

Kemijski sastav hrvatskih voćnih vina kupine, aronije i višnje

Sažetak

Voćna vina, osim što obogaćuju ponudu pića na tržištu, čine i vrijedan prehrambeni izvor minerala, antioksidansa i fitonutrijenata, posebice polifenolnih spojeva. Vrijednost polifenolnih spojeva očituje se, ne samo utjecajem na senzorna svojstva vina; boju, okus, astringenciju i trpkost, već i na fiziološka svojstva koja imaju potencijalan pozitivan utjecaj na zdravlje ljudi. Stoga je cilj ovog rada bio utvrditi kemijski sastav, kromatske parametre i antioksidacijski kapacitet komercijalno dostupnih voćnih vina iz Hrvatske. Analize su provedene u ukupno 20 voćnih vina kupine, aronije i višnje. U usporedbi s crnim (crvenim) vinima od grožđa, u odnosu na temeljne parametre kakvoće, izdvajaju se voćna vina aronije i višnje po značajno većem sadržaju suhog ekstrakta bez šećera i sadržaju pepela. Dobivene vrijednosti ukupnih fenola bile su u rasponu od 819 mg/L GAE do 2442 mg/L GAE. Najvećim sadržajem ukupnih fenola izdvojila su se vina proizvedena od aronije i višnje. Intenzitet boje najvećih vrijednosti, kao važan parametar vizualne percepcije senzorne kakvoće, izmjeren je u voćnim vinima od višnje. Vrijednosti antioksidacijskog kapaciteta bile su u rasponu od 11,19 mmol/L TE do 42,25 mmol/L TE. Potvrđena je visoka do jako visoka korelacija između sadržaja polifenola i antioksidacijske aktivnosti. Vrijednosti ukupnih fenola i antioksidacijskog kapaciteta u analiziranim voćnim vinima su veće ili u rasponima kao i crna vina od grožđa.

Ključne riječi: voćna vina, fenolni spojevi, kromatski parametri, antioksidacijski kapacitet

Uvod

Vino je jedno od najpopularnijih i najčešće konzumiranih alkoholnih pića diljem svijeta (Hosu i sur., 2014). Uz vinovu lozu potencijal za proizvodnju vina imaju i druge voćne vrste. Brojne voćne vrste moguće je koristiti za proizvodnju vina, a najvažnije koje se koriste, ovisno o području su jabuka, kruška, jagodasto voće, višnja, divlja marelica, kivi, šljiva, breskva i jagoda (Kosseva i sur., 2017). Voćno vino je prehrambeni proizvod koji sadrži 1,2 % do 18 % vol. prirodnog alkohola, a proizvedeno je vrenjem soka ili pulpe svježeg i za to pripremljenog koštičavog, jezgričavog, jagodičastog, bobičastog ili ostalog voća, isključujući vinski i stolno grožđe (Pravilnik o vinarstvu, 2022.). U usporedbi s proizvodnjom i potrošnjom vina od grožđa u svijetu, količina voćnih vina proizvedenih od drugih voćnih vrsta je neznatna,

¹ Dr. sc. **Antonija Tomić**, Prof. dr. sc. **Ana Jeromel**, Zavod za vinogradarstvo i vinarstvo, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Svetošimunska cesta 25, Zagreb 10000, Hrvatska

² Dr. sc. **Ivana Alpeza**, Centar za vinogradarstvo, vinarstvo i uljarstvo, Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Gorice 68b, Zagreb 10000, Hrvatska

Autor za korespondenciju: adicak@agr.hr

osim voćnih vina od jabuke (*Cider*) i kruške (*Perry*), koja se proizvode i konzumiraju u značajnim količinama (Kosseva i sur., 2017). Važno je spomenuti kako se općenito bilježi porast potrošnje vina od jabuka, ali u modificiranim vrstama proizvoda, pri čemu je Hrvatska u prvih šest najbrže rastućih europskih tržišta *Cidera*, a 2020. godine potrošnja je iznosila 3,9 milijuna litara (https://aicv.org/files/attachments/.453/AICV_Cider_Trends_2021.pdf). Osim jabuke u modificiranim proizvodima (razblaženo voćno vino), proizvodnja voćnih vina u Hrvatskoj nema značajnijeg utjecaja u ukupnoj bilanci vina. Zabilježen je porast proizvodnje i veći interes proizvođača za različite voćne vrste, iako u proizvedenoj ukupnoj količini voćnih vina u Hrvatskoj dominiraju razblažena voćna vina. U 2019. registrirana proizvodnja bila je 134.933,60 hL, što je 38 % više nego u 2018. (HAPIH, Godišnje izvješće, 2019.). Takav trend rezultat je opće povećanog interesa za konzumacijom hrane i proizvoda koji pozitivno utječu na ljudsko zdravlje. Voće sadrži mnogo različitih prehranbenih fitonutrijenata s jakim antioksidacijskim kapacitetom, kao što su fenoli (Rupasinghe i Clegg, 2007, prema Kaur i Kapoor, 2001; Tomas-Barberan i sur., 2001; Vinson i sur., 2001). Voće posebno bogato fenolnim spojevima je aronija, crni ribiz, šipak i višnja (Cyzowska i Pogorzelski, 2002). Fenoli predstavljaju veliku skupinu sekundarnih metabolita, koji se sastoje od jednog ili više aromatskih prstenova s različitim stupnjevima hidroksilacije, metoksilacije i glikozilacije, koji doprinose boji, trpkosti i gorčini voća (Manganaris i sur., 2014.). Glavne grupe fenolnih spojeva u jagodastom voću su fenolne kiseline, flavonoidi, tanini i stilbeni (Manganaris i sur., 2014). Epidemiološke studije ukazale su na vezu između konzumacije fenolnih spojeva i prevencije nekih bolesti, zbog njihovog širokog spektra korisnih učinaka, uključujući antioksidativno, protuupalno, vazoprotektivno, antiangiogeno, antikancerogeno i antimikrobno djelovanje (Velić i sur., 2018). Vino, u usporedbi s drugim izvorima, sadrži relativno visoke količine različitih fenola. Ova skupina osobito vrijednih spojeva uključuje flavonoide (flavonole, flavanole, antocijane, itd.), neflavonoide i derivate fenolnih kiselina (cimetne i benzojeve) (Cyzowska i Pogorzelski, 2002). S tehnološkog stajališta, fenolni spojevi ključne su odrednice nekih organoleptičnih svojstava voćnih vina; boje i okusa, astrigencije i gorčine (Kosseva i sur., 2017). Fenolni spojevi, uključujući antocijane, koji se nalaze u jagodastom voću imaju uglavnom jednake pozitivne učinke na zdravlje ljudi kao i spojevi iz vina od grožđa (Caton i sur., 2010). Koncentracija fenolnih spojeva u voćnim vinima ovisi o različitim čimbenicima kao što su vrsta voća, vremenski uvjeti, geografski položaj nasada, metoda ekstrakcije, transport i skladištenje (Kosseva i sur., 2017).

U vrednovanju kakvoće boja crnih vina je jedan od obveznih senzornih parametara, važan i u definiranju objektivne kakvoće i u percepciji kakvoće od strane potrošača (Fan i sur., 2023). Kod crnih vina, boja je rezultat ekstrakcije pigmenta antocijana iz kožice voća tijekom vinifikacije (Cyzowska i Pogorzelski, 2004). Oko 60-80 % svih antocijana prelazi u sok tijekom maceracije. Značajan dio ovih spojeva taloži se tijekom procesa alkoholne fermentacije. Povećani sadržaj antocijana ekstrahiranih u procesima maceracije i fermentacije utječe na povećanje antioksidacijskog kapaciteta, a time i potencijalnog pozitivnog utjecaja na zdravlje ljudi (Kosseva i sur., 2017).

S povećanim interesom za proizvodnjom različitih voćnih vina raste i potreba njihovog boljeg razumijevanja, od proizvodnje do konačne kakvoće, osobito onih parametara koji su važni zbog potencijalnih pozitivnih učinaka na ljudsko zdravlje. Stoga je cilj ovog istraživanja bio dobiti presjek općih i specifičnih parametara kakvoće u hrvatskim komercijalnim voćnim vinima od kupine, aronije i višnje. Specifični ciljani parametri su bili sadržaj ukupnih fenola, antioksidacijski kapacitet i kromatska svojstva.

Materijali i metode

Uzorci vina

Istraživanje je provedeno na 20 komercijalno dostupnih voćnih vina kupine (10), aronije (5) i višnje (5). Svi uzorci podrijetlom su iz Kontinentalne Hrvatske.

Fizikalno-kemijska analiza vina

Analiza osnovnih parametara fizikalno-kemijske kakvoće provedena je prema metodama OIV-a (2020), u laboratoriju Zavoda za vinogradarstvo i vinarstvo, Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Ukupna kiselost u vinima, izražena u g/L kao jabučna kiselina, određivana je metodom neutralizacije uzorka s 0,1 M NaOH uz indikator bromtimol plavi. pH vrijednost određena je mjerenjem pH-metrom Lab 845 (SI Analytics).

Analiza ukupnih fenola u vinu

Koncentracije ukupnih fenola u vinima određene su Folin-Ciocalteovom metodom (Singleton i Rossi, 1965). Apsorbancija je mjerena pri valnoj duljini od 765 nm na instrumentu UV/VIS spektrofotometru Perkin Elmer Lambda XLS+, pri čemu su korištene 10 mm kivete.

Analiza antioksidacijske aktivnosti u vinu

Mjerenje antioksidacijske aktivnosti ABTS metodom izvedeno je prema metodi Re i sur. (1999). Metoda se temelji na gašenju plavo-zelenog radikal-kationa 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolin-6-sulfonske) kiseline koji se formira oksidacijom otopine ABTS-a. Dodatak antioksidansa izaziva gubitak boje, a ta se promjena detektira spektrofotometrijski pri valnoj duljini 734 nm. Apsorbancija je mjerena na instrumentu UV/VIS spektrofotometru Perkin Elmer Lambda XLS+, pri čemu su korištene 10 mm kivete.

Analiza kromatskih parametara u vinu

Boja vina određena je na spektrofotometru Lambda XLS+ (PerkinElmer). Apsorbancija je mjerena pri valnim duljinama 420 nm, 520 nm i 620 nm. Vrijednosti intenziteta i nijanse boje dobiveni su računskim putem prema Glories (1984): CI (intenzitet boje) = $A_{420} + A_{520} + A_{620}$ i H (nijansa boje) = A_{420} / A_{520} .

Statistička analiza

Provedena statistička obrada dobivenih rezultata uključila je analizu varijance (ANOVA), a srednje vrijednosti uspoređene su korištenjem Duncan multiple range testa (Duncan, 1955). Srednje vrijednosti označene različitim slovima statistički se razlikuju uz $p < 0,05$.

Za obradu podataka korišten je SAS v 9.3 statistički program (2012, SAS Institute Inc., Cary, NC, SAD).

Rezultati i rasprava

Osnovni fizikalno-kemijski parametri kakvoće

Tablica 1. Fizikalno-kemijski parametri kakvoće analiziranih voćnih vina
Table 1. Physicochemical quality parameters of analyzed fruit wines

Uzorci	Alkohol / Alcohol (%vol)	Ekstrakt bez šećera / Sugar-free extract (g/L)	Ukupna kiselost / Total acidity (g/L)*	Hlapljiva kiselost / Volatile acidity (g/L)**	pH	Pepeo / Ash (g/L)
U1	12.3 defg	24.5 g	8.9 g	1.1 b	3.32 efgh	2.3 ij
U2	13.1 bcd	23.1 g	9.6 fg	0.9 c	3.28 fgh	2.0 j
U3	11.7 fg	25.6 g	14.0 c	0.51ij	3.12 h	3.4 g
U4	10.3 hi	31.1 f	14.2 c	0.6 h	3.34 efgh	4.7 e
U5	11.9 efg	31.7 f	12.0 d	0.8 def	3.45 defg	4.9 e
U6	12.3 defg	24.4 g	11.1 e	0.7 efg	3.21 gh	2.8 h
U7	12.6 cdef	26.7 g	11.2 de	0.7 fg	3.20 gh	2.7 h
U8	13.6 b	22.7 g	9.6 fg	0.7 gh	3.32 fgh	2.6 hi
U9	8.4 k	22.8 g	9.7 fg	0.7 gh	3.13 h	2.5 hi
U10	12.3 defg	16.6 h	6.8 h	0.7 gh	3.33 efgh	1.7 k
U11	12.6 cdef	111.4 a	5.7 ij	0.7 gh	4.04 a	6.1 d
U12	15.7 a	96.2 b	5.9 i	0.5 ij	4.18 a	6.7 c
U13	13.4 bc	52.9 d	4.5 k	0.6 i	3.71 bcd	2.3 ij
U14	8.7 jk	48.3 e	4.8 k	1.4 a	3.75 bc	2.5 hi
U15	12.7 bcde	84.7 c	4.9 jk	0.5 j	3.91 ab	4.6 e
U16	10.5 h	56.1 d	10.2 f	0.7 gh	3.63 bcde	4.6 e
U17	10.2 hi	57.2 d	13.9 c	0.8 d	3.45 defg	4.9 e
U18	11.4 g	83.2 c	16.9 b	0.8 de	3.56 cdef	7.1 b
U19	9.0 jk	92.5 b	19.2 a	0.9 c	3.44 defg	7.8 a
U20	9.5 ij	47.9 e	12.0 de	0.9 c	3.38 efgh	3.9 f

* Izražena kao jabučna kiselina / expressed as malic acid. ** Izražena kao octena kiselina / expressed as acetic acid. Za usporedbu podataka korištena je ANOVA: različita slova označavaju statističke razlike između različitih uzoraka (Duncan test, $p < 0,05$). ANOVA was used to compare the data: different letters indicate statistical differences between different samples (Duncan test, $p < 0.05$).

Tablica 2. Fizikalno-kemijski parametri kakvoće u odnosu na voćnu vrstu kupinu, višnju i aroniju / **Table 2.** Physicochemical quality parameters related to the blackberry, chokeberry and cherry fruit

Voćna vrsta	Alkohol / Alcohol (%vol)		Ekstrakt bez šećera / Sugar-free extract (g/L)		Ukupna kiselost / Total acidity (g/L)*		Hlapljiva kiselost / Volatile acidity (g/L)**		pH		Pepeo / Ash (g/L)	
	raspon	prosjeak	raspon	prosjeak	raspon	prosjeak	raspon	prosjeak	raspon	prosjeak	raspon	prosjeak
Kupina	8,4-13,1	11,9bc	16,6-31,7	24,9bc	8,9-14,2	10,7bc	0,7-1,1	0,7	3,12-3,45	3,27bc	2,0-4,9	3,0bc
Aronija	8,7-15,7	12,6ac	48,3-111,4	78,7ac	4,9-6,8	5,2ac	0,5-1,4	0,7	3,71-4,18	3,92ac	2,5-6,7	4,4ac
Višnja	9,0-11,4	10,1ab	47,9-92,5	67,4ab	10,2-16,9	14,4ab	0,7-0,9	0,8	3,38-3,63	3,49ab	4,6-7,8	5,7ab

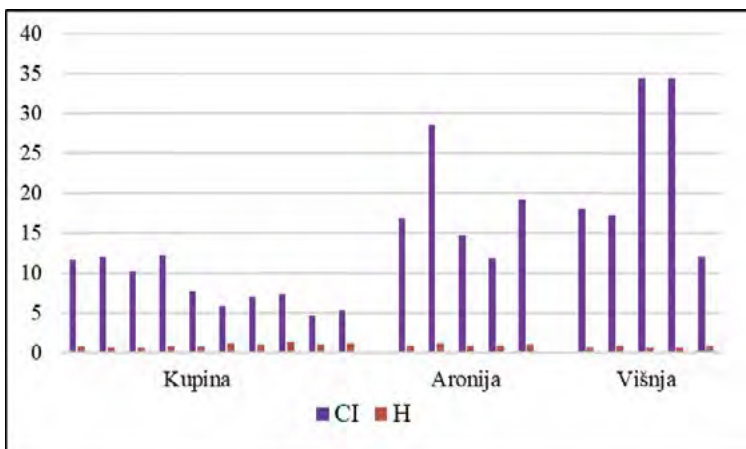
*Izražena kao jabučna kiselina / expressed as malic acid. ** Izražena kao octena kiselina / expressed as acetic acid. Za usporedbu podataka korištena je ANOVA: različita slova označavaju statističke razlike između različitih voćnih vrsta (Duncan test, $p < 0,05$). ANOVA was used to compare the data: different letters indicate statistical differences between different fruit species (Duncan test, $p < 0.05$).

Dobivene vrijednosti osnovnih pokazatelja fizikalno-kemijske kakvoće prikazani su u Tablici 1 i Tablici 2. Obzirom da su proizvedena od različitih vrsta voća i različitim tehnologijama, vina se značajno razlikuju u odnosu na ispitivane parametre, osim u slučaju hlapljive kiselosti. Vrijednosti hlapljive kiselosti izražene u g/L (octena kiselina) bile su u rasponu od 0,5 g/L do 1,4 g/L. Prema Pravilniku o vinarstvu (2022) maksimalno dopušten sadržaj hlapljive kiselosti u voćnim vinima iznosi 1,5 g/L, što znači da su u svim vinima ovog istraživanja vrijednosti bile u dozvoljenim granicama i bez značajnog potencijalnog utjecaja na senzornu percepciju kakvoće. Obzirom na sadržaj alkohola zastupljene su obje grupe; voćna vina i likerska voćna vina (proizvodi s više od 13,0 vol% alkohola). Osim sadržaja šećera u plodu, ovisno o voćnoj vrsti, sadržaj alkohola je uglavnom kreirana i kontrolirana vrijednost, temeljem dodane količine šećera za fermentaciju (Kosseva i sur., 2017). Osim potrebe osiguranja stabilnosti proizvoda, na sadržaj alkohola u voćnim vinima sigurno utječe i tradicija određenog zemljopisnog područja. Vrijednosti alkohola u hrvatskim voćnim vinima kupine i višnje u skladu su s istim proizvodima drugih područja (Johnson i Gonzales de Mejia, 2016, Niu i sur., 2012). Sadržaj alkohola važan je i zbog biodostupnosti potencijalno zdravstveno vrijednih spojeva polifenolnih struktura. Vrijednosti ukupne kiselosti bile su u rasponu od 4,5 g/L do 19,2 g/L. U vinima od aronije izmjerene su niže vrijednosti ukupne kiselosti u odnosu na vina proizvedena od kupine i višnje. Jedna od tipičnih karakteristika mošta proizvedenog od višanja i jagodastog voća je visoka ukupna kiselost, zahvaljujući relativno visokom sadržaju vrijednih organskih kiselina u voću (Kosseva i sur., 2017). U plodu kupine dominira jabučna kiselina, slijedi ju limunska i druge kiseline poput vinske, šikiminske, jantarne i mravlje, dok je u višnji zabilježen značajno veći sadržaj limunske, ovisno o sorti (Worobo i Splittstoesser, 2005; Usenik i sur., 2008; Gazioglu Sensoy i sur. 2013). U vinima od kupina ukupna kiselost je

bila u rasponu od 6,8 g/L do 14,0 g/L, što je u skladu ili nešto niže od ranije objavljenih podataka za vina od kupina u Hrvatskoj (Alpeza i sur., 2014). pH vrijednost predstavlja značajan čimbenik kakvoće vina. Osim što utječe na senzorna svojstva, prvenstveno na boju i svježinu vina, utječe i na fizikalno-kemijsku i mikrobiološku stabilnost (Ribéreau – Gayon i sur., 2006). pH vrijednost u vinima od grožđa kreće se u rasponu od 2,80 do 4,00 (Ribéreau – Gayon i sur., 2006), što je u skladu s pH vrijednostima kod voćnih vina. pH vrijednost voćnih vina prvenstveno ovisi o voćnoj vrsti od koje se vino proizvodi (Kosseva i sur., 2017). U ovom istraživanju vrijednosti su bile u rasponu od 3,13 izmjerenih u vinu od kupine do 4,18 izmjerenih u vinu od aronije. pH vrijednosti vina od aronije bile su niže u odnosu na vina proizvedena od kupine i višnje, što se može povezati s manjom realnom kiselošću u odnosu na druge vrste. Među analiziranim osnovnim parametrima, svakako treba izdvojiti vrijednosti ekstrakta bez šećera, koje su bile relativno visoke u većem broju ispitivanih vina, kao i vrijednosti pepela koje su u vinima od kupine bile prosječno 3 g/L, pa sve do 7,8 g/L izmjerenih u vinu od višnje, s prosječnom vrijednošću 5,7 g/L. Pravilnikom o vinarstvu (2022) propisana je donja granica pepela za voćna vina u prometu od 1,0 g/L, što je značajno niže u odnosu na izmjerene vrijednosti pepela u ovom istraživanju i upućuje na sadržajnost kemijskog sastava.

Kromatski parametri

Grafikon 1. prikazuje vrijednosti parametara intenziteta boje (CI) i nijanse boje (H) analiziranih uzoraka; U1-U10 voćnih vina kupine, uzorci U11-U15 voćnih vina aronije i uzorci U16-U20 voćnih vina višnje. Boja je jedan od najvažnijih organoleptičnih svojstava crnih vina, a potječe uglavnom od antocijana ili njihovih derivata ekstrahiranih tijekom procesa proizvodnje vina (Freitas i sur., 2017). Intenzitet boje opisuje kakvoću i vizualnu privlačnost boje, što je višestruko važno za ukupan senzorni dojam, obzirom na utjecaj boje na percepciju drugih senzornih svojstava i poznatu činjenicu da se s povećanjem intenziteta boje intenzivira i aromatska percepcija (Kemp i Gilbert, 1997). Najviši intenzitet boje izmjeren je u voćnim vinima od višnje (U18 i U19) te kod vina od aronije (U12) i on je značajno veći u usporedbi s hrvatskim crnim vinima, primjerice sorte Teran koju karakterizira visok potencijal i intenzitet boje (Orbanić i sur., 2023). Intenzitet boje voćnih vina od kupina u skladu je s vrijednostima u ranije provedenom istraživanju voćnih vina od kupina u Hrvatskoj (Tomić, 2018) i u spektru je intenziteta boje vina vinskih sorata grožđa (Heras-Roger i sur., 2016, Lopez-Giral i sur., 2022).



Grafikon 1.

Intenzitet (CI) i nijansa boje (H) analiziranih voćnih vina

Graph 1. Color intensity (CI) and color hue (H) of analyzed fruit wines

Ukupni fenoli i antioksidacijski kapacitet

Tablica 3. Koncentracija ukupnih fenola (mg/L, galna) i antioksidacijski kapacitet ABTS (mmol/L TE) / **Table 3.** Concentration of total phenols (mg/L, gallic acid) and antioxidative capacity ABTS (mmol/L TE)

Uzorak	Ukupni polifenoli/ Total polyphenols (GAE)	Antioksidacijski kapacitet ABTS/ Antioxidation capacity ABTS
U1	1467,4 e	18,8 fg
U2	1443,0 ef	13,6h
U3	1413,8 ef	20,2ef
U4	1326,0 fg	17,7 g
U5	1545,4 e	22,1 d
U6	1267,5 gh	18,2 g
U7	1272,4 gh	19,2 fg
U8	926,3 i	13,5 h
U9	819,0 i	11,2 i
U10	1467,4 e	18,6 fg
U11	1940,3 d	24,5 c
U12	2442,4 a	42,3 a
U13	2067,0 bcd	29,5 b
U14	2130,4 b	28,0 b
U15	2106,0 bc	28,7 b
U16	1467,4 e	18,4 g
U17	1511,3 e	14,6 h
U18	1984,1 cd	21,9 de
U19	2091,4 bc	22,4 d
U20	1170,0 h	11,6 i

Za usporedbu podataka korištena je ANOVA: različita slova označavaju statističke razlike između različitih voćnih vina (Tukey test, $p < 0,05$). ANOVA was used to compare the data: different letters indicate statistical differences between different fruit species (Duncan test, $p < 0,05$).

Tablica 4. Koncentracija ukupnih fenola (mg/L, galna) i antioksidacijski kapacitet ABTS (mmol/L TE) i njihov korelacijski odnos / **Table 4.** Concentration of total phenols (mg/L, gallic acid) and antioxidative capacity ABTS (mmol/L TE), and their correlations

Voćno vino /Fruit wine	Ukupni polifenoli (UF) / Total polyphenols		Antioksidacijski kapacitet ABTS / Antioxidation capacity ABTS		Korelacijski odnos (rP) UF/ABTS / Correlation (rP) UF/ABTS
	Raspon	Prosjeak	Raspon	Prosjeak	
Kupina	819,0 - 2442,4	1294,8bc	11,2 - 22,1	17,31c	0,7723
Višnja	1170 - 2091,4	1644,8ac	11,60-022,4	17,78c	0,9371
Aronija	1940,3 - 2442,4	2137,22ab	24,5 - 42,3	30,6ab	0,9736

Za usporedbu podataka korištena je ANOVA: različita slova označavaju statističke razlike između različitih voćnih vrsta (Tukey test, $p < 0,05$). rP: Pearsonov koeficijent. ANOVA was used to compare the data: different letters indicate statistical differences between different fruit species (Duncan test, $p < 0,05$). rP: Pearson correlation coefficient.

U Tablici 3. prikazani su rezultati analiza ukupnih fenola i antioksidacijskog kapaciteta analiziranih voćnih vina: uzorci U1-U10 kupine, uzorci U11-U15 aronije i uzorci U16-U20 višnje. Najvišim sadržajem ukupnih fenola koji je bio u rasponu od 819,0 mg/L do 2442,4 mg/L, istaknula su se vina proizvedena od aronije (U12, U13, U14 i U15) i višnje (U19). U ranije provedenom istraživanju voćnih vina zastupljenih u Hrvatskoj, izmjerene vrijednosti ukupnih fenola bile su u rasponu od 1051,4 mg/L do 2713,2 mg/L u vinima od kupine i od 1097,2 mg/L do 2708,4 mg/L u vinima od višnje (Ljevar i sur, 2016). Pantelić i suradnici (2014) su u istraživanju voćnih vina od Oblačinske višnje dobili vrijednosti koncentracija ukupnih fenola od 1,2 g/L do 2,5 g/L, što je u skladu s vrijednostima dobivenim u vinima od višnje u Hrvatskoj. Vrijednosti antioksidacijskog kapaciteta bile su u rasponu od 11,19 mmol/L TE do 42,25 mmol/L TE i bile su u korelaciji s vrijednostima ukupnih polifenola (Tablica 4). Najveći antioksidacijski kapacitet kao i izraženost korelacijske povezanosti između sadržaja ukupnih fenola i antioksidacijske aktivnosti imala su vina aronije. Prethodna istraživanja pokazala su kako vina od kupina, unatoč manjem sadržaju polifenola, imaju veći antioksidacijski kapacitet u odnosu na vina od crnog grožđa, što je vjerojatno povezano s većim sadržajem neflavonoida (najviše galne kiseline) u vinima od kupina, pri čemu je galna kiselina najjači *in vitro* antioksidans (Kaume i sur., 2012., Mudnić i sur., 2012).

Zaključak

Na temelju rezultata istraživanja kemijskog sastava voćnih vina kupine, aronije i višnje, može se zaključiti kako su voćna vina od sve tri voćne vrste potencijalan izvor za zdravlje vrijednih spojeva. Vina aronije imala su najveći sadržaj ukupnih fenola, analiziran spektrofotometrijski, slijede ih vina višnje i vina kupine. Unatoč značajnim razlikama između analiziranih voćnih vrsta, sve tri vrste su vrijedan izvor polifenolnih spojeva, usporediv s crnim vinima. Vina su imala izraženo visok antioksidacijski kapacitet, najveći u vinima aronije, potom višnje i kupine. Dobivena je jaka do vrlo jaka korelacija između sadržaja ukupnih fenola i antioksidacijske aktivnosti mjerene ABTS metodom (od 0,7723 u vinima kupine do 0,9736 u vinima aronije). Voćna vina od aronije i višnje odlikovala su se većim intenzitetom boje u odnosu na voćna vina od kupine, značajno većim u usporedbi s crnim vinima, što je ujedno i odraz veće koncentracije ukupnih fenola. U usporedbi s crnim vinom, u odnosu na najvažnije kvantitativne opće parametre kakvoće, voćna se vina odlikuju većim sadržajem suhog ekstrakta bez šećera i pepela, pri čemu se značajno izdvajaju vina višnje i aronije.

Literatura

- Alpeza I., Varga T., Kubanović V. (2014)** Composition and content of selected elements of Croatian blackberry wines. *Journal of food agriculture and environment*, 12, 100-103.
- Caton, P. W., Pothecary, M. R., Lees, D. M., Khan, N. Q., Wood, E. G., Shoji, T., Kanda, T., Rull, G., Corder, R. (2010)** Regulation of vascular endothelial function by procyanidin-rich foods and beverages. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 58 (7), 4008-13. doi: 10.1021/jf9031876. PMID: 20108902.
- Czyzowska, A., Pogorzelski, E. (2002)** Changes to polyphenols in the process of production of must and wines from blackcurrants and cherries. Part I. Total polyphenols and phenolic acids. *European food research and technology*, 214, 148-154. doi:10.1007/s00217-001-0422-9
- Duncan, D. B. (1955)** Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11 (1), 1-42. doi:10.2307/3001478
- Fan, S., Liu, C., Li, Y., Zhang, Y. (2023)** Visual Representation of Red Wine Color: Methodology, Comparison and Applications. *Foods*, 12 (5), 924. doi:10.3390/foods12050924
- Freitas, V., Fernandes, A., Oliveira, J., Teixeira, N., Mateus, N. (2017)** A review of the current knowledge of red

wine colour. *OENO One*, 51, 1001-1021. doi:10.20870/OENO-ONE.2017.51.1.1604

Gazioglu Sensoy, R. I., Gundogdu, M., Sensoy, S., Celik, F., Dogan, A. (2013) HPLC analysis of blackberry fruits for organic acid and sugar contents. In III International Symposium on Pomegranate and Minor Mediterranean Fruits. 1089, 77-81

Glories, Y. (1984). La couleur des vins rouges. 2ème partie mesure, origine et interpretation. *Conn Vigne Vin* 18: 253-271

Heras-Roger, J., DÑaz-Romero, C., Darias-MartÑn, J. (2016) A comprehensive study of red wine properties according to variety. *Food Chemistry*, 196. 1224-1231. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.10.085

Hosu, A., Cristea, V. M., Cimpoiu, C. (2014) Analysis of total phenolic, flavonoids, anthocyanins and tannins content in Romanian red wines: Prediction of antioxidant activities and classification of wines using artificial neural networks. *Food Chemistry*, 150, 113-118. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.10.153

OIV Compendium of international methods of wine and must analysis. (2020) International Organisation of Vine and Wine, Dijon.

Johnson, M. H., Gonzalez de Mejia, E. (2012) Comparison of chemical composition and antioxidant capacity of commercially available blueberry and blackberry wines in Illinois. *Journal of food science*. 77 (1), C141-148. doi: 10.1111/j.1750-3841.2011.02505.x

Kaume, L., Howard, R. L., Devareddy, L. (2012) The blackberry fruit: A review on its composition and chemistry, metabolism and bioavailability and health benefits. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 60 (23), 5716-5727.

Kaur, C., Kapoor, H. C. (2001) Antioxidants in fruits and vegetables – the Millennium's health. *International Journal of Food Science and Technology*. 36, 703 – 725. Doi: 10.1046/j.1365-2621.2001.00513.x

Kemp, S. E., Gilbert, A. N. (1997) Odor intensity and color lightness are correlated sensory dimensions. *The American Journal of Psychology*, 110 (1), 35-46. doi: 10.2307/1423699

Koseva, M., Joshi, V. K., Panesar, P. S. (2017) Science and technology of fruit wine production. Academic Press Elsevier, 105-226.

López-Giral, N., López, R., Santamaría, P., Garde-Cerdan, T. (2022) Phenolic and colour characteristics of must and wine obtained from red grapes treated by pulsed electric fields. Efficacy of PEF to reduce maceration time in elaboration of red wines. *European Food Research Technology*, 249, 273-282. doi: 10.1007/s00217-022-04114-8

Ljevar, A., Ćurko, N., Tomašević, M., Radošević, K., Srček, V. G., Ganić K. K. (2016) Phenolic Composition, Antioxidant Capacity and in vitro Cytotoxicity Assessment of Fruit Wines. *Food Technology Biotechnology*. 54 (2), 145-155. doi: 10.17113/ftb.54.02.16.4208.

Manganaris, G. A., Goulas, V., Vicente, A. R., Terry, L. A. (2014) Berry antioxidants: small fruits providing large benefits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94 (5), 825-833. doi: 10.1002/jsfa.6432

Mudnić, I., Budimir, D., Modun, D., Gunjača, G., Generalić, I., Skroza, D., Katalinić, V., Ljubenkov, I., Boban, M. (2012) Antioxidant and vasodilatory effects of blackberry and grape wines. *Journal of Medicinal Food*, 15 (3), 315-21. doi: 10.1089/jmf.2011.0129.

Orbanić, F., Rossi, S., Bestulić, E., Budić-Leto, I., Kovačević Ganić, K., Horvat, I., Plavša, T., Bubola, M., Lukić, I., Jeromel, A., Radeka, S. (2023) Applying Different Vinification Techniques in Teran Red Wine Production: Impact on Bioactive Compounds and Sensory Attributes. *Foods*, 12 (20), 3838. doi:10.3390/foods12203838

Pantelić, M., Dabić, D., Matijašević, S., Davidović, S., Dojčinović, B., Milojković-Opsenica, D., Tešić, Ž., Natić, M. (2014) Chemical characterization of fruit wine made from Oblačinska sour cherry. *The Scientific World Journal*, 2014:454797. doi: 10.1155/2014/454797.

Pravilnik o vinarstvu (2022) https://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2022_07_81_1183.html (16. 4. 2024.)
Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26 (9), 1231-1237. doi: 10.1016/s0891-5849(98)00315-3.

Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., Dubourdieu, D. (2006) Handbook of Enology vol. 2, Second Edition. The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments. John Wiley and Sons, Ltd: Chichester, West Sussex, England.

Rupasinghe, H. V., Clegg, S. (2007) Total antioxidant capacity, total phenolic content, mineral elements, and

histamine concentrations in wines of different fruit sources. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20 (2), 133-137.

Singleton, V. L., Rossi, J. A. (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16 (3), 144-158

Tomas-Barberan, F. A., Gil, M. I., Cremin, P., Waterhouse, A. I., Hess-Pierce, B., Kader, A. A. (2001) HPLC-DAD-ESIMS analysis of phenolic compounds in nectarines, peaches, and plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 4748 – 4760. doi: 10.1021/jf0104681

Tomčić, A., Mihaljević, Žulj, M., Andabaka, Ž., Tomaz, I., Jakobović, S., Jeromec, A. (2018) Influence of pectolytic enzymes and selected yeast strains on the chemical composition of blackberry wines. *Polish journal of food and nutrition sciences*, 68 (3), 263-272. doi: 10.1515/pjfn-2018-0004

Usenić, V., Fabčić, J., Štampar, F. (2008) Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chemistry*, 107 (1), 185-192. doi: 10.1016/j.foodchem.2007.08.004

HAPIH. Godišnje izvješće za 2019.godinu. file:///C:/Users/NL1519C/Downloads/CVVU-CVP-Godisnje-izvjesce-za-2019%20(1).pdf (11. 6. 2024.)

Vinson, J. A., Xuehui, S., Ligia, Z., Bose, P. (2001) Phenol antioxidant quantity and quality in food: fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 5315 – 5321. doi: 10.1021/jf0009293

Velić, D., Amidžić Klarić, D., Velić, N., Klarić, I., Petravić Tominac, V., Mornar, A. (2018) Chemical Constituents of Fruit Wines as Descriptors of their Nutritional, Sensorial and Health-Related Properties. *IntechOpen*. doi: 10.5772/intechopen.78796

Worobo, R. W., Splittstoesser, D. F. (2005) Microbiology of fruit products. *Processing fruits*. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, 261-284.

Prispjelo/Received: 15.10.2024.

Prilvačeno/Accepted: 3.12.2024.

Original scientific paper

Chemical composition of fruit wines from Croatia

Abstract

Fruit wines, in addition to enriching the range of drinks on the market, are also a valuable food source of minerals, antioxidants, and phytonutrients, especially polyphenolic compounds. The value of polyphenolic compounds is manifested not only on the wine sensory properties influence; color, taste, and astringency, but also on physiological properties that have a potential positive impact on human health. Therefore, the aim of this work was to determine the chemical composition, chromatic parameters, and antioxidant capacity of commercially available Croatian fruit wines. Analyzes were carried out in 20 fruit wines of blackberry, chokeberry, and cherry. Compared to red grape wines, concerning the basic quality parameters, chokeberry and cherry fruit wines stand out due to a significantly higher content of dry extract without sugar and ash content. The obtained values of total phenols ranged from 819 mg/L GAE to 2442 mg/L GAE. Wines produced from chokeberry and cherry stood out with the highest concentration of total polyphenols. The color intensity of the highest values, as an important parameter of visual perception of sensory quality, was measured in cherry fruit wines. Antioxidant capacity values ranged from 11.19 mmol/L TE to 42.25 mmol/L TE. A high to very high correlation between polyphenol content and antioxidant activity was confirmed. The concentrations of total polyphenols and antioxidant capacity values in the analyzed fruit wines are higher or in the same range as red grape wines.

Key words: fruit wines, phenolic compounds, chromatic parameters, antioxidant capacity