

# GLASILO FUTURE

ISSN 2623-6575

UDK 60

UDK 631

UDK 663

UDK 630

PUBLIKACIJA FUTURE - STRUČNO-ZNANSTVENA UDRUGA ZA PROMICANJE ODRŽIVOG RAZVOJA, KULTURE I MEĐUNARODNE SURADNJE, ŠIBENIK

VOLUMEN 2 BROJ 4

PROSINAC 2019.

## Glasiilo Future

### Stručno-znanstveni časopis

**Nakladnik:**

FUTURA



Sjedište udruge: Šibenik

**Adresa uredništva:**

Bana Josipa Jelačića 13 a, 22000 Šibenik, Hrvatska / Croatia

☎ / 📠: +385 (0) 022 218 133

✉: urednistvo@gazette-future.eu / editors@gazette-future.eu

🌐: www.gazette-future.eu

**Uređivački odbor / Editorial Board:**
Doc. dr. sc. Boris Dorbić, v. pred. – glavni i odgovorni urednik / *Editor-in-Chief*Emilija Friganović, dipl. ing. preh. teh., v. pred. – zamjenica g. i o. urednika / *Deputy Editor-in-Chief*Ančica Sečan Matijaščić, mag. act. soc. – tehnička urednica / *Technical Editor*Antonia Dorbić, mag. art. – zamjenica tehničke urednice / *Deputy Technical Editor*

Prof. dr. sc. Željko Španjol

Mr. sc. Milivoj Blažević

Vesna Štibrić, dipl. ing. preh. teh.

**Međunarodno uredništvo / International Editorial Board:**

Prof. dr. sc. Kiril Bahcevandzjev – Portugalska Republika (Instituto Politécnico de Coimbra)

Prof. dr. sc. Martin Bobinac – Republika Srbija (Šumarski fakultet Beograd)

Prof. dr. sc. Zvezda Bogevska – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za zemjodopski nauki i hrana Skopje)

Dario Bognolo, mag. ing. – Republika Hrvatska (Veleučilište u Rijeci)

Prof. dr. sc. Agata Cieszewska – Republika Poljska (Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie)

Dr. sc. Bogdan Cvjetković, prof. emeritus – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Duška Čurić – Republika Hrvatska (Prehrambeno-biotehnoški fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Margarita Davitkovska – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za zemjodopski nauki i hrana Skopje)

Prof. dr. sc. Dubravka Dujmović Purgar – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Josipa Giljanović – Republika Hrvatska (Kemijsko-tehnoški fakultet u Splitu)

Prof. dr. sc. Semina Hadžiabulić – Bosna i Hercegovina (Agromediteranski fakultet Mostar)

Prof. dr. sc. Péter Honfi – Mađarska (Faculty of Horticultural Science Budapest)

Prof. dr. sc. Valeria Ivanova – Republika Bugarska (Fakultet za lozaro - gradinarstvo Plovdiv)

Prof. dr. sc. Mladen Ivić – Bosna i Hercegovina (Univerzitet PIM)

Doc. dr. sc. Orhan Jašić – Bosna i Hercegovina (Filozofski fakultet Tuzla)

Prof. dr. sc. Tajana Krička – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Doc. dr. sc. Dejan Kojić – Bosna i Hercegovina (Univerzitet PIM)

Slobodan Kulić, mag. iur. – Republika Srbija (Srpska ornitološka federacija i Confederation ornitologique mondiale)

Prof. dr. sc. Biljana Lazović – Crna Gora (Biotehnički fakultet Podgorica)

Prof. dr. sc. Branka Ljevnaić-Mašić – Republika Srbija (Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu)

Doc. dr. sc. Zvonimir Marijanović – Republika Hrvatska (Kemijsko-tehnoški fakultet u Splitu)

Doc. dr. sc. Ana Matin – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Prof. dr. sc. Bosiljka Mustać – Republika Hrvatska (Sveučilište u Zadru)

Hrv. akademik prof. dr. sc. Stanislav Nakić – Bosna i Hercegovina (Sveučilište Hercegovina Mostar)

Sandra Popović, mag. ing. – Republika Srbija (Poljoprivredni fakultet Beograd)

Doc. dr. sc. Bojan Simovski – Republika Sjeverna Makedonija (Fakultet za šumarski nauki, pejzažna arhitektura i ekoinženjering "Hans Em" Skopje)

Prof. dr. sc. Davor Skejić – Republika Hrvatska (Građevinski fakultet Zagreb)

Doc. dr. sc. Milan Stanković – Republika Srbija (Univerzitet u Kragujevcu)

Akademik prof. dr. sc. Refik Šećibović – Bosna i Hercegovina (Visoka škola za turizam i menadžment Konjic)

Prof. dr. sc. Andrej Šušek – Republika Slovenija (Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Maribor)

Prof. dr. sc. Elma Temim – Bosna i Hercegovina (Agromediteranski fakultet Mostar)

Mr. sc. Merima Toromanović – Bosna i Hercegovina (Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću)

Doc. dr. sc. Ivana Vitasović Kosić – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Doc. dr. sc. Ana Vujošević – Republika Srbija (Poljoprivredni fakultet Beograd)

Prof. dr. sc. Vesna Židovec – Republika Hrvatska (Agronomski fakultet Zagreb)

Lektura i grafička priprema: Ančica Sečan Matijaščić, mag. act. soc.

Objavljeno: 31. prosinca 2019. godine.

Časopis izlazi u elektroničkom izdanju dva puta godišnje, krajem lipnja i prosinca, a predviđena su i dva interdisciplinarna specijalna izdanja tijekom godine iz STEM i ostalih znanstvenih/umjetničkih područja.

Časopis je besplatan. Rukopisi i recenzije se ne vraćaju i ne honoriraju.

Umnožavanje (reproduciranje), stavljanje u promet (distribuiranje), priopćavanje javnosti, stavljanje na raspolaganje javnosti odnosno prerada u bilo kojem obliku nije dopuštena bez pismenog dopuštenja Nakladnika.

Sadržaj objavljen u Glasilu Future može se slobodno koristiti u osobne i obrazovne svrhe uz obvezno navođenje izvora.

## **Glasilo Future**

---

### Stručno-znanstveni časopis

FUTURA – stručno-znanstvena udruga za promicanje održivog razvoja, kulture i međunarodne suradnje, Bana Josipa Jelačića 13 a, 22000 Šibenik, Hrvatska

(2019) 2 (4) 01–74

#### **SADRŽAJ:**

	Str.
<b><i>Izvorni znanstveni rad (original scientific paper)</i></b>	
<i>Žana Delić, Ivana Vuković, T. Svalina, M. Šuste, Emilija Friganović, Mladenka Šarolić, B. Dorbić</i>	
Isparljivi spojevi vina od maline Volatile compounds of raspberry wines .....	01–09
<i>Emilija Friganović, D. Anić, Ančica Sečan Matijaščić, Mladenka Šarolić, B. Dorbić, Žana Delić, M. Šuste</i>	
Ponašanje i stavovi studenata Veleučilišta "Marko Marulić" u Kninu o funkcionalnim napitcima Behavior and attitudes of students of the Marko Marulić Polytechnic of Knin toward functional beverages .....	10–20
<b><i>Prethodno priopćenje (preliminary communication)</i></b>	
<i>E. Delić, B. Dorbić, Nađa Buturović, Azra Bostandžić, Almina Tahirović</i>	
Prikaz modela za održavanje terenske nastave iz primijenjene botanike i ekologije A presentation of a model for teaching field courses in Applied Botany and Ecology .....	21–35
<b><i>Pregledni rad (scientific review)</i></b>	
<i>B. Dorbić</i>	
Sanacija i revitalizacija drvoreda bijelog dudu ( <i>Morus alba</i> L.) na prostoru luka Vrnaža – Istočni (središnji) dio luke u Šibeniku Rehabilitation and revitalization of the white mulberry tree ( <i>Morus alba</i> L.) in the area of port Vrnaža – East (central) part of the port in Šibenik .....	36–51
<b><i>Stručni rad (professional paper)</i></b>	
<i>Ž. Zrno, Ivana Pintur</i>	
Elementarne funkcije u poljoprivredi Elementary functions in agriculture .....	52–69
<b><i>Nekategorizirani rad (uncategorised paper)</i></b>	
<i>Zdenka Bilušić</i>	
Prikaz izložbe Review of exhibition .....	70–72
<i>Upute autorima (instructions to authors) .....</i>	73–74

## Isparljivi spojevi vina od maline

### Volatile compounds of raspberry wines

Žana Delić<sup>1\*</sup>, Ivana Vuković<sup>1,2</sup>, Tomislav Svalina<sup>1</sup>, Marko Šuste<sup>1</sup>, Emilija Friganović<sup>1</sup>, Mladenka Šarolić<sup>1</sup>, Boris Dorbić<sup>1</sup>

*izvorni znanstveni rad (original scientific paper)*

doi: 10.32779/gf.2.4.1

#### Sažetak

Posljednjih godina proizvodnja voćnih vina neprestano raste zbog sve veće potražnje potrošača za visokokvalitetnim voćnim vinima. Voćna vina proizvode se fermentacijom soka ili pulpe koštičavog, jezgričavog, jagodičastog, bobičastog ili ostalog voća (osim grožđa). Cilj ovog rada bio je usporediti sastav isparljivih spojeva vina proizvedenih od šumskih i kultiviranih malina. Isparljivi spojevi izolirani su pomoću mikroekstrakcije vršnih para na krutoj fazi (HS-SPME) i analizirani vezanim sustavom plinska kromatografija-masena spektrometrija (GC-MS). U uzorku vina od šumske maline identificirano je 37 spojeva što predstavlja 90,5 % udjela isparljivih spojeva, dok je u uzorku vina od kultivirane maline identificirano 20 spojeva što predstavlja 93,9 % udjela isparljivih spojeva. Kiseline, fenoli i ugljikovodici nisu pronađeni u uzorku vina od kultivirane maline za razliku od uzorka vina od šumske maline. Uzorak vina od šumske maline imao je pet puta veći udjel C<sub>13</sub>-norizoprenoida nego uzorak vina od kultivirane maline. Vino od kultivirane maline sadržavalo je značajno veći udjel viših alkohola, dvostruko veći udjel izoamilnog alkohola, ali nije utvrđena veća razlika u sadržaju ukupnih estera između vina od kultivirane i šumske maline. Prema dobivenim rezultatima može se zaključiti da vino od šumske maline ima kompleksniji sastav isparljivih spojeva u odnosu na vino od kultivirane maline.

**Ključne riječi:** malina, vino, isparljivi spojevi, HS-SPME, GC-MS.

#### Abstract

In recent years, the production of fruit wines has been steadily increasing due to the increasing consumer demand for high quality fruit wines. Fruit wines are produced by the fermentation of fruit juice or pulp of bone, kernel, soft, berry and other fruits (except grapes). The aim of this study was to compare the composition of volatile compounds of wines produced from forest and cultivated raspberries. The volatile compounds were isolated by solid phase solid phase microextraction (HS-

<sup>1</sup> Veleučilište "Marko Marulić" u Kninu, Petra Krešimira IV 30, 22300 Knin, Republika Hrvatska.

\*E-mail: zdelic@veleknin.hr.

<sup>2</sup> Završeni student preddiplomskog stručnog studija Prehrambena tehnologija.

SPME) and analyzed by gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC-MS). In the forest raspberry wine sample 37 compounds were identified, representing 90.5 % of the volatile compounds content, while in the cultivated raspberry wine sample 20 compounds were identified, representing 93.9 % of the volatile compounds content. Acids, phenols and hydrocarbons were not found in the sample of cultivated raspberry wine as opposed to the sample of forest raspberry wine. C<sub>13</sub>-norisoprenoids were present in five times the proportion in the forest raspberry wine sample than in the cultivated raspberry wine sample. Cultivated raspberry wine contained a significantly higher content of higher alcohols and twice the content of isoamyl alcohol, but no major difference in the content of total esters was found between wines from cultivated and forest raspberry. According to the results obtained, it can be concluded that forest raspberry wine has a more complex composition of volatile compounds compared to cultivated raspberry wine.

**Key words:** raspberry, wine, volatile compounds, HS-SPME, GC-MS.

## Uvod

Voćna vina su najstarije alkoholno piće. Prema Zakonu o vinu (NN 32/19) voćno vino je piće proizvedeno fermentacijom soka ili pulpe svježeg i za to pripremljenog koštičavog, jezgričavog, jagodičastog, bobičastog ili ostalog voća (osim grožđa), a kategorizira se kao voćno vino, likersko voćno vino, aromatizirano voćno vino, biser voćno vino, pjenušavo voćno vino ili razblaženo voćno vino. Posljednjih godina proizvodnja voćnih vina neprestano raste zbog sve veće potražnje potrošača za visokokvalitetnim voćnim vinima (Karlić et al., 2013), a ujedno privlače pažnju jer se smatraju funkcionalnom hranom (Velić et al., 2018). Hrana se može nazvati "funkcionalnom" ako pored svoje osnovne nutritivne vrijednosti na pozitivan i zadovoljavajući način utječe na jedan ili više ciljanih funkcija tijela smanjujući rizike razvoja pojedinih bolesti (Roberfroid, 2000, prema Čalić et al., 2011). Različita voćna vina pokazala su se izvrsnim prehrambenim izvorom minerala, antioksidanata i fitonutrijenata (Vasanth Rupasinghe et al., 2017, prema Velić et al., 2018).

Maline su niskokalorično voće bogato vitaminima (odličan su izvor vitamina C, sadrže vitamine B-kompleksa, vitamine E i K), mineralima (bogate su manganom, sadrže bakar, magnezij, željezo, cink, kalij, kalcij) i vlaknima, te sadrže karotene i ksantofile (USDA, 2018). Izvrstan su izvor prirodnih antioksidanata, polifenolnih spojeva te imaju visoki sadržaj elagitanina i antocijana (Kähkönen et al., 2001). Elagitaninima se pripisuje 58 % antioksidativnog kapaciteta maline (Bobinaitė et al., 2012).

Za proizvodnju kvalitetnih voćnih vina od najvećeg su značaja odabir odgovarajuće sorte kao i zdravstveno stanje plodova. Beru se samo zdravi i zreli plodovi. Nakon berbe, ključno je da se maline transportiraju u što kraćem roku. Tehnološki postupak proizvodnje vina od maline sastoji se od primarne i sekundarne faze. Primarna faza uključuje postupke prihvata sirovine, muljanje i maceraciju. Prvi dio sekundarne faze obuhvaća kontroliranu fermentaciju s maceracijom, otakanje vina s masulja i

prešanje masulja, a drugi dio sekundarne faze uključuje odležavanje vina, pretakanje s prvog taloga, ponovno odležavanje, stabilizaciju, filtraciju te punjenje u boce.

Aromu vinu daju isparljivi spojevi (viši alkoholi, esteri, terpeni, karbonilni spojevi, isparljive kiseline, spojevi sa sumporom, isparljivi fenoli) i neisparljivi spojevi (šećeri, organske kiseline, fenolni spojevi, mineralne tvari). Mirisni utjecaj isparljivih spojeva u vinu ovisi o koncentraciji i vrsti spoja. Određeni spojevi, prisutni u tragovima od samo nekoliko ng/L mogu odigrati glavnu ulogu u aromi, dok neki spojevi kojih ima u izobilju mogu odigrati samo manju ulogu (Ribéreau-Gayon et al., 2006).

Aroma maline opisana je kao mješavina nekoliko mirisnih nota: ananas, limun, cvjetni miris, ljubičica itd. (Pichler, 2011). Jedna od prvih identificiranih značajnih mirisnih komponenti maline jest fenolni keton 4-(4-hidroksifenil)-2-butanon, stoga nazvan keton maline (Winter, 1961, prema Aprea et al., 2015), a dosad je identificirano gotovo 300 isparljivih spojeva u malini. Čista aroma maline značajno ovisi o koncentraciji ketona maline, dok su  $\alpha$ -ionon i  $\beta$ -ionon odgovorni za sveukupnu aromu, prvi voćnog i cvjetnog mirisa, poput ljubičice (Fehr & Guntern, 1992, prema Aprea et al., 2015), a drugi opisan kao mirisan i cvjetni (Jaeger et al., 2013, prema Aprea et al., 2015). Karakteristične isparljive komponente maline su  $\alpha$ -ionon,  $\alpha$ -ionol,  $\beta$ -ionon,  $\beta$ -damaskenon, linalol, geraniol, benzil-alkohol, (Z)-3-heksenol, acetoin, octena i heksanska kiselina (Paterson et al., 2013). Uz izuzetak ionona, u šumskim malinama udjeli pojedinačnih isparljivih spojeva uglavnom su 3 do 4 puta veći nego u kultiviranim sortama (Aprea et al., 2015). Feng et al. (2015) identificirali su 27 isparljivih spojeva u vinu maline od kojih je najviše pripadalo skupini alkohola, zatim estera i kiselina.

Cilj ovog rada je usporediti sastav isparljivih spojeva vina proizvedenih od šumskih i kultiviranih malina.

## **Materijali i metode**

Za analizu isparljivih spojeva korišten je komercijalni uzorak vina od šumske maline (uzorak I – vino od šumske maline - VŠM) i kultivirane maline (uzorak II – vino od kultivirane maline - VKM) iz 2016. godine. Uzorci su nabavljeni na domaćem tržištu i čuvani u originalnoj ambalaži na temperaturi od 15 °C.

Isparljivi spojevi izolirani su pomoću mikroekstrakcije vršnih para na čvrstoj fazi, a za ekstrakciju uzoraka je korišteno vlakno divinilbenzen/karboksen/polidimetilsiloksan (DVB/CAR/PDMS, Agilent Technologies, SAD). Prije upotrebe, u skladu s uputama proizvođača, sivo vlakno je aktivirano kondicioniranjem 60 min na 270 °C i to postavljanjem SPME igle u injektor plinskog kromatografa. Nakon kondicioniranja, vlakno je odmah korišteno za ekstrakciju vršnih para uzoraka.

U staklenu vijalicu volumena 15 mL stavljeno je 10 mL uzorka i 2g NaCl. Vijalica sa uzorkom je hermetički zatvorena teflonskom septom te stavljena u vodenu kupelj zagrijanu na 40 °C uz miješanje

uzorka magnetskom miješalicom (750 okretaja/min). Vlakno je nakon 15 minuta uvedeno u vršne pare iznad uzorka. Nakon 30 minuta uzorkovanja, vlakno je uvučeno u iglu i postavljeno u GC injektor gdje je provedena toplinska desorpcija ekstrahiranih spojeva izravno u GC kolonu (250 °C, 7 min).

Analiza isparljivih sastojaka vina od maline provedena je vezanim sustavom plinska kromatografija-masena spektrometrija (GC-MS). U radu je korišten plinski kromatograf GC 7890A i spektrometar masa MS 5575C Agilent Technologies, SAD. Analize su izvršene na nepolarnoj HP-5MS kapilarnoj koloni (5 % fenil-metilpolisiloksan; 30 m × 0,25 mm; debljina sloja stacionarne faze 0,25 μm; J&W, SAD). Uvjeti rada plinskog kromatografa su bili sljedeći: temperaturni program peći (2 minute izotermno na 70 °C, zatim od 70 do 200 °C s porastom temperature od 2 °C/min); temperatura injektora (250 °C, *splitless mode*; volumen injektiranog ekstrakta: 1 μL); plin nositelj (helij s protokom 1 mL/min). Uvjeti rada spektrometra masa su bili sljedeći: energija ionizacije (70 eV); temperatura ionskog izvora (280 °C); interval snimanja masa (30 –350 masenih jedinica).

Za svaki uzorak analiziran vezanim sustavom GC-MS dobiveni su sljedeći podatci:

- kromatogram ukupne ionske struje,
- vrijeme zadržavanja pojedine komponente,
- relativni udjel pojedine komponente izražen u postotcima (udjel površine pika u ukupnoj površini)
- naziv spoja ili spojeva čiji spektar ili spektri su najbližiji spektru nepoznate komponente pojedinog pika iz kromatograma ukupne ionske struje (sličnosti spektara koji se uspoređuju izraženi su vjerojatnošću u postotcima).

Identifikacija pojedinačnih spojeva provedena je usporedbom njihovih spektara masa sa spektrima masa iz *Wiley Library 275 MS* (Wiley, SAD) i *NIST14* (National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, SAD) baza podataka.

## Rezultati i diskusija

Rezultati analize kemijskog sastava isparljivih spojeva iz uzorka vina od šumskih i uzorka vina od kultiviranih malina prikazani su u tablici 1.

U uzorku VŠM (uzorak I) ukupno je identificirano 37 spojeva, što predstavlja 90,5 % isparljivih spojeva, a u uzorku VKM (uzorak II) identificirano je 20 spojeva što predstavlja 93,9 % udjela isparljivih spojeva. Identificirani isparljivi spojevi razvrstani su u osam skupina: alkohole, estere, kiseline, monoterpe, C<sub>13</sub>-norizoprenoide, fenole, heterocikličke spojeve i ugljikovodike. Najzastupljeniji spoj u oba uzorka vina od malina je izoamilni alkohol.

**Tablica 1.** Kemijski sastav isparljivih spojeva vina od šumske maline i kultivirane maline (prema Vuković, 2019).

**Table 1.** Chemical composition of volatile compounds of forest raspberry wine and cultivated raspberry wine (according to Vuković, 2019).

R. BR.	SASTOJAK	R <sub>t</sub> (min)	VŠM Udjel (%)	VKM Udjel (%)
<b>Alkoholi</b>				
1.	Izoamil-alkohol	2,377	23,4	48,2
2.	1-oktanol	8,737	0,4	-
3.	2-feniletanol	10,242	7,0	5,7
4.	1-dekanol	16,576	0,3	-
<i>Ukupno alkohola</i>			<b>31,1</b>	<b>53,9</b>
<b>Esteri</b>				
1.	Etil-acetat	1,876	-	8,2
2.	Izoamil-acetat	3,799	3,8	4,8
3.	Etil-heksanoat	6,509	7,9	7,7
4.	Etil-benzoat	12,456	2,2	0,9
5.	Dietil-sukcinat	12,866	8,0	1,9
6.	Etil-oktanoat	13,402	9,7	7,0
7.	4-etilfenil-acetat	15,420	0,8	-
8.	2-feniletil-acetat	15,895	1,1	0,8
9.	Etil-9-dekanoat	21,306	0,1	0,3
10.	Etil-dekanoat	21,655	1,3	2,6
11.	Etil-3-metilbutil-sukcinat	23,071	0,9	-
12.	Etil-cinamat	24,358	0,2	-
13.	Geranil-butanoat	28,123	0,1	-
14.	Etil-dodekanoat	29,431	0,1	0,2
15.	Izopropil-dodekanoat	30,669	-	0,3
<i>Ukupno estera</i>			<b>36,2</b>	<b>34,7</b>
<b>Kiseline</b>				
1.	Heksanska kiselina	5,828	0,8	-
2.	Dekanska kiselina	20,702	0,2	-
3.	Palmitinska kiselina	39,899	0,1	-
4.	Oleinska kiselina	47,194	0,9	-
<i>Ukupno kiselina</i>			<b>2,0</b>	<b>-</b>
<b>Monoterpeni</b>				
1.	Limonen	7,341	0,8	-
2.	Linalol	9,767	0,6	1,2
<i>Ukupno monoterpena</i>			<b>1,4</b>	<b>1,2</b>
<b>C<sub>13</sub>-norizoprenoidi</b>				
1.	Megastigma-3,7(E),9-trien	14,285	1,5	0,8
2.	Megastigma-4,6(E),8(Z)-trien	19,380	0,1	-
3.	TDN	19,796	0,2	0,7
4.	α-ionol	20,911	4,4	0,5



R. BR.	SASTOJAK	R <sub>t</sub> (min)	VŠM Udjel (%)	VKM Udjel (%)
5.	β-damaskenon	21,171	0,2	-
6.	α-ionon	22,911	4,1	0,3
7.	Dihidro-β-ionol	23,643	0,2	-
8.	β-ionon	25,219	2,4	0,2
<i>Ukupno C<sub>13</sub>-norizoprenoida</i>			<b>13,1</b>	<b>2,5</b>
<b>Fenoli</b>				
1.	4-etilfenol	12,233	0,3	-
2.	4-etilgvajakol	16,805	2,5	-
<i>Ukupno fenola</i>			<b>2,8</b>	<b>-</b>
<b>Heterociklički spojevi</b>				
1.	5-acetil-2-hidrazino-4-metilpirimidin	21,886	2,5	1,6
<i>Ukupno heterocikličkih spojeva</i>			<b>2,5</b>	<b>1,6</b>
<b>Ugljikovodici</b>				
1.	(Z)-9-trikosen	46,393	0,8	-
2.	Heneikosan	47,938	0,3	-
3.	Oktadekan	61,820	0,3	-
<i>Ukupno ugljikovodika</i>			<b>1,4</b>	<b>-</b>
<b>Ukupno identificirano (%)</b>			<b>90,5</b>	<b>93,9</b>

R<sub>t</sub> = Retencijsko vrijeme – vrijeme zadržavanja isparljivih sastojaka (min)

VŠM = vino od šumske maline (uzorak I)

VKM = vino od kultivirane maline (uzorak II)

R<sub>t</sub> = Retention time of volatile constituents (min)

VŠM = forest raspberry wine (sample I)

VKM = cultivated raspberry wine (sample II)

Fenoli, kiseline i ugljikovodici su pronađeni samo u uzorku VŠM. Isparljivi fenoli (4-etilfenol i 4-etilgvajakol) nepoželjno utječu na organoleptička svojstva vina, a najčešće nastaju aktivnošću kvasaca roda *Brettenomices/Dekkera* kroz metabolizam hidroksicimetnih kiselina (Merico et al., 2008). Razlikama u anatomskoj i morfološkoj građi plodova šumske i kultivirane maline (odnos udjela sjemenki i pokožice prema udjelu soka u plodu) moglo bi se objasniti to što su isparljive organske kiseline i dugolančani ugljikovodici identificirani samo u uzorku VŠM.

C<sub>13</sub>-norizoprenoidi prisutni su u pet puta većem udjelu u uzorku VŠM nego u uzorku VKM. Norizoprenoidi nastaju razgradnjom karotenoida ili mogu biti pohranjeni u obliku glikokonjugata u plodu koji mogu oslobađati svoj isparljivi aglikon tijekom fermentacije enzimskom i kiselinskom hidrolizom. Sastav karotenoidnog profila ploda, postupak fermentacije i uvjeti skladištenja vina su presudni čimbenici za aromu vina (Mendes-Pinto, 2009).

U oba uzorka vina identificiran je 5-acetil-2-hidrazino-4-metilpirimidin. Biosinteza N-heterocikličkih spojeva povezana je s djelovanjem *Lactobacillus* bakterija i pridonosi neželjenoj pojavi arome "miševine" u vinu (Costello & Henschke, 2002).

Uzorak VKM sadržavao je značajno veći udjel viših alkohola, a dvostruko veći udjel izoamilnog alkohola. Viši alkoholi nastaju tijekom alkoholne fermentacije metabolizmom ugljikohidrata (anabolički) i transformacijom (dezaminacijom i dekarboksilacijom) odgovarajućih aminokiselina (katabolički) – Ehrlichova reakcija. Koncentracije viših alkohola u vinu ovise o kemijskom sastavu mošta, temperaturi fermentacije i tehnologiji proizvodnje (Moreno-Arribas & Polo, 2009).

Nije utvrđena veća razlika u sadržaju ukupnih estera između uzoraka VKM i VŠM. Etil-acetat je identificiran samo u uzorku VKM. Etil-acetat pri niskim koncentracijama pridonosi voćnim aromama i može nadograditi kompleksnost arome vina, a pri visokim koncentracijama se percipira kao pokvarenost (Margalit, 2004).

## **Zaključak**

Prema dobivenim rezultatima može se zaključiti da vino od šumske maline ima kompleksniji sastav isparljivih spojeva u odnosu na vino od kultivirane maline. Iako je u vinu od šumske maline detektiran veći broj poželjnih spojeva (terpeni), utvrđeni su i isparljivi fenoli koji mogu doprinijeti negativnim aromama vina pa je prilikom proizvodnje potrebno koristiti pojačane mjere sanitacije podrumske opreme te pratiti i održavati optimalnu razinu SO<sub>2</sub> u vinu da bi minimizirali pojavu isparljivih fenola. Također, načinom i dužinom trajanja maceracije može se utjecati na količinu slobodnih terpena u moštu i vinu, a radi uspješnijeg oslobađanja primarnih aroma potrebno je koristiti kvasce s aktivnošću β-glukozidaze. Nadalje, vina od kultiviranih malina trebalo bi podvrgnuti dužoj maceraciji na temperaturi do 30 °C da bi se poboljšala ekstrakcija isparljivih kiselina i dugolančanih ugljikovodika.

## **Zahvala**

Rad je izrađen u okviru izrade Završnog rada Ivane Vuković, bacc. ing. preh. teh. (vidi Literaturu).

## **Literatura**

Apra, E., Biasioli, F., Flavia Gasperi, F. (2015). Volatile Compounds of Raspberry Fruit: From Analytical Methods to Biological Role and Sensory Impact. *Molecules*, 20:445–2474. doi:10.3390/molecules20022445.

Bobinaitė, R., Viškelis, P., Venskutonis, P. R. (2012). Variation of total phenolics, anthocyanins, ellagic acid and radical scavenging capacity in various raspberry (*Rubus* spp.) cultivars. *Food Chem.*, 132:1495–1501.

Costello, P. J., Henschke P. A. (2002). Mousy Off-Flavor of Wine: Precursors and Biosynthesis of the Causative N-Heterocycles 2-Ethyltetrahydropyridine, 2-Acetyltetrahydropyridine, and 2-Acetyl-1-

pyrroline by *Lactobacillus hilgardii* DSM 20176. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(24):7079–7087.

Čalić, S., Friganović, E., Maleš, V., Mustapić A. (2011). Funkcionalna hrana i potrošači. *Praktički menadžment – stručni časopis teoriju i praksu menadžmenta*, 2(2), 51–57.

Feng, Yiming, Liu, M., Ouyang, Y., Zhao, X., Yanlun, J., Fang, Yulin (2015). Comparative study of aromatic compounds in fruit wines from raspberry, strawberry, and mulberry in central Shaanxi area. *Food & Nutrition Research*, 59:29290. doi:10.3402/fnr.v59.29290.

Kähkönen, M P., Hopia, A. I., Heinonen, M. (2001). Berry Phenolics and Their Antioxidant Activity. *J. Agric. Food Chem.*, 49:4076–4082.

Karlić, T., Hadelan, L., Mesić, Ž. (2013). Preferencije potrošača i zastupljenost voćnih vina u ugostiteljskoj ponudi na zagrebačkom području. *Agronomski glasnik*, 75(5-6), 279–294.

Margalit, Y. (2004). *Concept in Wine Chemistry*. San Francisco, USA: The Wine Appreciation Guild, Ltd.

Mendes-Pinto, M. (2009). Carotenoid breakdown products the 'norisoprenoids' in wine aroma. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 483(2):236–245.

Merico, A., Molinari, F., Tirelli, A., i Volonterio, G. (2008). Physiological and oenological traits of different Dekkera/Brettanomyces bruxellensiss trains under wine-model conditions. *FEMS Yeast Research*, 8(7):1087–1096.

Moreno-Arribas, M. V., Polo, M. C. (2009). *Wine Chemistry and Biochemistry*. New York, USA: Springer Science & Business Media, LLC.

Paterson, A., Kassim A., McCallum, S., Woodhead, M., Smith, K., Zait, D., Graham, J. (2013). Environmental and seasonal influences on red raspberry flavour volatiles and identification of quantitative trait loci (QTL) and candidate genes. *Theor Appl Genet.*, 126(1):33–48. doi: 10.1007/s00122-012-1957-9.

Pichler, A. (2011). Utjecaj dodatka i skladištenja na kvalitetu, reološka i termofizikalna svojstva paste od maline, Doktorski rad, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek.

Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., Dubourdieu, D. (2006). *Handbook of Enology Volume 2: The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments, 2<sup>nd</sup> Edition*. Chicester, West Sussex, UK: John Wiley & Sons Ltd.

USDA (2018): USDA Food Composition Databases - Online Edition, Beltsville, Maryland, USA: Nutrient Data Laboratory, Beltsville Human Nutrition Research Center, dostupno na: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/> (pristup 12. 09. 2019.).

Velić, D., Velić, N., Amidžić Klarić, D., Klarić, I., Petravić Tominac, V., Košmerl, T., Vidrih, R. (2018). The production of fruit wines – a review. *Croatian journal of food science and technology*, 10 (2), 279–290. <https://doi.org/10.17508/CJFST.2018.10.2.19>.

Vuković, I. (2019). Isparljivi spojevi vina od maline, Završni rad, Veleučilište "Marko Marulić" u Kninu.

Zakon o vinu, *Narodne novine* br. 32/19.

**Primljeno:** 09. prosinca 2019. godine

**Received:** December 09, 2019

**Prihvaćeno:** 30. prosinca 2019. godine

**Accepted:** December 30, 2019