

Utjecaj vremena i intenziteta vršikanja na kakvoću grožđa cv. 'Traminac crveni' (*Vitis vinifera* L.)

Štefanac, Fabijan

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:204:643104>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-09**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

**Utjecaj vremena i intenziteta vršikanja na kakvoću
grožđa cv. 'Traminac crveni' (*Vitis vinifera* L.)**

DIPLOMSKI RAD

Fabijan Štefanac

Zagreb, rujan, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Vinogradarstvo i vinarstvo

Utjecaj vremena i intenziteta vršikanja na kakvoću
grožđa cv. 'Traminac crveni' (*Vitis vinifera* L.)

DIPLOMSKI RAD

Fabijan Štefanac

Mentor:
Prof. dr. sc. Marko Karoglan

Zagreb, rujan, 2022.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Fabijan Štefanac**, JMBAG 0178115309, rođen 14.02.1999. u , izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

Utjecaj vremena i intenziteta vršikanja na kakvoću grožđa cv. 'Traminac crveni' (*Vitis vinifera L.*)

Svojim potpisom jamčim:

- da sam 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 upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta/ice **Fabijan Štefanac**, JMBAG0178115309, naslova:
Utjecaj vremena i intenziteta vršikanja na kakvoću grožđa cv. 'Traminac crveni' (*Vitis vinifera* L.)

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

- | | | | |
|----|---|--------|-------|
| 1. | prof. dr. sc. Marko Karoglan | mentor | _____ |
| 2. | prof. dr. sc. Ana Jeromel | član | _____ |
| 3. | izv. prof dr. sc. Ana-Marija Jagatić Korenika | član | _____ |

Sažetak

Vršikanje je uobičajeni ampelotehnički zahvat kojim odstranjujemo vrhove mladica vinove loze. Učinci ovog zahvata su višestruki. Njime se reducira bujnost i zasjenjenost, odnosno povećava se prozračnost mikroklimata trsa i stvaraju nepovoljni uvjeti za razvoj gljivičnih bolesti. Smanjenjem zasjenjenosti utječe se na poboljšanje kvalitete grožđa. Odstranjivanjem vrhova mladica eliminiraju se mjesta najvećeg izljeva asimilata i potiče bazipetalni transfer asimilata što utječe na bolji razvoj cvjetova i intenzivniji proces dozrijevanja grožđa, ovisno o tome kada se vršikanje izvodi. S obzirom na navedeno, provedeno je dvogodišnje istraživanje (2017./2018.) na sorti 'Traminac crveni' (*Vitis vinifera* L.) uzgajanoj u zagrebačkom vinogorju, u kontinentalnim klimatskim uvjetima, kako bi se proučili učinci različitih termina provedbe zahvata vršikanja s obzirom na prinos, primarni sastav te hlapljive spojeve grožđa. Pokus je postavljen po slučajnom bloknom rasporedu, te se sastoji od tri termina vršikanja: poslije cvatnje, u lag fazi i u šari. Varijanta bez vršikanja također je uključena u pokus. Pokusom se ustanovilo da vršikanje ne utječe na prinos, ali može utjecati na sastav grožđa i hlapljivih spojeva, ovisno o vremenu vršikanja i godini.

Summary

Hedging or shoot topping is common ampelotechnical procedure which removes the shoot tips. The benefits of this procedure are multiple. Shoot topping reduces vegetation and shadowing effect which results in favorable vine microclimate and reduces the attack from fungal diseases. Reduced shadowing results in grapes of higher quality. Shoot topping also eliminates places of highest asimilate outflow and stimulates basipetal transfer of asimilates which results in better flower development and intensifies the process of grape ripening, dependent on when the shoot topping is performed. Considering all the above, a two year research has been performed in 2017. and 2018. on cultivar 'Gewurtztraminer' (*Vitis vinifera*, L.). Experiment took place in vineyarding region Zagreb in the conditions of continental climate. The main task of research was to observe how timing of shoot topping affected yield, grape primary composition and grape volatile compounds. Experiment was set on random block design, and it was composed of 3 shoot topping timings- after bloom, in lag phase of berry development and at the beginning of verasion. A treatment without shoot topping was also included in experiment. The results showed that the shoot topping does not affect the yield but it can affect grape composition and aroma compounds depending on the time of shoot topping and the year.

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Vršikanje vinove loze	1
1.2. Utjecaj vršikanja na vinovu lozu.....	1
1.3. Cilj istraživanja	2
2. Pregled literature	3
2.1. Utjecaj vremena vršikanja na prinos i kvalitetu grožđa nekih crnih i bijelih sorti.....	3
2.2. Utjecaj vršikanja na vodni potencijal, koncentracije šećera i ukupne kiselosti grožđa	3
2.3. Utjecaj oštrog vršikanja nakon zemetanja bobica na dozrijevanje i kvalitetu grožđa	5
2.5. Dvostruka berba pod utjecajem oštrog vršikanja	6
2.7. Hlapljivi spojevi	9
3. Materijali i metode	10
3.1. Klimatske prilike.....	10
3.2. Traminac crveni.....	11
3.1. Dizajn pokusa.....	14
4. Rezultati i rasprava.....	18
4.1. Utjecaj vršikanja na elemente prinosa.....	18
4.2. Utjecaj vršikanja na primarni sastav mošta i organske kiseline.....	18
4.3. Utjecaj vršikanja na hlapljive spojeve	20
5. Zaključak	26
6. Popis literature.....	27
Životopis	31

1. Uvod

1.1. Vršikanje vinove loze

Vršikanje je skidanje svih vrhova mladica pred kraj faze njihova rasta. Ta mjera je posebno korisna i potrebna, jer prevelike mladice stvaraju gustiš koji, posebno u vlažnijim krajevima i vlažnijim godinama, negativno utječe na dozrijevanje grožđa i povećava mogućnost pojave sive plijesni (*Botrytis cinerea*). Nadalje, predugački vrhovi ometaju normalno odvijanje radova u berbi, a u pojedinim godinama, legla su peronospore, upravo onda kad smo završili s prskanjem (Mirošević i Karoglan Kontić, 2008).

S ampelotehničkim zahvatima poput vršikanja, sprječava se zasjenjivanje zone grožđa. Vršikanje minimalizira dominaciju vrha te sprječava fiziološku neravnotežu između izvora i izljeva hranjiva. Stoga, vršikanje se koristi kako bi se pospješilo dozrijevanje grožđa i maksimalizirala količina ugljikohidrata koji ulaze u bobice tijekom dozrijevanja (Koblet, 1987; Vasconcelos i Castagnoli, 2000).

S vršikanjem započinjemo kada mladice dosegnu maksimalnu željenu visinu, obično 122 do 152 centimetra, što je dvanaest ili petnaest listova po mladici. Obično se s vršikanjem kreće kada narastu oko 45 cm iznad žice. U tom trenutku su obično još uvijek uspravne, te ih je lako odrezati škarama. Bolje ih je odstraniti prije nego postanu preteške i počnu padati unatrag (Law, 2006).

Ovaj zahvat izvodimo tako da na mladicama ostaju samo dobro razvijeni listovi bez vrha mladice. To činimo škarama, nožem ili srpom. Na većim objektima vršikanje se izvodi strojem. Primjena takvih strojeva pokazala je u nas i tehničku i gospodarsku opravdanost. (Mirošević i Karoglan Kontić, 2008.)

1.2. Utjecaj vršikanja na vinovu lozu

Različiti termini provedbe i različiti intenziteti rezultiraju raznolikim odgovorima vinove loze na vršikanje. Odgovori na vršikanje mogu biti smanjenje ili povećanje prinosa, sadržaja šećera, ukupne kiselosti, pojedinačnih koncentracija kiselina te hlapljivih spojeva. Također, vršikanje može imati utjecaj na dinamiku dozrijevanja grožđa. U ovom diplomskom radu dan je pregled istraživanja na temu vršikanja te je fokus rada na istraživanju utjecaja vremena provođenja vršikanja na cv. 'Traminac crveni' u kontinentalnim klimatskim uvjetima.



Slika 1. Vinograd prije vršikanja
Fotografirano: Pleternica, 15.6.2022.



Slika 2. Vinograd poslije vršikanja
Fotografirano: Pleternica, 20.6.2022.

1.3. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja je provjeriti utjecaj intenziteta i vremena vršikanja na prirod i kemijski sastav grožđa cv. 'Traminac crveni'.

2. Pregled literature

2.1. Utjecaj vremena vršikanja na prinos i kvalitetu grožđa nekih crnih i bijelih sorti

Istraživanje Cartechinija i suradnika (1998) je provedeno u Italiji 1996. i 1997. godine na sortama 'Sangiovese' i 'Cabernet Sauvignon' te 'Verdello' i 'Sauvignon bijeli'. Sve sorte su bile cijepljene na podlogu Kober 5BB. Starost trsova je bila 10 godina, a sustav uzgoja na zavjesi. Također, jedan dio trsova je vršikan tjedan dana nakon pune cvatnje, a drugi 5 tjedana poslije pune cvatnje. Intenzitet vršikanja je bio do devetog ili desetog nodija mladice.

Vršikanjem tjedan dana poslije pune cvatnje postiglo se značajano povećanje prinosa grožđa. Za to povećanje u prinosu najviše je zaslužno povećanje mase samih grozdova. Došlo je i do porasta koncentracije šećera, polifenola i ukupnog dušika. Kod crnih sorata je zabilježen i porast u koncentraciji antocijana. Ukupna kiselost je bila znatno smanjena kod svih sorata u istraživanju. U vrijeme berbe omjer prinosa i površine lišća je bio smanjen za 33% do 45%.

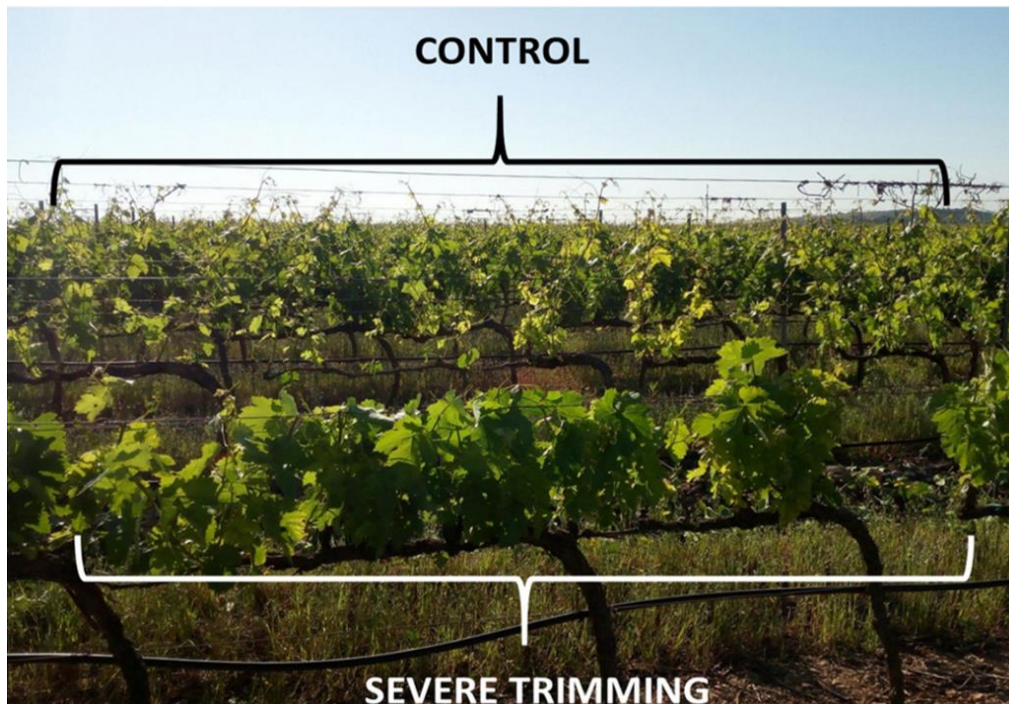
Vršikanjem 5 tjedana poslije pune cvatnje rezultiralo je sličnim prinosima kao i kod kontrolnih ponavljanja osim kod sorte 'Sangiovese' koja je imala nešto manje prinose. Kod svih sorti je došlo do smanjenja koncentracije šećera, antocijana i ukupnih polifenola. Sadržaj ukupnih kiselina i dušika ostaje sličan kao i kod kontrolnih trsova. Uočeno je smanjenje pH mošta. Također, kao i kod trsova koji su ranije vršikani, omjer prinosa i površine lista je bio smanjen.

Vršikanje tjedan dana nakon pune cvatnje je imalo bolji utjecaj na kvalitetu i prinos grožđa. Pozitivan utjecaj ranijeg vršikanja je izravno povezano s: (1) povećanom fotosintetskom aktivnošću lišća u unutarnjoj zoni vegetacije (Pallioti, 1992); (2) povećana cirkulacija i smanjenje vlažnosti zraka koji su pozitivno utjecali na zdravstveno stanje grožđa (Gubler i sur. 1987); (3) Bolje prodiranje sredstava za zaštitu bilja zbog smanjenja lisne mase (Champagnol, 1993); (4) Pojačana aktivnost ključnih enzima za dozrijevanje grožđa zbog boljeg prodora sunčeve svjetlosti u zoni grožđa (Smart, 1987).

2.2. Utjecaj vršikanja na vodni potencijal, koncentracije šećera i ukupne kiselosti grožđa

Istraživanje Abada i suradnika (2019) je provedeno u Španjolskoj na nekoliko lokacija na sortama 'Tempranillo' i 'Graciano' tijekom perioda od 2014. do 2017. godine. istraživanje utjecaja oštrog vršikanja je provedeno na 4 vinograda koji su smješteni na sjeveru Španjolske, točnije u pokrajinama Navarra, La Rioja (2 vinograda) i Baskiji.

Vršikanje je provedeno kratko nakon zemetanja bobica- bobice veličine graška. Intenzitet vršikanja je bio takav da se je uklonilo 40-60% gornjeg dijela mladica.



Slika 3. Kontrolna i eksperimentalna skupina pokusa
Izvor: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377418316044>

Utjecaj oštrog vršikanja na vodni potencijal loze je bio različit ovisno o sezoni i vinogradu u kojemu je provođeno istraživanje. No, valja napomenuti da su u većini slučajeva vršikane mladice pokazivale nešto veći vodni potencijal. Nadalje, analizom ugljikovih izotopa također nisu dokazani signifikantni efekti oštrog vršikanja na vodni status biljke.

Dužina vršikanih mladica je smanjena, kako je bilo i očekivano, između 35% i 55%. Broj zaperaka je približno isti kao i kod kontrolnih skupina, ali njihova duljina i jačina rasta je bila veća. Procjenjuje se veći porast zaperaka kod vršikane varijante za otprilike 50% pa sve do 100%. Lisna površina po mladici je bila smanjena kao posljedica oštrog vršikanja. Procijenjeno je da je lisna površina bila smanjena za 20% do 30%. Jedino odstupanje od ovakvih rezultata dogodilo se u La Rioji gdje je sorta Tempranillo uspjela iskompenzirati moguće smanjenje lisne površine s jakim vegetativnim rastom te je na kraju imala sličnu lisnu površinu kao i kontrolna varijanta.

Vršikanje nije imalo utjecaja na broj grozdova, prinos te masu grozdova. Ukupni šećeri su bili veći u kontrolnoj varijanti, dok ukupna kiselost je bila veća u vršikanim varijantama. Za porast ukupne kiselosti je najviše zaslužno povećanje jabučne kiseline. Vrijednosti vinske kiseline su ostale slične kao i kod kontrolne varijante.

2.3. Utjecaj oštrog vršikanja nakon zametanja bobica na dozrijevanje i kvalitetu grožđa

Zbog posljedica globalnog zatopljenja rokovi berbe su sve raniji. Kao posljedica ranijih rokova berbe i toplijeg perioda u kojemu grožđe dozrijeva, dobivamo vina koja sadrže visok postotak alkohola, nisku ukupnu kiselost, atipične sorte karakteristike i manjak intenziteta boje (Mira de Orduña 2010, Palliotti i sur. 2014). Pod utjecajem toplijih klimatskih uvjeta, nakupljanje šećera unutar bobica je veoma brzo dok fenolna zrelost usporava. To predstavlja izraziti problem za crne sorte jer je sinteza antocijana, zbog inhibitornog djelovanja ovakvih klimatskih uvjeta na određene ključne enzime, uvelike umanjena. (Mohaved i sur., 2011; Mori i sur., 2007).

Istraživanja Zhenga i sur. (2017) je provedeno na dva vinograda u La Rioja regiji na sjeveru Španjolske. Sorte koje su korištene za pokuse su 'Tempranillo' i 'Grenache'. Tokom dviju godina, oštro vršikanje je provođeno na 2/3 svih trsova u trenutku kada su bobice u promjeru iznosile 3-4mm. Zatim opet, na polovici vršikanih trsova, 4 tjedna nakon prvog oštrog vršikanja. Preostala 1/3 trsova je služila kao kontrolna grupa na kojoj se provelo samo blago vršikanje 10-ak centimetara iznad gornje žice armature, ovo vršikanje se provelo kako bi redovi bili prohodniji s ciljem olakšavanja radova u vinogradu.

Kod 'Tempranilla' usporedbom kontrole s jednostrukim oštrim vršikanjem dobiveno je da je jednostruko ošto vršikanje usporilo šaru za 3 do 5 dana dok je dvostruko ošto vršikanje usporilo šaru za 5-8 dana. Grožđe kontrole varijante je doseglo željenu razinu šećera od 22 do 22,5 °Brix 14-23 dana ranije od jednostruko vršikane varijante i 21-23 dana ranije od dvostruko vršikane varijante. Utjecaj vršikanja na povećanje mase bobice se uočio 2014. godine dok 2015. ipak nije uočena značajna razlika. Masa grozda i prinosi nisu se znatno razlikovali od kontrole. Vršikanja su znatno utjecala na smanjenje površine lista što je bilo i očekivano, ali međusobno se nisu značajno razlikovala. Kod 'Grenacha' jednostruko vršikanje je usporilo šaru za 13 dana dok je dvostruko usporilo šaru za 15-18 dana. Grožđe kontrolne skupine doseglo je željenu razinu od 24 °Brix 20 dana ranije od jednostrukog, dok dvostruko nije moglo postići tu ciljanu razinu te je ostalo čak i 30 dana nakon berbe kontrole ispod te razine šećera. Dvostruko vršikanom ponavljanju je održana berba kada je imalo 23 °Brix. Obje godine se dvostruko vršikani 'Grenache' brao na toj razini šećera. Kod 'Grenacha' se nije uočila razlika u prinosima od kontrole i vršikanih trsova iako su vršikani trsovi imale manju površinu lista od kontrole. Kontrola je u tijeku dozrijevanja uvijek imala višu koncentraciju šećera u bobici, što je i očekivano jer ošto vršikanja je produljilo period dozrijevanja. No, obrazac povećavanja koncentracija šećera je jako sličan između kontrole i vršikanih varijanti. Što je značilo da približavanjem berbe akumulacija šećera se nastavljala sve do zadanih parametara.

Akumulacija antocijana je pratila porast šećera u bobici u 2014. godini za sve vršikane trsove, ali u 2015. dolazi do neznatno većih očitavanja za vršikane varijante naspram kontrole.

Što se tiče sastava mošta za sortu 'Tempranillo', 2014. godine vršikane varijante pokusa su imale višu ukupnu kiselost. Jednostruki tretman je imao najvišu ukupnu kiselost. Povećanje ukupne kiselosti se pripisalo većoj količini vinske kiseline. Grožđe kontrolnih trsova sadržavalo je više jabučne kiseline, nego vršikane varijante. U

koncentracijama antocijana nije bilo značajnih razlika između tretmana u obje godine istraživanja.

Kod 'Grenacha', 2014. godine jednostruko vršikanje je imalo najvišu ukupnu kiselost, najvišu koncentraciju vinske te najnižu koncentraciju jabučne kiseline. No, 2015. godine najvišu ukupnu kiselinu i najviše koncentracije vinske kiseline je imala kontrola. Koncentracije jabučne kiseline su bile više kod kontrole i dvostrukog vršikanja dok jednostruko vršikanje je zabilježilo najniže količine ove kiseline. Najniže koncentracije antocijana je imala dvostruko vršikana varijanta u obje godine, dok se kontrola i jednostruko vršikana varijanta nisu međusobno razlikovale.

2.5. Dvostruka berba pod utjecajem oštrog vršikanja

Istraživanje de Tode (2021) je provedeno u regiji La Rioja u Španjolskoj. Proučavalo se poticanje zimskih pupova oštrim vršikanjem pod pretpostavkom da će i ti pupovi krenuti u vegetaciju i donositi plod iste vinogradarske sezone. Za svrhe ovoga istraživanja korištene su sorte 'Grenache', 'Tempranillo' i 'Maturana Tinta'. Primjenjivano je oštro vršikanje netom nakon cvatnje. Ostavljano je sve do 6. nodija na mladicama, sve iznad njih je vršikano. Pokus se sastojao od 3 tretmana: F1, F2, i F3 te kontrolne skupine. F1 ponavljanje se sastojalo od oštrog vršikanja iznad 6. nodija nakon cvatnje te još jednog vršikanja nakon 10 dana. F2 ponavljanje se sastojalo od oštrog vršikanja iznad 6. nodija nakon cvatnje te ručno uklanjanje dvaju gornjih zaperaka koji su započeli vegetaciju par dana nakon vršikanja. F3 ponavljanje se sastojalo od oštrog vršikanja iznad 6. nodija nakon cvatnje te uklanjanja svih zaperaka koji su krenuli na primarnoj mladici nakon oštrog vršikanja.

Dozrijevanje grožđa na primarnim mladicama je kasnilo oko 13 dana s obzirom na uobičajene rokove berbe, dok je grožđe na forsiranim zapercima kasnilo u sazrijevanju 35 dana. U trenutku berbe grožđa sa zaperaka je izmjereno na 22-23 °Brix. Prinos sa zaperaka je bio oko 30% od prinosa sa glavnih mladica. U ovom konkretnom istraživanju to je iznosilo oko 1 kg grožđa po trsu više od kontrolnih varijanti. Nije se uočila vidljiva razlika između tretmana F1, F2 i F3.



Slika 4. Lijevo: prikaz zimskog pupa koji se forsira na kretanje u vegetaciju, sredina: gore- grozd zimskog pupa, dolje- grozd primarne mladice 'Tempranillo', desno: gore- grozd zimskog pupa, dolje grozd primarne mladice 'Maturana tinta'

Izvor: <https://ives-technicalreviews.eu/article/view/4572>

2.6. Utjecaj klimatskih promjena na kemijski sastav grožđa

Klima je glavni faktor koji utječe na kvalitetu grožđa i vina. Globalno zatopljenje utječe na veću akumulaciju šećera u bobici te smanjenje koncentracije antocijana i ukupne kiselosti. Ovakav sastav grožđa rezultira moštom koji teško i sporo fermentira. Strategije adaptacije proizvođača na klimatske promjene su ključne za postizanje kvalitete grožđa i vina (Gutierrez-Gamboa i sur., 2021). Određeni modeli globalnog zatopljenja predviđaju povećanje prosječne temperature za 2 °C u narednih 50 godina za područja u kojima je moguć uzgoj vinove loze (Jones i sur., 2005).

Tablica 1. Utjecaja visokih temperatura na fiziologiju loze i kvalitetu grožđa

>55°C	Smrt biljke
>40°C	Djelomično ili potpuno sušenje listova Raspad stanične membrane, degradacija proteina
>35°C	Štetan učinak na fotosintetski aparat Degradacija antocijana
>30°C	Smanjena sinteza antocijana
>25°C	Smanjena sinteza hlapljivih spojeva kod crnih sorti
>20°C	Smanjena sinteza hlapljivih spojeva kod bijelih sorti

Količina šećera u grožđu čini 90% svih topljivih tvari u bobici. Šećeri su najčešće u obliku heksoza- glukoza i fruktoza (Keller, 2020). Akumulacija šećera se u bobici provodi na 2 načina; akumulacija saharoze iz fotosintetizirajućeg lišća ili akumulacija iz drvenastih, skladišnih dijelova biljke putem floema (Davies, i sur., 2012). Temperatura igra važnu ulogu u akumulaciji šećera unutar bobice. Optimalne temperature za fotosintetsku aktivnost lišća vinove loze je između 25 i 35 °C (Hochberg i sur., 2015). Visoke temperature obično uzrokuju brzu akumulaciju šećera u bobici što pospješuje proces dozrijevanja. Problem je što puna zrelost u ovakvim slučajevima ne odgovara fenološkoj zrelosti koja je posebno bitna kod crnih sorata. Također, atipično visoke temperature za vrijeme dozrijevanja grožđa mogu uzrokovati visoke koncentracije šećera u sortama za koje to nije karakteristično, a samim time i visoke alkohole u vinu od kojega se to ne očekuje (Santos i sur., 2020). Organske kiseline determiniraju pH, održavaju mikrobiološku i kemijsku stabilnost vina. Također, imaju izravan učinak na okus samog vina- kiselost te imaju mogućnost 'zamaskirati' vina s visokim ostatkom nefermentiranog šećera (Jackson, 2017; Waterhouse i sur. 2016). Glavne organske kiseline u grožđu jesu vinska i jabučna. Ostale su mliječna, limunska, octena i jantarna koje su prisutne u manjim koncentracijama (Mato i sur., 2005). Nedovoljna količina padalina prije šare može limitirati

akumulaciju vinske kiseline u bobici, dok nakon šare količina vinske kiseline je stabilna zbog toga jer nije osjetljiva niti na svjetlo niti na temperaturu (Mira de Orduna, 2010). Akumulacija jabučne kiseline se odvija prije šare, optimalni temperaturni uvjeti su između 20 i 25 °C, ali pod utjecajem ekstremno visokih temperatura, sinteza jabučna kiseline drastično opada (Keller, 2020). U toplijim vinogradarskim krajevima, povećanje temperature može rezultirati groždem koje ima niske razine ukupne kiseline, visoki pH i visoke razine K⁺ unutar bobice. S obzirom na ovakve parametre, troškovi proizvodnje vina bi se mogli povisiti zbog sve veće potrebe za dodavanjem vinske kiseline (Keller, 2020). Antocijani su odgovorni za crvenu boju vina crnih sorata te doprinose njihovoj astrigenciji i gorčini (Gombau i sur., 2019). Akumulacija antocijana započinje šarom. Optimalne temperature za stvaranje antocijana u bobici su od 17 do 26 °C. Niže temperature, pogotovo tijekom noći, pridonose jačem intenzitetu obojenja crnog grožđa (Pirie, 1977). No, dnevne temperature iznad 35 °C povećavaju respiraciju i negativno djeluju na fotosintezu što dovodi do smanjenja u proizvodnji heksoza te degradacija i inhibicija u pritoku određenih sekundarnih metabolita, osobito antocijana (He i sur. 2010). Flavanoli, poznati i kao tanini, sintezu započinju u kožicama i sjemenkama tijekom ranih razvojnih stadija bobice (Keller, 2020). Tanini su odgovorni za astrigenciju i gorčinu te mogu tvoriti kopigmentacijske komplekse s antocijanima te na taj način pojačavati intenzitet boje vina (Li i Duan, 2019). Tanini sjemenki se sintetiziraju sve do šare, dok flavanoli kožice nastavljaju sa sintezom i do 2 tjedna nakon šare (Downey i sur., 2006). Smatra se da je biosinteza flavanola povećana pod utjecajem viših temperatura zraka (Keller, 2020). No, povećane temperature zraka smanjuju period od šare do berbe što smanjuje i vremenski period sinteze flavanola. Flavonoli se uglavnom sintetiziraju unutar kožica bobica gdje im je glavna uloga zaštita bobice od sunčevog zračenja. Štite bobicu na način da imaju dobar afinitet za upijanje UV-A i UV-B valnih duljina (Flamini i sur., 2013). Povećanje temperatura uzrokuje i povećanje intenziteta sunčevog zračenja što dovodi do jače sinteze flavanola unutar kožica bobica.

Oštrim vršikanjem smanjuje se potrošnja hranjiva na razvoj vrha mladice te se smanjuje i lisna površina. Stimulira se rast zaperaka. (Wolf i sur., 1986). Sukladno tomu, oštro vršikanje može prolongirati fazu dozrijevanja grožđa zbog potrebe biljke za ulaganjem asimilata u razvoj zaperaka i zbog smanjene lisne površine koja vodi do smanjenja u fotosintetskoj aktivnosti loze.

Vršikanje tjedan dana nakon zametanja bobica 'Grenacha' i 'Tempranilla' produljio je period dozrijevanja za 2 do 3 tjedna (Zheng i sur., 2017).

Da Toda (2021) navodi da poticanje vinove loze na dvostruku berbu oštrim vršikanjem usporava dozrijevanje grožđa s glavnih mladica za 13 dana, dok grožđe sa zaperaka dozrijeva tek 30 dana nakon grožđa s glavnih mladica. Primjena ovakvih zahvata može se pozitivno odraziti na brzinu akumulacije šećera u bobici, ukupnu kiselost i sadržaj polifenola. S obzirom da su prosječne godišnje temperature u porastu te da se rokovi berbe svake godine pomiču prema ranijim datumima, ovakvim zahvatima možemo produljiti dozrijevanje grožđa. Produženo dozrijevanje grožđa će u većini slučajeva dati kvalitetniju sirovinu za proizvodnju vina.

2.7. Hlapljivi spojevi

Hlapljivi spojevi su spojevi niske molekularne mase (obično ispod 300 Daltona). Ovi spojevi stvaraju senzaciju mirisa kada dođu do olfaktornog epitelnog tkiva na način da se u kontaktu s tkivom raspadaju i vežu na olfaktorne receptore (Angerosa, 2002). Primarna aroma grožđa je povezana s aldehydima, alkoholima, esterima, ketonima, furanima i vjerojatno drugim, još neidentificiranim hlapljivim spojevima (Dunlev i sur., 2009). Najvažnije skupine hlapljivih spojeva su organske kiseline, tanini, terpeni, monoterpeni, seskviterpeni, C13 norizoprenoidi i različiti prekursori aromatskih aldehida, estera i tiola (González-Barreiro i sur., 2015).

Terpeni (terpenoidi, izopreni) su metaboliti biljaka karakterističnog mirisa i okusa te vrlo značajni predstavnici primarne ili sorte arome grožđa i vina. Terpeni se u vinu proučavaju već dugi niz godina s obzirom da su odgovorni za tipični aromatski profil muškatnih kultivara (Ribéreau-Gayon i sur., 1975; Marais, 1983). Zbog svojeg niskog praga senzorne detekcije, značajni su i u nearomatičnim sortama (Vilanova i Sieiro, 2006). Terpeni mogu postojati kao ugljikovodici, aldehidi, alkoholi, polioli i glikozidi. Zajednička karakteristika im je struktura - ugljikovi kosturi koji se mogu podijeliti u izo-C5 jedinice (izoprenske jedinice). Postoji nekoliko podgrupa terpena, a klasificirani su na temelju izoprenskog pravila prema broju izoprenskih jedinica u molekuli (npr. monoterpeni $(C_5H_8)_2$, seskviterpeni $(C_5H_8)_3$, diterpeni $(C_5H_8)_4$). U grožđu, (*Vitis vinifera* L.) otkrivena je podgrupa terpenoida, monoterpeni, odgovorna za cvjetne arome muškatnih sorti, kao i mirise aromatičnih sorti ('Traminac', 'Rajnski rizling', 'Silvanac zeleni', 'Rizvanac' itd.) (Rapp i Mandery, 1986). Aroma važnijih terpena se uglavnom opisuje kao cvjetna - ruža (geraniol, nerol), korijander i citrusi (linalol), kamfor (oksid linalola), zeleno (oksid nerola) i biljna (Simpson, 1979; Güth, 1997).

U biljkama, brojni alifatski alkoholi, aldehidi, ketoni, kiseline, esteri i laktoni potječu iz masnih kiselina koji su nastali putem α -oksidacije ili β -oksidacije ili kroz put lipoksigenaze (Schwab i sur., 2008). Zasićeni i nezasićeni hlapljivi C6 aldehidi i alkoholi pridonose karakterističnim aromama voća, povrća i zelenog lišća (Schwab i sur., 2008). Važniji aromatski spojevi izvedeni iz masnih kiselina u grožđu su C6 aldehidi i alkoholi od kojih se mnogi smatraju odgovornim za zelene arome u soku grožđa (Robinson i sur., 2014).

Aldehidi se ubrajaju u karbonilne spojeve jer posjeduju karbonilnu ($C=O$) skupinu, s time da je u molekuli aldehida karbonilna skupina na krajnjem atomu ugljika. Neki aldehidi važni za arome sorte stvaraju se u grožđu te mogu tijekom fermentacije biti reducirani u alkohole. Od aldehida porijeklom iz grožđa najznačajniji su C6 aldehidi (heksanali i heksenali) koji mogu vinu davati miris po travi (Karković, 2016).

Esteri su skupina organskih spojeva koji su općenito odgovorni za voćne mirise mladih vina. Grožđe sadrži vrlo male koncentracije ovih spojeva. Najveća koncentracija estera vina sintetizira se tijekom fermentacije, a manji dio estera formira se tijekom dozrijevanja i starenja vina (Herjavac, 2019).

3. Materijali i metode

3.1. Klimatske prilike

Tablica 2. Temperatura, oborina i insolacija, meteorološka postaja Maksimir (DHMZ), 2017. g.

2017.	Temperatura	Oborina	Insolacija
Siječanj	-3,2 °C	34,3 mm	237,2 h
Veljača	5,2 °C	41,4 mm	320,4 h
Ožujak	10,0 °C	19,8 mm	114,6 h
Travanj	12,4 °C	44,3 mm	187,5 h
Svibanj	17,7 °C	35,2 mm	282,8 h
Lipanj	22,5 °C	107,8 mm	302,6 h
Srpanj	24,0 °C	58,0 mm	327,2 h
Kolovoz	23,7 °C	39,1 mm	320,4 h
Rujan	15,4 °C	239,6 mm	114,6 h
Listopad	11,9 °C	72,0 mm	187,5 h
Studen	7,3 °C	113,2 mm	63,7 h
prosinac	4,0 °C	92,3 mm	92,8 h
SGT/Σ	12,6 °C	897,0 mm	2253,3 h
SVV/ΣVV	18,22 °C	709,2 mm	1722,6 h

*SGT- srednja godišnja temperatura

*SVV- srednja vegetacijska vrijednost, ΣVV- suma vegetacijskih vrijednosti

Srednja godišnja temperatura zraka za 2017. godinu na području Hrvatske bila je iznad višegodišnjeg prosjeka (1961. - 1990.). Prema raspodjeli percentila, toplinske prilike u Hrvatskoj za 2017. godinu opisane su dominantnom kategorijom ekstremno toplo. Analiza godišnjih količina oborine koje su izražene u postotcima (%) višegodišnjeg prosjeka (1961. - 1990.) pokazuje da je u 2017. godini u Hrvatskoj na većem broju analiziranih postaja količina oborine bila viša od prosjeka. Postaja Maksimir je bila u granicama normalne količine oborina. Za postaju Zagreb-Grič srednja godišnja temperatura zraka za 2017. iznosi 13,6 °C (isto kao i za 2007. godinu), što je svrstava na treće mjesto u skupini najtoplijih godina dotične postaje od početka meteoroloških motrenja, tj. od 1862. godine. Očigledan je i dalje pozitivan trend srednje godišnje temperature zraka (1,06 °C/100 god) za Zagreb-Grič. Navedeno ukazuje na činjenicu da temperatura zraka u Hrvatskoj i dalje prati trend globalnog zatopljenja s izvjesnim međugodišnjim kolebanjima (DHMZ, 2017).

Prosječno najhladniji mjesec je bio siječanj, dok je najtopliji bio srpanj. Najveću količinu oborina je imao mjesec rujan, dok je najmanju imao ožujak. Kada govorimo o insolaciji 2017. godina imala je sumu sunčanih sati od 2253,3 sati, a posebno se istaknuo srpanj sa sumom od 327,2 sata. Srednja vegetacijska vrijednost za 2017. godinu je iznosila 18,22 °C, dok su srednje vegetacijske sume iznosile 709,2 mm za padaline i 1722,6 sati za insolaciju.

Tablica 3. Temperatura, oborina i insolacija, meteorološka postaja Maksimir (DHMZ), 2018. g.

2018.	Temperatura	Oborina	Insolacija
Siječanj	5,2	56,7	74,2
Veljača	0,2	87,5	48,4
Ožujak	5,2	72,2	89,8
Travanj	16,1	65,8	238,8
Svibanj	19,4	68,7	249,7
Lipanj	21,4	127,8	226,8
Srpanj	22,5	58,2	268,5
Kolovoz	23,7	40,7	290,1
Rujan	17,7	59,0	223,2
Listopad	13,7	88,6	162,0
Studeni	7,9	80,4	51,4
prosinac	2,8	21,0	54,7
SGT/Σ	13,0	853,6	1977,6
SVV/ΣVV	19,21	508,8	1659,1

*SGT- srednja godišnja temperatura

*SVV- srednja vegetacijska vrijednost, ΣVV- suma vegetacijskih vrijednosti

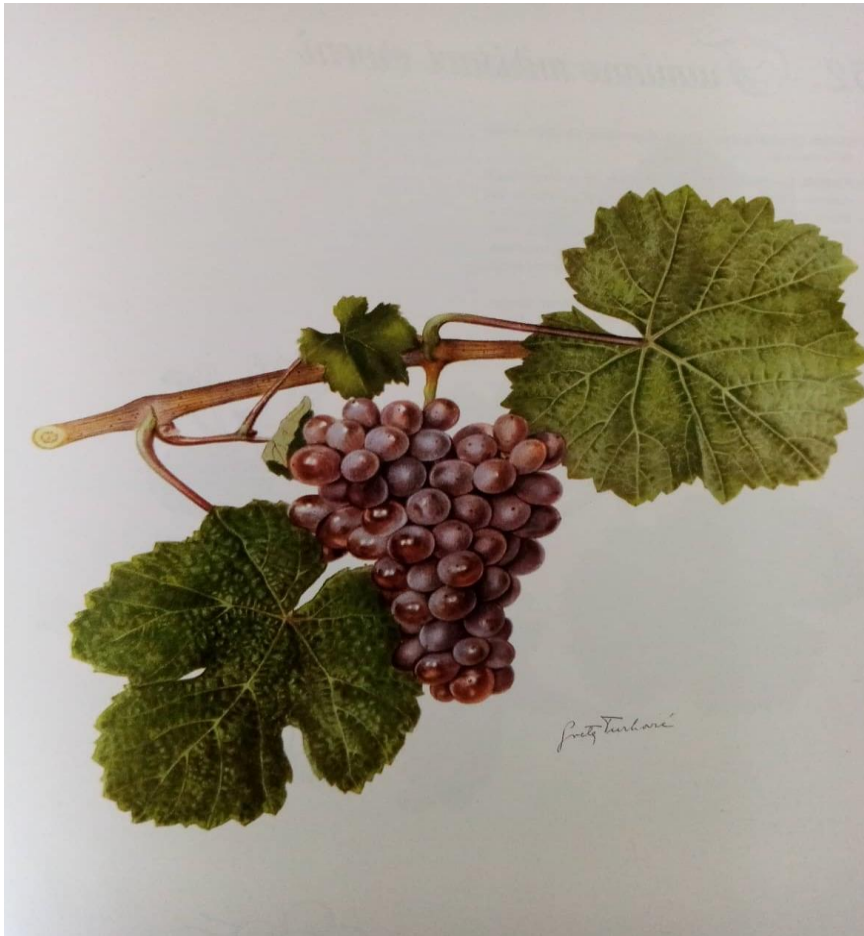
Srednja godišnja temperatura zraka za 2018. godinu na području Hrvatske bila je iznad višegodišnjeg prosjeka (1961. – 1990.). Kategorizacija zasnovana na razdiobi percentila pokazuje da je 2018. godina još jedna u nizu ekstremno toplih godina. Cijela Hrvatska nalazi se u kategoriji ekstremno toplo. Za postaju Zagreb-Grič srednja godišnja temperatura zraka za 2018. iznosi 14,1 °C. zbog čega je 2018. najtoplija godina postaje Zagreb-Grič od početka meteoroloških motrenja, tj. od 1862. godine. Očigledan je i dalje pozitivan trend srednje godišnje temperature zraka (1,1 °C/100 god.) za Zagreb-Grič. Navedeno ukazuje na činjenicu da temperatura zraka u Hrvatskoj i dalje prati trend globalnog zatopljenja s izvjesnim međugodišnjim kolebanjima. Postaja Maksimir je bila u granicama normalne količine oborina.

Prosječno najhladniji mjesec je bila veljača, dok je najtopliji bio kolovoz. Najveću količinu oborina je imao mjesec lipanj s 127,8 mm, dok je najmanju imao prosinac s 21,0 mm. Kada govorimo o insolaciji, 2018. godina imala je sumu sunčanih sati od 1977,6 sati, a posebno se istaknuo kolovoz sa sumom od 290,1 sata. Srednja vegetacijska vrijednost temperature za 2018. godinu je iznosila 19,21 °C, dok su srednje vegetacijske sume iznosile 508,8 mm za padaline i 1659,1 sati za insolaciju.

3.2. Traminac crveni

Traminac crveni poznat je pod mnogim sinonimima- 'Traminer roter, red, rouge, rosso', 'Savagnin rose', 'Fromente rose' i dr. (Mirošević i Turković, 2003) Smatra se da potječe iz južnog Tirola i da je dobio ime po mjestu Tramin. Raširen je u gotovo svim

zemljama svijeta, a u nas u regiji kontinentalna Hrvatska (Mirošević i Karoglan Kontić 2008).

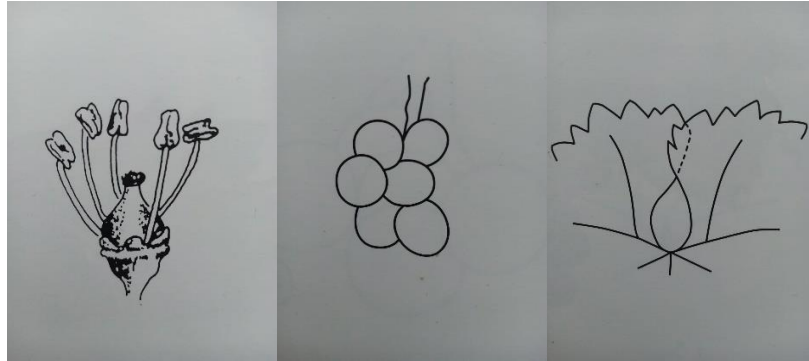


Slika 5. Prikaz 'Traminca' crvenog iz Ampelografskog atlasa (Mirošević i Turković, 2003)

Prema francuskim izvorima smatra francuskom sortom koja se spominje u 14. stoljeću imenom 'Savagnin rose'. S obzirom na veliku genetsku varijabilnost populacije 'Traminca', danas je poznat velik broj klonova. Unutar populacije postoje bijeli i mirisni. 'Mirisni Traminac' je prvi put opisan u 19. stoljeću u Njemačkoj i nazvan 'Gewurtztraminer'. *Gewurtz* u prijevodu znači začim, što upućuje na množine aromatičnih tvari u grožđu i vinima te sorte, koje se osjetilno definiraju poput začina (Mirošević, 2010).

Kod botaničkih obilježja zamjećujemo da su vršci mladica uspravni, jako pahuljasti. Njihova boja je svijetlozelena do karakteristično sivkastobijela. Odlikuju ga kratke, ali jake vitice. Cvijet je hermafroditan kao i kod većine ostalih vinskih sorti. List je okruglast, često širi nego dulji, srednje veličine ili malen. Sinus peteljke je nejednoličan. Lice lista je golo dok na naličju lista nalazimo paučinaste dlačice u čupercima. Plojka samoga lista je neravna i mjehurasta. Lisni zupci su tupi, široki i nejednaki. Lice lista je tamno zelene boje dok je naličje sivkasto. Sam grozd je malene

građe, ali je zato zbijen. S obzirom da je malen grozd, malena tj. kratka je i peteljka te je tanka, čvrsta, drvenasta s crvenim obojenjem. Bobice koje su zrele su malene i duguljaste, karakteristične crvene boje. Njihovo meso je izrazito slatko sa sortnim aromama. Kožica bobice je debela. Rozgva Traminca crvenog je kratka, srednje debela, kratkih internodija, sivkasto-smeđe boje s ljubičastim oprašenjem. Dosta je snažnog rasta (Mirošević i Turković, 2003).



Slika 6. Prikaz cvata, grozda i sinusa lista iz Ampelografskog atlasa (Mirošević i Turković, 2003)

Traminac je sorta koja traži srednje ili niže položaje te dosta duboko, pjeskovito, bogato tlo i dosta vlage. Zbog ranijeg dozrijevanja prikladan je i za područja sjevernije klime, dok u južnom podneblju i u mršavijem, suhom tlu ne uspijeva dobro i zaostaje u rastu. Što se tiče praktičnih iskustava, prikladan je za srednje visoki ili povišeni sustav uzgoja, a traži rez samo na dugo rodno drvo. Rodnost je redovita, ali razmjerno mala, kao i kod većine kvalitetnih sorata malih grozdova. Srednje otporna je na niske temperature dok je otpornost na gljivična oboljenja, osobito na trulež grožđa, vrlo dobra (Mirošević i Turković, 2003).

Dozrijeva u II. razdoblju. Redovito nakuplja visoku količinu šećera i ne uvijek zadovoljavajući sadržaj ukupnih kiselina, što ovisi o godini, položaju i stupnju zrelosti. Oplodnja je dobra, a prinosi osrednji i redoviti. Vino te sorte je svojstvene arome, a ponekad neharmonično zbog niske ukupne kiselosti pa stoga treba voditi računa o vremenu berbe. Ubraja se među posebno cijenjena, fina, vrhunska vina. (Mirošević i Karoglan Kontić, 2008)

U našim krajevima uzgoj 'Traminca' se preporučuje u Podunavlju, Slavoniji, Moslavini, Prigorju, Plešivici, Pokuplju te Zagorju i Međimurju, a posebno je poznat onaj iločki.



Slika 7. Predikatni iločki 'Traminac'

Izvor: <https://www.ilocki-podrumi.hr/>

Prema Miroševiću (2010) koeficijent rodni pupova iznosi 1,0 do 1,2, a razlikuje se prema vrsti rodnog drva. Prema tim istraživanjima prosječna masa grozda 'Traminca' u Iloku iznosi 123,7 grama, a na peteljkovinu otpada 4,5 grama. Potpunom mehaničkom analizom grozda utvrđeno je da na meso otpada 84,65%, a na čvrsti ostatak koji čine peteljkovina, kožica i sjemenka, 15,35%. Uz navedeni koeficijent rodnosti pupova, prosječnu masu grozda te broj trsova po hektaru od 3500 do 5000 i dvokraki sustav uzgoja s jednim ili dva lucnja, prinost može varirati između 7 do 10 tona po hektaru. Vezano za prinose, položaj i razinu tehnološke zrelosti, s obzirom na proizvodnju predikatnih vina, kakvoća grožđa sorte 'Traminac', iločkih položaja, kreće se u granicama od 90 °Oe pa do više od 160 °Oe. Koncentracija ukupne kiselosti u vrijeme berbe iz godine u godinu neznatno varira i nalazi se u granicama 5,9 g/L do 7,0 g/L u moštu što je za sortu 'Traminac' izuzetno povoljno. Upravo ta visoka kakvoća koju postiže iločki 'Traminac' s pravom zaslužuje mjesto u vrhu poznatih i priznatih hrvatskih vina.

3.1. Dizajn pokusa

Istraživanje je provedeno na sorti Traminac crveni u 2017. i 2018. godini. Istraživanje se provelo na pokušalištu "Jazbina" u vlasništvu Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Vinogradarsko–vinarsko pokušalište "Jazbina" nalazi se u sastavu fakulteta od 1939. godine. Od tada do danas služi kao znanstveno-nastavno pokušalište za područja vinogradarstva, vinarstva i voćarstva. Smješteno u neposrednoj blizini Agronomskog Fakulteta, ponajprije je mjesto znanstveno-istraživačkog rada i

edukacije studenata u području vinogradarstva i vinarstva. Pokušalište zauzima 8.5 ha površine. Glavninu površina od oko šest hektara čine nasadi vinograda, dok dva hektara čine voćnjaci. Ostatak površine predstavlja infrastruktura pokušališta. Također na pokušalištu se nalaze učionica, laboratorij, veliki i nekoliko manjih podruma. Od vinogradarskih površina najviše zauzima sorta 'Graševina', zatim 'Chardonnay' i 'Traminac'. Od ostalih bijelih sorata posađeni su 'Kraljevina', 'Škrlet', 'Rajnski rizling', 'Muškat žuti' i 'Sauvignon bijeli' Također značajne površine zauzimaju crne sorte, Najviše 'Zweigelt', 'Merlot', 'Cabernet Sauvignon', 'Syrah' i 'Frankovka'. Kako se radi o pokušalištu dio površina zauzimaju i pokusni nasadi stolnih sorata, sorata otpornih na bolesti te također i kolekcija 130 autohtonih sorata Republike Hrvatske. Osim samih nasada pokušalište posjeduje i pripadajuću infrastrukturu za proizvodnu, istraživačku i nastavnu djelatnost. Od proizvodne infrastrukture tu su veliki podrum kapaciteta 50000 litara. U sklopu podruma nalaze se i prateće prostorije za prihvrat i preradu grožđa, prostorije za pripremu i njegu vina i skladište. U svrhu znanstveno-nastavnog aspekta aktivnosti na pokušalištu se nalazi učionica od četrdesetak sjedećih mjesta. Na raspolaganju za vježbe te znanstveno-istraživačku aktivnost u sklopu Jazbine nalazi se veći laboratorij kapaciteta dvadesetak sjedećih mjesta. Laboratorij služi za manipulaciju i pripremu uzoraka, osnovnu analizu grožđa i mošta te se koristi i u svrhu praktične nastave (Agronomski fakultet, 2022).

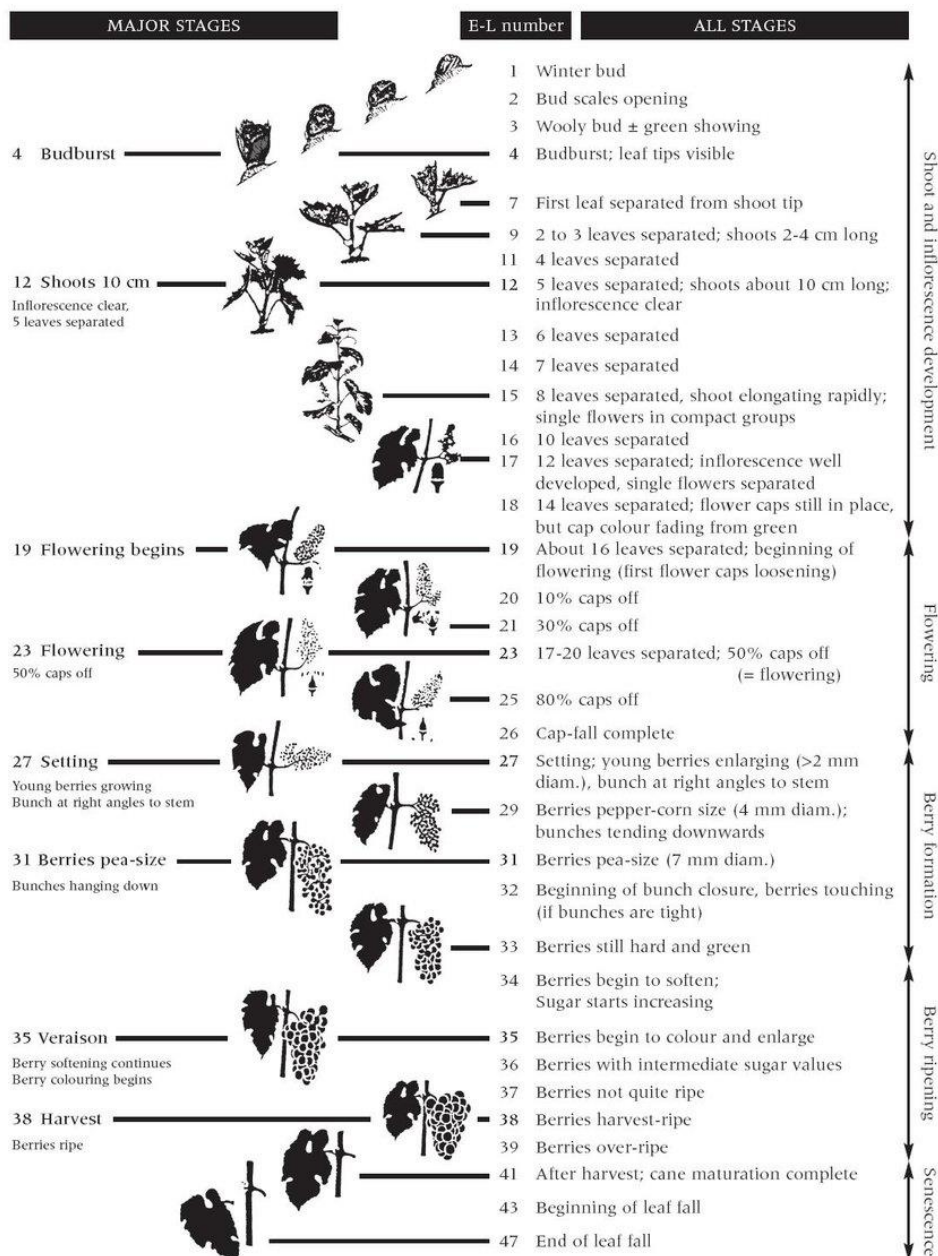


Slika 8. Raspored vinograda na pokušalištu Jazbina

Izvor: <https://www.agr.unizg.hr/hr/565/Poku%C5%A1ali%C5%A1te+danas#multimedia565-1>

Pokus je izvršen na vinogradu 'Traminca crvenog' starosti 27 godina. Međuredni razmak iznosi 2,1 metra dok je razmak trsova unutar reda 1,2 metra. Vinograd je zimskim rezom postavljen na način uzgoja 'dvostruki Guyot'. Opterećenje po trsu je iznosilo 24-26 pupova.

Pokus je postavljen po slučajnom bloknom rasporedu. Blok čini 6 trsova ograničenih međustupnim razmakom. Pokus je sastavljen od 3 ponavljanja vršikanja i to u fazama poslije cvatnje (PC), u lag fazi koja je ujedno i kontrolna varijanta (K) i u fazi šare bobice (Š) što odgovara stadijima 26, 32 i 35 prema modificiranoj E-L skali (Coombe, 1995). Također je u pokus uvrštena varijanta na kojoj se nije provodilo vršikanje, tzv. ponavljanje bez vršikanja (BV).



Slika 9. Prikaz E-L modificirane skale (Coombe, 1995)

U trenutku pune zrelosti su sva ponavljanja zasebno pobrana i prerađena. Potom su se odredili elementi rodnosti: prosječna masa grožđa po trsu, prosječna masa pojedinačnog grozda, prosječni broj grozdova po trsu, prosječna masa 100 bobica te prosječan broj bobica u jednom grozdu. Nakon određivanja elemenata rodnosti, analiziran je sadržaj šećera i ukupna kiselina prema smjernicama O.I.V.-a (2009). Pojedinačni hlapljivi spojevi koji pripadaju različitim skupinama analizirani su iz kožica grožđa (Šikuten i sur., 2021). Rezultati su statistički obrađeni analizom varijance (ANOVA).

Za mjerenje koncentracije šećera u grožđu korišten je refraktometar. Refraktometar je instrument koji optički mjeri refrakcijski indeks soka/mošta te je standardna metoda u određivanju ukupnih topivih tvari unutar voća i povrća (Perreira i

sur., 2013). Prilikom prerade grožđa u mošt, kod svakog ponavljanja pokusa je uzet uzorak mošta koji je potom nanesen na stakalce refraktometra te mu je očitana vrijednost u °Oe.

Ukupna kiselost je određena procesom titracije mošta s NaOH na način da se uzimalo 10 mL uzorka mošta od svakog ponavljanje, zatim se u uzorak dodalo par kapi Bromothylblaua te se je uzorak titrirao s 0,1 N NaOH dok nije došlo do promjene u boji uzorka. Nakon promijene boje, očitao se utrošak NaOH koji se pomnožio s 0,75 te se dobila ukupna kiselost izražena u g/L.

Organske kiseline (vinska, jabučna i limunska) određivane su u moštu pomoću tekućinske kromatografije visoke djelotvornosti (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) uz DAD detektor (Diode Array Detector). Uzorci su pročišćavani ekstrakcijom na krutoj fazi. 10mL uzorka je tretirano lužinom- 1 M NaOH do pH od $9,0 \pm 0,5$. Alikvot od 2 mL propušten je kroz kolonu koja je prethodno tretirana s 2 mL metanola te 2 mL deionizirane vode. Neutralne komponente (šećeri i alkoholi) su isprani s 1,5 mL vode, dok su kisele komponente isprane s 1 M HCl (2,5mL). Eluat je filtriran preko membranskog filtera od teflona (0,2 μ m) tvrtke Phenomenex. Korišten je tekućinski kromatograf visoke djelotvornosti (1100 Agilent). Za određivanje organskih kiselina korištena je analitička kolona reverzne faze (Synergi4u Fusion- RP). Za obradu podataka korišten je Chemstation software. Eluirane kiseline su detektirani pri valnoj duljini od 210 nm.

Postupak analize hlapljivih spojeva proveden je temeljem metode opisane u Šikuten i sur. (2021). Analiza hlapljivih spojeva provedena je primjenom vezanog sustava GC-MS uz prethodnu izolaciju analita primjenom mikroekstrakcije na čvrstoj fazi u izvedbi klina (engl. Solid Phase Microextraction Arrow) uz karboksen-polidimetilsiloksan-divinilbenzen (engl. Carboxen- polydimethylsiloxane-divinylbenzene, CAR-PDMS-DVB) (Thermo Scientific, Waltham, SAD) kao vezanu fazu pomoću automatiziranog sustava za pripremu uzoraka. Pripremljeni uzorci kožice grožđa stavljeni su na automatiziran sustav za pripremu uzoraka koji je dio GC-MS-a koji se sastoji od plinskog kromatografa, GC Trace 1300, povezanog sa spektrometrom masa ISQ 7000 te je opremljen stanicom za automatsku pripremu uzoraka TriPlus RSH (Thermo Scientific, Waltham, SAD). Temperatura inkubacije i adsorpcije podešena je na 60 °C, a vrijeme inkubacije i adsorpcije na 20, odnosno 49 minuta. Temperatura desorpcije podešena je na 250 °C, a njezino trajanje na 7 minuta. Kromatografska analiza provedena je pomoću TR-Wax kolone dimenzija 60 m x 0,25 mm x 0,25 μ m (Thermo Scientific, Waltham, SAD) uz linearni temperaturni program u rasponu temperatura od 40 do 210 °C uz povišenje temperature od 2 °C u minuti. Snimanje spektara masa provedeno je praćenjem struje svih iona u rasponu od 20 do 500 m/z dok je kao energiju elektrona odabrana energija od 70 eV. Identifikacija je provedena pomoću usporedbe vremena zadržavanja, retencijskih indeksa te usporedbom spektara masa s onima u NIST 17 i Wiley 12 bazi podataka.

Pojedinačni hlapljivi organski spojevi statistički su obrađeni primjenom jednosmjerne analize varijance (ANOVA), a razlike između dobivenih srednjih vrijednosti procijenjene su primjenom Tukey testa na razini pouzdanosti od 95 %. Statistička analiza provedena je primjenom računalnog programa XLSTAT (Addinsoft, 2020, New York, SAD).

4. Rezultati i rasprava

4.1. Utjecaj vršikanja na elemente prinosa

Vršikanje nije utjecalo na prinos po trsu, masu grozda, broj grozdova po trsu, masu bobice te broj bobica po grozdu u obje godine istraživanja na sorti 'Traminac crveni' što je u skladu sa istraživanjima Abada i sur. (2019.) koji su na sortama 'Tempranillo' i 'Graciano' pokazali da vršikanje nije utjecalo na prinos, broj i masu grozdova.

Tablica 4. Utjecaj termina vršikanja na elemente prinosa sorte Traminac 2017/2018. godine

2017.	NC	K	Š	BV
Prinos po trsu (kg)	1,55 a	1,63 a	1,64 a	1,87 a
Prosječna masa grozda (g)	62,07 a	65,06 a	66,70 a	61,18 a
Broj grozdova po trsu	25,0 a	24,6 a	24,3 a	30,6 a
Prosječna masa 1 bobice (g)	1,61 a	1,45 a	1,39 a	1,44 a
Broj bobica u grozdu	38,65 a	45,13 a	47,93 a	42,53 a
2018.				
Prinos po trsu (kg)	2,13 a	1,91 a	2,17 a	1,79 a
Prosječna masa grozda (g)	67,42 a	74,71 a	85,38 a	67,06 a
Broj grozdova po trsu	31,0 a	25,6 a	25,6 a	26,0 a
Prosječna masa 1 bobice (g)	1,76 a	1,78 a	1,69 a	1,65 a
Broj bobica u grozdu	38,55 a	41,90 a	50,80 a	40,80 a

Različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey` s test signifikantnosti $p < 0,05$

4.2. Utjecaj vršikanja na primarni sastav mošta i organske kiseline

U prvoj godini istraživanja (2017), vršikanje nije utjecalo na koncentraciju šećera sorte 'Traminac crveni', dok je u drugoj godini istraživanja najvišu koncentraciju šećera imao kontrolni tretman (vršikanje u vrijeme lag faze razvoja bobice), u odnosu na tretmane vršikanja nakon cvatnje, na početku šare i tretmana bez vršikanja. Cartechini i sur. (1998) navode benefite vršikanja netom poslije cvatnje na akumulaciju

šećera, dok nešto novije istraživanje Abada i suradnika (2019) navodi kako se vršikanjima smanjuje akumulacija šećera unutar bobica.

U prvoj godini istraživanja (2017), vršikanje nije utjecalo na ukupnu kiselost grožđa sorte `Traminac crveni`, dok je u drugoj godini istraživanja najnižu ukupnu kiselost imao kontrolni tretman (vršikanje u vrijeme lag faze razvoja bobice), u odnosu na tretmane vršikanja nakon cvatnje, na početku šare i tretmana bez vršikanja. Abad i sur. (2019) navodi da za porast ukupne kiselosti vršikanih tretmana je najviše zaslužno povećanje jabučne kiseline. Također, istraživanja Zhenga i suradnika (2017) isto navode da tretman vršikanja dovodi do veće ukupne kiseline, no povećanje u ukupnoj kiselini pripisuju vinskoj kiselini.

U 2017. godini, vršikanje nakon cvatnje utjecalo je na statistički značajno smanjenje, dok je u 2018. vršikanje nakon cvatnje utjecalo na statistički značajno povećanje koncentracije vinske kiseline u odnosu na vršikanje provedeno u lag fazi razvoja bobica, nakon šare i na tretman bez vršikanja.

U 2017. godini, najveću koncentraciju jabučne kiseline imali su tretmani vršikanja nakon cvatnje te u lag fazi razvoja bobica, zatim slijedi tretman bez vršikanja, a najnižu koncentraciju jabučne kiseline, koja je bila statistički značajna, imao je tretman vršikanja na početku šare. U 2018. godini, vršikanje nije utjecalo na koncentraciju jabučne kiselinu u grožđu.

Vršikanje nije utjecalo na koncentraciju limunske kiseline u obje godine istraživanja.

Tablica 5. Utjecaj termina vršikanja na primarni sastav mošta i organske kiseline sorte 'Traminac' 2017/2018. godine

2017.g.	NC	K	Š	BV
Šećeri (°Oe)	109,0 a	106,0 a	106,0 a	107,0 a
Ukupna kiselost (g/l)	5,5 a	5,3 a	5,3 a	5,2 a
pH	3,38 a	3,33 c	3,29 d	3,36 b
Vinska kiselina (g/l)	3,71 b	4,08 a	4,05 a	3,95 a
Jabučna kiselina (g/l)	0,78 a	0,78 a	0,68 b	0,71 ab
Limunska kiselina (g/l)	0,11 a	0,11 a	0,10 a	0,10 a
2018.				
Šećeri (°Oe)	102,5 b	106,0 a	102,0 b	103,0 b
Ukupna kiselost (g/l)	4,3 a	4,0 b	4,3 a	4,3 a
pH	3,63 b	3,65 ab	3,64 ab	3,66 a
Vinska kiselina (g/l)	4,29 a	3,80 b	3,90 b	3,90 b
Jabučna kiselina (g/l)	0,90 a	0,80 a	0,82 a	1,01 a
Limunska kiselina (g/l)	0,19 a	0,17 a	0,19 a	0,20 a

Različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey' s test signifikantnosti $p < 0,05$

4.3. Utjecaj vršikanja na hlapljive spojeve

Tretman vršikanja, neovisno o terminu provedbe, nije utjecao na vrijednosti apsolutne površine pikova ukupnih hlapljivih spojeva u 2017. godini, dok su u 2018. godini najvišu vrijednost apsolutnih površina pikova ukupnih hlapljivih spojeva imali termini provedbe vršikanja nakon cvatnje te tretman bez vršikanja, a najnižu vrijednost imao je termin provedbe vršikanja u vrijeme lag faze razvoja bobice, što je uobičajeni termin provedbe vršikanja. Najvišu vrijednost apsolutne površine pikova u 2017. godini imali su aldehidi, dok su u 2018. godini to bili terpeni.

Vršikanje, neovisno o terminu provedbe tretmana, nije utjecalo na vrijednosti apsolutne površine pikova ukupnih aldehida u obje godine istraživanja. Najvišu vrijednost apsolutnih površina pikova ukupnih aldehida imali su spojevi 2-heksenal i heksenal. Oba spoja karakteriziraju 'zeleni miris' tj. miris na svježije pokošenu travu ili lišće.

2017. godine, najvišu vrijednost apsolutnih površina pikova ukupnih alkohola imao je tretman vršikanja u vrijeme lag faze razvoja bobice, dok je najnižu vrijednost imao tretman vršikanja proveden na početku šare grožđa. Tretmani vršikanja nakon cvatnje i tretman bez vršikanja statistički se ne razlikuju od spomenuta dva tretmana. 2018. godine, najvišu vrijednost apsolutnih površina pikova ukupnih alkohola imali su tretmani vršikanja u vrijeme lag faze razvoja bobice te nakon cvatnje, dok je najnižu vrijednost imao tretman vršikanja proveden na početku šare grožđa. Najvišu vrijednost apsolutnih površina pikova ukupnih alkohola 2017. godine imali su spojevi 1-Heksanol i E-3-Heksen-1-ol koji imaju karakterističan 'zeleni' miris na pokošenu travu. Najvišu vrijednost apsolutnih površina pikova ukupnih alkohola 2018. godine imao je spoj 3-metoksi-1-butanol.

Vršikanje, neovisno o terminu provedbe tretmana, nije utjecalo na vrijednosti apsolutne površine pikova ukupnih estera u obje godine istraživanja. U skupinu estera spadaju dva spoja- fenil acetat i 1,2,3-propanetriol triacetat, kvantificirani iz uzoraka kože bobice sorte Traminac crveni 2017. i 2018. godine.

2017. godine, najvišu vrijednost apsolutnih površina pikova ukupnih ketona imao je tretman vršikanja u vrijeme lag faze razvoja bobice, dok je najnižu vrijednost imao tretman vršikanja proveden na početku šare grožđa. Tretmani vršikanja nakon cvatnje i tretman bez vršikanja statistički se ne razlikuju od spomenuta dva tretmana. 2018. godine, najvišu vrijednost apsolutnih površina pikova imao je tretman bez vršikanja, slijedi ga vršikanje provedeno nakon cvatnje, a najnižu vrijednost apsolutnih površina pikova ukupnih ketona imalo je vršikanje provedeno u lag fazi razvoja bobica. Najvišu vrijednost apsolutnih površina pikova ukupnih ketona imao je spoj 6-Metil-5-hepten-2-on, zaslužan za citrusne mirise.

U 2017. godini, vršikanje, neovisno o terminu provedbe tretmana, nije utjecalo na vrijednosti apsolutne površine pikova ukupnih kiselina. U 2018. godini, najviše vrijednosti apsolutnih površina pikova ukupnih kiselina imali su tretmani vršikanja nakon cvatnje te tretman bez vršikanja, dok su najniže vrijednosti apsolutnih površina pikova ukupnih kiselina imali tretmani vršikanja provedeni u lag fazi razvoja bobica te na početku šare. Najvišu vrijednost apsolutnih površina pikova ukupnih kiselina imala je E-2-Heksenska kiselina.

Vršikanje, neovisno o terminu provedbe tretmana, nije utjecalo na vrijednosti apsolutne površine pikova ukupnih terpena u obje godine istraživanja. Najvišu vrijednost apsolutnih površina pikova ukupnih terpena imali su spojevi nerol, citronelol, geraniol, limonen, linalol.

Tablica 6. Utjecaj termina vršikanja na sadržaj pojedinih hlapljivih spojeva u koži bobice sorte 'Traminac crveni', 2017. godine

2017.g.	NC	K	Š	BV
<i>E,E</i> -2,4-Heptadienal	9,07x10 ⁶ a	1,14x10 ⁷ a	8,18x10 ⁶ a	9,6x10 ⁶ a
2-Heksenal	2,32x10 ⁸ b	2,36x10 ⁸ b	3,4x10 ⁸ a	3x10 ⁸ a
<i>E</i> -2-Oktenal	2,61x10 ⁶ b	4x10 ⁶ a	2,79x10 ⁶ b	2,9x10 ⁶ b
Benzaldehid	2,92x10 ⁶ a	3,93x10 ⁶ a	3,48x10 ⁶ a	2,46x10 ⁶ a
Benzenacetaldehid	3,43x10 ⁶ a	3,56x10 ⁶ a	2,61x10 ⁶ a	2,69x10 ⁶ a
Heksenal	3,62x10 ⁸ a	3,14x10 ⁸ a	3,95x10 ⁸ a	3,96x10 ⁸ a
Nonanal	2,35x10 ⁶ a	4,16x10 ⁶ a	3,31x10 ⁶ a	3,02x10 ⁶ a
Ukupni aldehidi	6,14x10 ⁸ a	5,78x10 ⁸ a	7,55x10 ⁸ a	7,16x10 ⁸ a
1,2-Propanediol	1,49x10 ⁷ a	7,04x10 ⁶ b	4,89x10 ⁶ b	1,27x10 ⁷ a
1,4-Butanediol	5,89x10 ⁵ a	3,32x10 ⁵ ab	2,49x10 ⁵ b	5,51x10 ⁵ a
3-Metoksi-1-butanol	3,14x10 ⁷ a	2,76x10 ⁷ a	3,22x10 ⁷ a	2,43x10 ⁷ a
1-Heksanol	7,87x10 ⁷ b	9,23x10 ⁷ a	5,82x10 ⁷ c	7,54x10 ⁷ b
1-Nonanol	2,92x10 ⁶ b	3,28x10 ⁶ b	4,28x10 ⁶ a	3,57x10 ⁶ ab
1-Octen-3-ol	2,76x10 ⁶ b	3,76x10 ⁶ a	2,91x10 ⁶ b	2,52x10 ⁶ b
2,3-Butanediol, [S-(R*,R*)]-	5,49x10 ⁷ a	2,94x10 ⁷ b	1,92x10 ⁷ c	4,71x10 ⁷ a
2-Heksadekanol	1,74x10 ⁵ b	1,63x10 ⁵ b	2,03x10 ⁵ a	1,33x10 ⁵ c
<i>E</i> -2-Okten-1-ol	4,73x10 ⁵ a	5,13x10 ⁵ a	7,14x10 ⁵ a	7,43x10 ⁵ a
<i>E</i> -2-Penten-1-ol	6,86x10 ⁶ a	8,38x10 ⁶ a	7,11x10 ⁶ a	7,39x10 ⁶ a
Z-2-Penten-1-ol	5,87x10 ⁶ bc	7,3x10 ⁶ a	5,4x10 ⁶ c	6,16x10 ⁶ b
Z-3,7-Dimetil-3,6-oktadien-1-ol	5,77x10 ⁵ a	5,53x10 ⁵ a	4,57x10 ⁵ a	4,58x10 ⁵ a
<i>E</i> -3-Heksen-1-ol	6,31x10 ⁷ a	8,53x10 ⁷ a	6,28x10 ⁷ a	8x10 ⁷ a
Z-3-Heksen-1-ol	5,49x10 ⁶ c	1,33x10 ⁷ a	1,09x10 ⁷ b	1,08x10 ⁷ b
2,4-Dimetil-3-pentanol	1,79x10 ⁶ a	4,14x10 ⁵ c	1,66x10 ⁶ a	6,42x10 ⁵ b
6-Metil-5-hepten-2-ol	1,84x10 ⁷ ab	2,31x10 ⁷ a	2,15x10 ⁷ a	2,66x10 ⁶ b
Fenilni alkohol	1,1x10 ⁷ b	1,44x10 ⁷ a	1,22x10 ⁷ b	1,1x10 ⁷ b
Benzilni alkohol	1,72x10 ⁷ a	2,41x10 ⁷ a	1,64x10 ⁷ a	1,76x10 ⁷ a
Ukupni alkoholi	3,17x10 ⁸ ab	3,41x10 ⁸ a	2,61x10 ⁸ b	3,04x10 ⁸ ab
1,2,3-Propanetriol triacetat	8,9x10 ⁵ a	9,52x10 ⁵ a	1,54x10 ⁶ a	4,95x10 ⁵ a
Fenil-acetat	2,32x10 ⁵ ab	1,97x10 ⁵ bc	2,42x10 ⁵ a	1,71x10 ⁵ c
Ukupni esteri	1,12x10 ⁶ a	1,15x10 ⁶ a	1,78x10 ⁶ a	6,66x10 ⁵ a
5-Etil-2(5H)-furanon	1,04x10 ⁶ a	1,14x10 ⁶ a	1,11x10 ⁶ a	1,12x10 ⁶ a
<i>E,E</i> -2,6-Dimetil-2,4,6-oktatrien	6,53x10 ⁶ b	8,42x10 ⁶ a	6,9x10 ⁶ ab	6,78x10 ⁶ ab
<i>E,E</i> -3,5-Oktadien-2-on	2,56x10 ⁶ a	3,87x10 ⁶ a	2,58x10 ⁶ a	2,46x10 ⁶ a
4-Metilfuran-2(5H)-on	3,73x10 ⁵ a	4,32x10 ⁵ a	3,84x10 ⁵ a	4,04x10 ⁵ a
6-Metil-5-hepten-2-on	2,12x10 ⁷ a	2,41x10 ⁷ a	2,03x10 ⁷ a	2,32x10 ⁷ a
Butirolakton	4,11x10 ⁶ a	4,11x10 ⁶ a	3,25x10 ⁶ b	3,48x10 ⁶ ab
Ukupni ketoni	3,58x10 ⁷ ab	4,2x10 ⁷ a	3,45x10 ⁷ b	3,75x10 ⁷ ab

<i>E</i> -2-Heksenska kiselina	1,86x10 ⁷ a	1,2x10 ⁷ a	1,38x10 ⁷ a	1,04x10 ⁷ a
Heptanska kiselina	1,06x10 ⁶ a	1,19x10 ⁶ a	1,11x10 ⁶ a	7,09x10 ⁵ a
2-Etil-heksanska kiselina	1,49x10 ⁶ a	1,35x10 ⁶ a	1,39x10 ⁶ a	1,55x10 ⁶ a
Nonanska kiselina	1,21x10 ⁶ a	9,83x10 ⁵ a	1,39x10 ⁶ a	9,01x10 ⁵ a
Oktanska kiselina	1,24x10 ⁶ a	1,27x10 ⁶ a	1,18x10 ⁶ a	9,81x10 ⁵ a
Pentanska kiselina	8,85x10 ⁵ b	1,5x10 ⁶ a	1,57x10 ⁶ a	1,06x10 ⁶ b
Ukupne kiseline	2,45x10 ⁷ a	1,83x10 ⁷ a	2,05x10 ⁷ a	1,56x10 ⁷ a
2(10)-Pinen	5,97x10 ⁶ a	6,13x10 ⁶ a	5,12x10 ⁶ a	5,64x10 ⁶ a
Kariofilen	8,3x10 ⁵ a	6,98x10 ⁵ a	6,49x10 ⁵ a	9,04x10 ⁵ a
<i>cis</i> - β -Farnesen	1,26x10 ⁶ b	2,22x10 ⁶ ab	2,54x10 ⁶ a	2,25x10 ⁶ ab
Citronelol	2,42x10 ⁷ ab	2,66x10 ⁷ a	2,03x10 ⁷ b	2,36x10 ⁷ ab
Geranijska kiselina	3,35x10 ⁶ a	3,72x10 ⁶ a	5,29x10 ⁶ a	2,14x10 ⁶ a
Geraniol	5,09x10 ⁷ a	4,96x10 ⁷ a	3,68x10 ⁷ b	4,1x10 ⁷ ab
Geranil-aceton	2,56x10 ⁶ a	2,92x10 ⁶ a	2,46x10 ⁶ a	2,76x10 ⁶ a
Limonen	4,71x10 ⁷ a	5,29x10 ⁷ a	4,57x10 ⁷ a	4,6x10 ⁷ a
Linalol	1,05x10 ⁷ a	1,22x10 ⁷ a	1,11x10 ⁷ a	1,08x10 ⁷ a
Nerol	1,26x10 ⁸ a	1,24x10 ⁸ a	1,1x10 ⁸ ab	9,31x10 ⁷ b
<i>p</i> -Cimen	4,62x10 ⁶ a	5,1x10 ⁶ a	5,21x10 ⁶ a	5,05x10 ⁶ a
Terpinen-4-ol	6,19x10 ⁵ a	5,87x10 ⁵ a	7,4x10 ⁵ a	7,73x10 ⁵ a
Metil-geranijat	2,98x10 ⁷ b	4,14x10 ⁷ a	2,28x10 ⁷ c	3,38x10 ⁷ b
<i>trans</i> - β -Ionon	4x10 ⁵ b	6,1x10 ⁵ a	6,22x10 ⁵ a	5,31x10 ⁵ ab
Verbenol	3,25x10 ⁶ a	2,96x10 ⁶ a	2,67x10 ⁶ a	2,48x10 ⁶ a
β -Cedren	4,14x10 ⁵ a	4,71x10 ⁵ a	4,02x10 ⁵ a	4,36x10 ⁵ a
β -Mircen	6,19x10 ⁷ ab	6,55x10 ⁷ a	5,48x10 ⁷ b	5,65x10 ⁷ ab
β -Ocimen	2,38x10 ⁷ a	2,03x10 ⁷ a	1,86x10 ⁷ a	1,99x10 ⁷ a
Linalol oksid (piranoid)	1,16x10 ⁷ a	1,29x10 ⁷ a	1,01x10 ⁷ a	1,07x10 ⁷ a
2-Pinen-4-on	2,88x10 ⁶ a	3,45x10 ⁶ a	3,51x10 ⁶ a	4,13x10 ⁶ a
Ukupni terpeni	4,12x10 ⁸ a	4,34x10 ⁸ a	3,59x10 ⁸ a	3,63x10 ⁸ a
Ukupni hlapljivi spojevi	1,4x10 ⁹ a	1,41x10 ⁹ a	1,43x10 ⁹ a	1,44x10 ⁹ a

Rezultati su izraženi u apsolutnim površinama pikova. Srednje vrijednosti označene različitim slovima u redu, ukazuju na statistički značajnu razliku u skladu s Tukey-ovim testom ($p < 0,05$)

Tablica 7. Utjecaj termina vršikanja na sadržaj pojedinih hlapljivih spojeva u koži bobice sorte 'Traminac crveni', 2018. godine

2018.g.	NC	K	Š	BV
<i>E,E</i> -2,4-Heptadienal	6,84x10 ⁶ b	6,2x10 ⁶ b	1,12x10 ⁷ a	6,52x10 ⁶ b
2-Heksenal	1,49x10 ⁸ a	1,39x10 ⁸ ab	1,16x10 ⁸ b	1,4x10 ⁸ ab
<i>E</i> -2-Oktenal	1,84x10 ⁶ a	1,56x10 ⁶ c	1,71x10 ⁶ b	1,72x10 ⁶ b
Benzaldehid	2,06x10 ⁶ a	2,21x10 ⁶ a	3,24x10 ⁶ a	2,52x10 ⁶ a
Benzenacetaldehid	2,5x10 ⁶ a	1,19x10 ⁶ d	1,69x10 ⁶ b	1,39x10 ⁶ c
Heksenal	2,03x10 ⁸ a	1,93x10 ⁸ a	1,84x10 ⁸ a	1,77x10 ⁸ a
Nonanal	1,8x10 ⁶ a	1,3x10 ⁶ b	1,37x10 ⁶ b	1,27x10 ⁶ b
Ukupni aldehidi	3,67x10 ⁸ a	3,44x10 ⁸ a	3,2x10 ⁸ a	3,31x10 ⁸ a
1,2-Propanediol	7,73x10 ⁶ b	8,76x10 ⁶ b	1,01x10 ⁷ a	8,26x10 ⁶ b
1,4-Butanediol	3,6x10 ⁵ b	2,77x10 ⁵ c	4,44x10 ⁵ a	8,46x10 ⁴ d
3-Metoksi-1-butanol	8,18x10 ⁷ ab	8,34x10 ⁷ a	7,3x10 ⁷ b	7,19x10 ⁷ b
1-Heksanol	6,86x10 ⁷ a	7,15x10 ⁷ a	6,04x10 ⁷ b	6,08x10 ⁷ b
1-Nonanol	1,32x10 ⁶ ab	1,62x10 ⁶ a	1,06x10 ⁶ b	1,5x10 ⁶ ab
1-Octen-3-ol	2,14x10 ⁶ a	2,08x10 ⁶ a	1,99x10 ⁶ a	2,16x10 ⁶ a
2,3-Butanediol, [S-(R*,R*)]-	1,88x10 ⁷ a	2,11x10 ⁷ a	2,14x10 ⁷ a	1,8x10 ⁷ a
2-Heksadekanol	5,67x10 ⁴ b	7x10 ⁴ b	1,01x10 ⁵ b	5,73x10 ⁵ a
<i>E</i> -2-Okten-1-ol	3,27x10 ⁵ a	4,86x10 ⁵ a	2,9x10 ⁵ a	2,96x10 ⁵ a
<i>E</i> -2-Penten-1-ol	1,97x10 ⁶ b	6,72x10 ⁶ a	5,78x10 ⁶ a	5,98x10 ⁶ a
<i>Z</i> -2-Penten-1-ol	1,61x10 ⁷ a	5,92x10 ⁶ b	5,26x10 ⁶ b	6,53x10 ⁶ b
<i>Z</i> -3,7-Dimetil-3,6-oktadien-1-ol	7,04x10 ⁵ ab	6,21x10 ⁵ b	7,68x10 ⁵ a	7,47x10 ⁵ ab
<i>E</i> -3-Heksen-1-ol	5,58x10 ⁷ a	4,18x10 ⁷ b	3,14x10 ⁷ c	4,1x10 ⁷ b
<i>Z</i> -3-Heksen-1-ol	3,22x10 ⁶ a	2,85x10 ⁶ a	2,33x10 ⁶ a	2,42x10 ⁶ a
2,4-Dimetil-3-pentanol	1,65x10 ⁶ a	1,63x10 ⁶ a	1,6x10 ⁶ a	1,93x10 ⁶ a
6-Metil-5-hepten-2-ol	2,02x10 ⁷ b	1,82x10 ⁷ c	1,8x10 ⁷ c	2,37x10 ⁷ a
Fenilni alkohol	1,91x10 ⁷ a	1,52x10 ⁷ b	1,48x10 ⁷ b	1,9x10 ⁷ a
Benzilni alkohol	2,1x10 ⁷ a	1,7x10 ⁷ c	1,83x10 ⁷ bc	2,09x10 ⁷ ab
Ukupni alkoholi	3,21x10 ⁸ a	2,99x10 ⁸ a	2,67x10 ⁸ b	2,86x10 ⁸ ab
1,2,3-Propanetriol triacetat	5,97x10 ⁵ a	3,54x10 ⁵ a	4,05x10 ⁵ a	5,65x10 ⁵ a
Fenil-acetat	2,58x10 ⁵ ab	2,71x10 ⁵ a	2,31x10 ⁵ b	0x100c
Ukupni esteri	8,55x10 ⁵ a	6,24x10 ⁵ a	6,36x10 ⁵ a	5,65x10 ⁵ a
5-Etil-2(5H)-furanon	9,69x10 ⁵ b	9,01x10 ⁵ c	8,78x10 ⁵ c	1,07x10 ⁶ a
<i>E,E</i> -2,6-Dimetil-2,4,6-oktatrien	5,85x10 ⁶ a	4,78x10 ⁶ a	5,12x10 ⁶ a	5,65x10 ⁶ a
<i>E,E</i> -3,5-Oktadien-2-on	2,47x10 ⁶ a	1,84x10 ⁶ a	1,98x10 ⁶ a	1,95x10 ⁶ a
4-Metilfuran-2(5H)-on	0	0	0	0
6-Metil-5-hepten-2-on	3,23x10 ⁷ b	2,9x10 ⁷ b	3,03x10 ⁷ b	5,3x10 ⁷ a
Butirolakton	2,65x10 ⁶ c	3,24x10 ⁶ b	4,58x10 ⁶ a	3,01x10 ⁶ b

Ukupni ketoni	4,43x10 ⁷ b	3,98x10 ⁷ c	4,29x10 ⁷ bc	6,47x10 ⁷ a
<i>E</i> -2-Heksenska kiselina	3,13x10 ⁷ a	1,38x10 ⁷ b	1,12x10 ⁷ b	2,69x10 ⁷ a
Heptanska kiselina	1,12x10 ⁶ a	1,08x10 ⁶ a	9,38x10 ⁵ a	1,13x10 ⁶ a
2-Etil-heksanska kiselina	1,54x10 ⁶ a	1,72x10 ⁶ a	1,47x10 ⁶ a	1,66x10 ⁶ a
Nonanska kiselina	6,89x10 ⁵ a	5,94x10 ⁵ a	5,3x10 ⁵ a	9,99x10 ⁵ a
Oktanska kiselina	1,29x10 ⁶ a	1,22x10 ⁶ a	1,01x10 ⁶ a	1,35x10 ⁶ a
Pentanska kiselina	3,69x10 ⁶ ab	2,32x10 ⁶ b	5,72x10 ⁶ a	2,61x10 ⁶ b
Ukupne kiseline	3,96x10 ⁷ a	2,07x10 ⁷ b	2,09x10 ⁷ b	3,47x10 ⁷ a
2(10)-Pinen	1,18x10 ⁷ a	7,3x10 ⁶ b	8,85x10 ⁵ c	6,01x10 ⁵ c
Kariofilen	1,25x10 ⁶ a	1,26x10 ⁶ a	1,66x10 ⁶ a	9,85x10 ⁵ a
<i>cis</i> - β -Farnesen	1,01x10 ⁷ c	1,02x10 ⁷ c	1,44x10 ⁷ b	2,79x10 ⁷ a
Citronelol	3,05x10 ⁷ b	2,77x10 ⁷ b	3,59x10 ⁷ a	3,64x10 ⁷ a
Geranijska kiselina	6,3x10 ⁶ a	4,53x10 ⁶ a	4,22x10 ⁶ a	6x10 ⁶ a
Geraniol	5,54x10 ⁷ a	4,68x10 ⁷ b	5,91x10 ⁷ a	5,93x10 ⁷ a
Geranil-aceton	2,91x10 ⁶ a	2,43x10 ⁶ a	2,46x10 ⁶ a	2,85x10 ⁶ a
Limonen	5,24x10 ⁷ a	4,84x10 ⁷ a	5,93x10 ⁷ a	5,62x10 ⁷ a
Linalol	1,34x10 ⁷ a	1,2x10 ⁷ a	1,23x10 ⁷ a	1,31x10 ⁷ a
Nerol	1,73x10 ⁸ a	1,05x10 ⁸ c	1,32x10 ⁸ b	1,34x10 ⁸ b
<i>p</i> -Cimen	7,12x10 ⁶ a	5,66x10 ⁶ a	5,17x10 ⁶ a	7,37x10 ⁶ a
Terpinen-4-ol	9,33x10 ⁵ a	8,91x10 ⁵ a	7,97x10 ⁵ a	5,25x10 ⁵ a
Metil-geranijat	1,04x10 ⁸ c	1,05x10 ⁸ c	1,42x10 ⁸ b	1,66x10 ⁸ a
<i>trans</i> - β -Ionon	3x10 ⁵ c	2,82x10 ⁵ c	5,56x10 ⁵ b	1,05x10 ⁶ a
Verbenol	6,83x10 ⁶ c	6,06x10 ⁶ d	7,64x10 ⁶ b	8,57x10 ⁶ a
β -Cedren	2,58x10 ⁶ b	2,14x10 ⁶ b	2,63x10 ⁶ b	4,73x10 ⁶ a
β -Mircen	4,5x10 ⁷ a	6,7x10 ⁷ a	7,95x10 ⁷ a	8,76x10 ⁷ a
β -Ocimen	3,19x10 ⁷ a	3,29x10 ⁷ a	3,46x10 ⁷ a	3,97x10 ⁷ a
Linalol oksid (piranoid)	1,74x10 ⁷ bc	1,54x10 ⁷ c	1,86x10 ⁷ ab	2,08x10 ⁷ a
2-Pinen-4-on	3,5x10 ⁶ a	4,23x10 ⁶ a	3,42x10 ⁶ a	3,84x10 ⁶ a
Ukupni terpeni	5,77x10 ⁸ a	5,06x10 ⁸ a	6,18x10 ⁸ a	6,77x10 ⁸ a
Ukupni hlapljivi spojevi	1,35x10 ⁹ a	1,21x10 ⁹ b	1,27x10 ⁹ ab	1,39x10 ⁹ a

Rezultati su izraženi u apsolutnim površinama pikova. Srednje vrijednosti označene različitim slovima u redu, ukazuju na statistički značajnu razliku u skladu s Tukey-ovim testom ($p < 0,05$)

5. Zaključak

Temeljem provedenog dvogodišnjeg istraživanja utjecaja vremena i intenziteta vršikanja na kakvoću grožđa cv. 'Traminac crveni' (*Vitis vinifera* L.) možemo zaključiti sljedeće:

- Vršikanje, neovisno o terminu provođenja, nije utjecalo na prinos po trsu, masu grozda, broj grozdova po trsu, masu bobice te broj bobica po grozdu 'Traminca crvenog'.
- Vršikanje provedeno nakon cvatnje (NC) utjecalo je na povećanje koncentracije ukupne kiselosti, vinske kiseline te vrijednosti apsolutne površine pikova ukupnih ketona, te na smanjenje koncentracije šećera u odnosu na kontrolu (K), ali samo u jednoj godini istraživanja (2018).
- Vršikanje provedeno na početku šare (Š) utjecalo je na smanjenje sadržaja šećera i vrijednosti apsolutne površine pikova ukupnih ketona te povećanje ukupne kiselosti grožđa u odnosu na kontrolu (K), ali samo u jednoj godini istraživanja (2018).
- Vršikanje provedeno na početku šare (Š) utjecalo je na smanjenje vrijednosti apsolutne površine pikova ukupnih alkohola u odnosu na kontrolu (K), u obje godine istraživanja.
- Tretman bez vršikanja (BV) utjecao je na smanjenje koncentracije šećera te povećanje ukupne kiselosti grožđa, dok su vrijednosti apsolutne površine pikova ukupnih hlapljivih spojeva, ketona, kiselina u odnosu na kontrolu (K) bili veći, ali samo u jednoj godini istraživanja (2018).

6. Popis literature

1. Abad, F. J., Marín, D., Loidi, M., Miranda, C., Royo, J. B., Urrestarazu, J., & Santesteban, L. G. (2019). Evaluation of the incidence of severe trimming on grapevine (*Vitis vinifera* L.) water consumption. *Agricultural Water Management*, 213, 646-653.
2. Angerosa F. (2002) Influence of volatile compounds on virgin olive oil quality evaluated by analytical approaches and sensor panels. *Eur J Lipid Sci Technol* 104: 639-660
3. Cartechini, A., Pallioti, A., Lungarotti C.,(1998) Influence of timing of summer hedging on yield and grape quality in on some red and white grapevine cultivars. XXV International Horticultural Congress, Part 2: Mineral Nutrition and Grape and Wine Quality 512 (pp. 101-110).
4. Champagnol F. (1993) Les modes de conduites et les travaux en vert de printemps dans le vignoble. Incidences sur la physiologie de la vigne, de la disposition du feuillage et des operation en vert de printemps. *Le progres agricole et viticole*, 110: 295-301
5. Coombe, B. G. (1995). Growth Stages of the Grapevine: Adoption of a system for identifying grapevine growth stages. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 1(2), 104–110.
6. Davies, C., Boss, P. K., Gerós, H., Lecourieux, F., & Delrot, S. (2012). Source/Sink relationships and molecular biology of sugar accumulation in grape berries. In *The Biochemistry of the Grape Berry* (pp. 44–66). Bentham Science Publishers Ltd
7. de Toda, F. M. (2021). Grapevine double cropping: a reality, not a myth. *IVES Technical Reviews*, vine and wine.
8. Downey, M. O., Dokoozlian, N. K., & Krstic, M. P. (2006). Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: A review of recent research. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57, 257–268.
9. Dunlevy, J. D., Kalua, C. M., Keyzers, R. A., & Boss, P. K. (2009). The production of flavour & aroma compounds in grape berries. In *Grapevine molecular physiology & biotechnology* (pp. 293-340). Springer, Dordrecht.
10. Flamini, R., Mattivi, F., De Rosso, M., Arapitsas, P., & Bavaresco, L. (2013). Advanced knowledge of three important classes of grape phenolics: Anthocyanins, stilbenes and flavonols. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(10), 19651–19669.
11. Gombau, J., Vignault, A., Pascual, O., Gomez-Alonso, S., García-Romero, E., Hermosin, I., Canals, J. M., Teissedre, P. L., & Zamora, F. (2019). Influence of oenological tannins on malvidin-3-O-monoglucoside copigmentation in a model wine solution. *Oeno One*, 53(3), 531–547

12. González-Barreiro, C., Rial-Otero, R., Cancho-Grande, B., & Simal-Gándara, J. (2015). Wine aroma compounds in grapes: A critical review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 55(2), 202-218.
13. Gubler, W. D., Marois, J. J., Bledsoe, A. M., & Bettiga, L. J. (1987). Control of Botrytis bunch rot of grape with canopy management. *Plant disease*, 71(7), 599-601.
14. Güth, H. (1997). Quantitation and sensory studies of character impact odorants on different white wine varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45,8: 3027-3032.
15. Gutiérrez-Gamboa, G., Zheng, W., & de Toda, F. M. (2021). Current viticultural techniques to mitigate the effects of global warming on grape and wine quality: A comprehensive review. *Food Research International*, 139, 109946.
16. He, F., Mu, L., Yan, G.-L., Liang, N.-N., Pan, Q.-H., Wang, J., Reeves, M. J., & Duan, C.-Q. (2010). Biosynthesis of anthocyanins and their regulation in colored grapes. *Molecules*, 15(12), 9057–9091
17. Herjavec S. (2019) *Vinarstvo*. Nakladni Zavod Globus, Zagreb
18. Hochberg, U., Batushansky, A., Degu, A., Rachmilevitch, S., & Fait, A. (2015). Metabolic and physiological responses of shiraz and cabernet sauvignon (*Vitis vinifera* L.) to near optimal temperatures of 25 and 35 °C. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(10), 24276–24294
19. Iland, P., Bruer, N., Edwards, G., Weeks, S., WilKeS, E., 2004: *Chemical Analysis of Grapes and Wine: Techniques and Concepts*. Patrick Iland Wine Promotions. Campbelltown, Australia
20. Jackson, R. S. (2017). *Wine tasting*. Elsevier Academic Press.
21. Jones, G. V., White, M. A., Cooper, O. R., & Storchmann, K. (2005). Climate change and global wine quality. *Climatic Change*, 73(3), 319–343.
22. Karković J. (2016.) *Utjecaj soja kvasca na aromatski profil vina 'Sauvignon bijeli'*. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zagreb
23. Keller, M. (2020). *The science of grapevines*. Academic Press
24. Koblet W. Effectiveness of shoot topping and leaf removal as a means of improving quality. *Acta Horticulturae*, v.206, p.141–156, 1987.
25. Law, J. *Od vinograda do vina*, Quarry books, 2005.
26. Li, S. Y., & Duan, C. Q. (2019). Astringency, bitterness and color changes in dry red wines before and during oak barrel aging: An updated phenolic perspective review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(12), 1840–1867
27. Marais J. (1983.). *Terpenes in the Aroma of Grapes and Wines : A Review*. S. Afr. J. Enol. Vitic. Vol 4. No. 2
28. Mato, I., Su´arez-Luque, S., & Huidobro, J. F. (2005). A review of the analytical methods to determine organic acids in grape juices and wines. *Food Research International*, 30 (19), 1175–1188
29. Mira de Orduña, R. (2010). Climate change associated effects on grape and wine quality and production. *Food Research International*, 43(7), 1844–1855
30. Mirošević N i Karoglan Kontić J (2008.). *Vinogradarstvo*. Globus, Zagreb

31. Mirošević, N., Papak, M., Jelaska, V., Herjavec, S., Ivanković, Z., Brkan, B., ... & Bijelić, V. (2010). Iločki Traminac-Princ s Principovca. *Golden marketing-Tehnička knjiga, Zagreb*.
32. Mirošević, N., Turković, Z., & Turković, G. (2003). *Ampelografski atlas*. Golden marketing-Tehnička knjiga.
33. Mohaved, N., Masia, A., Cellini, A., Pastore, C., Valentini, G., ALLE-GRO, G., & Filippetti, I. (2011). Biochemical approaches to study the effects of temperature on grape composition in *Vitis vinifera* cv. *Sangiovese*. *Progr. Agric. Vitic. Hors Série Special*, 393-396.
34. Mori, K., Goto-Yamamoto, N., Kitayama, M., & Hashizume, K. (2007). Loss of anthocyanins in red-wine grape under high temperature. *Journal of experimental botany*, 58(8), 1935-1945.
35. O.I.V.; 2013: Compendium of International Methods of Analysis of Wines and Musts. Bull. O. I. V. (Off. Int. Vigne Vin), Paris
36. Ough, C. S., & Amerine, M. A. (1988). *Methods for analysis of musts and wines*. J. Wiley.
37. Pallioti A., 1992. Energia radiante, produttività delle foglie e fotosintesi in *Vitis vinifera* L. Tesi di Dottorato di Ricerca, Istituto di Coltivazioni Arboree, Università di Perugia
38. Palliotti, A., Tombesi, S., Silvestroni, O., Lanari, V., Gatti, M., & Poni, S. (2014). Changes in vineyard establishment and canopy management urged by earlier climate-related grape ripening: A review. *Scientia Horticulturae*, 178, 43-54.
39. Pereira, F.M.V., de Souza Carvalho, A., Cabec, a, L.F., Colnago, L.A., 2013. Classification of intact fresh plums according to sweetness using time-domain nuclear magnetic resonance and chemometrics. *Microchem. J.* 108, 14–17.
40. Pereira, F.M.V., de Souza Carvalho, A., Cabec, a, L.F., Colnago, L.A., 2013. Classification of intact fresh plums according to sweetness using time-domain nuclear magnetic resonance and chemometrics. *Microchem. J.* 108, 14–17.
41. Pirie, A. (1977). Phenolics accumulation in red wine grapes (*Vitis vinifera* L.). PhD thesis, University of Sydney, Australia.
42. Rapp A., Mandery H. (1986). Wine aroma. *Experientia* 42, 873-884.
43. Ribéreau-Gayon, P., Boidron, J. N., Terrier, A. (1975). Aroma of muscat grape varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 23,6: 1042-1046.
44. Robinson, A. L. i sur. (2014). Origins of Grape and Wine Aroma. Part 1. Chemical Components and Viticultural Impacts. *Am. J. Enol. Vitic.* 65:1.
45. Santos, J. A., Fraga, H., Malheiro, A. C., Moutinho-Pereira, J., Dinis, L.-T., Correia, C., Moriondo, M., Leolini, L., Dibari, C., Costafreda-Aumedes, S., Kartschall, T., Menz, C., Molitor, D., Junk, J., Beyer, M., & Schultz, H. R. (2020). A review of the potential climate change impacts and adaptation options for European viticulture. *Applied Sciences*, 10(9), 3092
46. Schwab, W., Davidovich-Rikanati, R., Lewinsohn, E. (2008). Biosynthesis of plant-derived flavor compounds. *The Plant Journal*, 54: 712–732.
47. Simpson, R. F. (1979). Some important aroma components of white wine, *Food Technol. Aust.* 31, 516-522.

48. Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
49. Smart, R., & Robinson, M. (1991). *Sunlight into wine: a handbook for winegrape canopy management*. Winetitles.
50. Smart, R.E. 1987, Influence of light on composition and quality of grapes. *Acta horticulturae* 206: 37-43
51. Šikuten, I., Štambuk, P., Karoglan Kontić, J., Maletić, E., Tomaz, I., Preiner, D. (2021): Optimization of SPME-Arrow-GC/MS Method for Determination of Free and Bound Volatile Organic Compounds from Grape Skins. *Molecules* 26: 7409.
52. Vasconcelos, M. C., & Castagnoli, S. (2000). Leaf canopy structure and vine performance. *American Journal of Enology and Viticulture*, 51(4), 390-396.
53. Vilanova, M., Sieiro, C. (2006): Determination of free and bound terpene compounds in Albarino wine. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19,6-7: 694-697.
54. Waterhouse, A. L., Sacks, G. L., & Jeffery, D. W. (2016). *Understanding Wine Chemistry*.
55. Wolf, T. K., Pool, R. M., & Mattick, L. R. (1986). Responses of young Chardonnay grapevines to shoot tipping, ethephon, and basal leaf removal. *American Journal of Enology and Viticulture*, 37, 263–268
56. Zheng, W., García, J., Balda, P., & Martínez de Toda, F. (2017). Effects of severe trimming after fruit set on the ripening process and the quality of grapes. *Vitis*, 56(1), 27-33.

Životopis

Fabijan Štefanac, rođen u Požegi 14.02.1999. godine nakon završene osnovne škole fra Kaje Adžića u Pleternici upisuje Gimnaziju u Požegi 2013. godine koju završava 2017. Nakon završene srednje škole, 2017. godine upisuje preddiplomski studij na Agronomskom fakultetu u Zagrebu. Preddiplomski studij hortikultura završava 2020. godine i stječe akademski naziv univ. bacc. agr.. Završetkom preddiplomskog studija hortikultura nastavlja na Agronomskom fakultetu pohađati diplomski studij Vinogradarstvo i vinogradarstvo. Od stranih jezika ima odlično poznavanje engleskog jezika.