cm
- Magnet

3.2. METODE

3.2.1. Obrada visokim hidrostatskim tlakom

Uzorci vina tretirani su visokim hidrostatskim tlakom pomoću uređaja Stansted Fluid Power, Velika Britanija koji postiže maksimalne tlakove do 1000 MPa.

Postupak tretiranja:

Plastičnu bočicu od 100 mL napuniti vinom do vrha te dobro zatvoriti čepom. Potom ju postaviti u radni cilindar volumena 2000 mL ispunjenim tlačnom tekućinom (propilen – glikol). Pritom je važno naglasiti da vrijeme tretiranja uzoraka ne uključuje vrijeme potrebno za postizanje radnog tlaka. Tretiranja su izvršena pri tlakovima od 200, 400 i 600 MPa i

vremenu obrade od 5, 15 i 25 minuta. Primijenjeni procesni parametri prikazani su u Tablici 2. Svaki pojedini tretman proveden je u triplikatu.

Tablica 2. Parametri tretiranja visokim hidrostatskim tlakom

Sorta vina	Tlak (MPa)	Vrijeme (min)
Graševina	200	5
Graševina	200	15
Graševina	200	25
Graševina	400	5
Graševina	400	15
Graševina	400	25
Graševina	600	5
Graševina	600	15
Graševina	600	25
Cabernet Sauvignon	200	5
Cabernet Sauvignon	200	15
Cabernet Sauvignon	200	25
Cabernet Sauvignon	400	5
Cabernet Sauvignon	400	15
Cabernet Sauvignon	400	25
Cabernet Sauvignon	600	5
Cabernet Sauvignon	600	15
Cabernet Sauvignon	600	25

3.2.2. Određivanje ukupnih fenola

Princip određivanja:

Određivanje ukupnih fenola temeljeno je na reakciji fenolnih spojeva sa Folin-Ciocalteu reagensom kojeg čine smjesa fosfovolframove i fosfomolibdenove kiseline (Singleton i Rossi, 1965). Intenzitet nastalog plavog obojenja izmjeren je spektrofotometrijski pri valnoj duljini od 765 nm. Rezultat je izražen kao ekvivalent galne kiseline (GAE) u mg/L.

Postupak određivanja:

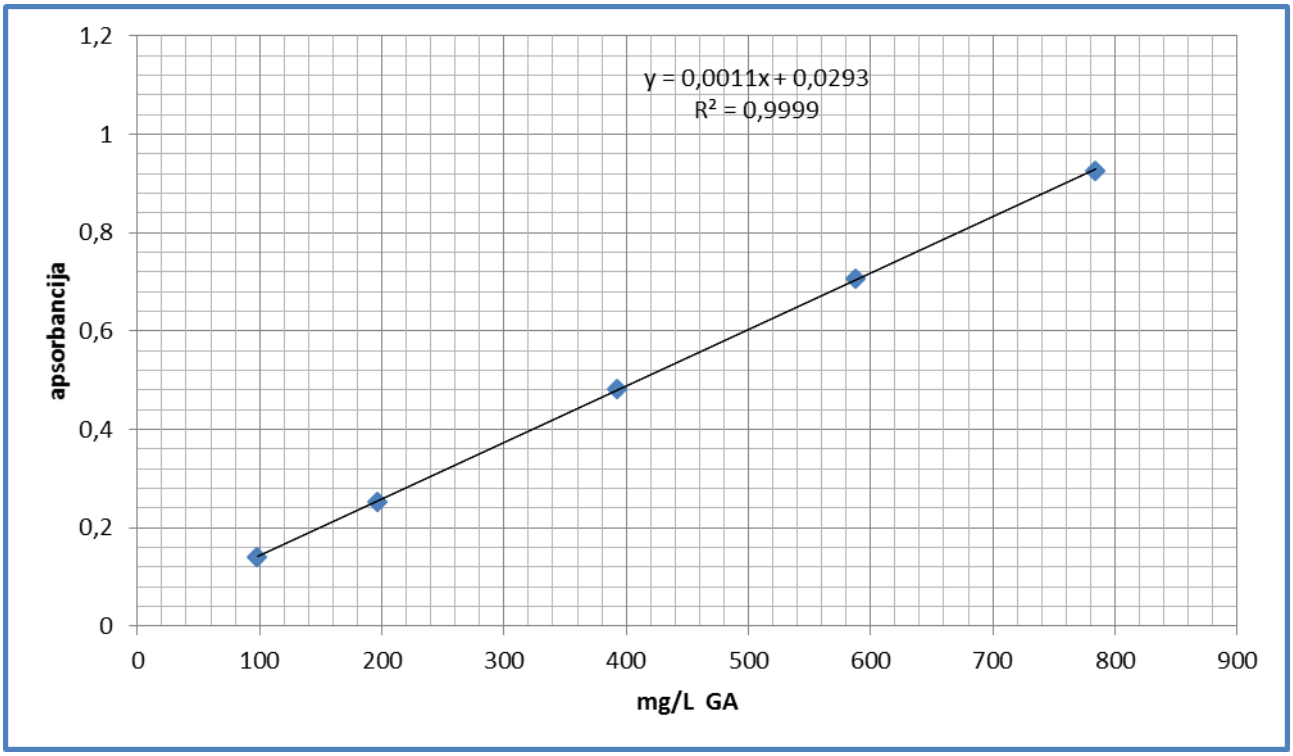
Crno vino razrijediti u omjeru 1:9, v:v, s destiliranom vodom. Bijela vina analizirati bez razrjeđenja. U tikvicu od 25 mL otpipetirati 250 µL razrijeđenog uzorka, 1,25 mL FC reagensa (razrijeđenog 1:2) i 15 mL vode. Sve dobro promiješati i poslije 30 sekundi dodati 3,75 mL 20%-tnog natrij-karbonata. Nadopuniti do oznake s destiliranom vodom te ostaviti 2 sata na sobnoj temperaturi. Nakon toga izmjeriti apsorbanciju pri valnoj duljini od 765 nm nasuprot slijepoj probi koja se priprema na sljedeći način: 250 µL vode, 1,25 mL FC

reagensa, 15 mL vode te nakon 30 sekundi dodati 3,75 mL 20 %-tnog natrij-karbonata i nadopuniti destiliranom vodom do oznake.

Izrada baždarnog pravca:

Otopine galne kiseline pripremiti u 12 % etanolu u sljedećim koncentracijama: 100, 200, 400, 600 i 800 mg/L. Postupak određivanja isti je kao prethodno opisani za određivanje ukupnih fenola u vinima. Nakon toga izmjeriti apsorbanciju i izraditi baždarni pravac pri čemu na apscisu treba nanijeti koncentracije galne kiseline (mg/L), a na ordinatu izmjerene vrijednosti apsorbancije kod 765 nm.

Račun:



Izračunata jednadžba pravca:

$$y = 0{,}0011x + 0{,}0293$$

$$R^2 = 0{,}9999$$

gdje je:

y- apsorbancija pri 765 nm

x- koncentracija galne kiseline (mg/L)

R^2- koeficijent determinacije

3.2.3. Određivanje ukupnih tanina

Princip određivanja:

Ukupni tanini određeni su Bate-Smith metodom temeljenoj na kiselinskoj hidrolizi proantocijanidina, tzv. kondenziranih tanina na temperaturi od 100 °C pri čemu dolazi do formiranja obojenih antocijanidina (Ribereau-Gayon i Stonestreet, 1966). Razlika obojenja između zagrijanog, hidroliziranog i nehidroliziranog uzorka držanog na sobnoj temperaturi određena je spektrofotometrijski pri valnoj duljini 550 nm, a pokazuje količinu ukupnih tanina u uzorku.

Postupak određivanja:

Uzorak vina razrijediti 50 puta. U dvije tube za hidrolizu otpipetirati po 2 mL razrijeđenog uzorka vina, 1 mL destilirane vode te 3 mL koncentrirane klorovodiče kiseline te hermetički zatvoriti tube. Jednu tubu ostaviti pri sobnoj temperaturi, a drugu staviti u vodenu kupelj zagrijanu na 100 °C. Nakon 30 minuta, tubu izvaditi iz vodene kupelji te ohladiti tijekom 5 minuta ledom. U obje tube dodati po 500 µL etanola. Optičku gustoću izmjeriti pri 550 nm nasuprot destiliranoj vodi kao slijepoj probi.

Račun:

Koncentraciju tanina u 50 puta razrijeđenom uzorku izračunati prema formuli:

$$\text{Tanini (g/L)} = 19{,}33 \times (D_1 - D_2)$$

gdje je:

19,33- faktor preračunavanja

D_1- optička gustoća hidroliziranog uzorka

D_2-optička gustoća nehidroliziranog uzorka

3.2.4. Određivanje ukupnih antocijana

Princip određivanja:

Ukupna količina antocijana u uzorcima vina određena je pomoću metode bazirane na dodatku otopine natrij hidrogensulfita u uzorak te činjenici da se HSO_3^- ion veže na 2' položaj

obojene molekule antocijana te ju tako prevodi iz obojenog kationa u njen bezbojni leuko oblik. Istovremeno, paralelni uzorak tretiran je destiliranom vodom pri čemu ne dolazi do nikakve promjene na strukturi molekula antocijana. Količinu prisutnih antocijana pokazuje razlika spektrofotometrijski određenih apsorbancija u oba uzorka (Ribéreau-Gayon i Stonestreet, 1965).

Postupak određivanja:

U tikvicu od 25 mL otpipetirati 1 mL vina, 1 mL 96 %-tnog etanol s 0,1 (v/v) HCl i 20 mL 2 %-tne vodene otopine HCl. Po 10 mL ove otopine otpipetirati u 2 tikvice. U prvu tikvicu dodati 4 mL vode, a u drugu 4 mL 15 %-tne otopine natrij hidrogensulfita. Nakon 15 minuta izmjeriti apsorbanciju u obje otopine na 520 nm nasuprot destiliranoj vodi kao slijepoj probi.

Račun:

Udio antocijana u ispitivanom uzorku izračunati prema formuli:

$$A_c\,(mg/L) = 875 \times (D_1 - D_2)$$

gdje je:

A_c (mg/L) – količina antocijana u ispitivanom uzorku

875 – faktor preračunavanja

D_1- apsorbancija uzorka kojemu je dodana voda

D_2- apsorbancija uzorka kojemu je dodana 15 %-tna otopina natrijevog hidrogensulfita

3.2.5. Određivanje kromatskih karakteristika CIE L*a*b* metodom

Princip određivanja:

CIE L*a*b* prostorni model boja je trodimenzionalni sustav boja koji se temelji na percepciji standardnog promatrača kojeg predstavlja statistički podatak dobiven nizom mjerenja i najbliži je vizualnoj percepciji (CIE, 1986). Koordinate CIE Lab sustava boja se temelji na Heringovoj teoriji suprotnih parova boja, koje ujedno predstavljaju i osi sustava. Kromatske karakteristike vina prema CIE Lab sustavu (Method OIV-MA-AS2-11, 2006) tako

opisuju sljedeći parametri: akromatska os L (svjetlina) sa vrijednostima u rasponu od 0 % do 100 %, pri čemu je 0 % crna, a 100 % bijela; raspon boja crveno-zeleno za os a (vrijednost a); raspon boja žuto-plavo za os b (vrijednost b), C (kromatičnost) te h (kut tona boje).

Postupak određivanja:

Mjerenje transmisije provesti skeniranjem valnih duljina od 380 do 780 nm, svakih 5 nm, uz D65 iluminant i kut promatrača 10°, u kiveti od 1 cm nasuprot destiliranoj vodi kao slijepoj probi.

3.2.6. Određivanje slobodnog i ukupnog sumporovog dioksida

Princip određivanja:

U kontrolnim i HHP tretiranim vinima, neposredno nakon primjene HHP tretmana, izmjerene su koncentracije slobodnog i ukupnog sumporovog dioksida (SO_2). Mjerenje je provedeno na uređaju za mjerenje sumporovog dioksida LDS Sulfilyser titracijom otopinom jodid/jodata pri čemu se jod reducira, a sumporov dioksid oksidira, uz potenciometrijsko određivanje krajnje točke titracije pomoću LED indikatora.

Postupak određivanja slobodnog sumporovog dioksida:

Slobodni SO_2 u vinima odrediti na sljedeći način: u staklenu čašu od 50 mL otpipetirati 25 mL uzorka vina i 5 mL komercijalne otopine sulfatne kiseline koncentracije 1/3, u čašu dodati magnet za miješanje te čašu postaviti na uređaj. Potom u čašu spustiti elektrodu te uključiti miješanje. Titraciju provesti komercijalnom otopinom jodid/jodata N/64, kojeg je potrebno dodavati u intervalima od 1 sekunde pritiskom na titracijsku tipku uređaja, sve do pojave crvenog LED signala koji se zadržava kroz 5 sekundi, što označava kraj titracije.

Račun:

Utrošak otopine jodid/jodata pomnožiti s faktorom 20, te dobivenu vrijednost slobodnog SO_2 izraziti u mg/L.

Postupak određivanja ukupnog sumporovog dioksida:

Ukupni SO_2 u vinima odrediti na sljedeći način: u staklenu čašu od 50 mL otpipetirati 10 mL uzorka vina i 2 mL 2N komercijalne otopine lužine. Nakon 5 minuta u čašu dodati 20 mL komercijalne otopine sulfatne kiseline koncentracije 1/10 i magnet za miješanje te čašu postaviti na uređaj. Potom u čašu spustiti elektrodu te uključiti miješanje. Titraciju provesti komercijalnom otopinom jodid/jodata N/64, kojeg je potrebno dodavati u intervalima od 1 sekunde pritiskom na titracijsku tipku uređaja, sve do pojave crvenog LED signala koji se zadržava kroz 5 sekundi, što označava kraj titracije.

Račun:

Utrošak otopine jodid/jodata pomnožiti s faktorom 50, pri čemu dobivenu vrijednost slobodnog SO_2 izraziti u mg/L.

3.2.7. Određivanje koncentracije otopljenog kisika

Princip određivanja:

U kontrolnim i HHP tretiranim vinima, neposredno nakon primjene HHP tretmana, izmjerena je koncentracija kisika. Mjerenje je provedeno pomoću uređaja za mjerenje kisika Nomasense O2 P6000 koje se bazira na principu luminiscencije. Sastavni dio uređaja je i temperaturna sonda, pri čemu se ujedno vrši i korekcija na temelju temperature vina.

Postupak određivanja:

Neposredno nakon tretmana izmjeriti koncentraciju otopljenog kisika u tretiranim vinima uranjanjem sonde tzv. dipping probe, kojoj je detekcijski limit 15 µg/L kisika i temperaturne sonde.

4. REZULTATI I RASPRAVA

Tablica 3. Utjecaj HHP procesnih varijabli na kemijski sastav vina Cabernet Sauvignon (ukupni polifenoli, ukupni antocijani, ukupni tanini i kromatske karakteristike)

Uzorak	TP*	TA	TT	L	a	b	C	H
Kontrolno vino	2451,52 ± 6,45	331,16 ± 2,38	2,75 ± 0,22	14,56 ± 0,13	45,82 ± 0,04	24,83 ± 0,10	52,13 ± 0,07	0,48 ± 0,01
200 MPa 5 min	2436,97 ± 6,82	331,65 ± 2,54	2,77 ± 0,29	14,97 ± 0,05	46,20 ± 0,07	25,34 ± 0,09	52,69 ± 0,10	0,50 ± 0,00
200 MPa 15 min	2424,55 ± 6,56	328,21 ± 0,80	2,89 ± 0,13	14,56 ± 0,05	46,01 ± 0,07	25,49 ± 0,23	52,41 ± 0,15	0,50 ± 0,00
200 MPa 25 min	2421,21 ± 6,82	327,75 ± 3,33	2,90 ± 0,05	14,81 ± 0,06	45,93 ± 0,07	25,07 ± 0,09	52,33 ± 0,10	0,50 ± 0,00
400 MPa 5 min	2414,55 ± 5,53	328,30 ± 1,62	2,70 ± 0,09	15,06 ± 0,01	46,30 ± 0,03	25,47 ± 0,01	52,84 ± 0,02	0,50 ± 0,00
400 MPa 15 min	2395,76 ± 1,39	327,72 ± 2,34	2,73 ± 0,17	15,11 ± 0,06	46,40 ± 0,05	25,67 ± 0,13	52,98 ± 0,09	0,50 ± 0,00
400 MPa 25 min	2356,67 ± 3,78	329,18 ± 2,07	2,77 ± 0,13	15,20 ± 0,07	46,17 ± 0,19	25,22 ± 0,09	53,30 ± 0,09	0,51 ± 0,00
600 MPa 5 min	2362,73 ± 4,17	322,26 ± 4,38	2,85 ± 0,18	16,38 ± 0,12	47,82 ± 0,12	27,61 ± 0,17	55,22 ± 0,19	0,52 ± 0,00
600 MPa 15 min	2363,33 ± 6,45	314,91 ± 2,30	2,72 ± 0,08	16,44 ± 0,12	47,90 ± 0,12	27,71 ± 0,17	55,34 ± 0,19	0,52 ± 0,00
600 MPa 25 min	2334,55 ± 5,45	313,40 ± 4,00	2,92 ± 0,07	16,14 ± 0,23	47,53 ± 0,32	27,09 ± 0,63	54,78 ± 0,47	0,52 ± 0,00

*Rezultati izraženi kao srednja vrijednost dvaju mjerenja ± standardna devijacija. TP: ukupni polifenoli (mg/L GA); TA: ukupni antocijani (mg/L); TT: ukupni tanini (g/L); L: svjetlina; a: akromatska os a (crveno-zeleno); b: akromatska os b (žuto-plavo); C: kormatičnost; H: kut tona boje.

Tablica 4. Utjecaj HHP procesnih varijabli na kemijski sastav vina Graševina (ukupni polifenoli i kromatske karakteristike)

Uzorak	TP*	L	a	b	C	H
Kontrolno vino	257,30 ± 1,53	99,91 ± 0,29	0,02 ± 0,05	0,03 ± 0,09	0,07 ± 0,08	0,99 ± 0,11
200 MPa 5 min	260,15 ± 1,79	100,17 ± 0,29	0,01 ± 0,01	-0,01 ± 0,02	0,02 ± 0,00	-0,37 ± 1,39
200 MPa 15 min	260,45 ± 3,17	99,93 ± 0,10	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,06	0,07 ± 0,04	0,29 ± 1,30
200 MPa 25 min	266,85 ± 2,20	99,99 ± 0,04	0,02 ± 0,02	-0,04 ± 0,03	0,05 ± 0,01	-1,00 ± 0,74
400 MPa 5 min	258,82 ± 4,81	101,76 ± 0,09	-0,23 ± 0,01	-0,81 ± 0,05	0,85 ± 0,05	1,30 ± 0,03
400 MPa 15 min	261,18 ± 4,94	101,42 ± 0,61	-0,18 ± 0,07	-0,60 ± 0,28	0,63 ± 0,29	1,27 ± 0,03
400 MPa 25 min	267,64 ± 0,71	101,20 ± 0,23	-0,16 ± 0,04	-0,49 ± 0,08	0,52 ± 0,08	1,26 ± 0,04
600 MPa 5 min	260,79 ± 1,56	98,07 ± 0,17	-0,57 ± 0,04	-0,61 ± 0,00	0,61 ± 0,00	-1,48 ± 0,01
600 MPa 15 min	259,73 ± 0,09	98,01 ± 0,20	-0,55 ± 0,02	-0,62 ± 0,01	0,62 ± 0,01	-1,48 ± 0,01
600 MPa 25 min	267,45 ± 2,26	97,88 ± 0,17	-0,51 ± 0,05	-0,61 ± 0,02	0,62 ± 0,02	-1,49 ± 0,01

*Rezultati izraženi kao srednja vrijednost dvaju mjerenja ± standardna devijacija. TP: ukupni polifenoli (mg/L GA); L: svjetlina; a: akromatska os a (crveno-zeleno); b: akromatska os b (žuto-plavo); C: kormatičnost; H: kut tona boje.

Tablica 5. Koncentracija otopljenog kisika, slobodnog i vezanog SO_2 u kontrolnom i HHP tretiranom vinu Cabernet Sauvignon

Uzorak	Koncentracija O_2 (mg/L)	Slobodni SO_2 (mg/L)	Ukupni SO_2 (mg/L)
Kontrolno vino	1,21 ± 0,00	11,67 ± 0,58	20,00 ± 0,00
200 MPa 5 min	1,90 ± 0,16	10,33 ± 0,58	20,00 ± 0,00
200 MPa 15 min	1,99 ± 0,08	10,00 ± 0,00	19,67 ± 0,58
200 MPa 25 min	2,04 ± 0,06	10,33 ± 0,58	19,33 ± 0,58
400 MPa 5 min	1,89 ± 0,13	10,33 ± 0,58	20,00 ± 0,00
400 MPa 15 min	2,13 ± 0,19	11,33 ± 0,58	20,00 ± 0,00
400 MPa 25 min	1,96 ± 0,16	11,33 ± 0,58	19,67 ± 0,58
600 MPa 5 min	2,47 ± 0,36	10,33 ± 0,58	19,00 ± 0,00
600 MPa 15 min	2,62 ± 0,21	10,00 ± 0,00	19,33 ± 0,58
600 MPa 25 min	2,14 ± 0,18	10,33 ± 0,58	19,33 ±0,58

Tablica 6. Koncentracija otopljenog kisika, slobodnog i vezanog SO_2 u kontrolnom i HHP tretiranom vinu Graševina

Uzorak	Koncentracija O_2 (mg/L)	Slobodni SO_2 (mg/L)	Ukupni SO_2 (mg/L)
Kontrolno vino	2,95 ± 0,04	18,67 ± 0,58	77,50 ± 0,00
200 MPa 5 min	2,22 ± 0,08	18,67 ± 0,58	77,50 ± 0,00
200 MPa 15 min	2,41 ± 0,31	18,33 ± 0,58	77,67 ± 0,29
200 MPa 25 min	2,60 ± 0,03	18,33 ± 0,58	77,83 ± 0,29
400 MPa 5 min	2,88 ± 0,46	18,67 ±0,58	77,67 ± 0,29
400 MPa 15 min	2,54 ± 0,12	18,33 ± 0,58	77,67 ± 0,29
400 MPa 25 min	2,11 ± 0,09	18,33 ± 0,58	77,83 ± 0,29
600 MPa 5 min	2,76 ± 0,17	18,67 ±0,58	77,67 ± 0,29
600 MPa 15 min	2,87 ± 0,06	18,67 ±0,58	77,67 ± 0,29
600 MPa 25 min	3,57 ± 0,67	18,33 ± 0,58	77,67 ± 0,29

U tablici 3 prikazani su utjecaji visokog hidrostatskog tlaka na kemijski sastav vina Cabernet Sauvignon (ukupni polifenoli, ukupni antocijani, ukupni tanini i kromatske karakteristike) pri tlaku od 200, 400 i 600 MPa te vremenu tretiranja od 5,15 i 25 minuta. Najveći utjecaj na količinu ukupnih polifenola pokazuje tlak od 600 MPa, dok tlak od 200 MPa ne pokazuje značajan utjecaj. Tretman visokim hidrostatskim tlakom rezultirao je malim promjenama sadržaja fenolnih spojeva, odnosno došlo je do neznatnog smanjenja ukupnih polifenola i antocijana, dok je sadržaj ukupnih tanina uglavnom ostao nepromijenjen. Kod svjetline,akromatske osi a (crveno-zeleno), akromatske osi b (žuto-plavo) te kormatičnosti najveći utjecaj na vrijednosti ima primjenjeni tlak od 600 MPa u vremenu tretiranja od 15 minuta. Primjena visokog hidrostatskog tlaka nije pokazala značajne utjecaje na kut tona boje.

U tablici 4 prikazani su utjecaji visokog hidrostatskog tlaka na kemijski sastav vina Graševina (ukupni polifenoli i kromatske karakteristike) pri tlaku od 200, 400 i 600 MPa te vremenu tretiranja od 5,15 i 25 minuta. Najveći utjecaj na ukupne polifenole u vinu imaju tlakovi od 200, 400 i 600 MPa u trajanju od 25 minuta, gdje je vidljivo blago povećanje sadržaja ukupnih polifenola, dok tretiranje visokim hidrostatskim tlakom od 5 i 15 minuta nije pokazalo značajan utjecaj na ukupne polifenole u vinu. Primjena visokog hidrostatskog tlaka od 200 MPa nije pokazala značajan utjecaj na svjetlinu, akromatsku os a (crveno-zeleno), akromatska os b (žuto-plavo), kormatičnost te kut tona boje.

U tablici 5 prikazani su utjecaji visokog hidrostatskog tlaka na koncentraciju otopljenog kisika, slobodnog i ukupnog SO_2 u vinu Cabernet Sauvignon pri tlaku od 200, 400 i 600 MPa te vremenu tretiranja od 5,15 i 25 minuta. Na koncentraciju otopljenog kisika najveći utjecaj ima tlak od 600 MPa u vremenu tretiranja od 15 minuta, a najmanji tlak od 200 MPa u trajanju od 5 minuta te tlak od 400 MPa u trajanju od 5 minuta. Najveći utjecaj na koncentraciju slobodnog SO_2 ima tlak od 200 MPa u trajanju od 15 minuta, te tlak od 600 MPa u trajanju od 15 minuta; a najmanji utjecaj pokazuje tlak od 400 MPa u trajanju od 15 i 25 minuta. Na koncentraciju ukupnog sumporovog dioksida tlakovi od 200 MPa u trajanju od 5 minuta, te tlak od 400 MPa u trajanju od 5 i 15 minuta ne pokazuju nikakv utjecaj; dok tlak od 600 MPa u trajanju od 5 minuta pokazuje najveći utjecaj.

U tablici 6 prikazani su utjecaji visokog hidrostatskog tlaka na koncentraciju otopljenog kisika, slobodnog i ukupnog SO_2 vina Graševina pri tlaku od 200, 400 i 600 MPa te vremenu tretiranja od 5,15 i 25 minuta. Na koncentraciju otopljenog kisika najveći utjecaj ima tlak od 400 MPa u trajanju od 25 minuta, a najmanji tlak od 400 MPa u trajanju od 5 minuta, te tlak od 600 MPa u trajanju od 15 minuta. Na slobodni SO_2 tlakovi od 200 MPa 5 minuta, 400 MPa

5 minuta, 600 MPa 5 i 15 minuta ne pokazuju nikakav utjecaj, dok je kod ukupnog SO_2 to slučaj s tlakom od 200 MPa i 5 minuta.

5. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog eksperimenta te dobivenih rezultata može se zaključiti slijedeće:

1. Visoki hidrostatski tlak ne uzrokuje značajne promjene u sadržaju fenolnih spojeva bilo u crnom i bijelom vinu. U crnom vinu došlo je do neznatnog smanjenja ukupnih polifenola i antocijana, a sadržaj ukupnih tanina ostao je nepromijenjen, dok je u bijelom vinu zabilježen blagi porast ukupnih polifenola.
2. Kromatske karakteristike crnog i bijelog vina također su se neznatno promijenile nakon tretmana visokim hidrostatskim tlakom.
3. Primjena visokog hidrostatskog tlaka nije uzrokovala značajne promjene u sastavu slobodnog i ukupnog sumporovog dioksida, kao ni u koncentraciji otopljenog kisika u crnom i bijelom vinu, obzirom da se tretirani uzorci značajno ne razlikuju od kontrolnih.
4. U konačnici, može se zaključiti da je visoki hidrostatski tlak pogodna tehnika za primjenu na vinu, obzirom da su glavne komponente vina, poput fenolnih spojeva te senzorska svojstva očuvana.

6. LITERATURA

Myers, K. (2012) Evaluation of hydrostatic pressure, meat species, and ingredients to control Listeria monocytogenes in ready-to-eat meat, 1.izd., Iowa State University, str. 120-129.

Balasubramaniam, V.M., Barbosa-Cánovas, G.V., Lelieveld, H. L.M. (2016) High pressure processing of food, Principles, Technology and Applications, 1.izd., Springer, New York, str. 39-45.

Tabilo-Munizaga, G., Gordon, T.A., Villalobos-Carvajal, R., Moreno-Osorio, L., Salazar, F.N., Pérez-Won, M., Acuña, S. (2014) Effects of high hydrostatic pressure (HHP) on the protein structure and thermal stability of Sauvignon blanc wine*. Food Chemistry.* **155**, 214-220.

Mok, C., Song, K.T., Park, Y.S., Lim, S., Ruan, R., Chen, P. (2006) High Hydrostatic Pressure Pasteurization of Red Wine. *J. Food Sci*. **71**, 265-269.

Tao, Y., Sun, D.W., Górecki, A., Błaszczak, W., Lamparski, G., Amarowicz, R., Fornal, J., Jeliński, T. (2012) Effects of high hydrostatic pressure processing on the physicochemical and sensorial properties of a red wine. *Inn. Food Sci. Em. Tech*. **16**, 409-416.

Morata, A., Benito, S., González, M.C., Palomero, F., Tesfaye, W., Suárez-Lepe, J.A. (2012) Cold pasteurisation of red wines with high hydrostatic pressure to control Dekkera/Brettanomyces: effect on both aromatic and chromatic quality of wine. *Eur. Food Res. Tech*. **235**, 147-154.

Morata, A., Loira, I., Vejarano, R., Bañuelos, M.A, Sanz, P.D., Otero, L., Suárez-Lepe, J.A. (2015) Grape Processing by High Hydrostatic Pressure: Effect on Microbial Populations, Phenol Extraction and Wine Quality. *Food Bioproc. Tech*. **8**, 277-286.

Buzrul S. (2012) High hydrostatic pressure treatment of beer and wine. *Inn. Food Sci. Em. Tech*. **13**, 1-12.

Briones-Labarca, V., Perez-Wom, M., Habib, G., Giovagnoli-Vicuña, C., Cañas-Sarazua, R., Tabilo-Munizaga, G., Salazar, F.N. (2017) Oenological and Quality Characteristic on Young White Wines (Sauvignon Blanc): Effects of High Hydrostatic Pressure Processing. *J. Food Qual*. **2017**, 1-12.

C.Santos, M., Nunes, C., M.Rocha, M.A., Rodrigues, A., M.Rocha, S., A.Saraiva, J., A.Coimbra, M. (2013) Impact of high pressure treatments on the physicochemical properties of a sulphur dioxide-free white wine during bottle storage: Evidence for Maillard reaction acceleration. *Inn. Food Sci. Em. Tech.* **20**, 51-58.

C.Santos, M., Nunes, C., Jourdes, M., Teissedre, P.L., Rodrigues, A., Amado, O., A.Saraiva, J., A.Coimbra, M. (2016) Evaluation of the potential of high pressure technology as an enological practice for red wines. *Inn. Food Sci. Em. Tech*. **33**, 76-83.

Tao, Y., Wu, D., Sun, D.W., Górecki, A., Błaszczak, W., Fornal, J., Jeliński, T. (2013) Quantitative and predictive study of the evolution of wine quality parameters during high hydrostatic pressure processing. Inn. Food Sci. Em. Tech. **20**, 81-90.

Izjava o izvornosti

Izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

Klara Gelo