

Vpliv protitočnih mrež na kakovost Modrega pinota



Avtorji:

Andrej Rebernišek (Kmetijsko gozdarska zbornica, Kmetijsko gozdarski zavod Ptuj)

Borut Pulko (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede)

Janez Valdhuber (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede)

Franci Čuš (Kmetijski inštitut Slovenije)

Mateja Potisek (Kmetijski inštitut Slovenije)

Anastazija Jež Krebelj (Kmetijski inštitut Slovenije)

Boštjan Saje (Kmetijski inštitut Slovenije)

Matej Rebernišek (Kmetijsko gozdarska zbornica, Kmetijsko gozdarski zavod Ptuj)

November 2022

Nemen in cilj projekta

Slovenija leži na območju, kjer se v zadnjem času pojavljajo številne ujme (toče, vetrolomi...). Škode, ki jih povzroči toča, pa so najbolj problematične pri trajnih nasadih. S postavitvijo protitočnih mrež lahko bistveno omilimo škodo po toči in je eden izmed pomembnih ukrepov blaženja posledic ujm zaradi podnebnih sprememb. V Sloveniji je trenutno zelo malo vinogradov zaščitenih s protitočnimi mrežami. Protitočne mreže zagotavljajo stabilno pridelavo pri čemer je potrebno določiti optimalni čas postavitve mreže in vpliv mreže na kakovost dozorevanja grozdja, pojav bolezni (oidija), vpliv na kakovost vina pri belih aromatičnih sortah in rdečih sortah.

V okviru projekta smo raziskali vpliv postavitve protitočnih mrež na dozorevanje, kakovost in zdravstveni stanje grozdja.

Postavitev protitočnih mrež je izvedena vertikalno (navpično) ob listni steni trsov z variacijami glede na razvojne faze vinske trte.

V sklopu protitočnih mrež smo spremljali več parametrov:

- vpliv na zmanjšanje sončnih ožigov na grozdnih jagodah;
- monitoring glivičnih bolezni (peronospora, oidij);
- spremljali smo dinamiko dozorevanja grozdja;
- izvedli smo senzorično oceno aromatskega profila vina;
- izvedli smo podrobne kemijske analize vina s poudarkom na fenološko zrelosti pečk in vsebnost antocianov pri Modrem pinotu.

Predstavitev poskusa

Poskus smo nastavili na kmetijskem gospodarstvu Frešer, v Ritoznoju, kjer smo spremljali vpliv protitočnih mrež na dozorelost grozdja pri sorti 'Modri pinot'. Poskus je bil nastavljen na treh poskusnih poljih v treh ponovitvah. Na enem poskusnem polju so bile tri ponovitve, v vsaki ponovitvi je bilo štirinajst trsov. Skupaj smo opravili vzorčenje na 129 trsih. Vzorčenje grozdja smo opravili v intervalu od šest do osem dni, v zaključni fazi dozorevanja grozdja. Termini vzorčenja grozdja so bili: 19.8.2021, 27.8.2021, 2.9.2021, 10.9.2021 in 27.9.2021. Vzorce grozdja smo ohladili in v laboratoriju opravili meritve naslednjih parametrov: skupne titracijske kisline v g/L, vsebnost sladkorjev v °Oe, vrednosti pH v grozdnem soku in maso stotih jagod (g). Vsaka ponovitev je predstavljala vzorec stotih jagod, katere smo opravili na štirinajstih trsih. Poskusna polja so bila; brez protitočne mreže (BREZ), dvig protitočne mreže štirinajst dni pred trgatvijo (DVI) in protitočna mreža do trgatve (MREŽA). Po trgatvi se je opravila vinifikacija vin. Vina smo na koncu laboratorijsko analizirali in organoleptično ocenili, s strani pooblaščenih pokuševalcev vin. Vse pridobljene podatke smo statistično obdelali.



Slika 1 Postavitev protitočne mreže

DINAMIKA DOZOREVANJA GROZDJA SORTE MODRI PINOT

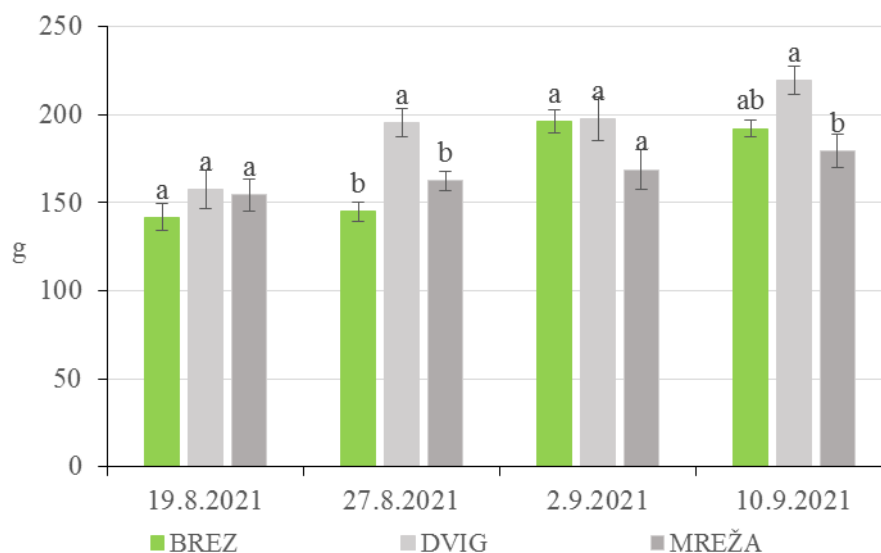
Matej Rebernišek¹, Andrej Rebernišek¹ Borut Pulko²

¹KGZS Zavod Ptuj, Ormoška c.28, 2250 Ptuj

²Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor, Pivola 10, 2311 Hoče

Masa 100 jagod v času dozorevanja grozdja

V grafikonu 1 so prikazane mase 100 jagod v času spremljanja dozorevanja grozdja. Pri prvem vzorčenju 19.8.2021 in tretjem vzorčenju 2.9.2021 ni bilo statistično značilnih razlik ($p \leq 0,05$) med obravnavanji. Najmanjša masa je bila pri obravnavanju brez mreže (KONTROLA) 141,60 g, največja masa je bila pri obravnavanju DVIG 157,56 g. V drugem vzorčenju 27.8.2021, je bila masa 100 jagod pri obravnavanju DVIG statistično značilno večja ($p \leq 0,05$), kot pri obravnavanjih BREZ mreže in obravnavanju MREŽA. Ugotovimo lahko, da je bila v masi 100 jagod največja razlika 50,27 g med obravnavanjem BREZ mreže, kjer je bila vrednost najmanjša 144,96 g in obravnavanjem DVIG, kjer je bila vrednost največja 195,23 g. Pri vzorčenju 2.9.2021 je bila najmanjša vrednost pri obravnavanju MREŽA (168,76 g). Ostali dve obravnavanji med seboj nista imeli razlik. Pri zadnjem vzorčenju 10.9.2021 je bila masa 100 jagod prav tako največja pri obravnavanju DVIG in se je statistično značilno razlikovala ($p \leq 0,05$) od obravnavanja MREŽA. Od prvega do zadnjega vzorčenja so bile največje razlike v masi 100 jagod pri obravnavanju DVIG, saj je bila razlika 61,87 g. Najmanjša razlika je 24,77 g, pri obravnavanju MREŽA. Pri obravnavanju BREZ mreže, je bila razlika med prvim in zadnjim vzorčenjem 50,5 g.

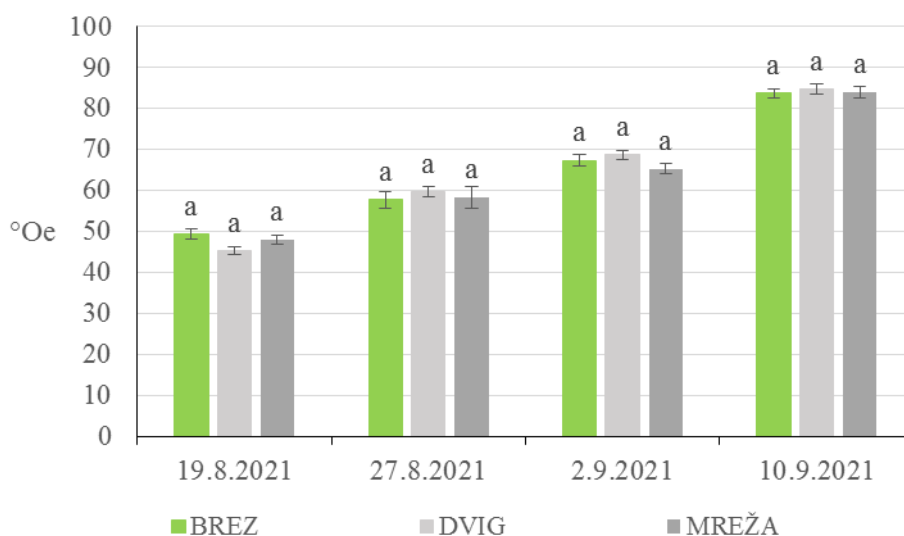


a, b - različne črke pomenijo statistično značilne razlike med obravnavanji znotraj termina vzorčenja ($p \leq 0,05$), vrednosti so povprečja \pm standardne napake

Grafikon 1: Masa 100 jagod v času dozorevanja grozdja (g).

Vsebnost sladkorja v grozdnem soku v času dozorevanja grozdja

S primerjavo rezultatov v grafikonu 2 lahko ugotovimo, da v vsebnosti sladkorja v grozdnem soku ($^{\circ}\text{Oe}$) v vzorcu 100 jagod v nobenem terminu vzorčenja ni bilo potrjenih statistično značilnih razlik ($p \leq 0,05$). Pri prvem vzorčenju je bila vsebnost sladkorja v grozdnem soku največja pri obravnavanju brez protitočne mreže (KONTROLA brez mreže) 49,33 $^{\circ}\text{Oe}$ in najmanjša pri dvigu mrež (MREŽA dvig 15.8.2021), kjer je bila 45,33 $^{\circ}\text{Oe}$. Pri zadnjem vzorčenju 10.9.2021 je bila vsebnost sladkorja izenačena pri vseh treh obravnavanjih. Največja razlika med prvim in zadnjim vzorčenjem je bila pri obravnavanju, kjer je bil dvig mreže (MREŽA dvig 15.8.2021). Pri zadnjem vzorčenju je bila vsebnost sladkorja 84,76 $^{\circ}\text{Oe}$ in razlika 39,34 $^{\circ}\text{Oe}$. Pri obravnavanju brez mreže (KONTROLA brez mreže) je bila razlika najmanjša, 34,34 $^{\circ}\text{Oe}$. Pri obravnavanju MREŽA do trgatve je bila razlika 36 $^{\circ}\text{Oe}$.

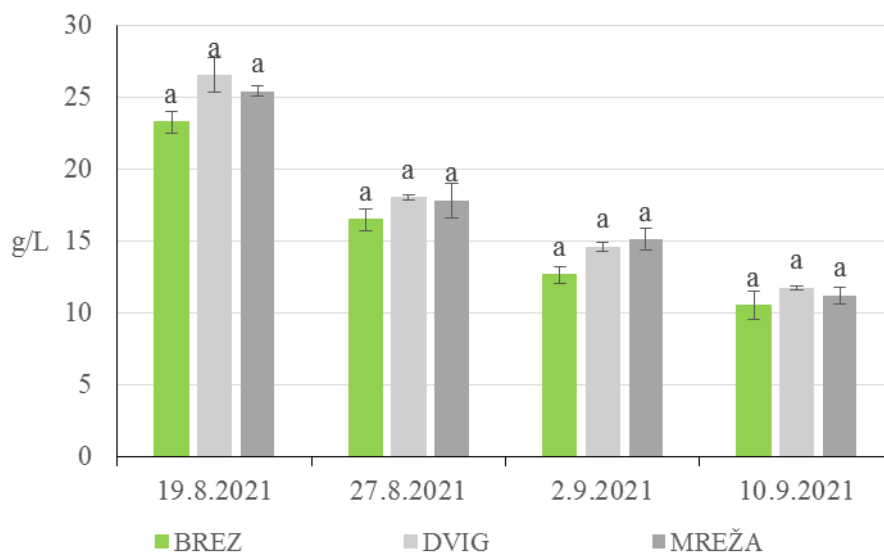


a - homogena skupina ($p \leq 0,05$), vrednosti so povprečja \pm standardne napake

Grafikon 2: Vsebnost sladkorja v grozdnem soku v času dozorevanja grozdja ($^{\circ}\text{Oe}$).

Vsebnost skupnih titracijskih kislin v grozdnem soku v času dozorevanja grozdja

V grafikonu 3 so prikazane vsebnosti skupnih titracijskih kislin. Pri prvem (19.8.2021), drugem (27.8.2022) in četrtem vzorčenju 10.9.2021 je bila največja vsebnost skupnih kislin pri obravnavanju dvig mreže (MREŽA dvig 15.8.2021), vendar med obravnavanji ni bilo statistično značilnih razlik ($p \leq 0,05$). V vseh štirih vzorčenjih so bile v grozdnem soku najmanjše vsebnosti skupnih titracijskih kislin pri obravnavanju KONTROLA (brez mreže), vendar statistično značilnih razlik ni bilo ($p \leq 0,05$). Vsebnost skupnih titracijskih kislin se je od prvega do zadnjega vzorčenja za največ zmanjšala pri obravnavanju dvig mreže (MREŽA dvig 15.8.2021) in sicer za 14,78 g/L. Najmanjša razlika je bila pri obravnavanju brez mreže (KONTROLA brez mreže), 12,7 g/L. Pri obravnavanju MREŽA do trgatve je bila razlika v vsebnosti skupnih titracijskih kislinah 14,2 g/L.

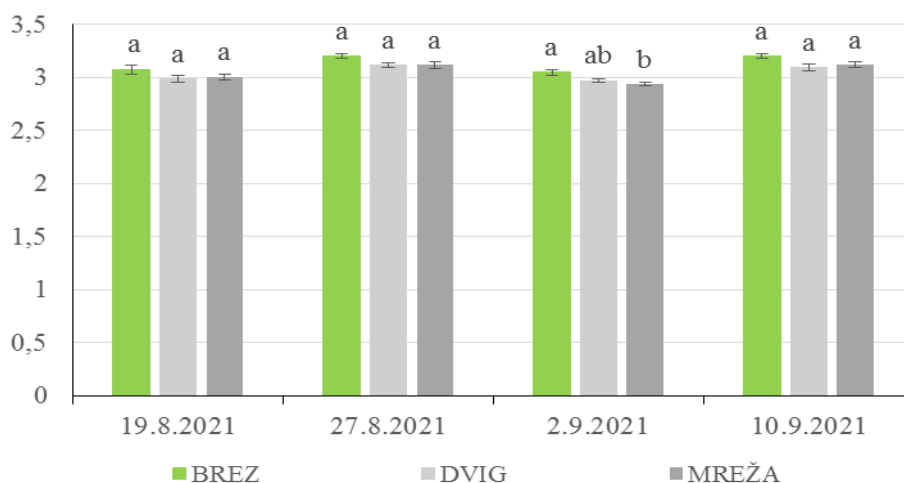


a - homogena skupina ($p \leq 0,05$), vrednosti so povprečja \pm standardne napake

Grafikon 3: Vsebnost skupnih titracijskih kislin v grozdnem soku v času dozorevanja grozdja (g/L).

pH vrednost grozdnega soka v času dozorevanja grozdja

Kot je razvidno iz grafikona 4, v času dozorevanja grozdja pri prvem in drugem vzorčenju ni bilo statistično značilnih razlik v pH vrednosti grozdnega soka ($p \leq 0,05$). Pri tretjem vzorčenju 2.9.2021, je bila najmanjša pH vrednost 3,0467, pri obravnavanju MREŽA (do trgatve) in se je statistično značilno razlikovala ($p \leq 0,05$) od obravnavanja KONTROLA (brez mreže) pH vrednost 3,0467 in MREŽA (dvig 15.8.2021), pH vrednost 2,9700. Pri vseh štirih vzorčenjih so bile pH vrednosti večje pri obravnavanju KONTROLA (brez mreže). Največja razlika med vzorčenji od prvega do zadnjega datuma je bila pri obravnavanju mreže do trgatve (MREŽA do trgatve), saj se je pH vrednost povečala za 0,1345. Najmanjša razlika (0,1066) je pri obravnavanju dvig mreže (MREŽA dvig 15.8.2021). Pri obravnavanju brez mreže (KONTROLA brez mreže), se je pH vrednost povečala za 0,1266.



a - homogena skupina ($p \leq 0,05$), vrednosti so povprečja \pm standardne napake

Grafikon 4: pH vrednost grozdnega soka v času dozorevanja grozdja.

PRIDELEK IN PARAMETRI KAKOVOSTI GROZDJA SORTE MODRI PINOT

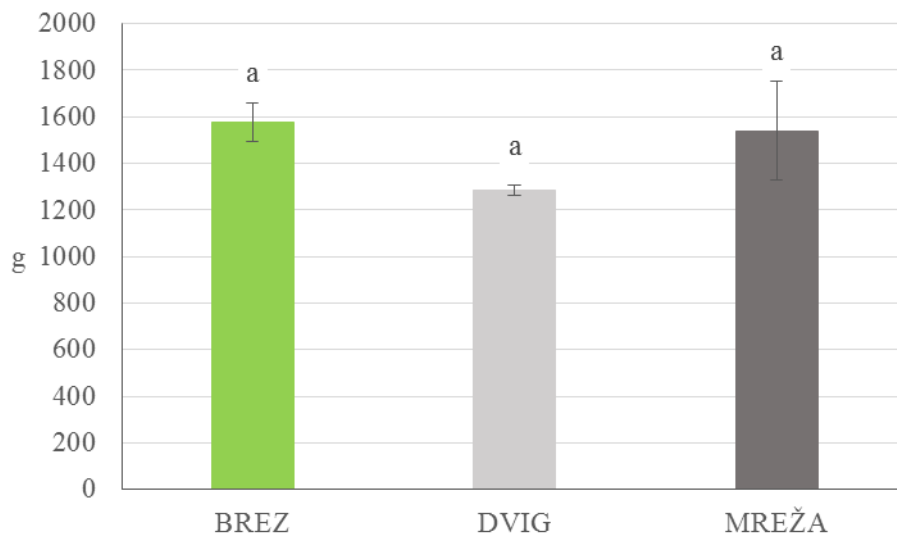
Borut Pulko¹, Andrej Rebernišek²

¹Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor, Pivola 10, 2311 Hoče

²KGZS Zavod Ptuj, Ormoška c.28, 2250 Ptuj

Masa grozdja na trs

V grafikonu 5 je prikazana masa grozdja sorte 'Modri pinot' na dan trgatve. Pri obravnavanju DVIG mreže je bila najmanjša masa grozdja na trs (1286 g). Pri obravnavanju MREŽA je bila masa grozdja večja za 253 g, pri obravnavanju BREZ mreže (kontrola) pa večja za 290 g. Čeprav je bila pri obeh obravnavanjih, kjer smo uporabili zaščitno protitočno mrežo manjša masa grozdja na trs v primerjavi s kontrolo (BREZ), pa med obravnavanji ni bilo potrjenih statistično značilnih razlik ($p \leq 0,05$). Vzrok za nepotrjene statistično značilne razlike je bila večja variabilnost mase pridelka grozdja na trs pri obravnavanju MREŽA.

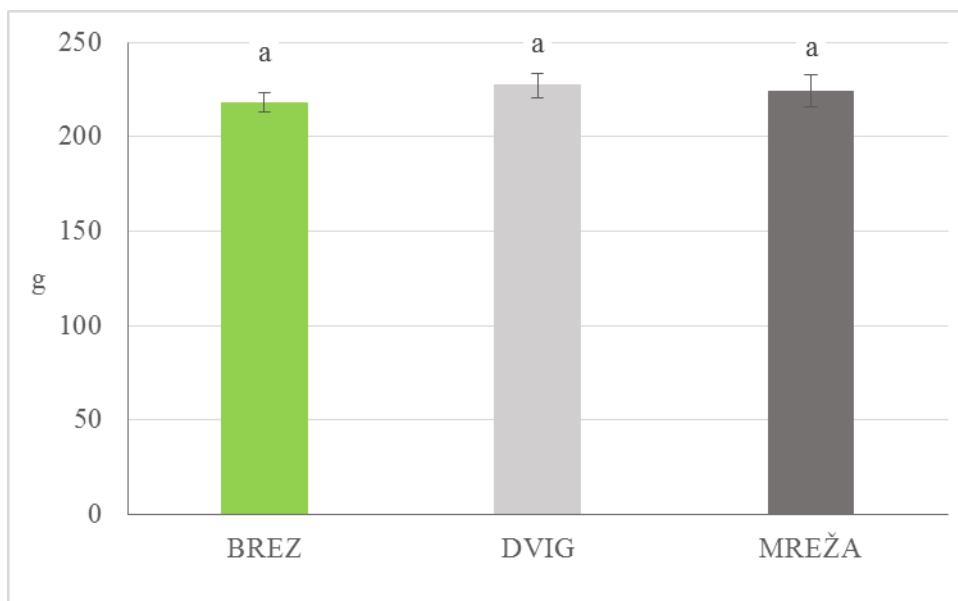


a - homogena skupina ($p \leq 0,05$), vrednosti so povprečja \pm standardne napake

Grafikon 5: Masa grozdja na trs (g).

Povprečna masa grozda

S primerjavo rezultatov v grafikonu 6 lahko ugotovimo, da uporaba zaščitne protitočne mreže v nobenem obravnavanju ni vplivala na povprečno maso grozda. Med obravnavanji ni bilo potrjenih statistično značilnih razlik ($p \leq 0,05$). Povprečne mase grozda so bile od 218 g (BREZ) do 224 g (MREŽA).

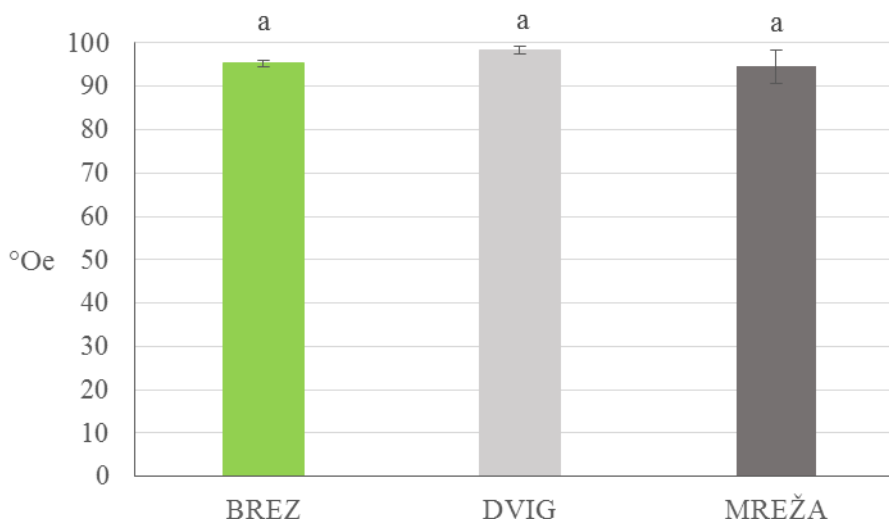


a - homogena skupina ($p \leq 0,05$), vrednosti so povprečja \pm standardne napake

Grafikon 6: Povprečna masa grozda (g).

Vsebnost sladkorja v grozdnem soku

Grafikon 7 prikazuje vsebnosti sladkorja v grozdnem soku. Pri obravnavanju DVIG je bila največja vsebnost sladkorja v grozdnem soku (98 °Oe). Manjša vsebnost 95 °Oe je bila pri obravnavanju BREZ mreže, najmanjša vsebnost 94 °Oe pa je bila pri obravnavanju MREŽA. Ugotovimo lahko, da uporaba protitočnih zaščitnih mrež ni vplivala na vsebnost sladkorja v grozdnem soku ($p \leq 0,05$). S primerjavo teh rezultatov in rezultati vsebnosti sladkorja v času dozorevanja grozdja (grafikon 2) lahko ugotovimo, da je vsebnost sladkorja pri obravnavanju DVIG, od datuma vzorčenja 27. avgust do trgatve hitreje naraščala v primerjavi z ostalima dvema obravnavanjema.

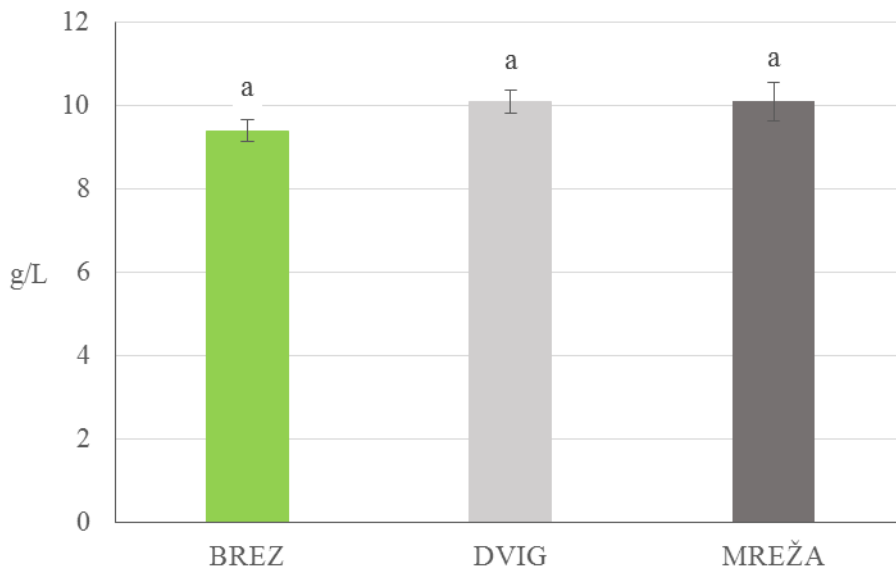


a - homogena skupina ($p \leq 0,05$), vrednosti so povprečja \pm standardne napake

Grafikon 7: Vsebnost sladkorja v grozdnem soku (°Oe).

Vsebnost skupnih titracijskih kislin v grozdnem soku

Najmanjša vsebnost skupnih titracijskih kislin v grozdnem soku 9,4 g/L je bila pri obravnavanju BREZ mreže (grafikon 8). Pri obeh obravnavanjih kjer smo uporabljali zaščitno mrežo proti toči je bila vsebnost skupnih titracijskih kislin 10,1 g/L. Med obravnavanji nismo ugotovili statistično značilnih razlik ($p \leq 0,05$).

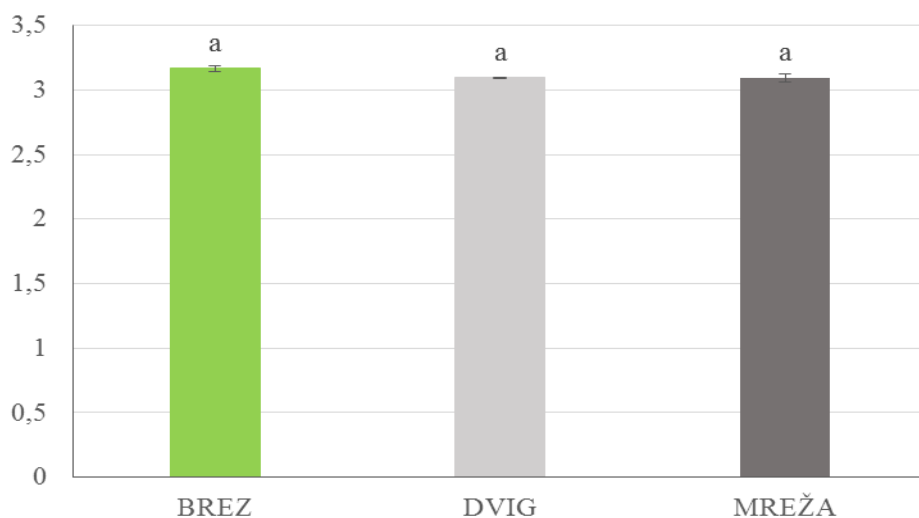


a - homogena skupina ($p \leq 0,05$), vrednosti so povprečja \pm standardne napake

Grafikon 8: Vsebnost skupnih titracijskih kislin v grozdnem soku (g/L).

pH vrednost grozdnega soka

Ko primerjamo pH vrednosti grozdnega soka (grafikon 9) lahko ugotovimo, da uporaba zaščitnih protitočnih mrež v primerjavi z obravnavanjem BREZ mreže ni imela statistični značilnega vpliva ($p \leq 0,05$). Največja pH vrednost 3,17 je bila pri obravnavanju BREZ, pri obeh obravnavanjih z mrežo pa je bila pH vrednost 3,09.

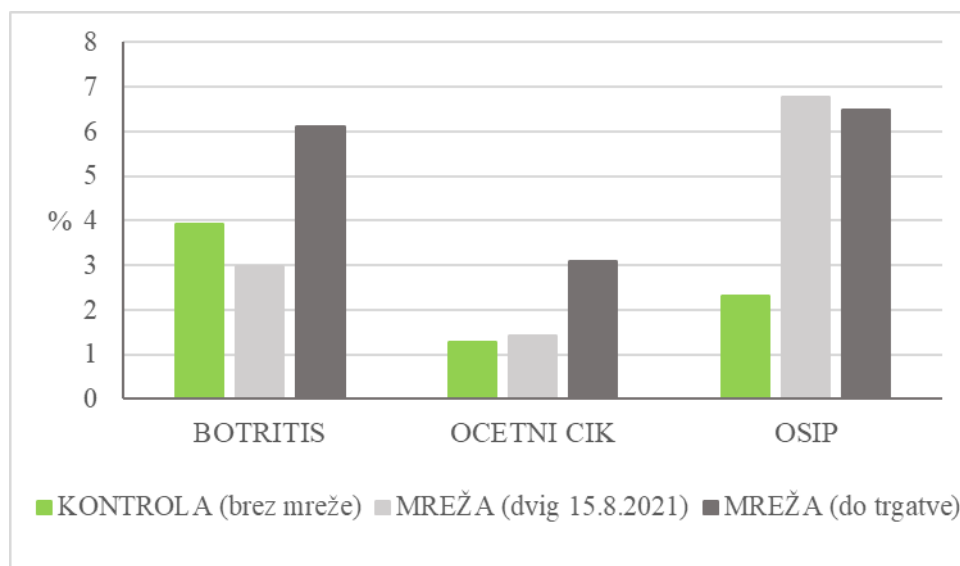


a - homogena skupina ($p \leq 0,05$), vrednosti so povprečja \pm standardne napake

Grafikon 9: pH vrednost grozdnega soka.

Pojav glivičnih bolezní in osipa

Pri primerjavi podatkov lahko ugotovimo, da postavitve protitočnih mrež bistveno ne vpliva na pojav glivičnih bolezní. Ugotovili pa smo manjši vpliv na osip grozdov, saj je osip brez mreže manjši.



Grafikon 10: Pojav botritisa, očetnega cika in osipa na grozdičih

ZAKLJUČKI

Protitočna mreža vpliva na maso jagod, saj je bila masa 100. jagod v času dozorevanja najmanjša pri obravnavanju, kjer je bila protitočna mreža do trgatve.

Protitočna mreža ne vpliva na vsebnost sladkorjev v grozdju v času dozorevanja.

Protitočne mreže vplivajo na vsebnost skupnih titracijskih kislin, saj so bile najmanjše pri obravnavanju kjer ni bilo protitočne mreže, vendar statistično značilno teh tez nismo dokazali.

pH vrednost je manjša, kjer je protitočna mreža, saj je bila manjša pri obravnavanjih, kjer je bila protitočna mreža do trgatve in prav tako, kjer so mrežo dvignili. Največja razlika je bila med obravnavanji, kjer je ni bilo protitočne mreže in kjer je bila do trgatve, saj so bile v predzadnjem vzorčenju statistično značilne razlike.

Iz pridobljenih rezultatov lahko sklepamo, da protitočna mreža vpliva na maso jagod, saj je pod mrežo le-ta manjša, skupne titracijske kisline so manjše pod mrežami. Protitočne mreže imajo vpliv na pH vrednost, saj je vrednost manjša kjer so prisotne protitočne mreže.



Slika 2 Kontrola poskusnih polj

VINIFIKACIJA MODREGA PINOTA IN SENZORIČNA OCENA

Janez Valdhuber¹

¹Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor, Pivola 10, 2311 Hoče

V poskusu s preučevanjem vpliva protitočnih mrež na kakovost grozdja in vina sorte Modri pinot je bila izvedena tudi vinifikacija grozdja. Predelava in vinifikacija sta potekali na Katedri za vinogradništvo in vinarstvo Fakultete za kmetijstvo in biosistemske vede na Meranovem. Trgatev grozdja je bila opravljena 16.9.2022. Grozdje je bilo zdravo in čvrsto. Poskus se izvajal v naslednjih obravnavanjih:

- »BREŽ« - brez protitočne mreže (kontrola)
- »DVIG« - dvig mreže 15. avgusta
- »MREŽA« - s protitočno mrežo do trgatve

Vinifikacija je potekala v treh ponovitvah. Grozdje je bilo pečljano, dodano je bilo 30 mg/L SO₂, sledil je dodatek kvasovk Excellence XR v odmerku 20 g/hL. Sledilo je alkoholna fermentacija z maceracijo drozge. Drozga je bila homogenizirana dva krat dnevno v razdobju 10 dni. Po zaključeni maceraciji je sledilo stiskanje drozge. Posode z mladim rdečim vinom so bile nato temperirane na 18 °C, za potek malolaktične fermentacije (MLF) smo dodali bakterije za konsektivno inokulacijo. Malolaktična fermentacija se je uspešno zaključila s popolno razgradnjo jabolčne kisline. Tri tedne po MLF smo mlada vina dožveplali s 40 mg/L SO₂. V nadaljevanju vinifikacije smo spremljali vezavo žvepla in ga stabilizirali pri 25 mg/L prostega SO₂.

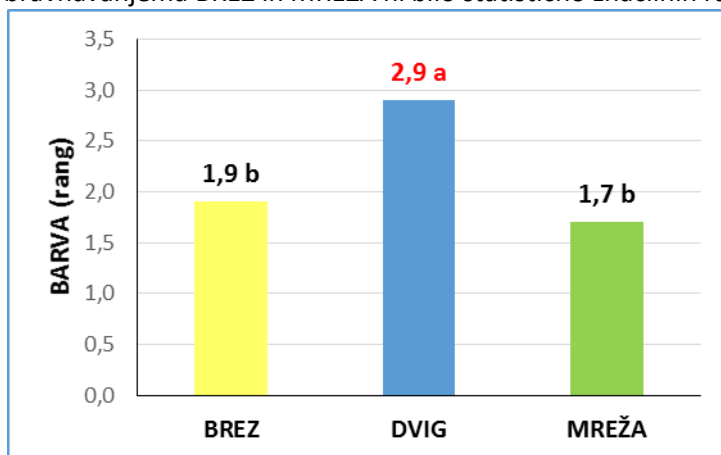
28. januarja so bila vina filtrirana s srednje finimi slojnicami (K-250).

16. februarja 2022 je bila izvedena senzorična ocena vina. Sodelovalo je deset ocenjevalcev. Na posamezne senzorične parametre so bila vina ocenjena z metodo rangiranja po Paul-u, skupni vtis kakovosti je bil izveden z metodo po Buxbaum-u. Pri metodi po Paul-u je razlika statistično značilna pri razliki v rangi ≥ 1.0 .

Rezultati senzorične ocene vina Modri pinot:

OCENA BARVE (intenzivnost in odtenek)

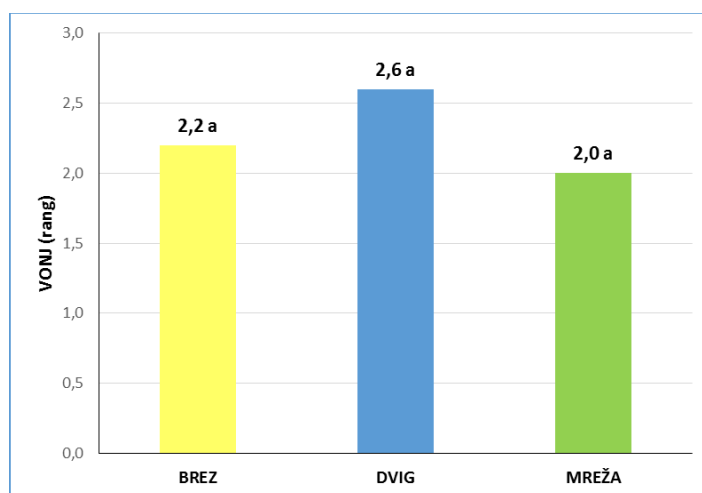
V grafikonu 11 so prikazana povprečja ocene barve. Tukaj bistveno odstopa obravnavanje DVIG, kjer je bila barva najbolj ocenjena z rangom 2.9 in se statistično značilno razlikuje od ostalih dveh obravnavanj. Med obravnavanjskima BREZ in MREŽA ni bilo statistično značilnih razlik ($p \leq 0,05$).



Grafikon 11: Ocena barve vina (rang po Paul-u)

OCENA VONJA (kakovost)

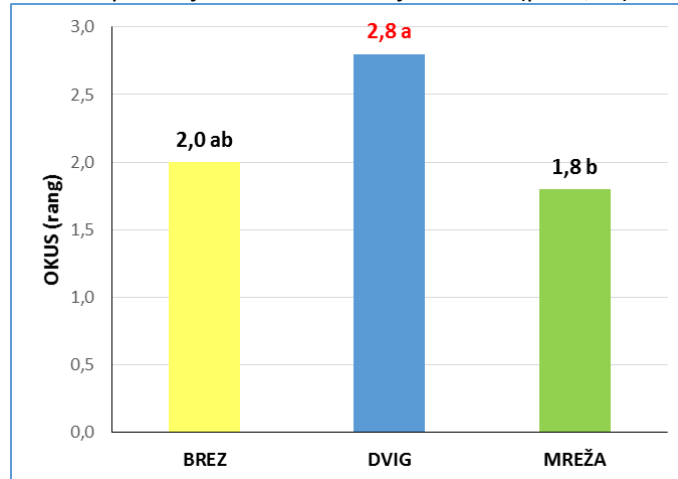
Pri oceni kakovosti vonja (Grafikon 12) so prikazani rangi po posameznih obravnavanjih. Čeprav je rang pri obravnavanju DVIG višji od ostalih dveh obravnavanj (2.6), pa ta razlika ni statistično značilna ($p \leq 0,05$). Uporaba protitočne mreže torej ni vplivala na kakovost vonja vina.



Grafikon 12: Ocena vonja vina (rang po Paul-u)

OCENA OKUSA (polnost)

V grafikonu 13 so prikazane vrednosti rangov za oceno polnosti okusa vina. Tako kot pri oceni barve, tudi tukaj odstopa vino obravnavanja DVIG z oceno ranga 2.8 in se statistično značilno razlikuje od obravnavanja MREŽA. Obravnavanje BREZ mreže je sicer ocenjeno z nižjim rangom (2.0) vendar ta razlika ni statistično značilna v primerjavi z obravnavanjem DVIG ($p \leq 0,05$).



Grafikon 13: Ocena okusa vina (rang po Paul-u)

SKUPNA OCENA PO BUXBAUM-U

Vina vseh obravnavanj smo tudi ocenili na skupni vtis kakovosti z metodo po Buxbaum-u. V povprečni oceni med obravnavanji ni bilo razlike (17.7 do 17.8).

ZAKLJUČKI SENZORIČNE OCENE

Kljub temu, da z oceno skupnega vtisa po Buxbaum-u nismo ugotovili bistvenih razlik med vini posameznih obravnavanj, pa ocene posameznih senzoričnih parametrov nakazujejo določene razlike. Pri oceni barve ter kakovosti vina izstopa isto obravnavanje in sicer DVIG mreže. Termin dviga mreže tudi sovпада z začetkom zorenja grozdja. Spuščena mreža pred tem terminom verjetno ščiti pred negativnimi učinki vročinskih valov in direktnega obsevanja grozdja, kasnejši dvig mreže pa omogoča boljše osvetljenje grozdja v času zorenja.



Slika 3: Organoleptično ocenjevanje vzorcev modrega pinota

KEMIJSKA ANALIZA VINA MODREGA PINOTA, PRIDELANEGA IZ GROZDJIA Z RAZLIČNO STOPNJO SENČENJA S PROTITOČNO MREŽO

Mateja Potisek¹, Anastazija Jež Krebelj¹, Boštjan Saje¹, Franc Čuš¹

¹Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana

Uvod in pregled literature

Modri pinot je francoska sorta, ki dobro uspeva v zmernih podnebnih razmerah (Ranjitha in sod., 2015) s Huglin indeksom med 1700 in 1800. Visoke temperature in velika osončenost so zaradi tanjše kože grozdnih jagod sorte Modri pinot kritične za pridelavo grozdja in sicer iz vidika pojavljanja sončnega ožiga grozdja, prenizke vsebnosti kislin in izgube sadnih arom v grozdnem soku. Vse naštetu se lahko odraža tudi v slabši kakovosti vina (Jackson in Lombard, 1993; Mira de Orduña, 2010). S podnebnimi spremembami se povečuje povprečna dnevna temperatura in količina UV in PAR sevanja v rastni sezoni tudi v zmernih podnebnih razmerah evropskih vinorodnih dežel, kar se odraža v spremenjenih kemijskih parametrih in sestavi aromatičnih spojin v vinu, zato je nujna prilagoditev vinogradniških praks (Vršič in Vodovnik, 2012, Vršič in sod., 2014; van Leeuwen in Darriet, 2016; van Leeuwen in sod., 2019). Uporaba različno obarvanih senčnih in protitočnih mrež (rumena, zelena, modra, siva, črna itd.) je ena izmed vinogradniških praks, s katero lahko vplivamo na mikroklimo v vinogradu. Poleg tega, da lahko mreža do določene mere zaščiti vinograd pred vremenskimi ekstremi (močan veter, zmrzal in toča), s selektivnim prepuščanjem določenih spektrov sončne svetlobe zmanjša izpostavitve vinske trte močni sončni svetlobi (Abdel-Ghany in Al-Helal, 2011; Shahak, 2011; Cugnetto in Masoero, 2021). Raziskave so pokazale, da lahko zastiranje vinogradov z mrežami vpliva na osnovne kemijske parametre, vsebnost skupnih polifenolov in hlapnih spojin v grozdju in vinu, ki prispevajo k senzoričnim lastnostim vina (Reshef in sod., 2018; Scafidi in sod., 2013; Oliveira in sod., 2014; Ranjitha in sod., 2015; Cugnetto in Masoero, 2021; Villalobos-Soublett in sod., 2021; Cataldo in sod., 2022; Forte in sod., 2022).

Različne stopnje senčenja sorte Modri pinot z mrežami zmanjšajo predvsem pH vrednost in povečajo vsebnost skupnih kislin v moštu in vinu (Ranjitha in sod., 2015; Ghiglieno in sod., 2020), kar prispeva k večji svežini in kakovosti pridelanega vina (Jackson in Lombard, 1993). Prav tako ima senčenje grozdja velik vpliv na vsebnost skupnih polifenolov in antocianov v rdečih vinih (Ranjitha in sod., 2015; Reshef in sod., 2018), saj na njihovo sintezo vpliva tako svetloba kot temperatura (Spayd in sod., 2002). V grozdju se v glavnem sintetizirajo proantociani in antociani ter manjše količine drugih fenolov, kot so fenolne kisline, resveratrol in njegovi derivati, flavonoli, flavanonoli in flavoni (Li in Sun, 2017). Pri pridelavi grozdja rdečih sort v vino z neencimskimi in encimski procesi poleg tega nastanejo nove fenolne spojine (Li in Sun, 2019). V rdečih sortah grozdja so vijolično-rdeči pigmenti antociani glavne fenolne spojine, ki se sintetizirajo v kožicah grozdnih jagod in so odgovorne za barvo rdečih vin (Cantos in sod., 2002; Riberau-Gayon in sod., 2006; Escribano-Bailón in Santos-Buelga, 2012). Njihove interakcije z drugimi fenolnimi spojinami omogočajo izboljšanje stabilizacije barve staranih vin z reakcijami ko-pigmentacije ali stabilizacije (Ribeau-Gayon in sod., 2006; Escribano-Bailón in Santos-Buelga, 2012). Fenolne spojine, poleg barve prispevajo tudi k drugim senzoričnim lastnostim vina, kot sta trpkost in grenkoba vina (Arnold in sod., 1980; Ribeau-Gayon in sod., 2006). Vpliv senčenja na vsebnost skupnih polifenolov in antocianov v vinu je odvisen predvsem od stopnje zasenčenosti grozdov. Delna senčenost grozdov sorte Modri pinot ima pozitiven vpliv na vsebnost skupnih polifenolov in antocianov v vinu, medtem ko prevelika stopnja zasenčenosti zniža njihove vsebnosti, kar

se odraža v manjši intenziteti in odtenku barve vina Modri pinot (Price in sod., 1995; Ranjitha in sod., 2015). Izpostavljenost grozdja svetlobi med zorenjem pomembno vpliva tudi na sintezo hlapnih spojin v grozdju in posledično med fermentacijo grozdnega soka v vinu (Scafidi in sod., 2013; Ranjhita in sod., 2015; Song in sod., 2015). K polni in sadni aromi vina prispevajo višji alkoholi 1-propanol, izobutanol in izoamilni alkohol ter estri maščobnih kislin (etil butanoat, etil kaproat, etil kaprilat, etil kaprat in etil laurat) in acetatni estri (izobutil acetat, amil acetat, heksil acetat, etil acetat, izoamil acetat, 2-feniletil acetat) ter druge hlapne spojine (ketoni, aldehidi) (povzeto po Carpena in sod., 2020). V vinu Modri pinot je bilo identificiranih najmanj 66 hlapnih spojin (Brander in sod., 1979). K njegovi značilni aromi prispeva več hlapnih spojin, med njimi metil in etil vanilat, acetovanilon, 3-metil 1-propanol, 3-metil butanojska, heksanojska, oktanojska in dekanoska kislina, 2-fenil etanol, etil alkohol in benzil alkohol (Brander in sod., 1979), etil antranilat, etil cinamat in etil 2,3-hidro cinamat (Moio in Etievant, 1995). K značilni sadni aromi vina Modri pinot (aroma češnje, črnega ribeza in malin) prispevajo predvsem estrske spojine, kot je etil heksanoat, etil salicilat in metil heksanoat (Ranjitha in sod., 2015). Rezultati pregledane literature kažejo, da ima zasenčenje sorte Modri pinot pomemben in pozitiven vpliv na sintezo višjih alkoholov, in estrov v vinu (Ranjitha in sod., 2015). Analize hlapnih spojin kažejo, da imajo vina pridelana iz grozdja sorte Modri pinot iz zasenčenih vinogradov v primerjavi z nezasenčenimi višje vsebnosti višjih alkoholov, 3-metil 1-butanola in fenil etanola ter estrskih spojin etil heksanoata, deciloktanoata in metil antranilata, ki dajejo vinu Modri pinot specifično aromo. Poleg tega je bilo opazno povečanje oktanojske in dekanoske kisline (Ranjitha in sod., 2015). Vinogradniška praksa pokrivanja vinske trte z mrežami v času visokih poletnih temperatur in velike izpostavitve sončnemu sevanju tako nakazuje velik potencial za izboljšanje senzoričnih lastnosti vina modri pinot (Ranjitha in sod., 2015). S tem namenom smo v vinorodni deželi Podravje, v v.o. Štajerska Slovenija, na vinorodni legi Ritoznoj, preučili vpliv različne stopnje zasenčenja pri sorti Modri pinot s črno protitočno mrežo (brez protitočne mreže, dvig protitočne mreže 16. avgusta 2021, stalna pokritost s protitočno mrežo) na kakovost pridelanega vina letnika 2021, s poudarkom na standardnih kemijskih parametrih vina, vsebnosti skupnih polifenolov in antocianov ter višjih alkoholov, estrov in ostalih hlapnih spojin v vinu.

Material in metode

Merjenje vsebnosti skupnih polifenolov v vinu

Vsebnosti skupnih polifenolov in antocianov v vinu smo izmerili po postopku Di Stefano in sod. (1989). Postopek vključuje elucijo v žveplovni kislini redčenih vzorcev vina iz kolone z metanolom ter merjenje absorbance pri valovni dolžini 700 nm za določanje skupnih polifenolov in pri 536 do 540 nm za določanje koncentracije skupnih antocianov v vzorcih.

Merjenje barve in odtenka vina

Barvo in odtenek vina smo merili spektrofotometrično pri valovnih dolžinah 420, 520 in 620 nm po metodi Glories (1984).

Analiza vsebnosti estrov, C6 alkoholov, benzaldehida, dietilsukcinata in gama-butirolaktona

Estre, C6 alkohole in nekatere druge spojine smo analizirali s plinsko kromatografijo v kombinaciji z masno spektrometrijo (GC-MS) po metodi Bavčar in sod. (2011). Identifikacija in kvantifikacija spojin je bila izvedena, kot v je navedeno v predhodnih raziskavah (Bavčar, 2011; Bavčar in sod., 2011; Bavčar in Baša Česnik, 2011).

Analiza vsebnosti višjih alkoholov, etil acetata in acetaldehida

Višje alkohole, etil acetat in acetaldehid v vinu smo analizirali s pomočjo plinske kromatografije s plamensko ionizacijskim detektorjem GC-FID (Hewlett Packard 6890, Nemčija) brez predhodne ekstrakcije z uporabo kolone CP-Wax, 57CB (50 m × 0,25 mm, debelina filma 0,20 μm) (Bavčar in sod., 2011). Validacija in točnost metode je bila predhodno določena (Bavčar, 2011) in kvantificirana (Bavčar, 2011; Bavčar in sod., 2011, Bavčar in Baša Česnik, 2011).

Standardne kemijske analize vina

Standardne kemijske parametre vina smo določili po priporočenih metodah Evropske skupnosti (EEC) 2676/90; Commission regulation EC 355/2005). Dejanski alkohol v vinu smo določili z destilacijo vina in dodatkom 2 M raztopine kalcijevega hidroksida. Relativno gostoto destilata smo pomerili z elektronskim denzimetrom (DMA 4500, Anton Paar, Avstrija) pri 20 °C. Skupne (titrabilne) kisline v vinu smo določili s titracijo vina z natrijevim hidroksidom in indikatorjem bromotimol modrim do kolorimetrične spremembe po OIV metodi (OIV-MA-AS313-01: R2015). Hlapne kisline v vinu smo pomerili z encimski analizatorjem (BS-200, Mindray, Kitajska). Vrednost pH vina smo pomerili pri sobni temperaturi s pH metrom Meterlab PHM 210 (Radiometer Analytical, Lyon, Francija). Pepel in skupno suha snov vina smo izmerili po uradnih OIV metodah (Uradni list st. 43/2011 31.5.2001, 2001). Skupni žveplov dioksid v vinu smo prav tako izmerili po OIV metodi (OIV-MA-AS323-04B: R2009). Prosti žveplov dioksid smo izmerili z direktno jodometrično titracijo. Vezani žveplov dioksid pa smo določili z jodometrično titracijo po alkalni hidrolizi. Vsota prostega in vezanega žveplovega dioksida predstavlja skupni žveplov dioksid v vinu.

Rezultati z diskusijo

Preglednica 1: Povprečne vrednosti parametrov vina ± STD, pridelanega iz grozdja sorte Modri Pinot iz različnih obravnavanj (D = dvig mreže, M = stalna pokritost z mrežo in B = brez mreže). Črke poleg vrednosti označujejo statistične značilne razlike med obravnavanji, izračunane z enosmerno ANOVO (Tukey-ev test, $p \leq 0,05$), ns = statistično neznačilne razlike. Pri prosti in skupni žveplovi kislini nismo naredili statistične analize, ker ni smiselna.

	D	M	B	p vrednost
Polifenoli in antociani ter barva vina				
skupni polifenoli (mg/L (+)-katehin)	867,13±194,8	893,49±261,86	1090,79±150,6	ns
skupni antociani (mg/L)	318,12±30,9a	242,81±36,3b	250,04±9,6ab	*
intenziteta barve	5,33±0,76	4,22±0,63	3,85±0,34	ns
barvni odtenek	0,58±0,03	0,65±0,04	0,65±0,02	ns
Estri (mg/L)				
etil butirat	0,61±0,00	0,62±0,09	0,66±0,04	ns
etil kaprat	0,09±0,004	0,08±0,004	0,09±0,003	ns
etil kaprilat	0,39±0,02	0,40±0,01	0,39±0,01	ns
etil laurat	0,008±0,001	0,007±0,001	0,007±0,001	ns
etil heksanoat	0,32±0,01	0,33±0,02	0,31±0,02	ns

EIP projekt: Prilagoditev pridelave grozdja na podnebne spremembe in ohranjanje biodiverzitete

etil palmitat	0,006±0,004	0,004±0,001	0,005±0,000	ns
etil laktat	2,71±0,20	2,56±0,06	2,68±0,07	ns
Acetatni estri višjih alkoholov (mg/L)				
Heksilacetat	0,003±0,0002a	0,003±0,0005a	0,002±0,0004b	*
izoamil acetat	0,003±0,000a	0,004±0,000a	0,002±0,001b	*
Višji alkoholi (mg/L)				
1-heksanol	1,79±0,15a	1,74±0,05a	1,50±0,09b	*
benzil alkohol	0,66±0,04	0,69±0,13	0,85±0,04	ns
cis-3-heksen-1-ol	0,03±0,004	0,031±0,003	0,026±0,005	ns
1-propanol	31,56±2,48	32,35±7,79	41,91±5,98	ns
2-metil propanol	87,13±2,75	94,17±5,48	93,62±6,75	ns
1-butanol	0,47±0,40	0,19±0,32	0,25±0,44	ns
2-metil butanol	63,65±6,22	63,73±9,01	58,79±2,86	ns
3-metil butanol	263,15±21,66	259,77±38,39	242,95±12,20	ns
2-fenil etanol	23,70±3,92	21,73±2,87	26,97±5,17	ns
	D	M	B	p vrednost
Ostale spojine (mg/L)				
Benzaldehid	0,018±0,004	0,045±0,024	0,053±0,007	ns
dietilsukcinat	0,78±0,06	0,63±0,12	0,64±0,07	ns
gama-butirolakton	6,58±0,41	5,45±1,04	5,35±0,34	ns
acetaldehid	19,99±4,01	18,03±2,61	21,58±3,70	ns
etilacetat	41,10±3,25	42,29±10,55	44,24±2,23	ns
Standardni kemijski parametri vina				
dejanski alkohol (vol.%)	13,77±0,21	13,31±0,84	13,07±0,33	ns
skupni ekstrakt (g/L)	24,60±0,30	23,93±1,44	23,93±0,93	ns
skupne kisline (g/L vinske kisline)	6,80±0,00	6,73±0,40	6,40±0,17	ns
hlapne kisline (g/L očetne kisline)	0,19±0,02	0,18±0,02	0,17±0,01	ns
pH	3,57±0,02	3,57±0,07	3,63±0,02	ns
pepel (g/L)	2,48±0,03	2,41±0,13	2,41±0,05	ns
prosta žvepl. kisl. (SO ₂) (mg/L)	8±1	6±1	8±1	/
skupna žvepl. kisl. (SO ₂) (mg/L)	32±1	27±1	31±4	/

Vpliv senčenja grozdja s protitočno mrežo na standardne kemijske parametre vina Modri pinot

Popolno in delno senčenje grozdja sorte Modri Pinot s protitočno mrežo ni imelo statističnega značilnega vpliva na standardne kemijske parametre vina (Preglednica 1). Nakazuje se trend višje vsebnosti dejanskega alkohola, skupnega ekstrakta, skupnih in hlapnih kislin ter vsebnosti pepela in nižje pH vrednosti v vinu, pridelanem iz grozdja iz obravnavanja z dvigom protitočne mreže med rastno dobo v primerjavi s kontrolo. Pri tem je potrebno upoštevati, da so se razlike v kemijski sestavi vin med obravnavanji z različno stopnjo senčenosti lahko zmanjšale v vinifikaciji in bi morda bile bolj izrazite v grozdju oz. moštu (Reshef in sod. 2018).

Skupni polifenoli, antociani in barva vina

Analize skupnih polifenolov in antocianov vina so pokazale, da zasenčenost vinskih trt s protitočno mrežo v nasprotju z drugimi raziskavami (Ranjitha in sod., 2015) ni imela statistično značilnega vpliva na vsebnost skupnih polifenolov v vinu. Dvig protitočne mreže v času dozorevanja grozdja pa je statistično značilno povečal vsebnost skupnih antocianov v vinu v primerjavi s kontrolo brez pokrivanja grozdja s protitočno mrežo. V skladu z rezultati drugih raziskav (Reshef in sod., 2018) je bila tudi intenziteta barve vina v tem obravnavanju nekoliko večja, a razlike so bile statistično neznačilne (Preglednica 1).

Višji alkoholi, estri in druge hlapne spojine v vinu

Vino pridelano iz grozdja iz obravnavanj s stalno pokritostjo s protitočno mrežo in z dvigom protitočne mreže med dozorevanjem grozdja je imelo statistično značilno višje vsebnosti višjega alkohola 1-heksanola in acetatnih estrov višjih alkoholov, in sicer heksilacetata in izoamil acetata v primerjavi z vinom, pridelanim iz grozdja kontrolnega obravnavanja (Preglednica 1). Zasenčenje grozdja se odraža v nižji temperaturi grozdja (Reshef in sod., 2018), kar bi lahko prispevalo k zadrževanju prekurzorjev hlapnih spojin v grozdnih jagodah (Ranjitha in sod., 2015). K nastanku večje koncentracije estrov sladkastih arom med fermentacijo grozdnega soka v vinu bi lahko prispevala tudi večja sinteza organskih in maščobnih kislin v senčenem grozdju, ki je bila opažena v drugih raziskavah (Ranjitha in sod., 2015). V nasprotju z drugimi raziskavami (Ranjitha in sod., 2015), senčenje ni imelo statističnega značilnega vpliva na sintezo posameznih aldehydskih in ketonskih spojin, ki prav tako dajejo vinu Modri pinot značilno aromo (Ranjitha in sod., 2015).

ZAKLJUČKI

Podnebne spremembe z višanjem povprečnih letnih temperatur, pomanjkanjem in neenakomerno razporejenostjo padavin in drugih nenadnih ekstremnih vremenskih pojavov (toča, pozebe) prinašajo nove izzive v vinogradništvu in pri pridelavi vina ter zahtevajo prilagoditev vinogradniških praks (van Leeuwen in sod., 2019). Enoletni poskus je pokazal, da je ukrep dvig protitočne mreže v času začetka dozorevanja grozdja sorte Modri Pinot s povečanjem sinteze antocianov in posledično nekoliko večjo intenziteto barve ter vsebnostjo skupnih kislin v vinu pomembno prispeval k povečanju kakovosti vina Modri pinot (Ranjitha in sod., 2015) v zmernem podnebjju Slovenije. Poleg tega senčenje grozdja sorte Modri Pinot s protitočno mrežo, tako delno (do začetka dozorevanja) kot tudi do konca trgatve, pomembno poveča vsebnost nekaterih estrov (heksilacetata, izoamil acetata) in višjega alkohola

1-heksanola v vinu, ki prispevajo k aromi vina Modri pinot (Brander in sod., 1979; Ranjitha in sod., 2015). S podnebnimi spremembami se povečuje delež sladkorja v grozdnem soku in zmanjšuje vsebnost skupnih kislin v grozdnem soku (Vršič in sod., 2014), kar se odraža v višji vsebnosti alkohola in manjši vsebnosti skupnih kislin v vinu (van Leuwen in sod., 2019). Ukrep dvig protitočne mreže v začetku dozorevanja grozdja sorte Modri Pinot letnika 2021 se je tako s pozitivnim vplivom na vsebnost skupnih antocianov, hlapnih spojin in skupne vsebnosti kislin v vinu izkazal za uspešen ukrep za delno blažitev podnebnih sprememb v pridelavi vina. Za jasno potrditev rezultatov iz enoletnega poskusa bi bilo nujno še vsaj dve do tri leta spremljati vpliv uporabe protitočne mreže na kakovostne parametre vina Modri pinot in s tem ovrednotiti njen dolgoročni vpliv.

Literatura

Abdel-Ghany A., Al-Helal I. (2011). Analysis of solar radiation transfer: A method to estimate the porosity of a plastic shading net. *Energy Conversion and Management - ENERG CONV MANAGE*, 52: 1755-1762.

Arnold R. A., Noble A. C., Singleton V. L. (1980). Bitterness and astringency of phenolic fractions in wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28: 675–678.

Bavčar, D. (2011). Vpliv maceracije na aromatične značilnosti primorskih belih vin : doktorska disertacija (s področja živilstva) , Univerza v Ljubljani, Ljubljana.

Bavčar D., Baša Česnik H. 2011. Validation of the Method for the Determination of Some Wine Volatile Compounds. *Acta agriculturae Slovenica*, 97 (3): 285-293.

Bavčar D., Baša Česnik H., Čuš F., Košmerl T. (2011). The influence of skin contact during alcoholic fermentation on the aroma composition of Ribolla Gialla and Malvasia Istriana *Vitis vinifera* (L.) grape wines. *International Journal of Food Science & Technology*, 46: 1801-1808.

Brander C. F., Kepner, Richard E. A., Dinsmoor W. (1980). Identification of some Volatile Compounds of Wine of *Vitis Vinifera* Cultivar Pinot Noir. *American Journal of Enology and Viticulture*, 31: 69-75.

Cantos E., Espín J. C., Tomás-Barberán F. A. (2002). Varietal differences among the polyphenol profiles of seven table grape cultivars studied by LC-DAD-MS-MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(20):5691-5696.

Commission Regulation (EC), No. 2676/90 of 17 September 1990 determining Community methods for the analysis of wines. 1990. Official journal of the European union, 33, L727:1-129.

Commission Regulation (EC), No. 355/2005 of 28 February 2005 amending Regulation (EEC) No. 2676/90 determining Community methods for the analysis of wines. 2005. Official journal of the European union, 48, L 56: 3-77.

Carpena M., Fraga-Corral M., Otero P., Nogueira R. A., Garcia-Oliveira P., Prieto M. A., Simal-Gandara J. (2020). Secondary Aroma: Influence of Wine Microorganisms in Their Aroma Profile. *Foods*, 10(1): 51, doi: 10.3390/foods10010051.

Cataldo E., Fucile M., Mattii G. B. (2022). Effects of Kaolin and Shading Net on the Ecophysiology and Berry Composition of Sauvignon Blanc Grapevines. *Agriculture*, 12, 491, doi: 10.3390/agriculture12040491.

Cugnetto A., Masoero G. (2021). Colored Anti-Hail Nets Modify the Ripening Parameters of Nebbiolo and a Smart NIRS can Predict the Polyphenol Features. *Journal of Agronomy Research*, 4(1):23-45.

Di Stefano R., Guidoni S. (1989). La determinazione dei polifenoli totali nei mosti e nei vini. *Vignevini*, 1, 47-52.

Escribano T., Santos Buelga C. (2012). Anthocyanin Copigmentation - Evaluation, Mechanisms and Implications for the Colour of Red Wines. *Current Organic Chemistry*, 16: 715-723.

Forte B., Susin E., Silvestre W., Corrêa H. (2022). Effect of anti-hail net on production and quality of 'Rose Niagara' grapes grown in Serra Gaúcha region, south Brazil. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 37, 116-125.

Ghiglieno I., Mattivi F., Cola G., Trionfini D., Perenzoni D., Simonetto A., Gilioli G., Valenti L. (2020). The effects of leaf removal and artificial shading on the composition of Chardonnay and Pinot noir grapes. *OENO One*, 54: 761-777.

Glories Y. (1984). The colour of red wines. Part 2. Measurement, origin and interpretation. *Connaissance de la Vigne et du Vin*, 18(4): 253-271.

Jackson D. I., Lombard P. B. (1993). Environmental and Management Practices Affecting Grape Composition and Wine Quality - A Review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 44: 409-430.

Li L., Sun B. (2019). Grape and wine polymeric polyphenols: Their importance in enology. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(4): 563-579.

Mira de Orduña Heidinger R. (2010). Climate change associated effects on grape and wine quality and production. *Food Research International*, 43(7): 1844-1855.

Moio L., Etievant P. X. (1995). Ethyl Anthranilate, Ethyl Cinnamate, 2,3-Dihydrocinnamate, and Methyl Anthranilate: Four Important Odorants Identified in Pinot noir Wines of Burgundy. *American Journal of Enology and Viticulture*, 46: 392-398.

OIV. (2009). Method OIV-MA-AS323-04B: R2009. Sulfur dioxide. V: Compendium of International Methods of Analysis – OIV. Paris, International Organisation of Vine and Wine: 3str. <https://www.oiv.int/public/medias/2582/oiv-ma-as323-04b.pdf>

OIV. (2015). Method OIV-MA-AS313-01: R2015. Total acidity (Oeno 551/2015). V: Compendium of International Methods of Analysis-OIV. Paris, International Organisation of Vine and Wine: 3 str. <https://www.oiv.int/public/medias/3731/oiv-ma-as313-01.pdf>

Oliveira M., Teles J., Barbosa P., Olazabal F., Queiroz J. (2014). Shading of the fruit zone to reduce grape yield and quality losses caused by sunburn. *OENO One*, 48(3): 179-187.

Price S., Breen, P. J. Valladao M., Watson B. T. (1995). Cluster Sun Exposure and Quercetin in Pinot noir Grapes and Wine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 46, 187-194.

Ranjitha K., Shivashankar S., Prakash G.S., Sampathkumar P., Roy K., Suresh, E. R. (2015). Effect of vineyard shading on the composition, sensory quality and volatile flavours of *Vitis vinifera* L. cv. Pinot Noir wines from mild tropics. *Journal of Applied Horticulture*, 17: 3-6.

Reshef N., Agam N., Fait A. 2018. Grape Berry Acclimation to Excessive Solar Irradiance Leads to Repartitioning between Major Flavonoid Groups. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 11, 66(14): 3624-3636.

Ribereau-Gayon P., Dubourdieu D., Doneche B., Lonvaud A., Glories Y., Maujean A. (2006). Handbook of enology, the microbiology of wine and vinifications (Vol. v. 1). West Sussex, England: J. Wiley & Sons.

Scafidi P., Pisciotta A., Patti D. (2013). Effect of artificial shading on the tannin accumulation and aromatic composition of the Grillo cultivar (*Vitis vinifera* L.). *BMC Plant Biology* 13, 175.

Shahak Y. (2011). Photosensitive Netting: The Concept, Research and Implementation In Various Crops. Conference: 2011 ASHS Annual Conference.

Song J., Smart R., Wang H., Dambergs B., Sparrow A., Qian M.C. (2015). Effect of grape bunch sunlight exposure and UV radiation on phenolics and volatile composition of *Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir wine. *Food Chemistry*, 15 (173):424-31.

Spayd, S. E., J. M. Tarara, D.L. Mee and J. C. Ferguson (2002). Separation of sunlight and temperature effect on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53: 171-182.

Uradni list št. 43/2011 31.5.2001 (2001). <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2001-01-2439?sop=2001-01-2439>

van Leeuwen C., Darriet P. (2016). The Impact of Climate Change on Viticulture and Wine Quality. *Journal of Wine Economics*, 11: 150-167.

van Leeuwen, C., Destrac-Irvine, A., Dubernet, M., Duchêne, E., Gowdy, M., Marguerit, E., Pieri, P., Parker, A., de Risséguier, L., Ollat, N. (2019). An Update on the Impact of Climate Change in Viticulture and Potential Adaptations. *Agronomy*, 9, 514.

Villalobos-Soublett E., Gutiérrez-Gamboa G., Balbontín C., Zurita-Silva A., Ibacache A., Verdugo-Vásquez N. (2021). Effect of Shading Nets on Yield, Leaf Biomass and Petiole Nutrients of a Muscat of Alexandria Vineyard Growing under Hyper-Arid Conditions. *Horticulturae*, 7, 445.

Vršič, Stanko, Vodovnik T. (2012). Reactions of grape varieties to climate changes in North East Slovenia. *Plant Soil and Environment*, 58: 34-41.

Vršič, Stanko, Sem V., Pulko B., Šumenjak T. (2014). Trends in climate parameters affecting winegrape ripening in northeastern Slovenia. *Climate Research*, 58: 257-266