

Utjecaj djelomične defolijacije na sadržaj hlapljivih i polifenolnih spojeva u grožđu i vinu sorte 'Muškati Hamburg'

Gudan, Jakov

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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:204:248214>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-10**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET**

**UTJECAJ DJELOMIČNE DEFOLIJACIJE NA
SADRŽAJ HLAPLJIVIH I POLIFENOLNIH
SPOJEVA U GROŽĐU I VINU SORTE 'MUŠKAT
HAMBURG'**

DIPLOMSKI RAD

Jakov Gudan

Zagreb, rujan, 2024.
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Vinogradarstvo i vinarstvo

**UTJECAJ DJELOMIČNE DEFOLIJACIJE NA
SADRŽAJ HLAPLJIVIH I POLIFENOLNIH
SPOJEVA U GROŽĐU I VINU SORTE 'MUŠKAT
HAMBURG'**

DIPLOMSKI RAD

Jakov Gudan

Mentor:

Prof. Dr. Sc. Marko Karoglan

Zagreb, rujan, 2024.
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Jakov Gudan**, JMBAG 0035210893, rođen 09.04.1998. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradio diplomski rad pod naslovom:

Utjecaj djelomične defolijacije na sadržaj hlapljivih i polifenolnih spojeva u grožđu i vinu sorte 'Muškat Hamburg'

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 upoznata/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 **Jakova Gudana**, JMBAG 0035210893, naslova

**Utjecaj djelomične defolijacije na sadržaj hlapljivih i polifenolnih spojeva u
grožđu i vinu sorte 'Muškat Hamburg'**

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. prof. dr. sc. Marko Karoglan mentor _____
2. izv. prof. dr. sc. Ana-Marija Jagatić Korenika član _____
3. Izv. prof. dr. sc. Marin Mihaljević Žulj član _____

Zahvala

Ovime zahvaljujem mentoru prof. dr. sc. Marku Karoglanu i asistentici dr. sc. Marini Anić na savjetovanju i pomoći oko postavljanja i provedbe pokusa te pisanja ovog diplomskog rada.

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Cilj rada ili Cilj istraživanja.....	2
2. Pregled literature	3
2.1. Kemijski sastav grožđa i vina	3
2.1.1. Polifenolni spojevi.....	3
2.1.1.1. Flavonoidi	3
2.1.1.1.1. Flavanoli (flavan-3-oli)	4
2.1.1.1.2. Flavonoli	4
2.1.1.1.3. Antocijani	4
2.1.1.2. Neflavonoidi.....	5
2.1.1.2.1. Hidroksibenzojeve kiseline.....	5
2.1.1.2.2. Hidroksicimetne kiseline	5
2.1.2. Hlapljivi spojevi.....	5
2.1.2.1. Terpeni	6
2.1.2.2. Norizenoprenoidi	6
2.1.2.3. Derivati masnih kiselina.....	6
2.2. Djelomična defolijacija	6
3. Materijali i metode	8
3.1. Pokušalište Jazbina	8
3.2. Kordonac Moser.....	9
3.3. Klimatske prilike	10
3.4. 'Muškat Hamburg'	11
3.4.1. Kober 5BB	11
3.5. Postavljanje pokusa, berba i osnovna kemijska analiza mošta	12
3.5.1. Analiza polifenolnih i hlapljivih spojeva u bobici i vinu	12
3.5.2. Analiza hlapljivih spojeva u bobici i vinu	13
3.5.3. Analiza polifenolnih spojeva u bobici i vinu.....	13
4. Rezultati i rasprava.....	15
4.1. Utjecaj djelomične defolijacije na prinos i masu grozda	15

4.2. Utjecaj djelomične defolijacije na osnovni kemijski sastav grožđa sorte 'Muškat Hamburg'.....	15
4.3. Utjecaj djelomične defolijacije na polifenolni i hlapljivi sastav grožđa sorte 'Muškat Hamburg'.....	16
4.4. Utjecaj djelomične defolijacije na polifenolni i hlapljivi sastav vina sorte 'Muškat Hamburg'.....	21
5. Zaključak	28
6. Popis literature	29
Životopis	34

Sažetak

Diplomskog rada studenta **Jakova Gudana**, naslova

Utjecaj djelomične defolijacije na sadržaj hlapljivih i polifenolnih spojeva u grožđu i vinu sorte 'Muškat Hamburg'

Prinos i kvaliteta grožđa ovise o postizanju odgovarajuće ravnoteže između opterećenja trsa i izloženosti sunčevoj svjetlosti, što je bitan uvjet za dobivanje odgovarajućeg fenolnog i aromatskog profila grožđa i vina. Poboľšanjem mikroklimatskih uvjeta trsa i ravnotežom između omjera starijih, manje fotosintetski aktivnih listova prema mlađim, fotosintetski aktivnijim listovima ostvaruje se optimalna izloženost grozdova sunčevoj svjetlosti i količine prikupljenih asimilata. Provedena djelomična defolijacija nije utjecala na prinos i broj grozdova po trsu, ali je utjecala na smanjenje mase grozda i bobice te je poboljšala sastav grožđa i vina, povećanjem sadržaja polifenolnih i hlapljivih spojeva.

Ključne riječi: djelomična defolijacija, 'Muškat Hamburg', hlapljivi spojevi, polifenoli

Summary

Of the master's thesis – student **Jakov Gudan** entitled

The influence of partial defoliation on the content of volatile and polyphenol compounds in 'Muscat Hamburg' grapes and wine

The yield and quality of grapes depend on achieving an appropriate balance between vine load and exposure to sunlight, which is an essential condition for obtaining an appropriate phenolic and aromatic profile of grapes and wine. By improving the microclimatic conditions of the vines and by balancing the ratio of older, less photosynthetically active leaves to younger, more photosynthetically active leaves, optimal exposure of the bunches to sunlight and the amount of collected assimilates is achieved. The performed partial defoliation did not affect the yield and the number of bunches per vine, but it did affect the weight reduction of bunches and berries and improved the composition of grapes and wine, by increasing the content of polyphenolic and volatile compounds.

Keywords: partial defoliation, 'Muscat Hamburg', volatile compounds, polyphenols

1. Uvod

Vinova loza (*Vitis vinifera L.*) se uzgaja već nekoliko tisuća godina, a pretpostavlja se da potječe iz Male Azije, kolijevke najstarijih civilizacija. Razlikujemo različite namjene korištenja uzgojenog grožđa. Grožđe se može koristiti u svježem stanju, može se sušiti odnosno mogu se raditi suhvice, može se proizvoditi vino te razni drugi proizvodi kao što su sokovi, rakije i ocat. Vino je najpoznatiji i najreprezentativniji proizvod od grožđa, a kvaliteta proizvedenog vina uvelike ovisi o kvaliteti sirovine odnosno uzgojenog grožđa od kojeg će se to vino raditi.

Na kvalitetu i uspješnost uzgoja vinove loze utječu mnogi čimbenici kao što su izbor terena, vremenske prilike određenog područja, sastav tla te agrotehnički i ampelotehnički zahvati koji se provode u nasadu od same sadnje vinograda do berbe grožđa. Kvaliteta grožđa ovisi o zdravstvenom stanju dozrelog grožđa, kemijskom sastavu odnosno sadržaju šećera i kiselina, ali isto tako i sastavu polifenolnih i hlapljivih spojeva u grožđu (Rocha i sur., 2007.). Održavanje visoke kvalitete grožđa uz postizanje što većeg prinosa predstavlja složen proces koji zahtijeva kontinuirano istraživanje, inovacije i prilagodljivost vinogradara u suvremenom vinogradarstvu. U današnjem globalnom tržištu gdje potrošači sve više cijene visokokvalitetna vina s jasno definiranim karakteristikama, vinogradari moraju biti izuzetno pažljivi i predani u svom radu kako bi postigli izvrsnost u svakom aspektu proizvodnje grožđa. Omjer količine i kvalitete grožđa vrlo je bitan aspekt uspješne proizvodnje grožđa i kasnije vina, vinogradar odnosno investitor već pri podizanju nasada usmjerava proizvodnju u određenom smjeru izborom podloge i sorte plemenite loze, gustoćom nasada odnosno sklopom, uzgojnim oblikom te kasnije pravovremenom primjenom određenih agrotehničkih i ampelotehničkih zahvata.

Agrotehničkim zahvatima se regulira sustav obrade tla u vinogradu odnosno osigurava se opskrba korijena vodom, zrakom i mineralnim hranivima, a razlikuju se sustav stalne obrade tla, sustav zatravljanja vinograda, primjena herbicida te kombinirani sustavi obrade tla. Osim same obrade tla u agrotehničke zahvate spadaju i gnojidba odnosno prihrana te zaštita vinove loze od bolesti i štetnika. S druge strane ampelotehnički zahvati podrazumjevaju rez vinove loze koji se dijele u dvije faze, rez u zrelo i rez u zeleno. Rez u zrelo podrazumijeva rezidbu u vrijeme mirovanja vinove loze i služi za formiranje željenog uzgojnog oblika. Rez u zeleno podrazumijeva sve zahvate reza koji se provode u vrijeme vegetativnog porasta vinove loze, a konkretni zahvati koji se mogu provoditi su pinciranje, zalamanje zaperaka, vršikanje, prstenovanje, prorjeđivanje grozdova, prorjeđivanje bobica te skidanje lišća odnosno defolijacija (Jukić, 2013; Osrečak, 2016.).

Defolijacija se u većini slučajeva provodi djelomično, na određenim dijelovima mladice u određeno vrijeme odnosno u određenoj fenofazi. Djelomična defolijacija se dijeli na kasnu i ranu, odnosno može se provoditi za vrijeme cvatnje ili u vrijeme zametanja bobica te prije ili u vrijeme šare. Primjenom djelomične defolijacije želi se postići bolja osunčanost grozdova te smanjiti nakupljanje hraniva u određenoj fenofazi. To za posljedicu može imati smanjenje prinosa, povećanu rastresitost grozdova i povećano nakupljanje polifenolnih i aromatskih spojeva. Pravovremeno provedena djelomična defolijacija trebala bi osigurati optimalni mikroklimat u području trsa te povećati kvalitetu i zdravstveno stanje grožđa (Mesić, 2013.).

1.1. Cilj rada ili Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je utvrditi utjecaj djelomične defolijacije provedene u vrijeme zametanja bobica na prinos, osnovni kemijski sastav grožđa, kao i sastav polifenolnih i hlapljivih spojeva u grožđu i vinu sorte 'Muškat Hamburg'.

2. Pregled literature

2.1. Kemijski sastav grožđa i vina

Šećer je osnovni sastojak grožđa te se na temelju sadržaja šećera i kiselina određuje tehnološka vrijednost grožđa (Zoričić, 1996.). Šećeri nastaju u procesu fotosinteze, a najveći udio udio čine heksoze glukoza i fruktoza. U početku dozrijevanja viši je sadržaj glukoze, a dozrijevanjem i djelovanjem enzima epimeraze odnos se mijenja u korist fruktoze i to je jedan od indikatora zrelosti grožđa. Na početku mijenjanja boje bobice odnosno šare grožđa odnos glukoza/fruktoza je 1.5 i smanjuje se zriobom grožđa tako da iznosi manje od 1 na kraju zriobe. Ukupna koncentracija glukoze i fruktoze u zreloom grožđu iznosi od 150 do 250 g/l, a može biti i veća u slučaju prezrelog ili prosušenog grožđa (Ribéreau-Gayon i sur., 2000.).

Osim glukoze i fruktoze grožđe sadrži i druge šećere, ali u znatno manjim količinama. Od heksoza najzastupljeniji je izomer glukoze galaktoza. Najpoznatije pentoze su arabinoza i ksiloza (Ribéreau-Gayon i sur., 2000.) Od oligosaharida najvažniji je disaharid saharoza. U sastavu grožđa i vina također se nalaze pektini i škrob.

2.1.1. Polifenolni spojevi

Fenolni spojevi ili polifenoli su sekundarni metaboliti građeni od aromatskih prstenova na koje je vezana jedna ili više hidroksilnih skupina, a pojavljuju se u sjemenkama i plodovima mnogih kritosjemenjača (Kalea i sur., 2006; Kahle i sur., 2006). Polifenolni spojevi vrlo su značajni čimbenici kakvoće vina budući da utječu na boju vina, senzorne karakteristike, oksidacijske reakcije i promjene vina tijekom starenja (Thorngate, 1997.). Polifenoli su podijeljeni u dvije grupe: flavonoide (antocijani, flavan-3-oli, flavonoli) te neflavonoide (hidroksibenzojeve i hidroksicimetne kiseline) te njihove derivate, stilbeni i hlapljivi fenoli. Mnogi čimbenici utječu na strukturu i sadržaj polifenolnih spojeva poput sorte, stupnja dozrelosti grožđa, uzgojnog područja, tla, klime, načina uzgoja vinove loze (Belancic i sur., 1997; Reynolds i sur., 1995.). Grožđe i vino sadrže niz polifenolnih spojeva, derivata osnovne strukture fenola (hidroksibenzen). Fenol je najjednostavniji aromatski alkohol, molekulske mase 94,1, a sadrži jedan benzenski prsten i hidroksilnu skupinu. Zbog hidroksilnih skupina i nezasićenih dvostrukih veza osjetljivi su na oksidaciju i to ih čini dobrim antioksidansima (Rice-Evans i sur., 1997).

2.1.1.1. Flavonoidi

Struktura i sastav flavonoida u najvećoj mjeri su određeni genetskim profilom određene sorte. Značajnu ulogu u strukturi i boji vina igraju i flavonoidi koje nalazimo u kožici, sjemenci te u mesu bobice. Osnovnu strukturu C6-C3-C6 (aglikon) sačinjavaju dva benzenska prstena, povezana propanskim lancem, koji može ili ne mora formirati treći, heterociklički prsten. Flavonoide dijelimo na različite grupe spojeva s obzirom na heterociklički prsten. Najzastupljeniji flavonoidi u grožđu su antocijani, flavanoli i flavonoli (Adams, 2006.).

2.1.1.1.1. Flavanoli (flavan-3-oli)

Flavanoli su spojevi odgovorni za osjet gorčine i astrigencije u grožđu i vinu (Kennedy i sur., 2006.). Ovi spojevi su prvi put identificirani dvadesetih godina prošlog stoljeća. Katehin, epikatehin i epikatehin-3-O-galat su glavni monomeri flavanola koji su pronađeni u grožđu i vinu. Flavanoli nastaju prije šare, a sastav i sadržaj im se mijenja tijekom dozrijevanja grožđa te ih najviše nalazimo u sjemenci bobice. Ekstrakcija flavanola, koji potječu iz sjemenki, tijekom vinifikacije se povećava dužim trajanjem maceracije, višom temperaturom i višim sadržajem alkohola tijekom maceracije i fermentacije (Andabaka 2015.). Monomeri flavanola, katehin i epikatehin međusobno se povezuju i stvaraju tanine. Oligomere flavanola i proteina nazivamo kondenzirani tanini, a oligomere flavanola i antocijanidina nazivamo proantocijanidini (Terrier, 2009.). Glavnina tanina koje nalazimo u sjemenci i kožici prisutni su kao proantocijanidini. Proantocijanidini koji su smješteni u sjemenci imaju kraći lanac i uglavnom su građeni od katehinskih i epikatehinskih jedinica (Downey i sur., 2003a.). Proantocijanidini koje nalazimo u kožici imaju mnogo veći lanac i građeni su uglavnom od epikatehinskih jedinica (Kennedy i sur., 2001; Downey i sur., 2003b.).

2.1.1.1.2. Flavonoli

Flavonoli su flavonoidi koji se nalaze u kožici bobica vinove loze gdje štite grožđe od UV zračenja, te je zbog toga njihova biosinteza direktno ovisna o osunčanosti grožđa (Andabaka, 2015.). Flavonoli su žuti pigmenti i direktno utječu na boju bijelih vina, dok ih u crnim vinima nadvladaju antocijani. Unatoč tome, oni pridonose boji crnih vina pomoću kopigmentacije. Kopigmentacija označava proces stvaranja kompleksnih spojeva između flavanola i antocijana, a koji na taj način povećavaju ekstraktibilnost antocijana tijekom vinifikacije (Schwarz i sur., 2005.). Flavonoli su, posebice u bijelim vinima, poznati po svome antioksidativnom djelovanju (Montoro i sur., 2005.). Flavonol se u grožđu nalaze u obliku 3-glukozida, dok u vinu možemo naći slobodne aglikone kao posljedicu kisele hidrolize. Sadržaj flavanola u bobici ovisan je o fenofazi u kojoj se nalazi, genetskom profilu sorte te okolišnim uvjetima. Flavonoli se sintetiziraju u bobici u vrijeme cvatnje, a njihov sadržaj se povećava tijekom dozrijevanja grožđa (Downey, 2003b.).

2.1.1.1.3. Antocijani

Antocijani su pigmenti zaslužni za boju kožice crnih sorata vinove loze, a također imaju glavnu ulogu u formiranju polimernih molekula odgovornih za boju crnih vina (Fulcrand i sur., 2006.). Antocijani se uglavnom nalaze u kožici bobice, a kod određenih sorata nalaze se i u soku i mesu, a takve sorte nazivamo „bojadiserima“. Antocijani koji su identificirani u kožici i vinima sorata *Vitis vinifera* L. su 3-O-monoglukozidi ili 3-O-acilirani monoglukozidi pet glavnih antocijanidina: delphinidina, cijanidina, petunidina, peonidina i malvidina. Prisutnost aciliranih antocijana u najviše ovisi o sorti vinove loze, a neke ih sorte poput Pinota crnog ne sadrže (Ribéreau-Gayon i sur., 2000.). Prema dosadašnjim istraživanjima većina sorata vinove loze sadrži acilirane i neacilirane antocijane od kojih su koncentracije neaciliranih antocijana obično veće (Mattivi i sur., 2006.). Tijekom dozrijevanja, antocijani se nakupljaju u kožici bobice i njihova koncentracija ovisi o velikom broju agroekoloških čimbenika (Esteban i sur., 2001.).

2.1.1.2. Neflavonoidi

U neflavonoidne spojeve ubrajamo hidroksibenzojeve i hidroksicimetne kiseline, hlapive fenole i stilbene koji pospješuju i stabiliziraju boju crnih vina (Rentsch i sur., 2009.).

2.1.1.2.1. Hidroksibenzojeve kiseline

Hidroksibenzojeva kiselina je derivat benzenske kiseline, koju karakterizira karakteristična C6- C1 građa. Najpoznatije hidroksibenzojeve kiseline koje su pronađene u vinima su galna, gentizinska, p-hidroksibenzojeva, protokatehinska, salicilna, siringinska, vanilinska kiselina (Rentsch i sur., 2009.). Galna kiselina je najzastupljenija hidroksibenzojeva kiselina. Iako 14 potječe iz grožđa, može nastati i hidrolizom kondenziranih tanina. Sadržaj hidroksibenzojevih kiselina u vinu znatno ovisi o sorti vinove loze i uvjetima uzgoja. U grožđu se ove kiseline uglavnom nalaze u obliku glikozida ili estera (Andabaka, 2015.).

2.1.1.2.2. Hidroksicimetne kiseline

Hidroksicimetne kiseline imaju karakterističnu C6-C3 građu i službeno pripadaju grupi fenilpropanoide. Najprisutnije hidroksicimetne kiseline su kafeinska, p-kumarinska, ferulinska i sinapinska kiselina (Rentsch i sur., 2009.). Hidroksicimetne kiseline su jedan od bitnijih polifenolnih spojeva u bijelim vinima i odgovorni su za boju bijelih vina a sredinom 20. stoljeća su prvi put otkrivene u grožđu i vinu (Kennedy i sur., 2006.). Hidroksicimetne kiseline ne nalazimo u grožđu u slobodnoj formi već u obliku estera sa vinskom kiselinom. Esteri hidroksicimetnih kiselina i vinske kiseline počinju se nakupljati u bobici tijekom i nakon cvatnje, a najviše koncentracije postižu neposredno prije šare. Nakon šare, njihova koncentracija opada i zadržava se na određenoj razini tijekom dozrijevanja bobice, sve do berbe. Najzastupljenija hidroksicimetna kiselina je kaftarna (do 50 %) (Andabaka 2015.).

2.1.2. Hlapljivi spojevi

Senzorne karakteristike vina značajno ovisi o aromatskim spojevima koji potječu iz grožđa. Sadržaj aromatskih spojeva razlikuje se ovisno o sorti vinove loze i to u konačnici daje vinu tipični sortni karakter. Osim razlika uzrokovanih jedinstvenim genetskim profilom sorte, veliku ulogu u razvoju senzorne karakteristike vina ima i uzgojno područje u kojem se uzgaja samo grožđe (Andabaka, 2015.). Aroma svakog vina potječe iz više različitih izvora i formira se u više faza proizvodnje. Tvari poput monoterpena, norizenoprenoide, fenilpropanoide, metokspirazina, te hlapivih sumpornih spojeva dolaze direktno iz grožđa (González-Barreiro i sur., 2013.). Sekundarni metaboliti nastaju mikrobiološkom aktivnošću iz šećera, masnih kiselina, dušičnih spojeva i cinaminske kiseline koju nalazimo u grožđu (Bartowsky i Pretorius, 2009.). Neke arome nastaju ekstrakcijom iz drvenog suđa u kojima je fermentiralo i dozrijevalo vino (Garde-Cerdan i sur., 2010.). Određene arome dobivaju se kao posljedica oksidacijskih procesa u vinu ili su pak povezane s procesima prerade, dorade i skladištenja grožđa odnosno vina (Andabaka, 2015.).

2.1.2.1. Terpeni

Monoterpeni predstavljaju najvažnije hlapljive spojeve primarne arome grožđa i samim time su nositelji sortnog karaktera. Najvažniji monoterpeni u grožđu i vinu su geraniol, linalol, nerol, α -terpineol, citronelol i hotrineol. Dokazano je da se slobodni linalol počinje nakupljati dva tjedna nakon šare kod sorte Muškat bijeli te da su razine linalola najviše 4 tjedna nakon šare, nakon čega opadaju (Ebang-Oke i sur. 2003.). Monoterpeni su različito raspoređeni unutar same bobice pa se tako nerol i geraniol nalaze u kožici bobice, dok linalol nalazimo posvuda u bobici. Osim monoterpena u grožđu nalazimo i seskviterpene koji nisu toliko istraženi. Jedan od istaknutijih i istraživanih seskviterpena je rotundon kao mogući nositelj arome crnog papra. Razine monoterpena i seskviterpena rastu tijekom dozrijevanja grožđa (Andabaka, 2015.).

2.1.2.2. Norizenoprenoidi

Norizenoprenoidi nastaju iz karotenoida i značajno doprinose aromi vina, a put njihovog nastanka je otkriven tek nedavno (Mathieu i sur., 2005; Winterhalter i Ebeler, 2013.). Građeni su od ugljikova prstena na koji se veže funkcionalna kisikova skupina. Norizenoprenoidi su najviše prisutni u grožđu aromatičnih sorata (Schneider i sur., 2001.). U grožđu su najprisutniji C13-norizenoprenoidi i igraju značajnu ulogu u aromi mnogih sorata poput 'Sauvignona bijelog', 'Chardonnaya', 'Merlota', 'Syraha' i 'Cabernet sauvignona' (Andabaka, 2015.). S obzirom da norizenoprenoidi nastaju iz karotenoida, prisutnost karotenoida u grožđu je od ključnog značaja za njihov nastanak. Karotenoidi nastaju u kloroplastima i nakupljaju se u kožici bobice neposredno pred šaru (Baumes i sur., 2002.). Najznačajniji spojevi su β -ionon i β -damaskenon, a uz njih bitno je spomenuti i 1,1,6-trimetil-1,2-dihidronaftalen (TDN) koji je povezan sa kerozinskim mirisom dozrelih vina od sorte Rizling rajnski (Andabaka, 2015.).

2.1.2.3. Derivati masnih kiselina

Iz masnih kiselina putem α ili β -oksidacije ili u putu nastanka lipoksigenaze nastaju aldehidi, ketoni, kiseline, esteri i laktoni (Schwab i sur., 2008.). Glavni aromatski spojevi koji pripadaju derivatima masnih kiselina u grožđu su C6-aldehidi i alkoholi (Iyer i sur., 2010.). Uglavnom su odgovorni za herbalne arome mošta, a u vinima im koncentracija i utjecaj na aromu opada (Kotseridis i Baumes, 2000.). Esteri su produkt reakcije alkohola i kiselina. Mogu nastati enzimatskom esterifikacijom tijekom fermentacije i kemijskom esterifikacijom tijekom dugotrajnog odležavanja i starenja. Sadržaj estera u grožđu je nizak, dok se njihov sadržaj u vinu znatno povećava (Ribéreau-Gayon i sur., 2000.). Ketona u moštu i vinu ima izrazito malo, najzastupljeniji su aceton, acetoin i diacetil. Uglavnom oslobađaju miris po maslacu pa u koncentracijama većim od 1 mg/l mogu dati neugodnu aromu užeglosti. [Vrdoljak, 2009.]. O podrijetlu hlapivih spojeva koji su derivati masnih kiselina znamo manje u odnosu na neke druge hlapive spojeve.

2.2. Djelomična defolijacija

Djelomična defolijacija, kao specifičan postupak reza u zeleno, predstavlja moćan alat za manipulaciju mikroklimatom oko trsa i optimizaciju uvjeta za rast grožđa. Uklanjanjem određenog dijela lišća u zoni grožđa, u točno određenoj fenofazi, vinogradari mogu postići bolju osunčanost grožđa, poboljšanu cirkulaciju zraka te

smanjenje vlažnosti oko grožđa, što sve zajedno može rezultirati grožđem visoke kvalitete i potencijalom za proizvodnju vrhunskih vina (Feng i sur., 2015., Wegher i sur., 2022.).

Uzimajući u obzir kompleksnost djelomične defolijacije, važno je naglasiti da pravilno izvođenje ovog zahvata zahtijeva preciznost, stručnost i pažljivo praćenje reakcije trsa. Održavanje ravnoteže između uklanjanja suvišnog lišća i očuvanja potrebne lisne mase za fotosintezu i prehranu trsa ključno je za postizanje željenih rezultata i maksimiziranje ukupnog potencijala vinograda. Prekomjernim uklanjanjem lisne mase može se ugroziti kondicija trsa, a to može uzrokovati pad prinosa i kvalitete grožđa. Prilikom provođenja djelomične defolijacije potrebno je obratiti pažnju na omjer ostavljenog mladog i starog lišća. Mlado lišće fotosintetski je aktivnije od starijeg lišća, ali je osjetljivije na bolesti (Intrieri i sur., 2008.).

Djelomična defolijacija se može provoditi u različitim fenofazama. Tako se prema Mirošević i Karoglan Kontić (2008.) djelomična defolijacija provodi neposredno prije šare ili u šari dok neki drugi istraživači tvrde da se djelomična defolijacija može provoditi od zametanja bobica do šare (Wegher i sur., 2022; Mucalo i sur., 2022; Kujundžić i sur., 2022.). Djelomična defolijacija će imati različiti učinak na prinos i kvalitetu grožđa ovisno o tome u kojoj fenofazi je provedena. Djelomična defolijacija provedena prije cvatnje uzrokuje probleme opskrbe cvatova asimilatima što za posljedicu ima smanjenje prinosa i potiče veću rastresitost grozdova (Diago i sur., 2012; Wegher i sur., 2022.). Povećana rastresitost grozdova omogućava bolju prozračnost i smanjuje vjerojatnost zaraze bolestima. Provođenje defolijacije u vrijeme šare ima za posljedicu veći gubitak vode iz bobica grožđa što dovodi do povećanja koncentracije polifenolnih i aromatskih spojeva (Hickey i sur. 2018; Mucalo i sur., 2022.).

Upravo je povećanje koncentracije polifenolnih i aromatskih spojeva jedna od ključnih prednosti djelomične defolijacije (Alatzas i sur., 2023; Bubola i sur., 2019; Mucalo i sur., 2022.). Osim toga, izloženost grozdova svjetlosti rezultira povećanom aktivnošću enzima koji sudjeluju u sintezi flavonoida, što može doprinijeti kompleksnosti okusa i mirisa vina (Mori i sur., 2007.). Povećanje temperature grožđa može također utjecati na povećanje sadržaja šećera i smanjenje sadržaja ukupnih kiselina što ima negativan utjecaj na konačnu kvalitetu i aromatsku kompleksnost vina (Alatzas i sur., 2023.). Do smanjenja sadržaja ukupnih kiselina dolazi zbog smanjenog intenziteta Krebsovog ciklusa čiji je jedan od produkata limunska kiselina smanjuje (Miloš, 2009).

Djelotvornost djelomične defolijacije također ovisi o sortimentu i ekološkim uvjetima u kojima se provodi (Alatzas i sur., 2023; Cataldo i sur., 2021; Chorti i sur., 2018;; Mucalo i sur., 2022; Riesterer-Loper i sur., 2019; Georgiadou i sur., 2022; Feng i sur., 2015). U uvjetima visokog intenziteta sunčevog zračenja i visokih temperatura zraka, mogu se pojaviti ožegotine na bobicama (Bergqvist i sur., 2001; Chorti i sur., 2010). U takvim uvjetima dolazi do smanjenja nakupljanja šećera, pojačane razgradnje antocijana i polifenola te degradacije kiselina (Chorti i sur., 2010).

3. Materijali i metode

3.1. Pokušalište Jazbina

Istraživanje je provedeno na sorti 'Muškati hamsburg' u Vinogorju Zagreb 2023. godine, na vinogradarsko-vinarskom pokušalištu Jazbina. Pokušalište se nalazi u sastavu Agronomskog fakulteta od 1939. godine, a služi kao znanstveno-nastavno pokušalište iz područja vinogradarstva, vinarstva i voćarstva. Ukupna površina pokušališta je oko 20 hektara od čega glavni površine od oko 10 hektara čine vinogradi, 3 hektara čine nasadi voćaka, a na preostaloj površini se nalazi infrastruktura pokušališta. Infrastruktura se sastoji od proizvodnog, nastavnog i istraživačkog dijela. U proizvodnom dijelu nalaze se podrum kapaciteta 50 000 litara, prostorije za prihvati i preradu grožđa, prostorije za pripremu i njegu vina, prostorija za odležavanje u drvenim bačvama, prostorija s uređajem za proizvodnju destilata, mala šampanerija, skladište te garaža i spremište za vinogradarske strojeve i alate. U svrhu znanstveno-nastavnih aktivnosti koriste se učionica od 40 sjedećih mjesta, laboratorij od 20 sjedećih mjesta te eksperimentalni podrum u kojem je provedena i vinifikacija u sklopu ovog istraživanja (Agronomski fakultet, 2022.).



Slika 1.: Eksperimentalni podrum na VVP Jazbina

Izvor: <https://www.agr.unizg.hr/hr/565/Poku%C5%A1ali%C5%A1te+danas#multimedia565-5>

Vinogradi su smješteni na blagim padinama Medvednice okrenutim jugu i jugozapadu s najvišom točkom na 302 m nadmorske. Tip tla koji prevladava u pokusnom nasadu

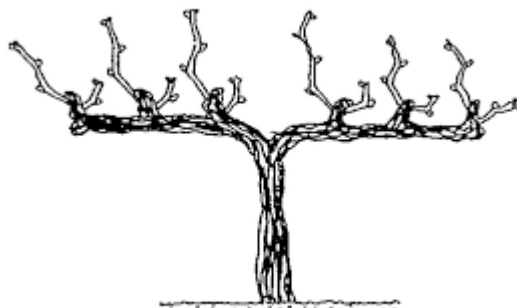
je antropogeni pseudoglej na matičnom supstratu pleistocenih ilovina. Po teksturi je to glina s prilično nepovoljnim fizikalno-kemijskim svojstvima. Reakcija tla je slabo do jako kisela, a humoznost slaba ili vrlo slaba. Opskrbljenost hranivima prilično je uniformna po cijeloj dubini profila, a prosječne vrijednosti su 49 mg/kg za fosfor i 149 mg/kg za kalij (Bažon i sur. 2013.). Nasad 'Muškata hamburga' nalazi se na terasama, a tamo je posađen 2016. godine. Uzgojni oblik je kordonac Moser, visina stabla je 110 cm, a razmak između trsova 150 cm.



Slika 2. Tabla s prikazanim rasporedom nasada na VVP Jazbina
 Izvor: <https://www.agr.unizg.hr/hr/565/Poku%C5%A1ali%C5%A1te+danas>

3.2. Kordonac Moser

Kordonac Moser može se uzgajati s jednim ili dva glavna kraka na kojemu se nalazi 3 do 4 parova reznika. Gornji, rodni reznik sadrži 3 do 6 pupova dok se klasični, prigojni reznik ispod njega ostavlja s 1 do 2 pupa. Visina stabla je 110 cm, a razmak između trsova 150 cm. Mladice se tokom vegetacije povlače okomito od kraka pod 2 para udvojenih žica, prvi na 140 cm te drugi na 170 cm (Mirošević i Karoglan Kontić, 2008.).



Slika 3. Shematski prikaz Moserovog kordonca
(Izvor: <https://images.app.goo.gl/qh7ku1pzp8ACJPYa9>)

3.3. Klimatske prilike

Srednja godišnja temperatura zraka 2023. godine bila je čak 1.1 °C viša nego prosječna srednja godišnja temperatura zraka u razdoblju od 2002. do 2022. godine, što možemo vidjeti u tablici 1. Gledano na mjesečnoj bazi u svibnju, lipnju, srpnju i kolovozu razlika između srednje mjesečne temperature zraka 2023. godine nije se znatno razlikovala od prosjeka razdoblja od 2002.-20222. godine, ali je zato u vrijeme početka i kraja vegetacije srednja mjesečna temperatura zraka bila znatno viša 2023. godine. Srednja godišnja suma padalina za 2023. godinu bila je čak za 40% viša od dvadesetogodišnjeg prosjeka. Ovaj izraženi porast srednje godišnje temperature zraka i srednje godišnje sume padalina jasan su dokaz globalnog zatopljenja. Uvjeti visoke temperature zraka i visoke vlage uzrokovane velikom količinom padalina vrlo su pogodni za razvoj bolesti i napad štetnika što je uvelike otežalo uzgoj vinove loze u 2023. godini.

Tablica 1. Klimatske prilike, DHMZ postaja Zagreb-Maksimir

	Srednja mjesečna temperatura zraka (°C)		Suma oborina (mm)	
	2002.-2022.	2023.	2002.-2022.	2023.
Siječanj	1.5	4.9	49.2	155.7
Veljača	3.2	4.2	52.4	35.4
Ožujak	7.4	9.0	44.7	69.9
Travanj	12.5	10.8	57.7	91.6
Svibanj	16.8	16.5	80.8	136.1
Lipanj	21.3	21.1	86.6	57.7
Srpanj	22.9	23.5	78.1	145.7
Kolovoz	22.1	22.0	77.7	126.0
Rujan	17.0	19.9	107.9	120.2
Listopad	11.9	15.6	84.2	62.2
Studeni	7.3	7.3	83.6	119.5
Prosinac	2.8	4.8	61.5	100.2
<i>Srednja godišnja temperatura zraka</i>	12.2	13.3		
<i>Srednja godišnja suma padalina</i>			864.5	1220.2

3.4. 'Muškat Hamburg'

Muškat Hamburg je službeni naziv za sortu vinove loze (*Vitis vinifera L.*) korištene u ovom istraživanju. O porijeklu sorte malo se zna i prvi spomen sorte pojavljuje se u Engleskoj u drugoj polovici 19. stoljeća te se Zemljom porijekla smatra upravo Engleska. Potvrđeno je roditeljstvo sorte Muškat Hamburg, a roditelji su sorta Schiava Grossa, koju još nazivamo i Trollinger, te sorta Muškat Aleksandrijski (Crespan 2003.). Muškat Hamburg je raširen diljem Europe i svijeta, a najviše u istočnoj Europi, Grčkoj, Australiji i SAD-u. Po podacima iz 2016. zauzima 87. mjesto na listi svjetskih sorata po površini pod proizvodnjom sa 7 680 hektara. Na području Hrvatske uzgaja se na 24,18 ha (Vinogradarski registar, APPRR-Agencija za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju). Najviše se uzgaja u podregijama Hrvatsko Podunavlje (13,2 ha) i Slavonija (7,46 ha). Neki od sinonima ove sorte su: Hamburgi Muskotaly; Moscatel de Hamburg; Moscatel De Hamburgo; Moscatel Hamburg; Moscato d'Amburgo; Moscato Nero di Acqui; Muscat de Hamburg; Muscat Hambourg; Muscat Hamburg; Muscat de Hambourg; Muskat Hungarian; Muskattrollinger; Muskat-Trollinger; Roter Muskateller; Hamburgi Muskotaly; Black Muscat (Anderson 2020.).

Grozđ je rastresit s dugim ograncima, ljevkastog oblika. Peteljka je duga, drvenasta i lomljiva. Prosječna masa grozđda je oko 250 g. Bobice su duge i jajolike, prosječne mase 3 do 4 g. U grozđdu se, uz tamnoplave, mogu naći i nedozrele, svjetlije, crvenkasto obojene bobice, što narušava izgled grozđda. Kožica je tanka, ali otporna i čvrsta. Meso je sočno, slatko, karakterističnog muškatnog okusa.

Dozrijeva u četvrtom razdoblju. Traži tople južne položaje i laka, ne previše suha tla. Rodnost je obilata i redovita. Dobro podnosi niske zimske temperature. Srednje je otporan na gljivične bolesti. Smatra se jednom od najukusnijih zobatica, te postiže vrlo visoku cijenu na tržištu. Transport ne podnosi najbolje niti se može dugo čuvati u hladnjačama. Prikladan je i za proizvodnju finih, muškatnih vina, desertnih vina i destilata (Karoglan 2017.).

3.4.1. Kober 5BB

Kober 5BB predstavlja naziv vrlo rasprostranjene podloge vinove loze koju je proizveo austrijanac Franz Kober križanjem dviju američkih vrsta, *Vitis Riparia* i *Vitis Berlandieri*. Ova podloga se smatra univerzalnom zbog dobre prilagodbe na različite tipove tala. Kober 5BB također ima vrlo dobar afinitet prema svi kultivarima *Vitis vinifere* te iznimno visok postotak ukorjejjivanja. Podloga podnosi do do 20% fiziološki aktivnog vapna i do 60% ukupnog vapna.

Vegetacijski ciklus je vrlo kratak što ju čini vrlo praktičnom za sjevernije vinogradarske krajeve. Pod uvjetom da klimatski uvjeti nisu izrazito loši, ova podloga dobro utječe na dozrijevanje drva te visinu i kakvoću prinosa (Varžić 2019.).



Slika 4. Grozd sorte Muškati Hamburg
Izvor: <https://images.app.goo.gl/8BjdoY8LvpZnuT5b7>

3.5. Postavljanje pokusa, berba i osnovna kemijska analiza mošta

Tretman djelomične defolijacije proveden je u fazi zametanja bobica, što odgovara 29. stadiju prema modificiranoj E-L skali (Coombe, 1995). Djelomična defolijacija obavila se 4. srpnja 2023. U vrijeme zametanja bobica u varijanti defolijacije uklonilo se 6 listova na mladici u zoni grozdova, dok u kontrolnoj varijanti nije provedena djelomična defolijacija. Pokus je postavljen po slučajnom bloknom rasporedu u 3 ponavljanja sa po 8 trsova. U vrijeme berbe izmjeren je prinos te prosječna masa grozda. Od svakog ponavljanja uzet je uzorak od 10 grozdova za osnovnu kemijsku analizu mošta. Udio šećera u moštu određen je pomoću refraktometra, sadržaj ukupne kiselosti titracijskom metodom prema O.I.V.-u (2001), a pH je određen pH metrom.

3.5.1. Analiza polifenolnih i hlapljivih spojeva u bobici i vinu

Od svakog ponavljanja uzeo se i uzorak od 200 bobica za određivanje hlapljivih i polifenolnih spojeva. Bobice su se do trenutka ekstrakcije i same analize hlapljivih i polifenolnih spojeva čuvale u zamrzivaču na -20°C . Vinifikacija je obavljena po

standardnom postupku za dobivanje crnih vina. Grožđe je muljano te stavljeno na fermentaciju u inoks-tankove zapremnine 300L opremljenih sustavom za kontrolu temperature gdje je provedena kontrolirana fermentacija. Nakon 5 dana provedeno je prešanje te je vino nastavilo sa tihom fermentacijom. Nakon završetka fermentacije, vino je sumporeno i pretočeno sa taloga. Uzorci su se uzimali u staklene boce zapremnine 1 L te su se analizirali na Zavodu za vinogradarstvo i vinarstvo Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Svi podaci analizirani su pomoću jednosmjerne analize varijance na razini pouzdanosti od 95 %. Statistička analiza provedena je primjenom računalnog programa XLSTAT (Addinsoft, 2020, New York, SAD).

3.5.2. Analiza hlapljivih spojeva u bobici i vinu

Od svakog ponavljanja uzet je uzorak od 100 bobica za analizu pojedinačnih hlapljivih organskih spojeva u grožđu. Odvagano je 150 g zamrznutih bobica na koje je potom dodano 5 mL vodene otopine askorbinske kiseline koncentracije 200 g/L. Homogenizacija bobica provedena je u prisutnosti suhog leda te je dobiveni homogenat centrifugiran, a nakon centrifugiranja preneseno je 5 mL uzorka u posudicu za uzorke u koju je prethodno dodano 2,5 g NaCl. Za priprema vina za analizu, volumen uzorka vina od 5 mL te 2,5 g natrijevog klorida (NaCl) stavljeni su u vialu (20 mL) koje su zatim zatvorene čepovima koji imaju PTFE/silikon septum kapice.

Analiza hlapljivih spojeva provedena je primjenom vezanog sustava plinski kromatograf-spektrometar masa (engl. Gas chromatography – mass spectrometry, 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, CWR-PDMS-DVB) kao vezanu fazu pomoću automatiziranog sustava za pripravu uzoraka prema metodi Šikuten i sur. (2021). Temperatura inkubacije i adsorpcije bila je postavljena na 60 °C, a vrijeme inkubacije i adsorpcije na 10, odnosno 46 minuta. Temperatura desorpcije bila je 250 °C, a vrijeme trajanja 7 minuta. Kromatografska analiza provedena je pomoću Wax kolone dimenzija 60 m x 0,25 mm x 0,25 µm 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 energija elektrona bila postavljena na vrijednost 70 eV. Identifikacija spojeva provedena je pomoću usporedbe vremena zadržavanja, retencijskih indeksa, te usporedbom spektara masa s onima u NIST 17 i Wiley 12 bazi podataka.

3.5.3. Analiza polifenolnih spojeva u bobici i vinu

Od svakog ponavljanja uzet je uzorak od 100 bobica za analizu polifenolnih spojeva u grožđu pomoću uređaja HPLC. Odvagano je 150 g zamrznutih bobica na koje je potom dodano 5 mL vodene otopine askorbinske kiseline koncentracije 200 g/L. Homogenizacija bobica provedena je u prisutnosti suhog leda te je iz dobivenog homogenata uzeto je 5 g uzorka. Neposredno prije analize ovako priređeni uzorci su zagrijani u vodenoj kupelji pri temperaturi od 50 °C u trajanju od 20 min te im je potom dodano 5 mL ekstrakcijskog otapala koje je sadržavalo 40 % acetonitrila, 2 % mravlje kiseline i 58 % vode. Dobivena ekstrakcijska smjesa stavljena je na prethodno

zagrijanu magnetnu miješalicu (50 °C) te potom ostavljena u trajanju od 1 h. Dobiveni ekstrakti su centrifugirani pri 12 000 rpm u trajanju od 10 min, a potom je supernatant filtriran pomoću membranskog filtra s veličinom pora od 0,22 µm. Za analizu polifenolnih spojeva u vinu, uzorak vina filtriran je primjenom membranskog filtra.

Sadržaj pojedinačnih polifenola određen je primjenom kromatografije visoke djelotvornosti u sustavu obrnutih faza pomoću tekućinskog kromatografa Agilent 1100 Series (Agilent, SAD). Odvajanje polifenola provedeno je na koloni Phenomenex Luna Phenyl-hexyl (250 x 4,6 mm, Phenomenex, SAD) uz gradijentno eluiranje korištenjem 0,5 % (v/v) vodene otopine fosforne kiseline (otapalo A) dok se kao otapalo B koristila otopina koja je sadržavala acetonitril:vodu:fosfornu kiselinu (50:49,5:0,5; v/v/v) uz brzinu protoka od 0,9 mL/min. Tijekom analize korišteni su slijedeći uvjeti: volumen ubrizganog uzorka 20 µL, temperatura kolone 50 °C. Hidroksibenzojeve kiseline detektirane su pri valnoj duljini od 280 nm, p-hidroksicimetne kiseline pri 320 nm te flavonoli pri 360 nm, a antocijani pri 518 nm. Flavan-3-oli su određeni primjenom fluorescencijskog detektora pri $\lambda_{ex} = 225$ nm i $\lambda_{em} = 320$ nm. Identifikacija pikova temeljila se na usporedbi vremena zadržavanja komponenti iz uzorka sa vremenima zadržavanja kao i usporedbom s UV spektrima standarada, dok je za kvantifikaciju korištena metoda vanjskog standarda.

4. Rezultati i rasprava

4.1. Utjecaj djelomične defolijacije na prinos i masu grozda

Djelomična defolijacija nije utjecala na prinos i broj grozdova po trsu, ali je utjecala na smanjenje mase grozda i bobice sorte 'Muškat Hamburg' (Tablica 2).

Dobiveni rezultati su u skladu sa rezultatima istraživanja (Mataffo i sur. 2023; Wegher i sur., 2022; Georgiadou i sur., 2022; Palliotti i sur., 2013; Chorti i sur., 2010; Main i Morris, 2004) koji su također ustvrdili kako djelomična defolijacija nije utjecala na prinos. Poni i sur. (2006) su utvrdili da rana defolijacija, provedena nekoliko tjedana nakon cvatnje može dovesti do smetnji u cvatnji te time smanjiti dostupnost asimilata cvatovima i utjecati na smanjenje veličine bobica te zbijenost grozda, što je također u skladu s dobivenim rezultatima. U istraživanju koje su proveli Mucalo i sur. (2020.) na sorti Maraština zahvat defolijacije u vrijeme zametanja bobica imao je osjetan utjecaj na smanjenje prinosa što se ne podudara s rezultatima dobivenim u ovom istraživanju.

Tablica 2. Utjecaj djelomične defolijacije na prinos i masu grozda sorte 'Muškat hamburg', Jazbina, 2023. godine

	Djelomična defolijacija	Kontrola	Sign.
Prinos po trsu (kg)	1.65 ± 0.80	1.85 ± 1.05	n.s.
Broj grozdova po trsu	26.96 ± 7.78	23.58 ± 10.38	n.s.
Masa grozda (g)	61.63 ± 21.22 b	76.51 ± 23.44 a	*
Masa bobice (g)	2.62 ± 0.09 b	3.04 ± 0.10 a	*

Podaci su analizirani pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA), srednja vrijednost ± SD (n=24); različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey's test signifikantnosti $p < 0,05$; * označava razinu signifikantnosti $p < 0,05$; n.s. označava da nema statistički značajne razlike

4.2. Utjecaj djelomične defolijacije na osnovni kemijski sastav grožđa sorte 'Muškat Hamburg'

Djelomična defolijacija utjecala je na povećanje sadržaja šećera te na smanjenje sadržaja ukupnih kiselina u moštu i porast pH vrijednosti (Tablica 3). Diago i sur. (2012) te Bubola i sur. (2015) u svojim istraživanjima bilježe isti smjer promjene sadržaja promatranih parametara. Druga istraživanja pokazala su slične rezultate. U istraživanju provedenom od strane Mataffo i sur. (2023) defolijacija je utjecala na povećanje sadržaja ukupnih šećera i porast pH vrijednosti. Defolijacija u vrijeme zametanja bobica u istraživanju Mucalo i sur. (2020) utjecala je na znatno smanjenje sadržaja ukupnih šećera i ukupne kiselosti dok je pH vrijednost porasla. Istraživanje Poni i sur. (2006) na sorti 'Sangiovese' također bilježi smanjenu ukupnu kiselost nakon djelomične defolijacije.

Tablica 3. Utjecaj djelomične defolijacije na osnovni kemijski sastav sorte 'Muškat Hamburg', Jazbina, 2023. godine

	Djelomična defolijacija	Kontrola	Sign.
Šećeri (°Oe)	88 ± 1 a	77 ± 1 b	***
Ukupna kiselost (g/L)	6.40 ± 0.10 b	7.63 ± 0.15 a	***
pH	3.41 ± 0.01 a	3.32 ± 0.01 b	***

Podaci su analizirani pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA), srednja vrijednost ± SD (n=3); različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey's test signifikantnosti $p < 0,05$; * označava razinu signifikantnosti $p < 0,05$; n.s. označava da nema statistički značajne razlike

4.3. Utjecaj djelomične defolijacije na polifenolni i hlapljivi sastav grožđa sorte 'Muškat Hamburg'

Iz bobice grozda sorte 'Muškat Hamburg' ekstrahirano je i kvantificirano ukupno 24 pojedinačna polifenolna spoja, uključujući 6 antocijana, 4 flavonola, 3 hidroksicimetnih kiselina, 2 hidroksibenzojeve kiseline, 8 flavan-3-ola i resveratrol-3-O-glukozid. Najzastupljeniji antocijan bio je peonidin-3-O-glukozid dok je najzastupljeniji flavan-3-ol bio katehin. Kvercetin-3-O-glukozid je bio najzastupljeniji flavonol, a kod hidroksicimetnih kiselina najveći je bio sadržaj kaftarinske kiseline, dok je kod hidroksibenzojevih kiselina vaniljska kiselina bila najzastupljenija (Tablica 4).

Djelomična defolijacija utjecala je na povećanje sadržaja ukupnih polifenola, flavonola, flavan-3-ola i resveratrol-3-O-glukozida, ali nije utjecala na sadržaj ukupnih antocijana, hidroksicimetnih i hidroksibenzojevih kiselina u bobici grozda sorte 'Muškat Hamburg'. Prema Downey i sur. (2006) polifenoli se opisuju kao važni indikatori kvalitete grožđa te su odgovorni za boju i okus grožđa (Jensen i sur., 2008). Sadržaj antocijana cijanidin-3-O-glukozid, peonidin-3-O-glukozid, peonidin-3-O-kumarilglukozid, petunidin-3-O-glukozid i kutarinske kiseline je porastao u slijed provedene djelomične defolijacije dok se sadržaj prokatehinske kiseline smanjio.

Ovi rezultati su sukladni istraživanjima (Kok, 2016; Kemp i sur. 2011; Guidoni i sur. 2008) koji su pokazali da je djelomična defolijacija utjecala na povećanje sadržaja polifenola u grožđu. Prema Downey i sur. (2006) polifenoli se opisuju kao važni indikatori kvalitete grožđa te su odgovorni za boju i okus grožđa i njihov porast se može klasificirati kao pozitivna promjena u sadržaju bobice grožđa.

Iz bobice grozda sorte 'Muškat Hamburg' ekstrahirano je i kvantificirano ukupno 76 pojedinačnih hlapljivih spojeva, uključujući 21 terpen, 10 aldehida, 3 C13 norizoprenoida, 11 masnih kiselina, 9 estera, 2 hlapiva fenola i 21 viši alkohol. Terpeni su bili najzastupljenija skupina spojeva i činili čak 65% ukupnog sadržaja ispitanih hlapljivih spojeva od kojih je najzastupljenija bila geranijska kiselina sa sadržajem od $9226,09 \pm 438,47 \mu\text{g/kg}$ bobica. Najzastupljeniji viši alkohol bio je 1-Heksanol, C13 norizoprenoid vitispiran B, aldehid 2-Heksenal, masna kiselina heksanska kiselina, ester etil-heksanoat, hlapivi fenol 4-Etil-gvajakol.

Tablica 4. Utjecaj djelomične defolijacije na polifenolni sastav grožđa sorte 'Muškat Hamburg', Jazbina, 2023. godine.

	Djelomična defolijacija	Kontrola	Sign.
Cijanidin-3-O-glukozid	27.21 ± 3.69 a	16.56 ± 0.47 b	**
Delfinidin-3-O-glukozid	1.83 ± 0.67	2.18 ± 0.72	n.s.
Malvidin-3-O-glukozid	17.51 ± 5.61	22.99 ± 6.59	n.s.
Peonidin-3-O-glukozid	64.82 ± 3.01 a	56.61 ± 2.59 b	*
Peonidin-3-O-kumarilglukozid	1.02 ± 0.18 a	0.00 ± 0 b	**
Petunidin-3-O-glukozid	3.69 ± 0.29 a	1.12 ± 0.37 b	**
Ukupni antocijani	116.75 ± 10.94	99.46 ± 6.08	n.s.
Izoramnetin-3-O-glukozid	2.88 ± 0.59 a	1.36 ± 0.13 b	*
Kemferol-3-O-glukonorid	6.03 ± 0.90 a	2.48 ± 0.46 b	**
Kvercetin-3-O-galaktozid	18.37 ± 2.43 a	10.48 ± 1.96 b	*
Kvercetin-3-O-glukozid	49.81 ± 5.89 a	30.94 ± 3.57 b	**
Ukupni flavonoli	77.10 ± 6.78 a	45.27 ± 2.15 b	**
Kafeinska kiselina	0.49 ± 0.04	0.54 ± 0.02	n.s.
Kaftarinska kiselina	89.94 ± 8.94	81.25 ± 6.45	n.s.
Kutarinska kiselina	5.28 ± 1.09 a	3.29 ± 0.54 b	*
Ukupne hidroksicimetne kiseline	95.72 ± 10.06	85.08 ± 6.04	n.s.
Prokatehinska	1.53 ± 0.11 b	2.45 ± 0.30 a	**
Vanilijska kiselina	9.90 ± 1.38	7.19 ± 1.94	n.s.
Ukupne hidroksibenzojeve kiseline	11.43 ± 1.32	9.64 ± 1.69	n.s.
Epigalokatehin	14.91 ± 1.24	14.77 ± 1.50	n.s.
Epikatehin	12.15 ± 0.97 a	7.83 ± 1.66 b	*
Galokatehin	26.54 ± 1.95	22.95 ± 3.68	n.s.
Katehin	35.84 ± 4.29 a	21.51 ± 2.96 b	**
Procijanidin B1	19.29 ± 1.61	19.39 ± 1.83	n.s.
Procijanidin B2	8.16 ± 1.03	7.25 ± 2.05	n.s.
Procijanidin B3	7.54 ± 1.11	6.19 ± 1.13	n.s.
Procijanidin B4	6.24 ± 0.81	5.29 ± 0.83	n.s.
Ukupni flavan-3-oli	130.6 ± 2.59 a	105.19 ± 8.54 b	**
Resveratrol-3-O-glukozid	18.01 ± 0.97 a	14.23 ± 0.60 b	**
UKUPNI POLIFENOLI	449.67 ± 27.94 a	358.89 ± 5.71 b	**

Podaci su analizirani pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA), srednja vrijednost ± SD (n=3); različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey's test signifikantnosti p<0,05; * označava razinu signifikantnosti p<0,05; ** označava razinu signifikantnosti p<0,01; n.s. označava da nema statistički značajne razlike; rezultati su prikazani u µg/kg bobica

Tablica 5. Utjecaj djelomične defolijacije na sadržaj viših alkohola grožđa sorte 'Muškat Hamburg', Jazbina, 2023. godine

	Djelomična defolijacija	Kontrola	Sign.
1-Butanol	0,37 ± 0,24	0,34 ± 0,07	n.s.
1-Dekanol	0,62 ± 0,33	1,18 ± 0,56	n.s.
1-Heksanol	1044,45 ± 96,56	802,29 ± 182,23	n.s.
2-Etil-1-heksanol	4,67 ± 1,81	2,6 ± 0,35	n.s.
1-Oktanol	7,77 ± 2,59	7,53 ± 1,3	n.s.
1-Okten-3-ol	41,35 ± 6,47	41,55 ± 9,08	n.s.
1-Pentanol	594,06 ± 105,56	540,56 ± 39,15	n.s.
1-Propanol	22,07 ± 8,79	20,19 ± 2,91	n.s.
3-Metoksi-propanol	8,69 ± 1,45	5,39 ± 0,8	n.s.
2-Heksen-1-ol	376,6 ± 11,83 a	137,03 ± 74,37 b	**
2-Heptanol	20,28 ± 6,51	25,15 ± 6,88	n.s.
2-Oktanol	1,12 ± 0,23	0,57 ± 0,12	n.s.
2-Okten-1-ol	9,77 ± 1,48	9,87 ± 2,78	n.s.
3,7-Dimetil-3,6-oktadien-1-ol	9,18 ± 1,89	9,29 ± 1,59	n.s.
3-Etil-4-metilpentan-1-ol	124,04 ± 21,87	119,84 ± 28,1	n.s.
3-Heksen-1-ol, (Z)-	14,27 ± 3,9	11,62 ± 1,23	n.s.
3-Nonen-1-ol	0,84 ± 0,39	0,55 ± 0,09	n.s.
6-Metil-5-hepten-2-ol	26,1 ± 11,96	31,19 ± 7,77	n.s.
Benzil alkohol	509,84 ± 100,12	552,83 ± 174,02	n.s.
Izoamilalkohol	283,94 ± 81,01	529,42 ± 158,7	n.s.
Feniletanol	410,62 ± 60,87 b	756,34 ± 140,34 a	*
Ukupni viši alkoholi	3511,27 ± 250,02	3606,06 ± 270,57	n.s.

Podaci su analizirani pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA), srednja vrijednost ± SD (n=3); različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey's test signifikantnosti p<0,05; * označava razinu signifikantnosti p<0,05; ** označava razinu signifikantnosti p<0,01; n.s. označava da nema statistički značajne razlike; rezultati su prikazani u µg/kg bobica

Djelomična defolijacija utjecala je na povećanje sadržaja ukupnih hlapljivih spojeva, terpena, aldehida, ali nije utjecala na sadržaj viših alkohola, masnih kiselina, estera i C13 norizoprenoida u bobici grozda sorte 'Muškat Hamburg'. Iako se ukupni sadržaj viših alkohola statistički nije značajno razlikovao, kod alkohola 2-heksen-1-ola došlo je do povećanja uslijed provedene defolijacije, a kod feniletanola do smanjenja sadržaja (Tablica 5).

Tablica 6. Utjecaj djelomične defolijacije na sadržaj aldehida i masnih kiselina grožđa sorte 'Muškat Hamburg', Jazbina, 2023. godine

	Djelomična defolijacija	Kontrola	Sign.
2,4-Heksadienal	46,76 ± 2,72 a	15,93 ± 2,79 b	**
2,4-Heptadienal	113,69 ± 9,13 a	84,77 ± 9,23 b	*

2-Heptenal	21,38 ± 6,27	27,46 ± 5,63	n.s.
2-Heksenal	1358,29 ± 65,02 a	749,67 ± 43,85 b	**
2-Oktenal	2,34 ± 1,16	1,83 ± 0,89	n.s.
Heptanal	6,96 ± 0,51 a	3,27 ± 1,34 b	*
Heksenal	559,95 ± 74,56	403,06 ± 66,1	n.s.
Benzaldehid	4,51 ± 1,13 a	12,01 ± 0,58 b	**
2.5-Dimetil-benzaldehid	158,89 ± 32,47	220,49 ± 53,59	n.s.
Fenilacetaldehid	422,84 ± 85,61	555,31 ± 90,39	n.s.
Ukupni aldehidi	2695,64 ± 67,96 a	2073,8 ± 84,08 b	**
3-Metilbutanska kiselina	1,43 ± 0,37 b	3,52 ± 0,96 a	*
Butanska kiselina	1,12 ± 0,16	2,33 ± 1,17	n.s.
Dekanska kiselina	4,19 ± 0,99	5,25 ± 1,54	n.s.
Dodekanska kiselina	1,07 ± 0,17	0,82 ± 0,79	n.s.
3-Hidroksidodekanska kiselina	0,41 ± 0,6	0,64 ± 0,56	n.s.
Heptanska kiselina	6,92 ± 1,79 b	19,88 ± 3,79 a	*
Heksanska kiselina	178,15 ± 7,49 a	144,88 ± 13 b	*
2-Etilheksanska kiselina	24,94 ± 3,66 b	34,21 ± 6,63 a	*
Oktanska kiselina	25,13 ± 2,36	27,23 ± 15,49	n.s.
Propanska kiselina	0,89 ± 0,66	0,71 ± 0,08	n.s.
2-Heksenska kiselina	138,48 ± 18,12 b	223,85 ± 44,24 a	*
Ukupne masne kiseline	383,48 ± 25,62	465,36 ± 52,59	n.s.

Podaci su analizirani pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA), srednja vrijednost ± SD (n=3); različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey's test signifikantnosti $p < 0,05$; * označava razinu signifikantnosti $p < 0,05$; ** označava razinu signifikantnosti $p < 0,01$; n.s. označava da nema statistički značajne razlike; rezultati su prikazani u $\mu\text{g/kg}$ bobica

Djelomična defolijacija je utjecala na povećanje većine pojedinačnih aldehida kao i ukupnih aldehida. Benzaldehid je jedini spoj čiji se sadržaj uslijed provedenog tretmana smanjio (Tablica 6).

Tablica 7. Utjecaj djelomične defolijacije na sadržaj estera, hlapljivih fenola i C13 norizoprenoida grožđa sorte 'Muškati Hamburg', Jazbina, 2023. godine

	Djelomična defolijacija	Kontrola	Sign.
Etil-dekanoat	0,11 ± 0,02	0,15 ± 0,05	n.s.
Metil-dekanoat	0,41 ± 0,18	0,29 ± 0,17	n.s.
Etil 9-heksadekanoat	0,03 ± 0,01	0,01 ± 0,01	n.s.
Etil-2-dekanoat	0,19 ± 0,04	0,11 ± 0,06	n.s.
Etil-heksadekanoat	0,01 ± 0,01	0,04 ± 0,02	n.s.
Heksil-acetat	0,05 ± 0,02 b	1,93 ± 0,08 a	***
Etil-heksanoat	10,74 ± 0,34	11,11 ± 0,84	n.s.
Izoamil-dekanoat	3,54 ± 0,50	2,88 ± 0,20	n.s.
2-Metilbutil-oktanoat	1,66 ± 0,14 b	2,49 ± 0,84 a	*

Ukupni esteri	16,74 ± 0,68	19,00 ± 1,59	n.s.
4-Etil-gvajakol	6,87 ± 1,22	8,68 ± 0,73	n.s.
Gvajakol	0,58 ± 0,33 b	6,43 ± 1,47 a	**
Ukupni fenoli	7,45 ± 1,51 b	15,11 ± 2,17 a	*
Vitispiran A	2,27 ± 0,88	1,91 ± 0,2	n.s.
Vitispiran B	6,43 ± 3,04	5,66 ± 1,72	n.s.
beta-Damaskenon	0 ± 0 b	0,15 ± 0,01 a	***
Ukupni C13 norizoprenoidi	8,7 ± 3,91	7,72 ± 1,82	n.s.

Podaci su analizirani pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA), srednja vrijednost ± SD (n=3); različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey's test signifikantnosti p<0,05; * označava razinu signifikantnosti p<0,05; ** označava razinu signifikantnosti p<0,01; *** označava razinu signifikantnosti p<0,0001; n.s. označava da nema statistički značajne razlike; rezultati su prikazani u µg/kg bobica

U povećanju ukupnog sadržaja terpena najveću ulogu je imalo povećanje sadržaja geranijske kiseline (Tablica 7).

Tablica 8. Utjecaj djelomične defolijacije na sadržaj terpena i ukupnih hlapljivih spojeva grožđa sorte 'Muškat Hamburg', Jazbina, 2023. godine

	Djelomična defolijacija	Kontrola	Sign.
4-Hidroksi-β-ionon	3,21 ± 0,83	2,63 ± 0,39	n.s.
alfa-Farnesen 1	0,74 ± 0,13	0,79 ± 0,17	n.s.
alfa-Ocimen	15,35 ± 2,33	22,51 ± 4,41	n.s.
beta-Pinen	29,12 ± 6,2	24,13 ± 4,92	n.s.
Citronelol	89,2 ± 37,91	109,13 ± 36,83	n.s.
Eugenol	23,33 ± 2,4 b	35,62 ± 5,22 a	**
gama-Terpinen	3,50 ± 1,24	7,38 ± 2,34	n.s.
Geranijska kiselina	9226,09 ± 438,47 a	6775,3 ± 509,33 b	**
Geraniol	1446,58 ± 167,13	1249,75 ± 122,51	n.s.
Geranil-formate	14,66 ± 4,93	17,09 ± 3,99	n.s.
Guiazalen	1,19 ± 0,48	1,11 ± 0,39	n.s.
Hotrienol	361,72 ± 34,41	386,60 ± 55,89	n.s.
alfa-Terpineol	400,05 ± 19,92	487,37 ± 86,85	n.s.
Linalol oksid, furan	91,45 ± 39,52	107,08 ± 19,13	n.s.
Linalol oksid, piran	22,14 ± 7,92	39,92 ± 8,52	n.s.
Linalol	495,90 ± 54,74	676,32 ± 137,23	n.s.
Nerol oksid	484,10 ± 106,26	387,22 ± 107,63	n.s.
Terpinen-4-ol	8,61 ± 2,59	7,94 ± 1,24	n.s.
trans-Ocimenol	11,83 ± 1,52 b	20,07 ± 4,75 a	*
Furfural	26,04 ± 7,49	30,70 ± 6,35	n.s.
1,3,8-p-Mentatrien	3,6 0± 2,06	3,40 ± 0,68	n.s.
Ukupni terpeni	12759,45 ± 680,39 a	10394,10 ± 792 b	*

UKUPNI SPOJEVI	HLAPLJIVI	19382,72 ± 762,63 a	16581,15 ± 819,02 b	*
-----------------------	------------------	----------------------------	----------------------------	----------

Podaci su analizirani pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA), srednja vrijednost ± SD (n=3); različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey's test signifikantnosti $p < 0,05$; * označava razinu signifikantnosti $p < 0,05$; ** označava razinu signifikantnosti $p < 0,01$; n.s. označava da nema statistički značajne razlike; rezultati su prikazani u $\mu\text{g/kg}$ bobica

Djelomična defolijacija utjecala je na smanjenje sadržaja hlapljivih fenola u bobici grozda sorte 'Muškat Hamburg' (Tablica 8).

Druga istraživanja su pokazala kako djelomična defolijacija provedena u vrijeme zemetanja bobica nije utjecala na sadržaj viših alkohola u grožđu (Feng i sur. 2015.) dok je djelomična defolijacija provedena u vrijeme šare imala pozitivan utjecaj na nakupljanje C6 alkohola (Lu i sur. 2020; He i sur., 2020; Wang i sur., 2020.). Pozitivan utjecaj jačeg sunčevog osvjetljenja u zoni grozdova, uzrokovano djelomičnom defolijacijom, na povećanje sadržaja terpena u grožđu potvrdila su i neka druga istraživanja (Wen i sur., 2015; Zhang i sur., 2014; Skinkis i sur. 2010). Međutim moguće su i negativne promjene u sadržaju terpena uzrokovane pretjeranom izloženosti sunčevom zračenju kao što su potvrdili u svom istraživanju Belancic i sur. (1997.), Baumes i sur., (2002.), te Lu i sur. (2020.) u svojim istraživanjima, provođenjem djelomične defolijacije u vrijeme šare, bilježe porast sadržaja norizoprenoida koji objašnjavaju kao posljedicu razgradnje karotenoida pod utjecaj povećanog sunčeva zračenja dok u našem istraživanju nije došlo do promjene u sadržaju norizoprenoida u sastavu bobice grozda.

4.4. Utjecaj djelomične defolijacije na polifenolni i hlapljivi sastav vina sorte 'Muškat Hamburg'

U vinu sorte 'Muškat hamburg' ekstrahirano je i kvantificirano ukupno 25 pojedinačnih polifenolnih spojeva, uključujući 4 antocijana, 4 flavonola, 5 hidroksicimetnih kiselina, 2 hidroksibenzojeve kiseline, 9 flavan-3-ola i resveratrol-3-O-glukozid. Najzastupljeniji antocijan bio je peonidin-3-glukozid dok su od flavan-3-ola i flavonola bili najzastupljeniji procijanidin B1 odnosno kvercetin-3-O-glukozid, a kaftarinska i vanilijaska kiselina bile su najzastupljeniji spojevi skupine hidroksicimetnih odnosno hidroksibenzojevih kiselina (Tablica 9).

U vinu sorte 'Muškat Hamburg' ekstrahirano je i kvantificirano ukupno 76 pojedinačnih hlapljivih spojeva, uključujući 32 terpena, 7 C13 norizoprenoida, 12 masnih kiselina, 33 estera, 2 hlapiva fenola i 30 viših alkohola. Najzastupljeniji terpen bio je furfural (Tablica 13), viši alkohol feniletanol (Tablica 10) koji ima ugodnu cvjetnu aromu, C13 norizoprenoid beta-damaskenon, masna kiselina heksanska kiselina (Tablica 12) pomalo neugodnog mirisa na kozji sir, ester etil-2-hidroksipropanoat (Tablica 11), hlapivi fenol 4-vinilfenol (Tablica 12). Furfural nastaje dehidracijom šećera pentozna i daje aromu prženog badema, beta damaskenon osjećamo kao miris ruže.

Djelomična defolijacija utjecala je na povećanje sadržaja ukupnih polifenola i hidroksicimetnih kiselina, ali nije utjecala na sadržaj ukupnih antocijana, flavonola, flavan-3-ola, resveratrol-3-O-glukozida i hidroksibenzojevih kiselina u vinu sorte

'Muškati hamburg'. U svojim istraživanjima Osrečak i sur. (2016) i Mucalo i sur. (2022.) također su primjetili povećanje ukupnih polifenola. S druge strane Kujundžić i sur. (2022) u svom istraživanju na sorti Babić nisu zabilježili utjecaj defolijacije na sadržaj niti jedne skupine aromatskih spojeva.

Djelomična defolijacija utjecala je na povećanje sadržaja ukupnih hlapljivih spojeva, terpena, viših alkohola, masnih kiselina i hlapljivih fenola, ali nije utjecala na sadržaj ukupnih C13 norizoprenoida u vinu sorte 'Muškati Hamburg'. Djelomična defolijacija utjecala je na smanjenje sadržaja ukupnih estera u vinu sorte 'Muškati Hamburg'. U istraživanju provedenom od strane Bubole i sur. (2019) nije došlo do promjene u sadržaju terpena, estera i viših alkohola, a Mucalo i sur. (2022) su u svojem istraživanju, na sorti 'Maraština', zabilježili smanjen sadržaj terpena, estera i viših alkohola nakon provođenja rane defolijacije.

Tablica 9. Utjecaj djelomične defolijacije na polifenolni sastav vina sorte 'Muškati Hamburg', Jazbina, 2023. godine

	Djelomična defolijacija	Kontrola	Sign.
Cijanidin-3-O-glukozid	2,77 ± 1,08	3,28 ± 0,39	n.s.
Delfinidin-3-glukozid	0,71 ± 0,14	0,5 ± 0,12	n.s.
Peonidin-3-glukozid	26,43 ± 0,52	26,71 ± 1,82	n.s.
Petunidin-3-glukozid	0,2 ± 0,07	0,37 ± 0,22	n.s.
Ukupni antocijani	30,11 ± 1,25	30,85 ± 1,67	n.s.
Epigalokatehin	14,1 ± 2,1	11,86 ± 1,35	n.s.
Epigalokatehin-galate	1,91 ± 0,69	3,28 ± 0,58	n.s.
Epikatehin	4,94 ± 0,62	4,69 ± 1,11	n.s.
Galokatehin	9,71 ± 0,78	12,19 ± 2,02	n.s.
Katehin	16,73 ± 1,77	17,42 ± 0,71	n.s.
Procijanidin B1	20,18 ± 1,07 a	15,12 ± 1,35 b	*
Procijanidin B2	5,34 ± 0,46	5,88 ± 1,09	n.s.
Procijanidin B3	5,76 ± 0,6	5,05 ± 1,29	n.s.
Procijanidin B4	4,37 ± 0,47	3,77 ± 0,64	n.s.
Ukupni flavan-3-oli	81,23 ± 4,6	79,26 ± 1,66	n.s.
Izoramnetin-3-O-glukozid	0,32 ± 0,19	0,18 ± 0,08	n.s.
Kemferol-3-O-glukonorid	0,55 ± 0,17	0,34 ± 0,05	n.s.
Kemferol-3-O-glukozid	2,32 ± 0,25	2,65 ± 0,6	n.s.
Kvercetin-3-O-glukozid	14,52 ± 1,74	11,54 ± 0,74	n.s.
Ukupni flavonoli	17,72 ± 2,30	14,71 ± 1,43	n.s.
Fertarinska kiselina	1,2 ± 0,23	1,01 ± 0,49	n.s.
Kafeinska kiselina	0,77 ± 0,22	0,51 ± 0,11	n.s.
Kaftarinska kiselina	58,07 ± 1,47 a	33,19 ± 3,29 b	**
Kumarinska kiselina	0 b	0,16 ± 0,29 a	**

Kutarinska kiselina	7,82 ± 1,05	7,94 ± 1,02	n.s.
Ukupne hidroksicimetne kiseline	67,86 ± 2,24 a	42,81 ± 4,84 b	**
Prokatehinska	3,27 ± 0,26	3,66 ± 0,55	n.s.
Vanilijska kiselina	9,99 ± 0,19 b	10,99 ± 0,93 a	*
Ukupne hidroksibenzojeve kiseline	13,26 ± 0,14	14,66 ± 1,19	n.s.
Resveratrol-3-O-glukozid	8,99 ± 0,61	8,16 ± 1,02	n.s.
UKUPNI POLIFENOLI	219,17 ± 8,83 a	190,44 ± 4,61 b	*

Podaci su analizirani pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA), srednja vrijednost ± SD (n=3); različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey's test signifikantnosti p<0,05; * označava razinu signifikantnosti p<0,05; ** označava razinu signifikantnosti p<0,01; n.s. označava da nema statistički značajne razlike; rezultati su prikazani u mg/L

Tablica 10. Utjecaj djelomične defolijacije na sadržaj viših alkohola u vinu sorte 'Muškati Hamburg', Jazbina, 2023. godine

	Djelomična defolijacija	Kontrola	Sign.
1-Butanol	316,68 ± 11,86 b	421,86 ± 17,69 a	**
1-Dekanol	3,75 ± 0,68 b	8,55 ± 0,04 a	**
1-Heksanol	1434,6 ± 27,96	1492,75 ± 36,21	n.s.
2-Etil-1-heksanol	35,37 ± 1,35 a	8,16 ± 0,59 b	***
1-Nonanol	14,07 ± 1,49 b	17,74 ± 0,3 a	*
1-Oktanol	42,42 ± 4,06 b	60,4 ± 1,97 a	**
1-Okten-3-ol	64,48 ± 1,02	50,07 ± 7,2	n.s.
1-Pentanol	8,99 ± 0,46 b	149,54 ± 3,03 a	***
3-Metil-1-pentanol	36,69 ± 3,68 a	24,55 ± 2,87 b	*
4-Metil-1-pentanol	5,75 ± 1,56 b	185,49 ± 10,62 a	***
1-Propanol	3332,87 ± 240,44 b	4790,47 ± 224,55 a	**
Metionol	229,21 ± 24,73	224,39 ± 24,63	n.s.
3-Etoksi-1-propanol	18,81 ± 2,47 b	42,68 ± 2,53 a	**
2,3-Butandiol	645,69 ± 5,63 b	1237,21 ± 73,05 a	**
2-Heksen-1-ol	19,08 ± 2,44 a	8,93 ± 0,29 b	**
2-Nonanol	7,71 ± 0,65	8,98 ± 0,57	n.s.
2-Oktanol	8,63 ± 1,01	9,99 ± 0,53	n.s.
2-Okten-1-ol, (E)-	8,12 ± 1,22	12,57 ± 2,52	n.s.
3,7-Dimetil-3,6-oktadien-1-ol	23,98 ± 2,22 a	10,1 ± 0,36 b	***
3-Etil-4-metilpentan-1-ol	361,06 ± 11,11 a	153,03 ± 5,76 b	***
3-Heksen-1-ol, (E)	24,29 ± 7,17	20,36 ± 1,91	n.s.
3-Heksen-1-ol, (Z)-	44,88 ± 3,64	48,51 ± 2,33	n.s.

3-Nonen-1-ol, (E)-	7,54 ± 1,27 a	4,05 ± 0,76 b	*
3-Oktanol	5,69 ± 0,64	4,97 ± 0,69	n.s.
4-Metil-2-pentanol	0,12 ± 0,09	0,4 ± 0,16	n.s.
6-Metil-5-hepten-2-ol	114,83 ± 15,1	106,06 ± 4,92	n.s.
Benzil alkohol	957,59 ± 11,1 a	582,98 ± 35,24 b	**
Izoamilalkohol	154329,4 ± 5168,66 a	121833,47 ± 6511,79 b	*
Izobutanol	20115,92 ± 901,96 b	25414,95 ± 887,09 a	**
Feniletanol	27479,87 ± 1612,38	24718,29 ± 1790,07	n.s.
Ukupni viši alkoholi	209698,09 ± 6547,68 a	181651,49 ± 5470,82 b	*

Podaci su analizirani pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA), srednja vrijednost ± SD (n=3); različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey's testa; * označava razinu signifikantnosti p<0,05; ** označava razinu signifikantnosti p<0,01; *** označava razinu signifikantnosti p<0,0001; n.s. označava da nema statistički značajne razlike; rezultati su prikazani u µg/L

Tablica 11. Utjecaj djelomične defolijacije na sadržaj ukupnih estera u vinu sorte 'Muškati Hamburg', Jazbina, 2023. godine

	Djelomična defolijacija	Kontrola	Sign.
Izoamil-acetat	705,26 ± 14,1 a	360,4 ± 12,1 b	***
Etil-2-Heksenoat	0,28 ± 0,08 b	0,77 ± 0,13 a	*
2-Metilbutil oktanoate	2,24 ± 0,78	2,8 ± 0,38	n.s.
3-Heksen-1-il-acetate	2,11 ± 0,49	1,75 ± 0,2	n.s.
Etil-4-hekstenoat	0,27 ± 0,1	0,24 ± 0,04	n.s.
Heptil-acetat	0,59 ± 0,27	0,47 ± 0,1	n.s.
Heksil-acetat	2,91 ± 0,45 a	1,57 ± 0,17 b	*
Etil-2-metilbutanoat	13,87 ± 2,21 a	5,07 ± 0,31 b	**
Etil-3-metilbutanoat	22,13 ± 4,5 a	16,19 ± 0,5 b	*
Etil-butanoat	93,76 ± 2,59 a	75,45 ± 6,17 b	*
Etil-dekanoat	47,85 ± 3,87 b	129,3 ± 27,31 a	*
Metil-dekanoat	16,23 ± 1,11	17,38 ± 1,1	n.s.
Dietil 2-metilsukcinat	554,34 ± 12,19	638,59 ± 40,79	n.s.
Dietil-sukcinat	33,59 ± 3,5 a	10,09 ± 0,38 b	***
Etil-dodekanoat	5,7 ± 1,05	4,93 ± 0,66	n.s.
Etil-2-hidroksipropanoat	4945,33 ± 249,82 b	10722,7 ± 1241,56 a	**
Etil 3-hidroksibutanoat	311,34 ± 21,47 a	68,33 ± 2,6 b	***
Etil 4-hidroksibutanoat	1235,91 ± 55,84 a	944,31 ± 21,44 b	**
Etil 9-heksadekanoat	4,05 ± 1,03 a	1,48 ± 0,1 b	*
Etil-hidrogenglutarat	29,1 ± 2,39 a	13,87 ± 1,2 b	**

Etil heksadekanoat	4,27 ± 0,77 b	13,96 ± 1,56 a	**
Etil-heptanoat	8,79 ± 1,02 a	3,96 ± 0,57 b	**
Metil-heksanoat	0,04 ± 0,01 b	0,48 ± 0,1 a	**
Etil-3-hidroksiheksanoat	3,46 ± 0,13	3,82 ± 0,44	n.s.
Etil-heksanoat	79,48 ± 1,08	36,64 ± 18,49	n.s.
Izopentil-heksanoat	53,9 ± 2,62 b	73,5 ± 4,23 a	*
Izoamil-dekanoat	1,69 ± 0,6	1,54 ± 0,13	n.s.
Metil-antranilat	57,68 ± 1,62 b	82,46 ± 2,58 a	**
Etil-oktanoat	67,74 ± 4,62 a	21,38 ± 15,59 b	*
Etil-pentadekanoat	2,18 ± 0,5 b	4,66 ± 0,48 a	*
Etil-pentanoat	13,1 ± 2,93	14,46 ± 0,76	n.s.
Feniletal-acetat	8,97 ± 0,94	8,65 ± 0,43	n.s.
Etiloktil-sukcinat	64,05 ± 7,71	73 ± 4,76	n.s.
Ukupni esteri	8395,68 ± 366,67 b	13359,22 ± 1292,63 a	*

Podaci su analizirani pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA), srednja vrijednost ± SD (n=3); različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey's test signifikantnosti p<0,05; * označava razinu signifikantnosti p<0,05; ** označava razinu signifikantnosti p<0,01; *** označava razinu signifikantnosti p<0,0001; n.s. označava da nema statistički značajne razlike; rezultati su prikazani u µg/L

Tablica 12. Utjecaj djelomične defolijacije na sadržaj C13 norizoprenoida, hlapljivih fenola i masnih kiselina u vinu sorte 'Muškata Hamburg', Jazbina, 2023. godine

	Djelomična defolijacija	Kontrola	Sign.
beta-Damaskenon	12,34 ± 3,02	10,56 ± 1,63	n.s.
TDN	1,74 ± 0,52	0,61 ± 0,1	n.s.
TPB	1,95 ± 0,41	1,5 ± 0,21	n.s.
Vitispirane A	4,2 ± 1,31	2,87 ± 0,59	n.s.
Vitispirane B	5,95 ± 0,37	3,88 ± 0,88	n.s.
Ukupni norizoprenoidi C13	26,17 ± 5,43	19,41 ± 2,43	n.s.
4-Vinilfenol	57,81 ± 5,56 a	13,21 ± 0,84 b	***
4-Vinilgvajakol	5,06 ± 0,79	6,35 ± 2,38	n.s.
Ukupni fenoli	62,87 ± 6,35 a	19,56 ± 1,86 b	**
3-Metilbutanska kiselina	122,85 ± 26,48	100,35 ± 1,87	n.s.
9-Dekanska kiselina	4,29 ± 1,25 b	12,43 ± 2,58 a	*
Butanska kiselina	13,85 ± 2,56	16,62 ± 1,53	n.s.
Dekanska kiselina	100,77 ± 13,64 a	48,14 ± 5,27 b	**
Dodekanska kiselina	4,63 ± 0,93	5,04 ± 0,75	n.s.
3-Hidroksidodekanska kiselina	2,33 ± 0,38	2,79 ± 0,4	n.s.
Heptanska kiselina	149,06 ± 3,84	114,75 ± 26,52	n.s.

Heksanska kiselina	2125,02 ± 79,17 a	1434,3 ± 101,51 b	**
2-Etilheksanska kiselina	94,46 ± 5,1	99,15 ± 3,61	n.s.
Oktanska kiselina	1439,37 ± 151,66	1472,42 ± 65,23	n.s.
Propanska kiselina	14,16 ± 1,55 a	3,4 ± 0,37 b	**
4-Metilpropanska kiselina	58,6 ± 5,99	62,4 ± 2,66	n.s.
Ukupne masne kiseline	4129,38 ± 70,87 a	3371,78 ± 161,87 b	**

Podaci su analizirani pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA), srednja vrijednost ± SD (n=3); različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey's test signifikantnosti p<0,05; * označava razinu signifikantnosti p<0,05; ** označava razinu signifikantnosti p<0,01; *** označava razinu signifikantnosti p<0,0001; n.s. označava da nema statistički značajne razlike; rezultati su prikazani u µg/L

Tablica 13. Utjecaj djelomične defolijacije na sadržaj ukupnih hlapljivih spojeva i terpena u vinu sorte 'Muškat Hamburg', Jazbina, 2023. godine

	Djelomična defolijacija	Kontrola	Sign.
(E)-β-Farnesen	1,74 ± 0,79 a	0 ± <0,0001 b	*
1,3,8-p-Mentatrien	4,33 ± 0,93	5,65 ± 0,84	n.s.
4-Hidroksi-β-ionon	3,26 ± 0,33	2,67 ± 0,79	n.s.
alfa-Farnesen 1	3,59 ± 0,38 a	0,81 ± 0,21 b	**
alfa-Farnesen 2	0 ± 0 b	1,73 ± 0,23 a	**
alfa-Ocimen	16,74 ± 1,53 a	12,14 ± 2,23 b	*
beta-Ionon	1,26 ± 0,23 b	2,43 ± 0,36 a	*
beta-Pinen	2,56 ± 0,15 b	8,91 ± 1,7 a	*
Citronelol	325,59 ± 21,83 a	223,5 ± 27,88 b	*
Dihidromircenol	615,12 ± 25,44	590,41 ± 60,04	n.s.
Eukaliptol	5,76 ± 0,23	4,52 ± 0,61	n.s.
Eugenol	20,65 ± 2,15 b	51,13 ± 2,99 a	**
Furfural	5499,86 ± 222,01	5298,54 ± 269,45	n.s.
gama-Terpinen	14,49 ± 1,74 a	8,28 ± 0,53 b	**
Geranijska kiselina	3807,08 ± 133,13 a	3081,97 ± 154,97 b	**
Geraniol	428,02 ± 30,7 a	179,28 ± 19,04 b	**
Geranil-format	18,59 ± 1,81	16,93 ± 1,51	n.s.
Guiazalen	1,4 ± 0,11 a	0,64 ± 0,2 b	*
Gvajakol	25,97 ± 1,19 b	37,46 ± 2,06 a	**
Hotrienol	147,35 ± 17,25 a	119,23 ± 1,92 b	*
α-Terpineol	190,22 ± 19,1 a	130,24 ± 5,6 b	**
Linalol oksid, furan	12,7 ± 3,32	8,32 ± 0,86	n.s.
Linalol oksid, piran	24,32 ± 1,16 a	13,92 ± 2,42 b	*
Linalol	380,24 ± 4,03 b	400,78 ± 2,16 a	**
Nerol	381,92 ± 35,27 a	111,2 ± 3,01 b	***
Nerol oksid	94,7 ± 5,84 a	43,66 ± 4,2 b	**
Terpinen-4-ol	6,11 ± 0,37	5,37 ± 0,42	n.s.

trans-Farnesol	0,74 ± 0,12 a	0,2 ± 0,11 b	*
trans-Rose oksid	134,94 ± 15,07	127,9 ± 4,39	n.s.
α-Terpinen	13,1 ± 2,49 a	4,71 ± 0,59 b	*
β-Mircen	34,68 ± 1,07 a	11,15 ± 1,54 b	***
β-Ocimen	32,14 ± 0,23 a	8,22 ± 0,88 b	***
Ukupni terpeni	12249,12 ± 159,96 a	10511,9 ± 550,03 b	*
UKUPNI HLAPLJIVI SPOJEVI	234561,3 ± 6921,24 a	208933,36 ± 5246,58 b	*

Podaci su analizirani pomoću jednosmjerne analize varijance (ANOVA), srednja vrijednost ± SD (n=3); različita slova kraj srednje vrijednosti označavaju statistički značajnu razliku između tretmana pomoću Tukey's test signifikantnosti p<0,05; * označava razinu signifikantnosti p<0,05; ** označava razinu signifikantnosti p<0,01; *** označava razinu signifikantnosti p<0,0001; n.s. označava da nema statistički značajne razlike; rezultati su prikazani u µg/L

5. Zaključak

Temeljem provedenog istraživanja utjecaja djelomične defolijacije u vrijeme zametanja bobice na kakvoću grožđa i vina sorte 'Muškat Hamburg', možemo zaključiti sljedeće:

1. Djelomična defolijacija nije utjecala na prinos i broj grozdova po trsu, ali je utjecala na smanjenje mase grozda i bobice.
2. Djelomična defolijacija utjecala je na povećanje sadržaja ukupnih polifenola i ukupnih hlapljivih spojeva u grožđu i u vinu.
3. Sadržaj šećera se povećao, a sadržaj ukupnih kiselina smanjio nakon provedene djelomične defolijacije.
4. U bobici grozda povećao se sadržaj ukupnih polifenola, flavonola, flavan-3-ola i resveratrol-3-O-glukozida, ali nije došlo do promjene sadržaja ukupnih antocijana, hidroksicimetnih i hidroksibenzojevih kiselina.
5. U vinu se povećao sadržaj ukupnih polifenola i hidroksicimetnih kiselina, ali nije došlo do promjene sadržaja ukupnih antocijana, flavonola, flavan-3-ola, resveratrol-3-O-glukozida i hidroksibenzojevih kiselina.
6. Djelomična defolijacija utjecala je na povećanje sadržaja ukupnih hlapljivih spojeva, terpena, viših alkohola, masnih kiselina i hlapljivih fenola, ali nije utjecala na sadržaj ukupnih C13 norizoprenoida u vinu.
7. Djelomična defolijacija utjecala je na povećanje sadržaja ukupnih hlapljivih spojeva, terpena, aldehida, ali nije utjecala na sadržaj viših alkohola, masnih kiselina, estera i C13 norizoprenoida u bobici grozda.

Istraživanje je provedeno u razdoblju od jedne godine pa se rezultati ne mogu smatrati u potpunosti pouzdanima, te istraživanja treba nastaviti i u narednim godinama i na drugim sortama.

Prije primjene djelomične defolijacije potrebno je imati jasan plan kakav kemijski sastav grožđa želimo dobiti kako bismo mogli odlučiti želimo li ju, te kada i u kojoj mjeri, provesti.

6. Popis literature

1. Adams D.O. 2006. Phenolics and Ripening in Grape Berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 57:249- 256.
2. Alatzas, A., Theocharis, S., Miliordos, D.E., Kotseridis, Y., Koundouras, S., Hatzopoulos, P. (2023). Leaf removal and deficit irrigation have diverse outcomes on composition and gene expression during berry development of *Vitis vinifera* L. cultivar Xinomavro. *OENO One*, 57(1), 289–305.
3. Anderson K., Nelgen S. (2020). Which winegrape varieties are grown where? Revised edition. University of Adelaide Press.
4. Bartowsky, E.J., i I.S. Pretorius. 2009. Microbial formation and modification of flavor and off-flavor compounds in wine. In *Biology of Microorganisms on Grapes, in Must and in Wine*. H. König et al. (eds.), pp. 209-231. Springer-Verlag, Berlin.
5. Baumes, R., Wirth, J., Bureau, S., Gunata, Y., & Razungles, A. (2002). Biogenesis of C13-norisoprenoid compounds: Experiments supportive for an apo-carotenoid pathway in grapevines. *Analytica Chimica Acta*, 458(1), 3–14. [https://doi.org/ 10.1016/S0003-2670\(01\)01589-6](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(01)01589-6)
6. Bažon I., Bakić H., Romić M. (2013). Soil geochemistry as a component of terroir of the wine-growing station Jazbina, Zagreb. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 78 (2): 95–106.
7. Belancic, A., Agosin, E., Ibacache, A., Bordeu, E., Baumes, R., Razungles, A., & Bayonove, C. (1997). Influence of sun exposure on the aromatic composition of Chilean Muscat Grape cultivars Moscatel de Alejandria and Moscatel Rosada. *American Journal of Enology and Viticulture*, 48, 181–186.
8. Bergqvist, J., Dokoozlian, N., Ebisuda, N. (2001). Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet sauvignon and Grenache in the central San Joaquin Valley of California. *American Journal of Enology and Viticulture*. 52: 1-7
9. Blesić, M., Mijatović, D., Radić, G., & Blesić, S. (2013). Praktično vinogradarstvo i vinarstvo. *Izdanje autora, Sarajevo*, 90-90.
10. Bubola M. (2015). Primjena rane defolijacije u svrhu povećanja kvalitete grožđa i vina. Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč.
11. Bubola, M., Lukić, I., Radeka, S., Sivilotti, P., Grozić, K., Vanzo, A., Bavčar, D., Lisjak, K. (2019). Enhancement of Istrian Malvasia wine aroma and hydroxycinnamate composition by hand and mechanical leaf removal. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 99, 904-914
12. Cataldo, E., Salvi, L., Paoli, F., Fucile, M., Mattii, G.B. (2021). Effects of Defoliation at Fruit Set on Vine Physiology and Berry Composition in Cabernet Sauvignon Grapevines. *Plants*. 10(6):1183.
13. Chorti, E., Guidoni, S., Ferrandino, A., Novello, V. (2010). Effect of different sunlight exposure levels on ripening and anthocyanin accumulation in Nebbiolo grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*. 61: 23-30
14. Chorti, E., Theocharis, S., Boulokostas, K., Kallithraka, S., Kotseridis, Y., Koundouras, S. (2018). Row Orientation and Defoliation Effects on Grape 29 Composition of *Vitis vinifera* L. Agiorgitiko in Nemea (Greece). XII Congreso Internacional Terroir. E3S Web of Conferences 50. 01039.
15. Crespan M. (2003.) The parentage of Muscat of Hamburg. *Vitis* 42 (4), 193–197

16. Diago, M. P., Ayestarán, B., Guadalupe, Z., Poni, S., Tardaguila, J. (2012). Impact of prebloom and fruit set basal leaf removal on the flavonol and anthocyanin composition of Tempranillo grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*. 63: 367-376.
17. Downey, M., J. Harvey, i S. Robinson. 2003a. Analysis of tannins in seeds and skins of Shiraz grapes throughout berry development. *Austr. J. Grape Wine Res.* 9:15–27.
18. Downey, M., J. Harvey, i S. Robinson. 2003b. Synthesis of flavonols and expression of flavonol synthase genes in the developing grape berries of Shiraz and Chardonnay (*Vitis vinifera* L.). *Austr. J Grape Wine Res.* 9:110–121.
19. Downey MO, Dokoozlian NK, Krstic MP (2006) Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: a review of recent research. *Am J Enol Vitic* 57:257–268
20. Ebang-Oke, J.P., G.M. De Billerbeck, i C. Ambid. 2003. Temporal expression of the Lis gene from *Vitis vinifera* L cv Muscat de Fortignan. In *Proceeding of the 10th Weurman Flavour Research Symposium*. Le Quere J-L, etievant PX (eds) *Flavour Research at the Dawn of the Twenty-first Century*, Lavoisier, Paris.
21. Esteban M.A., M.J. Villanueva, i J.R. Lissarrague. 2001. Effect of irrigation on changes in the anthocyanin composition of the skin of cv. Tempranillo (*Vitis vinifera* L.) grape berries during ripening. *J. Sci. Food Agr.* 81: 409-420
22. Feng H., Yuan F., A. Skinkis a., C. Qian M. (2015) Influence of cluster zone leaf removal on Pinot nori grape chemical and volatile composition. *Food Chemistry*. 414 – 423
23. Fulcrand H., M. Duenas, E. Salas, i V. Cheynier. 2006. Phenolic reactions during winemaking and aging. *Am. J. Enol. Vitic.* 57: 289-297.
24. Garde-Cerdan, T., C. Lorenzo, J.M. Carot, M. D. Esteve, M.D. Climent, i M.R. Salinas. 2010. Effects of composition, storage time, geographic origin and oak type on the accumulation of some volatile oak compounds and ethylphenols in wines. *Food Chem.* 122:1076 -1082.
25. Georgiadou Egli C., Mina M., Neoptoleμου V., Kounduras S., D'Onofrio C., Bellincontro A., Mencarelli F., Fotopoulos V., Manganaris G. (2022). The beneficial effect of leaf removal during fruit set on physiological, biochemical, and qualitative indices and volatile organic compound profile of the Cypriot reference cultivar 'Xynisteri. . *Journal of the Science of Food & Agriculture*, 103: 3776 – 3786
26. González-Barreiro, C., R. Rial-Otero, B. Cancho-Grande, i J. Simal-Gándara. 2013. Wine aroma compounds in grapes: A critical review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 55:202-218.
27. Guidoni, S., Ferrandino, A., Novello, V. (2008). Effects of seasonal and agronomical practices on skin anthocyanin profile of Nebbiolo grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*. 59: 22-29
28. HAPIH – Centar za vinogradarstvo, vinarstvo i uljarstvo: Tehnološke smjernice za vinovu lozu za 2023. godinu
29. He, L., Xu, X.-Q., Wang, Y., Chen, W.-K., Sun, R.-Z., Cheng, G., ... Pan, Q.-H. (2020). Modulation of volatile compound metabolome and transcriptome in grape berries exposed to sunlight under dry-hot climate. *BMC Plant Biology*, 20(1), 59. <https://doi.org/10.1186/s12870-020-2268-y>
30. Hickey, C. C., Kwasniewski, M. T., Wolf, T. K. (2018). Leaf removal effects on Cabernet franc and Petit Verdot: II. grape carotenoids, phenolics, and wine sensory analysis. *American Journal of Enology and Viticulture*. 69: 231-246.

31. Iland PG (1987) Predicting red wine color from grape analysis. *Aust Grape Grow Winemak* 285:29
32. Intrieri, C., Filippetti, I., Allegro, G., Centinari, M., Poni, S. (2008). Early defoliation (hand vs mechanical) for improved crop control and grape composition in Sangiovese (*Vitis vinifera* L.). *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 14, 25-32.
33. Jensen JS, Demiray S, Egebo M, Meyer AS (2008) Prediction of wine color attributes from the phenolic profiles of red grapes (*Vitis vinifera* L.). *J Agric Food Chem* 56:1105–1115
34. Jukić, V., Drenjančević, M., Horvat, D., Vršić, S. i Brmež, M. (2013). BIOMETRIJSKA PROCJENA ZNAČAJA NEKIH AMPELOTEHNIČKIH ZAHVATA NA CV. ZWEIGELT (*Vitis vinifera* L.) U VINOGORJU FERIČANCI. *Poljoprivreda*, 19 (2), 3-9.
35. Kahle, K., M. Kraus, W. Scheppach, M. Ackermann, F. Ridder, i E. Richling. 2006. Studies on apple and blueberry fruit constituents: do the polyphenols reach the colon after ingestion? *Mol. Nutr. Food Res*. 50:418-423.
36. Kalea, A.Z., F.N. Lamari, A.D.Theocharis, P. Cordopatis, D.A. Schuschke, N.K. Karamanos, i D.J. Klimis-Zacas. 2006. Wild blueberry (*Vaccinium angustifolium*) consumption affects the composition and structure of glycosaminoglycans in Sprague1Dawley rat aorta. *J. Nutr. Biochem*. 17:109-11
37. Karoglan M., Osrečak M., Andabaka Ž., Brodski A. (2017). Proizvodnja stolnog grožđa. *Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu*.
38. Kemp, B., Harrison, R. and Creasy, G. (2011). Effect of mechanical leaf removal and its timing on flavan-3-ol composition and concentrations in *Vitis vinifera* L. cv. Pinot Noir wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 17: 270-279
39. Kennedy, J.A., C. Saucier, i Y. Glories. 2006. Grape and wine phenolics: History and perspective. *Am. J. Enol. Vitic*. 57:239-248.
40. Kennedy, J. A., Y. Hayasaka, S. Vidal, E.J. Waters, i G.P. Jones. 2001. Composition of grape skin proanthocyanidins at different stages of berry development. *J. Agric. Food Chem*. 49:5348–5355.
41. Kok D. (2016). Variation in Total Phenolic Compounds, Anthocyanin and Monoterpene Content of 'Muscat Hamburg' Table Grape Variety (*V. vinifera* L.) as Affected by Cluster Thinning and Early and Late Period Basal Leaf Removal Treatments. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
42. Korunoska, B., Pešić, V., Beleski, K., & Stojković, S. (2022). EXAMINATION OF THE PHENOTYPIC VARIABILITY OF THE MUSCAT HAMBURG VARIETY IN THE SKOPJE VINEYARD AS A BASIS FOR ISOLATING CLONES. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences, JAFES*, 76(7), 82-90.
43. Kujundžić, T.; Rastija, V.; Šubarić, D.; Jukić, V.; Schwander, F.; Drenjančević, M. Effects of Defoliation Treatments of Babica Grape Variety (*Vitis vinifera* L.) on Volatile Compounds Content in Wine. *Molecules* 2022, 27, 714. <https://doi.org/10.3390/molecules27030714>
44. Licul R., Premužić D. : *Praktično vinogradarstvo i podrumarstvo*, Nakladni zavod Znanje, Zagreb, 1997.
45. Lu, H., Lu, L., Liu, Y., Cheng, C., Chen, W., Li, S., He, F., Duan, C., Wang, J. (2022). Reducing the source/sink ratio of grapevine to face global warming in a semi-arid climate: Effects on volatile composition of Cabernet Sauvignon grapes and wines. *Food chemistry*:15,100449.

46. Main, G.L., Morris, J.R. (2004). Leaf-removal effects on Cynthiana yield, juice composition, and wine composition. *American Journal of Enology and Viticulture*. 55: 147-152.
47. Mataffo, A.; Scognamiglio, P.; Molinaro, C.; Corrado, G.; Basile, B. Early (2023). Canopy Management Practices Differentially Modulate Fruit Set, Fruit Yield, and Berry Composition at Harvest Depending on the Grapevine Cultivar. *Plants* 2023, 12, 733. [https://doi.org/ 10.3390/plants12040733](https://doi.org/10.3390/plants12040733)
48. Mathieu, S., N. Terrier, J. Procureur, F. Bigey, i Z. Günata. 2005. A carotenoid cleavage dioxygenase from *Vitis vinifera* L.: Functional characterization and expression during grape berry development in relation to C13-norisoprenoid accumulation. *J. Exp. Bot.* 56:2721-2731.
49. Mattivi F., R. Guzzon, U. Vrhovsek, M. Stefanini, i R. Velasco. 2006. Metabolite profiling of grape: flavonols and anthocyanins. *J. Agric. Food Chem.* 54:7692-7702.
50. Mesić, J. i Svitlica, B. (2013). Ampelotehnički zahvat djelomične defolijacije. *Glasnik Zaštite Bilja*, 36 (1), 10-15.
51. Miloš M. (2009). Osnove biokemije. Sveučilište u Splitu. Kemijsko-tehnološki fakultet. 195-106
52. Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva: Pravilnik o vinu. NN klasa 011-02/04-01/115, Urbroj: 525-1-04-1. Zagreb, 27.prosinca 2004
53. Mirošević N., Karoglan Kontić J. (2008). *Vinogradarstvo*, Globus, Zagreb
54. Mirošević, N., Turković, Z. (2003). *Ampelografski atlas*. Golden marketing - Tehnička knjiga, Zagreb, Hrvatska
55. Montoro, P., A. Braca, C. Pizza, i N. de Tommasi. 2005. Structure–antioxidant activity relationships of flavonoids isolated from different plant species. *Food Chem.*92:349–355
56. Mori, K., Goto-Yamamoto, N., Hashizume, K., Kitayama, M. (2007). Effect of high temperature on anthocyanin composition and transcription of flavonoid hydroxylase genes in “Pinot noir” grapes (*Vitis vinifera*). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 82, 199-206.
57. Mucalo, A., Lukšić, K., Budić-Leto, I., Zdunić, G. (2022). Cluster Thinning Improves Aroma Complexity of White Maraština (*Vitis vinifera* L.) Wines Compared to Defoliation under Mediterranean Climate. *Applied Sciences*.12(14):7327.
58. Osrečak, M. (2016). Režidba vinove loze. *Glasnik Zaštite Bilja*, 39 (3), 60-63.
59. Osrečak, M., Karoglan, M., Kozina, B. (2016) Utjecaj djelomične defolijacije i solarizacije na koncentraciju polifenola u vinima kultivara Pinot crni i Cabernet sauvignon (*Vitis vinifera* L.). *Glasnik zaštite bilja*. 3:22-28
60. Palliotti A., Panara F., Silvestroni O., Lanari V., Sabbatini P., Howell G.S., Gatti M, Poni S. (2013). Influence of mechanical postverasion leaf removal apical to the cluster zone on delay of fruit ripening in Sangiovese (*Vitis vinifera* L.) grapevines. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 19, 369–377
61. Poni, S., Casalini, L., Bernizzoni, F., Civardi, S., Intriери, C. (2006). Effects of early defoliation on shoot photosynthesis, yield components, and grape composition. *American Journal of Enology and Viticulture*. 57(4): 397-407
62. Ravalico, F. (2018). *Utjecaj različitih sustava uzdržavanja tla na kemijski sastav sorte 'Chardonnay' (Vitis vinifera L.)* (Diplomski rad). Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet.
63. Rentsch M., A. Wilkens, i P. Winterhalter. 2009. Non-flavonoid Phenolic Compounds. In *Wine chemistry and biochemistry*. Moreno-Arribas, M. V., i M.

- C. Polo (ed) pp.509-521. Springer science+Business media, LLC, New York, USA.
64. Reynolds, A. G., D. A. Wardle, J. W. Hall, i M. Dever. 1995. Fruit maturation of four *Vitis vinifera* cultivars in response to vineyard location and basal leaf removal. *Am. J. Enol. Vitic* 46:542–558.
 65. Ribéreau-Gayon P., Y. Glories, A. Maujean, i D. Dubourdieu. 2000. The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments. In *Hanbook of Enology*. John Wiley and Sons, Inc. England.
 66. Rice-Evans, C. A., N.J. Miller, i G. Paganga. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci.* 2:152-159.
 67. Riesterer-Loper, J., Workmaster, B. A., Atucha, A. (2019). Impact of fruit zone sunlight exposure on ripening profiles of cold climate interspecific hybrid winegrapes. *American Journal of Enology and Viticulture*. 70:286-296.
 68. Robinson J., Harding J., Vouillamoz J. (2012) *Wine Grapes, A complete guide to 1,368 vine varieties, including their origins and flavours*, Penguin Books, London
 69. Schwarz, M., J.J. Picazo-Bacete, P. Winterhalter, i I. Hermosin-Gutierrez. 2005. Effect of copigments and grape cultivar on the color of red wines fermented after the addition of copigments. *J. Agric. Food Chem.* 53:8372-8381.
 70. Skinkis, P. A., Bordelon, B. P., & Butz, E. M. (2010). Effects of sunlight exposure on berry and wine monoterpenes and sensory characteristics of Traminette. *American Journal of Enology and Viticulture*, 61(2), 147–156.
 71. Terrier, N., C. Poncet-Legrand, i V. Cheynier. 2009. Flavanols, Flavonols and Dihydroflavonols. In *Wine chemistry and biochemistry*. Moreno-Arribas, M. V., i M. C. Polo (ed) pp.439-456. Springer science+Business media, LLC, New York, USA.
 72. Thorngate, J. H. 1997. The physiology of human sensory response to wine: A review. *Am. J. Enol. Vitic.* 48:271–279.
 73. Varžić I, (2019) Utjecaj podloge Kober 125AA i 5BB na stvaranje drvene mase u punoj rodnosti sorte Traminac, završni rad, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera, Osijek, 8 – 14
 74. Zhang, H., Fan, P., Liu, C., Wu, B., Li, S., & Liang, Z. (2014). Sunlight exclusion from Muscat grape alters volatile profiles during berry development. *Food Chemistry*, 164, 242–250.
 75. Zoričić M. (1996). *Od grožđa do vina*. Gospodarski list. Zagreb
 76. Wang, Y., Li, H.-Q., Gao, X.-T., Lu, H.-C., Peng, W.-T., Chen, W., ... Wang, J. (2020). Influence of attenuated reflected solar radiation from the vineyard floor on volatile compounds in Cabernet Sauvignon grapes and wines of the north foot of Mt. Tianshan. *Food Research International*, 137, Article 109688. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109688>
 77. Wegher, M.; Faralli, M.; Bertamini, M. Cluster-Zone Leaf Removal and GA3 Application at Early Flowering Reduce Bunch Compactness and Yield per Vine in *Vitis vinifera* cv. Pinot Gris. *Horticulturae* 2022, 8, 81. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8010081>
 78. Wen, Y.-Q., Zhong, G.-Y., Gao, Y., Lan, Y.-B., Duan, C.-Q., & Pan, Q.-H. (2015). Using the combined analysis of transcripts and metabolites to propose key genes for differential terpene accumulation across two regions. *BMC Plant Biology*, 15(1), 240.
 79. Winterhalter, P., i S.E. Ebeler (eds.). 2013. Carotenoid Cleavage Products. ACS Symp. Series 1134. Am. Chemical Society, Washington, DC.

Životopis

Student, Jakov Gudan, rođen je u Zagrebu 9.4.1998. godine. Kroz osnovnoškolsko obrazovanje, istovremeno pohađa i glazbenu školu Zlatka Grgoševića, gdje je završio 6 razreda za instrument falute. Osim glazbenog obrazovanja natjecateljski se bavi plivanjem u sklopu kluba HAPK Mladost te nogometnom klubu NK Jarun. U vremenu od 2012. do 2016. godine stječe srednjoškolsko obrazovanje u općoj gimnaziji Tituša Brezovačkog. Paralelno 2013. godine započinje školovanje u srednjoj glazbenoj školi Elly Bašić za instrument flaute gdje završava prvi razred. U slobodno vrijeme i dalje se aktivno bavi nogometom u klubu NK Jarun do početka fakultetskog obrazovanja. 2018. godine završava tečaj pčelarstva pod stručnim vodstvom prof. Dr. Sc. Nikole Kezića. 2019. godine započinje fakultetsko obrazovanje na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, na preddiplomskom studiju hortikulture. 2022. godine završava studij hortikulture i postaje prvostupnik agronomije. U slobodno vrijeme amaterski se bavi tajlandskim kickboxingom i pjevanjem.