

Utjecaj kvasca sekundarne fermentacije na kakvoću i sastav pjenušavpg vina 'Grk'

Breković, Valentina

Master's thesis / Diplomski rad

2022

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:532153>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-17**



Repository / Repozitorij:

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



UTJECAJ KVASACA SEKUNDARNE FERMENTACIJE NA KAKVOĆU I SASTAV PJENUŠAVOG VINA 'GRK'

DIPLOMSKI RAD

Valentina Brleković

Zagreb, rujan, 2022.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Hortikultura - Vinogradarstvo i vinarstvo

UTJECAJ KVASACA SEKUNDARNE FERMENTACIJE NA KAKVOĆU I SASTAV PJENUŠAVOG VINA 'GRK'

DIPLOMSKI RAD

Valentina Brleković

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Ana-Marija Jagatić Korenika

Zagreb, rujan, 2022.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Valentina Brleković**, JMBAG 0012259504, rođena 20.4.1998. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

UTJECAJ KVASACA SEKUNDARNE FERMENTACIJE NA KAKVOĆU I SASTAV PJENUŠAVOG VINA 'GRK'

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 studentice



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Valentine Brleković**, JMBAG 0012259504, naslova

UTJECAJ KVASACA SEKUNDARNE FERMENTACIJE NA KAKVOĆU I SASTAV PJENUŠAVOG VINA 'GRK'

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. izv. prof. dr. sc. Ana Marija Jagatić Korenika, mentor _____
2. prof. dr. sc. Ana Jeromel član _____
3. prof. dr. sc. Bernard Kozina član _____

Zahvala

Ovime zahvaljujem svojoj mentorici izv. prof. dr. sc. Ani Mariji Jagatić Korenika, na pomoći, potpori, stručnom vođenju kroz diplomski rad te konstruktivnim kritikama.

Zahvaljujem se svim profesorima i asistentima na Zavodu za Vinogradarstvo i vinarstvo koji su mi svojim radom i prijateljskim nastupom pomogli u stjecanju znanja o vinogradarstvu i vinarstvu.

Najveća zahvala ide mojoj obitelji, posebno roditeljima, koji su mi omogućili studiranje i bez čije neizmjerne podrške ne bih uspjela doći do kraja studija. Hvala i ostalim dragim ljudima, prijateljima i bližnjima.

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Cilj istraživanja	2
2. Pregled literature	3
2.1. Sorta 'Grk'	3
2.2. Pjenušavo vino	4
2.2.1. Tradicionalna metoda proizvodnje pjenušavih vina	5
2.2.2. Proizvodnja osnovnog (baznog) vina.....	6
2.3. Kemijski sastav pjenušavog vina.....	8
2.3.1. Polifenolni sastav	8
2.3.2. Organske kiseline.....	9
3. Materijali i metode	10
3.1. Proizvodnja pjenušavih vina	10
3.2. Kvasci sekundarne fermentacije.....	10
3.2.1. Lalvin EC 1118.....	10
3.2.2. IOC 18-2007	10
3.2.3. ProElif.....	11
3.3. Osnovna fizikalno-kemijska analiza	11
3.3.1. Reducirajući šećer.....	11
3.3.2. Ukupna kiselost	12
3.3.3. Hlapljiva kiselost	12
3.3.4. Alkoholna jakost.....	12
3.3.5. Ukupni ekstrakt.....	13
3.3.6. Pepeo	13
3.3.7. Određivanje slobodnog, vezanog i ukupnog sumporovog dioksida.....	13
3.3.8. Analiza ukupnih fenola u vinu.....	14
3.3.9. Analiza parametara boje u vinu	14
3.4. Senzorno ocjenjivanje vina	15
3.5. Statistička analiza.....	15
4. Rezultati i rasprava	19

4.1. Analize mošta i baznog vina	19
4.2. Fizikalno-kemijski sastav pjenušavih vina 'Grk'	20
4.3. Analiza ukupnih fenola i parametara boje.....	21
5. Zaključak.....	24
6. Literatura	25
Životopis.....	28

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Valentine Brleković**, naslova

UTJECAJ KVASACA SEKUNDARNE FERMENTACIJE NA KAKVOĆU I SASTAV PJENUŠAVOG VINA 'GRK'

'Grk' je hrvatska autohtona sorta podrijetlom s otoka Korčule, od koje se proizvode cijenjena mirna i desertna vina. Jedno od značajnih svojstava sorte je i zadržavanje ugodne kiselosti, odnosno ukupna kiselost koja je viša u odnosu na većinu drugih južnih bijelih sorata. Svojstva sorte i raniji rok berbe omogućuju i proizvodnju pjenušavih vina tradicionalnom metodom. U ovom radu provedene su analize osnovnog fizikalno-kemijskog sastava mošta i baznog vina, parametara boje, ukupnih fenola te senzornih svojstava pjenušavih vina 'Grk' proizvedenih s različitim sojevima kvasaca primijenjenih u sekundarnoj fermentaciji.

Ključne riječi: kvasci, perlanje, pjena, sekundarna fermentacija, tradicionalna metoda

Summary

Of the master's thesis – student **Valentina Brleković** entitled

THE INFLUENCE OF SECONDARY FERMENTATION YEASTS ON THE QUALITY AND COMPOSITION OF SPARKLING WINE GRK

Grk is a Croatian autochthonous variety originating from the island of Korčula, from which prized still and dessert wines are produced. One of the significant properties of the variety is the retention of pleasant acidity, *i.e.* the total acidity is higher than in most other southern white varieties. The properties of the variety and the earlier harvest time also allow the production of sparkling wines using the traditional method. In this paper, analyzes of the basic physicochemical composition of must and base wine, color parameters, total phenols, and sensory properties of sparkling wines 'Grk' produced with different yeast strains applied in secondary fermentation were carried out.

Keywords: effervescence, foam, secondary fermentation, traditional method, yeasts

1. Uvod

Potrošnja pjenušavih vina u svijetu i u EU važna je, kako količinski, tako i vrijednosno, te je u stalnom porastu. Proizvodnja i potrošnja pjenušavih vina posljednjih 15 godina u Hrvatskoj rapidno raste. Posljednjih godina broj proizvođača pjenušavih vina u Republici Hrvatskoj u velikom je porastu u svim vinogradarskim krajevima Hrvatske, a jedna od vodećih vinogradarskih županija je Zagrebačka županija (Jagatić Korenika i sur., 2020).

Prema izvješću Međunarodne organizacije za vinovu lozu i vino (OIV) o globalnom tržištu pjenušavih vina (OIV, 2020), proizvodnja je porasla za 57 % od 2002. do 2018. g., rastući s 5 % globalne proizvodnje vina prije krize 2008. g. na 8 % globalne proizvodnje vina u 2017. g. U Hrvatskoj su se proizvodile vrlo male količine pjenušavih vina postupkom sekundarne alkoholne fermentacije, na prijelazu stoljeća njihovom proizvodnjom bavilo se svega dvadesetak proizvođača (Alpeza i Gašparec Skočić, 2003), dok je 2017.g. registrirano njih 66 (HAPIH, 2018). Posebnost pjenušaca je njihova visoko koncentrirana proizvodnja i izvozno tržište (gotovo polovica proizvodnje u 2018. g. dolazi iz Italije i Francuske, dok je Francuska imala 51,4 % tržišnog udjela u izvozu pjenušavih vina) (Thome i Paiva, 2020). U 2019. g. svjetska trgovina pjenušavim vinima zabilježila je vrijednost od 7,1 milijardu dolara.

Proizvodnja pjenušavih vina odvija se u dva dijela. U prvom dijelu proizvodi se mirno bazno vino, a moguće je upotrijebiti bijelo (*blanc de blancs*) ili crno grožđe (*blanc de noirs*) vinificirano kao bijelo vino ili njihovu mješavinu (Di Giavanto i sur., 2019). Drugi dio (sekundarna fermentacija) podrazumijeva alkoholnu fermentaciju u boci (tradicionalna ili *Champenoise* metoda) ili izobaričnom tanku (*Charmat* metoda) uz dodatak tiražnog likera (*liqueur de tirage*).

Odabir sorte najvažniji je korak na putu proizvodnje pjenušavog vina. Šampanjci se najčešće proizvode od sorata 'Chardonnay', 'Pinot crni' i 'Pinot Meunier'. Za šampanjac *blanc de blanc* koristi se samo 'Chardonnay', dok je *blanc de noir* bijeli šampanjac napravljen od crnog grožđa ('Pinot crni' ili 'Pinot Meunier'). U Hrvatskoj još uvijek glavnu riječ vode internacionalne sorte 'Chardonnay' i 'Pinot crni', same ili u kupaži s nekom od brojnih autohtonih sorata koje su se pokazale kao dobre baze za proizvodnju pjenušaca.

Kod tradicionalne/klasične metode posebnu ulogu imaju kvasci u boci, na kojima pjenušavo vino odležava. S vremenom dozrijevanja, kvasci izrazito utječu na kakvoću i intenzivnost mirisa i okusa. Uz to, promjene uvjetovane autolizom kvasaca utječu i na svojstvo perlanja, točnije brzinu perlanja, količinu inicijalne pjene, veličinu i broj oslobođenih mjehurića te postojanost pjene (Alexandre i Guilloux-Bennatier, 2006). Sa starenjem mjehurići postaju sve manji i nježniji što se izrazito cijeni kod pjenušavih vina. Uz starenje, velik utjecaj na jačinu perlanja imaju izbor sorte, izbor kvasaca kod primarne i sekundarne fermentacije, vrijeme berbe i tehnologija proizvodnje.

Kvasci koji se uglavnom koriste pripadaju vrsti *Saccharomyces spp.*, a odabrani su na temelju njihovih fizioloških i tehnoloških značajki, uglavnom dinamike fermentacije i sposobnosti flokulacije, dobrih autolitičkih svojstava i učinka na pjenu. Stupanj autolize kvasca ima vrlo važan utjecaj na brzinu promjena sastava, biokemijske reakcije i vrijeme starenja, što zauzvrat utječe na karakteristike pjene i senzorna svojstva pjenušavog vina (Perez-Serradilla i sur., 2008.; Pozo-Bayòn i sur., 2009). Tijekom alkoholne fermentacije kvasci, osim što prevode šećer u etanol, sintetiziraju i veliki broj sekundarnih spojeva koji značajnije utječu na aromu vina (Redžepović i sur., 2007).

Komercijalno odabrani autohtoni sojevi kvasaca u obliku inokuluma i danas se široko koriste. Brojna su istraživanja pokazala da vinski kvasci značajno utječu na sastav hlapljivih komponenti arome vina (Ramon-Portugal i sur., 1990.; Romano, 1997.). Određena istraživanja provedena su da bi se istražio utjecaj imobiliziranih stanica kvasca na proces fermentacije (Diviès i sur., 1994.; Yajima i Yokotsuka, 2001; Mallouchos i sur., 2003). Tehnologija s imobiliziranim stanicama kvasca neprestano privlači pažnju u vinskoj industriji u posljednjih nekoliko godina. Razlozi za to su brojni, kao npr. brža fermentacija, povećan volumni prinos i mogućnost kontinuiranog rada (Fleet i Heard, 1993; Frank i sur., 2011).

1.1. Cilj istraživanja

Cilj ovog rada bio je utvrditi razlike u osnovnom fizikalno-kemijskom sastavu, parametrima boje, ukupnih fenola te senzornim svojstvima pjenušavih vina 'Grk' obzirom na tri tretmana primjene različitih sojeva kvasaca tijekom sekundarne fermentacije.

2. Pregled literature

2.1. Sorta 'Grk'

Kao ni za većinu ostalih autohtonih sorata, niti za 'Grk' se ne može sa sigurnošću znati gdje je i kada nastao. Smatra se vrlo starom sortom pa postoje i mišljenja da je na Korčulu donesena još u vrijeme grčke kolonizacije Jadrana (Maletić i sur., 2018). 'Grk' se smatra autohtonom sortom otoka Korčule. Ime ove sorte prema nekim teorijama sugerira da potječe iz Grčke. Međutim, do danas ova teorija odnosno srodnost s grčkim sortama nije potvrđena (Šimon i sur., 2006). Ova sorta nije donesena iz Grčke već je prema nedavnim genetičkim istraživanjima potvrđeno da je 'Grk' je rodbinski povezan s ostalim dalmatinskim sortama što potvrđuje njegovu pripadnost dalmatinskom genetskom bazenu (Mirošević i sur., 2012). Poznati sinonimi za sortu 'Grk' su Gark, Korčulanac, Korčulanski grk, Lumbarajski gark, Grk lumbarajski, Grk veli, Grk mali.

'Grk' spada među rijetke sorte koje imaju hermafroditan cvijet, ali samo je ženski dio cvijeta funkcionalan, što ga čini iznimno karakterističnom i specifičnom vinskom sortom. To bi značilo da kao sorta, samostalno u vinogradu, ne može funkcionirati, već mu za oplodnju treba muški dio druge sorte koja cvate u isto vrijeme kada i cvijet 'Grka' (Mirošević i sur., 2012).

Od nje su se, posebice na pjeskovitim tlima u okolici Lumbarde na Korčuli, proizvodila cijenjena vina, specifičnoga gorkastog okusa (po nekim teorijama ime Grk ne govori o njezinu grčkom podrijetlu, već upravo o ovoj karakteristici vina - grk dijalektalno znači gorak), a davala je i visokokvalitetne prošeke (Maletić i sur., 2018).

Sorta je visokoga gospodarskog potencijala koji nije odgovarajuće iskorišten. Glavni razlog za to treba tražiti u nesigurnoj rodnosti. Stoga je kod ove sorte nužno pridati pozornost prilagodbi tehnologije vinogradarske proizvodnje te istraživanju morfologije cvijeta i fenonofaze cvatnje i oplodnje. Naročitu pozornost treba pridati odabiru prikladnih sorata oprašivača, koji se u vrijeme cvatnje najbolje poklapaju s 'Grkom', te utvrđivanju njihova udjela u vinogradu koji bi osiguravao dobru i redovitu oplodnju. Uz proizvodnju vina redovite berbe, sorta je prikladna i za proizvodnju proseka. S obzirom na visoku kakvoću, zaštitu 'Grka' treba osigurati ponajprije uzgojem na većim proizvodnim površinama i širenjem izvan uskog uzgojnoga područja, za što sorta nesumnjivo ima potencijala (Maletić i sur., 2018).

Sorti odgovara povišeni sustav uzgoja sa kratkim rezom rodnog drva. Rodnost varira ovisno o stupnju oplodnje a prinosi variraju od 4- 8 t/ha. Sadržaj sladora kreće se od 18 – 27 % a sadržaj ukupne kiselosti od 5-8 g/L. Vino je cijenjeno, a posebice ono sa škratih položaja. Tako je osobito cijenjeno vino sa pjeskovitih položaja iz Lumbarškog polja na Korčuli. Vino ima izražen sortni miris te okus koji podsjeća na vino „marsala“ (Mirošević, 2003). Dužim dozrijevanjem vino dobiva okus „xeres“ vina (Mirošević, 2003).

2.2. Pjenušavo vino

U počecima proizvodnje pjenušavih vina tehnološki postupak je bio znatno primitivniji od današnjeg, stoga je i kvaliteta istoga bila lošija nego danas. Razvojem tehnoloških postupaka u proizvodnji pjenušavih vina danas možemo utjecati na količinu kemijskih tvari u vinu koje imaju utjecaj na ljudsko zdravlje. Često se pojam pjenušca miješa sa šampanjcem; svaki je šampanjac pjenušavo vino (dobiveno iz pokrajine Champagne u Francuskoj po kojemu je dobio ime), ali pjenušava vina osim šampanjaca uključuju i mnoge druge (vinogradarstvo.hr, 2014).

Pjenušava vina su posebna vrsta specijalnih vina s određenom količinom ugljičnog dioksida, koje pri otvaranju boce stvara pjenu. Vino se u zatvorenoj boci nalazi pod pritiskom, a jačina ovog pritiska zavisi od količine ugljikovog dioksida. Osnovna karakteristika proizvodnje pjenušavih vina je u tome što se gotovom vinu dodaje određena količina šećera i vinski kvasac, pa se izaziva naknadno vrenje u cilju stvaranja, ugljikovog dioksida koji ostaje u vinu (vinogradarstvo.hr, 2014).

Prema Ivandija i Marić (2010) količina ugljikovog dioksida ovisi o tipu pjenušavog vina i izražava se stupnjem pritiska koji može dostići i vrijednost do 5 atm. Zbog prisustva ugljikovog dioksida pjenušava vina imaju rezak i osvježavajući okus, što je i njihova osnovna karakteristika. Proizvode se uglavnom od kvalitetnih i visokokvalitetnih sorti grožđa, te pored ugljikovog dioksida na njihovu kvalitetu utječu i ostali sastojci. Prema načinu proizvodnje, pjenušava vina mogu biti prirodna i gazirana. U prirodnim vinima ugljikov dioksid nastaje isključivo od alkoholne fermentacije, dok se u gazirana vina CO₂ dodaje iz čeličnih boca.

Kod pjenušavih i biser vina CO₂ nastaje isključivo fermentacijom, a minimalni pritisak kod pjenušavih vina mora biti najmanje 3 bara, dok biser vina imaju nešto niži sadržaj otopljenog CO₂ i pritisak od 1-2,5 bara. (Puhelek, 2020).

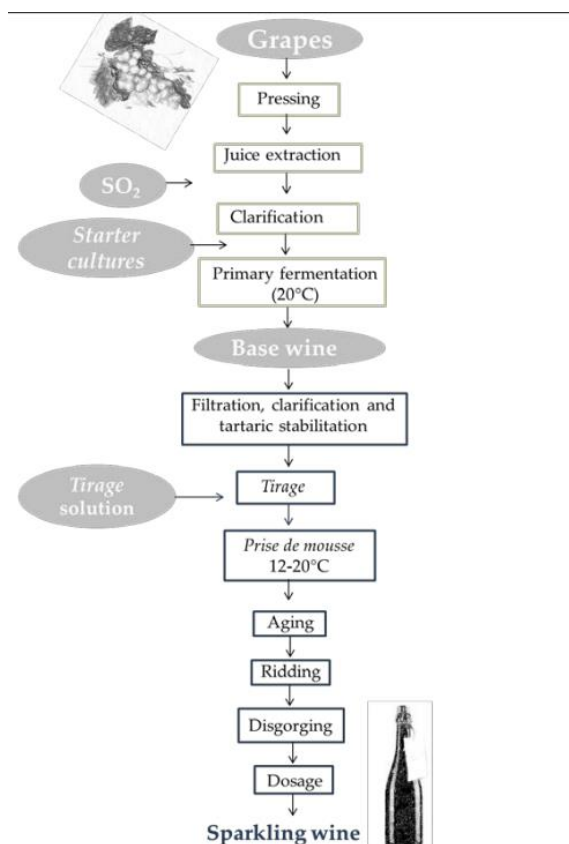
Biser vina su vina dobivena od stolnog vina, kvalitetnog vina ili proizvoda podobnih za dobivanje stolnog vina ili kvalitetnog vina pod uvjetom da takva vina ili proizvodi imaju ukupnu alkoholnu jakost ne manju od 9 vol. % ili stvarnu volumnu alkoholnu jakost ne manju od 7 vol. % i koja imaju tlak ne manji od 1 bara i ne veći od 2,5 bara kada se drži na temperaturi od 20°C u zatvorenim posudama. Najviše ga ima u Italiji, gdje ga nazivaju vino *frizzante*. Najčešće se biser vina dobivaju *charmat* metodom, kada se u tiražni liker stavlja manja razina šećera u odnosu na klasične pjenušce (Špiranec, 2021).

Vrlo je važan pravilan odabir sorte vinove loze budući da o njemu ovisi završna kvaliteta pjenušavih vina. U praksi se koriste manje aromatične sorte koje daju višu ukupnu kiselost i manji udio šećera. Sorte koje se najčešće koriste na području Champagne za proizvodnju šampanjaca tehnologijom vinifikacije bijelih vina su 'Chardonnay', 'Pinot crni' i 'Pinot sivi'. Hrvatska proizvodnja pjenušavih vina obuhvaća širi spektar sorata kao što su 'Malvazija', 'Chardonnay', 'Kraljevina', 'Žlahtina', 'Graševina', 'Teran', 'Merlot' i ostale mješavine sorti.

2.2.1. Tradicionalna metoda proizvodnje pjenušavih vina

Jedna od glavnih metoda proizvodnje pjenušavog vina je tradicionalna metoda ili *Methodé champenoise* u Champagne, te kao klasična metoda ili fermentacija u boci (Jackson, 2014).

Najslavniji i najcjenjeniji pjenušci u svijetu dobiveni su klasičnom metodom. Međutim, sekundarna fermentacija u boci vrlo je zahtjevan, dugotrajan, a time i skup proces, i opravdan je samo za vrhunske sirovine kojima će dozrijevanje na kvascima doprinijeti kvaliteti (Torresi i sur., 2011; Ribereau-Gayon i sur., 2006; Buxaderas i Lopez-Tamames, 2010). Tradicionalni način proizvodnje pjenušavih vina razlikuje se od drugih postupaka proizvodnje vina po drugom vrenju ili sekundarnoj fermentaciji i odležavanju na talogu od kvasca, pri čemu se oba odvijaju u zatvorenim bocama (slika 1). Pjenušci proizvedeni tradicionalnom metodom uključuju vina Champagne u Francuskoj, Cava u Španjolskoj, Brazilu, Italiji, SAD-u, Australiji, Novom Zelandu, Engleskoj, Južnoj Africi i Kanadi. Kod ove faze, vino postaje *cuvée*, odnosno miješana bazna vina, koja nastavljaju fermentirati u boci. Bazna vina se također podvrgavaju stabilizaciji na tartarate i proteine, te filtraciji prije punjenja u boce.

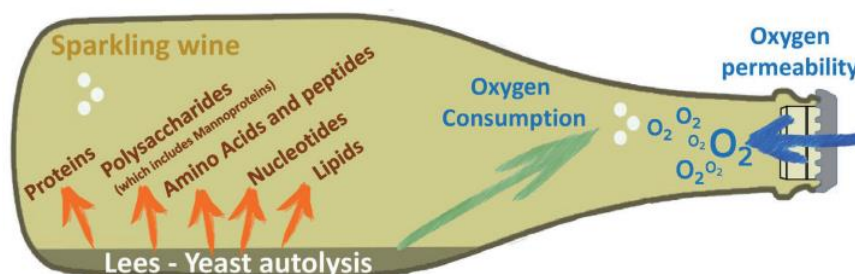


Slika 1. Shema proizvodnje pjenušavog vina tradicionalnom/klasičnom metodom

Izvor:

<https://books.google.hr/books/publisher/content?id=eotVDwAAQBAJ&hl=hr&pg=PA113&img=1&zoom=3&sig=ACfU3U0x5t9vKAevdwVbnRld9CDvbHJMEw&w=1280>

Glavna karakteristika tradicionalne metode je druga fermentacija unutar zatvorene boce . Druga fermentacija unutar boce, a posebno vrijeme odležavanja u kontaktu s talogom, u potpunosti transformira sastav pjenušavog vina i stoga predstavlja glavni razlikovni čimbenik bez obzira na druga pjenušava vina proizvedena korištenjem drugih metoda. Za vrijeme kontakta vina s talogom događa se nekoliko procesa (Slika 2.) koji objašnjavaju zašto su pjenušava vina proizvedena tradicionalnom metodom općenito složenija i kvalitetnija.



Slika 2. Utjecaj taloga na sastav pjenušavog vina

Izvor: <https://www.intechopen.com/media/chapter/79500/media/F1.png>

Tehnologija proizvodnje pjenušavih vina obuhvaća dva koraka: proizvodnju osnovnog (baznog) vina i sekundarnu alkoholnu fermentaciju koja se može odvijati u boci (klasična metoda/metoda vrenja u boci) ili u tanku (*charmat* metoda).

2.2.2. Proizvodnja osnovnog (baznog) vina

Prva alkoholna fermentacija za proizvodnju baznog vina obično započinje inokulacijom kvasca. Javlja se pri kontroliranim temperaturama obično ispod 20 °C (Buxaderas i sur., 2012). Bijela bazna vina proizvode se fermentacijom bez kontakta mošta i kožice grožđa. Dobivena vina će biti crvena ili ružičasta, ovisno o vremenu i intenzitetu maceracije ukoliko se koristi crno grožđe (Hidalgo i sur., 2004).

Za proizvodnju baznog vina važno je odrediti rok berbe. Berba grožđa se obavlja kad nastupi tehnološka zrelost, ranije nego za proizvodnju mirnih vina. Temeljni pokazatelj određivanja roka berbe je omjer ukupne kiselosti i nakupljenog šećera u grožđu, te pH vrijednost.

Kod proizvodnje osnovnog vina cijelo grožđe se stavlja u prešu, odnosno ne obavlja se muljanje, zbog toga što se nastoji izbjeći oštećenje kožice i prelazak veće količine tvari boje u mošt i vino kod crnih sorti, a kod bijelih se to radi zbog izbjegavanja veće ekstrakcije fenolnih spojeva u mošt koji bi pjenušavom vinu dali grubost i astringenciju. Važno je brzo odvajanje samotok, jer je to u pravilu najbolja frakcija mošta. Mošt se taloži uz hlađenje i blago sulfitanje. Nakon taloženje dodaje se selekcionirani kvasac, a nakon fermentacije osnovno vino se tipizira odnosno sljubljuje se vino od više sorti što uglavnom daje kvalitetnije pjenušce (Radovanović, 1970).

Ako je sadržaj jabučne kiseline vrlo visok, preporučuje se, zbog senzornih svojstava, provedba malolaktične fermentacije kako bi se smanjio njen udio. Bazna vina prije tiraže moraju biti kristalno čista i stabilizirana na tartarate i proteine (Kemp i sur., 2015).

Osnovni parametri u baznim vinima (tablica 1.) trebala bi biti u određenim rasponima (Radovanović, 1970).

Tablica 1. Osnovni parametri u baznim vinima

Alkoholna jakost	9,0 - 10,5 vol.%
Reducirajući šećer	< 1,0 g/L
pH	< 3,2
hlapljiva kiselost	< 0,3 g/L
ukupna kiselost	< 7 - 10 g/L
SO ₂ ukupni	< 85 mg/L
SO ₂ slobodni	<15 - 20 mg/L

Izvor: Radovanović (1970)

Berba grožđa obavlja se ručno. Prilikom transporta grožđe ne smije biti oštećeno, kako ne bi došlo do posmeđivanja mošta, što negativno utječe na kvalitetu mošta, a kasnije i vina. Preša se cijelo grožđe. Prešanje mora biti pri niskim pritiscima kako se ne bi oslobodile herbalne i gorke arome. Ovisno o stilu i udjelu kiselina može se provesti i malolaktična fermentacija. Prije dodavanja tiražnog likera vino se po potrebi kupažira kako bi se dobio željeni tip vina. Dozvoljeno je miješanje vina različitih godišta zbog standardizacije proizvoda.

Jedan od važnih čimbenika u proizvodnji pjenušaca je i sadržaj slobodnog SO₂. Vino je potrebno manje sulfirati. Poželjno je da se količina slobodnog SO₂ u vinu kreće od 15-20 mg/L, a da količina ukupnog SO₂ ne prelazi 80 mg/L. Povećana koncentracija sulfita u baznom vinu ometala bi sekundarnu fermentaciju (Puhelek, 2020).

Bazno vino obično je karakterizirano konzistentnom koncentracijom etanola (oko 10 % – 12 % v/v), niskim pH (2,8 – 3,5), visokom ukupnom kiselošću (8 - 9 g/L), te koncentracijom ukupnog SO₂ od 50 do 80 mg/L). Osim ovih kritičnih čimbenika, moramo uzeti u obzir niske temperature potrebne tijekom sekundarne fermentacije (10 - 15 °C) i veliku koncentraciju CO₂ te visoki tlak (obično 6 atm) povezane s ovim procesom.

Tiražni liker je koncentrirana otopina saharoze koja može sadržavati potrebne i hranjive tvari za kvasce ili pomoćna sredstva poput bistrila. Šećerni sirup priprema se u manjoj količini vina koje služi za šampanjizaciju. Sirup treba imati 50 % šećera koji se dodaje u obliku saharoze ili glukoze + 1 - 2 g/L limunske kiseline koja služi za inverziju saharoze. Prilikom preračuna količine šećera i vina za pripremu sirupa, treba uzeti u obzir povećanje volumena prilikom otapanja

šećera. Na primjer za 100 L sirupa potrebno je 70 L vina i 50 kg šećera, jer dodatni šećer povećava volumen za 30 L (1 kg šećera povećava volumen za 0,6 L) (Muštović, 1985). Količina šećernog sirupa koju treba dodati vinu prije sekundarne fermentacije utvrđuje se na osnovu pritiska koji se želi dobiti kao i na osnovu randmana CO₂ koji se dobiva fermentacijom šećera. Prema zakonskim propisima prirodno pjenušavo vino mora imati najmanje 3 bara pritiska. Visoko kvalitetno vino treba imati pritisak od 5 do 6 bara.

2.3. Kemijski sastav pjenušavog vina

2.3.1. Polifenolni sastav

Polifenolni spojevi ili polifenoli predstavljaju jednu od najbrojnijih i najrasprostranjenijih skupinu spojeva u biljnom carstvu s više od 8000 trenutno poznatih različitih vrsta struktura (Harbone, 1980). Najčešće zastupljeni fenolni spojevi u biljkama pripadaju hidroksicimetnim kiselinama – *p*-kumarinska, kafeinska i ferulinska. Njihova reaktivnost je posljedica kiselih svojstava fenola i nukleofilnih svojstava benzenskog prstena.

Polifenolni spojevi dijele se na flavonoide i neflavonoide (Moreno i Peinado, 2012; Jackson, 2014). Neflavonoidni spojevi u grožđu su fenolne kiseline (hidroksibenzojeve i hidroksicimetne) i stilbeni, dok su flavonoidni prisutni u grožđu i vinu flavonoli, antocijani i flavan-3-oli (Moreno i Peinado, 2012; Jackson, 2014; Jagatić Korenika, 2015). U grožđu i vinu značajni flavonoidi su flavan-3-oli, flavonoli, antocijani te proantocijanidini. Od fenolnih kiselina najznačajnije su hidroksicimetne kiseline i njihovi derivati, dok su najznačajniji stilbeni-resveratrol, kojem se pripisuju mnogi pozitivni utjecaji na ljudsko zdravlje. Sastav i količina u vinu ovisi o sorti, klimatskim uvjetima, postupcima uzgoja te metodama vinifikacije (Ribéreau-Gayon i sur., 2006).

Polifenoli značajno utječu na boju bobica i vina, okus (gorčina), osjet u ustima (trpkoca) i aromu (hlapljivi fenoli) vina, osobito crnih sorata vinove loze. Boja vina određena je različitim spojevima, a najveći utjecaj imaju antocijani koji mu daju crvenu boju, flavonoidi žutu, a tanini smeđu.

Pjenušci su bogati polifenolnim spojevima (Chamkha i sur., 2003; Ibern-Gómes i sur., 2000; Pozo-Bayón i sur., 2003), s poznatim antioksidativno djelovanjem (Cartron i sur., 2003; Roig i sur. 2002; Satué-Garcia i sur., 1999; Yilmaz i Toledo, 2004). Cortell i sur. (2005) navode kako sadržaj ovih spojeva ovisi o nekoliko čimbenika, uključujući raznolikost grožđa, uvjete rasta i dozrijevanja ploda, kvaliteta podloge vina, upotrijebljeni kvasac i *sur lie*-u.

Bijele sorte imaju značajno nižu koncentraciju polifenolnih spojeva u bobicama grožđa, stoga je cilj povećati je u vinu primjenom tehnologije. Neki od načina su provedba maceracije prilikom primarne prerade i veći pritisak tijekom prešanja masulja (Jagatić Korenika, 2015; Jagatić Korenika i sur., 2018; Robinson i Harding, 2015). Bijelo grožđe i bijelo vino sadrže niže koncentracije polifenolnih spojeva u odnosu na crno. Koncentracija polifenola u grožđu općenito

se kreće u rasponu 50 - 350 mg/L, a u vinu 800 - 4000 mg/L. U bijelom vinu polifenolni spojevi su odgovorni za boju, a doprinose i kompleksnijem okusu vina. No, mogu imati i negativnu ulogu koja se očituje u jačoj sklonosti oksidativnom posmeđivanju (Lea, 1979). Ukupne koncentracije polifenola u bijelim vinima kreću se od 50 do 350 mg/L (Moreno i Peinado, 2012; Jackson, 2014).

Polifenolni sastav mošta i vina razlikuju se te je u pravilu vino bijelih sorata 10 – 20 % siromašnije fenolnim spojevima. Razlog tome je adsorpcija fenolnih spojeva na kvasce i postupci tijekom proizvodnje vina, osobito bistrenje i stabilizacija.

Tehnologija proizvodnje ima važnu ulogu u određivanju polifenolnog profila konačnog proizvoda, metodama dozrijevanja, randmana, trajanjem i temperaturom maceracije, korištenim kvascem, procesom fermentacije, bistrenjem, stabilizacijom, filtracijom, dozrijevanjem itd. (Mazauric i Salmon, 2005; Ribéreau-Gayón i sur., 2003).

2.3.2. Organske kiseline

Kiseline su važan čimbenik u proizvodnji pjenušavih vina jer osiguravaju svježinu kao jednu od najznačajnijih karakteristika. Iz tog se razloga grožđe namijenjeno za proizvodnju pjenušaca bere ranije, kad je koncentracija ukupne kiselosti relativno visoka (Puhelek, 2020). Vrijednost ukupne kiselosti trebala bi se kretati od oko 7 – 9 g/L. Mošt bi trebao imati vrijednost šećera od 60 – 85 °Oe, kako bi kasnije bazno vino sadržavalo 9,5 - 10,5 vol. % alkohola. Cilj je proizvesti vino s umjerenim udjelom alkohola, maksimalno do 11 vol. %.

Vinska i jabučna kiselina su najzastupljenije kiseline. Jabučna kiselina se nalazi u grožđu početkom zrenja, ali se dozrijevanjem smanjuje u procesu disanja, što ovisi o temperaturi (Vine i sur., 1999; Prce, 2017). Vinska, jabučna i limunska kiselina glavne su kiseline u grožđu i vinu te ujedno imaju i najvažniju ulogu u formiranju kiselinskog profila, one ujedno i najznačajnije doprinose ukupnoj kiselosti vina te pH vrijednosti. U normalnim uvjetima alkoholne fermentacije, ukupna kiselost vina može se povećati za 1 do 2 g/L na račun sinteze prije spomenutih organskih kiselina (Volschenk i sur., 2006). Međutim, tijekom alkoholne fermentacije i neke druge organske kiseline kao što su jantarna, piruvična, mliječna i octena kiselina, mogu nastati radom kvasaca i/ili bakterija i time direktno utjecati na kiselinski profil vina.

3. Materijali i metode

3.1. Proizvodnja pjenušavih vina

Za istraživanje je korišteno stabilizirano i pripremljeno bazno vino sorte 'Grk', berbe 2019. od grožđa podrijetlom iz Lubarde, otok Korčula. Bazno vino je korišteno za tri primijenjena tretmana (3x10 boca) odnosno inokulaciju s odabranim komercijalnim sojevima kvasaca Lalvin EC1118TM (GEC), IOC 18-2007TM (Lallemand) (GIOC) i ProElifTM (AEB) (GPE) uz dodatak 30 g/L šećera. Sekundarna fermentacija u boci provedena je pri 10 – 12 °C i trajala je oko 3 mjeseca nakon čega je uslijedilo dozrijevanje na kvascu i degoržiranje, u svibnju 2021.g. U pjenušavim vinima analizirani su osnovni fizikalno-kemijski parametri (OIV, 2012), ukupni fenoli i parametri boje primjenom spektrofotometrije te senzorna svojstva i svojstva pjene opisnom metodom.

3.2. Kvasci sekundarne fermentacije

3.2.1. Lalvin EC 1118

Lalvin EC 1118TM (Lallemand) je komercijalni soj kvasca *Saccharomyces cerevisiae var. bayanus*. selekcioniran u Francuskoj, u pokrajini Champagne. Najčešće je korišteni kvasac u proizvodnji pjenušavih vina i šampanjaca. Selekcioniran je zbog svojih odličnih svojstava za proizvodnju baznih vina, kao i za proizvodnju pjenušavih vina. Optimalna temperatura alkoholne fermentacije je u rasponu od 8 °C do 30 °C, a tolerira 16 - 18 vol. % alkohola. Stvara niske koncentracije octene kiseline, 0,2 - 0,3 g/L i vrlo malo SO₂. 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 (www.pavin.hr).

Stvara kompaktan talog i ima izvanredna svojstva samobistrenja vina te podnosi tlak od 6 bara za vrijeme sekundarne fermentacije. Ima odlična svojstva fermentacije kod nižih temperatura. Iako se naglašava kako nema veliki utjecaj na senzorna svojstva vina, praksa je pokazala da pozitivno djeluje na intenzitet arome vina. U nekim okolnostima fermentacija s ovim sojem kvasca može rezultirati metabolizmom L-jabučne kiseline, povećavajući koncentraciju etanola u vinu.

Ovaj kvasac je univerzalan te ga je moguće koristiti za fermentaciju crnih i bijelih vina te pokretanje zastoja fermentacije (www.pavin.hr).

3.2.2. IOC 18-2007

IOC 18-2007TM (Lallemand) pogodan je za fermentaciju u boci i na niskim temperaturama kao i za ponovno pokretanje zaustavljene fermentacije. Ovaj soj kvasca proizvodi visokokvalitetna vina, čuvajući i svojstva sorte i *terroir*-a. Poznat je po proizvodnji pjenušaca tradicionalnom metodom, a cijenjen je i u proizvodnji mirnog vina. Dobro se nosi s teškim uvjetima fermentacije (niski pH i temperatura), a potpuna iskoristivost šećera je bez nepoželjnih sekundarnih spojeva. Pokazuje daleko veći afinitet prema glukozi nego prema fruktozi. Tijekom fermentacije, glavni

preostali šećer je uglavnom fruktoza. Stvara malu količinu octene kiseline, otporan je na sumporov dioksid i vrlo malo ga proizvodi. Utječe na slabo stvaranje pjene kod pjenušaca. Optimalna temperatura fermentacije je od 8 do 30 °C.

3.2.3. ProElif

ProElif™ kvasac (AEB, Italija) dobiven je inkapsulacijom *Saccharomyce cerevisiae* u alginatnu ovojnici te se nalazi u formi dehidriranih zrnaca promjera 2 mm. ProElif je osjetljiv na temperaturu fermentacije koja treba ostati iznad 12 °C.

3.3. Osnovna fizikalno-kemijska analiza

Fizikalno-kemijske analize mošta, baznog i pjenušavog vina te ukupni fenoli i parametri boje pjenušavih vina 'Grk' provedeni su u laboratorijima Zavoda za vinogradarstvo i vinarstvo.

3.3.1. Reducirajući šećer

Reducirajući šećer u vinu određivan je titracijskom metodom po Rebelein-u prema Zoecklin i sur. (2001).



Slika 3. Aparatura za određivanje reducirajućeg šećera

Izvor: Brleković V.

3.3.2. Ukupna kiselost

Ukupna kiselost (kao vinska u g/L) mošta i vina određena je metodom neutralizacije uzorka s 0,1 M NaOH uz indikator bromtimol plavo prema metodi O.I.V. (2007).

3.3.3. Hlapljiva kiselost

Hlapljiva kiselost (kao octena, g/L) u vinu određena je metodom neutralizacije uzorka prethodno destiliranog u struji vodene pare, uz 0,1 M NaOH i indikator fenolftalein prema O.I.V. (2007).

pH vrijednost vina određena je mjerenjem na digitalnom pH metru. Postupak: Prije analize baždari se pH-metar. Nakon toga otpipetira se 25 mL vina u čašu od 100 mL, te odredi pH vina.



Slika 4. Određivanje pH vrijednosti

Izvor: Brleković V.

3.3.4. Alkoholna jakost

Alkoholna jakost određivana je ebulioskopski. Početak analize podrazumijeva određivanje nulte točke, odnosno vrelišta vode. Kotao ebulioskopa se zagrijava dok voda ne provrije, odnosno dok se živa u termometru ne zaustavi pri određenoj temperaturi. Zatim se spremnik dva-tri puta ispere vinom koje se ispituje i počinje zagrijavanje vina. Nakon vrenja, na pomičnoj skali utvrđuje se temperatura vrenja vina i utvrđuje s kojom se vrijednošću na stacionarnoj skali poklapa, pri čemu ona označava postotak alkohola u vinu.



Slika 5. Salleronov ebulioskop
Izvor: Brleković V.

3.3.5. Ukupni ekstrakt

Ukupni ekstrakt u vinu određen je denzimetrijski iz ostatka destilacije, a odgovarajuća količina u g/L očitana je iz tablica po Reichardu (O.I.V., 2007).

3.3.6. Pepeo

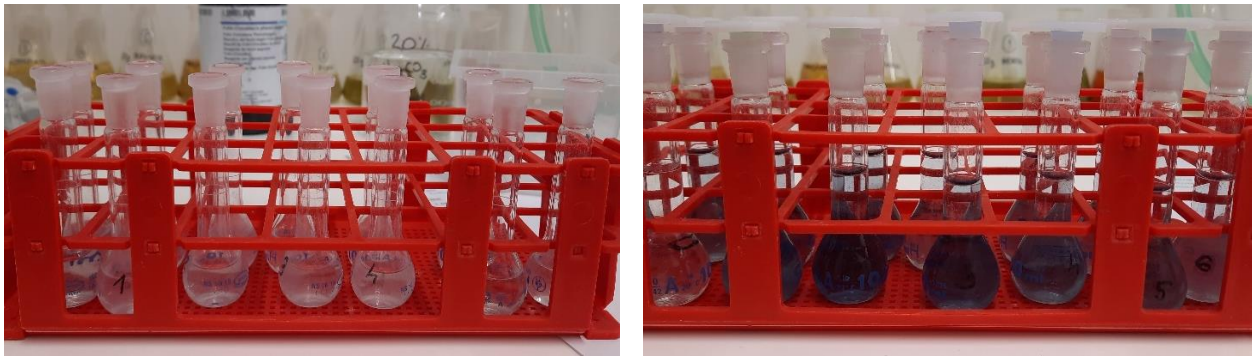
Pepeo u vinu određen je sagorijevanjem suhe tvari u mufolnoj peći pri $525\text{ °C} \pm 25\text{ °C}$ (O.I.V., 2007).

3.3.7. Određivanje slobodnog, vezanog i ukupnog sumporovog dioksida

Upotrebom Paulove alkalimetrijske metode određene su količine sumporovog dioksida, slobodnog ukupnog i vezanog (mg/L) (O.I.V., 2007).

3.3.8. Analiza ukupnih fenola u vinu

Ukupni fenoli mjereni su prema Folin-Ciocalteu metodi upotrebom spektrofotometra Lambda XLS+ (PerkinElmer) na 765 nm valne duljine. Rezultati se izražavaju u ekvivalentima galne kiseline, GAE mg/L. Reagens je napravljen dodavanjem 200 g natrijevog karbonata u 800 mL destilirane vode. Otopina je zagrijavana do vrenja, a nakon hlađenja u nju je dodano nekoliko kristala Na_2CO_3 . Nakon 24 h otopina je filtrirana i razrijeđena destiliranom vodom do 1000 mL. Postupak pripreme uzoraka za mjerenje u spektrofotometru započeo je pipetiranjem 100 μL vina u odmjernu tikvicu u koju je dodano 6 mL destilirane vode i 50 μL Folin-Ciocalteu-ovog reagensa. Smjesa je zatim miješana 8 minuta i 30 sekundi te je zatim dodano 2 mL 20 % otopine natrijevog karbonata. U odmjernu tikvicu bilo je potrebno dodati destilirane vode do oznake na tikvici. Pripremljena otopina zagrijavana je 16 minuta u vodenoj kupelji na 50 °C.



Slika 6. i 7. Određivanje ukupnih fenola
Izvor: Brleković V.

3.3.9. Analiza parametara boje u vinu

Boja vina analizirana je na spektrofotometru Lambda XLS+ (PerkinElmer). Mjerila se apsorbancija pri valnim duljinama 420 nm, 520 nm i 620 nm. Vrijednosti intenziteta i nijanse boje te udjeli glavnih boja u vinu dobiveni su računskim putem, koristeći sljedeće matematičke formule:

- CI – intenzitet boje = $A_{420} + A_{520} + A_{620}$
- CT – nijansa boje = A_{420} / A_{520}
- % Y_e (udio žute) = $(Abs\ 420/CI) \times 100$
- % R_d (udio crvene) = $(Abs\ 520/CI) \times 100$
- % B_l (udio plave) = $(Abs\ 620/CI) \times 100$



Slika 8. Određivanje parametara boje u vinu pomoću spektrofotometra
Izvor: Brleković V.

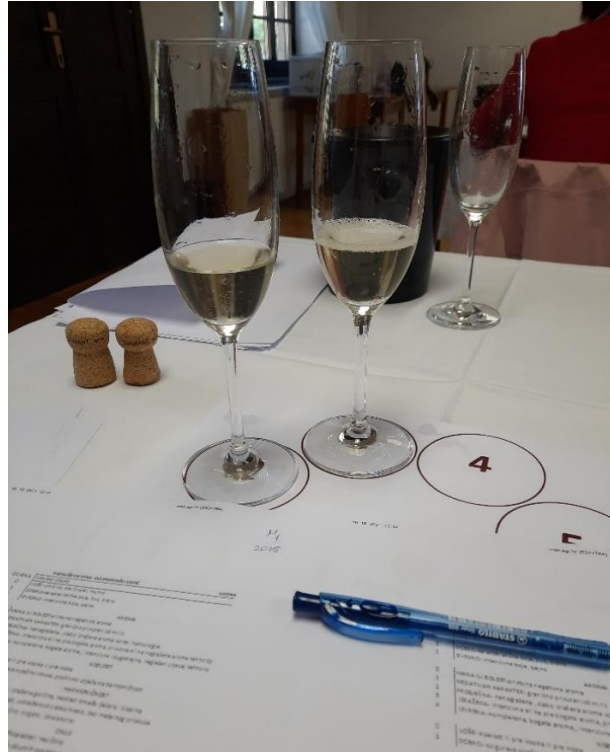
3.4. Senzorno ocjenjivanje pjenušavih vina

Senzorna svojstva pjenušavih vina definirana su njihovim vanjskim izgledom, kakvoćom mirisa, kakvoćom okusa te općim dojmom koji proizlazi iz sveobuhvatnosti navedenih čimbenika. Prvi korak kod ocjenjivanja vina je ocjena vanjskog izgleda vina. Vanjskom izgledu pjenušavih vina pridaje se posebna pažnja jer se u čaši pojavljuju perle CO₂ pa razlike mogu biti velike. Dva čimbenika koja najviše utječu na svojstvo perlanja su duljina dozrijevanja i odabir kvasaca.

Kakvoća perlanja definirana je ocjenom inicijalne pjene, udjela površine prekrivene pjenušom, formiranjem lančića od pjene, veličinom mjehurića, brzinom perlanja, izvorom mjehurića, brojem lanaca mjehurića te općenitom kakvoćom pjene tj. ukupnog dojma prema Gallat i sur. (2004). Mirisna i okusna svojstva pjenušavih vina ocjenjena su opisnom metodom Plumpton College-a. Pri čemu je vrednovana kakvoća vanjskog izgleda 0-2, intenzitet arome 0-4, harmoničnost okusa 0-2, duljina trajanja okusa 0-3, te opći dojam 0-2. U ocjenjivanju je sudjelovalo 6 degustatora.

3.5. Statistička analiza

Razlike u kemijskom sastavu vina te utjecaju tretmana na kakvoću različitih varijanti pjenušavih vina sorte 'Grk', testirane su faktorskom analizom varijance (ANOVA). Značajnost razlika između razina faktora testirana je na razini značajnosti $p=5\%$, uz Bonferonijevu korekciju. Za sve analize varijance upotrebljavala se procedura iz statističkog paketa SAS (SAS Institute, Cary NC).



Slika 9. Senzorno ocjenjivanje pjenušavih vina sorte 'Grk'
Izvor: Brleković V.

Pri ocjenjivanju kakvoće pjenušca jedno od svojstava koje se najviše cijeni je dinamika perlanja i ogrlica od mjehurića tijekom proces točenja i ispijanja vina (Liger-Belair i sur., 2005). Kakvoća pjenušavog vina je povezana i s veličinom mjehurića. Što su mjehurići koji se dižu kroz tekućinu manji, to je proizvod kvalitetniji (Liger-Belair i sur., 1999).



Slika 10. i 11. Razlika u postojanosti pjene

Izvor: Brleković V.

Kvaliteta pjenušavih vina uvelike je uvjetovana svojstvima pjene i perlanja. Koncepti kao što su perlanje ili količina proizvedene pjene, postojanost ili stabilnost pjene, smatraju se čimbenicima kvalitete pri ocjenjivanju pjenušavih vina. Do stvaranja pjene ne dolazi samo zbog oslobađanja CO₂, nego i prisutnosti određenih komponenti u vinu koje modificiraju njegovu površinsku napetost, odnosno viskoznost medija (Hidalgo, 2011).

Deskriptor	Parametri pjene i senzorna analiza pjenušavih vina	
	Kategorija	Bodovi
Inicijalna (početna) pjena (pjena koja se stvara odmah nakon ulijevanja pjenušca u čašu)	Obilna (pjena ispunjava čašu i zadržava se duže od vremena stvaranja)	3
	Normalna (pjena ispunjava čašu, ali brzo nestaje)	2
	Oskudna (pjena ne ispunjava čašu i brzo nestaje)	1
Zona pjene (udio površine vina prekrivene mjehurićima)	Cijela	3
	Djelomična	2
	Nema	1
Ogrlica (lančić) od pjene (mjehurići formirani oko površine vina koji prate obujem čaše)	Cijela	3
	Djelomična	2
	Nema	1
Veličina mjehurića (raste s visinom u čaši)	Mala	3
	Srednja	2
	Velika	1
Brzina perlanja (brzina kojom se mjehurići penju prema površini vina)	Brzo	3
	Srednje	2
	Sporo	1
Ukupni dojam (općenita kakvoća pjene)	Vrlo dobro	4
	Dobro	3
	Prihvatljivo	2
	Loše	1
Izvor mjehurića (nukleacijski centar)	Stjenka čaše i vino	2
	Stjenka čaše	1
Broj lanaca mjehurića (broj nukleacijskih centara naznačenih lancima mjehurića)	Više od 5	2
	Manje od 5	1
Ukupno		

Slika 12: Ocjenjivački listić opisne metode za ocjenu pjene

4. Rezultati i rasprava

4.1. Analize mošta i baznog vina

Tablica 2. Rezultati osnovnog fizikalno-kemijskog sastava mošta i baznog vina 'Grk' 2019.

Parametar	Mošt
Šećer (Oe°)	82
Ukupna kiselost (g/L)	9,2
Vinska kiselina (g/L)	5,12
Jabučna kiselina (g/L)	1,13
Limunska kiselina (g/L)	0,20
pH	2,83
	BAZNO VINO
Alkohol (vol%)	11,1
Ekstrakt ukupni (g/L)	36,2
Šećer reducirajući (g/L)	2
Ukupna kiselost (kao vinska) g/L	9,0
Hlapiva kiselost (kao octena) g/L	0,64
pH	2,83
SO ₂ slobodni (mg/L)	10,0
SO ₂ vezani (mg/L)	95,0
SO ₂ ukupni (mg/L)	105,0
Pepeo (g/L)	1,24

U tablici 2. prikazan je osnovni kemijski sastav mošta i baznog vina 'Grk'. U tablici 1. vidljiva je koncentracija šećera u moštu od 82 Oe° odnosno 178 g/L šećera. Vrijednost ukupne kiselosti bila je optimalna za proizvodnju pjenušavog vina kao i pH vrijednost. Najzastupljenija organska kiselina bila je vinska, dok su ostale kiseline zadovoljavale svojim udjelom.

Prema Pravilniku o vinu rezultat analize reducirajućeg šećera svrstava bazno vino u kategoriju suhog vina (< 4 g/L). Volumni postotak alkohola u vinu 'Grk' bio je 11,1 vol. % te ga se prema sadržaju alkohola svrstava u vino s umjerenim sadržajem alkohola. Mnogi autori (Ribéreau-Gayon i sur., 2000; Zoecklein, 2002) navode da osnovno (bazno) vino treba imati nižu

alkoholnu jakost i višu koncentraciju ukupne kiselosti, kako bi finalni proizvod bio optimalno uravnotežen. Prema fizikalno-kemijskom sastavu, osnovno vino bilo je lagane strukture, s naglašenim svježim karakterom. Vrijednosti slobodnog i ukupnog SO₂ bile su niže od maksimalno dopuštenih, a mogu se još spomenuti i niske vrijednosti hlapljive kiselosti koje upućuju na ispravno zdravstveno stanje sirovine, te pravilnog protjecanja alkoholne fermentacije, bez sudjelovanja štetnih mikroorganizama.

4.2. Fizikalno-kemijski sastav pjenušavih vina 'Grk'

Tablica 3. Fizikalno-kemijski sastav pjenušavih vina 'Grk' 2019.

Parametar	GEC	GPE	GIOC
Alkohol (vol%)	12,5 ^a	12,1 ^b	12,1 ^b
Šećer reducirajući g/L	4,5 ^c	12,7 ^a	7,1 ^b
Ukupna kiselost (kao vinska) g/L	8,3 ^a	8,3 ^a	7,5 ^b
Hlapljiva kiselost (kao octena) g/L	0,59 ^b	0,56 ^b	0,65 ^a
pH	3,05 ^b	3,10 ^a	3,02 ^b

GEC= Lalvin EC1118TM; GPE= ProElifTM; GIOC= IOC 18-2007TM

Srednje vrijednosti označene različitim slovima (a,b,c) u istom redu, signifikantno su različite pri p=0.05

U tablici 3. prikazan je fizikalno-kemijski sastav pjenušavih vina 'Grk'. Utvrđene su značajne razlike među pojedinim tretmanima obzirom na parametar. Najveće razlike utvrđene su u sadržaju neprovrelog šećera, izuzevši GPE u kojem je vrijednost bila 12,7 g/L (extra dry). Tretman GEC istaknuo se značajno najnižim udjelom neprovrelog šećera koji je iznosio 4,5 g/L te se kao i GIOC smatra brut pjenušavim vinom. Među ostalim parametrima odstupanja su bila minimalna, osim kod volumnog postotka alkohola gdje se istaknuo GEC sa značajno višom koncentracijom alkohola (12,5 vol.%), kod tretmana GPE i GIOC nije bilo značajnih razlika između alkoholne jakosti. Koncentracija ukupne kiselosti u pjenušavom vinu GEC i GPE smanjila se za 0,7 g/L u odnosu na bazno vino i iznosila je 8,3 g/L, dok je u vinu GIOC bila značajno najniža, 7,5 g/L. Vrijednosti slobodnog i ukupnog SO₂ bile su ispod maksimalno dopuštene razine kao i hlapljiva kiselost, što ukazuje na ispravno zdravstveno stanje grožđa i korištenje dobre prakse vinifikacije (Boulton i sur., 1995).

4.3. Analiza ukupnih fenola i parametara boje

Tablica 4. Ukupni fenoli i parametri boje pjenušavih vina 'Grk' 2019.

Parametar	GEC	GPE	GIOC
Ukupni fenoli (mg/L)	164 ^b	176 ^b	236 ^a
420 nm	0,135 ^b	0,153 ^a	0,114 ^b
520 nm	0,450 ^a	0,550 ^a	0,028 ^b
620 nm	0,035 ^a	0,040 ^a	0,018 ^b
CI	0,62 ^b	0,74 ^a	0,16 ^c
CT	0,30 ^b	0,28 ^b	4,07 ^a
% Ye	21,77 ^b	20,59 ^b	71,25 ^a
% Rd	72,58 ^a	74,02 ^a	17,50 ^b
% Bl	0,06 ^c	0,14 ^b	11,25 ^a

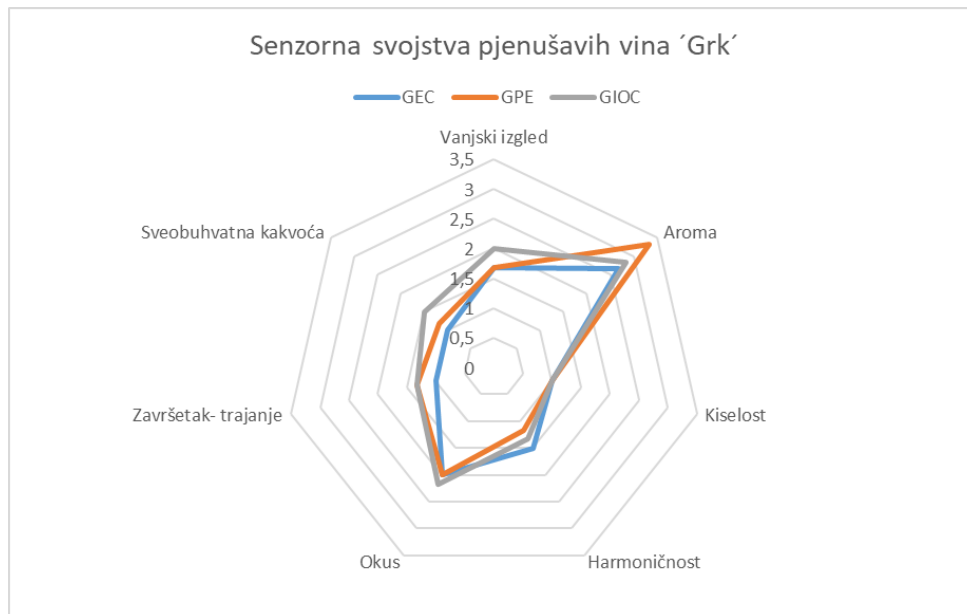
GEC= Lalvin EC1118TM; GPE= ProElifTM; GIOC= IOC 18-2007TM

Srednje vrijednosti označene različitim slovima (^{a,b,c}) u istom redu, signifikantno su različite pri p=0.05

U tablici 4. prikazane su koncentracije ukupnih fenola, a značajno najviša zabilježena je u tretmanu GIOC, pri čemu je isto vino senzorno ocijenjeno bolje obzirom na kakvoću boje u odnosu na druge tretmane.

Kod procjene boje vina, važnu ulogu imaju načini vinifikacije, vrijeme dozrijevanja ili oksidacijski procesi koji mogu izazvati značajne varijacije u kromatskim svojstvima vina (Yildirim, 2006). Kod procjene boje vina, bez obzira radi li se o bijelom, ružičastom ili crnom vinu, kakvoća boje se određuje preko niza parametara (gustoća boje, nijansa, intenzitet boje, vizualni dojam, udio crvene, žute i plave boje). Pri apsorbanciji na 420 nm, značajno najveće vrijednosti zabilježene su kod tretmana GPE, kao i kad je u pitanju intenzitet boje (CI). Dok je značajno različiti tonalitet boje (CT) zabilježen kod tretmana GIOC, s najvećim udjelom žute (% Ye).

4.4. Senzorna svojstva pjenušavih vina 'Grk'



GEC= Lalvin EC1118™; GPE= ProElif™; GIOC= IOC 18-2007™

Graf 1. Senzorna svojstva pjenušavih vina 'Grk' 2019.

Kao što je vidljivo iz grafa 1., gdje su prikazani bodovi metode ocjenjivanja Plumpton College-a raščlanjeni po pojedinim senzornim svojstvima, najveće razlike su zabilježene kod arome, sveobuhvatne kakvoće i harmoničnosti između pjenušavih vina 'Grk' proizvedenih s različitim kvascima sekundarne fermentacije. Vino proizvedeno s kvascem Lalvin EC1118 nešto je lošije ocjenjeno u kategoriji dužine trajanja okusa i sveobuhvatne kakvoće, ali se najviše istaknulo svojom harmoničnošću, vanjskim izgledom i intenzitetom okusa. Aromatski je najizraženiji bio uzorak GPE, a najmanje GEC. Svojstvo kiselosti je bilo ujednačeno kod svih varijanata, iako je bilo analitičkih razlika.

Tablica 5. Senzorno ocjenjivanje pjenušavih vina 'Grk' 2019. metodom redosljeda

Uzorak							Σ
GEC	2	2	1	1	2	3	11
GPE	3	3	3	3	3	1	16
GIOC	1	1	2	2	1	2	9

1- najbolje rangirani uzorak, 3- najlošije rangirani

Prema metodi redosljeda, uzorak s najmanjim ukupnim rezultatom je i najbolje ocijenjeni uzorak, dok je uzorak s najvećim ukupnim rezultatom najlošije pozicioniran uzorak. Prema rezultatima u Tablici 5. pjenušavo vino GIOC je bilo najbolje rangirano, a vino GPE najlošije rangirano.



GEC= Lalvin EC1118™; GPE= ProElif™; GIOC= IOC 18-2007™
 Graf 2. Sensorna analiza svojstava pjene u pjenušavim vinima 'Grk' 2019.

CO₂ je odgovoran za vizualno privlačan i vrlo tražen ponavljajući proces oslobađanja mjehurića (tzv. pjenušavost ili perlanje). Naime, pjena je karakteristika koja razlikuje pjenušava vina od mirnih vina, kao prvo svojstvo koju percipiraju kušači i potrošači i koja određuje konačnu kvalitetu pjenušavih vina (Buxaderas i sur., 2012). Liger-Belair. i sur (2017) navode kako je kvaliteta pjenušavog vina povezana sa stvaranjem i postojanošću pjene.

Usporedivši dobivene rezultate kakvoće perlanja pjenušavih vina 'Grk', razlike su jasno vidljive na grafu 2. Crumpton i sur. (2017) navode kako povećani sadržaj šećera utječe na nestabilnost pjene, tj. dovodi do brzine smanjenja visine pjene s obzirom na uzorke koji imaju manji sadržaj šećera. Prema tome GIOC i GEC odlikovali su se većom kvalitetom pjene i boljim ukupnim dojmom u odnosu na uzorak GPE koji ima izrazito visok sadržaj šećera, a samim time lošiju postojanost pjene i ukupni dojam. Treba istaknuti razlike u veličini mjehurića i brzine perlanja što je najvjerojatnije vezano uz tehnologiju i odabir kvasca koji je jedan od važnijih čimbenika u definiranju kakvoće perlanja. Tretman kvascem Lalvin EC1118™ pokazuje najbolju kakvoću perlanja u odnosu na tretman s kvascima ProElif™ i IOC 18-2007™. Nadalje je vidljivo kako je veličina mjehurića bila bolja kod GPE i GIOC u odnosu na GEC. Iz grafa 2. treba istaknuti nepostojanje razlika kod ogrlice (lančića) od pjene koja je jednaka kod svih pjenušavih vina. Ukupni dojam bio je najbolji kod GIOC i GEC.

5. Zaključak

Na temelju provedenog istraživanja s ciljem utvrđivanja razlika u osnovnom fizikalno-kemijskom sastavu, parametrima boje, ukupnih fenola te senzornim svojstvima pjenušavih vina 'Grk', obzirom na tretmane primjene različitih sojeva kvasaca tijekom sekundarne fermentacije, uočene su značajne razlike na razini sadržaja neprovrelog šećera, koncentraciji alkohola, ukupne kiselosti i pH vrijednosti te ukupnim fenolima i parametrima boje.

Senzorno je bolje ocjenjeno pjenušavo vino u tretmanu s IOC18-2007™, obzirom na sveobuhvatnu kakvoću, vanjski izgled i intenzitet okusa, u odnosu na ostale tretmane. Vino proizvedeno s kvascem Lalvin EC1118™ ocjenjeno je lošije u kategoriji dužine trajanja okusa i sveobuhvatne kakvoće, ali se istaknulo svojom harmoničnošću. Aroma vina bila je najizraženija kod tretmana s ProElif™, a najmanje izražena kod Lalvin EC1118™. Osjet kiselosti bio je ujednačen kod svih tretmana.

Tretmani Lalvin EC1118™ i IOC 18-2007™ odlikovali su se boljom kvalitetom pjene i boljim ukupnim dojmom u odnosu na tretman ProElif™ koji ima izrazito visok sadržaj šećera, a samim time lošiju postojanost pjene i ukupni dojam. Tretman kvascem Lalvin EC1118™ pokazao je najbolju kakvoću perlanja u odnosu na ostale tretmane, osim kod veličine mjehurića.

6. Literatura

1. Alpeza, I., Gašparec–Skočić, Lj. (2003). Pjenušava vina, zanimljivosti proizvodnje i prometa. Zbornik radova 13. Manifestacije vinogradara i vinara Jadrana – "Sabatina 2003", Bol, 13, 74-87.
2. BOE. (2007). ORDEN APA/415/2007, de 23 de febrero, por la que se modifica el Reglamento de la Denominación «Cava» y de su Consejo Regulador. 50, 8487–8491.
3. Borrull, A., Poblet, M., Rozès N. (2015). New insights into the capacity of commercial wine yeasts to grow on sparkling wine media. Factor screening for improving wine yeast selection. *Food Microbiol.*, 48, 41–48.
4. Buxaderas S., López-Tamames, E. (2010). Managing the quality of sparkling wines, In: *Managing Wine Quality* (Reynolds, A.) Woodhead Publishing Limited, 553-588.
5. Buxaderas S., López-Tamames E. (2012). Sparkling wines: Features and trends from tradition. *Advances in Food and Nutrition Research*. 66, 1-45.
6. Cartron, E., Fouret, G., Carbonneau, M.A., Lauret, C., Michel, F., Monnier, L. (2003). Red-wine beneficial long-term effect on lipids but not on antioxidant characteristics in plasma in a study comparing three types of wine. Description of two O-methylated derivatives of gallic acid in humans. *Free Radical Research*. 37,1021-1035.
7. Chamkha, M., Cathala, B., Cheynier, V., Douillard, R. (2003). Phenolic composition of champagnes from chardonnay and pinot noir vintages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51, 3179-3184.
8. Cotea, V.V., Focea, M.C., Luchian, C.E., Colibaba, L.C., Scutaras, E.C., Marius, N., Zamfir, C.I., Popîrd, A. (2021). Influence of Different Commercial Yeasts on Volatile Fraction of Sparkling Wines. *Foods*. 10, 247.
9. Deak, I., Habschied, K., Mesić, J., Babić, J., Kovačević, D., Nedović, V., Mastanjević, K. (2021) The Influence of Fermenting Yeast on the Sensory Properties of Graševina Wine, *Foods. Veleučilište u Požegi*. 10, 1-8.
10. HAPIH (2018). Interna komunikacija
11. Harbone, J. B. (1980). Plant phenolics. *Encyclopedia of plant physiology, secondary plant products*. New York: Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. 8, 329-395.
12. Hidalgo, P., Pueyo, E., Pozo-Bayón, M. A., Martínez Rodríguez, A. J., Martín-Álvarez, P., i Polo, M. C. (2004). Sensory and analytical study of rosé sparkling wines manufactured by second fermentation in the bottle. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 6640-6645.
13. Ibern-Gómes, M., Andrés-Lacueva, C., Lamuela-Raventós, R. M., Buxaderas, S., Singleton, V. L., de la Torre-Boronat, M. C. (2000). Browning of Cava (sparkling wine) during aging in contact with less due to the phenolic composition. *American Journal Enology and Viticulture*. 51, 30-36
14. Ivandija, T., Marić, B. (2010). Podjela vina. *Glasnik zaštite bilja*. 33(1), 98-107.

15. Jackson, R.S. (2014). Specific and Distinctive Wine Styles in Wine Science: In Principles and Applications. Hoboken, NJ, USA, 677-759.
16. Jagatić Korenika A.M. (2015). Utjecaj hladne maceracije na polifenolni sastav i senzorna svojstva vina kultivara Pošip, Maraština, Malvazija, Kraljevina i Škrlet (*Vitis vinifera* L.). Doktorska disertacija, Agronomski fakultet, Zagreb.
17. Jagatić Korenika A.M., Maslov L., Jakobović S., Palčić I., Jeromel A. (2018). Comparative Study of Aromatic and Polyphenolic Profiles of Croatian White Wines Produced by Cold Maceration. *Czech J. Food Sci.* 36, 459–469.
18. Jagatić Korenika, A.M., Marinov, L., Anđelini, D., Jeromel, A. (2020). Kvasci i kiselinski profil vina. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
19. Jagatić Korenika A.-M., Preiner D., Tomaz I., Jeromel A. (2020). Volatile Profile Characterization of Croatian Commercial Sparkling Wines. *Molecules.* 25(18), 4349.
20. Jagatić Korenika, A.M., Preiner, D., Jeromel, A. (2019). Aromatski profil pjenušavih vina Zagrebačke županije, *Glasnik zaštite bilja.* 42(6), 104-110.
21. Journal Officiel de la Republique Française (2010). Relatif a l'appellation d'origine controlee Champagne.
22. Lea A. G. H., B. P. (1979). The procyanidins of white grapes and wines. *Am. J. Enol. Vitic.*
23. Maletić E., Karoglan Kontić J., Pejić I., Preiner D., Zdunić G., Bubola M., Stupić D., Andabaka Ž., Marković Z., Šimon S., Žulj Mihaljević M., Ilijaš I., Marković D. (2018). Zelena knjiga, hrvatske izvorne sorte vinove loze, str. 278-279.
24. Maujean A. (1989). Histoire de bulles. *Revue Française d'Œnologie.* 120, 11-17.
25. Mazauric, J. P., i Salmon, J. M. (2006). Interactions between yeast lees and wine polyphenols during simulation of wine aging. Analysis of desorbed polyphenol compounds from yeast lees. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 54, 3876-3881.
26. Miličević, B., Babić, J., Ačkar, Đ., Jozinović, A., Previšić, V., Miličević, R. i Šubarić, D. (2017). Utjecaj tehnologije fermentacije imobiliziranim kvascima na prisutnost biogenih amina u pjenušcu. *Glasnik Zaštite Bilja,* 40(6), 12-16.
27. Moreno, J., Peinado, R. (2012). *Enological Chemistry.* Academic Press, Elsevier, UK
28. Orlic, S., Redžepović, S., Jeromel, A., Herjavec, S., Iacumin, L. (2007). Influence of indigenous *Saccharomyces paradoxus* strains on Chardonnay wine fermentation aroma. *Int. J. Food Sci. Technol.* 42, 95-101.
29. Perez-Serradilla, J.A., de Castro, M.D.L. (2008). Role of lees in wine production, a review. *Food Chem.* 111, 447-456.
30. Peršurić, Đ., Peršurić, A., Peršurić Bernobić, K. (2016). Pjenušava vina u funkciji razvoja vinarstva i kulture stola u Republici Hrvatskoj, Radovi Zavoda za znanstveni i umjetnički rad u Požegi, vol. 5.
31. Plavša, T., Bubola, M., Jagatić Korenika, A.M., Jeromel, A. (2021). Utjecaj inkapsuliranog kvasca na kakvoću pjenušavog ružičastog vina 'Teran', *Glasnik zaštite bilja.* 44 (6), 92-99.
32. Pons-Mercadé, P., Giménez, P., Vilomara, G., Conde, M., Cantos, A., Rozès, N., Ferrer, S., Miquel Canals J., Zamora F. (2021). New Insights about the Influence of Yeasts

- Autolysis on Sparkling Wines Composition and Quality, In Grapes and Wine, edited by Antonio Morata, Iris Loira, Carmen González. London: IntechOpen, 10.5772/intechopen.101314.
33. Pozo-Bayò, M.A., Martínez-Rodríguez, A., Pueyo, E., Moreno Arribas, M.V. (2009). Chemical and biochemical features involved in sparkling wine production: from a traditional to an improved winemaking technology. *Trends Food Sci Tech.* 20,1300-1306.
 34. Radovanović, V. (1970). *Tehnologija vina*, Građevinska knjiga, Beograd.
 35. Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donéche, B., Lonvaud, A. (2000). *Handbook of Enology. Volume 2. The Microbiology of Wine and Vinifications.* John Wiley i Sons Ltd., England.
 36. Ribéreau-Gayón, P., Glories, Y., Maujean, A., Dubourdieu, D. (2003). *Tratado de enología. Microbiología del vino – vinificaciones y química del vino – estabilización y tratamientos.* Buenos Aires: Editorial Hemisferio.
 37. Ribereau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., Duboutdieu, D. (2006). *Handbook of Enology, the chemistry of wine stabilization and treatments, second edition.* Bordeaux: John Wiley i Sons.
 38. Roig, R., Cascón, E., Arola, L., Bladé, C., Salvadó, M. J. (2002). Procyanidins protect fao cells against hydrogen peroxide-induced oxidative stress. *Biochimica et Biophysica Acta.* 1572, 25-30.
 39. Thome, K., M., Paiva, V. A. L. (2020). Sparkling Wine International Market Structure and Competitiveess. *Wine Economics and Policy.* 9(2), 37-47.
 40. Torresi, S., Frangipane, M.T., Anelli, G. (2011). Biotechnologies in sparkling wine production. Interesting approaches for quality improvement: A review. *Food Chemistry.* 129, 1232-1241.
 41. Zoecklein, B. W., Fugelsang, K. C., Gump, B. H., Nury, F. S. (2001). *Wine analysis and Production.* Van Nostrand Reinhold Publishing Co., New York.

Internetske stanice

1. [https://ioc.eu.com/wp-content/uploads/documents/ioc/ft/FT%20LEVURE%20IOC%2018-2007%20\(EN\).pdf](https://ioc.eu.com/wp-content/uploads/documents/ioc/ft/FT%20LEVURE%20IOC%2018-2007%20(EN).pdf)
Pristupljeno: rujan, 2022.
2. <https://www.enovitis.net/kvasac-levures-ioc-18-2007/> Pristupljeno rujan, 2022.
3. <https://gospodarski.hr/rubrike/vinogradarstvo-rubrike/proizvodnja-pjenusavih-vina/>
Pristupljeno: rujan, 2022.
4. <http://vinogradarstvo.hr> (2014), *Tehnologija proizvodnje pjenušca*, Pristupljeno: rujan, 2022.
5. <https://www.jutarnji.hr/dobrahrana/vodici/staru-godinu-ispratite-sjajnim-pjenuscima-ovi-primjerci-nece-razocarati-po-dobroj-cijeni-15138718>
Pristupljeno: rujan, 2022.

Životopis

Valentina Brleković rođena 20.4.1998. u Zagrebu. Pohađala je srednju „Agronomsku školu Zagreb“ (2013. - 2017.), čime je stekla zvanje Poljoprivredni tehničar Fitofarmaceut, nakon čega upisuje preddiplomski stručni studij poljoprivrede na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima, kojeg završava 2020. Iste godine upisuje diplomski sveučilišni studij Vinogradarstvo i vinarstvo, na Agronomskom fakultetu u Zagrebu. Služi se u govoru i pismu, engleskim jezikom. Kroz svoje obrazovanje prisustvuje raznim radionicama, konferencijama Slavonika i Digitalna poljoprivreda. Na diplomskom studiju sudjeluje kao članica Vinarske grupe na Zavodu za vinogradarstvo i vinarstvo i na CroAgro 3. Međunarodnom ocjenjivanju rakija i likera. Uz studiranje obavlja razne studentske poslove.