

Prosušivanje sorte grožđa "Muškat žuti" u zaštićenim prostorima

Banović, Laura

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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:204:327148>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-14**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

**Prosušivanje sorte grožđa „Muškat žuti“ u zaštićenim
prostorima**

DIPLOMSKI RAD

Laura Banović

Zagreb, srpanj, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Hortikultura - Vinogradarstvo i vinarstvo

**Prosušivanje sorte grožđa „Muškat žuti“ u zaštićenim
prostorima**

DIPLOMSKI RAD

Laura Banović

Mentor:

doc. dr. sc. Domagoj Stupić

Zagreb, srpanj, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Laura Banović**, JMBAG 0130307687, rođena 27. 5. 1996. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

Prosušivanje sorte grožđa „Muškat žuti“ u zaštićenim prostorima

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana _____

Potpis studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Laura Banović**, JMBAG 0130307687, naslova

Prosušivanje sorte grožđa „Muškat žuti“ u zaštićenim prostorima

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

- | | | | |
|----|------------------------------------|--------|-------|
| 1. | doc. dr. sc. Domagoj Stupić | mentor | _____ |
| 2. | izv. Prof. dr. sc. Željko Andabaka | član | _____ |
| 3. | izv. Prof. dr. sc. Jana Šic Žlabur | član | _____ |

Zahvala

Hvala svima koji su na bilo koji način pomogli u realizaciji ovog diplomskog rada i pomogli mi da zaključim ovo poglavlje svog života. Prvenstveno se to odnosi na mog mentora, doc. dr. sc. Domagoja Stupića, teško je zamisliti boljeg mentora od Vas!

A posebno hvala i kolegicama sa Zavoda, osobito dr. sc. Ivi Šikuten i mag. ing. agr. Petri Štambuk na pomoći u laboratoriju.

Na kraju hvala i svim drugim profesorima, docentima i asistentima Zavoda koji su me svojim znanjem i strašću za strukom konstantno inspirirali i motivirali da slijedim svoj put.

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Cilj istraživanja	2
3. Pregled literature	3
3.1. Povijest proizvodnje desertnih vina	3
3.2. Najznačajnija desertna vina danas	5
3.2.1. Amarone	5
3.2.2. Botritizirana vina	6
3.2.3. Strohwein.....	6
3.2.4. Prošek	7
3.3. Promjene na grožđu u procesu prosušivanja.....	7
3.3.1. Dehidracija i gubitak mase grožđa	8
3.3.2. Sadržaj šećera i organskih kiselina	8
3.3.3. Sadržaj aromatskih spojeva	9
3.3.4. Utjecaj temperature na metabolizam aromatskih spojeva tijekom prosušivanja	12
3.3.5. Utjecaj temperature na metabolizam polifenolnih spojeva tijekom prosušivanja	13
4. Materijali i metode.....	14
4.1. Područje istraživanja	14
4.2. Sorta vinove loze 'Muškat žuti'.....	14
4.3. Berba i sušenje grožđa	15
4.4. Praćenje osnovnih parametara prosušivanja.....	16
4.5. Analiza aromatskih tvari	16
5. Rezultati i rasprava.....	18

5.1.	Gubitak mase grožđa tijekom prosušivanja	18
5.2.	Promjene u koncentraciji šećera tijekom prosušivanja	19
5.3.	Sadržaj ukupnih kiselina	20
5.4.	Vrijednost pH tijekom prosušivanja.....	21
5.5.	Sadržaj i razina organskih kiselina	22
5.6.	Sadržaj i udio aromatskih spojeva	23
6.	Zaključci	33
7.	Popis literature.....	34

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Laure Banović**, naslova

Prosušivanje sorte grožđa „Muškat žuti“ u zaštićenim prostorima

U svrhu proizvodnje predikatnih vina na području kontinentalne Hrvatske dio grožđa se tradicionalno ostavlja na trsu nepobran. Međutim, grožđe na trsu izloženo je nepovoljnim okolišnim uvjetima koji utječu na brzo truljenje te napadu ptica i divljači. Kako bi se otklonili navedeni rizici, grožđe se može obrati i postaviti u zaštićeni prostor (potkrovlje, plastenik itd.) prikladan za prosušivanje. U ovom radu prikazani su rezultati istraživanja prosušivanja grožđa sorte 'Muškat žuti' u dvije varijante: sušenjem na suncu i u hladu. Pratili su se sljedeći parametri kakvoće: masa grožđa, koncentracija šećera, sadržaj ukupnih kiselina, pH, sadržaj i razina organskih kiselina te sadržaj i udio aromatskih spojeva. Ukupni sadržaj šećera utvrđen je refraktometrijski, sadržaj kiseline određen je neutralizacijom s 0,1M NaOH i brom-timolom kao indikatorom promjene pH, analiza organskih kiselina provedena je na HPLC uređaju, a analiza hlapivih (aromatskih) spojeva provela se primjenom vezanog sustava plinske kromatografije-spektrometar masa (GC-MS). Istraživanjem je dokazano da su se masa grožđa, koncentracija vinske kiseline i količina aromatskih tvari sušenjem smanjile, a narasli su razina šećera, razina jabučne i limunske kiseline te sadržaj ukupnih kiselina. U varijanti „hlad“ zabilježen je veći porast kiselina te manji porast šećera, kao i značajniji pad aromatskih spojeva nego u varijanti „sunce“.

Ključne riječi: desertno vino, prosušivanje, Muškat žuti, arome

Summary

Of the master's thesis - student **Laura Banović**, entitled

Drying of the "Muškati žuti" grapes in covered space

For the purpose of producing predicate wines on the territory of continental Croatia, part of the grapes are traditionally left on the vine unpicked.. However, grapes on the vine are exposed to unfavorable environmental conditions that affect rapid rotting and attack by birds and game. In order to eliminate the mentioned risks, the grapes can be turned and placed in a protected space (loft, greenhouse, etc.) suitable for drying. This paper presents the results of research on drying grapes of the 'Muskat žuti' variety in two variants: drying in the sun and in the shade. The following quality parameters were monitored: mass of grapes, sugar concentration, content of total acids, pH, content and level of organic acids, and content and proportion of aromatic compounds. The total sugar content was determined refractometrically, the acid content was determined by neutralization with 0.1M NaOH and bromo-thymol as an indicator of pH change, the analysis of organic acids was carried out on an HPLC device, and the analysis of volatile (aromatic) compounds was carried out using a coupled gas chromatography system - mass spectrometer (GC-MS). The research proved that the weight of the grapes, the concentration of tartaric acid and the amount of aromatic substances decreased during drying, while the level of sugar, the level of malic and citric acid and the content of total acids increased. In the "shade" variety, there was a greater increase in acids and a smaller increase in sugar, as well as a more significant decrease in aromatic compounds than in the "sun" variety.

Keywords: dessert wine, withering, Moscato Giallo, aromas

1. Uvod

Proizvodnja grožđa prosušivanjem ima dugu tradiciju u proizvodnji vina. Prvi početci prosušivanja grožđa prije više tisuća godina imali su za cilj proizvodnju suhica (Mencarelli i sur., 2018). U vrijeme antike grožđe se prosušivalo kako bi se dobila bolje cijenjena slatka vina. Ovaj razlog primarno je opstao i do danas te su vina od prosušenog grožđa daleko cjenjenija od onih iz redovne berbe. Prosušivanje grožđa i proizvodnja vina od istoga danas je raširena na području Mediteranskih zemalja, osobito otoka u Mediteranu (Santorini, Cipar, Eolski otoci, Pantelerski otoci). Na navedenim otocima kao i u nekim južnim pokrajinama mediteranskih zemalja (Andaluzija, Alentejo, Pelepones) proizvodnja vina od prosušenog grožđa i dalje ima primat nad redovnom berbom. Glavna tehnološka odlika u proizvodnji na tim područjima je da se grožđe prosušuje na suncu (Mencarelli i sur., 2018.).

Proizvodnja vina od prosušenog grožđa ima svoju tradiciju i u Hrvatskoj. U Dalmaciji se grožđe tradicionalno nakon berbe prosušivalo na suncu polaganjem na lijesu. Od takvoga prosušenoga grožđa dobivao se proizvod tradicionalnog naziva „Prošek“. U kontinentalnom dijelu Hrvatske dio grožđa se u svrhu proizvodnje predikatnih vina tradicionalno ostavljao na trsu nepobran. Međutim, grožđe na trsu izloženo je nepovoljnim okolišnim uvjetima koji utječu na brzo truljenje te napadu ptica i divljači. Kako bi se otklonili navedeni rizici u klimatskom podneblju Kontinentalne Hrvatske, grožđe se može obrati i postaviti u zaštićeni prostor (potkrovlje, platenik i sl.) prikladan za prosušivanje. Pretpostavka je da se prosušivanjem grožđa u zaštićenim prostorima može ostvariti zadovoljavajuća kvaliteta sirovine za proizvodnju desertnih vina.

Osnovni fiziološki proces koji se odvija prilikom prosušivanja grožđa je dehidracija, tj. smanjenje količine vode u tkivu bobice. Proces dehidracije je u najvećoj mjeri rezultat procesa isparavanja vode iz tkiva bobice. Drugi proces koji može utjecati na dehidraciju je djelovanjem mikroflora koja nastanjuje pokožicu bobice. Rastom i razvojem mikroflora na kožici oslabljenoj turgorom dolazi do prodora micelija gljiva kroz kožicu u meso bobice te ih vodu i ostale hranjive tvari gljivice koriste za svoj rast i razvoj. Razvoj takve mikroflora može imati pozitivan utjecaj (npr. u slučaju razvoja gljivica *Botrytis cinerea* i pojave tzv. plemenite plijesni). Bez obzira na pozitivan učinak uslijed umjerene pojave plemenite plijesni, ukoliko je napad izrazito jak, konačni efekt je opet negativan jer se gubi prevelika količina grožđanog soka (mošta), a njegova kvaliteta nakon prerade je izrazito loša zbog prevelikoga udjela nepoželjnih organskih spojeva. Izrazito negativan utjecaj na kvalitetu sirovina ima razvoj bakterija octenog vrenja na bobicama, osobito onim raspuknutim. Pri tome se razvijaju visoke koncentracije octene kiseline. Prejak razvoj mikroflora na bobicama osobito je izražen u nepovoljnim klimatskim prilikama tijekom perioda prosušivanja. Najveći problem predstavlja toplo vrijeme u kombinaciji sa visokom vlagom u zoni grožđa (magla, kiša). Također i sorte karakteristike poput zbijenosti grozda ili debljine kožice bobica značajno utječu na otpornost prema

mikroorganizmima. Sorte rastresitijeg grozda i deblje kožice otpornije su na pucanje kožice, a time i agresivno djelovanje mikroorganizama.

Kako bi se smanjio utjecaj vremenskih uvjeta u vinogradu, grožđe se može pobrati u vrijeme tehnološke zrelosti i prosušiti na mjestima zaštićenima od djelovanja nepovoljnih vremenskih uvjeta (nadstrešnice, tavanačke prostorije, plastenici, staklenici, itd.). Time se smanjuje i potencijalno negativan utjecaj mikroorganizama na strukturu bobice i pogoršanje kvalitete mošta.

2. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja je sušenjem grožđa u različitim zaštićenim prostorima utvrditi potrebno vrijeme sušenja za ostvarenje optimalne kvalitete sirovine za proizvodnju desertnih vina. Također, cilj je kvantitativno utvrditi i usporediti razlike u sadržaju najvažnijih spojeva bitnih za kvalitetu sirovine na početku i kraju sušenja.

3. Pregled literature

3.1. Povijest proizvodnje desertnih vina

Konzumacija slatkih vina oduvijek se smatrala modom i luksuzom, a ne dodatkom obrocima (za razliku od svježih, suhih vina) i kao takvoj popularnost joj je rasla i opadala tijekom povijesti. U davna vremena ljudi su posebno voljeli slatku hranu, iako je tada nije ih bilo lako naći, pa su se zato slatka vina smatrala najvećim užitkom.

Povijest vina priča je o prezrelim vinima. Prva vina koja su ljudska bića koristila spala bi u kategoriju desertnih vina, i to zbog klimatskih uvjeta u kojima je grožđe brano i prerađivano te zbog načina na koji je to grožđe su prerađeno i koji nije dopuštao potpunu fermentaciju. Mediteranski bazen kolijevka je ovakvih vina upravo zbog idealnih klimatskih uvjeta koji su dozvoljavali ostavljanje grožđa na trsu da prezre ili čak branje grozdova i sušenje na suncu i vjeru. Slatka su se vina oduvijek smatrana luksuznom robom koje su uvozili trgovci i koja su se proizvodila u blizini komercijalnih područja (kao što su luke), dok su se „obična“ vina proizvodila i konzumirala na lokalnom području za lokalno stanovništvo. Za svježja, lagana vina, klima i tlo su ključni čimbenici za dobivanje određenih karakteristika, dok na kvalitetu slatkih vina ipak više utječe tehnologija u vinogradu (izbor sorte grožđa, kasna berba) i u podrumu (tehnike koncentriranja i stabilizacije).

Vino je simbol drevnih naroda koji su se razvili na području Mediterana, kolijevke civilizacije. Prvi sumerski dokazi na području tzv. Plodnog polumjeseca datiraju iz 3000. godine prije Krista. Dokazi u prilog pitanju o proizvodnji i potrošnji vina tog doba glinene su pločice na kojima su upisivani piktogrami i ideogrami. Primjerice, često se spominje ideogram „GESTIN-HEA“, što na semitskom jeziku znači 'loza + sunce', doslovno 'osušena loza' ili 'grožđice'. Pridjev „-LAL“ također se pojavljuje prilično često i označava med koji se često dodavao vinskom moštu u vrenju kako bi se duže očuvao. Zahvaljujući navedenim saznanjima, možemo pretpostaviti da su prva vina bila slatka. Slatko vino naširoko se koristilo za kao zamjena za hranu, u religioznim ritualima ili kao sastojak medicinskih pripravaka. U hetitskoj i tračkoj tradiciji, konzumacija slatkog vina bila je privilegija kralja i društveni simbol moći, a određena vina bila su rezervirana isključivo kao ponuda bogovima (Mencarelli i sur. 2013).

Postoje dokazi o preferiranju slatkog okusa vina i tijekom Egipta: posude u Tutankamonovoj grobnici sadržavale su slatka vina. Zapravo je tijekom razdoblje Novog Carstva da imamo prve dokaze o korištenju topline za koncentriranje mošta. Gotovo 1500 godina prije Krista, kada je Egiptom vladao semitski narod Hiksa, slatka su se vina počela proizvoditi u gradu Avarisu u delti Nila. Za vrijeme Egipta uobičajena vinarska praksa bila je sušenja grožđa i koncentriranja mošta toplinom (na direktnoj vatri, zbog čega je vino često imalo dimljeni, karamelni okus).

U antičkoj Grčkoj nastavila se tradicija preferencije slađih vina, tako da su se ona koristila i u svrhu osnaživanja filoksenije (dobrih odnosa sa strancima). Općenito je to doba obilježavala trgovina i uspostavljanje dugačkih trgovačkih pravaca, tako da je vino moralo biti visoke kvalitete i dugotrajnosti (što visok udio šećera u vino i omogućuje) kako bi izdržalo daleka putovanja. Vino se smatralo i jednim od vrjednijih dobara za razmjenu.

Slatka su se vina konzumirala i za vrijeme „symposioma“ (grč. -što označava društveno okupljanje odraslih muškaraca za vrijeme kojeg su uživali u jelu, piću, razgovoru i glazbi). Za vrijeme „symposioma“ poštivala su se pravila u skladu s kultom Dioniza. Jedno od pravila bila je zabrana ispijanja čistog vina, koje je zbog visokih količina alkohola (zahvaljujući stalnoj praksi kasne berbe i sušenja grožđa) bilo smatrano opasnim pićem s efektima sličnim drogi. (Mencarelli i sur. 2013)

Osim dodatkom sušenog grožđa ili kuhanjem mošta proizvođači su osiguravali slatkoću vina dodavanjem vapnenastog praha (dobivenog drobljenjem školjaka) ili morske vode, što je spuštalo kiselost i činilo vino slađim. Med se unatoč svojoj visokoj cijeni koristio kao zaslađivač, a često se miješao i sa slanom vodom (mješavina zvana „thalassomeli“). Vjetrovi su također igrali važnu ulogu u izboru najprikladnijih lokacija za proizvodnja slatkih vina od prezrelog grožđa, tako da su se preferirale lokacije gdje pušu južni vjetrovi za vrijeme dozrijevanja i prezrijevanja grožđa.

U antičkom Rimu vino je bilo simbol gozbe, druželjubivosti i užitka, a bilo je posluživano svima, čak i robovima. Odležavano vino imalo je najvišu cijenu i smatralo se najkvalitetnijim, a slatka su se bolje čuvala od suhih. Najboljim vinima smatrana su ona su čuvana bez posebnih tretmana, dok su ona koja su zahtijevala tretman koncentriranja mošta ili dodatak smole smatrana manje kvalitetnima. Takva su vina obično dobivena od nedovoljno dozrelog grožđa ili iz vinograda s lošijih položaja. (Mencarelli i sur. 2013)

Povijesni izvori navode „recepte“ za proizvodnju „passum“ vina (od grožđa prosušenog na suncu), ali i praksu maceracije grožđica u mješavini morske vode i prokuhanog mošta, što je preveniralo razmnožavanje bakterija i octene kiseline i kvasaca i čime se dobivalo vino viših šećera. Prokuhani koncentrirani mošt i med rabili su se za poboljšanje svojstava manje kvalitetnih vina, a ponekad su se dodavale i aromatske tvari za prikrivanje neugodnih, gorkih okusa dobivenih zbog bakrenog posuđa. U vinogradu je česta bila praksa uvijanja („stiskanja“) grozdova kako bi još lakše i brže dehidrirali.

Pri kraju Rimske Republike i početkom Rimskog Carstva počinju i promjene u preferencijama u pogledu vina među aristokracijom. Sve se više ispijaju suha vina, a i prestaje konzumacija vina u ritualne svrhe te postaje primarno komplement jelu. Širenjem Rimskog Carstva širi se i vinogradarstvo među sjevernim narodima Gala, koji su preuzeli umijeće pravljenja vina od rimskim legionara te proizvodili vino slično grčkom i rimskom „passumu“. U to vrijeme uvedena je novina držanja vina u drvenim bačvama.

Tijekom srednjeg vijeka, između četrnaestog i šesnaestog stoljeća ljudi su hranu koristili kao statusni simbol i svaka je društvena klasa konzumirala određeni stil vina. Najviši društveni staleži pili su tzv. grčka vina, vina s Cipra i Mediterana transportirana venecijanskom flotom različitim križarskim putevima. Ta su vina bila slatka, pojačavana i vrlo alkoholna i razlikovala su se od europskih vina čije je grožđe zahvaćeno „malim ledenim dobom“. Moda onoga doba nalagala je ispijanje bijelih vina, što je također posljedica klimatskih promjena koje nisu dozvoljavale crnim sortama da dozriju. (Mencarelli i sur. 2013)

Vina su se, kao i ostala pića, ali i jela za vrijeme srednjeg vijeka dijelila na „hladna“ i „topla“, pri čemu su slatka i alkoholična vina smatrana „toplina“, ali se i povezivala s požudom, zbog čega su bila zabranjena svećenstvu. Najpopularnije vino srednjevjekovne Italije i kasnije često kopirano bilo je Vinsanto. Pilo ga je i svećenstvo, a posebno je po tome što je proizvedeno bez ikakvih posebnih korekcija i dodataka. Njegova kvaliteta i prisutnost šećera osiguravali su visoku transportabilnost proizvoda.

Kasnije povijest vina u Europi obilježili su velika konkurencija između nizozemske i venecijanske trgovačke flote i razni geopolitički utjecaji. Jedna od posljedica difuzije tržišta i konkurencije trgovaca pomak je u znanstvenim saznanjima te inovacije dovedene u vinograde i podrume. Razdoblje je to nastanka prvog vina dobivenog od grožđa zaraženog plemenitom plijesni, pojačavanje mošta alkoholom, počinju se koristiti puno veće bačve u transportu, kao i prozirno stakleno posuđe za čuvanje i distribuciju vina (što je davalo dodatnu vrijednost vinu). (Mencarelli i sur. 2013)

3.2. Najznačajnija desertna vina danas

3.2.1. Amarone

Amarone je tip vina proizveden u talijanskoj regiji Valpolicella, koja se proteže površinom od 30000 km² na području provincije Verone. Područje je to terasastog uzgoja s pergolama i suhozidima na padinama planina Lessin, u čijem tlu prevladavaju vapnenac i glina. Sorte dozvoljene za proizvodnju Amarone vina su 'Corvina', 'Rondinella' i 'Corvinone', dok se ostale (npr. 'Molinara', 'Croatina', 'Barbera' i 'Sangiovese') mogu dodavati s maksimalnim udjelom od 15%. Amarone sazrijeva minimalno 25 mjeseci u hrastovoj bačvi, odnosno minimalno 50 mjeseci za Amarone Riservu. (Mencarelli i sur. 2013)

Grožđe za proizvodnju Amarone vina dehidrira se bez uporabe topline minimalno tri mjeseca. Sve se više proizvođača u Valpoliceli, zbog rizika zarazom sivom plijesni koju nosi prezrijevanje na grozdu, odlučuje na tehniku kontrolirane dehidracije grožđa. Ovaj sustav dehidracije podrazumijeva sušaru i distribuciju grožđa na (najčešće plastične) ladice. Grožđe se suši uz pomoć odvlaživača koji uz kondenzator vode odvajaju višak vode iz zraka. Nakon što se u grožđu dosegne gubitak vode 10-15%, daljnje sušenje odvija se samo uz pomoć

ventilatora, a sustav odvlaživača pali se ukoliko je vlaga u zraku visoka. Na kraju procesa sušenja nije neuobičajen sadržaj šećera do 300 g/L. (Mencarelli i sur. 2013)

3.2.2. Botritizirana vina

Tokaji aszú tip je desertnog vina koje se, kao i ostala Tokaj vina, proizvode na području istoimene vinske regije na sjeverozapadu Mađarske. Karakterizira ga napad plemenitom plijesni zbog kojeg prirodnim putem dehidrira na biljci. Sorte priznate u proizvodnji Tokaj vina su sljedeće: 'Furmint', 'Hárslevelű', 'Goldmuskateller' ('Žuti Muškat'), 'Kövérszőlő', 'Zéta' i 'Kabar'. Od svih ovih sorata 'Furmint' ima najveći udio u proizvodnji te se pretežno koristi kao baza za aszú vina. Aszú je mađarski naziv za smežurane, plemenitom plijesni pogođene bobice grožđa. Plemenita plijesan se od sive plijesni razlikuje po tome što ne razgrađuje groždane šećere, već samo kiseline, tako da zaražene bobice i dalje imaju proizvodnu vrijednost, kao i karakteristike koje ih čine poželjnima kod dobivanja predikatnih vina specifičnih organoleptičkih osobina. Botritizirane bobice beru se ručno i radi se o izbornoj berbi grozdova ili bobica, a potom se odvoze na dosušivanje prije daljnje maceracije i vinifikacije. (Mencarelli i sur. 2013)

3.2.3. Strohwein

Na austrijskom području proizvodi se čuveno „vino na slami“ (Strohwein ili Schilfwein), desertno vino zaštićeno austrijskim zakonom o vinu. Omiljene sorte vinove loze za ovu vrstu predikata (Prädikatswein) su 'Scheurebe' ('Silvanac zeleni' x 'Rizling rajnski'), 'Chardonnay', 'Traminac', 'Graševina' ('Welschriesling'), 'Zweigelt' i 'Muškat ottonel'. Grožđe se prije prešanja mora skladištiti i prirodno sušiti polažući ih na podmetače od trske ili slame ili vješajući ih o konac na najmanje 3 mjeseca. Minimalni sadržaj šećera u berbi mora biti 25 °Brix, a nakon 2 mjeseca sušenja 30 °Brix i nije dopušteno doslađivanje mošta. (Mencarelli i sur. 2013)

Češka inačica Strohweina naziva se Slámové víno i spada u podkategoriju predikata. Češki zakon o vinu nalaže da grožđe za kategorizaciju ovakvog vina dolazi iz iste podregije i da se dehidrira minimalno 3 mjeseca na slamnatim podloščima ili izvješeno u dobro ventiliranom prostoru. Redovitim pregledima i uklanjanjem oštećenih bobica sprječava se truljenje koje je jedan od najvećih rizika u proizvodnji. Tijekom tri mjeseca znatan dio vode ispari, tako da udio šećera doseže oko 20% težine. Najčešće sorte za proizvodnju slame su 'Rajnski rizling', 'Vlaški rizling', 'Zeleni veltlinac', 'Traminac crveni', 'Pinot sivi', 'Frankovka', 'Cabernet sauvignon' i 'Neuburger'. (Mencarelli i sur. 2013)

3.2.4. Prošek

Prošek je desertno vino koje se proizvodi od tehnološki prezrelog, prosušenog grožđa. Tradicionalno se proizvodi od bijelih ('Pošip', 'Vugava', 'Maraština', 'Bogdanuša', 'Malvazija dubrovačka', 'Grk', 'Prč', 'Zlatica', 'Okatica bijela', 'Muškat ruža') i crnih ('Plavac mali', 'Babić', 'Okatac crni', 'Blatina', 'Lasina', 'Trnjak', 'Drnekuša') sorata. Zemljopisna područja uzgoja vinove loze za proizvodnju Prošeka su Sjeverna Dalmacija, Dalmatinska zagora, Srednja i Južna Dalmacija i Dingač. (NN 75/2013)

Berba grožđa namijenjenog za proizvodnju Prošeka provodi se kada šećer u grožđu dosegne minimalno 110 Oe°. Za suhe jeseni grožđe se ostavlja i suši na trsu, a za berbu se je potrebno suho vrijeme. Grožđe se polaže u plitke kašete (s jednim do dva sloja grozdova), kako ne bi došlo do gnječenja i pucanja bobica, tj. curenja soka. Ubrano grožđe se potom prosušuje dok ne postigne potrebnu koncentraciju (minimalno 150 Oe°) na lozi, na žici, na kamenu, pod nadstrešnicom, tavanom, ili drugim kontroliranim uvjetima na temperaturi ne većoj od 40 °C. Reducirajućih šećera u Prošekumu mora biti minimalno 60 grama po litri. (NN 75/2013)

3.3. Promjene na grožđu u procesu prosušivanja

Prosušivanje grožđa ima izražen utjecaj na kvalitetu budućega vina. Razlog tome je promjena u brojnim kvalitativnim parametrima koji se mijenjaju tijekom procesa sušenja. Prva i najznačajnija fiziološka promjena koja se događa tijekom procesa prosušivanja je gubitak vode iz grožđa. S tehnološkog aspekta posljedica toga je smanjenje iskoristivosti tekuće faze bobice a time i ukupnog randmana mošta i vina u odnosu na onaj koji bi dobili preradom u trenutku berbe. Gubitak vode odnosno brzina sušenja ovisi o tri faktora: temperaturi (°C), vlazi zraka (RH) i brzini strujanja zraka (ms^{-1}). Što su temperatura viša, strujanje zraka brže, a relativna vlažnost zraka niža, gubitak vode iz grožđa je intenzivnije. Brzina prosušivanja ovisi i o samoj sirovini tj. morfološkim i fiziološkim karakteristikama grožđa. Značajan utjecaj na brzinu sušenja ima veličina bobice, odnos volumena bobice i površine kože, sadržaj vode u tkivu bobice, debljina kože, prisutnost voštane ovojnice te zbijenost grozda (Mencerelli i Tonutti, 2013). Što su bobice manje, kožica tanja, a grozd rastresitiji, gubitak vode iz tkiva bobice bit će brži. Ovisno o kvaliteti sirovine i tipu vina koje se želi dobiti, proces prosušivanja može trajati od tri tjedna pa do četiri mjeseca, a sadržaj šećera može povećavati 30-40% (Mencerelli i Tonutti, 2013).

3.3.1. Dehidracija i gubitak mase grožđa

Tehnološki zahtjevi kod prosušivanja grožđa sorte Muškat bijeli u regiji Alto Monferato su sljedeći: potrebni gubitak mase je 25-30%. Postupak prosušivanja je definiran da se osigura pad od 1% mase po danu. Dnevni gubitak varira i u prvom tjednu je 1.3% dnevno, a u četvrtom 0.8% dnevno (Mencerelli i Tonutti, 2013).

D'Onofrio i sur. (2019) istraživali su prosušivanjem standardnih sorata za Amarone vina: 'Corvina', 'Corvinone' i 'Rondinella'. Period prosušivanja trajao je 140 dana, a sve tri sorte izgubile su za to vrijeme 50% mase. 'Rondinella' je 13% mase izgubila u 28 dana, 'Corvina' 25% za 50 dana, a 'Corvinone' 15% u 30 i 23% u 60 dana.

Tradicionalna proizvodnja Amarone vina traje 2-3 mjeseca uz gubitak mase od 30% (Slagenaufi i sur., 2020).

3.3.2. Sadržaj šećera i organskih kiselina

Smanjenjem količine vode ostali topivi spojevi se koncentriraju, prvenstveno šećer i organske kiseline. Na području regije Alto Monferato, gdje se proizvode vina od prosušenog grožđa sorte 'Muškat bijeli', u vrijeme berbe koncentracija šećera u moštu se kreće između 280 i 300 g/L, a nakon sušenja postiže se koncentracija oko 400 g/L. Na koncentraciju šećera ne utječu samo početni sadržaj šećera, već i fiziološki procesi poput disanja tkiva ili pak sinteze šećera razgradnjom jabučne kiseline kao posljedica stresnih uvjeta (Mencerelli i Tonutti, 2013). Kod sorata 'Aleatico', 'Rosso', 'Procanico' i 'Roschetto' vrijeme prosušivanja trajalo je između 12 i 16 dana, a gubitak mase bio je 20-27%. Sadržaj šećera je s početnih 228,3 g/L porastao na 264,2-301 g/L. Kod sorata 'Montepulciano' i 'Shiraz' sušenje je trajalo 33 dana, a gubitak mase je iznosio 40-44%. Sadržaj šećera je s 377,4 g/L porastao na 471,5-527,9 g/L (Mencerelli i Tonutti, 2013). Koncentracija šećera u pokusu D'Onofria i sur (2019) s početnih 180 g/L tijekom 140 dana sušenja narasla je na 400 g/L ('Corvinone'), 386 g/L ('Rondinella') 361 g/L ('Corvina').

Sadržaj ukupne kiselosti kod pokusa D'Onofria i sur. (2019) je sa početnih 7 g/L narasla do 7,7 g/L pri gubitku 30% ukupne mase. Do kraja sušenja i gubitka 50% mase ukupna kiselost narasla je ovisno o sorti i to između 8.5 i 9 g/L. Najveći udio u ukupnoj kiselosti odnosi se na vinsku kiselinu. Od ostalih su značajne jabučna i limunska. Kod D'Onofria i sur. (2019) sadržaj vinske je do konačnog gubitka od 50% mase narastao s 4.5 g/L na 5,5 g/L kod sorte 'Corvina' te sa 5 g/L na 5,7 i 6,2 kod 'Corvinone' i 'Rondinelle'. Vrijednosti vinske kiseline mijenjaju se kao posljedica koncentriranja u mesu bobice zbog gubitka vode (D'Onofrio i sur, 2019). Sadržaj jabučne s druge strane je ovisan o brojnim vanjskim i unutarnjim faktorima. U spomenutom istraživanju sadržaj jabučne kiseline je padao do razine između 20% prosušenosti, stagniralo do 30%, a onda do kraja sušenja ponovno rastao. Objašnjenje autora je da se jabučna kiselina

u bobicama koristi u fermentativnim biokemijskim procesima koji počinju u stanicama tijekom sušenja.

Rosti i sur. (2018.) proveli su pokus prosušivanja sorta 'Merlot' i 'Shiraz' u kontroliranim uvjetima uz temperature od 9 do 27 °C i vlazi zraka 74-77% u vremenu od 30 dana. Najznačajniji pad jabučne kiseline bio je pri temperaturi 27 °C. Sadržaj jabučne kiseline tijekom 30 dana kod 'Merlota' je pao 62%, a kod 'Shiraza' za 63.2%. Autori su također utvrdili neobičan fenomen smanjenja vinske kiseline pri čemu je na istoj temperaturi sušenja pad bio najveći, kod 'Merlota' 48.5%, a 'Shiraza' 35.5%.

Ukoliko dolazi do iznenadnih promjena u kretanju temperature, strujanju zraka i relativne vlažnosti dolazi do poremećaja u procesu gubitka vlage iz tkiva, što može uzrokovati i povećano sintetiziranje octene kiseline u bobici i pojave hlapive kiselosti. Prevelika vlaga zraka osim sporijeg sušenja može uzrokovati i mikrobiološku nestabilnost. Pritom se najčešće javlja *Botrytis cinerea*. Prema Mencerelli i Tonutti (2013) optimalna vlažnost je između 40-60%.

3.3.3. Sadržaj aromatskih spojeva

Vrlo važna skupina spojeva čija se kvantitativna i kvalitativna struktura mijenja tijekom prosušivanja su aromatski spojevi.

Najznačajniji aromatski spojevi su organske kiseline, proantocijanidini (tanini), terpenoidi (monoterpenoidi, seskviterpeni, i C13-norisoprenoidi) te različiti prekursori aromatskih aldehida, estera i tiola (Lund i Bohnam (2006), prema D'Onofrio, 2019). Od aromatskih spojeva u grožđu najzastupljeniji su terpeni i uključuju veliki broj grupa spojeva: hemiterpene (C5), monoterpene (C10) i seskviterpene (C15). Monoterpeni su tipični spojevi primarne sorte arome i općenito su dominantna grupa aromatičnih spojeva. Najznačajniji monoterpeni su linalol, geraniol, terpinol i citronelol. Odgovorni su za arome koje podsjećaju na ruže, kamfor, korijander i citruse dok u velikim koncentracijama daju zelene note. U grožđu su prisutni 3-10 puta više u glikoliziranoj formi (vezanim na molekule šećera) nego kao slobodni spojevi. Od ostalih terpena u grožđu zastupljeni su seskviterpeni (najčešće u mladim bobicama) i norisoprenoidi (najčešći beta-damascenone i beta-ionone). Od ostalih grupa u primarnoj aromi prisutni su hlapivi fenoli i derivati benzena, tioli i metoksipirazini (karakteristični za sorte 'Cabernet franc', 'Cabernet Sauvignon', 'Merlot' i 'Semillon'). (Mencerelli i Tonutti, 2013).

U literaturi koncentracija aroma može se izražavati po bobici ili po masi bobice. Koncentracija aroma po bobici koja definira efektivnu količinu arome (nije ovisna o stupnju dehidracije) u pravilu opada s nastupanjem zrelosti. Koncentracija aroma po masi bobica s druge strane može opadati ukoliko se radi o nekontroliranom prosušivanju na zraku ili može rasti ako se radi o kontroliranom prosušivanju u zaštićenim prostorima ili zračnim tunelima. Ukoliko tijekom prosušivanja dolazi do povećanja temperature, koncentracija monoterpena

značajno pada. Vrlo važan efekt tijekom prosušivanja je promjena udjela pojedinih tipova aroma, kao i odnos vezanih i slobodnih frakcija.

Kod sorte 'Rondinella' sadržaj aromatskih spojeva bio je najviši pri 10% gubitka mase (benzenoidi, alkoholi i fenoli). Kod sorte 'Corvina' je najveća koncentracija aromatskih spojeva bila u trenutku berbe (benzenoidi, fenoli, norisoprenoidi i kiseline), a derivati vanilina pri 10% prosušenosti. 'Corvina' je imala najveću koncentraciju aroma pri 30% prosušenosti (benzenoidi, fenoli i derivati vanilina) (D'Onofrio i sur., 2019) (str 95.) Većina aromatskih spojeva (izuzev metokspirazina) u bobici akumuliraju se tijekom dozrijevanja i svoj vrhunac dostižu netom pred tehnološku zrelost. (Mencerelli i Tonutti, 2013).

Potvrda tome su istraživanja na sortama 'Aleatico', 'Ciliecolo', 'Muškat bijeli' i 'Sangiovese' (D'Onofrio i sur., 2008, D'Onofrio i sur., 2010a,ab), 'Muškat Hamburg' (Fenoll i sur, 2009), 'Airen', 'Chardonnay' i 'Macabeo' (Garcia i sur., 2003), dok se koncentracija u periodu prezelosti smanjuje.

Proizvodnja vina od prosušenog grožđa sorte 'Muškat bijeli' karakteristična je za talijansku regiju Regija Alto Monferatto. 'Muškat bijeli' tipična je terpenska sorta, a terpenski spojevi bitni za prosušivanje nalaze se u glikoliziranoj formi. U periodu berbe ove sorte za pjenušava vina glikozilirani i slobodni linalol su otprilike istoj koncentraciji (300 i 500 mg/L) dok je omjer u vrijeme berbe za prosušivanje taj omjer 5:1 do 10:1 u korist glikoliziranoga s koncentracijom 1000 mg/L glikoliziranog oblika.

Kod sorte 'Muškat bijeli' prezelost nakon 10 dana uzrokuje pad mase bobice oko 15% i reducira količinu terpena po masi bobice između 65 i 75% izraženo na jednu bobicu (D'Onofrio, neobjavljeno). U istom istraživanju potvrđeno je da je udio slobodne forme geraniola rastao između 30 i 120% (izražen kao koncentracija po bobici). Slični rezultati dobiveni su i kod sorte 'Aleatico', aromatične sorte koja se koristi za proizvodnju „passito“ stila vina. Kod ove sorte kao i kod 'Muškata bijelog' monoterpeni čine 85% aromatskog profila, od čega 10% otpada na one u slobodnoj formi dok je 90% vezano. Kod 'Aleatica' nakon dva tjedna sušenja gubitak težine bobica iznosio je 8-12%, što je uzrokovalo identično smanjenje ukupnih aroma od 2-10% (po pojedinačnoj bobici). (Mencerelli i Tonutti, 2013).

Na kvalitetu i kvantitetu aromatskih spojeva najveću važnost ima temperatura prosušivanja. Povećane temperature pojačavaju oksidaciju primarnih aroma pri čemu se povećava koncentracija hidroksiliranih formi aromatskih spojeva (OH-geraniol, OH-linalol, OH-citronelol) (Mencerelli i Tonutti, 2013).

Kod aromatičnih kultivara poput 'Muškata', 'Aleatica' ili 'Malvazije' sušenje pri 10 °C ne utječe na gubitak aroma, ali je sa povećanjem temperatura njihova degradacija snažno izražena (Mencerelli i Tonutti, 2013).

Istraživanjem kod sorte 'Carmenere' i 'Cabernet Sauvignon' sušenjem na temperaturi 60 °C i 38% vlage utvrđena je izrazita degradacija terpena, seskviterpena, organskih kiselina, alkohola, estera, derivata benzena i C6 spojeva dok je utvrđeno povećanje furana, pirana i laktona (Mencarelli i sur., 2018). Glavni uzročnik oksidacije je polifenol oksidaza čija se aktivnost značajno povećanja sa povećanjem temperature od 10-20 °C i drastično između 20-30 °C (Mencarelli i sur., 2018).

Dehidracija potiče i nastanak fermentativnih i oksidativnih sekundarnih hlapivih spojeva (etanol, octena kiselina, esteri i viši alkoholi), osobito u slučaju nekontroliranog prosušivanja na otvorenom.

S obzirom na značajan utjecaj temperature na aromatski sastav i tehnika prosušivanja posljedično ima značajan utjecaj na sastav aromatskih spojeva.

Sorta 'Muškati aleksandrijski' ima potpuno različiti aromatski profil ako se usporedi vino od prosušenoga grožđa iz regije Piemont (sjever Italije) i vino iz regije Pantelleria (jug Italije). Glavni faktor je visoka temperatura nastala zračenjem sunca karakteristično za jug Italije i gdje se grožđe suši na otvorenom (Mencarelli i sur., 2018). U takvim uvjetima dolazi do snažne oksidacije aromatskih spojeva u grožđu pa u vinu prevladavaju arome sušene smokve, marelice i meda (Mencarelli i sur., 2018). U sjevernoj talijanskoj regiji Piemont grožđe iste sorte suši u natkrivenim zasjenjenim prostorima s izraženim strujanjem zraka u prostoriji pa je i struktura arome drugačija.

Kod sorte 'Corvina' sušenjem tradicionalnim prosušivanjem u plastenicima utvrdio viši sadržaj etil-acetata, etil-butanoata, beta-citronelola, 3-oxo-alfa jonola, a sušenjem na trsu više beta-damascenona (Slagenaufi i sur., 2020).

Sušenjem u dehidracijskom tunelu s kontroliranom temperaturom (12-16 °C, 50-70% RH) kod sorte 'Aleatico' uzrokovalo je redukciju 31% mase bobica u 2 tjedna. Aromatski profil po masi bobica porastao je 35% (45% slobodni i 33% glikolizirani). Pri tome su geraniol i RCs kao najzastupljeniji sa 90% u slobodnoj formi blago rasli, oko 3%, a glikolizirani pali za otprilike 6%. Obje verzije nerola i RCsa su rasle 8% dok su slobodne verzije linalola padale 15%.

Sušenjem na otvorenom zraku u hladu kod sorte 'Aleatico' (16-37 °C, 30-65% RH) rezultiralo je gubitkom mase bobica od 26% u tjedan dana. U tom slučaju zabilježeno je smanjenje koncentracije aroma za 15% na masu bobica, tj. 35% izraženo po bobici. Prosječan rezultat je bio 28% za C6 alifatske alkohole, 8% benzenoide i rcs, 40% monoterpene i 15% C13-norizoprenoide po bobici.

Kod sorte 'Aleatico' prosušivanje na trsu ili u sušari uzrokuje snažan gubitak linalola i pojavu slobodnih frakcija geraniola i nerola (Mencarelli i Tonutti, 2013).

Na istraživanju kod sorte 'Pinot crni' prosušivanom u zračnom tunelu pri temperaturi od 22 °C utvrđeno je da su dominantni spojevi terpeni (gvajakol, citronelol, geraniol i eugenol) te norisoprenoidi (beta-ionon, beta-damascenon) (Mencarelli i sur., 2018).

Istraživanjem na sorti 'Aleatico' sušenjem na temperaturi 12 °C i 60% vlage utvrđen je gubitak od 31% ukupne mase, ali i povećanje koncentracije slobodnih aromatskih spojeva između 5 i 35% (Mencarelli i sur., 2018). Kod sorte 'Malvasia' na Eolskim otocima grožđe prosušeno u sjeni bilo je bogatije za 67% u hlapivim i 20% u ukupnim terpenima (Mencarelli i sur., 2018). Od ostalih spojeva pri niskim temperaturama još mogu nastati spojevi iz grupe seskviterpena i balzamskih monoterpena.

Pozitivan efekt prosušivanja je redukcija C6 alifatskih alkohola odgovornih za jake herbalne arome, ali i sinteze benzenoida i C13-norisoprenoida.

Mencarelli i Tonutti (2013) daju generalni zaključak da kod svih istraživanja na sorti 'Aleatico' prosušivanje uzrokuje jaki pad koncentracije monoterpena, prvenstveno kroz pad koncentracije glikoliziranih varijanti, dok slobodne forme mogu rasti ili padati ovisno o okolišnim uvjetima.

3.3.4. Utjecaj temperature na metabolizam aromatskih spojeva tijekom prosušivanja

Mencarelli i Bellincontro (2018) u svom radu daju zaključak da se s porastom temperatura od 10-30 °C gube sortne arome, a nastaje sve više oksidacijskih aroma, pri čemu se najveća kompleksnost aromatskog profila postiže pri temperaturama od 20 °C. Također zaključuju da je prosušivanje na nižim temperaturama zahvalnije za očuvanje hlapivih spojeva i primarnih aroma grožđa.

Vrlo važan faktor osim očuvanja pozitivnih aroma pri nižim temperaturama je i smanjena sinteza hlapive kiselosti. Temperature oko 20°C doprinose kompleksnosti, međutim pojačavaju sintezu octene kiseline, ali i polifenolnih spojeva (Mencarelli i Tonutti, 2013).

Sušenjem u zračnom tunelu pri 21 °C, vlažnosti 42% i brzini strujanja zraka od 1-1,5 m/s kod sorte Malvasia i Trebiano do gubitka 50%, odnosno 34% (na mase bobice) došlo je do povećanja alkohola, estera i viših alkohola kao rezultat fermentacije (Bellincontro i sur., 2004). Etil acetat i octena kiselina u početku sušenja su odsutni, ali do drugog tjedna brzo rastu kao posljedica oksidacije etanola. Ovaj proces osobito je izražen kod grožđa koje se suši na otvorenome (Mencarelli i Tonutti, 2013).

Količina etanola i acetaldehida raste sa porastom aktivnosti alkohol-hidrogenaze dok pada sa pojavom etil-acetata (Mencarelli i Tonutti, 2013).

Niže temperature (10 °C) reduciraju oksidaciju hlapivih spojeva za razliku od viših (između 20 i 30 °C). Na primjeru sušenja sorte 'Aleatico' u tunelu pri nižim temperaturama, alkohol hidrogenaza (stvaranje alkohola i acetaldehida) počinje rasti nakon gubitka 20% gubitka mase, a nastavlja rasti i nakon gubitka 40% mase. Time je procesom smanjen proces oksidacije, a akumulira se velika količina acetaldehida. Kod viših temperatura (30 °C) aktivnost alkohol hidrogenaze značajno raste, ali acetaldehid se ne akumulira zbog snažne oksidacije i prelaska u octenu kiselinu i etil-acetat. Sušenjem sorte 'Montepulciano' prilikom sušenja na 20 °C bilo je više alkohola i estera, dok je pri 10 °C bilo više aldehida i terpenskih alkohola (Santonico, 2010). Kod sorte 'Aleatico' sušenjem u zračnom tunelu utvrđeno je i više viših alkohola (izoamilni alkohol) nego u grožđu redovite berbe (Mencereilli i Tonutti, 2013).

Važan spoj za koji je potvrđeno da nastaje ili brzim prosušivanjem grožđa bilo visokim temperaturama bilo brzim strujanjem zraka je furfural, spoj koji nastaje u procesu odumiranja tkiva, a uzrokuje posmeđenje tkiva (Mencarelli i sur., 2018).

3.3.5. Utjecaj temperature na metabolizam polifenolnih spojeva tijekom prosušivanja

Utjecaj sušenja na sadržaj polifenola nema toliki značaj kao na arome. Prilikom sušenja raste koncentracija kvercitina dok koncentracija katehina značajno pada. Također pod utjecajem UVB zraka raste koncentracija flavanola. Prema većini istraživanja utjecaj prosušivanja nema utjecaj na fiziologiju antocijana (Mencereilli i Tonutti, 2013.).

4. Materijali i metode

4.1. Područje istraživanja

Istraživanje na provedeno na grožđu sorte 'Muškat žuti' vinove loze (*V. vinifera* L.) s područja Vivodine, vinske regije ponad grada Ozlja u Karlovačkoj županiji.

4.2. Sorta vinove loze 'Muškat žuti'

Sorta vinove loze 'Muškat žuti' (prime name: 'Moscato Giallo'; sinonimi: 'Goldenmuskateller', 'Moscat', 'Moscatel', 'Moscato Cipro', 'Moscato dalla Siria', 'Muscat du Pays', 'Muscat Italien', 'Muscat vert', 'Muscatedda', 'Muscato de Goloio', 'Muskat Dzhallo', 'Rumeni Muškat') bijela je talijanska vinska sorta vinove loze.

Sličnosti u nazivu i morfologiji često dovode do brkanja 'Moscato Giallo' s drugim sortama muškata kao što je 'Moscato bianco' na Siciliji.

'Muškat žuti' pripada skupini muškatnih kultivara, koje čine jednu od najstarijih i najraširenijih obitelji sorata na svijetu. Grožđe koje danas poznajemo pod imenom „muškat“ koristilo se u vinarstvu još od vremena starih Grka (Mirošević i sur., 2009). Ovoj obitelji pripada preko 200 sorti vrste *Vitis vinifera* L. koje su se stoljećima koristile u proizvodnji vina, ali i za sušenje (groždice) i svježju potrošnju (zobaticice, stolno grožđe). Postoje brojne teorije o etimologiju imena muškat, a najviše se dovodi u vezu sa starolatinskom riječi za „mošus“ (grčki 'moskos', latinski 'muscus' francuski 'musc'), koja opisuje intenzivnu i karakterističnu arome vina proizvedenog od ove sorte. (Geiger 2020).

'Muškat žuti' najviše se uzgaja u regiji Trentino-Alto Adige (Trentino-Južni Tirol) na sjeveroistoku Italije, gdje se najčešće koristi za proizvodnju desertnih vina u stilu „passita“. To su vina dobivena fermentacijom grožđa prosušenog na zraku i s visokim udjelom neprevrelog šećera na kraju fermentacije (Robinson i sur. 2012).

Postoje neke rasprave o podrijetlu 'Muškata žutog'. Mnogi istraživači vjeruju da su ga u sjevernu Italiju s Bliskog istoka (područje današnje Sirije) donijeli poznati mletački trgovci u srednjem vijeku. Međutim, vjerojatna bliska genetska veza s 'Muškatom bijelim' u suprotnosti je s ovom teorijom, te se sada smatra da je Muškat žuti zapravo porijeklom iz sjeveroistočne Italije (Mirošević i sur., 2009). Početkom 21. stoljeća analiza DNK pokazala je da je 'Moscato Giallo' dijelio odnos roditelj-potomak s 'Muscat blanc à Petits Grains' (također poznat kao 'Moscato bianco'). Kako se prvo dokumentirano spominjanje 'Muscat blanc à Petits Grains' (pod sinonimom 'Muscatellus') može datirati u rano 14. stoljeće, vjerojatno je da je naizgled noviji 'Moscato Giallo' potomak u odnosu (Robinson i sur. 2012).

Kroz ovaj odnos s 'Muscat blanc à Petits Grains', 'Moscato' je polubrat nekoliko drugih sorti grožđa uključujući 'Aleatico', 'Moscato di Scanzo', 'Moscato Rosa del Trentino', 'Muscat of Alexandria' i 'Muscat rouge de Madère'. Budući da se velika većina zasada 'Moscato Giallo' i njegovog širenja srodnih vrsta nalazi u sjevernoj Italiji, ampelografi vjeruju da je vjerojatnije da grožđe potječe iz Italije nego s Bliskog istoka (Lukenda 2021).

Boje 'Muškata' razlikuju se od bijele (npr. 'Muškat ottonel'), žute ('Muškat žuti'), rose ('Muškat ruža'), do crne ('Muškat hamburg'). Sorte toplih, južnih podneblja poznate po aromatičnosti. Među najistaknutijim članovima obitelji muškata je 'Muškat bijeli', primarna sorta koja se koristi u proizvodnji pjenušaca („Moscato Asti“), te francuskih desertnih vina („vin doux naturel“). 'Aleksandrijski muškat' je također poznata i često korištena sorta u proizvodnji francuskog slatkog vina, te između ostalog i španjolskog "Moscatele". U Hrvatskoj se najviše uzgajaju 'Muškat žuti', 'Muškat bijeli', 'Muškat hamburg' i 'Muškat ottonel' (Mirošević i Turković, 2003).

Muškat žuti sorta je ranog do srednjeg dozrijevanja i snažnog vigora (nadzemni, zeleni dio trsa), koji treba kontrolirati orezivanjem. Zbog rastresitosti grozdova i debele kožice bobica Muškat žuti ima određenu otpornost na sivu plijesan. Unatoč tome, na plamenjaču vinove loze (*Plasmopara viticola* L.) i pepelnicu vinove loze (*Uncinula necator* L.) otpornost joj je osrednja. Također, 'Muškat žuti' često vrlo prikladan za proizvodnju vina kada se sadi na vapnenačkim padinama koje po svojoj prirodi imaju visok sadržaj vapna i krede (Robinson i sur. 2012).

Prinosi 'Muškata žutog' variraju ovisno o sustavima uzgoja od 6 do 14 tona po hektaru. Nakuplja se od 16 do 25% sladora i 5,0 do 9,0 g/L ukupne kiselosti. Vrlo je zahvalan kultivar za proizvodnju vina svih kategorija kakvoće. (Lukenda 2021) 'Muškat žuti' je zbog svojih karakteristika preporučena je i dopuštena sorta za uzgoj u svim podregijama Hrvatske (NN 25/2020).

4.3. Berba i sušenje grožđa

Berba i prosušivanje grožđa provedeno je 2020. godine. Materijal za istraživanje je grožđe sorte Muškat žuti ubrano u trenutku fiziološke zrelosti iako tehnološka zrelost nije nastupila. Razlog je bila moguća prodaja grožđa zbog čega smo morali ranije pobrati grožđe.

Grožđe je prosušivano na dva načina s obzirom na tip zaštićenog prostora:

- ispod nadstrešnice, ali čitav dan izloženo suncu
- u potkrovlju zgrade zaštićenom od sunca, ali pod utjecajem strujanja zraka.

Za svaku od dvije varijante grožđe je raspoređeno na tri lijesa sa po 10-ak kilograma grožđa na svakoj. Tijekom sušenja svakodnevno je praćena temperatura i vlažnost zraka.

4.4. Praćenje osnovnih parametara prosušivanja

S ciljem utvrđivanja gubitka mase tijekom sušenja lijesa su vagane svakih 10 dana do postizanja koncentracije šećera u grožđu od 100 °Oe. Rezultati su izraženi u kilogramima (kg) te je na osnovu prosjeka mase na početku i na kraju sušenja postotak gubitka mase.

Osnovni parametri kvalitete uključivali su mjerenje sadržaja šećera u moštu, ukupne kiselosti, pH vrijednost te sadržaj pojedinačnih organskih kiselina (vinske, jabučne i limunske). Uzorci za analizu uzeti su istom dinamikom kao i vaganje. Za potrebe mjerenja uzet je skupni uzorak sa sve tri lijesa od svake varijante u količini od 50 bobica. Bobice su zgnječene i procijeđen je mošt za daljnju analizu.

Ukupni sadržaj šećera je utvrđen refraktometrijski i izražen u Oechsllovim stupnjevima (°Oe). Sadržaj kiseline određen je neutralizacijom s 0,1M NaOH i brom-timolom kao indikatorom promjene pH. Rezultat je izražen u gramima po litri (g/L).

U svrhu analize pojedinačnih organskih kiselina, uzorak mošta filtriran je primjenom membranskog filtra promjera pora 0,22 µm u vialu. Analiza je provedena na tekućinskom kromatografu visoke djelotvornosti (HPLC). Kao pokretna faza korištena je vodena otopina fosforne kiseline dok je detekcija provedena uporabom detektora s nizom fotodioda (DAD).

4.5. Analiza aromatskih tvari

Analiza sadržaja aromatskih spojeva provela se na način da su se istom dinamikom kao i kod ostalih praćenja sa svake lijesa uzimali uzorci od 30 bobica i zamrzavali prvo u tekućem dušiku, a nakon toga spremali u zamrzivač na -21 °C do trenutka pripreme za analizu aroma na GC-MS uređaju. Priprema uzoraka za samu analizu u laboratoriju provedena je prema sljedećem protokolu: odvajanje kože grožđa od ostatka bobice (prethodno zamrznutih u svrhu čuvanja kakvoće), sušenje kože u liofilizatoru, usitnjavanje kože u laboratorijskom mlinu, usitnjavanje i izolacija analita.

Za svrhe ovog istraživanja korištena je metoda liofilizacije biljne mase. Liofilizacija ili sušenje proizvoda u smrznutom obliku je postupak kojim se smrznuta faza materijala odvodi sublimacijom (prelazak u vodenu paru pri uvjetima sniženog tlaka i temperature). Prednosti liofilizata (liofiliziranog materijala) su brojne, a najznačajnije za ovo istraživanje jest činjenica da je razgradnja kemijskih komponenti metodom liofilizacije u proizvodu minimalna (Kaić 2020).

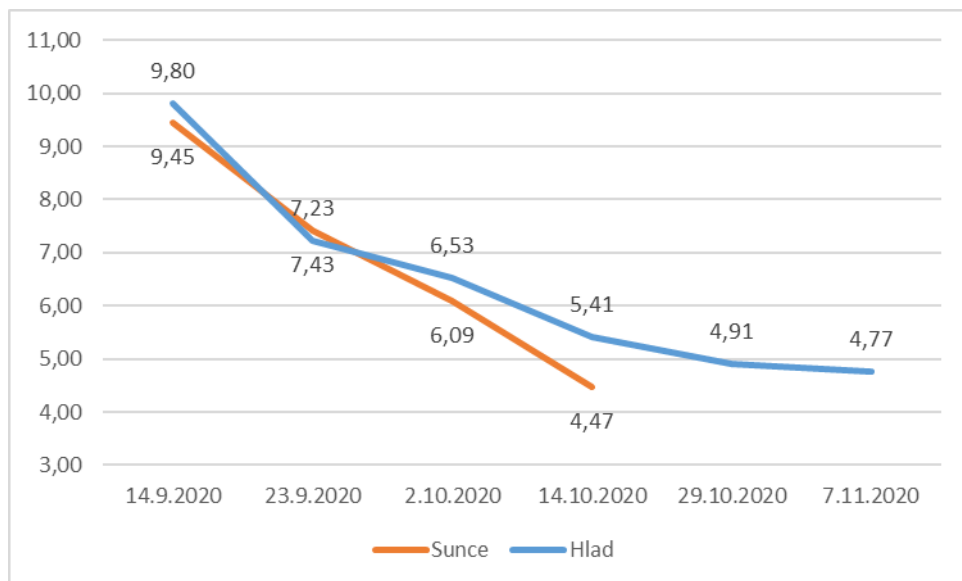
Analiza hlapivih spojeva provela se iz 100 mg suhe kože grožđa primjenom vezanog sustava plinske kromatografije-spektrometar masa (GC-MS) uz prethodnu izolaciju analita mikroekstrakcijom na čvrstoj fazi u izvedbi klina (SPME-Arrow) (Šikuten i sur., 2021). Rezultati analize dobiveni su u vidu pikova te je za interpretaciju o vrsti i zastupljenosti korišten podatak

o površini pika. Aromatski spojevi izrazito su hlapivi i gube se stajanjem sirovine na zraku, ali isto tako postoji i mogućnost njihovog vezanja za npr. molekule šećera. Kako bi točno utvrdili dali je došlo do njihovog značajnog pada, stagnacije ili rasta na kraju sušenja provedena je statistička analiza ANOVA i test razlike srednjih vrijednosti (Duncan Multiple Range Test). Isto tako utvrđeno je koji su pojedinačni spojevi i grupe spojeva bile najzastupljeniji te je prikazan njihov udio u ukupnom sadržaju aroma na početku i kraju sušenja.

5. Rezultati i rasprava

5.1. Gubitak mase grožđa tijekom prosušivanja

Na Grafikonu 1. prikazane su vrijednosti izmjere mase grožđa na lijesama tijekom perioda sušenja. Rezultati su izraženi u kilogramima (kg).

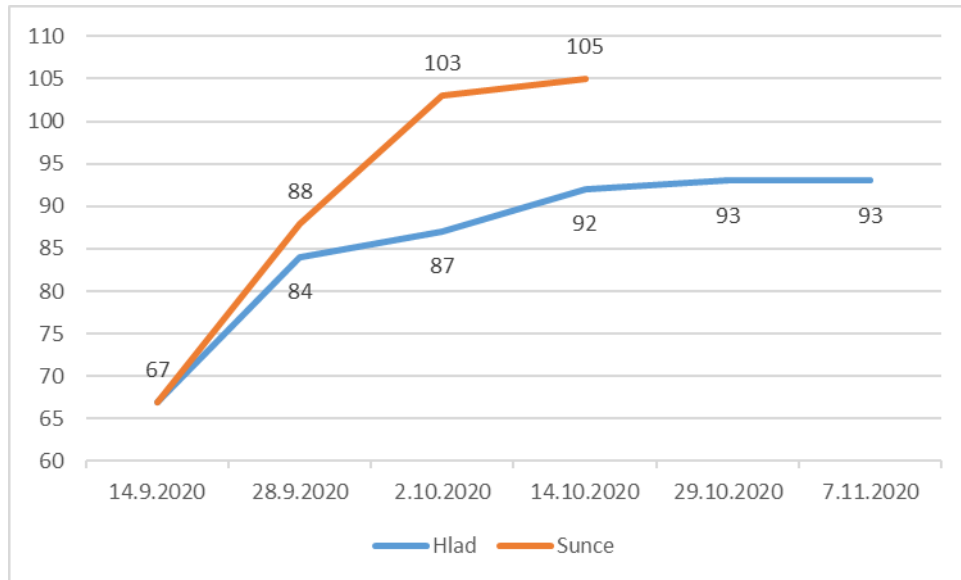


Grafikon 1. Gubitak mase grožđa tijekom prosušivanja

Gledano kroz postotak gubitka mase, gubitak sušenjem u uvjetima sušenja na suncu iznosio je 52,89%, a prosjek gubitka mase sušenjem u hladu iznosio je 50,42%, s time da je sušenje trajalo 20 dana dulje nego na suncu. Iz navedenog može se zaključiti kako tijekom istraživanja nije bilo značajnih razlika u gubitku mase između varijanata sušenja na suncu i sušenja u hladu.

5.2. Promjene u koncentraciji šećera tijekom prosušivanja

U Grafikonu 2 prikazano je kretanje sadržaja šećera tijekom prosušivanja u obje varijante sušenja. Podaci su izraženi u °Oe.



Grafikon 2. Promjene u koncentraciji šećera tijekom prosušivanja

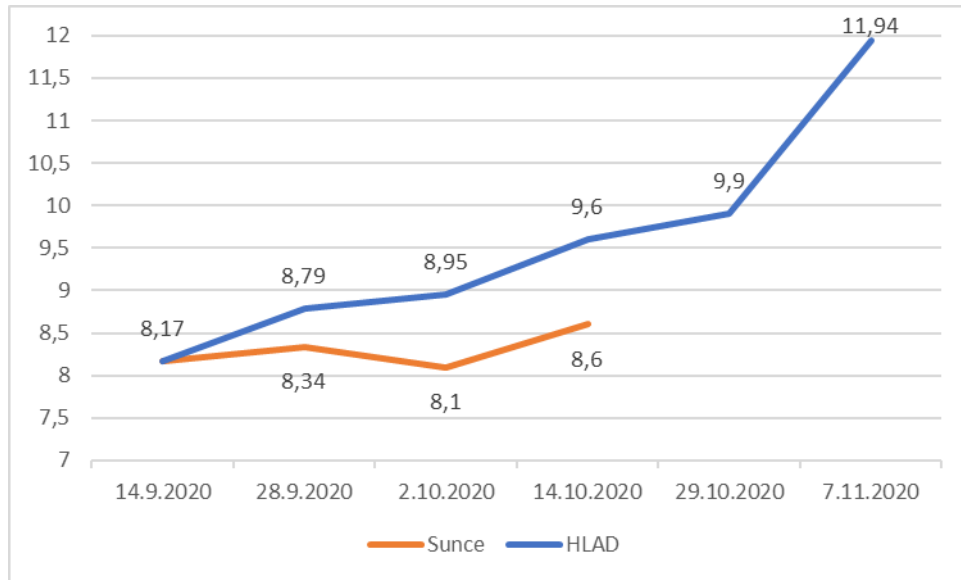
Početna razina šećera u netom pobranom grožđu iznosila je 67 °Oe. Iz priloženog grafikona vidljivo je da je razina šećera na kraju sušenja grožđa u hladu iznosila 105 °Oe (što je povećanje razine šećera od 56,71%), dok je na kraju sušenja u hladu razina šećera iznosila 93 °Oe (povećanje od 38,8%), što predstavlja značajnu razliku prilikom ocjenjivanja kakvoće grožđa za proizvodnju vina. Treba napomenuti i kako je grožđe u hladu bilo ostavljeno 20 dana dulje, a u tih 20 dodatnih dana razina šećera povisila se za samo jedan °Oe.

Kako je ranije pojašnjeno, zbog pojave plijesni i propadanja grožđe iz hlada je 7. 11. moralo biti skupljeno, zbog čega nismo mogli pratiti daljnje prosušivanje i eventualno povećanje razine šećera do optimalnih 100-tinjak °Oe.

Metoda sušenja na suncu značajno je i pozitivno utjecala na sadržaj šećera, a na gubitak mase bobice, tj. vode nije značajno utjecala. Ta činjenica daje naslutiti da je veće nakupljanje šećera na suncu rezultat i drugih fizioloških procesa u bobici, a ne samo koncentracija šećera uslijed dehidracije grožđa.

5.3. Sadržaj ukupnih kiselina

Sadržaj kiselina i dinamika kretanja kiselina tijekom sušenja prikazani su na Grafikonu 3. Rezultati su izraženi u gramima po litri (g/L).



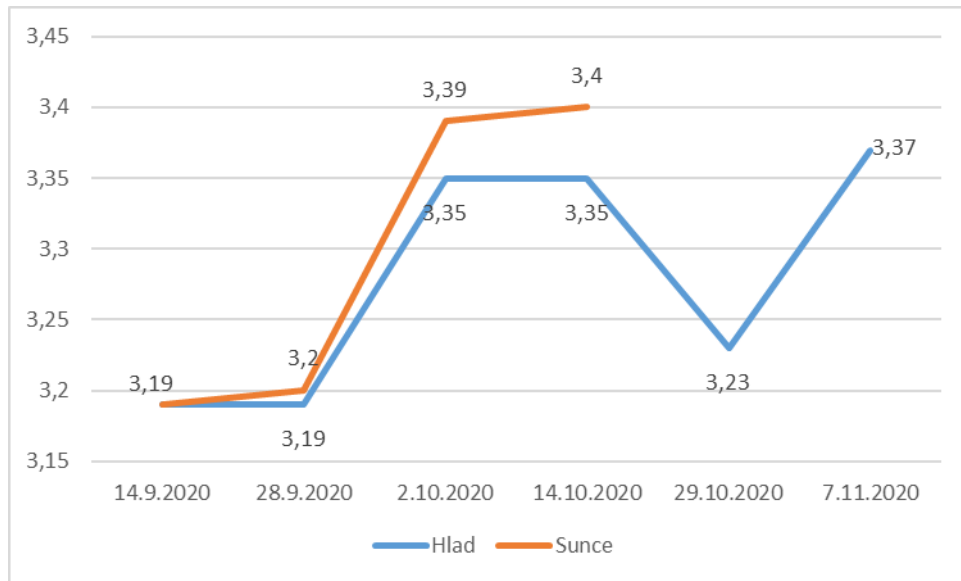
Grafikon 3. Dinamika kretanja kiselina

Sadržaj kiselina na početku mjerenja iznosila je u obje varijante 8,17 g/L, dok je na kraju sušenja na suncu iznosila 8,6 g/L, a na kraju sušenja u hladu 11,94 g/L.

Prilikom sušenja na suncu ta je razina stagnirala ili blago rasla, dok je u varijanti sušenja u hladu značajno rasla. U usporedbi ove dvije varijante može se zaključiti kako je varijanta sušenja u hladu polučila značajno višu razinu kiselina, točnije porast od 46,14% (odnosno 17,5% u trenutku prestanka sušenja na suncu). Varijanta sušenja na suncu rezultirala je porastom kiselina od svega 5,26%. Na temelju ovih saznanja za zaključiti je kako bi se za dobivanje vina s višom razinom šećera i manjom razinom kiselina trebala primijenjivati metoda dehidracije na suncu, a ne u hladu.

5.4. Vrijednost pH tijekom prosušivanja

Kretanje vrijednosti pH tijekom prosušivanja prikazano je na Grafikonu 4.

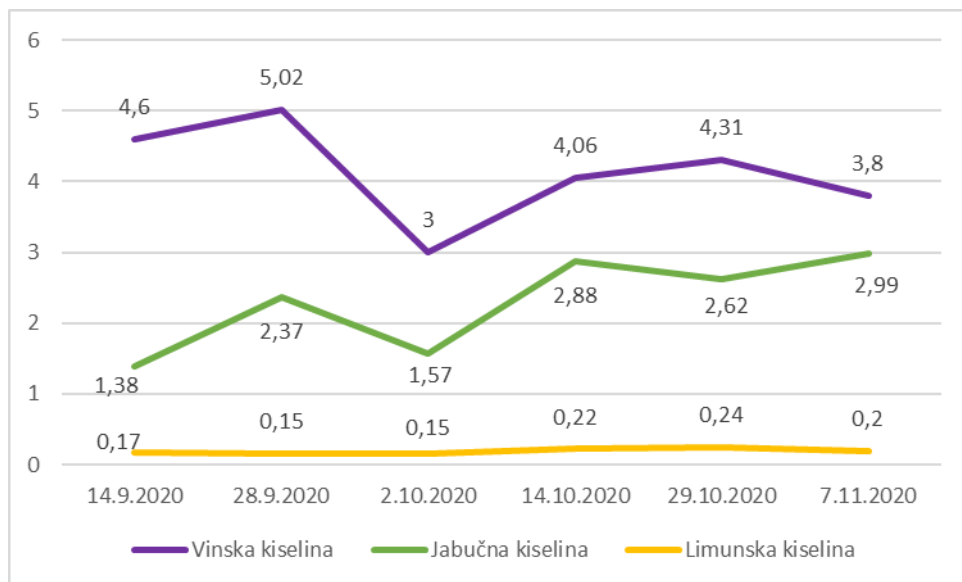


Grafikon 4. Kretanje vrijednosti pH tijekom prosušivanja

Vrijednost pH se tijekom prosušivanja povećavala u obje varijante sušenja do 2.10 nakon čega u pravilu stagnira. Kod sušenja u hladu došlo je nagloga pada 29.10., što može biti posljedica analize lošijeg uzorka.

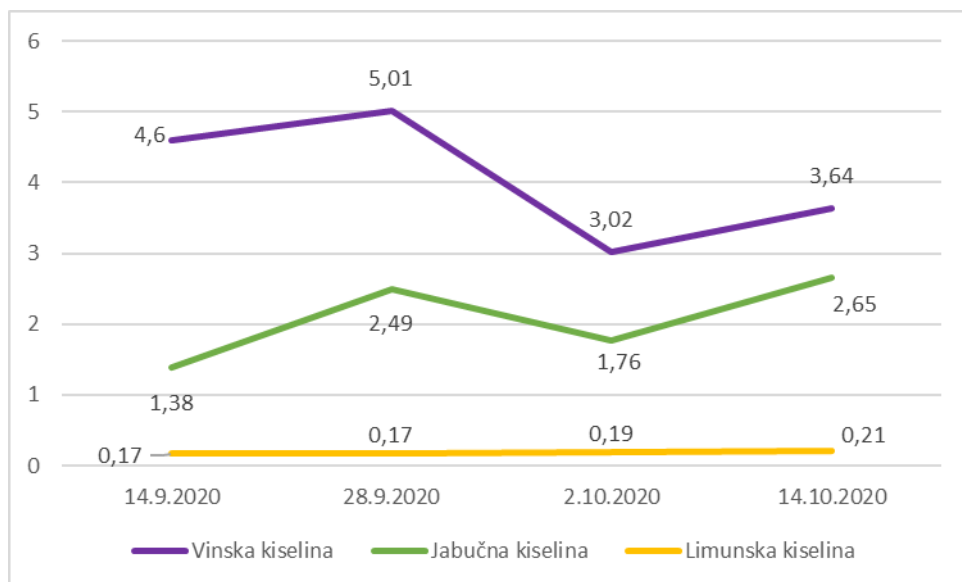
5.5. Sadržaj i razina organskih kiselina

Sadržaj pojedinačnih organskih kiselina i dinamika promjene tijekom sušenja u hladu prikazane su na Grafikonu 5.



Grafikon 5. Sadržaj i kretanje organskih kiselina sušenjem u hladu

Sadržaj i kretanje koncentracije pojedinačnih organskih kiselina tijekom sušenja na suncu prikazani su na Grafikonu 6.



Grafikon 6. Sadržaj i kretanje organskih kiselina sušenjem na suncu

Istraživanjem je utvrđeno da su koncentracije organskih kiselina na kraju sušenja rasle, pale ili stagnirale u odnosu na sam početak sušenja. Pri tome je vinska kiselina (kao najzastupljenija organska kiselina) u hladu pala s početne koncentracije od 4,6 g/L na 3,8 g/L, što predstavlja gubitak kiseline od 17,4%. Nakon sušenja na suncu razina vinske kiseline također je pala, ali gubitak kiseline bio je veći (20,87%).

Druga najzastupljenija organska kiselina u grožđu jest jabučna kiselina i njena je koncentracija, za razliku od vinske, nakon sušenja narasla u obje varijante pokusa. Nakon sušenja u hladu narasla je za 116% (s 1,38 g/L na 2,99 g/L), a sušenjem na suncu porast je iznosio 92% (na 2,65 g/L).

Što se tiče limunske kiseline, njen porast je sušenjem bio manji, ali ipak prisutan, te je iznosio 17,65% nakon sušenja u hladu i 23,53% nakon sušenja na suncu.

Rezultati ove analize u skladnosti su s analizom grožđa na ukupne kiseline, kojom se pokazalo da sušenje i u hladu i na suncu utječe na rast koncentracije kiselina u moštu, s time da sušenje u hladu znatnije pospješuje koncentraciju kiselina u odnosu na sušenje na suncu.

5.6. Sadržaj i udio aromatskih spojeva

Kao rezultat analize aroma na GC-MS uređaju dobivene su vizualna očitavanja u vidu vrhova, šiljaka tzv. „pikova“ . Na osnovu pozicije pika očitana je vrsta spoja a na osnovu veličine pika izračunata je površina koju zauzima u polju. Krajnji rezultat izražen je upravo kao površina pika te je na osnovu te površine utvrđena i zastupljenost pojedinog spoja odnosno grupe spojeva na početku i kraju sušenja. Rezultati statističke analize kao i trenda kretanja sadržaja spojeva za varijantu sušenja na suncu prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1: Rezultati analize zastupljenosti i sadržaja aromatskih spojeva i statistička usporedba podataka za varijantu sušenja na suncu.

Spoj	14.9.2020	18.10.2020	Pr > F(Model)	Significant	Trend
1,2-Propanediol	2097830,000 b	13285098,800 a	0,012	Yes	▲
1,4-Butanediol	472809,667 b	3931054,400 a	0,047	Yes	▲
1-Butanol, 3-methoxy-	44802070,667 a	45531144,000 a	0,959	No	▲
1-Hexanol	9693866,333 b	59149660,800 a	0,000	Yes	▲
1-Nonanol	2833699,000 a	2445922,600 a	0,523	No	▼
2,3-Butanediol, [S-(R*,R*)]-	7206738,000 a	63451595,200 a	0,050	No	▼
2-Furanmethanol, 5-ethenyltetrahydro-a,a,5-trimethyl-, cis-	36400482,000 b	70655510,400 a	0,002	Yes	▲
2-Penten-1-ol, (E)-	8968927,333 a	5657515,800 a	0,068	No	▼
2-Penten-1-ol, (Z)-	3987830,333 a	2549103,200 b	0,017	Yes	▼
2-Propanol, 1-methoxy-	109836790,333 a	35265250,400 a	0,088	No	▼
2H-Pyran-3-ol, 6-ethenyltetrahydro-2,2,6-trimethyl-	60149415,667 a	78452955,400 a	0,051	No	▲
3-Hexen-1-ol, (E)-	13495676,333 a	15882753,600 a	0,506	No	▲
3-Hexen-1-ol, (Z)-	6638845,000 a	12107160,400 a	0,225	No	▲
3-Pentanol, 2,4-dimethyl-	3702024,667 a	13104862,400 a	0,451	No	▲
5-Hepten-2-ol, 6-methyl-	13942164,333 a	15450327,000 a	0,724	No	▲
Benzeethanol	10573130,000 a	7118110,200 b	0,029	Yes	▼
Benzenemethanol	19617375,333 a	18221720,200 a	0,770	No	▼
total alcohols (alkoholi)	354419675,000 a	462259744,800 a	0,102	No	▲
2,4-Heptadienal, (E,E)-	2798380,333 a	1438761,600 b	0,011	Yes	▼
2-Hexenal	685078647,667 a	405176971,800 b	0,032	Yes	▼
2-Octenal, (E)-	2642617,667 a	2130866,800 a	0,673	No	▼
3,5-Octadien-2-one, (E,E)-	2991754,667 a	1919754,400 b	0,032	Yes	▼
4-Methylfuran-2(5H)-one	1509691,333 b	3107345,000 a	0,002	Yes	▲
5-Hepten-2-one, 6-methyl-	21582879,667 a	12848598,400 a	0,159	No	▼
Benzaldehyde	4501198,333 a	3382057,000 a	0,239	No	▼
Benzeneacetaldehyde	6569113,000 a	4927717,400 a	0,199	No	▼
Nonanal	5403081,667 a	442543,600 b	<0,0001	Yes	▼
Hexanal	523747528,667 a	282467901,800 b	0,048	Yes	▼
Geranylacetone	2940460,000 a	1773770,200 a	0,100	No	▼
total carbonyls (aldehidi i ketoni)	1259765353,000 a	719616288,000 b	0,023	Yes	▼
2(10)-Pinene	9463888,333 a	6398337,800 a	0,282	No	▼
2(5H)-Furanone, 5-ethyl-	3630158,000 a	3547781,800 a	0,956	No	▼
2,4,6-Octatriene, 2,6-dimethyl-, (E,E)-	13130588,333 a	15427713,600 a	0,436	No	▲
Caryophyllene	1345832,333 a	561474,000 a	0,070	No	▼
total sesquiterpenes (seskviterpeni)	27570467,000 a	25935307,200 a	0,814	No	▼
Geranic acid	11892454,667 a	2854632,600 b	0,021	Yes	▼
Hexanoic acid, 2-ethyl-	1050856,667 a	977701,800 a	0,844	No	▼
Nonanoic acid	1517751,667 a	768249,200 a	0,412	No	▼
Pentanoic acid	1088141,333 b	1321323,000 a	0,026	Yes	▲
total acids (organske kiseline)	15549204,333 a	5921906,600 a	0,051	No	▼
Citronellol	3895486,000 a	5029159,400 a	0,205	No	▲
Geraniol	13883612,333 a	13726129,400 a	0,907	No	▼
Limonene	66496181,000 a	85632716,400 a	0,426	No	▲
Linalool	807781780,667 a	828360978,400 a	0,784	No	▲
Nerol	63036818,333 a	47577038,400 a	0,073	No	▼
p-Cymene	9441075,667 a	10776862,200 a	0,791	No	▲
Terpinen-4-ol	1212253,333 a	4697367,800 a	0,500	No	▲
trans-Linalool oxide (furanoid)	9810375,000 b	26339462,800 a	0,020	Yes	▲
Verbenol	1673225,000 a	1540341,200 a	0,698	No	▼
a-Terpineol	7281162,333 b	17221814,400 a	0,008	Yes	▲
β-Myrcene	117710142,000 a	137463045,400 a	0,583	No	▲
total monoterpenes (monoterpeni)	110222211,667 a	1178364915,800 a	0,587	No	▲
Butyrolactone	2317989,333 b	11231751,800 a	0,001	Yes	▲
Acetic acid, phenyl ester	404088,667 a	256677,800 a	0,117	No	▼
other	2722078,000 b	11488429,600 a	0,000	Yes	▲

*Slova pridružena vrijednostima površine pika za određeni datum predstavljaju razliku prema „Duncan multiple range test“ analizi srednjih vrijednosti.

Najzastupljenije grupe spojeva utvrđene analizom aromatskog profila bile su alkoholi, grupa spojeva koji sadrže karbonilnu skupinu (aldehidi, ketoni, kinoni, karboksilne kiseline), monoterpeni, seskviterpeni te organske kiseline. Pri tome su na početku sušenja najzastupljenija grupa spojeva bili spojevi sa karbonilnom skupinom, zatim monoterpeni, alkoholi, seskviterpeni i organske kiseline. Na kraju sušenja najzastupljeniji su bili monoterpeni, zatim spojevi sa karbonilnom skupinoma, alkoholi, seskviterpeni te organske kiseline. Statistički značajna razlika utvrđena je samo kod grupe spojeva sa karbonilnom skupinom, pri čemu je sadržaj ove grupe spojeva bio značajno manji na kraju sušenja. Sadržaj monoterpena i alkohola je do kraja sušenja rastao, ali ne značajno, dok je sadržaj seskviterpena i organskih kiselina padao, također bez značajne razlike. U Tablici 2. prikazani su rezultati analize za arome kod varijante sušenja u hladu.

Tablica 2: Rezultati analize zastupljenosti i sadržaja aromatskih spojeva i statistička usporedba podataka za varijantu sušenja u hladu.

Spoj	14.9.2020	7.11.2020	Pr > F(Model)	Significant	Trend
1,2-Propanediol	4211291,183 b	6498692,667 a	0,013	Yes	▲
1,4-Butanediol	1562625,325 a	412501,050 b	0,007	Yes	▼
1-Butanol, 3-methoxy-	169347172,933 a	29173305,200 b	0,004	Yes	▼
1-Hexanol	7892406,400 a	12523233,800 a	0,190	No	▲
1-Nonanol	2319031,875 a	562187,892 b	0,006	Yes	▼
2,3-Butanediol, [S-(R*,R*)]-	25061577,500 a	18855796,725 a	0,158	No	▼
2-Furanmethanol, 5-ethenyltetrahydro-a,a,5-trimethyl-, cis-	62070935,250 a	18941755,300 b	0,000	Yes	▼
2-Penten-1-ol, (E)-	7938500,150 a	3611037,967 b	0,001	Yes	▼
2-Penten-1-ol, (Z)-	3416221,442 a	1051289,042 b	0,001	Yes	▼
2-Propanol, 1-methoxy-	134981285,400 a	29507102,617 a	0,198	No	▼
2H-Pyran-3-ol, 6-ethenyltetrahydro-2,2,6-trimethyl-	71604183,275 a	42130963,375 b	0,000	Yes	▼
3-Hexen-1-ol, (E)-	13513357,542 a	2004979,792 b	<0,0001	Yes	▼
3-Hexen-1-ol, (Z)-	4314864,700 a	3741173,775 b	0,005	Yes	▼
3-Pentanol, 2,4-dimethyl-	29777614,667 a	2227797,225 a	0,096	No	▼
5-Hepten-2-ol, 6-methyl-	17212487,425 a	13877972,133 a	0,280	No	▼
Benzeneethanol	15658870,417 a	13521498,067 b	0,008	Yes	▼
Benzenemethanol	23944601,792 b	29676113,525 a	0,027	Yes	▲
total alcohols (alkoholi)	594827027,275 a	228317400,150 b	0,012	Yes	▼
2,4-Heptadienal, (E,E)-	1948561,042 a	1854950,167 a	0,884	No	▼
2-Hexenal	605270647,958 a	150093045,575 b	0,001	Yes	▼
2-Octenal, (E)-	3834773,833 a	1466779,333 b	0,003	Yes	▼
3,5-Octadien-2-one, (E,E)-	3325175,100 a	950715,675 b	0,007	Yes	▼
4-Methylfuran-2(5H)-one	1882714,092 a	1681999,533 a	0,468	No	▼
5-Hepten-2-one, 6-methyl-	19137427,325 a	15304794,208 a	0,680	No	▼
Benzaldehyde	4791414,092 b	6765843,192 a	0,025	Yes	▲
Benzeneacetaldehyde	8962455,967 a	5551916,717 b	0,008	Yes	▼
Nonanal	3262341,575 b	3771488,958 a	0,048	Yes	▲
Hexanal	509032075,208 a	314822005,800 b	0,012	Yes	▼
Geranylacetone	2247610,408 a	1957753,733 a	0,652	No	▼
total carbonyls (aldehidi i ketoni)	1163695196,600 a	504221292,892 b	0,000	Yes	▼
2(10)-Pinene	7478781,492 a	3302871,650 a	0,069	No	▼
2(5H)-Furanone, 5-ethyl-	3175498,492 a	543338,375 b	0,006	Yes	▼
2,4,6-Octatriene, 2,6-dimethyl-, (E,E)-	13097000,933 a	5617297,567 b	0,021	Yes	▼
Caryophyllene	4681118,508 a	4251231,233 a	0,729	No	▼
total sesquiterpenes (seskviterpeni)	28432399,425 a	13714738,825 b	0,020	Yes	▼
Geranic acid	12034729,850 a	4347360,917 a	0,276	No	▼
Hexanoic acid, 2-ethyl-	791006,117 a	1055771,075 a	0,355	No	▲
Nonanoic acid	920739,300 a	839393,100 a	0,903	No	▼
Pentanoic acid	2270810,192 a	5430384,583 a	0,196	No	▲
total acids (organske kiseline)	16017285,458 a	11672909,675 a	0,534	No	▼
Citronellol	5615028,033 a	3537210,775 b	0,016	Yes	▼
Geraniol	13289402,392 a	8429450,458 b	0,008	Yes	▼
Limonene	90299845,642 a	9671509,117 b	0,007	Yes	▼
Linalool	808625031,983 a	144529781,683 b	0,000	Yes	▼
Nerol	55555006,717 a	34083764,083 b	0,001	Yes	▼
p-Cymene	11524876,608 a	4863422,117 a	0,121	No	▼
Terpinen-4-ol	961080,500 b	12093207,383 a	0,001	Yes	▲
trans-Linalool oxide (furanoid)	27676316,883 a	5482820,833 b	<0,0001	Yes	▼
Verbenol	1659096,717 a	810008,542 b	0,007	Yes	▼
α-Terpineol	8681234,925 a	4594050,733 a	0,064	No	▼
β-Myrcene	125077007,717 a	29050546,358 b	0,018	Yes	▼
total monoterpenes (monoterpeni)	1148963928,117 a	257145772,083 b	0,001	Yes	▼
Butyrolactone	3665372,542 b	6259903,933 a	0,001	Yes	▲
Acetic acid, phenyl ester	288843,842 a	157422,200 a	0,179	No	▼
other	3954216,383 b	6417326,133 a	0,000	Yes	▲

*Slova pridružena vrijednostima površine pika za određeni datum predstavljaju razliku prema „Duncan multiple range test“ analizi srednjih vrijednosti.

Prema rezultatima, najzastupljenija grupa spojeva na početku sušenja bili su, kao i u varijanti sunce, oni sa karbonilnom skupinom, zatim monoterpeni, alkoholi, seskviterpeni i kiseline. Na kraju sušenja redosljed zastupljenosti po grupama spojeva nije se mijenjala te su i dalje najzastupljeniji bili spojevi sa karbonilnom skupinom. Statistički značajna razlika po grupama spojeva na početku i kraju sušenja bila je utvrđena kod svih grupa osim kod kiselina. Sadržaj alkohola, spojeva sa karbonilnom skupinom, monoterpena i seskviterpena bila je statistički značajno niža na kraju u odnosu na početak sušenja.

Interpretacija pojedinačnih spojeva napravljena je na osnovu 10 najzastupljenijih spojeva, koji su ujedno prema analizi udjela u ukupnom sadržaju bili zastupljeni sa više od 1%. Rezultati dobiveni za varijantu 'sunce' prikazani su u Tablici 3, a za varijantu 'hlad' u Tablici 4.

Tablica 3. Najzastupljeniji spojevi u grožđu prosušenom na suncu

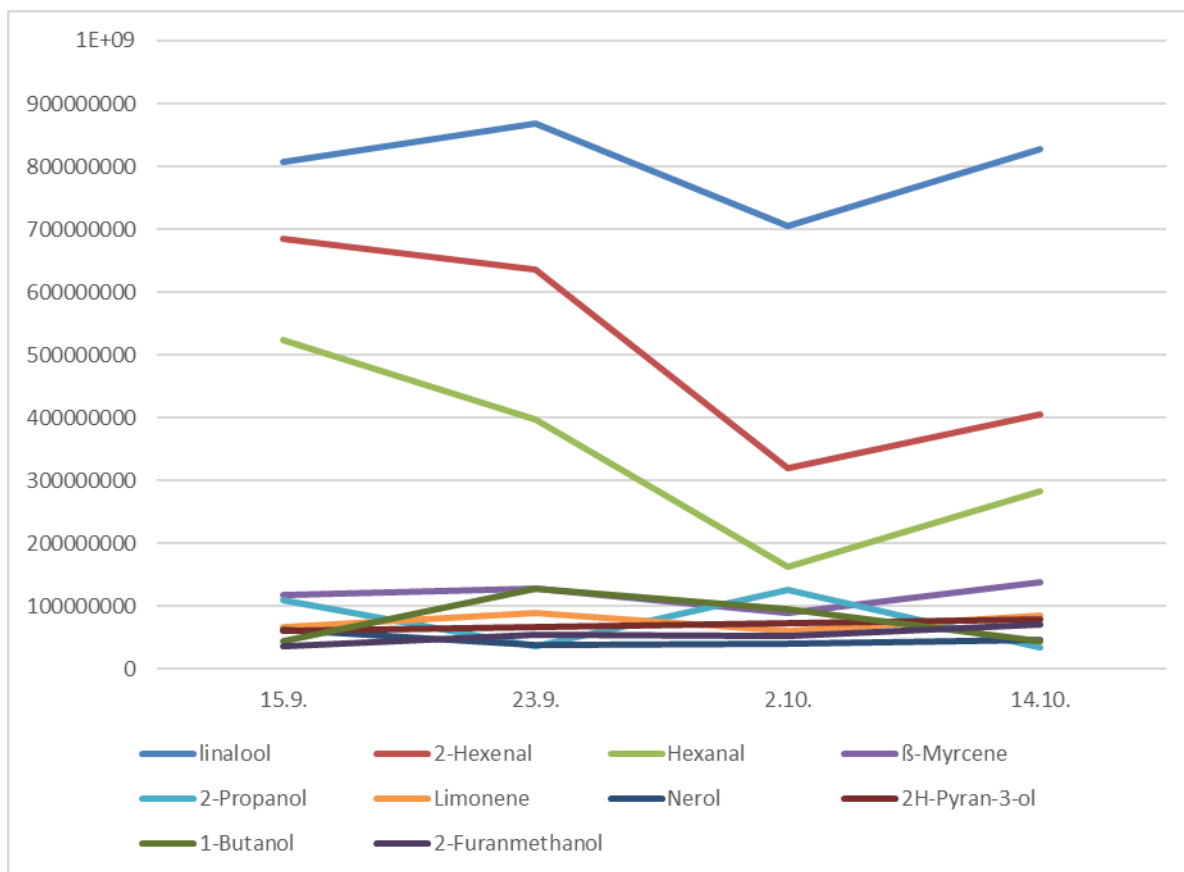
SUNCE	Prosjeak 15.9.2020.	Udio u ukupnom sadržaju aroma (%)	Prosjeak 14.10.2020.	Udio u ukupnom sadržaju aroma (%)	Trend	% u odnosu na početnu koncentraciju
Linalool	807781780.7	29.222	828360978.4	34.414	▲	2.5
2-Hexenal	685078647.7	24.783	405176971.8	16.833	▼	-40.9
Hexanal	523747528.7	18.947	282467901.8	11.735	▼	-46.1
β-Myrcene	117710142	4.258	137463045.4	5.711	▲	16.8
2-Propanol, 1-methoxy-	109836790.3	3.973	35265250.4	1.465	▼	-67.9
Limonene	66496181	2.406	85632716.4	3.558	▲	28.8
Nerol	63036818.33	2.28	47577038.4	1.977	▼	-24.5
2H-Pyran-3-ol, 6-ethenyltetrahydro-2,2,6-trimethyl-	60149415.67	2.176	78452955.4	3.259	▲	30.4
1-Butanol, 3-methoxy-	44802070.67	1.621	45531144	1.892	▲	1.6
2-Furanmethanol, 5-ethenyltetrahydro-a,a,5-trimethyl-, cis-	36400482	1.317	70655510.4	2.935	▲	94.1

Tablica 4. Najzastupljeniji spojevi u grožđu prosušenom u hladu

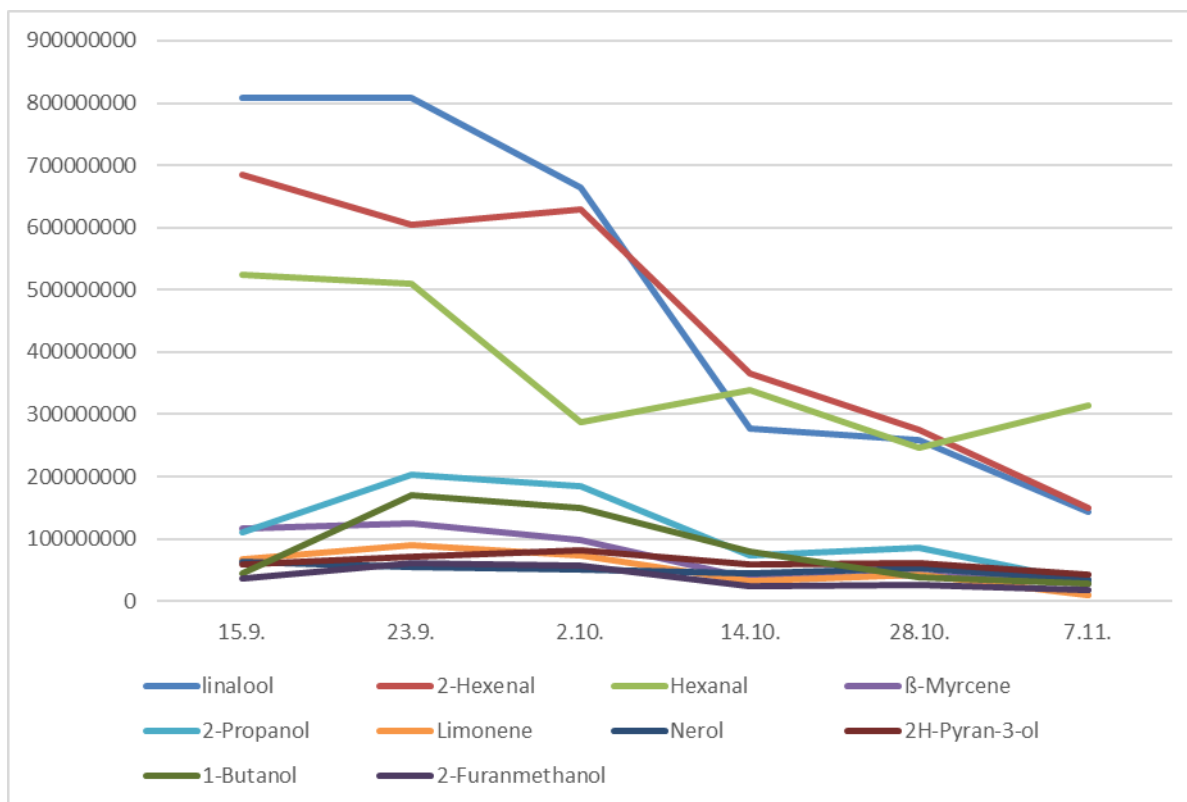
HLAD	Prosjeak 15.9.2020.	Udio u ukupnom sadržaju aroma (%)	Prosjeak 7.11.2020.	Udio u ukupnom sadržaju aroma (%)	Trend	% u odnosu na početnu koncentraciju
Linalool	807781780.7	29.222	144529781.7	14.116	▼	-82.1
2-Hexenal	685078647.7	24.783	150093045.6	14.660	▼	-78.1
Hexanal	523747528.7	18.947	314822005.8	30.749	▼	-39.9
β-Myrcene	117710142	4.258	29050546.36	2.837	▼	-75.3
2-Propanol, 1- methoxy-	109836790.3	3.973	29507102.62	2.882	▼	-73.1
Limonene	66496181	2.406	9671509.117	0.945	▼	-85.5
Nerol	63036818.33	2.280	34083764.08	3.329	▼	-45.9
2H-Pyran-3-ol, 6- ethenyltetrahydro- 2,2,6-trimethyl-	60149415.67	2.176	42130963.38	4.115	▼	-29.9
1-Butanol, 3-methoxy-	44802070.67	1.621	29173305.2	2.849	▼	-34.9
2-Furanmethanol, 5- ethenyltetrahydro- a,a,5-trimethyl-, cis-	36400482	1.317	18941755.3	1.850	▼	-47.9

Prema Grafikonu 7 i Grafikonu 8 vidljivo je da su tri najzastupljenija aromatska spoja u prosušenom grožđu: linalol, 2-heksenal i heksanal. Njihove su koncentracije sušenjem na suncu i u hladu uglavnom padale, osim u slučaju linalola, čija je koncentracija sušenjem na suncu blago (za 2,5%) rasla. S druge strane, razina linalola sušenjem u hladu smanjila se za čak 82,1%. Također se smanjila koncentracija 2-heksenala (na suncu za 40,9%, a u hladu za 78,1%), dok se koncentracija heksanala smanjila za 46,1% na suncu i 39,9% u hladu.

Statističkom analizom utvrđena je značajna statistička razlika u sadržaju sva tri spoja na kraju sušenja u odnosu na početak, osim u slučaju linalola sušenog na suncu, koji nije pokazao statistički značajan rast.



Grafikon 7. Kretanje sadržaja 10 najzastupljenijih spojeva tijekom prosušivanja kod varijante sušene na suncu



Grafikon 8. Kretanje sadržaja 10 najzastupljenijih spojeva tijekom prosušivanja kod varijante sušene u hladu

Linalol spada u skupinu monoterpena i pojavljuje se u obliku monohidroksilnog alkohola. Linalol je prisutan u eteričnim uljima mnogih aromatičnih biljaka (npr. đumbira, hmelja, korijandera, papra, lavande, muškarnog oraščića), ali je i nositelj primarne arome muškarnih sorata grožđa. Vinima terpeni daju cvjetni karakter, a u pojedinim su muškarnim sortama zastupljeni u gotovo deset puta većim koncentracijama u odnosu na druge sorte grožđa. U muškarnim sortama količina im je od 4 do 6 mg/L, a kod drugih aromatičnih sorti 1-4. Linalol se u vinima često nalazi u razinama iznad praga osjetljivosti (što je oko 25 µg/L), tako da znatno utječe na aromu vina. Aroma linalola u vinu ima cvjetne (lavanda) i citrusne note. Linalol je pronađen u kožici i soku grožđa (Baron i sur. 2017).

2-heksenal (druga imena: 2-heksenaldehyd, 3-propil-akrolein) pripada skupini srednjelančanih aldehida (aldehida sa 6 do 12 atoma ugljika). 2-heksenal pronađen je u mnogim biljnim vrstama, kao što su *Lonicera japonica* L., *Origanum sipyleum* L., ali i u vinovoj lozi. (PubChem) Ti tzv. C6 aldehidi zaslužni su za „travnate“, „zelene“, „svjež“ arome i uvelike doprinose harmonizaciji tipične arome vina. 2-heksenal stoga isto tako u vinu daje arome „zelenog“ i začina, a trans izomeri 2-heksenala često se koriste u parfemskoj industriji kao nositelji istih aroma (ponekad povezanih s aromom jabuke i soka naranče, ali primarno vezani uz arome začina i lišća) (Calamai i sur. 2012).

Ostalih sedam najzastupljenijih spojeva su: β -mircen, 1-metoksi-2-propanol, limonen, nerol, 6-eteniltetrahidro-2,2,6-trimetil-2H-piran-3-ol, 3-metoksi-1-butanol, i cis-trimetil-a,a,5-5-eteniltetrahidro-2-furanmetanol.

β -mircen je kemijski spoj nađen u prosušenom grožđu koji spada u skupinu monoterpenskih ugljikohidrata. Osim u vinovoj lozi, pronađen je u začinskom bilju (anis, korijander, cimet, muškati oraščić), voću (grejpfrut) te je glavna komponenta u eteričnom ulju hmelja i najznačajniji terpen konoplje. Često se opisuje kao nositelj "drvenastih" aroma u vinu (Niu i sur. 2020).

1-metoksi-2-propanol spada u skupinu etera (drugi naziv: propilen glikol metil eter). Brzo je hlapiv i praga detekcije mirisa od 96 ppm. (Sigurnosno tehnički list sukladno Uredbi (EZ) br. 1907/2006) Miris ovog spoja opisuje se kao blagi miris po eteru, alkoholu, slatkog i ponekad voćnog karaktera.

U uvjetima sušenja na suncu narasla je koncentracija β -mircena (za 16,8%), limonena (za 28,8%), 6-eteniltetrahidro-2,2,6-trimetil-2H-piran-3-ola (za 30,4%), 3-metoksi-1-butanola (za 1,6%) i cis-trimetil-a,a,5-5-eteniltetrahidro-2-furanmetanola (za 94,1%), a pale su koncentracije nerola (za 24,5%) i 1-metoksi-2-propanola (za 67,9%). Ovi su podaci vidljivi u Grafikonu 7.

S druge strane, u varijanti sušenja u hladu koncentracije svih zastupljenijih aromatskih tvari padale su, i to značajno (od 30% na više). Koncentracija β -mircena pala je za 75,3%, 1-metoksi-2-propanola za 73,1%, limonena za 85,4%, nerola za 45,9%, 6-eteniltetrahidro-2,2,6-trimetil-2H-piran-3-ola za 29,9%, 3-metoksi-1-butanola za 34,8%, a cis-trimetil-a,a,5-5-eteniltetrahidro-2-furanmetanola za 47,9%. Navedene je podatke moguće iščitati iz Grafikona 8.

Statističkom analizom utvrđena je značajna statistička razlika u sadržaju sljedećih spojeva na kraju sušenja u odnosu na početak: β -mircena (sušenje u hladu), limonena (sušenje u hladu), nerola (sušenje u hladu), 6-eteniltetrahidro-2,2,6-trimetil-2H-piran-3-ola (sušenje u hladu), 3-metoksi-1-butanola (sušenje u hladu), cis-trimetil-a,a,5-5-eteniltetrahidro-2-furanmetanola (sušenje i na suncu i u hladu). Ostali rezultati za najznačajnije spojeve nisu dokazali značajnu razliku u koncentracijama spojeva na početku i kraju sušenja.

Ostali spojevi utvrđeni istraživanjem su: 5-hepten-2-on, benzenmetanol, 5-hepten-2-ol, geraniol, 3-hexen-1-ol, 2,4,6-oktatrien, geranijska kiselina, benzenetanol, trans-linalol oksid, 1-hexanol, 2(10)-pinen, p-cimen, 2-penten-1-ol, α -terpineol, 3-heksen-1-ol, benzenacetaldehid, nonanal, 2,3-butanediol, benzaldehid, 2-penten-1-ol, 2-oktenal, citronelol, 3-pentanol, 2(5H)-furanon, 3,5-oktadien-2-on, geranilacetone, 1-nonanol, 2,4-heptadienal, 2,3-butanediol, butirolakton, nonanska kiselina, 1,2-propanediol, verbenol, kariofilen, terpinen-4-ol, pentanska kiselina, heksanska kiselina, 4-metilfuran-2(5H)-on, 1,4-butanediol i fenilni ester octene kiseline.

Navedeni su se aromatski spojevi različito ponašali prilikom sušenja na suncu i u hladu, tako da su nekima koncentracije rasle, a nekima padale, kao što je moguće očitati iz Tablice 1 i Tablice 2 . Međutim, iz izračuna udjela mase aromatskih tvari u ukupnoj masi mošta vidljivo je da je i sušenje na suncu i sušenje u hladu negativno utjecalo na količinu aromatskih tvari u grožđu. Masa aromatskih tvari na kraju sušenja na suncu iznosila je 87,074% početne mase, a sušenjem u hladu zadržalo se samo 37,038% mase aromatskih tvari.

6. Zaključci

Prilikom obrade rezultata ovog istraživanja došlo se do zaključka kako su uslijed sušenja grožđa jedni parametri kakvoće rasli u vrijednosti, a drugi padali.

Masa grožđa je očekivano padala uslijed dehidracije grožđa, i to u prosjeku za 50-ak %.

Rasla je razina šećera, i to za 56,71% u varijanti sušenja na suncu i za 38,8% u varijanti sušenja u hladu.

U obje je varijante rastao i sadržaj ukupnih kiselina, tako da je na suncu zabilježen porast od 5,26%, a u hladu porast od 46,14%.

Vrijednost pH tijekom prosušivanja se u obje varijante povećavala.

Koncentracija vinske kiseline tijekom sušenja je pala (za 17,4% u hladu i 20,87% na suncu), ali koncentracije jabučne i limunske kiseline su rasle. Razina jabučna kiselina narasla je za 116% u hladu i 92% na suncu, a razina limunske kiseline narasla je za 17,65% u hladu i 23,53% na suncu.

Količina aromatskih tvari smanjila se u obje varijante sušenja. Gubitak tvari aroma bio veći sušenjem u hladu i iznosio je 62,96% dok je gubitak istih tvari sušenjem na suncu iznosio 12,92%.

Zaključno, dokazana je razlika u vremenu potrebnom za prosušivanje u hladu i na suncu te se može reći kako sušenje grožđa na suncu može rezultirati proizvodnjom kvalitetne sirovine za dobivanje desertnih vina. Sušenjem u hladu javili su se problemi pojave plijesni i truleži grožđa zbog čega bi trebalo dodatno poboljšati uvjete sušenja što se tiče regulacije strujanja zraka i vlage zraka u prostoriji.

7. Popis literature

1. Baron M., Prusova B., Tomaskova L., Kumsta M., Sochor J. (2017). Terpene content of wine from the aromatic grape variety 'Irsai Oliver' (*Vitis vinifera* L.) depends on maceration time. *Open Life Sciences*.
2. Bellincontro, A., De Santis, D., Botondi, R., Villa, I., Mencarelli, F. (2004). Different postharvest dehydration rates affect quality characteristics and volatile compounds of Malvasia, Trebbiano and Sangiovese grapes for wine production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84:1791–1800.
3. Calamai, L., Moneti G. (2012). Extraction Techniques and Applications: Food and Beverage. *Comprehensive Sampling and Sample Preparation*.
4. Carl Roth. Sigurnosno tehnički list skladno Uredbi (EZ) br. 1907/2006 (REACH). <https://www.carlroth.com/medias/SDB-3123-HR-HR.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3wyNzYxMjB8YXBwbGljYXRpb24vcGRmfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0cy9oYjUvaGE2LzkwMzg3MzEwODM4MDYucGRmFDawZDE5NDkxZjlmMDg4NDNhZmU1MTQ5ZmQ0YjVIMmUxMTYzMDIIZTAxYjVmOTQ4NzQ3MzYzY>
5. D'Onofrio, C., Bellincontro, A., Accordini, D., Mencarelli, F. (2019). Malic Acid as a Potential Marker for the Aroma Compounds of Amarone Winegrape Varieties in Withering. *American Journal of Enology and Viticulture*. 70:3
6. D'Onofrio, C., De Lorenzis, G., Boss, P.K. (2010a). Molecular characterization of aroma genes in *Vitis vinifera* var. 'Moscato bianco'. Selected papers and abstracts from the 8th International Symposium on Grapevine Physiology and Biotechnology. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16(S1):A21.
7. D'Onofrio, C., De Lorenzis, G., Scalabrelli, G. (2008). Studies of aroma biosynthesis in clusters of 'Sangiovese' grapevine. Third International Symposium on Sangiovese, Florence.
8. D'Onofrio, C., Matarese, F., Scalabrelli, G., Boss, P.K. (2010b). Functional characterization of terpene synthases of 'aromatic' and 'non-aromatic' grapevine varieties. 10th International Conference on Grapevine Breeding and Genetics, Geneva, NY, 1–5 August 2010.
9. Fenoll, J., Manso, A., Hellin, P., Ruiz, L., Flores, P. (2009). Changes in the aromatic composition of the *Vitis vinifera* grape Muscat Hamburg during ripening. *Food Chemistry*, 114:420–428.
10. Garcia, E., Chacon, J.L., Martinez, J., Izquierdo, P.M. (2003) Changes in volatile compounds during ripening in grapes of Air'en, Macabeo and Chardonnay white varieties grown in La Mancha region (Spain). *Food Science and Technology International*, 9:33–39

11. Geiger, N. (2020). Usporedba fizikalno-kemijskih i organoleptičkih parametara kvalitete vina sorte Muškat žuti kroz tri godine berbe. Veleučilište u Požegi.
12. Kaić, A. (2020). Liofilizacija ili sušenje proizvoda u smrznutom obliku. *Gospodarski list* 4/2020.
13. Lista tradicionalnih izraza za vino. (2007). NN 96/2007.
14. Lukenda, M. Dinamika dozrijevanja sorte Muškat žuti (*Vitis vinifera* L.) tijekom 2019. i 2020. godine. (2021). Veleučilište u Požegi.
15. Lund S.T., Bohlmann J. (2006). The molecular basis for wine grape quality—A volatile subject. *Science* 311:804-805.
16. Mencarelli F., Tonutti P., Scienza A., Failla O., Rustioni L., Scalabrelli G., Bellincontro A., Bonghi C., D’Onofrio C., Corradini D., Nicoletti I., Rolle L., Gerbi V., Moio L., Piombino P., Cotarella R., García-Mauricio J., García-Martínez T., Vannini A., Chilosi G., Teissedre P., Donèche B., Accordini D., Eberle D., Scienza A., Moreno-Vigara J., García-Mauricio J., Kerényi Z., Teissedre P., Chira K., Musabelliu N., Hogg T., Zanfi A., Mencarelli S., Cotarella R., Mattiacci A., Nosi C. (2018). Sweet, Reinforced and Fortified Wines: Grape Biochemistry, Technology and Vinification.
17. Mencarelli, F., Bellincontro, A. (2018). Recent advances in postharvest technology of the wine grape to improve the wine aroma. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2020; 100: 5046-5055
18. Mencarelli, F., Tonutti, P. (2013). Sweet, Reinforced and Fortified Wines- Grape Biochemistry, Technology and Vinification. John Wiley & Sons, Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO198SQ, UK
19. Mirošević N., Turković Z. (2003). Ampelografski atlas. Zagreb: Golden marketing - Tehnička knjiga.
20. Mirošević, N. et. al. (2009). Atlas hrvatskog vinogradarstva i vinarstva. Zagreb: Golden marketing - Tehnička knjiga.
21. Niu Y., Wang P., Xiao Q., Xiao Z., Mao H., Zhang J. (2020). Characterization of Odor-Active Volatiles and Odor Contribution Based on Binary Interaction Effects in Mango and Vodka Cocktail. *Molecules*. 25(5): 1083.
22. Oliveira J., Faria M., Sá F., Barros F. (2006). C6-alcohols as varietal markers for assessment of wine origin. *Analytica Chimica Acta*. 563(1):300-309
23. Pravilnik o nacionalnoj listi priznatih kultivara vinove loze. (2020). NN 25/2020.
24. PubChem. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2-Hexenal> - pristup 28. 6. 2023.
25. Robinson J., Harding J., Vouillamoz J. (2012). Wine Grapes - A complete guide to 1,368 vine varieties, including their origins and flavours.
26. Rosti, J., Schumann, M., Cleroux, M., Lorenzini, F., Zufferey, V., Rienth, M. (2018) Effect of drying on tartaric acid and malic acid in Shiraz and Merlot berries. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. Volume 24, Issue 4, 421-429

27. Santonico, M., Bellincontro, A., De Santis, D., Di Natale, C., Mencarelli, F. (2010). Electronic nose to study postharvest dehydration of wine grapes. *Food Chemistry*, 121:789–796.
28. Slaghenaufi, D., Boscani, A., Prandi, A., Dal Cin, A., Zandona, V., Luzzini, G., Ugliano, M. (2020). Influence of Different Modalities of Grape Withering on Volatile Compounds of Young and Aged Corvina Wines. *Molecules*, 25, 2141.
29. 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, 23; 7409, 18

