Josipa Golenja, [1], Marina Anić[1], Mirela Osrečak[1], Marko Karoglan[1] *Izvorni znanstveni rad*

Utjecaj djelomične defolijacije u vrijeme zametanja bobica na prinos i polifenolni sastav grožđa sorte 'Merlot' (*Vitis vinifera* L.)

Sažetak

Djelomična defolijacija predstavlja vinogradarsku tehniku uklanjanja bazalnih listova s ciljem poboljšanja prozračivanja trsa, smanjenja mikrobnih infekcija te povećanja sunčevog zračenja u zoni grožđa i sinteze polifenola. Istraživanje je provedeno 2020. godine u Zagrebačkom vinogorju na sorti 'Merlot' (Vitis vinifera L.). Djelomična defolijacija provedena je u zoni grožđa u vrijeme zametanja bobica. Ispitivan je utjecaj zahvata na prinos, masu grozda, koncentraciju šećera, ukupne kiselosti, pH vrijednost te polifenola u kožici bobice. Rezultati su pokazali da je djelomična defolijacija utjecala na smanjenje mase grozda i bobice, ali nije utjecala na prinos po trsu te je utjecala na smanjenje koncentracije ukupne kiselosti, ali nije utjecala na koncentraciju šećera u moštu. Djelomična defolijacija utjecala je na povećanje koncentracije flavonola, hidroksibenzojevih kiselina i flavan-3-ola, ali nije utjecala na koncentraciju antocijana, hidroksicimetnih kiselina, stilbena te na koncentraciju ukupnih polifenola. Dobiveni podaci ukazuju na značaj ove agrotehničke mjere u regulaciji kakvoće i prinosa grožđa.

Ključne riječi: *vinova loza, 'Merlot', djelomična defolijacija, polifenoli, flavonoli*

Uvod

Vinogradarstvo i vinarstvo jedne su od temeljnih grana hortikulture, a svrha agrotehničkih zahvata u vinogradu jest poboljšati i unaprijediti proizvodnju kao i povećati profitabilnost. Sorta 'Merlot' (*Vitis vinifera* L.) izvorno potječe iz Francuske te je uz 'Cabernet Sauvignon' jedna od najvažnijih crnih sorata u svijetu (Boursiquot i sur., 2009). Polifenoli prisutni u grožđu i vinu mogu se podijeliti na pet skupina- antocijani, flavan-3-oli, flavonoli, stilbeni i fenolne kiseline koje uključuju hidroksicimetne i hidroksibenzojeve kiseline. Djelomična defolijacija jedna je od najčešće korištenih tehnika u vinogradu, a bazira se na uklanjanju listova u zoni grozdova s ciljem postizanja boljih karakteristika grožđa, ali i vina (Alatzas i sur., 2024). Vino je proizvod bogat polifenolnim spojevima, posebice flavonoidima, no njihova koncentracija ovisi o sorti grožđa, mikroklimatskim uvjetima rasta te uvjetima vinifikacije. Flavonoidi čine glavnu skupinu polifenolnih spojeva u vinu, a uključuju spojeve poput flavonola, flavan-3-ola i antocijana (Fernandes i sur., 2017). Primjena djelomične defolijacije može se obaviti u različitim fenofazama- vrlo rano (prije cvatnje), tijekom zametanja bobica ili u kasnijim terminima, tj. Na početku šare (Cataldo i sur., 2021). Djelomična defolijacija kao agrotehnička mjera smanjuje vlažnost u zoni grozda, a time i rizik od mikrobne infekcije uz povećanje cirkulacije zraka unutar zone grožđa (Alatzas i sur., 2024). Također dovodi do povećanja izloženosti sunčevoj svjetlosti što povećava enzimatsku aktivnost u biosintezi flavonoida (Mori

*1 **Josipa Golenja**, mag.ing.agr., dr.sc. **Marina Anić**, dr.sc. **Mirela Osrečak**, prof.dr.sc. **Marko Karoglan**, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb, Hrvatska*
*Autor za koresponednciju: **jgolenja@agr.hr***

i sur., 2007). Uklanjanje bazalnih listova prije cvatnje utječe na smanjenje prinosa, ali i na poboljšanje kvalitete bobica u kontekstu flavonoida (Pastore i sur., 2013). S druge strane, uklanjanje bazalnih listova u trenu zametanja bobica pokazuje povećanje hlapivih spojeva monoterpena (posebice linalola i nerola), ali i alkohola i estera (Cataldo i sur., 2021).

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj djelomične defolijacije provedene u fazi zametanja bobica na prinos, osnovni kemijski sastav i polifenolni sastav grožđa sorte 'Merlot' (*Vitis vinifera* L.) uzgajane u Zagrebačkom vinogorju, na pokušalištu Jazbina, 2020. godine.

Materijali i metode

Istraživanje je provedeno 2020. godine na vinogradarsko-vinarskom pokušalištu Jazbina, Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo, Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (45°51`23,6``N, 16°00`24,9``E). Pokusni nasad nalazi se na 252 m.n.v. Redovi su postavljeni u smjeru sjeverozapad-jugoistok, a prosječni nagib terena je oko 10 %. Sorta 'Merlot' posađena je 2005. godine, a cijepljena je na podlozi *Vitis berlandieri* x *Vitis riparia* SO4. Razmak između redova iznosi 2,1 m, a razmak između trsova 1,2 m, što čini sklop od 4000 trsova/ha. Visina stabla je 80 cm, a uzgojni oblik je dvostruki Guyot, gdje su rezidbom u zrelo ostavljena dva reznika i dva lucnja, što čini prosječno opterećenje od 20-24 pupa. Vršikanje je obavljeno u lag fazi vegetativnog rasta loze, kako ne bi došlo do zasjenjivanja grožđa. Zahvat djelomične defolijacije prikazan na Slici 1, obavio se u vrijeme zametanja bobica (faza 27. po modificiranoj Eichhorn-Lorenz (E-L) skali) (Coombe, 1995), gdje su se sa svake mladice skidala 4 bazalna lista i svi zaperci, dok je drugi tretman kontrola, na kojoj nije proveden zahvat djelomične defolijacije.



Slika 1. Djelomična defolijacija provedena u vrijeme zametanja bobica
Figure 1. Basal defoliation performed at berry set

Pokus je postavljen po slučajnom bloknom rasporedu u tri ponavljanja. Unutar ponavljanja, svaki tretman obuhvatio je tri susjedna trsa, što znači da je svaki tretman zastupljen sa 9 trsova. Podaci o dnevnim temperaturama zraka i oborinama prikupljeni su s meteorološke postaje u vinogradu (Pinova Meteo, Pinova d.o.o., Čakovec, Hrvatska). Lokacija na kojoj je pokus postavljen pripada kontinentalnoj Hrvatskoj, klimatskoj zoni Cfb, odnosno umjerenoj kontinentalnoj klimi s vlažnim ljetom.

Lisna površina izračunata je pomoću metode Lopes i Pinto (2005.) za svaki trs u pokusu (m^2). Berba grožđa određena je tjednim praćenjem koncentracije šećera, ukupne kiselosti i pH. Grožđe je brano ručno u jutarnjim satima, kada su se prikupili podaci o broju grozdova po trsu te prinos po trsu (kg), na temelju čega se izračunala prosječna masa grozda (g). Masa bobice (g) izračunata je uzimanjem tri uzorka od 100 bobica po ponavljanju.

Grožđe iz svakog ponavljanja od svakog tretmana ručno je prešano kako bi se dobio mošt. Udio šećera u grožđu određen je pomoću refraktometra (°Oe), koncentraciju ukupne kiselosti titracijskom metodom prema O.I.V.-u (2001) (g l^{-1}), a pH je određen pH metrom (Hanna intruments Edge).

Od svakog ponavljanja uzeo se i uzorak od 100 bobica, kojima se odvojila kožica za određivanje pojedinačnih polifenola. Kožice grožđa do trenutka ekstrakcije i same analize polifenolnih spojeva čuvale su se u zamrzivaču na -20 ˚C. Prije analize, uzorci kožice zamrznuti su preko noći na -80 °C i osušeni postupkom liofilizacije. Ekstrakcija polifenolnih spojeva izvedena je prema metodi Tomaz i sur. (2016). Nakon sušenja liofilizacijom, kožica je samljevena i ekstrahirano je 160 mg praha primjenom 10 ml otopine koja sadrži 79 % H20, 20 % acetonitrila i 1 % mravlje kiseline, koja je jedan dan ostala u mraku. Sve ekstrakcije provedene su u tri ponavljanja. Ekstrakt je centrifugiran 60 minuta pri 460 o/min na 50 °C. Razdvajanje, identifikacija i kvantifikacija fenolnih spojeva iz ekstrakata kožice grožđa provedeni su na sustavu serije Agilent 1100 (Agilent, Njemačka), opremljenom sustavom DAD, FLD i spojenom sa stanicom za obradu podataka Agilent Chem Station prema metodi Tomaz i Maslov (2016). Odvajanje je izvedeno s kolonom reverzne faze Luna Phenyl-Hexyl (4,6 × 250 mm; 5 mm čestica (Phenomenex, Torrance, USA), sa zaštitnom fenilnom kolonom (4,0 x 3,0 mm) zagrijanom na 50 °C. Otapala su voda / fosforna kiselina (99,5: 0,5, v / v, eluent A) i acetonitril / voda / fosforna kiselina; 50: 49,5: 0,5, v / v / v, eluent B), a brzina protoka 0,9 ml / min. Linearni gradijent za eluent B bio je: 0 min, 0 %; 7 min, 20 %; 35 min, 40 %; 40 min, 40 %; 45 min, 80 %; 50 min, 100 %; 60 min 0 %. Volumen injekcije za sve uzorke bio je 20 µL. Detektor niza dioda postavljen je na opseg akvizicije od 200-700 nm. Hidroksicimetne kiseline detektirane su na 320 nm, flavonoli na 360 nm i antocijani na 518 nm. Flavan-3-oli su otkriveni pri αex =225 nm i αem =320 nm. Pojedinačni fenolni spojevi u ekstraktima kožica bobica identificirani su usklađivanjem vremena zadržavanja svakog kromatografskog pika s vanjskim standardima i DAD spektrom. Kvantifikacija pojedinih fenolnih pikova provedena je pomoću kalibracijske krivulje odgovarajućeg standardnog spoja. Kad referentni spojevi nisu bili dostupni, korištena je kalibracija strukturno srodnog spoja. Ukupno je identificirano 37 različitih spojeva. Ukupna koncentracija antocijana, flavonola, flavan-3-ola i hidroksicimetnih kiseline izražena je kao zbroj pojedinačnih spojeva koji pripadaju odgovarajućoj skupini.

Statistička analiza provedenaje primjenom računalnog programa XLSTAT (Addinsoft, 2020., SAD) te je primijenjen t-test.

Rezultati i rasprava

U Tablici 1. prikazani su temperaturni uvjeti i oborine na pokušalištu Jazbina, 2020. godine. Podaci prosječne temperature zraka i godišnje količine oborina pripadaju uvjetima klimatskog podneblja. Za sortu ‘Merlot’, vrijednost srednje godišnje temperature zraka od 12,9 °C optimalna je za njezin rast, uz godišnju količinu oborina od 781,3 mm.

Tablica 1. Temperaturni uvjeti i oborine, Jazbina, 2020. godina
Table 1. Temperature and rainfall conditions, Jazbina, 2020.

Mjesec	Srednja mjesečna temperatura zraka (°C)	Oborine (mm)
Siječanj	2,0	6,9
Veljača	8,2	47,8
Ožujak	8,3	32,2
Travanj	14,4	16,7
Svibanj	15,8	65,3
Lipanj	20,1	93,7
Srpanj	22,3	116,4
Kolovoz	23,3	91,5
Rujan	19,0	59,0
Listopad	12,7	144,2
Studeni	5,6	34,4
Prosinac	3,6	73,2
[1] MaT	12,9	
[2] ΣvO		781,3

[1] *MaT srednja godišnja ene sin s zraka*
[2] *ΣvO godišnja količina oborina*

U Tablici 2. prikazan je utjecaj djelomične defolijacije na lisnu površinu i prinos grožđa sorte 'Merlot'. Rezultati su pokazali da je djelomična defolijacija značajno smanjila masu grozda, masu bobice i lisnu površinu u odnosu na kontrolni tretman. Smanjenje lisne površine očekivana je posljedica nakon tretmana uklanjanja bazalnih listova, dok se smanjenje mase grozda i bobice može povezati sa uklanjanjem fotosintetski aktivnog lišća u vrijeme velike potrebe za asimilatima od strane cvatova, što je utjecalo na ishranjenost loze. Iako su navedeni parametri bili niži kod tretmana djelomične defolijacije, prinos po trsu nije se statistički razlikovao od kontrole, što upućuje na to da je smanjenje mase grozdova bilo premalo u odnosu na varijabilnost prinosa po trsu da bi se utvrdila statistički značajna razlika te da zahvat nije značajno narušio proizvodni potencijal sorte 'Merlot'. Slične rezultate navode Poni i sur. (2008), koji su utvrdili da rana defolijacija može smanjiti zametanje bobica i masu grozda, ali istodobno poboljšati kvalitetu grožđa. Cataldo i sur. (2021) navode da učinak defolijacije ovisi o terminu izvođenja zahvata, intenzitetu uklanjanja listova i klimatskim uvjetima tijekom vegetacije. Ako se uklanjanje lišća izvodi oko ili nakon zatvaranja grozdova, djelomična defolijacija obično nema učinka na komponente prinosa, kao što je prikazano u istraživanjima Allegro i sur. (2019) i Bubola i sur. (2019). Kliewer i Dokoozlian (2005) pokazali su da odgovarajući omjer lisne površine i prinosa za potporu razvoju i dozrijevanju grožđa iznosi 0,8 – 1,2 m^2kg^{-1}, što je prikazano i u našem istraživanju. Iako je tretman djelomične defolijacije utjecao na smanjenje ukupne lisne površine, omjer između lisne površine i prinosa nije se razlikovao između tretmana, zbog smanjenja prinosa na trsovima gdje je proveden zahvat djelomične defolijacije.

Tablica 2. Utjecaj djelomične defolijacije na lisnu površinu i prinos sorte 'Merlot', Jazbina, 2020. godina / **Table 2.** Effect of basal defoliation on leaf area and yield of 'Merlot' grapevines, Jazbina, 2020.

	Djelomična defolijacija	Kontrola	Sign.
Prinos po trsu (kg)	2,8 ± 0,9	3,4 ± 1,1	n.s.
Broj grozdova po trsu	25,3 ± 6,2	25,0 ± 5,2	n.s.
Masa grozda (g)	100,4 ± 15,8	132,0 ± 19,4	**
Masa bobice (g)	1,5 ± 0,1	2,0 ± 0,2	*
Lisna površina (m^2)	2,1 ± 1,1	3,0 ± 0,2	**
Lisna masa/prinos ($m^2\,kg^{-1}$)	0,9 ± 0,2	1,0 ± 0,2	n.s.

*srednja vrijednost ± SD (n=3); ns označava da nema statistički značajne razlike; * i ** označavaju statistički značajnu razliku između tretmana sa p<0.05 i <0.01 (t-test)*

U Tablici 3. prikazani su rezultati utjecaja djelomične defolijacije u vrijeme zametanja bobica na primarni sastav mošta sorte 'Merlot'. Rezultati su pokazali da djelomična defolijacija nije utjecala na koncentraciju šećera i pH vrijednost mošta, dok je ukupna kiselost bila značajno niža u odnosu na kontrolu. Smanjenje ukupne kiselosti može se objasniti većom izloženosti grozdova sunčevoj svjetlosti i višim temperaturama u zoni grozda, što pogoduje razgradnji organskih kiselina, posebice jabučne kiseline tijekom dozrijevanja grožđa, uslijed pojačanog disanja stanica (Rienth i sur., 2016). Termin provedbe djelomične defolijacije igra važnu ulogu u nakupljanju šećera, ukupne kiselosti i pH, gdje djelomična defolijacija provedena na početku šare obično dovodi do povećanja koncentracije šećera u odnosu na kontrolu (Bubola i sur., 2019), jer povećana izloženost sunčevoj svjetlosti zbog uklanjanja lišća može povećati aktivnost enzima koji sudjeluju u regulaciji metabolizma šećera u grožđu (Rienth i sur., 2016). Djelomična defolijacija provedena prije cvatnje, zbog poboljšanja mikroklimatskih uvjeta, može utjecati na povećanje koncentracije šećera i smanjenje koncentracije ukupne kiselosti u grožđu, što je prikazano u istraživanju Hickey i Wolf (2018). Djelomična defolijacija provedena u vrijeme zametanja bobica i zatvaranja grozdova obično ne utječe na koncentraciju šećera u grožđu, što je u skladu s našim istraživanjem, ali i istraživanjem Allegro i sur. (2019), vjerojatno zbog oporavka te povećanom fotosintetskom aktivnosti preostalog lišća (Poni i sur., 2008).

Tablica 3. Utjecaj djelomične defolijacije na primarni sastav grožđa sorte 'Merlot', Jazbina, 2020. godina / **Table 3.** Effect of basal defoliation on primary grape composition of 'Merlot' grapevines, Jazbina, 2020.

	Djelomična defolijacija	Kontrola	Sign.
Šećeri (°Oe)	89,7 ± 1,5	91,3 ± 0,6	n.s.
Ukupna kiselost ($g\,l^{-1}$)	5,6 ± 0,1	5,9 ± 0,1	*
pH	3,5 ± 0,0	3,5 ± 0,0	n.s.

*srednja vrijednost ± SD (n=3); ns označava da nema statistički značajne razlike; * označava statistički značajnu razliku između tretmana sa p<0.05 (t-test)*

Utjecaj djelomične defolijacije u vrijeme zametanja bobica na polifenolni sastav grožđa prikazan je u Tablicama 4 i 5. Djelomična defolijacija utjecala je na povećanje koncentracije flavonola, hidroksibenzojevih kiselina i flavan-3-ola, ali nije utjecala na koncentraciju

antocijana, hidroksicimetnih kiselina, stilbena te na koncentraciju ukupnih polifenola. Posebno je izraženo povećanje ukupnih flavonola, što potvrđuje da flavonoli predstavljaju jednu od skupina spojeva najosjetljivijih na promjene u sastavu grožđa povezane sa tretmanom djelomične defolijacije. Djelomična defolijacija pokazala je povećanje koncentracije pojedinačnih antocijana delfinidin-3-*O*-glukozid i cijanidin-3-*O*-glukozid. Osim navedenih, povećanja koncentracije pokazuju i flavonoli poput miricetin-3-*O*-glikozida, kvercetin-3-*O* galaktozida, kvercetin-3-*O*-glukozida, kemferol-3-*O*-glukozida, izoramnetin-3-*O*-glukozida i siringentin-3-*O*-glukozida. Povećanje koncentracije pojedinih polifenolnih spojeva, neovisno o terminu provedbe tretmana, može se pripisati razlikama u mikroklimatima defoliranih i kontrolnih trsova, kao rezultat povećanja izlaganja grožđa sunčevoj svjetlosti. Uklanjanje lišća u zoni grožđa može utjecati na biosintetski put i sintezu polifenolnih spojeva u grožđu kao rezultat povećane izloženosti UV zračenju (Gregan i sur., 2012).

Dobiveni rezultati u skladu su s istraživanjima Pastore i sur. (2013) te Alatzas i sur. (2024), koji navode da tretman djelomične defolijacije može povećati biosintezu flavonoida aktivacijom metaboličkih puteva odgovornih za sintezu polifenolnih spojeva. Flavonoli imaju važnu zaštitnu ulogu od UV zračenja pa njihova koncentracija često raste u uvjetima povećane osunčanosti grožđa (Mori i sur., 2007). Osim flavonola, povećane koncentracije pojedinih antocijana mogu doprinijeti intenzivnijoj obojenosti budućeg vina te poboljšanju njegove antioksidativne aktivnosti. Iako ukupni polifenoli nisu pokazali statistički značajnu razliku između tretmana, promjene unutar pojedinih skupina polifenolnih spojeva ukazuju da djelomična defolijacija može modificirati polifenolni profil grožđa i time utjecati na potencijalnu kakvoću vina. Baiano i sur. (2015) također su utvrdili da djelomična defolijacija provedena na početku šare nije utjecala na ukupnu koncentraciju antocijana u kožici bobice, dok su Anić i sur. (2021, 2026) pokazali da je djelomična defolijacija provedena u vrijeme zametanja bobica utjecala na povećanje koncentracije ukupnih flavan-3-ola i hidroksicimetnih kiselina.

Tablica 4. Utjecaj djelomične defolijacije na sastav i koncentraciju antocijana i flavonola u kožici bobice sorte 'Merlot', Jazbina, 2020. godina / **Table 4.** Effect of basal defoliation on the composition and content of anthocyanins and flavonols in 'Merlot' berry skins, Jazbina, 2020.

Spoj	Djelomična defolijacija	Kontrola	Sign
Delfinidin-3-glukozid	764,1 ± 47,4	528,7 ± 21,9	**
Cijanidin-3-O-glukozid	458,7 ± 38,6	272,2 ± 21,6	**
Petunidin-3-glukozid	955,5 ± 54,1	764,6 ± 128,9	n.s.
Peonidin-3-glukozid	1289,2 ± 194,2	1126,9 ± 283,1	n.s.
Malvidin-3-glukozid	3918,2 ± 296,5	3791,3 ± 484,5	n.s.
Delfinidin-3-O-acetilglukozid	135,3 ± 8,8	100,6 ± 17,5	n.s.
Cijanidin-3-O-acetilglukozid	29,0 ± 3,3	25,1 ± 9,6	n.s.
Petunidin-3-O-acetilglukozid	150,1 ± 15,4	77,5 ± 11,7	**
Delfinidin-3-O-kafeoilglukozid	125,5 ± 15,7	120,6 ± 33,4	n.s.
Malvidin-3-O-acetilglukozid	1233,9 ± 93,2	1267,6 ± 168,0	n.s.
Delfinidin-3-O-kumarilglukozid	33,8 ± 11,7	40,6 ± 8,7	n.s.
Cijanidin-3-O-kumarilglukozid	78,9 ± 7,1	72,0 ± 15,3	n.s.
Peonidin-3-O-kumarilglukozid	293,6 ± 41,8	272,8 ± 26,1	n.s.
Malvidin-3-O-kumarilglukozid	825,8 ± 91,6	965,9 ± 59,7	n.s.

Spoj	Djelomična defolijacija	Kontrola	Sign
Ukupni antocijani	10291,4 ± 881,9	9426,6 ± 1123	n.s.
Miricetin-3-O-glukozid	237,0 ± 28,2	62,7 ± 15,9	**
Kvercetin-3-O-galaktozid	145,9 ± 21,2	80,5 ± 12,7	*
Kvercetin-3-O-glukozid	3236,8 ± 420,9	2218,5 ± 258,0	*
Kemferol-3-O-glukozid	153,6 ± 13,6	139,0 ± 5,1	*
Kemferol-3-O-glukonorid	155,6 ± 40,0	133,7 ± 22,2	n.s.
Izoramnetin-3-O-glukozid	6,2 ± 1,1	4,4 ± 0,5	*
Siringentin-3-O-glukozid	51,4 ± 6,7	0,0 ± 0,0	*
Ukupni flavonol-glikozidi	3986,5 ± 486,6	2638,7 ± 289,4	*

*srednja vrijednost ± SD (n=3); ns označava da nema statistički značajne razlike; * i ** označavaju statistički značajnu razliku između tretmana sa p<0.05 i <0.01 (t-test); vrijednosti su izražene u mg/kg suhe kožice*

Tablica 5. Utjecaj djelomične defolijacije na sastav i koncentraciju hidroksicimetnih i hidroksibenzojevih kiselina, stilbena, flavan-3-ola i ukupnih polifenolnih spojeva u kožici bobice sorte 'Merlot', Jazbina, 2020. godina / **Table 5.** Effect of basal defoliation on the composition and content of hydroxycinnamic and hydroxybenzoic acids, stilbenes, flavan-3-ols, and total polyphenolic compounds in 'Merlot' berry skins, Jazbina, 2020.

Spoj	Djelomična defolijacija	Kontrola	Sign.
Kaftarinska kiselina	17,6 ± 0,9	16,4 ± 2,6	n.s.
Kutarinska kiselina	7,0 ± 0,5	7,0 ± 1,0	n.s.
Kafeinska kiselina	2,6 ± 2,1	5,0 ± 3,1	n.s.
Fertarinska kiselina	34,9 ± 4,6	32,4 ± 4,7	n.s.
Kumarinska kiselina	3,3 ± 0,4	5,0 ± 1,3	n.s.
Ferulinska kiselina	8,3 ± 0,9	8,6 ± 1,0	n.s.
Ukupne hidroksicimetne kiseline	73,8 ± 5,6	74,5 ± 11,9	n.s.
Prokatehinska	62,3 ± 4,8	41,5 ± 6,8	*
Ukupne hidroksibenzojeve kiseline	62,3 ± 4,8	41,5 ± 6,8	*
Resveratrol-3-O-glukozid	121,0 ± 2,3	115,8 ± 3,5	n.s.
Viniferin	2,9 ± 0,8	4,9 ± 1,5	n.s.
Ukupni stilbeni	123,9 ± 3,1	120,7 ± 4,7	n.s.
Galokatehin	425,0 ± 39,1	294,1 ± 5,0	**
Epigalokatehin	64,9 ± 10,3	95,8 ± 10,4	*
Procijanidin B1	35,0 ± 1,0	34,7 ± 1,0	n.s.
Katehin	5,4 ± 1,5	4,5 ± 3,5	n.s.
Procijanidin B3	72,7 ± 6,9	56,0 ± 9,7	n.s.
Procijanidin B4	22,9 ± 0,2	23,5 ± 3,2	n.s.
Procijanidin B2	18,7 ± 0,9	20,5 ± 2,9	n.s.
Ukupni flavan-3-oli	644,5 ± 43,4	529,2 ± 29,6	*
Ukupni polifenoli	15182,5 ± 1420,7	12831,1 ± 1209,7	n.s.

*srednja vrijednost ± SD (n=3); ns označava da nema statistički značajne razlike; * i ** označavaju statistički značajnu razliku između tretmana sa p<0.05 i <0.01 (t-test); vrijednosti su izražene u mg/kg suhe kožice*

Zaključak

Djelomična defolijacija vinogradarska je tehnika koja se koristi u svrhe povećanja kakvoće grožđa i vina. U ovom istraživanju provedena je u fazi zametanja bobica i pokazala je značajan utjecaj na kvalitativna svojstva grožđa sorte 'Merlot'. Djelomična defolijacija utjecala je na povećanje koncentracije flavonola, hidroksibenzojevih kiselina i flavan-3-ola. Djelomična defolijacija pozitivno utječe na biljku u kontekstu smanjenja vlažnosti i poticanja cirkulacije zraka, što posljedično utječe na smanjenje rizika od mikrobne infekcije. U praktičnoj vinogradarskoj proizvodnji djelomična defolijacija u vrijeme zametanja bobica može se preporučiti kao mjera za poboljšanje mikroklimatskih uvjeta u zoni grožđa i povećanje koncentracije pojedinih skupina polifenolnih spojeva, bez značajnog smanjenja prinosa po trsu. Pritom intenzitet zahvata treba prilagoditi uvjetima uzgoja i klimatskim prilikama, kako bi se izbjegla pretjerana izloženost grozdova sunčevom zračenju. Dobiveni rezultati stoga mogu poslužiti kao osnova za primjenu djelomične defolijacije u proizvodnji grožđa sorte 'Merlot' kada je cilj poboljšanje sastava grožđa uz očuvanje proizvodnog potencijala trsa.

Literatura

Alatzas, A., Theocharis, S., Miliordos, D.E., Kotseridis, Y., Koundouras, S., Hatzopoulos, P. (2023). *Leaf removal and deficit irrigation have diverse outcomes on composition and gene expression during berry development of Vitis vinifera L. cultivar Xinomavro. OENO One, 57(1), 289–305.*

Allegro, G., Pastore, C., Valentini, G., Filippetti, I. (2019). *Effects of Sunlight Exposure on Flavonol Content and Wine Sensory of the White Winegrape Grechetto Gentile. American Journal of Enology and Viticulture, 70, 277-285.*

Anić, M., Osrečak, M., Andabaka, Ž., Tomaz, I., Večenaj, Ž., Jelić, D., Kozina, B., Karoglan Kontić, J., Karoglan, M. (2021). *The effect of leaf removal on canopy microclimate, vine performance and grape phenolic composition of Merlot (Vitis vinifera L.) grapes in the continental ene si Croatia. Scientia horticulturae. 285. 110161.8.*

Anić, M., Osrečak, M., Omazić, B., Telišman Prtenjak, M., Karoglan Kontić, J., Andabaka, Ž. and Karoglan, M. (2026) *Timing of basal defoliation affects the yield, phenolic compounds and C6 aldehydes and alcohols in Cabernet Sauvignon grapes, Journal of Food Composition and Analysis, 157, 109387.*

Baiano, A., de Gianni, A., Previtali, M. A., del Nobile, M. A., Novello, V., de Palma, L. (2015). *Effects of defoliation on quality attributes of Nero di Troia (Vitis vinifera L.) grape and wine. Food Research International, 75:260-269.*

Boursiquot, J. M., Lacombe, T., Laucou, V., Julliard, S., Perrin, F.-X., Lanier, N., Legrand, D., Meredith, C., This, P. (2009). *Parentage of Merlot and related winegrape cultivars of southwestern France: Discovery of the missing link. Australian Journal of Grape and Wine Research, 15, 144–155.*

Bubola, M., Lukić, I., Radeka, S., Sivilotti, P., Grozić, K., Vanzo, A., Bavčar, D., Lisjak, K. (2019). *Enhancement of Istrian Malvasia wine aroma and hydroxycinnamate composition by hand and mechanical leaf removal. Journal of the Science of Food and Agriculture. 99, 904-914.*

Cataldo, E., Salvi, L., Paoli, F., Fucile, M., Mattii, G.B. (2021). *Effects of Defoliation at Fruit Set on Vine Physiology and Berry Composition in Cabernet Sauvignon Grapevines. Plants, 10-6.*

Fernandes, I., Pérez-Gregorio, R., Soares, S., Mateus, N., Freitas, V. (2017). *Wine ene sin sin health and disease prevention. Molecules, 22(2), 292.*

Gregan, S. M., Wargent, J. J., Liu, L., Shinkle, J., Hofmann, R., Winefield, C., Trought, M., Jordan, B. (2012). *Effects of solar ultraviolet radiation and canopy manipulation on the biochemical composition of Sauvignon Blanc grapes. Australian Journal of Grape and Wine Research.18, 227-238.*

Hickey, C. C., Wolf, T. K. (2018). *Leaf removal effects on Cabernet franc and Petit Verdot: I. crop yield components and primary fruit composition. American Journal of Enology and Viticulture. 69: 221-230.*

Kliewer, W. M., Dokoozlian, N. K. (2005). *Leaf area/crop weight ratios of grapevines: Influence on fruit composition*

and wine quality. American Journal of Enology and Viticulture, 56, 170-181.

Lopes, C., Pinto, P. A. (2005). *Easy and accurate estimation of grapevine leaf area with simple mathematical models. Vitis, 44:55-61.*

Mori, K., Goto-Yamamoto, N., Hashizume, K., Kitayama, M. (2007). *Effect of high temperature on anthocyanin composition and transcription of flavonoid hydroxylase ene sin "Pinot noir" grapes (Vitis vinifera). Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 82, 199-206.*

O.I.V. (2001). *Compendium of international methods of wine and must analysis. Office international de la vigne et du vin. Paris.*

Pastore, C., Zenoni, S., Fasoli, M., Pezzotti, M., Tornielli, G. B., Filippetti, I. (2013). *Selective defoliation affects plant growth, fruit transcriptional ripening program and flavonoid metabolism in grapevine. BMC Plant Biology. 13(1):30.*

Poni, S., Bernizzoni, F., Civardi, S. (2008). *The effest od early leaf removal on whole-canopy gas exchange and vine performance of Vitis vinifera L. 'Sangiovese'. Vitis, 47:1-6.*

Rienth, M., Torregrosa, L., Sarah, G., Ardisson, M., Brillouet, J. M., Romieu, C. (2016). *Temperature desynchronizes sugar and organic acid metabolism in ripening grapevine fruits and remodels their transcriptome. BMC Plant Biology. 16(1).*

Tomaz, I., Maslov, L. (2016). *Simultaneous Determination of Phenolic Compounds in Different Matrices using Phenyl-Hexyl Stationary Phase. Food Analytical Methods, 9:401-410.*

Tomaz, I., Maslov, L., Stupic, D., Preiner, D., Asperger, D., Karoglan Kontic, J. (2016). *Solid-liquid Extraction of Phenolics from Red Grape Skins. Acta Chimica Slovenica, 63:287-97.*

Prispjelo/Received: 9.9.2026. ***Prihvaćeno/Accepted: 12.10.2026.***

Original scientific paper

The influence of basal defoliation at berry set on yield and phenolic composition of grapes of the 'Merlot' variety (Vitis vinifera L.)

Abstract

Basal defoliation is a viticultural technique involving the removal of basal leaves with the aim of improving canopy aeration, reducing the incidence of microbial infections, increasing solar radiation in the cluster zone, and enhancing polyphenol synthesis. The study was conducted in 2020 in the Zagreb wine-growing region on 'Merlot' (Vitis vinifera L.). Basal defoliation was performed in the cluster zone at berry set. The effects of defoliation on yield, cluster weight, sugar content, total acidity, pH, and berry skin polyphenols were evaluated.

The results showed that partial defoliation reduced cluster and berry weight but had no significant effect on yield per vine. Defoliation also reduced total acidity, while no significant effect on must sugar content was observed. Basal defoliation increased the content of flavonols, hydroxybenzoic acids, and flavan-3-ols, whereas no significant effects were observed on anthocyanins, hydroxycinnamic acids, stilbenes, or total polyphenols. These findings highlight the potential of partial defoliation as a canopy management practice for regulating grape yield and quality.

Keywords: *grapevine, 'Merlot', basal defoliation, polyphenols, flavonols*