Utjecaj kvasaca na kakvoću voćnog vina od šljive

Stublić, Krunoslav

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:707495

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

UTJECAJ KVASACA NA KAKVOĆU VOĆNOG VINA OD ŠLJIVE

DIPLOMSKI RAD

Krunoslav Stublić

Zagreb, rujan, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Hortikultura - Voćarstvo

UTJECAJ KVASACA NA KAKVOĆU VOĆNOG VINA OD ŠLJIVE

DIPLOMSKI RAD

Krunoslav Stublić

Mentor:
doc. dr. sc. Marin Mihaljević Žulj

Zagreb, rujan, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA

O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Krunoslav Stublić**, JMBAG 0178112419, rođen 18.06.1996.. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

UTJECAJ KVASACA NA KAKVOĆU VOĆNOG VINA OD ŠLJIVE

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____ _____

Potpis studenta / studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta **Krunoslava Stublića**, JMBAG 0178112419, naslova

UTJECAJ KVASACA NA KAKVOĆU VOĆNOG VINA OD ŠLJIVE

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____ , dana

_____ .

Povjerenstvo: potpisi:

1. doc. dr. sc. Marin Mihaljević Žulj mentor _____
2. doc.dr.sc. Luna Maslov Bandić član _____
3. doc.dr.sc. Goran Fruk član _____

Zahvala

Zahvaljujem se mentoru doc. dr. sc. Marinu Mihaljević Žulju na prihvaćanju teme, strpljenju i pomoći oko pisanja diplomskog rada. Također, zahvaljujem se i dr. sc. Antoniji Tomić, Petri Štambuk, mag. ing. agr. sa Zavoda za vinogradarstvo i vinarstvo; te doc. dr. sc. Goranu Fruku sa Zavoda za voćarstvo, koji su mi pomogli u provedbi eksperimentalnog dijela diplomskog rada.

Najviše hvala mojim roditeljima i bratu na podršci i vjeri u mene tijekom studiranja.

Sadržaj

1. Uvod 1

1.1. Cilj istraživanja 1

2. **Pregled literature 2**

2.1. Šljiva (*Prunus domestica* L.) 2

2.1.1. *Kemijska i nutritivna svojstva plodova* 3

2.2. Proizvodnja voćnih vina 5

2.2.1. *Primarna prerada voća* 7

2.2.2. *Alkoholna fermentacija* 8

2.3. Uloga enzima u voćnom vinu 9

2.4. Kvasci u vinu 10

2.4.1. *Hrana za kvasce* 11

2.5. Kemijski sastav voćnog vina 11

2.5.1. *Alkohol* 11

2.5.2. *Ukupni ekstrakt* 12

2.5.3. *Ugljikohidrati* 12

2.5.4. *Ukupna kiselost* 13

2.5.5. *Pepeo* 13

2.5.6. *Fenoli* 13

2.5.7. *Antocijani* 14

3. Materijali i metode 15

3.1. Sorta 'Stanley' 15

3.2. Provođenje pokusa 15

3.3. Pektolitički enzim korišten u istraživanju 16

3.3.1. *Lallzyme OE* 16

3.4. Sojevi kvasaca korišteni u istraživanju 16

3.4.1. *Lalvin EC 1118 – Saccharomyces bayanus* 17
3.4.2. *Lalvin ICV D21 – Saccharomyces cerevisiae* 17
3.5. Kemijska analiza voćnog vina 18
3.5.1. *Osnovni kemijski sastav* 18
3.5.2. *Određivanje koncentracije ukupnih fenola* 19
3.5.3. *Određivanje koncentracije ukupnih antocijana* 20
3.5.4. *Statistička analiza podataka* 20
4. Rezultati i rasprava 21
4.1. Osnovni kemijski sastav 21
4.1.1. *Alkohol* 21
4.1.2. *Ukupna kiselost* 22
4.1.3. *Hlapljiva kiselost* 22
4.1.4. *pH* 23
4.1.5. *Pepeo* 24
4.1.6. *Slobodni i ukupni SO_2* 24
4.2. Koncentracije ukupnih fenola 25
4.3. Koncentracije ukupnih antocijana 26
5. Zaključak 27
6. Literatura 28
7. Prilog 33
7.1. Tablice rezultata osnovne kemijske analize vina 33
Životopis 35

Sažetak

Diplomskog rada studenta **Krunoslava Stublića**, naslova

UTJECAJ KVASACA NA KAKVOĆU VOĆNOG VINA OD ŠLJIVE

Šljiva je vrlo cijenjena voćna vrsta u svijetu, upravo zbog svojih poželjnih karakteristika plodova i njihovog djelovanja na zdravlje ljudi. Sorta 'Stanley' je zbog svojih kemijskih svojstava plodova dobar izbor za proizvodnju voćnih vina. Kvasci su mikroorganizmi zaslužni za pretvaranje šećera u etanol te njihova raznolikost u svijetu doprinosi proizvodnji voćnih vina za svačiji ukus. U tu svrhu u ovom radu korišteni su dva različita soja kvasaca (Lalvin EC 1118 – *Saccharomyces bayanus*, i Lalvin ICV D21 – *Saccharomyces cerevisiae*) kako bi se istražio njihov utjecaj na osnovni kemijski sastav te koncentracije fenola i antocijana u voćnom vinu od šljive. Rezultati su pokazali kako su svi parametri osnovne analize vina (alkoholna jakost, ukupni ekstrakt, šećer reducirajući, ekstrakt bez šećera, ukupne kiseline, pH, hlapljiva kiselost, pepeo, SO_2 ukupni i slobodni) inokuliranog s kvascem ICV D21 bili viši od vina inokuliranog s kvascem EC 1118. Također, koncentracija ukupnih fenola i antocijana bila je viša u vinu u vinu dobivenom fermentacijom s kvascem ICV D21.

Ključne riječi: šljiva 'Stanley', voćna vina, kvasci

Summary

Of the master's thesis – student **Krunoslav Stublić,** entitled

INFLUENCE OF YEASTS ON THE QUALITY OF PLUM FRUIT WINE

Plum is a highly valued fruit species in the world, precisely because of its desirable fruit characteristics and their effect on human health. The 'Stanley' variety is a good choice for fruit wine production due to its chemical properties. Yeasts are microorganisms responsible for converting sugar into ethanol, and their diversity in the world contributes to the production of fruit wines for everyone's taste. For this purpose, two different strains of yeast (Lalvin EC 1118 - *Saccharomyces bayanus*, and Lalvin ICV D21 - *Saccharomyces cerevisiae*) were used in this study to investigate their influence on the basic chemical composition and phenol and anthocyanin concentrations in plum fruit wine. The results showed that all parameters of the basic analysis of wine (alcoholic content, total extract, reducing sugar, sugar-free extract, total acids, pH, volatile acidity, ash, SO_2 total and free) inoculated with yeast ICV D21 were higher than wine inoculated with yeast EC 1118. Also, the concentration of total phenols and anthocyanins was higher in wine obtained by fermentation with yeast ICV D21.

Keywords: Plum 'Stanley', fruit wines, yeasts

1. Uvod

Šljiva (*Prunus domestica* L.) je voćna vrsta koja pripada porodici *Rosaceae* te je vrlo cijenjena vrsta u svijetu. Najveći proizvođači šljive u svijetu su Kina sa proizvodnjom višom od 6 milijuna tona godišnje, te Rumunjska i Srbija. Jedna je od ekonomski najvažnijih voćaka u umjerenom pojasu (Milošević i Milošević, 2018), jer njezini plodovi sadrže visoku antioksidativnu vrijednost koja pozitivno utječe na zdravlje ljudi.

Voćno vino od šljive je prehrambeni proizvod koji se dobije alkoholnom fermentacijom soka ili masulja od svježeg, za to pogodnog voća s minimalnim sadržajem prirodnog alkohola 1,2 % vol. (Pravilnik o voćnim vinima, 2013). Proizvodnja voćnih vina od šljive na velike količine nije toliko zastupljena u svijetu, nego se ta ona većinom veže za manja obiteljska gospodarstva. Sami tehnološki proces proizvodnje voćnih vina ne razlikuje se mnogo od proizvodnje crnih vina (Velić i sur., 2018a). Nadalje, važna je provedba kontrolirane alkoholne fermentacije uz praćenje temperature koja ne smije biti previsoka, a ni preniska. Također, u kontroliranoj se fermentaciji koriste i selekcionirani sojevi kvasaca. Prilikom selekcije kvasaca potrebno je uzeti u obzir njihove tehnološke i kvalitativne osobine kao što su brzina i kinetika fermentacije te utjecaj na kemijski sastav i senzorna svojstva vina (Raineri i Pretorius, 2000, prema Tomić, 2018). Kvasci su jednostanični mikroorganizmi koji se sastoje ponajviše od šećera i proteina, te masti i mineralnih tvari (Puškaš, 2009). Svojom aktivnošću pretvaraju šećer u alkohol i CO_2, a svojim različitim načinom djelovanja, daju vina karakterističnog okusa i senzornih svojstava.

1.1. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj različitih sojeva kvasaca na osnovni kemijski sastav voćnog vina od šljive, kao i na koncentracije ukupnih fenola i antocijana.

2. Pregled literature

2.1. Šljiva (*Prunus domestica* L.)

Šljiva (*Prunus domestica* L.) je koštićava voćna vrsta koja pripada porodici *Rosaceae*, a rodu *Prunus* (**Tablica 2.1.1.**). Jedna je od ekonomski najvažnijih voćaka u umjerenom pojasu (Milošević i Milošević, 2018) jer se njezini plodovi mogu koristiti na različite načine u prehrambenoj industriji (Dimkova i sur. 2018).

Tablica 2.1.1. Sistematska podjela šljive

Odjeljak	*Spermatophyta* (sjemenjače)
Pododjeljak	*Magnoliophytina*
Razred	*Magnoliateae*
Podrazred	*Rosidae* (ruže)
Nadred	*Rosanae* (ruže)
Red	*Rosales* (ruže)
Porodica	*Rosaceae* (ruže)
Podporodica	*Prunoideae* (koštićave voćke)
Rod	*Prunus* L.
Vrsta	*Prunus domestica* L.

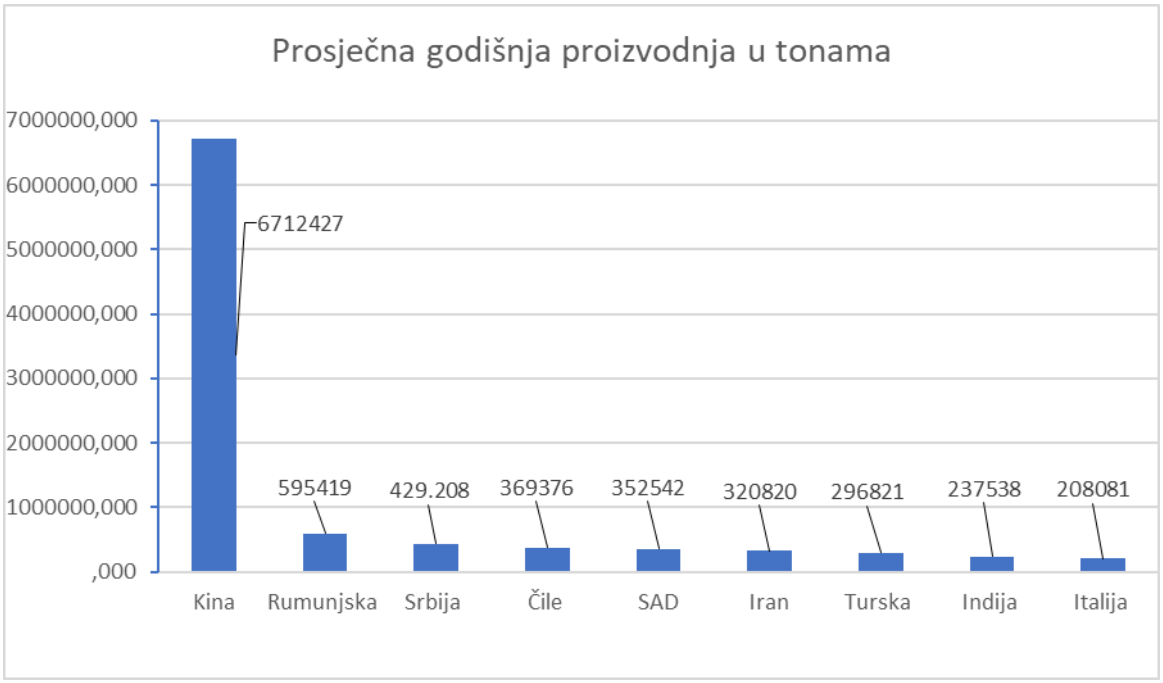
(Izvor: https://www.cabi.org/isc/datasheet/44278)

Na grafu 2.1.1. prikazani su podaci o prosječnoj godišnjoj proizvodnji šljive u svijetu u periodu od 2015. do 2019. godine. U najveće proizvođače šljive spada Kina s više od 6 milijuna tona godišnje. Dalje ju prate Rumunjska, Srbija, Čile, SAD, Iran, Turska, Indija i Italija s prosječnom godišnjom proizvodnjom od 200.000 do 600.000 tona (FAO, 2019).

Prema Milošević i Milošević (2018) porodica Rosaceae sastoji se od 400-450 vrsta koji su podjeljeni u pet potporodica:

- *Prunus* (šljive i marelice)
- *Amygdalus* (breskve i bademi)
- *Cerasus* (trešnja i višnja)
- *Padus* (sremza)
- *Laurocerasus* (lovorvišnja)

Šljiva (*P. domestica*) je heksaploidna vrsta te se smatra se da je nastala križanjem diploidne *Prunus cerasifera* Ehrh (džanarika) i tetraploidne *Prunus spinosa* (crni trn) (Jayasankar i sur., 2016). No, Crane i Lawrence (1934) i Rybin (1936) (prema Zhebentyayeva i sur., 2019) napravili su istraživanje u kojem su proveli hibridizaciju između *P. cerasifera* i *P. spinosa*, što je rezultiralo vrlo malim brojem dobivenih plodnih hibrida koji su morfološki slični *P. domestici*, dok je velika većina nastalog potomstva ostalo neplodno.



Graf 2.1.1. Podaci o prosječnoj godišnjoj proizvodnji šljiva u svijetu (2015-2019). (Izvor: FAO, 2019., http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize – pristup 21.03.2021.).

Morfološki gledano, šljiva (*P. domestica* L.) je stablo koje može narasti i do 12 m, a životni vijek joj je 30-50 godina. Oblik krošnje je piramidalan, jajast ili loptast (Miljić, 2015). Grančice su gole ili dlakave i obično bez trnja. Listovi su dosta krupni, eliptični ili jajasti dužine 4-9 cm, a širine 2-5 cm (Mišić, 2006., prema Pintarić, 2012). Cvjetovi su pentamerni, s pet latica i pet lapova te su najčešće bijeli, no ponekad mogu biti i ružičasti (Jayasankar i sur., 2016). Plod šljive je koštunica, različite krupnoće i oblika, ovisno o sorti. Krupnoća ploda može biti mase od 6,5 do 65 g. Boja mesa je žuta do žutozelena i različitog okusa (Miljić, 2015).

2.1.1. Kemijska i nutritivna svojstva plodova

U prehrani ljudi voće je oduvijek zauzimalo posebno mjesto zbog svojeg izgleda, privlačne arome i teksture. Osim toga, voće predstavlja i bogat izvor spojeva koji imaju pozitivan učinak na ljudsko zdravlje (Tomić, 2018). Svježe šljive smatraju se zdravom i funkcionalnom hranom (Miljić, 2015), te ih čine razni bioaktivni spojevi kao što su fenoli, antocijani, karotenoidi, minerali i pektini (Birwal, 2017). U **tablici 2.1.1.1.** prikazan je kemijski sastav svježih plodova šljive na 100 g ploda.

Prema Miljić i Puškaš (2015) udio suhe tvari u plodovima kreće se u rasponu od 14-21%, dok se količina šećera nalazi u količini od 13% do 18,5%. Sadržaj ukupnih kiselina je od 5-14 g/kg, a pH varira od 3,3 do 3,6.

Tablica 2.1.1.1. Kemijski sastav svježih šljiva na 100 g.

Hranjive tvari	Mjerna jedinica	Svježa šljiva
energija	kcal	50
voda	g	83,7
ukupni proteini	g	0,6
ukupne masti	g	0,17
ukupni ugljikohidrati	g	11,41
ukupni minerali	g	0,49
Vitamini		
vitamin A	µ	0
beta-karoten	µg	210
vitamin E	mg	0,8
vitamin B-12	mg	0
folna kiselina	µg	2
vitamin K	µg	nd*
vitamin C	mg	5,4
Minerali		
natrij	mg	1,7
kalij	mg	221
kalcij	mg	14
magnezij	mg	10
fosfor	mg	18

(Izvor: Kulier, 2001)
*nd – nije detektirano

Plod šljive sastoji se od mesa (mezokarpa) i pokožice (egzokarpa), koji čine 94,1-96,3% ploda, dok ostatak čini koštica (Miljić, 2015). U proizvodnji alkoholnih pića, pa tako i voćnog vina, košticu šljive poželjno je odvajati jer sadrži spoj amigdalin koji se u kiselim sredinama razgrađuje na cijanovodičnu kiselinu i benzaldehid koji su toksični za ljudsko zdravlje (Ghiulai i sur., 2006., prema Miljić, 2015).

Ugljikohidrati, uz organske kiseline, čine najvažnije spojeve koji utječu na konačni okus ploda. U plodovima šljive, najzastupljeniji šećeri su saharoza, fruktoza, glukoza i sorbitol (Dugalić, 2015). Dimkova i sur. (2018) proveli su istraživanje na 8 različitih kultivara šljive. Dobiveni rezultati pokazali su kako je najveću količinu šećera

imala sorta 'Stanley' (14,46%), koja je također imala i najnižu količinu organskih kiselina (0,85%). Od organskih kiselina najveće koncentracije u plodovima zauzima jabučna kiselina. Dalje ju slijedi kvininska kiselina, dok se limunske kiseline nalazilo u manjim količinama (Roussos i sur., 2016).

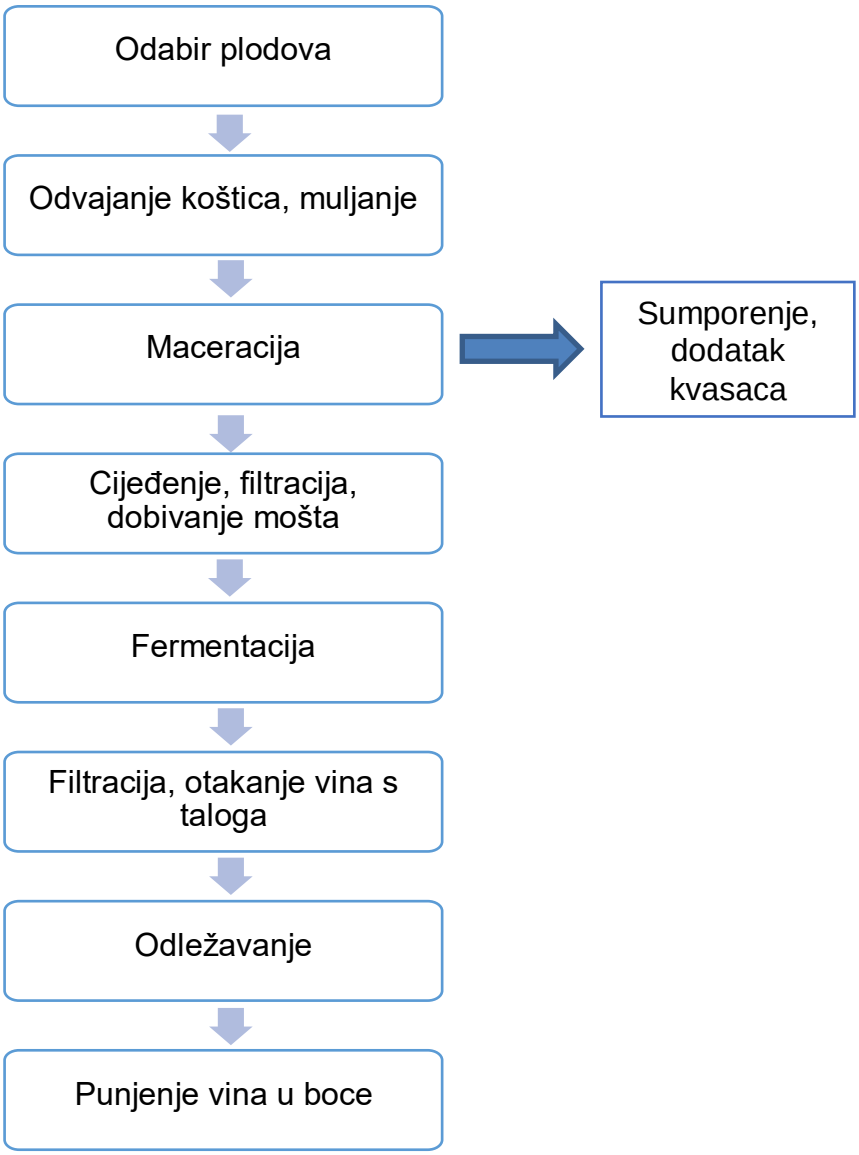
2.2. Proizvodnja voćnih vina

Vino je alkoholno piće koje se proizvodi od grožđa, no u zadnjih nekoliko desetljeća unaprijedila se proizvodnja voćnih vina i drugih voćnih vrsta (Miljić i Puškaš, 2014). Prema Pravilniku o voćnim vinima (2013) voćno vino (**slika 2.2.1.**) je prehrambeni proizvod dobiven fermentacijom soka ili masulja od svježeg i za to pogodnog koštičavog, jezgričavog, jagodičastog, bobičastog ili ostalog voća i ima minimalni sadržaj prirodnog alkohola 1,2 % vol. Iako postoji malo literaturnih podataka, među najveće proizvođače voćnih vina u Europi spadaju Francuska, Rusija, Velika Britanija, te u manjoj mjeri Njemačka, Austrija i Švicarska (Miljić, 2015). Za proizvodnju u Hrvatskoj, najviše se koristi bobičasto voće (kupine, maline, jagode i ribiz), te višnja i jabuka (Velić i sur., 2018a), no ona se veže uglavnom uz manja poduzeća i obiteljska poljoprivredna gospodarstva (Tomić, 2018).



Slika 2.2.1. Voćno vino od šljive Gekkeikan
(Izvor: https://www.lcbo.com/webapp/wcs/stores/servlet/en/lcbo/specialty-16025/gekkeikan-plum-wine-46763#.YImCZLUzZEY – pristupljeno: 21.03.2021.)

Tehnološki proces proizvodnje voćnih vina ne razlikuje se mnogo od proizvodnje crnih vina (Velić i sur., 2018a). Glavne razlike u postupcima proizvodnje potiču iz činjenice da voće uglavnom sadrži veći sadržaj polisaharida (prije svega pektina) (Miljić, 2015), te da ekstrakcija šećera i drugih topljivih tvari iz mesa ploda je otežana. Osim toga, voćne sokove karakterizira manji sadržaj šećera i veći sadržaj kiselina, nego kod grožđa (Velić i sur., 2018a). U proizvodnji vina moguće je reguliranje razine kiselosti, kao i smanjenje ili povećanje razine šećera. Neke voćne vrste, primjerice trešnje, jagode, maline i ananas imaju povećanu količinu kiselina u plodovima, stoga se u proizvodnji vina mogu dodati saharoza i voda da bi se smanjila količina kiselina (Saranraj i sur., 2017).



Slika 2.2.2. Prikaz postupaka proizvodnje voćnih vina (Velić i sur., 2018a).

Jedan od najpoznatijih voćnih vina u svijetu je ,,cider'' ili vino od jabuke, koje se proizvodi od fermentiranih jabuka (Saranraj i sur., 2017). ,,Cider'' se proizvodi u većini europskih zemalja (Njemačka, Velika Britanija, Francuska, Španjolska) te u Argentini i Australiji (Saranraj i sur., 2017). Smatra se da se proizvodi već više od 2000 godina (Swami i sur., 2014). Isti autori navode podjelu ,,cidera'' prema sadržaju alkohola na ,,soft cider'' (1-5%) i ,,hard cider'' (6-7%). Voćna vina se također mogu raditi i od tropskih voćnih vrsta. Ogodo i sur. (2018) opisali su postupak dobivanja mošta za proizvodnju voćnog vina od manga (*Mangifera indica*). Plodovi nakon berbe su oprani te dezinficirani sa sterilnom vatom umočenom u 70%-tni alkohol. U voćnu kašu dodan je kvasac *Saccharomyces cerevisiae* kojem je dodana hrana za kvasce, te je nakon tri sata započela fermentacija. Prema Swami i sur. (2014) banana (*Musa peradisiaca*) je vrlo pogodna za proizvodnju voćnog vina. Isti autor navodi da je za proizvodnju vina potrebno banane kuhati da se dobije voćni sok, u koji se potom dodaju selekcionirani kvasci, limunska kiselina, šećeri i kukuruzno brašno te se sve zajedno ostavi u posudi na dva dana. Nakon toga, sve se prebacuje u drugu posudu bez pristupa zraka na 14-30 dana nakon kojih krene filtracija voćnog vina.

Sastav i kvaliteta voćnog vina ovise o raznim čimbenicima. Miljić i sur. (2017a) navode te čimbenike: utjecaj okoliša (klima i tlo), utjecaj sorte, stupanj zrelosti plodova, primarna prerada voća, uvjeti fermentacije (pH, temperatura, soj kvasaca), te daljni vinifikacijski postupci u proizvodnji. Prema Joshi i sur. (2017) okolišni čimbenici, poznati kao ,,terroir'' sastoje se od međudjelovanja između tla i klime. Utjecaj tla na kvalitetu voća i voćnog vina važan je ponajviše na područjima gdje se tlo ne navodnjava, nego prodor vode i minerala u biljku ovisi samo o tipu tla. Od klimatskih uvjeta, najveći značaj imaju noćne i dnevne temperature, relativna vlažnost zraka i sunčeva svjetlost.

2.2.1. Primarna prerada voća

Sirovinu koja se koristi za proizvodnju voćnog vina, prije fermentacije potrebno je na pravilan način pripremiti. To uključuje nekoliko postupaka, kao što su: izdvajanje oštećenih plodova, pranje plodova, drobljenje plodova, maceracija, te cijeđenje soka, odnosno dobivanje mošta. Uklanjanje oštećenih plodova te pranje istih je bitno da se uklone sve nečistoće koje bi imale negativan utjecaj na voćno vino. Prije usitnjavanja važno je odvajanje koštica iz plodova, jer sadrže gorke smole koje mogu imati štetan utjecaj na okus voćnog vina (Velić i sur., 2018a). Usitnjavanje (drobljenje) plodova obavlja se zbog povećanja randmana mošta, jer što su plodovi finije samljeveni, to će i količina mošta biti veća (Jemrić i sur., 2014).

Maceracija je proces ekstrakcije polifenolnih i aromatskih spojeva iz čvrstih dijelova plodova, prvenstveno kožice. Može se podijeliti u tri faze: predfermentativna maceracija, fermentativna i postfermentativna maceracija (Puškaš, 2009). Nadalje,

postoje tri tipa maceracije: hladna maceracija, termovinifikacija i karbonska maceracija (Buntić, 2016). Hladna maceracija, koja se događa pri temperaturama 10-15°C, radi se s ciljem usporavanja početka prirodne fermentacije (Setford i sur., 2017). Od faktora koji utječu na ekstrakciju spojeva iz kožice ploda, najvažniji se smatra temperatura maceracije. Miljić (2015) navodi da se pri većim temperaturama ekstrakcija ubrzava, a razlog tome je degradacija središnje lamele stanične stijenke čime se omogućuje ekstrahiranje spojeva u vino. Međutim, isti autor navodi da maceracijom na 28-30 °C dolazi do gubitka voćne arome zbog isparavanja aromatskih spojeva. Nasuprot tome, u istraživanju Parenti i sur. (2004) proučavan je utjecaj niskih temperatura maceracije na kvalitetu vina. Dobiveni rezultati pokazali su da niske temperature daju bolju kvalitetu. Povećava se ekstrakcija polifenola kao i aromatskih spojeva u mošt.

Mošt je tekući proizvod, proizveden odgovarajućim postupcima tiještenja i ocjeđivanja voćnog masulja (Pravilnik o voćnim vinima, 2013). Prema Matei (2017) dobivanje pravilno uravnoteženog mošta je vrlo važan korak u proizvodnji voćnog vina. Prema tome, početni sadržaj šećera trebao bi biti najmanje 19 °Brix, pH 3,0-3,75, a taninske kiseline 5.0–8.0 g/L.

2.2.2. Alkoholna fermentacija

Vrenje masulja, odnosno alkoholna fermentacija (AF) predstavlja jednu od najvažnijih faza u procesu proizvodnje voćnih vina. Smatra se također jednom od najstarijih tehnologija tijekom ljudskog postojanja (Andersa, 2020). To je biokemijski proces u kojem se šećeri glukoza i fruktoza pretvaraju u etanol i CO_2 (Herjavec, 2019). Vremensko trajanje procesa za crvena vina je 7-14 dana (Andersa, 2020). Osnovna kemijska jednadžba alkoholne fermentacije prikazana je kako slijedi (1) (Zamora, 2009):

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 \quad (1)$$

Međutim, osim alkohola i ugljikovog dioksida, tijekom vrenja djelovanjem kvasaca nastaju i drugi sporedni produkti koji također imaju ulogu u stvaranju konačne arome i okusa vina. Neki od tih produkata su: viši alkoholi, esteri, glicerol, jantarna kiselina, aromatski spojevi (Zamora, 2009; Andersa, 2020). Zamora (2009) navodi da uspješnost same fermentacije ovisi o održavanju populacije vijabilnih kvasaca u određenom broju dok ne potroše svu količinu šećera. Vijabilnost kvasaca označava postotak živih stanica u ukupnom broju stanica kvasaca (Petravić-Tominac i sur., 2017).

Nadalje, na AF, pa tako i konačnu kvalitetu samog voćnog vina utječu razni čimbenici, što potvrđuju i provedena istraživanja. Istraživanje uzroka problema tijekom fermentacije započelo je još u drugoj polovici 19. stoljeća od strane Louisa Pasteura (Barnett, 2000, prema Petravić-Tominac i sur., 2017). Jedni od najvažnijih čimbenika

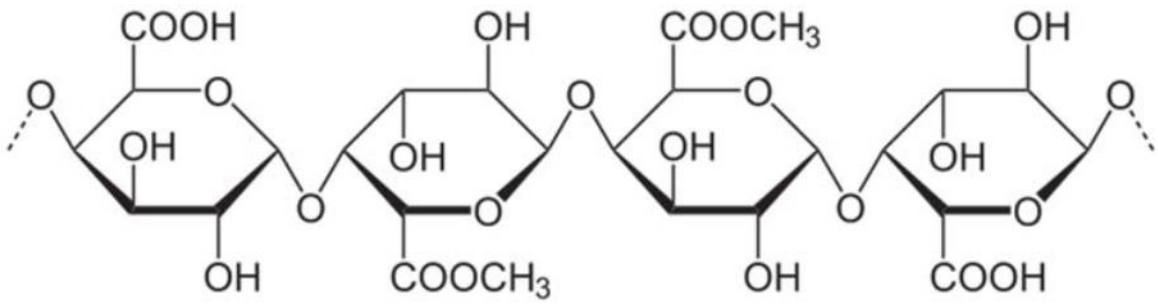
su: temperatura fermentacije, pH, koncentracija šećera i kisik (Puškaš, 2009). Prema istom autoru potrebna količina kisika je 5-10 mg/L te je njegova potrošnja u prvoj fazi povećana, jer se u toj fazi kvasac umnožava. Pozitivan utjecaj kisika u svojem istraživanju su dokazali i Reddy i Reddy (2011). Rezultati su pokazali kako je kisik ima značajan utjecaj na rast kvasaca te da je fermentacija trajala kraće (5 dana). Osim toga, aeracija omogućuje produkciju većeg sadržaja etanola, estera i viših alkohola. Tijekom fermentacije, vrlo je bitno praćenje temperature. Naime, postoji određeni raspon u kojem kvasci imaju najbolje djelovanje. Optimalnom temperaturom smatra se 25-30 °C, no ona ovisi o vrsti kvasca (Puškaš, 2009; Miljić i Puškaš, 2014). Saranraj i sur. (2017) navode da više temperature fermentacije uzrokuju bolje izdvajanje pigmenata iz kožice plodova, međutim, one također mogu uzrokovati i smanjenu koncentraciju poželjnih aromatskih spojeva. Niže temperature uzrokuju dugotrajniju i manje aktivnu fermentaciju (Tomić, 2018).

2.3. Uloga enzima u voćnom vinu

Korištenje enzima u proizvodnji vina poznato je već desetljećima (Tomić, 2018). Grupa enzima koja se najčešće koristi su pektolitički enzimi ili pektinaze. Svojom aktivnošću dovode do hidrolize pektinskih tvari, koje predstavljaju složene polisaharide čiju osnovu čini lanac molekula galakturonske kiseline povezanih α(1-4) glikozidnim vezama (**Slika 2.3.1.**) (Miljić, 2015).

Pektolitički enzimi mogu se podijeliti u tri veće skupine (Jayani i sur., 2005):

- *Protopektinaze* - razgrađuju netopljivi protopektin te dovode do povećanja visokopolimeriziranog topivog pektina
- *Esteraze* - kataliziraju de-esterifikaciju pektina, uklanjanjajući metoksi estere
  Depolimeraze - kataliziraju hidrolitičko cijepanje α-(1-4) - glikozidnih veza između jedinica D-galakturonske kiseline pektinskih tvari



Slika 2.3.1. Strukturna molekula pektina (Tomić, 2018).

Pektinaze su prirodno rasprostranjene u mikroorganizmima i višim biljkama te su od primarne važnosti u životu biljaka, jer utječu na stanični rast, kao i na omekšavanje biljnih tkiva tijekom dozrijevanja i skladištenja (Jayani i sur., 2005). Njihova uloga u prehrambenoj industriji, pa tako i u proizvodnji voćnog vina od velike je važnosti. Naime, hidrolizom pektinskih tvari dolazi do razgradnje kožice plodova, što uzrokuje povećanje ekstrakcije spojeva iz plodova, povećanje prinosa, i olakšava filtraciju. Osim toga, povećava se i ekstrakcija aromatskih spojeva i boje iz kožice ploda (Miljić i sur., 2019). Chang i sur. (1995) u svojem su radu istraživali utjecaj pet komercijalnih pektinaza na prinos i kvalitetu soka šljive. Rezultati su pokazali signifikantno povećanje stvaranja soka u uzorku tretiranom enzimima (56.7-73.2%) naprema netretiranom uzorku (38%). Također, zabilježeno je povećanje koncentracije šećera, dok se pH vrijednost mošta nije uvelike mijenjala. Miljić i sur. (2019) proveli su istraživanje utjecaja pet različtih komercijalnih pektolitičkih enzima na prinos i ekstrakciju fenolnih tvari voćnog vina od šljive. Rezultati su pokazali da sami dodatak enzima u masulj šljive ima veliki utjecaj na ukupni prinos vina te na stvaranje etanola, dok u koncentraciji ukupnih fenola nije bilo veće razlike.

2.4. Kvasci u vinu

Kvasci su jednostanični mikroorganizmi, ,,izazivači alkoholne fermentacije''. Sastoje se ponajviše od šećera i proteina, te masti i mineralnih tvari (Puškaš, 2009). Njihova upotreba u vinarskoj proizvodnji postala je već uobičajena te se najviše proizvođača odlučuje na proizvodnju vina s inokuliranim kvascima, nego s ,,divljim kvascima''. Međutim, postoji i nekolicina vinara koji i dalje proizvode vina samo sa spontanom fermentacijom jer vjeruju da takva daje bolju kvalitetu vina (Zamora, 2009). Kvasci svojom aktivnošću pretvaraju šećer u alkohol i CO_2. Mogu rasti i djelovati u rasponu temperatura od 5 do 40 °C i pH vrijednosti 2,5-6,5 (Miljić i sur., 2017a). Najznačajnija skupina kvasaca koja se koristi za proizvodnju vina pripadaju rodu *Saccharomyces*, ponajviše *S. cerevisiae* i *S. bayanus*, ali se posljednjih godina sve više koriste i kombinacije sa ne-*Saccharomyces* kvascima (*Kloeckera*, *Candida*, *Metschnikowia* i dr.) (Miljić, 2015). Prema šećeru koji preferiraju, kvasci mogu biti glukofilni jer preferiraju glukozu ili fruktofilni jer preferiraju fruktozu. Fruktofilni kvasci pogodni su fermentaciju mošta kasnije branog grožđa koji sadrže više te heksoze. *S. cerevisiae* je primjer glukofilnog kvasca, dok je *S. bayanus* primjer fruktofilnog kvasca.

Do sada je objavljeno vrlo malo literaturnih podataka o utjecaju kvasaca na kvalitetu voćnih vina od šljiva. Rezultate uspoređivanja utjecaja različitih sojeva kvasca *S. cerevisiae var. ellipsoideus*, (UCD 505, UCD 595, UCD 522, W i Tablet) na enološka i senzorna svojstva voćnog vina od šljive, Joshi i sur. (2009) objavili su u svojem istraživanju. Utvrdili su značajan utjecaj kvasaca na aromu i sadržaj etanola u vinu. Također, utjecali su na veću razliku u količini tanina u vinu. Miljić i sur. (2017a) u svom su radu koristili autohtonu mikrobiotu i komercijalno dostupne kvasce *S. cerevisiae* i *S.*

bayanus, za istraživanje njihovog utjecaja na fermentaciju i aromatski profil vina. Značajniji utjecaj na fermentaciju imali su sojevi *Saccharomyces* kvasaca. Trajala je kraće (4-5 dana) te se stvaranje etanola odvijalo brže nego u ostalim istraživanjim kvascima. Također, vino s inokuliranim sojem *S. cerevisiae* rezultiralo je boljim senzornim svojstvima.

2.4.1. Hrana za kvasce

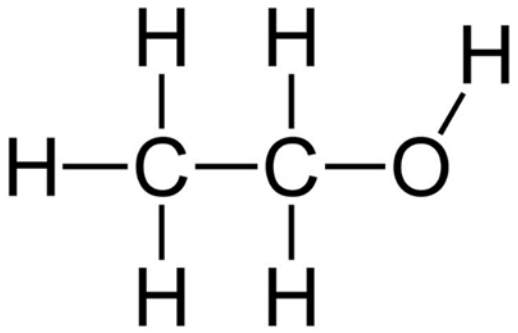
Da bi kvasci bolje reagirali i mogli završiti alkoholnu fermentaciju u potpunosti, osim što za to dobivaju energiju metabolizirajući određene nutrijente, vrlo je važno također dodavanje potrebnih nutrijenata u obliku kompleksnih hranjiva. Ta kompleksna hranjiva na tržištu se najčešće sastoje od dušićnih spojeva. Ako mošt nema dovoljno asimilacijskog dušika, vinari koriste hranu za kvasce, kao što je amonijev hidrogenfosfat koji potiče razmnožavanje kvasca (Herjavec, 2019). Primjer kompleksnog hranjiva je FERMAID E™. Njegova upotreba ima nekoliko poželjnih svojstava (Maslek i Maslek, 2017):

- Smanjuje rizik pojave stranih mirisa i zastoja alkoholne fermentacije
- Pomaže kvascu u uvjetima gdje nedostaje dostupnog dušika
- Sadrži organski dušik (alfa-amino oblik), anorganski dušik (diamonij fosfat, amonij sulfat) te važne mikroelemente kao što je tiamin

2.5. Kemijski sastav voćnog vina

2.5.1. Alkohol

Voda i alkohol etanol (CH_3CH_2OH) (**Slika 2.5.1.1.**) dva su primarna sastojka koja sadrži svako voćno vino (Velić i sur., 2018b). Etanol je bezbojna, hlapljiva i lako zapaljiva tekućina. Glavni je produkt alkoholne fermentacije, a nastaje metaboličkom aktivnošću kvasaca (Herjavec, 2019). Stvaranje etanola u vinu regulirano je od tri važna čimbenika: sadržaj šećera, temperatura fermentacije i soj kvasca (Velić i sur., 2018b). Naime, što je veći sadržaj šećera, to će veću količinu etanola kvasci proizvesti, no to opet ovisi o soju kvasca. Uloga etanola u vinu je višestruka: (1) zajedno s vodom djeluje u ekstrakciji spojeva prisutnih u plodovima, (2) služi kao reaktant u sintezi važnih hlapljivih spojeva (etilnih estera), te (3) važan je u pogledu senzornih svojstava, dozrijevanja i stabilnosti voćnog vina (Velić i sur., 2018a). Prema Pravilniku o voćnim vinima (2013) stvarna alkoholna jakost voćnih vina mora biti u rasponu od 1,2% – 13% vol.



Slika 2.5.1.1. Strukturni prikaz alkohola etanola.
(Izvor: https://educalingo.com/en/dic-ms/etanol – pristupljeno 26.08.2021.)

2.5.2. Ukupni ekstrakt

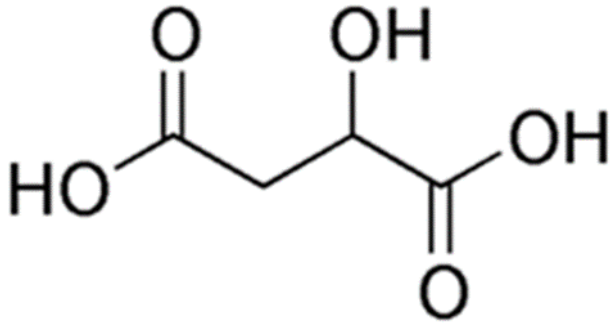
Ukupni suhi ekstrakt ili ukupnu suhu tvar predstavljaju sve tvari koje nisu hlapive pod specifičnim fizičkim uvjetima. U takvim uvjetima tvari koje čine ekstrakt moraju pretrpjeti što je moguće manje promjene u tijeku izvođenja testa (Pravilnik o voćnim vinima, 2013). Osim kao ukupni ekstrakt, u vinu se može nalaziti još i nereducirani ekstrakt bez šećera i reducirajući ekstrakt (Mihovilović, 2016).

2.5.3. Ugljikohidrati

Ugljikohidrati su najraširenija skupina organskih spojeva u živom svijetu. Njihova se sinteza odvija na zelenim dijelovima biljaka, ponajprije listovima, putem procesa fotosinteze. Udio šećera u grožđu i moštu se nalazi u rasponu od 18% do 28%, što ovisi o sorti te okolinskim i vremenskim uvjetima (Mihovilović, 2016). Šećeri koji se prirodno nalaze u plodovima voćaka, služe kvascima za stvaranje alkohola tijekom alkoholne fermentacije. Najznačajniji šećeri u voću su glukoza i fruktoza, a u nekima se nalazi još i saharoza (Velić i sur., 2017a). Iako su šećeri važni za alkoholnu fermentaciju, visoke koncentracije ipak nisu poželjne jer djeluju inhibirajuće na rast mikroorganizama (Andersa, 2020). Prema Miljić (2015) šljivu karakterizira povoljna količina šećera, 8-16%. Milala i sur. (2013) (prema Miljić, 2015) su u svom istraživanju analizom soka tri sorte domaće šljive, utvrdili da je udio glukoze u ukupnim šećerima oko 50%, fruktoze 20-40%, dok se sorbitola nalazilo do 10%.

2.5.4. Ukupna kiselost

Kiselost vina određena je koncentracijom kiselina u voću. Tako primjerice, šljiva, malina, jagoda, borovnica i kupina imaju veći sadržaj kiselina, dok jabuka i kruška imaju veću količinu šećera nego kiselina. Najzastupljenija organska kiselina u voću je jabučna kiselina (**Slika 2.5.4.1.**) (Maksimović i Dragišić-Maksimović, 2017). Prema istim autorima, sadržaj jabučne kiseline u vinima od borovnica i kupina nalazi se u koncentraciji od 2,8 g/L, odnosno 3,5 g/L, dok suprotno, u vinima od jagoda se ne nalaze veće količine jabučne kiseline, svega 0,28 g/L. U istraživanju Velić i sur. (2018b), u vinima od trešnje, jabuke i kupine jabučna kiseline se nalazila u količini od 6,8 g/L, 6,2 g/L i 3,2 g/L.



Slika 2.5.4.1. Strukturni prikaz molekule jabučne kiseline (Tomić, 2018).

2.5.5. Pepeo

Pepeo vina predstavljaju mineralni spojevi koji ostaju nakon sagorjevanja vina na visokoj temperaturi od oko 550 °C. Količina pepela u vinu ovisi o sorti, gnojidbi, tlu i stupnju zrelosti plodova (Herjavec, 2019). Što je veća količina pepela u voćnom vinu, to predstavlja veću količnu minerala i bolju kvalitetu vina (Velić i sur., 2018b). Prema Pravilniku o voćnim vinima (2013) količina pepela mora biti najmanje 0,6 g/L.

2.5.6. Fenoli

Fenoli su skupina spojeva vrlo raširena u biljnom svijetu (Herjavec, 2019). U istraživanjima dokazano je njihovo antimikrobiološko, antikancerogeno i antioksidativno svojstvo. Osim toga, djeluju i na ljudsko zdravlje, štiteći ih od kardiovaskularnih bolesti (Kalkan Yildirim, 2006, Miljić i sur., 2017b). Plodovi šljive sadrže velike količine različitih fenolnih spojeva, ponajviše u kožici te su oni odgovorni za boju i okus vina (Ljekočević i sur., 2018). Najvažniji faktori koji utječu na količinu fenola u vinima su: njihova koncentracija u plodovima, odabrana metoda vinifikacije,

te promjene uslijed dozrijevanja vina (Miljić i sur., 2017b). Isti autori proveli su istraživanje količine fenolnih spojeva u trima sortama šljiva (Čačanska rana, Čačanska lepotica, Požegača). Vino Čačanske lepotice imalo je najveću količinu ukupnih fenola, antocijana i flavan-3-ola.

2.5.7. Antocijani

Antocijani (grč. *antho* – cvijet, *kyanos* – plav) su najveća i najvažnija grupa vodotopivih pigmenata u prirodi. Pripadaju flavonoidnoj grupi polifenola i pretežno se nalaze u jagodastom voću i crnom grožđu (Tomić, 2018). U biljnom svijetu imaju važnu ulogu - zaslužni su za privlačne nijanse crvene, ružičaste, ljubičaste i plave boje, čime privlače životinje, omogućavajući širenje sjemena i oprašivanje (Alpeza, 2008). Odgovorni su za boju plodova, koja predstavlja važan indikator zrelosti i kvalitete plodova voća.

3. Materijali i metode

3.1. Sorta 'Stanley'

Sorta 'Stanley' je podrijetlom iz SAD-a, gdje je još zovu i Santa Clara. Nastala je križanjem između sorata '*Agen'* i '*Marcele Duce'* 1913. godine. Za ovu sortu smatralo se da neće biti osjetljiva prema šarki, međutim raznim istraživanjima otkriveno je je šarka ipak napada, no simptomi te bolesti nisu vidljivi. Zbog toga je potrebno da se u proizvodnji sadnog materijala kontroliraju matična stabla (Milljković, 1991). Dozrijeva u drugoj polovici kolovoza. Plod je velik do vrlo velik (oko 49 g), izduženo ovalnog oblika. Sadrži oko 14.5% šećera, 5% kiselina (kao jabučna), te pH im je 4,2 (Miljković, 1991).

3.2. Provođenje pokusa

Za provođenje ovog pokusa korišteni su plodovi šljive sorte 'Stanley', koji su pobrani u kolovozu 2020. godine na području kontinentalne Hrvatske. Vinifikacija je provedena 23. rujna 2020. godine, u podrumu koji se nalazi u sklopu znanstveno-nastavnog pokušališta Jazbina, Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (**Slika 3.2.1.**). Isti dan, plodovi su razvrstani u dvije kante s po 10kg plodova u svakoj, te su odkošteni i izmuljani ručno (**Slika 3.2.2.**). Zatim su voćne kaše sulfitirane s 5 % -tnom otopinom sumporaste kiseline u količini od 50 ml na 100 L. Pektolitički enzimi Lallzyme OE dodani su u količini 0,2 mg/20 kg šljive. Idući dan dodani su kvasci. Za potrebe rada korištene su dva različita soja komercijalnih kvasaca: Lalvin EC1118 – *Saccharomyces bayanus*, i Lalvin ICV D21 – *Saccharomyces cerevisiae*, koji su prethodno rehidrirani te im je dodano kompleksno hranjivo Fermaid E (Lallemand). Nakon tjedan dana plodovi iz obje kante isprešani su pomoću sterilne medicinske gaze da ostane samo mošt, te je mošt pretočen u nove plastične boce volumena 5L do kraja fermentacije.



Slika 3.2.1. Provedba vinifikacije u podrumu (Izvor: HRT).



Slika 3.2.2. Izmuljani plodovi šljiva u dvije varijante.

3.3. Pektolitički enzim korišten u istraživanju

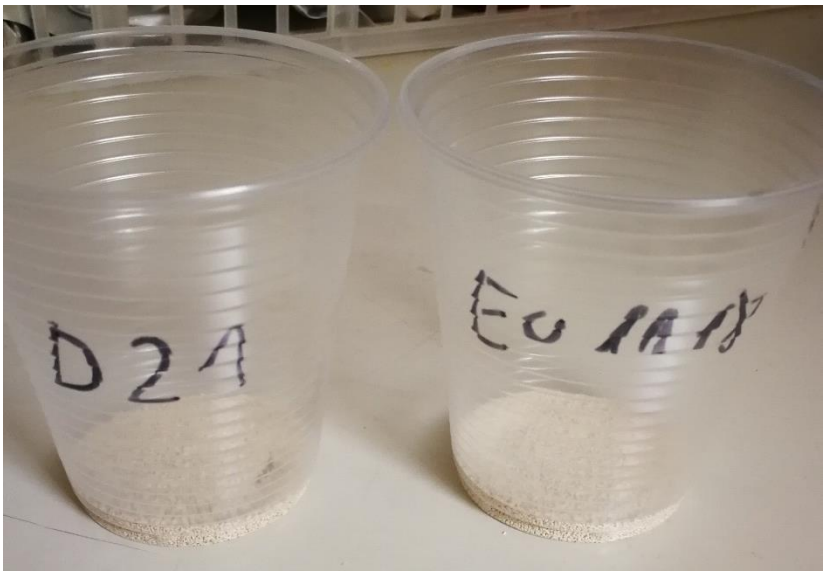
Za istraživanje odabran je pektolitički enzim Lallzyme OE. Nabavljen je od tvrtke Lallemand (Montreal, Kanada).

3.3.1. Lallzyme OE

Lallzyme Oe je visokokoncentrirani enzim pektinaza koji sadrži hemi-celulazu i celulazu. Razvijen je sa svrhom povećanja ekstrakcije boje, tanina i prekursora arome. Omogućuje optimalizaciju maceracije sa ekstrakcijom polifenolnog potencijala, nježnijeg, punijeg i zaokruženijeg tipa. U crnim vinima omogućuje oslobađanje tanina koji su vezani na polisaharide i vakuole membrana, te ekspresiju i izražajnost sortnih karakteristika. Osim toga, povećava stabilnost boje preko taninsko/antocijanskog kompleksa. Dozira se u dozi od 1 – 1,5 g/ 100 kg grožđa (Pavin.hr).

3.4. Sojevi kvasaca korišteni u istraživanju

Za istraživanje su izabrana dva različita komercijalna soja kvasaca (**Slika 3.4.1.**): Lalvin EC 1118 – *Saccharomyces bayanus*, i Lalvin ICV D21 – *Saccharomyces cerevisiae*, a nabavljeni su od tvrtke Lallemand (Montréal, Kanada). Odabrani su sa ciljem proizvodnje dva različita tipa voćnog vina. ICV D21 selekcioniran je za fermentaciju crnih sorata visoke stabilnosti boje, dok se EC1118 najviše koristi za proizvodnju bijelih vina i pjenušaca.



Slika 3.4.1. Priprema komercijalnih kvasaca *S. cerevisiae* i *S. bayanus*

3.4.1. Lalvin EC 1118 – Saccharomyces bayanus

Kvasac EC 1118 izoliran je u Francuskoj, u pokrajini Champagne. Selekcioniran je zbog svojih odličnih svojstava za proizvodnju baznih vina za pjenušce, kao i za proizvodnju pjenušaca. Optimalna temperatura alkoholne fermentacije je u rasponu od 8°C do 30°C, a koja može ići do 16-18 vol % alkohola. Stvara malu količinu octene kiseline, svega 0,2-0,3 g/L, tolerantan je na alkohol i stvara malo pjene. Vrlo intenzivno se koristi u svim vinarskim zemljama svijeta te je omiljen među proizvođačima pjenušaca. Dozira se u količini od 25 g suhog kvasca na 100 litara mošta. Prije upotrebe potrebno ga je rehidrirati (Pavin.hr).

3.4.2. Lalvin ICV D21 – Saccharomyces cerevisiae

Kvasac ICV D21 izoliran je i selekcioniran 1999. godine sa područja Languedoc, u Francuskoj. Koristi se za fermentaciju crnih sorata visoke stabilnosti boje. Optimalna temperatura alkoholne fermentacije za ovaj kvasac je 15-28°C. Može fermentirati i do 16 vol.% alkohola. Stvara malo SO_2 spojeva, hlapivih kiselina i slabo se pjeni. Zahtjevan je u pogledu potrebe za dušikom, no upotrebom kompleksnog hranjiva otklanjaju se bilo kakve poteškoće. Vinu daje odličnu stabilnost boje i lijepu taninsku strukturu. Smanjuje rizik od pojave mirisa kuhanog džema i od osjećaja „pečenja“ alkohola u vrlo zrelim sortama vinove loze 'Cabernet Sauvignon', 'Merlot', 'Syrah', 'Plavac Mali'. Dozira se u količini od 25 g suhog kvasca na 100 litara mošta (Pavin.hr).

3.5. Kemijska analiza voćnog vina

Osnovna analiza fizikalno-kemijska analiza vina provedena je prema metodama OIV-a (2012), u laboratoriju Zavoda za vinogradarstvo i vinarstvo, Agronomskog fakulteta u Zagrebu.

3.5.1. Osnovni kemijski sastav

Alkohol u vinu određen je metodom destilacije na osnovu specifične težine destilata pri 20 °C, d(20/20). Iz dobivenih vrijednosti pomoću tablica po Riechardu očitane su odgovarajuće količine alkohola u vol.%.

Ukupni ekstrakt vina dobiven je denzimetrijski iz ostatka destilacije, a odgovarajuće vrijednosti dobivene su iz specifične težine ekstrakta pri 20 °C, d(20/20), očitane iz tablica po Riechardu u g/L.
Ekstrakt bez šećera (g/L) u vinu dobiven je oduzimanjem količine reducirajućeg šećera od vrijednosti ukupnog ekstrakta.

Reducirajući šećer (g/L) određen je titracijskom metodom po Rebeleinu prema Zoecklin i sur. (2001).

Ukupna kiselost (kao jabučna) određena je metodom neutralizacije uzorka s 0,1 M NaOH uz indikator bromtimol plavi, a izražena je u g/L.

Hlapljiva kiselost (kao octena) određena je metodom destilacije u struji vodene pare. Destilat se uz nekoliko kapi indikatora fenolftaleina titrira sa 0,1 M NaOH do pojave svijetlo ružičaste boje.

pH vrijednost vina određena je mjerenjem na pH-metru Lab 845 (SI Analytics)

Slobodni i ukupni sumporni dioksid u vinu određen je alkalimetrijski, metodom po Paulu.

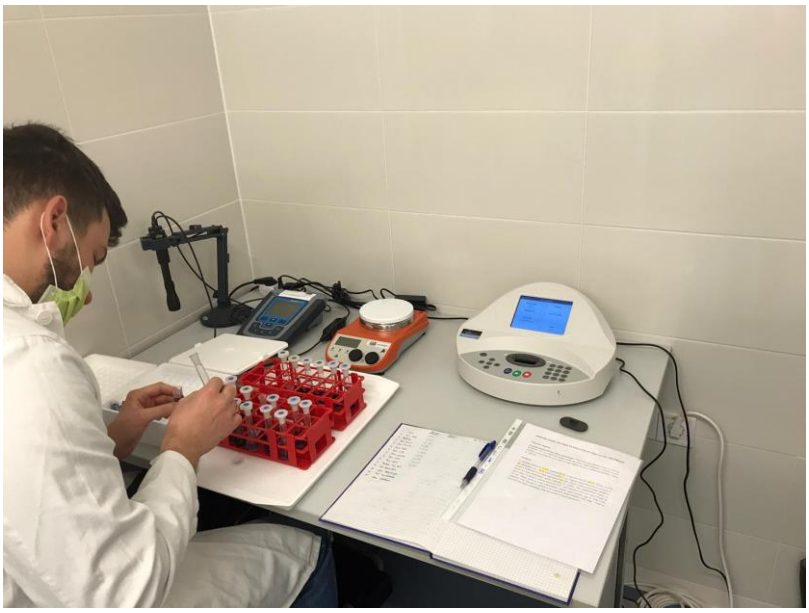
Pepeo vina je određen je sagorijevanjem suhe tvari u mufolnoj peći pri 525 °C. Prije sagorijevanja, potrebno je 20 mL uzorka otpariti na na kipućoj vodenoj kupelji (**Slika 3.5.1.1.**)



Slika 3.5.1.1. Otparivanje uzoraka vina na kipućoj vodenoj kupelji.

3.5.2. Određivanje koncentracije ukupnih fenola

Koncentracije ukupnih fenola u vinima određene su Folin-Ciocalteovom metodom. Folin-Ciocalteuov reagens je smjesa dva jaka oksidansa, fosfovolframove i fosfomolibdenove kiseline. Pri reakciji fenolnih spojeva sa kiselinama, hidroksilne grupe fenolnih spojeva oksidiraju, dok se kiseline reduciraju u plavo obojeni volframov oksid i molibdenov oksid (Tomić, 2018). Korišten je spektrofotometar Lambda XLS+ (PerkinElmer) na 765 nm valne duljine (**Slika 3.5.2.1.**), a rezultati se izražavaju u ekvivalentima galne kiseline, GAE mg/L.



Slika 3.5.2.1. Određivanje ukupnih fenola Folin-Ciocalteovom metodom

3.5.3. Određivanje koncentracije ukupnih antocijana

Koncentracije ukupnih antocijana u ovom radu određene su spektrofotometrom Lambda XLS+ (PerkinElmer). Postupak se radi tako da se u plastičnu kivetu doda 200 µL uzorka i 3800 µL otopine etanola+vode+HCl, te se izmjeri apsorbancija pri valnoj duljini od 540 nm.

3.5.4. Statistička analiza podataka

Na eksperimentalne podatke primijenjena je analiza varijance (jednosmjerna ANOVA). Rezultati su se smatrali značajno različitim ako je p vrijednost bila ispod 0.05. Tukey-ev test je primijenjen za usporedbe srednjih vrijednosti. Sve statističke analize izvedene su pomoću softvera SAS 9.3 (SAS Inc., Cary, SAD).

4. Rezultati i rasprava

4.1. Osnovni kemijski sastav

Rezultati cjelokupne fizikalno – kemijske analize prikazani su u tablicama u Prilogu. Izdvojit će se vrijednosti alkoholne jakosti (vol%), ukupne kiselosti (g/L), hlapljive kiselosti (g/L), pH, količina pepela (g/L) te ukupni i slobodni SO_2.

4.1.1. Alkohol

Tablica 4.1.1.1. Alkoholna jakost vina

	ICV D21 – *S. cerevisiae*	**EC 1118 – *S. bayanus***
Alkoholna jakost (vol.%)	**10,9a**	**9,0b**

Prikazane srednje vrijednosti sa različitim slovima u istom retku značajno se međusobno razlikuju prema Tukey-evom testu ($p<0.05$)

Rezultati pokazuju kako među uzorcima ima razlike u vrijednostima alkoholne jakosti, a razlog tomu je što je kvasac ICV D21 glukofilan, stoga u alkoholnoj fermentaciji stvara više etanola. Rezultati ovog istraživanja znatno su viši nego u rezultatima Miljić (2015), gdje je utjecajem različitih sojeva kvasaca, vino od šljive imalo vrijednosti alkoholne jakosti od 7,49 vol% do 8,11 vol%. Miljić i Puškaš (2014) u svom su radu istraživali utjecaj temperature na stvaranje etanola u vinu od šljive. Dobiveni rezultati pokazali su kako se pri većoj temperaturi stvaraju veće količine etanola, te je tako pri temperaturi od 25 °C zabilježen najveći sadržaj etanola (6,23 vol%), što je ipak niža vrijednost od rezultata ovog istraživanja. Alkoholnu jakost u vinima od kupina proučavala je u svojem istraživanju Tomić (2018). Rezultati su slični ovom istraživanju, te su vrijednosti u vol% bile od 9,78 do 10,98.

4.1.2. Ukupna kiselost

Tablica 4.1.2.1. Ukupna kiselost vina (kao jabučna)

	ICV D21 – *S. cerevisiae*	**EC 1118 – *S. bayanus***
Ukupna kiselost (g/L)	**9,3a**	**8,8a**

Prikazane srednje vrijednosti sa različitim slovima u istom retku značajno se međusobno razlikuju prema Tukey-evom testu ($p<0.05$)

Prema dobivenim rezultatima vrijednosti ukupne kiselosti (izražena kao jabučna) u vinima, između uzoraka nije bilo većih razlika. Miljić i sur. (2016) istraživali su kemijski sastav voćnog vina od triju sorata šljive (Čačanska rana, Čačanska lepotica i Požegača). Uspoređujući njihove rezultate (8,6 g/L, 7,9 g/L, i 6,7 g/L) s rezultatima ovog rada, nije bilo većih razlika u sadržaju ukupnih kiselina, osim za sortu 'Požegača' koja je imala puno nižu vrijednost od ostalih. Utjecaj dvaju kvasaca na kemijski sastav vina proizvedenog od kupine, istraživali su Tomić i sur. (2016) u svojem radu. Što se tiče sadržaja ukupnih kiselina, vino je imalo količinu od 11,7 g/L do 12.1 g/L, izraženu kao vinska kiselina.

4.1.3. Hlapljiva kiselost

Tablica 4.1.3.1. Hlapljiva kiselost u vinu

	ICV D21 – *S. cerevisiae*	**EC 1118 – *S. bayanus***
Hlapljiva kiselost (izraženo kao octena kiselina) (g/L)	**0,42a**	**0,26b**

Prikazane srednje vrijednosti sa različitim slovima u istom retku značajno se međusobno razlikuju prema Tukey-evom testu ($p<0.05$)

Iz dobivenih rezultata vrijednosti hlapljive kiselosti (izražene kao octene kiseline) može se zaključiti kako između uzoraka ima razlike u koncentraciji. U vinu dobivenom fermentacijom s kvascem ICV D21 nastalo je dvostruko više hlapljive kiselosti nego u drugom vinu. Prema Pravilniku o voćnim vinima (2013), vino može imati hlapljive kiselosti u vrijednosti do 1,5 g/L, odnosno ako je vrijednost veća, smatra se da je vino

bolesno. Uspoređujući istraživanje Miljić i sur. (2017a), rezultati ovog rada slični su rezultatima njihovog istraživanja čije su se vrijednosti hlapljive kiselosti kretale od 0,15 do 0,84 g/L. U istraživanju Maslov-Bandić i sur. (2018) u vinu od jabuke količina hlapljive kiseline je bila od 0,38 do 0,53 g/L.

Dio octene kiseline u vinima nastaje tijekom alkoholne fermentacije, a količina iste ovisi o soju kvasca, temperature, količine kisika i količine šećera (Puškaš, 2009). Velika količina octene kiseline u vinima može imati negativan utjecaj na kakvoću vina. To se može dogoditi u slučajevima nepravilnog transporta pljesnivog grožđa do vinarije, što dovodi do preuranjene alkoholne fermentacije; ili kod nepravilne obrade svježe dobivenog mošta, primjerice kada je početna pH veća od 3,5 (Petravić-Tominac i sur., 2017).

4.1.4. pH

Tablica 4.1.4.1. pH vrijednost vina

	ICV D21 – *S. cerevisiae*	**EC 1118 – *S. bayanus***
pH	**3,61a**	**3,52a**

Prikazane srednje vrijednosti sa različitim slovima u istom retku značajno se međusobno razlikuju prema Tukey-evom testu ($p<0.05$)

pH vrijednost predstavlja značajan čimbenik kakvoće vina, jer osim što utječe na senzorna svojstva, boju i svježinu vina, utječe i na fizikalno-kemijsku te mikrobiološku stabilnost (Ribéreau – Gayon i sur., 2006b, prema Tomić, 2018). Prema izmjerenim rezultatima može se zaključiti kako među uzorcima nema značajnih razlika u vrijednostima pH. Uspoređujući s rezultatima ostalih istraživanja, također nema većih odstupanja od vrijednosti u ovom istraživanju. Prema Miljić (2015) optimalni pH za fermentaciju vina je 3,1-3,6. Isti autor je u svom radu dobio pH vrijednost 3,45-3,5. U istraživanju Ljekočević i sur. (2018) na vinu od triju sorata šljiva, pH vrijednost iznosila je od 3,8 do 4,1, što je nešto veća vrijednost od rezultata ovog istraživanja. Utjecaj kvasaca na pH vrijednost vina od jabuke, istraživali su Maslov-Bandić i sur. (2018). U radu su koristili kvasac *S. bayanus* EC1118 i *S. bayanus* Fermol Blanc, a rezultati su pokazali kako nije bilo većih razlika između vrijednosti pH, odnosno bili su od 3,76 do 3,85.

4.1.5. Pepeo

Tablica 4.1.5.1. Sadržaj pepela u vinu

	ICV D21 – *S. cerevisiae*	**EC 1118 – *S. bayanus***
Pepeo (g/L)	**5,60a**	**5,28a**

Prikazane srednje vrijednosti sa različitim slovima u istom retku značajno se međusobno razlikuju prema Tukey-evom testu ($p<0.05$)

Prema rezultatima možemo zaključiti kako uzorci vina ovog istraživanja sadrže povećanu količinu pepela, u odnosu na najnižu količinu koje voćno vino mora imati prema Pravilniku o voćnim vinima (2013), a koje iznosi 0,6 g/L. Ljekočević i sur. (2018) u svom su istraživanju vina od šljive dobili sadržaj pepela od 4,17 do 6,22 g/L. Količinu pepela u vinu od kupine, u svom radu je istražila Tomić (2018), te su vrijednosti bile u rasponu od 2,96 g/L do 3,32 g/L. U vinu od jabuka Maslov-Bandić i sur. (2018) količina pepela bila je od 1,90 do 2,84 g/L, što je znatno niža vrijednost od rezultata.

4.1.6. Slobodni i ukupni SO_2

Tablica 4.1.6.1. Slobodni i ukupni SO_2 u vinu

	ICV D21 – *S. cerevisiae*	**EC 1118 – *S. bayanus***
Ukupni SO_2 (mg/L)	**143,0a**	**97,0b**
Slobodni SO_2 (mg/L)	**28,0a**	**28,0a**

Prikazane srednje vrijednosti sa različitim slovima u istom retku značajno se međusobno razlikuju prema Tukey-evom testu ($p<0.05$)

Prema dobivenim rezultatima možemo zaključiti da ima razlike u koncentraciji ukupnog SO_2 između dva uzoraka, no nema nikakve razlike u količini slobodnog SO_2. Prema Pravilniku o voćnim vinima (2013) ta vrijednost slobodnog SO_2 ne smije biti veća od 30 mg/L, dok najveća količina ukupnog SO_2 može biti do 200 mg/L.

Sumporov dioksid u vinu ima antiseptičko, antioksidacijsko i koagulacijsko djelovanje. Glavna svrha sumporovog dioksida u vinu je inaktiviranje ,,divljih" kvasaca,

zbog čega se u proizvodnji vina provodi sumporenje. To je jedna od najvažnijih enoloških mjera kojom se utječe na postojanost, karakter i kvalitetu vina. U vinifikaciji se SO_2 dodaje u mošt, masulj, u pretakanjima vina te prije punjenja u boce (Herjavec, 2019). Njegova primjena mora biti strogo regulirana. Primijenjena doza trebala bi inhibirati rast nepoželjnih vrsta, ali istodobno omogućiti rast kvascima koji provode fermentaciju (Petravić-Tominac i sur., 2017).

4.2. Koncentracije ukupnih fenola

Tablica 4.2.1. Ukupni fenoli u vinu

	ICV D21 – *S. cerevisiae*	**EC 1118 – *S. bayanus***
Ukupni fenoli (mg/L GAE)	**2325a**	**2080b**

Prikazane srednje vrijednosti sa različitim slovima u istom retku značajno se međusobno razlikuju prema Tukey-evom testu ($p<0.05$)

Dobiveni rezultati pokazuju kako je vino fermentirano s kvascem *Saccharomyces cerevisiae* imalo veći sadržaj ukupnih fenola nego u vinu s kvascem *S. bayanus*. Razlog tomu je što se *S. cerevisiae* koristi za fermentaciju crnih sorata visoke stabilnosti boje, zbog čega je vjerojatno u vinima s ovim kvascem ostvarena viša koncentracija polifenola, što nije slučaj za *S. bayanus* koji se koristi više za bijela vina. Ukupne polifenole u vinu predstavljaju fenolni spojevi, kao što su fenolne kiseline, antocijani, flavonoli, katehini i dr, te oni uvelike utječu na konačnu kvalitetu vina, prvenstveno na senzorna svojstva.

Miljić (2015) u svojem istraživanju navodi koncentracije ukupnih fenola (izražena kao galna kiselina) u vinima od šljive, koje su bile u rasponu od 870 mg/L GAE (Čačanska rana) do 1160 mg/L GAE (Čačanska lepotica), što je dvostruko manje u odnosu na rezultate ovog istraživanja. Tomić (2018) navodi istraživanje Ljevar (2016) o koncentracijama fenola u različitim voćnim vinima. Najveću koncentraciju ukupnih fenola imalo je vino od crnog ribiza, a iznosilo je 3116,99 mg GAE/L. Voćnom vinu od kupine izmjerena je koncentracija od 2713,22 mg GAE/L, dok je voćno vino od višnje imalo 2708,43 mg GAE/L.

4.3. Koncentracije ukupnih antocijana

Tablica 4.3.1. Ukupni antocijani u vinu

	ICV D21 – *S. cerevisiae*	**EC 1118 – *S. bayanus***
Ukupni antocijani (mg/L)	**544,00a**	**342,00b**

Prikazane srednje vrijednosti sa različitim slovima u istom retku značajno se međusobno razlikuju prema Tukey-evom testu ($p<0.05$)

Prema dobivenim rezultatima možemo zaključiti da su kvasci različito utjecali na koncentraciju ukupnih antocijana u vinu, te postoji značajna razlika u koncentracijama. U vinu fermentiranom s kvascem ICV D21 znatno je veća količina antocijana nego u vinu s kvascem EC 1118. Antocijani su spojevi odgovorni za boju vina. Njihova količina ovisi o njihovoj koncentraciji u samim plodovima, i o samim vinifikacijskim postupcima (Ljekočević i sur., 2018). U svojem su istraživanju voćnih vina od triju sorata šljiva, isti autori dobili koncentracije ukupnih antocijana od 7,48 mg/L do 12,31 mg/L, što je višestruko manje nego u rezultatima ovog istraživanja, kao i u rezultatima Miljić i sur. (2017b) gdje su koncentracije antocijana bile u rasponu od 168,0 do 194,6 mg/L. Razlog smanjenoj količini antocijana u vinima je vrlo vjerojatno kratko vrijeme maceracije.

Tomić (2018) je u svojem istraživanju utjecaja kvasaca na kvalitetu voćnog vina kupine, dobila koncentracije antocijana od 170,09 mg/L (2011. godine) do 287,75 mg/L (2012. godine). Prema Velić i sur. (2018b), voćna vina od trešnje sadrže koncentracije od 17,9 mg/L do čak 483 g/L; dok voćna vina od kupine imaju koncentracije od 1,3 g/L do 192 g/L.

5. Zaključak

Na temelju dobivenih rezultata o utjecaju različitih sojeva kvasaca na kakvoću voćnog vina od šljive, može se zaključiti kako ima razlike obzirom na upotrebljen soj kvasaca. Rezultati osnovne kemijske analize vina, a što uključuje: alkoholnu jakost, ukupni ekstrakt, šećer reducirajući, ekstrakt bez šećera, ukupne kiseline, hlapljive kiseline, pH, pepeo, SO_2 ukupni i slobodni, bile više u vinu fermentiranom s kvascem ICV D21 *Saccharomyces cerevisiae*, te je od tog kvasca nastalo količinski više vina. Alkoholna jakost, ukupni ekstrakt te ukupna kiselost izražena kao jabučna najviše su utjecali na senzorna svojstva vina te na opći dojam. Iako je vino s kvascem ICV D21 imalo veći sadržaj alkohola i ukupnih kiselina, to vino je bogatije svježinom i voćnom aromom šljive, dok kod vina s kvascem EC 1118 dominira ukupna kiselost koja je negativno utjecala na opći dojam. Također, koncentracije ukupnih fenola i antocijana zabilježene su u većoj količini u vinu s kvascem ICV D21, koje su također doprinijele kvaliteti samog vina. Kako bi se upotpunila analiza parametara koji djeluju na kakvoću voćnog vina potrebno je dodati i analizu pojedinačnih aromatskih spojeva, kao i pojedinačnih organskih kiselina. Na temelju svih rezultata, može se zaključiti kako je kvasac ICV D21 *S. cerevisiae* dao bolje rezultate osnovne kemijske analize, ukupnih fenola i ukupnih antocijana, što je rezultiralo boljim ukupnim dojmom vina.

6. Literatura

1. Alpeza I. (2008). Temelji kemijskog sastava vina. Stručni rad, Glasnik zaštite bilja 6

2. Andersa K.N. (2020). Review on the Effect of Fruit Wine Quality and Fermentation Conditions on the Quality of Wine. Food Science & Nutrition Technology, 5(5).

3. Birwal P., Deshmukh G., Saurabh S.P., Pragati S. (2017). Plums: A Brief Introduction. Journal of Food, Nutrition and Population Health, 1(1): 1-5

4. Buntić B. (2016). Utjecaj dodatka pektolitičkih enzima na kolorimetrijske karakteristike crnog vina. Završni rad, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

5. Chang T.S., Siddiq M., Sinha N.K., Cash J.N. (1995). Commercial pectinases and the yield and quality of Stanley plum juice. Journal of Food Processing and Preservation 19, 89-101

6. Dimkova S., Ivanova D., Stefanova B., Marinova N., Todorova S. (2018). Chemical and technological characteristic of plum cultivars of Prunus domestica L. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 24(2): 43-47

7. Dugalić K. (2015). Promjene fizikalnih i kemijskih svojstava plodova šljiva tijekom zrenja. Doktorska disertacija, Agronomski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu.

8. Herjavec S. (2019). Vinarstvo. Nakladni zavod Globus, Zagreb.

9. Jayani R.S., Saxena S., Gupta R. (2005). Microbial pectinolytic enzymes: A review. Process Biochemistry 40, 2931–2944

10. Jayasankar S., Dowling C., Selvaraj D.K. (2016). Encyclopedia of Food and Health: Plums and related fruits. 401-405

11. Jemrić T., Šindrak Z., Skendrović Babojelić M., Fruk G., Mihaljević Žulj M., Jagatić Korenika A. M. (2014). Proizvodnja jabučnoga vina na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, (prirucnik).

12. Joshi V.K., Panesar P.S., Rana V.S., Kaur S. (2017). Science and technology of fruit wines: an overview; U: Science and Technology of Fruit Wine Production (Kosseva MK., Joshi VK., Panesar PS). 1-72

13. Joshi V.K., Sharma S., Preema Devi M. (2009). Influence of different yeast strains on fermentation behavior, physio-chemical and sensory qualities of plum wine. Indian Journal of Natural Products and Resources 8(4):445-451

14. Kalkan Yildirim, H. (2006). Evaluation of colour parameters and antioxidant activities of fruit wines. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 57(1/2): 47-63

15. Kulier I. (2001). Što jedemo? : (tablice kemijskog sastava namirnica). Impress tiskara, Zagreb.

16. Ljekočević M., Jadranin M., Stanković J., Popović B., Nikičević N., Petrović A., Tešević V. (2018). Phenolic composition and DPPH radical scavenging activity of plum wine produced from three plum cultivars. J. Serb. Chem. Soc. 84 (2) 141–151

17. Maksimović V., Dragišič Maksimović J. (2017). Composition, nutritional and therapeutic values of fruit and berry wines; U: Science and Technology of Fruit Wine Production (Kosseva MK., Joshi VK., Panesar PS). 177-226.

18. Maslek N., Maslek M. (2017). Praktični savjeti za vinare. Pa-vin d.o.o., Karlovac. https://www.lallemandwine.com/wp-content/uploads/2017/12/Prakticni-savjeti-za-vinare-za-WEB.pdf - pristupljeno 27. kolovoza 2021

19. Maslov Bandić L., Mihaljević Žulj M., Fruk G., Skendrović Babojelić M., Jemrić T., Jeromel A. (2018). The profile of organic acids and polyphenols in apple wines fermented with different yeast strains. Journal of Food Science and Technology -Mysore- 56(6):599-606

20. Matei F. (2017). Technical guide for fruit wine production; U: Science and Technology of Fruit Wine Production (Kosseva MK., Joshi VK., Panesar PS). 663-703.

21. Mihovilović M. (2016). Utjecaj procesnih parametara na zadržavanje tvari boje i arome vina od jabuka. Diplomski rad, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.

22. Milošević T., Milošević N. (2018). Plum (*Prunus* spp.) Breeding. U: Advances in Plant Breeding Strategies: Fruits (Al-Khayri J.M., Jain S.M., V. Johnson D.). Springer, Cham. 165-215.

23. Miljić U. (2015). Proizvodnja i ocena kvaliteta voćnog vina od sorti domaće šljive (*Prunus domestica* L.). Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet.

24. Miljić U., Puškaš V. (2015). Suitability of chosen plum cultivars (*Prunus domestica* L.) for fruit wine production. Journal on Processing and Energy in Agriculture. 19; 2; p 95-97

25. Miljić U., Puškaš V., Cvejić Hogervorst J., Torović Lj. (2017b). Phenolic compounds, chromatic characteristics and antiradical activity of plum wines. International Journal of Food Properties. vol. 20, no. S2, S2022–S2033

26. Miljić U., Puškaš V., Velićanski A., Mašković P., Cvetković D., Vujić J. (2016). Chemical composition and in vitro antimicrobial and cytotoxic activities of plum (*Prunus domestica* L.) wine. Journal of the Institute of Brewing; 122: 342–349

27. Miljić U., Puškaš V., Vučurović V., Muzalevski A. (2017a). Fermentation Characteristics and Aromatic Profile of Plum Wines Produced with Indigenous Microbiota and Pure Cultures of Selected Yeast. Journal of Food Science, 00(0).

28. Miljić U., Puškaš V.S. (2014). Influence of fermentation conditions on production of plum (*Prunus domestica* L.) wine: A response surface methodology approach. Hem. ind. 68 (2) 199–206.

29. Miljić, U.D., Puškaš, V.S., Đuran, J.J., i Vučurović, V.M. (2019). Ispitivanje pojedinih tehnoloških postupaka u toku alkoholne fermentacije vina od šljive. Journal on Processing and Energy in Agriculture, 23(1), 46-49.

30. Miljković I. (1991). Suvremeno voćarstvo. Nakladni zavod Znanje, Zagreb.

31. O.I.V. (2012). International code of oenological practices, 01, Paris

32. Ogodo A.C., Ugbogu O.C., Agwaranze D.I., Ezeonu N.G. (2018). Production and Evaluation of Fruit Wine from Mangifera indica (cv. Peter). Appli Microbiol Open Access 4: 144.

33. Parenti A., Spugnoli P., Calamai L., Ferrari S. Gori C. (2004). Effects of cold maceration on red wine quality from Tuscan Sangiovese grape. Eur Food Res Technol (2004) 218: 360–366

34. Petravić-Tominac V., Mujadžić S., Zechner-Krpan V., August H., Velić D., Velić N. (2017). Odabrani biotehnološki čimbenici koji utječu na alkoholnu fermentaciju pri proizvodnji vina. Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition 12 (3-4), 100-106

35. Pintarić J. (2012). Pomološka i kemijska svojstva ploda gospodarski važnih sorata šljive. Diplomski rad, Agronomski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu.

36. Puškaš V. (2009). Priručnik za savremeno vinarstvo. Kairos, Sremski Karlovci

37. Reddy L.V.A., Reddy O.V.S. (2011). Effect of fermentation conditions on yeast growth and volatile composition of wine produced from mango (*Mangifera indica* L.) fruit juice. Food and bioproducts processing. 89(4), 487-491.

38. Roussos P.A., Efstathios N., Intidhar B., Denaxa N.K., Tsafouros A. (2016). Plum (*Prunus domestica* L. And *P. salicina* Lindl.). U: Nutritional Composition of Fruit Cultivars (Simmonds M., Preedy V.). Academic Press. 639-666.

39. Saranraj P., Sivasakthivelan P., Naveen M. (2017). Fermentation of fruit wine and its quality analysis: A review. 1(2): 85-97

40. Setford P.C., Jeffery D.W., Grbin P.R., Muhlack R.A. (2017). Factors affecting extraction and evolution of phenolic compounds during red wine maceration and the role of process modelling. Trends in Food Science & Technology, 69, 106-117

41. Swami S.B., Thakor N.J., Divate A.D. (2014). Fruit Wine Production: A Review. Journal of Food Research and Technology. 2(3): 93-100

42. Tomić A. (2018). Primjena pektolitičkih enzima i selekcioniranih sojeva kvasaca radi poboljšanja kakvoće vina od kupina. Doktorska disertacija, Agronomski fakultet, Sveučilišta u Zagrebu.

43. Tomić A., Puhelek I., Mihaljević Žulj M., Jeromel A. (2016). Senzorna svojstva voćnih vina proizvedenih od kupina sorte Thornfree. Znanstveni rad. Glasnik zaštite bilja 3

44. Velić D., Amidžić Klarić D., Velić N., Klarić I., Petravić Tominac V., Mornar A. (2018b). Chemical Constituents of Fruit Wines as Descriptors of their Nutritional, Sensorial and Health-Related Properties; U: Descriptive Food Science (Diaz A.V., Garcia Gimeno R.M.). 59-91.

45. Velić D., Velić N., Amidžić Klarić D., Klarić I., Petravić Tominac V., Košmerl T., Vidrih R. (2018a). The production of fruit wines – a review. Croatian Journal of Food Science and Technology. 10(2), 279-290

46. Zamora F. (2009). Biochemistry of Alcoholic Fermentation; U: Wine Chemistry and Biochemistry (Moreno-Arribas MV., Polo MC.). Springer, New York, NY. 3-26

47. Zhebentyayeva T., Shankar V., Scorza R., Callahan A., Ravelonandro M., Castro S., DeJong T., Saski C.A., Dardick C. (2019). Genetic characterization of worldwide Prunus domestica (plum) germplasm using sequence-based genotyping. Horticulture Research. 6:12

Popis korištenih internet stranica:

- https://www.cabi.org/isc/datasheet/44278 - pristupljeno 21. ožujka 2021.

- FAO (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize - pristupio 21. ožujka 2021.

- Pravilnik o voćnim vinima (2013). Narodne novine 59. http://www.propisi.hr/print.php?id=4725 - pristupljeno 28. travnja 2021.

7. Prilog

7.1. Tablice rezultata osnovne kemijske analize vina

U sljedećim tablicama navedene su vrijednosti rezultata dobivenih kemijskom analizom osnovnih svojstava voćnog vina. Riječ je o dva uzorka: voćnom vinu s kvascem Lalvin ICV D21 *S. cerevisiae* i voćnom vinu s kvascem Lalvin EC 1118 *S. bayanus.*

Tablica 7.1.1. Kemijska analiza voćnog vina fermentiranog s kvascem Lalvin ICV D21 *S. cerevisiae*

Kemijski sastav	ICV D21
Specifična težina (20/20°C)	**1,0182**
Alkohol (g/L)	**85,8**
Alkohol (vol%)	**10,9**
Ekstrakt ukupni (g/L)	**84,7**
Šećer reducirajući (g/L)	**9,9**
Ekstrakt bez šećera (g/L)	**75,8**
Ekstrakt bez šećera i nehlapive kiselosti (g/L)	**67,0**
Ukupna kiselost (jabučna) (g/L)	**9,3**
Hlapiva kiselost (octena) (g/L)	**0,42**
Nehlapiva kiselost (g/L)	**8,8**
pH	**3,61**
SO_2 slobodni (mg/L)	**28,0**
SO_2 vezani (mg/L)	**115,0**
SO_2 ukupni (mg/L)	**143,0**
Pepeo (g/L)	**5,60**

Tablica 7.1.2. Kemijska analiza voćnog vina fermentiranog s kvascem Lalvin EC 1118 *S. bayanus*

Kemijski sastav	**EC 1118**
Specifična težina (20/20°C)	**1,0174**
Alkohol (g/L)	**70,7**
Alkohol (vol%)	**9,0**
Ekstrakt ukupni (g/L)	**76,7**
Šećer reducirajući (g/L)	**9,4**
Ekstrakt bez šećera (g/L)	**68,3**
Ekstrakt bez šećera i nehlapive kiselosti (g/L)	**59,8**
Ukupna kiselost (jabučna) (g/L)	**8,8**
Hlapiva kiselost (octena) (g/L)	**0,26**
Nehlapiva kiselost (g/L)	**8,5**
pH	**3,52**
SO_2 slobodni (mg/L)	**28,0**
SO_2 vezani (mg/L)	**69,0**
SO_2 ukupni (mg/L)	**97,0**
Pepeo (g/L)	**5,28**

Životopis

Krunoslav Stublić rođen je 18. lipnja 1996. godine u Zagrebu. Pohađao je 13. gimnaziju u Zagrebu, opći smjer, od 2011. do 2015. godine. Preddiplomski studij Hortikulture, Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, upisuje 2016. godine, a tri godine kasnije stječe naslov univ.bacc.ing.agr. hortikulture. 2019. godine upisuje diplomski studij Hortikultura – Voćarstvo. Tijekom diplomskog studija sudjelovao je u destilacijskoj grupi u kojoj se proizvodio vinjak 'Baltazar', Agronomskog fakulteta. Engleski jezik na razini B2 razumije i koristi u govoru i pismu. Od 2015. godine aktivno se bavi suđenjem košarkaških utakmica te je član Udruge Zagrebačkih košarkaških sudaca. Posjeduje vozačku dozvolu B kategorije. Poznaje rad za računalom, kao i u Microsoft Office paketu.