

## Utjecaj geografskih i klimatskih uvjeta na sadržaj tvari arome, polifenola i antocijana u crnim vinima erduskog vinogorja istočne Slavonije

### Sažetak

Aroma vina je jedna od glavnih karakteristika koji određuje kakvoću vina te za potrošača ima vrlo važnu ulogu prilikom odabira vina. Miris vina predstavlja izrazito velik kvalitativni i kvantitativni kemijski kompleks zato što sadrži preko tisuću hlapljivih spojeva identificiranih u vinu. Antocijani su u vodi topivi biljni pigmenti koji se na svijetlu reflektiraju od tamno crvene do plavičaste boje. To su spojevi koji imaju odlučujuću ulogu u tvorbi boje i arome crnih vina. Pripadaju grupi flavonoida, a uloga istaknutih pigmenta je antioksidacijska zaštita grožđa od štetnog UV zračenja.

Cilj je ovog istraživanja bio utvrditi sadržaj aromatičnih spojeva, polifenola, flavonoida, antocijana te antioksidacijsku aktivnost u crnim vinima Erduskog vinogorja Istočne Slavonije tijekom dvije uzastopne godine. Ispitivani su uzorci vina Merlot, Pinot crni i Cabernet Sauvignon. Utvrđeno je da sorta, geografski položaj i klimatski uvjeti utječu na sadržaj aromatičnih spojeva, polifenola, antocijana te antioksidacijsku aktivnost u crnim vinima.

Rezultati analize vina su pokazali da je Cabernet Sauvignon imao najveći udio spojeva arome, dok je Pinot crni imao najmanji. Nije bilo značajne razlike u antioksidacijskoj aktivnosti ispitivanih vina. Crno vino Erduskog vinogorja sorte Pinot crni je imalo najveći sadržaj antocijana, u usporedbi sa ostalim ispitivanim vinima.

**ključne riječi:** crno vino, aromatični spojevi, polifenoli, antocijani, antioksidacijska aktivnost

### Uvod

Vino je alkoholno piće koje se nastaje fermentacijom grožđa, ploda biljke vinove loze (*Vitis Vinifera*), ali se može dobiti i od drugog voća. Spoj biokemijskih osobina grožđa i kvasca, uvjeta u kojima se odvija proces fermentacije i ljudskog utjecaja na cjelokupni proces prerade, fermentacije i kasnije skladištenja rezultira izuzetno kompleksnim sastavom vina koje može sadržavati na desetke tisuća različitih kemijskih spojeva u različitim omjerima. Na kvalitetu i organoleptička svojstva vina, kao i na udio alkohola u vinu, osim podvrste kvasca te kemijskih i fizikalnih parametara procesa fermentacije, a kasnije i skladištenja fermentiranog proizvoda, značajno utječu i karakteristike grožđa kao sirovine za proizvodnju vina (Lytra i sur., 2013.). Same karakteristike grožđa variraju, ne samo prema sorti vinove loze koju uzgajamo, već su bitni i tlo na kojem vinova loza raste, način obrade tla i uzgoja vinove loze, udio šećera u plodu u vrijeme berbe, kao i opći klimatski uvjeti na području gdje se vinova loza uzgaja. Zbog navedenih razloga vina obično označavamo po sorti vinove loze od koje su dobivena, geografskom porijeklu (apelaciji) i godištu berbe.

Tvorba aromatičnih sastojaka je dinamičan proces koji započinje s fazom dozrijevanja, da bi se karakteristična aroma razvila tek po završetku faze zrenja. Tijekom tvorbe aromatičnih sastojaka odvijaju se metaboličke promjene katabolizma, aromatični sastojci nastaju iz određenih biljnih sastojaka i prekursora preko različitih biokemijskih putova, pri čemu pojedini enzimi ili skupine enzima, također, imaju važnu ulogu (Perez i sur., 1992.).

<sup>1</sup> doc. dr. sc. Anita Pichler, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, e-mail: HYPERLINK "mailto:Anita.Pichler@ptfos.hr" Anita.Pichler@ptfos.hr, 031/224-319  
izv. prof. Andrija Pozderović, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Anamarija Prskalo, student, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek  
Iva Andrašek, student, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, izv. prof. Mirela Kopjar, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek

Arome vina potječu od estera, fenola i ostalih aromatičnih tvari koje iz grožđa prelaze u mošt, a potom i u vino. Grožđe vinu daje primarne, voćne i cvjetne arome. Bijela vina mirišu na jabuke, kruške, breskve, limun, naranču, ogrozd, travu, ruže, a crvena na jagode, maline, kupine, crni ribizl, šljivu. Sekundarne arome stvara način proizvodnje. U njih ubrajamo mirise po kruhu, maslacu, medu, začinima. Tercijarne arome nastaju odležavanjem u boci. To su mirisi po petroleju, koži, duhanu, čokoladi. Sekundarne i tercijarne arome stvaraju buke (bouquet) vina (Lytra i sur., 2012.).

Polifenoli ukupnom zastupljenošću i brojnošću različitih spojeva, predstavljaju vrlo značajan dio kemijskog sastava grožđa. Poznato je da pojedine sorte vinove loze imaju različit sadržaj polifenola, naročito iz grupa tanina i tvari boje, kao i da se različitim agro i ampelotehničkim mjerama može utjecati na njihovu sintezu i nakupljanje u grožđu. Preradom grožđa, ovisno o tehnologiji, polifenoli se u većoj ili manjoj mjeri prenose u vino i na taj način sudjeluju u stvaranju kompleksa fizikalno-kemijskih karakteristika koje utječu na kakvoću vina. Danas se, s druge strane, polifenolnim spojevima posvećuje velika pozornost sa stajališta nutritivne i zdravstvene vrijednosti vina, u čemu važno mjesto pripada grupi stilbena.

Antocijani pripadaju flavonoidnoj grupi polifenola. To su glikozilirani polihidroksi i polime-toksi derivati 2-fenilbenzopirilium kationa, odnosno flavilium kationa (Brouillard, 1982.). Glavni dio antocijana je njegov aglikon, flavilium kation koji sadrži konjugirane dvostruke veze odgovorne za absorpciju svjetla pri valnim duljinama od oko 500 nm, što omogućava pigmentu da se ljudskom oku čini crvenim.

Važnost antocijana u vinu nije samo u činjenici da su oni glavni nositelji boje crnih vina, nego i pozitivan utjecaj na ljudsko zdravlje koje se temelji na njihovom antioksidacijskom djelovanju u ljudskom organizmu (Skupien i Oszmainski, 2004.).

Oni svojim djelovanjem poboljšavaju otpornost organizma prema bolestima, inhibiraju nastajanje nekih vrsta tumora i pozitivno utječu na kardiovaskularni sustav (Soto-Vaca i sur., 2012.). Dokazano je da, osim sorte, na sadržaj antocijana najveći utjecaj imaju okolišni uvjeti (klimatske prilike i tlo).

U ovom je radu ispitan utjecaj geografskih i klimatskih uvjeta na sadržaj polifenola i antocijana u crnim vinima Erdutskog vinogorja Istočne Slavonije te hlapljivih sastojaka tvari arome ispitane plinskom kromatografijom.

## **Materijal i metode**

### **Uzorci vina**

Na tržištu su kupljeni uzorci vina Erdutskog vinogorja Istočne Slavonije potrebni za istraživanje: Merlot (berba 2012. i 2013.), Pinot crni (berba 2012. i 2013.) i Cabernet Sauvignon (berba 2012. i 2013.)

### **Analiza arome vina plinskom kromatografijom primjenom SPME analize**

#### **Priprema uzorka**

Za ekstrakciju hlapljivih sastojaka korištena je tehnika mikroekstrakcije na čvrstoj fazi (SPME). U bočicu od 10 mL odvagalo se 5 g uzorka vina. Radi bolje adsorpcije aromatičnih sastojaka dodalo se i 1 g NaCl. Zatvorena se bočica postavila u vodenu kupelj te se uz stalno miješanje uzorka magnetskom miješalicom vršila ekstrakcija aromatičnih sastojaka na polimernu stacionarnu fazu (punilo od polidimetilsiloksana-divinilbenzena) debljine 65 µm. Prije samog ispuštanja igle u nadprostor uzorka, uzorak se 10 minuta miješao na vodenoj kupelji (25 °C) radi zasićenja nadprostora sa svrhom što bolje adsorpcije aromatičnih sastojaka. Radni uvjeti ekstrakcije bili su: temperatura ekstrakcije 25 °C, vrijeme ekstrakcije: 25 min, tip mikroekstrakcijske igle: 65 µm PDMS/ DVB (Supelco).

Po završetku adsorpcije igla se s adsorbiranim sastojcima odmah stavlja u injektor plinskog kromatografa te slijedi njihova toplinska desorpcija. Određivanje je kvantitativnog udjela aromatičnih sastojaka vina provedeno primjenom instrumentalne plinske kromatografije. U radu je korišten plinski kromatograf tvrtke Agilent 7890B s maseno-selektivnim detektorom Agilent 5977. Korištena je kapilarna kolona CP-WAX; 60 m x 0,25 mm x 0,25 μm (Agilent). Kao plin nositelj upotrijebljen je helij (He) 5.0 (čistoća 99,999 %; Messer, Austria).

Radni uvjeti analize na GC-MS bili su: protok plina nositelja (He) 1 mL/min pri 40 °C, temperatura injektora 250 °C, a detektora 280 °C. Početna je temperatura bila 40 °C (5 min), temperaturni gradijent 4 °C/min, desorpcija uzorka u injektor 5 minuta.

U prvih pola minute kromatografske analize korišten je *splitless* mod, a nakon toga *split* mod.

## Praćenje sastojaka arome

Plinsko-kromatografska metoda uz uporabu plinskog kromatografa s maseno-selektivnim detektorom (GC - MS) je metoda plinske kromatografije primijenjena sa svrhom potvrde pojedinačnih aromatičnih sastojaka i to na osnovu usporedbe spektra pojedinog sastojka iz vina sa spektrom iz baze podataka. Uvjeti rada jednaki su uvjetima plinskog kromatografa s masenim detektorom.

## Određivanje sadržaja polifenolnih spojeva

Koncentracija je ukupnih fenola određena Folin-Ciocalteu metodom, mjerenjem absorbanca pri valnoj duljini od 765 nm (Ough i Amerine, 1988). Sadržaj je polifenolnih spojeva interpoliran pomoću kalibracijske krivulje galne kiseline te je izražen u mg galne kiseline/ L uzorka. Mjerenja su provedena u tri paralele.

## Određivanje sadržaja antocijana

Za određivanje antocijana primijenjena je pH-diferencijalna metoda. pH-diferencijalna metoda se zasniva na strukturnoj transformaciji kromofora antocijana u ovisnosti o promjeni pH. Antocijani podliježu reverzibilnoj strukturnoj transformaciji s promjenom pH koja se manifestira promjenom spektra absorbanca. pH-diferencijalna metoda za određivanje antocijana omogućava brzo i točno mjerenje ukupnih antocijana, bez obzira na prisutnost polimeriziranih, degradiranih pigmenta i drugih tvari koje bi mogle smetati.

Antocijani su određivani metodom prema Giusti i Wrolstadu (2001.) s malom modifikacijom. Otpipetirano je 0,2 mL ekstrakta uzorka u dvije kivete, u jednu je dodano 1 mL pufera pH 1, a u drugu 1 mL pufera pH 4,5. Nakon stajanja od 15 min uzorcima je pomoću spektrofotometra mjerena absorbanca pri valnim duljinama od 508 nm i 700 nm. Sadržaj antocijana je izračunat prema slijedećoj formuli:

$$c_{(\text{antocijana})} (\text{mg/kg}) = (A \times M \times FR \times 1000) / \epsilon \times l$$

gdje je:

A - absorbanca uzorka, a izračunava se prema izrazu:

$$A = (A_{508} - A_{700} \text{ pH } 1) - (A_{508} - A_{700} \text{ pH } 4,5)$$

M - 449,2

FR - faktor razrjeđenja

ε - molarna absorptivnost; 26 900

l - duljina kivete; 1 cm

(M i ε su uzeti za dominantnu vrstu antocijanina, odnosno za cijanidin-3-glukozida).

Mjerenja su provedena u tri paralele.

## Određivanje polimerne boje

Antocijani s bisulfitom tvore bezbojan kompleks. Boja koja nastaje polimerizacijom antocijana, odnosno nastajanjem kompleksa antocijani/tanini, je otporna na djelovanje bisulfitu. ApSORBANCA uzorka tretiranog bisulfitom, na 420 nm predstavlja stupanj posmeđivanja. Gustoća boje se definira kao suma apSORBANCI na 420 nm i  $\lambda_{\text{vis-max}}$ . Omjer između polimerne boje i gustoće boje se koristi kao postotak boje koja je nastala polimerizacijom sastojaka.

Otpipetirano je 2,8 mL uzorka u dvije kivete, u jednu je dodano 0,2 mL vode, a u drugu 0,2 mL otopine bisulfitu. Nakon stajanja od 15 min uzorcima je pomoću spektrofotometra mjerena apSORBANCA pri valnim duljinama od 420 nm, 513 nm i 700 nm.

Izračun gustoće boje kontrolnog uzorka (uzorak tretiran vodom):

$$\text{Gustoća boje} = [(A_{420 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}}) + (A_{513 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})] \times \text{FR}$$

Izračun polimerne boje uzorka (uzorak tretiran bisulfitom):

$$\text{Polimerna boja} = [(A_{420 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}}) + (A_{513 \text{ nm}} - A_{700 \text{ nm}})] \times \text{FR}$$

Izračun postotka polimerne boje:

$$\text{Postotak polimerne boje} = (\text{polimerna boja/gustoća boje}) \times 100$$

Mjerenja su provedena u tri paralele.

## Određivanje antioksidacijske aktivnosti

Antioksidacijska je aktivnost određena primjenom ABTS metode (Arnao i sur., 2001). U ovoj se metodi prati raspadanje radikala ABTS koji nastaje oksidacijom 2,2'-azinobis (3 - etilbenzotiazilin - 6 - sulfonat) djelovanjem fenolnih tvari. U odsutnosti fenolnih tvari, ABTS je relativno stabilan, ali brzo reagira u prisustvu donora H<sup>+</sup> te prelazi u nebojeni oblik ABTS-a. Mjeri se apSORBANCA pri valnoj duljini od 734 nm. Antioksidacijska aktivnost je izračunata iz kalibracijske krivulje uz trolox kao standard. Mjerenja su provedena u tri paralele.

## Rezultati i rasprava

Rezultati istraživanja utjecaja geografskih i klimatskih faktora na sadržaj polifenola, antocijana i antioksidacijsku aktivnost u crnim vinima Erdutskog vinogorja Istočne Slavonije te hlapljivih sastojaka tvari arome prikazani su u Tablicama 1 i 2 te na slikama 1, 2, 3 i 4.

Kao što je vidljivo u Tablici 1, u crnim vinima identificirano je dvadeset i šest aromatičnih sastojaka te je dan njihov aromatski opis. Zbog boljeg prikaza pojedinih identificiranih aromatičnih sastojaka, sastojci su podijeljeni u pet skupina, to su alkoholi, esteri, kiseline, aldehidi i ketoni.

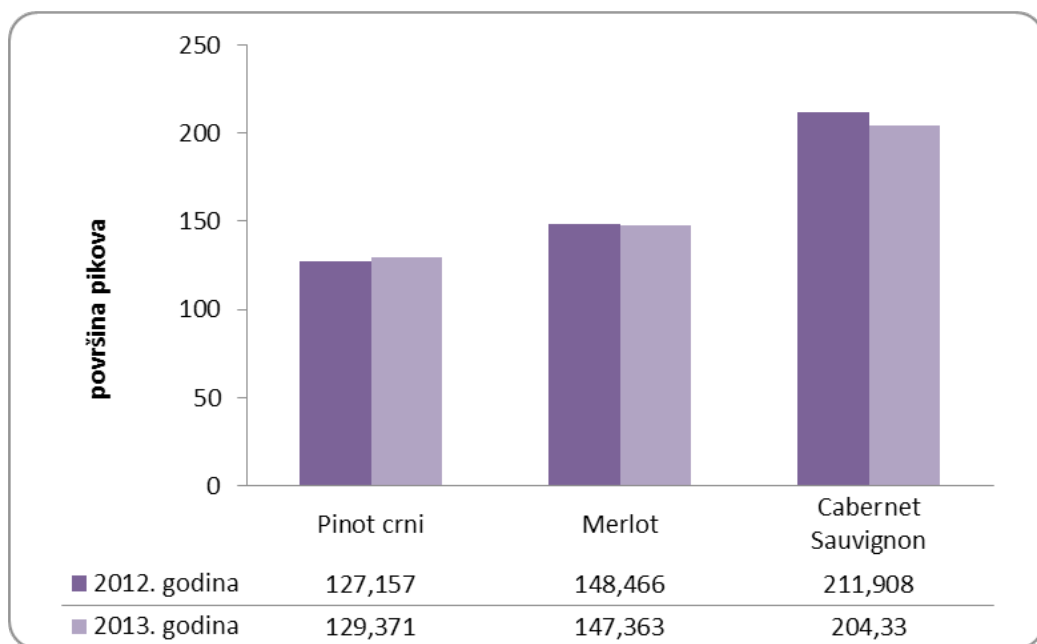
Alkoholi su aromatični spojevi koji nastaju kao sekundarni produkti metabolizma kvasca. U ispitivanim vinima identificirano je 10 alkohola, a najveći udio u ukupnoj aromi zastupaju izobutanol, izoamil alkohol, 2-feniletanol i 1-propanol. Alkoholi su ujedno i najveća grupa spojeva arome identificirana u svim ispitivanim uzorcima vina, a nakon njih slijede esteri, kiseline te aldehidi i ketoni. Vrijednosti ukupne površine pika za alkohole se bitno ne razlikuju u dvije ispitivane godine. U vinima berbe 2012. godine površine pikova se kreću od 127,157 do 211,908, a u vinima berbe 2013. godine od 129,371 do 204,330. Iz Slike 1 je vidljivo da je u obje ispitivane godine berbe Pinot crni imao najmanji sadržaj alkohola, dok je Cabernet Sauvignon imao najveći sadržaj alkohola.

**Tablica 1.** Aromatični sastojci identificirani u crnim vinima Pinot crni, Merlot i Cabernet Sauvignon te njihov aromatski opis

**Table 1. Aroma compounds identified in red wines Pinot noir, Merlot and Cabernet Sauvignon and their aromatic description**

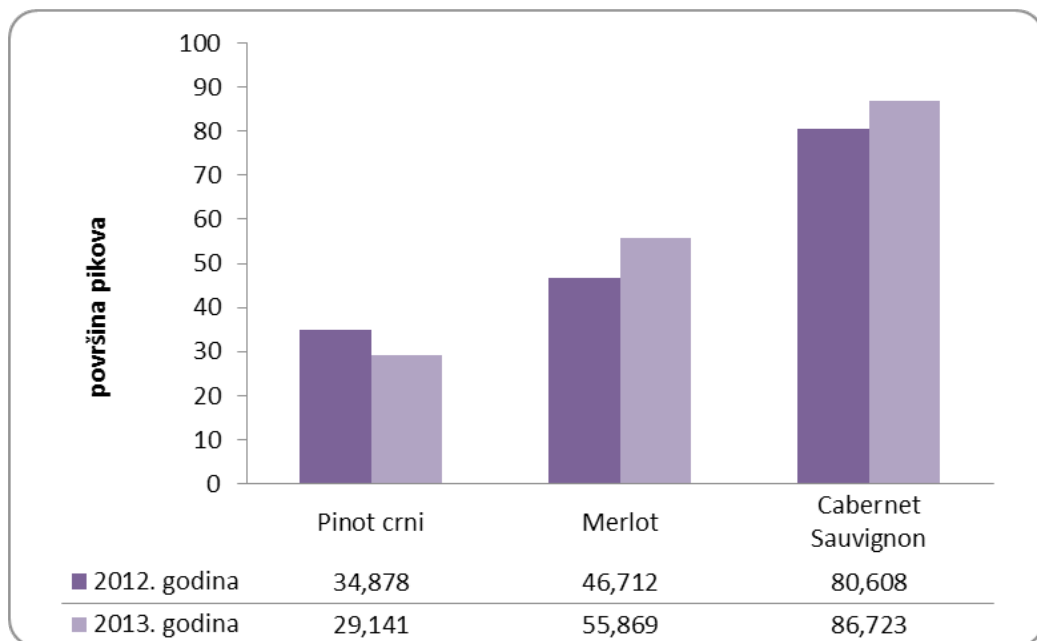
SASTOJAK	Aromatski opis
<b>Alkoholi</b>	
Etanol	alkoholni
1-Pentanol	voćni
1-Propanol	svjež, alkoholni
1-Butanol	alkoholni
Izoamilalkohol	sirni
4-metil-1-pentanol	-
1-Heksanol	zeleni, travni
1-Heptanol	grožđe, slatki
1-oktanol	citrusni, ruže
Citronelol	zeleni limun
Linalol	voćni, citrusni
<b>Esteri</b>	
Etilacetat	voćni, slatki
Izoamilacetat	banana
Etilheksanoat	voćni, anis
Heksilacetat	voćni, kruška
Etillaktat	mlječni, maline
Etiloktanoat	ananas, voćni
Etildekanoat	voćni
Dietilsukcinat	laganivoćni
<b>Kiseline</b>	
Octena kiselina	kiseli
Heksanska kiselina	sirni
Oktanska kiselina	grub, sirni, masne kiseline
Dekanska kiselina	neugodan
<b>Aldehidi i ketoni</b>	
Nonanal	zeleni, lagano opor
Furfural	opor
Dekanal	narandžina kora
Benzaldehid	badem

Esteri su produkti reakcije acetil-CoA s višim alkoholima koji nastaju degradacijom amino kiselina ili ugljikohidrata. Na Slici 2 je prikazan udio estera u vinima Pinot crni, Merlot i Cabernet Sauvignon u dvije uzastopne godine berbe (2012., 2013.). Cabernet Sauvignon je u obje ispitivane godine imao najveći sadržaj estera (2012. – 80,608; 2013. – 86,723), a Pinot crni najmanji (2012. – 34,878; 2013. – 29,141). Može se primijetiti da su etil-esteri masnih kiselina prisutniji od estera viših alkohola. To su etil acetat, izoamil acetat, heksil acetat. Veće prisustvo gore navedenih estera ukazuje na voćni miris analiziranog vina (Gomez - Miguez i sur., 2007). Etil acetat i izoamil acetat najviše utječu na ukupnu mirisnu notu ispitivanih vina te daju voćni miris i miris banane. Također, identificiran je i dietilsukcinat koji daje laganu voćnu notu u mladim crnim vinima.



**Slika 1.** Udio alkohola u crnim vinima Pinot crni, Merlot i Cabernet Sauvignon

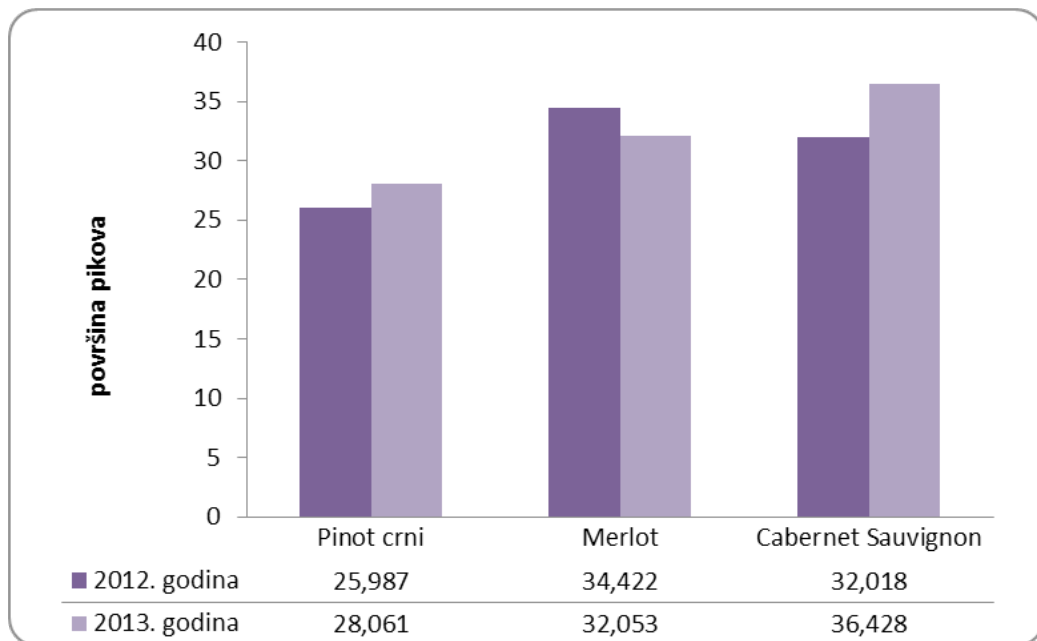
**Fig. 1. Contents of alcohols in red wines Pinot noir, Merlot and Cabernet Sauvignon**



**Slika 2.** Udio estera u crnim vinima Pinot crni, Merlot i Cabernet Sauvignon

**Fig. 2. Contents of esters in red wines Pinot noir, Merlot and Cabernet Sauvignon**

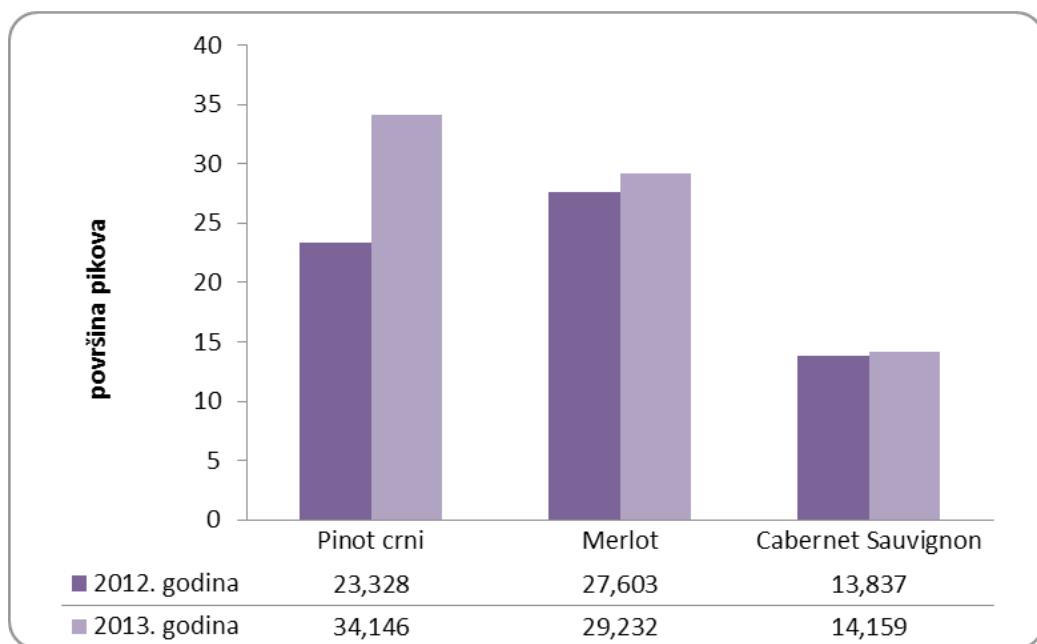
Kiseline potječu iz sirovine tj. grožđa te nastaju alkoholnom ili malolaktičkom fermentacijom. Na Slici 3 je prikazan udio kiselina u vinima Pinot crni, Merlot i Cabernet Sauvignon u dvije uzastopne godine berbe (2012., 2013). U ispitivanim uzorcima vina identificirane su četiri kiseline. Octena kiselina nastaje kao produkt alkoholne i malolaktičke fermentacije te ima velik utjecaj na ukupnu kvalitetu vina. Dekanska kiselina nema tako velik utjecaj na ukupnu kvalitetu vina, ali ima važnu ulogu u složenosti sastava arome. Merlot i Cabernet Sauvignon su imali podjednaki sadržaj kiselina u obje ispitivane godine, dok je Pinot crni imao značajno manji sadržaj kiselina.



**Slika 3.** Udio kiselina u crnim vinima Pinot crni, Merlot i Cabernet Sauvignon  
**Fig. 3.** Contents of acids in red wines Pinot noir, Merlot and Cabernet Sauvignon

Sadržaj aldehida i ketona u vinima Pinot crni, Merlot i Cabernet Sauvignon u dvije uzastopne godine berbe (2012., 2013) prikazan je na Slici 4. U ispitivanim se vinima sadržaj prethodno navedenih komponenti prilično razlikuje. U 2012. godini je Merlot imao najveći sadržaj aldehida i ketona, dok je u 2013. godini najveći sadržaj aldehida i ketona imao Pinot crni. U vinima su nađeni nonanal, furfural, dekanal i benzaldehid.

Istraživanja slobodnih radikala su potvrdila da hrana i pića bogata antioksidansima imaju važnu ulogu u prevenciji kardiovaskularnih bolesti (Haenen i sur., 1997.; Bagachi i sur., 2000.), bolesti raka (Dragsted i sur., 1993.), neurodegenerativnih bolesti (Okuda i sur., 1992.), upalnih procesa (Crespo i sur., 1999.) te problema uzrokovanih odumiranjem stanica i starenjem kože (Deters i sur., 2001.). Novija istraživanja naglašavaju dodatnu ulogu polifenolnih komponenti viših biljaka koje mogu djelovati kao antioksidansi ili putem drugih mehanizama koji doprinose antikarcinogenom ili kardioprotektivnom djelovanju (Huang i Ferrano, 1992.; Newmark, 1992.).



**Slika 4.** Udjeli aldehida i ketona u crnim vinima Pinot crni, Merlot i Cabernet Sauvignon

**Fig. 4. Contents of aldehydes and ketons in red wines Pinot noir, Merlot and Cabernet Sauvignon**

U Tablici 2 je prikazan sadržaj polifenola, antocijana, polimerna boja te antioksidacijska aktivnost ispitivanih vina berbe 2012. i 2013. godine.

Sadržaj polifenola je istraživao u svim uzorcima ispitivanih vina (Tablica 2). Najveća je koncentracija polifenola zamojećena kod uzorka vina Pinot crni, a najmanja kod vina Merlot u obje ispitivane godine.

**Tablica 2.** Polifenoli, antocijani i antioksidacijska aktivnost u crnim vinima Pinot crni, Merlot i Cabernet Sauvignon

**Table 2. Phenolics, anthocyanins and antioxidative activity of red wines Pinot noir, Merlot and Cabernet Sauvignon**

UZORAK	PINOT CRNI		MERLOT		CABERNET SAUVIGNON	
	2012.	2013.	2012.	2013.	2012.	2013.
Polifenoli (mg/l)	1633±0,59	1492±0,29	1374,3±0,44	1499±0,17	1497±0,21	1486±0,48
Antocijani (mg/l)	86,044±1,35	81,036±0,86	55,332±1,29	44,149±1,21	64,621±1,71	71,036±1,47
Polimerna boja (%)	50,19±0,35	52,257±0,59	61,829±0,74	59,846±0,43	56,591±0,97	58,585±0,69
Antioksidacijska aktivnost (mmol/100ml)	5,347±0,73	4,928±0,29	4,639±0,24	4,398±0,52	4,758±0,95	4,368±0,91



Iz rezultata u Tablici 2 je vidljivo da je najveći sadržaj antocijana u obje ispitivane godine imao Pinot crni, zatim Cabernet Sauvignon te na kraju Merlot. Veće vrijednosti sadržaja antocijana u Pinotu crnom vjerojatno su posljedica različitih interakcija između sastavnih komponenata koje ovise o sorti, načinu manipulacije sirovine te procesu proizvodnje vina. Jedan od značajnih procesa zasigurno je maceracija, odnosno ekstrakcija tvari boje prilikom fermentacije crnih vina. Rezultati nastajanja polimerne boje pokazuju da jedan dio boje potječe od formiranih kompleksa između antocijana i tanina.

Iz Tablice 2 je također vidljivo da antioksidacijska aktivnost uzoraka slijedi trend porasta koncentracije antocijana i polifenola. Uzorak vina Pinot crni je imao najveću antioksidativnu aktivnost u odnosu na ostala ispitivana vina.

## Zaključak

U sva tri ispitivana vina nađeno je dvadeset i šest različitih aromatičnih spojeva. Razlike u dobitnim vrijednostima hlapljivih sastojaka su u funkciji „terroira“, dakle položaja, broja osunčanih dana, ali prije svega sorte grožđa. Budući da su 2012. i 2013. godina bile izrazito sušne, ne čudi i visok sadržaj ispitivanih komponenti. Nadalje, uvjeti u podrumu, tijekom alkoholne i malolaktičke fermentacije utječe na prethodno spomenute razlike. Također, geografski položaj Erduta, koji je smješten na istočnim padinama Daljske planine uz rijeku Dunav, u mikroregiji Erdutske kose, na nadmorskoj visini od 152 m te poznat kao vinogradarski kraj sa 500 ha vinove loze, utječe na kvantitetu i sadržaj ispitivanih komponenti u vinima Pinot crni, Merlot i Cabernet Sauvignon.

Tvari boje nađene u ispitivanim vinima dokazuju po sadržaju da se radi o relativno mladim vinima. Rezultati ispitivanja su pokazali varijacije u sadržaju ispitivanih tvari boje među vinima jer su ona proizvedena od različitih sorti grožđa. Najbogatiji polifenolima i antocijanima pokazao se Pinot crni, ali je vidljivo da sva ispitivana vina imaju visok sadržaj navedenih spojeva. Navedeno ih čini i vrlo dobrim antioksidansima te pomaže u prevenciji bolesti krvožilnog sustava i upalnih procesa u organizmu.

## Literatura

- Arnao, M.B., Cano, A., Acosta, M. (2001). The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chemistry* 73: 239–244.
- Bagachi, D., Bagachi, M., Stohs, S.J., Das, D.K., Ray, S.D., Kuszynski, C.A., Joshi, S.S., Pruess, H.G. (2000). Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: Importance in human health and disease prevention. *Toxicology* 148: 187–197.
- Brouillard, R. (1982). Chemical structure of anthocyanins. U *Anthocyanins as Food Colors*. P.Markakis (ur.), Academic Press Inc., New York, 1–38.
- Crespo, M.E., Galvez, J., Cruz, T., Ocete, M.A., Zarzuelo, A. (1999). Anti-inflammatory activity of diosmin and hesperidin in rat colitis induced by TNBS. *Planta Medica* 65: 651–653.
- Deters, A., Dauer, A., Schnetz, E., Farasch, M., Hensel, A. (2001). High molecular compounds (polysaccharides and proanthocyanidins) from Hamamelis virginiana bark: Influence on human skin keratinocyte proliferation and differentiation and influence on irritated skin. *Phytochemistry* 58: 949–958.
- Dragsted, L., Strube, M., Larsen, J.C. (1993). Cancer-protective factors in fruits and vegetables: Biochemical and biological background. *Pharmacology & Toxicology* 72: 116–135.
- Giusti, M.M., Wrolstad, R.E. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. U *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. R.E. Wrolstad, S.J. Schwartz (ur.). John Wiley & Sons, Inc. New York, NY. Pogl. 1.2.1 – 1.2.13.
- Gómez-Míguez, M. J., Cacho, J. F., Ferreira, V., Vicario, I. M. and Heredia, F. J. (2007). Volatile components of Zalema white wines. *Food Chemistry* 100: 1464–1473.
- Haenen, G.R., Paquay, J.B., Korthouwer, R.E., Bast, A. (1997). Peroxynitrite scavenging by flavonoids. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 236: 591–593.
- Huang, M.T., Ferrano, T. (1992). Phenolic compounds in food and cancer prevention. U *Phenolic Compounds in Food and Health II: Antioxidants and Cancer Prevention*. American Chemical Society, Washington DC, 8–34.
- Lytra, G., Tempere, S., Floch, A., Revel, G., Barbe, J. C. (2013). Study of Sensory Interactions among Red Wine Fruity Esters in a Model Solution. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61: 8504–8513.
- Lytra, G., Tempere, S., Revel, G., Barbe, J.C. (2012). Impact of Perceptive Interactions on Red Wine Fruity Aroma. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60: 12260–12269.
- Newmark, H.L. (1992). Plant phenolic compounds as inhibitors of mutagenesis and carcinogenesis. U *Phenolic Compounds in Food and Health II: Antioxidants and Cancer Prevention*. American Chemical Society, Washington, DC,

48-52.

Okuda, T., Yoshida, T., Hatano, T. (1992). Antioxidant effects of tannins and related polyphenols. U Phenolic Compounds in Food and health II: Antioxidants and Cancer Prevention. American Chemical Society, Washington DC, 87-97.

Ough, C.S., Amerine, M.A. (1988). Phenolic Compounds. Methods for Analysis of Musts and Wines. (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons Inc.: 196-221.

Perez, A.G., Rios, J.J., Sanz, C., Olias, J.M. (1992). Aroma components and Free Amino Acids in Strawberry Variety Chandler during Ripening. Journal of Agricultural and Food Chemistry 40: 2232-2237.

Skupien, K., Oszmainski, J. (2004). Comparison of six cultivars of strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.) grown in northwest Poland. European Food Research and Technology 219: 66-70.

Soto-Vaca, A., Gutierrez, A., Losso, J.N., Xu, Z., Finley, J.W. (2012). Evolution of Phenolic Compounds from Color and Flavor Problems to Health Benefits. Journal of Agricultural and Food Chemistry 60: 6658-6677.

Scientific study

## Impact of vineyard and climatic conditions on the aroma compounds, anthocyanin and polyphenol content of red wines from erdut vineyard Eastern Slavonia

### Summary

*Aroma of a wine is one of the major factor that determine the nature and quality of the wine and plays an important role in consumer preference. The flavour of a wine presents an extremely complex chemical pattern in both qualitative and quantitative terms, because over thousand volatile compounds have been identified in wines.*

*Anthocyanins are water-soluble plant pigments which reflect the light from dark red to bluish color. These compounds have a crucial role in the formation of a color and a flavor of red wines. They belong to the group of flavonoids and the role of these pigments is antioxidant protection of grapes from harmful UV radiation.*

*The aim of this study was to characterize the content of aroma compounds, antioxidant activity, polyphenol and anthocyanin content in red wines from Erdut vineyard in Eastern Slavonia during two consecutive vintages. The examined samples of red wines were Merlot, Pinot noir and Cabernet Sauvignon. It was found that variety, vineyard position and climatic conditions were affected on aroma compounds, antioxidant activity, polyphenol and anthocyanin content in red wines.*

*The results of analysed wines showed that Cabernet Sauvignon had the highest content of aroma compounds while Pinot noir had the lowest. There were no significant differences in antioxidant activity between all of examined wines. The red wine from Erdut vineyards, variety Pinot noir had the highest content of anthocyanins compared to all examined wines.*

**Keywords:** red wine, aroma compounds, polyphenols, anthocyanins, antioxidant activity



**SJEME**

[www.sjeme.hr](http://www.sjeme.hr)

[info@sjeme.hr](mailto:info@sjeme.hr)