

Kvalitet rakija od novih genotipova koštičavog voća dobijenih korišćenjem dva najzastupljenija postupka prerade u Srbiji

Branko Popović^{1*} (0000-0002-6601-4101), Ninoslav Nikićević² (0000-0001-5379-6303), Vele Tešević³ (0000-0001-7060-9055), Ivan Urošević⁴ (0000-0001-8024-3392), Olga Mitrović¹ (0000-0002-3604-8108), Nemanja Miletić⁵ (0000-0002-6373-7849), Aleksandra Korićanac¹ (0000-0001-9853-9650), Nenad Popović¹

¹*Institut za voćarstvo, Kralja Petra I 9, 32000 Čačak, Republika Srbija*

*E-mail: popovicb@ftn.kg.ac.rs

²*Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Zemun–Beograd, Republika Srbija*

³*Univerzitet u Beogradu, Hemijski fakultet, Studentski trg 12-16, 11000 Beograd, Republika Srbija*

⁴*Univerzitet „Bijeljina“ u Bijeljini, Poljoprivredni fakultet, Pavlovića put bb, 76300 Bijeljina, Bosna i Hercegovina*

⁵*Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Republika Srbija*

Primljeno: 25. avgusta 2025. godine; prihvaćeno: 30. septembra 2025. godine

Rezime. U radu su prikazani rezultati ispitivanja kvaliteta voćnih rakija, dobijenih na dva različita načina, od plodova četiri nova genotipa koštičavih voćaka stvorenih u Institutu za voćarstvo, Čačak [tri genotipa šljive (Mildora, Nada, Hibrid 22/17/87) i jednog genotipa višnje (Sofija)], kao i od plodova dva genotipa koji se već koriste za proizvodnju rakija (sorta šljive Čačanska rodna i sorta višnje Šumadinka). U Srbiji se rakije od koštičavog voća proizvode najčešće na dva načina, u zavisnosti od pripreme plodova za alkoholnu fermentaciju: muljanje plodova bez odvajanja koštica (tradicionalni postupak koji koriste prvenstveno mali proizvođači) i pasiranje plodova uz istovremeno odvajanje koštica (postupak koji je uobičajen u bolje opremljenim destilerijama). Voćni kljukovi svih ispitivanih genotipova, prerađeni su na oba načina, spontano su fermentisali i destilisani su odmah po završenoj alkoholnoj fermentaciji. Korišćena je dvostruka destilacija u alambiku tradicionalne konstrukcije. Sve proizvedene rakije zadovoljavale su zahteve zakonske regulative, a na osnovu senzorne analize klasifikovane su u grupu kvalitetnih rakija. Različiti načini prerade plodova istog genotipa uslovili su pojavu razlika u sadržaju pojedinih komponenata u rakijama, kao i pojavu finih razlika u senzornim karakteristikama. U poređenju sa rakijama dobijenim tradicionalnim postupkom, voćne rakije od ispasiranog kljuka bez koštica sadržale su više metanola, acetaldehida, 1-propanola i 1-heksanola, a manje koncentracije etilacetata i benzaldehida. Prerada plodova sa košticama (tradicionalni postupak) uslovlila je nešto bolji senzorni kvalitet rakija od sorte šljive Nada i sorti višnje Šumadinka i Sofija, dok je kod ostalih ispitivanih genotipova šljive utvrđeno suprotno.

Ključne reči: šljiva, višnja, destilati, hemijski sastav, senzorne karakteristike

Uvod

Pogodnost plodova novostvorenih genotipova voćaka za različite načine prerade, pa i za proizvodnju voćnih rakija, utvrđuje se kroz tehnološka ispitivanja koja se sprovode u kontrolisanim uslovima, prvo na pilot

postrojenjima, nakon čega dobijene rezultate treba potvrditi i na većoj, industrijskoj, skali. Ne treba, pri tom, zaboraviti da izabrani način prerade voća, uz sortu, presudno utiče na hemijski sastav i senzorne karakteristike finalnog proizvoda. Kako bi se dobile voćne rakije koje odgovaraju zahtevima zakonske

regulative i zadovoljavaju ukus današnjih potrošača, neophodno je prilagoditi način prerade svakoj sorti (Popović *et al.*, 2023a).

Dürr (2000) naglašava da dobra proizvođačka praksa, prilikom dobijanja rakija od pojedinih vrsta koštičavog voća u Evropi, podrazumeva primenu sledećih mehaničkih operacija tokom pripreme plodova za alkoholnu fermentaciju: odvajanje peteljki (pri preradi višanja), eventualno odvajanje koštica (kod sorti šljive sitnijih plodova), i muljanje (kod sorti šljive krupnijih plodova). Način proizvodnje šljivovice, ali i drugih rakija od koštičavog voća, u Srbiji zavisi od kapaciteta i opremljenosti destilerije, kao i od željenih senzornih karakteristika („stila“) rakije koju proizvođač želi da ponudi tržištu, što omogućava da se zadovolje potrebe različitih grupa savremenih potrošača (Nikićević, 2021; Popović *et al.*, 2023a). Jedna grupa potrošača više ceni tradicionalni tip rakija od koštičavog voća, koje se odlikuju, između ostalog, i više ili manje izraženim tonom mirisa i ukusa „na košticu“. Druga grupa potrošača preferira rakije „lakšeg“ senzornog profila, više voćnog karaktera, bez izraženog mirisa i ukusa na košticu (Popović, 2025). Ovi tipovi rakije korespondiraju sa dva načina prerade koštičavog voća u rakiju koji se najčešće koriste u Srbiji. U oba načina prerade primenjuje se tradicionalna dvostruka destilacija u alambicima, kao i spontana fermentacija voćnog kljuka. Ono što ih razlikuje je način pripreme voća za alkoholnu fermentaciju. Pri tradicionalnom načinu prerade voća, koji se široko koristi u tradicionalnim destilerijama koje nisu opremljene savremenom opremom, plodovi se stavljaju na alkoholno vrenje tek blago izmuljani, što se može postići i priručnim sredstvima ili korišćenjem jednostavnih uređaja (mlinova), pa čak i ručno. Moderne destilerije imaju mašine za pasiranje (takozvane „pasirke“) koje omogućavaju istovremeno odvajanje koštica i dobijanje kljuka bez koštica, kašaste, tečljive konzistencije. Ovim se omogućava lak transport ispasiranog kljuka pumpama, bolje iskorišćenje zapremine sudova za fermentaciju i uređaja za destilaciju, jednostavno smanjenje sadržaja toksične cijanovodonične kiseline, kancerogenog etilkarbamata, ali i benzaldehida koji može da dovede do ozbiljnih senzornih mana destilata (preterano izražen ton „na košticu“, odnosno „na gorki badem“). Ispasirani kljuk je moguće destilisati i u uređajima sa kontinualnim radom, što je od značaja za destilerije velikih kapaciteta. Rakije dobijene ovim

načinom prerade su drugačijih senzornih karakteristika nego rakije dobijene tradicionalnim načinom proizvodnje.

U Institutu za voćarstvo, Čačak, do sada je stvoreno 45 sorti različitih vrsta voćaka, od kojih se mnoge, naročito sorte šljive i višnje, koriste kao sirovina za proizvodnju rakija visokog kvaliteta (Popović *et al.*, 2009a, 2012, 2021, 2023b). Nema, međutim, podataka o tome kakav je komparativni kvalitet rakija (hemijski sastav i senzorne karakteristike) od pojedinih čačanskih sorti šljive i višnje stvorenih u 20. veku i onih priznatih nakon 2000. godine, proizvedenih na dva, u Srbiji danas, najčešće korišćena tehnološka postupka. Zbog toga je cilj rada bio da se ispita kvalitet šljivovica i višnjevača proizvedenih od novih čačanskih sorti i hibrida šljive i višnje primenom ova dva tehnološka postupka proizvodnje. Obuhvaćena su tri nova genotipa šljive – Mildora (priznata 2004. godine), Nada (priznata 2012. godine) i Hibrid 22/17/87 (Čačanska najbolja × Zolta Boutilcovidna) i jedan genotip višnje – Sofija (priznata 2014. godine), a kao standard korišćene su sorte, takođe, stvorene u Čačku koje se već uveliko prerađuju u našim destilerijama – sorta šljive Čačanska rodna (priznata 1975. godine) i sorta višnje Šumadinka (priznata 1984. godine).

Materijal i metode

Za ispitivanja su korišćeni potpuno zreli plodovi šljive (sorte Mildora, Nada i Čačanska rodna, i hibrid 22/17/87) i višnje (sorte Sofija i Šumadinka), ubrani bez peteljki, iz komercijalnih i eksperimentalnih zaslada na području Čačka. Od svakog genotipa, ubrano je po oko 140 kg plodova koji su istog dana prerađeni i stavljeni na spontanu alkoholnu fermentaciju. Tradicionalan način prerade (T) podrazumevao je ručno muljanje plodova i raspoređivanje tako pripremljenih plodova (tzv. izmuljani kljuk sa košticama) u tri polietilenska suda za alkoholnu fermentaciju, zapremine 30 litara (po 20 kg plodova u svaki sud – ukupno 60 kg za svaki genotip). Modifikovani način prerade plodova (M) obuhvatao je pasiranje plodova na pilot skali, korišćenjem mašine za pasiranje (pasirka, kapaciteta 350 kg h⁻¹) pri čemu je dobijen ispasirani kljuk bez koštica. Za pasiranje šljiva je korišćeno sito sa otvorima kružnog oblika dijametra 8 mm, a za pasiranje višanja, zbog sitnijih koštica, korišćeno je

sito sa dijametrima otvora 3 mm. Ispasirani kljukovi bez koštica svih ispitivanih genotipova raspoređeni su, takođe, u tri polietilenska suda zapremine 30 litara (po 20 kg plodova u svaki sud – ukupno 60 kg za svaki genotip).

Spontana alkoholna fermentacija kljukova sprovedena je na sobnoj temperaturi (oko 20°C), u otvorenim sudovima (površine kljukova su bile u stalnom kontaktu sa vazduhom, što je najčešći slučaj u proizvodnji rakija u Srbiji). Dinamika alkoholne fermentacije praćena je na osnovu smanjenja sadržaja rastvorljive suve materije u kljuku (refraktometrijski, korišćenjem ručnog 3828 Carl Zeiss refraktometra). Kljukovi su destilisani odmah po završenoj alkoholnoj fermentaciji, korišćenjem pilot-uređaja za destilaciju šaranskog tipa (alambika) zapremine 25 litara, izrađenog od bakra. Pri destilaciji kljukova šljive, dobijeni destilati (sirove meke rakije) sadržali su oko 28 vol% etanola, a pri destilaciji kljukova višnje oko 22 vol%. Druga destilacija obavljena je na isti način i za destilate šljive i za destilate višnje – odvojen je 1% prvenca od zapremine prvog destilata koji je stavljen na redestilaciju; srednja frakcija (srce) odvajana je od frakcije patoke u momentu kada je sadržaj etanola u srcu iznosio $60 \pm 0,3$ vol%. Samo su srednje frakcije, dobijene pri drugoj destilaciji, korišćene za dalju hemijsku i senzornu analizu. Pre analize, sadržaj etanola u srednjoj frakciji je sveden dejonizovanom vodom sa 60 vol% na $45 \pm 0,3$ vol% (kod šljivovica), odnosno na $42 \pm 0,3$ vol% (kod višnjevača).

Količine dobijenih prvih destilata su pomnožene sa pet kako bi se prinos destilata (sa 28 vol% za šljivu i 22 vol% za višnju) izrazio u l/100 kg kljuka. Koeficijenti iskorišćenja šećera pri alkoholnoj fermentaciji izračunati su (Popović *et al.*, 2009b) na osnovu količine dobijenog prvog destilata i sadržaja ukupnog šećera u plodovima (šljiva: Hibrid 22/17/87 – 12,95%, Mildora – 14,45%, Nada – 11,70%, Čačanska rodna – 10,70%; i višanja: Šumadinka – 6,48%, Sofija – 8,16%), i udela koštica u plodovima (šljiva: Hibrid 22/17/87 – 6,70%, Mildora – 6,30%, Nada – 4,72%, Čačanska rodna – 5,14%; i višanja: Šumadinka – 9,02%, Sofija – 7,62%).

Sadržaji metanola, viših alkohola, etilacetata i acetaldehida u rakijama određeni su metodom gasne hromatografije uz korišćenje plamen jonizacionog detektora (GC/FID metod) (Popović *et al.*, 2021), a sadržaj benzaldehida oficijelnim spektrofotometrijskim metodom (Sl. list SFRJ 70, 1987). Senzornu analizu bezbojnih rakija sproveo je četvoročlani ekspertski panel,

korišćenjem metoda po Buksbaumu (Popović *et al.*, 2021). Za statističku analizu (ANOVA i PCA) korišćen je softver STATISTICA 7.0 (Statsoft, Tulsa, OK, USA).

Rezultati i diskusija

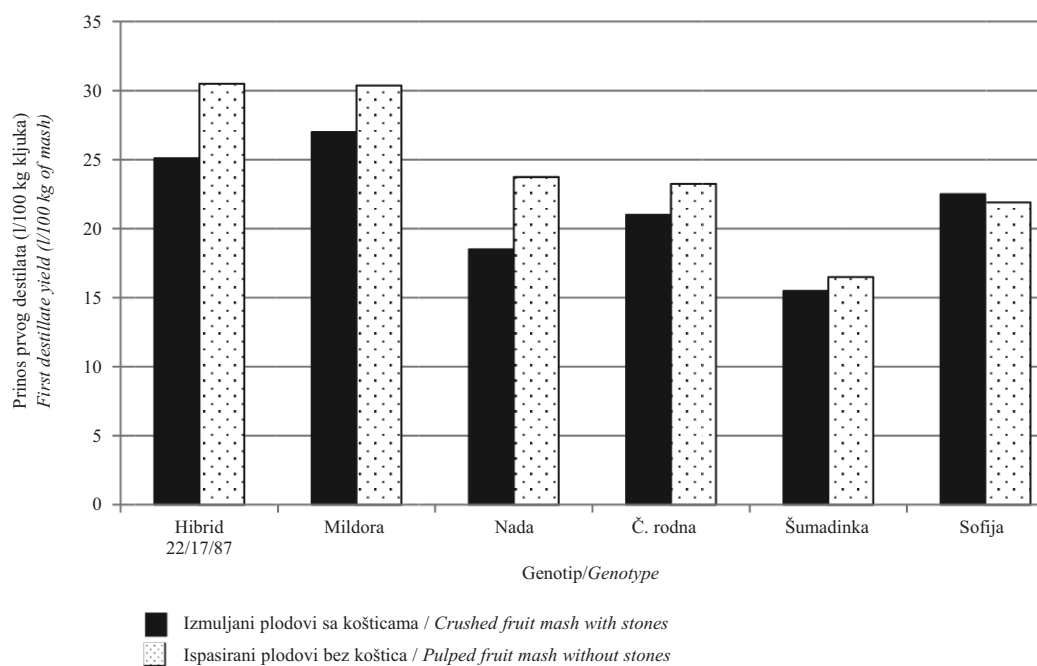
Korišćenjem dva najčešća načina pripreme plodova za alkoholnu fermentaciju u proizvodnji rakija od koštičavog voća u Srbiji, dobijaju se kljukovi sa drugačijim fizičkim karakteristikama – pri tradicionalnom postupku, plodovi su tek delimično nagnječeni i gotovo celi sa neoštećenim košticama, dok se modifikovanim načinom proizvodnje dobijaju ispasirani plodovi koji više nemaju karakterističan izgled već su pretvoreni u tečljivu kašu bez koštica.

Drugačije karakteristike kljukova – od izmuljanog voća sa košticama i ispasiranog voća bez koštica – utiču i na njihovo drugačije ponašanje tokom alkoholne fermentacije. U prvom slučaju se javlja karakteristična pena na površini kljuka u vrenju, dok kod fermentacije ispasiranog kljuka toga, najčešće, nema. Pasiranje plodova je uslovalo skraćanje trajanja alkoholne fermentacije za 2–3 dana kod sorti šljive Nada i Čačanska rodna i za 6–8 dana kod sorti višnje Šumadinka i Sofija (Tabela 1). Kod ostala 2 genotipa šljive (Hibrid 22/17/87 i Mildora) ovakvo skraćanje trajanja fermentacije nije uočeno. Napomenimo da se plodovi ta dva genotipa šljive odlikuju veoma tankom pokožicom, pa, čak, i kada se na fermentaciju stave izmuljani plodovi, oni brzo otpuštaju sok i fermentacija počinje gotovo kada i fermentacija ispasiranog kljuka. Koeficijenti iskorišćenja šećera u toku alkoholne fermentacije bili su veći u proizvodnji šljivovica od ispasiranog kljuka (Tabela 1), što je u skladu sa našim ranijim rezultatima (Popović *et al.*, 2009b) i tumači se boljom dostupnošću fermentabilnih šećera kvascima i bržim uspostavljanjem dominacije *Saccharomyces* sp. kvasaca u kljuku. Zanimljivo je da je pri preradi višanja utvrđeno suprotno, odnosno nešto niže vrednosti koeficijenata iskorišćenja šećera pri proizvodnji višnjevača od ispasiranog kljuka najverovatnije su posledica veoma burne fermentacije u ovom slučaju, što može da uslovi i nešto povećano stvaranje pojedinih sporednih produkata alkoholne fermentacije i na taj način smanjenje vrednosti ovog koeficijenta. Ovo je čak dovelo i do nešto nižeg prinosa prvog destilata kod sorte višnje Sofija proizvedenog od ispasiranog kljuka (Grafikon 1).

Tabela 1. Trajanje alkoholne fermentacije i vrednosti koeficijena iskorišćenja šećera
 Table 1. Duration of alcoholic fermentation and values of coefficients of sugar utilization

Genotip <i>Genotype</i>	Način prerade <i>Processing method</i>	Trajanje fermentacije (dani) <i>Fermentation duration (days)</i>	Koeficijent iskorišćenja šećera <i>Coefficients of sugar utilization</i>
Hibrid 22/17/87	T*	12	0,58
	M	15	0,66
Mildora	T	15	0,55
	M	15	0,59
Nada	T	13	0,46
	M	10	0,57
Č. rodna	T	15	0,58
	M	13	0,61
Šumadinka	T	12	0,59
	M	6	0,57
Sofija	T	15	0,68
	M	7	0,61

*T – tradicionalan način prerade (izmuljani plodovi sa košticama); M – modifikovani način prerade (ispasirani plodovi bez koštica) / T – traditional processing method (crushed fruits with stones); M – modified processing method (pulped fruits without stones).



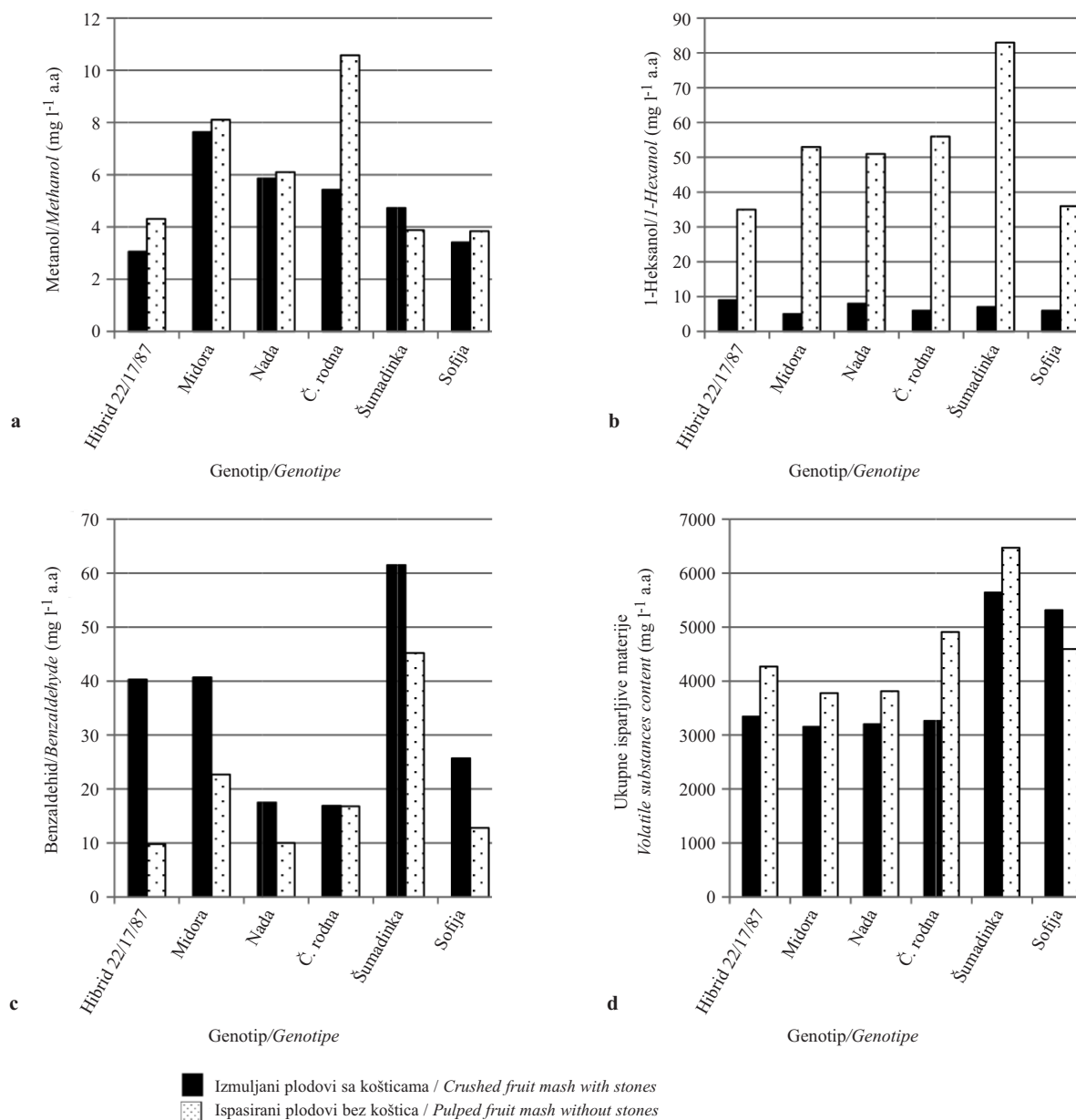
Grafikon 1. Prinosi destilata šljive (1 destilata 28vol%/100 kg kljuka) i višnje (1 destilata 22 vol%/100 kg kljuka)
 Graph 1. Yield of plum distillate (1 of distillate 28 vol%/100 kg mash) and sour cherry distillate (1 of distillate 22 vol%/100 kg mash)

Stepen dezintegracije plodova (izmuljani ili ispasirani plodovi), kao i prisustvo koštica u kljuku, utiču na sadržaj onih sastojaka destilata koji nastaju, putem biohemijских reakcija, iz specifičnih prekursora prisutnih u plodovima. S obzirom da se u celim plodovima specifični enzimi i njihovi supstrati nalaze u različitim delovima ćelije, u odvojenim ćelijama ili tkivima ploda, način prerade usloviće kako brzinu uspostavljanja

kontakta među njima, tako i veću ili manju dostupnost supstrata za delovanje enzima. To se pretežno odnosi na stvaranje i sadržaj metanola (nastaje delovanjem enzima pektinmetilesteraze na pektinske materije), 1-heksanola (nastaje delovanjem enzima lipooksigenaznog puta na linolnu kiselinu) i benzaldehida (nastaje delovanjem specifičnih enzima na cijanogene heterozide) (Nikićević & Paunović, 2013). Veća dezinte-

gracija plodova pri pasiranju uslovljava bolji kontakt odgovarajućih enzima i njihovih supstrata. Zbog toga su sadržaji metanola bili gotovo uvek nešto veći (Grafikon 2a), a sadržaji 1-heksanola (Grafikon 2b) uvek značajno veći ($p < 0,001$) u rakijama od ispasiranih kljukova. Iako

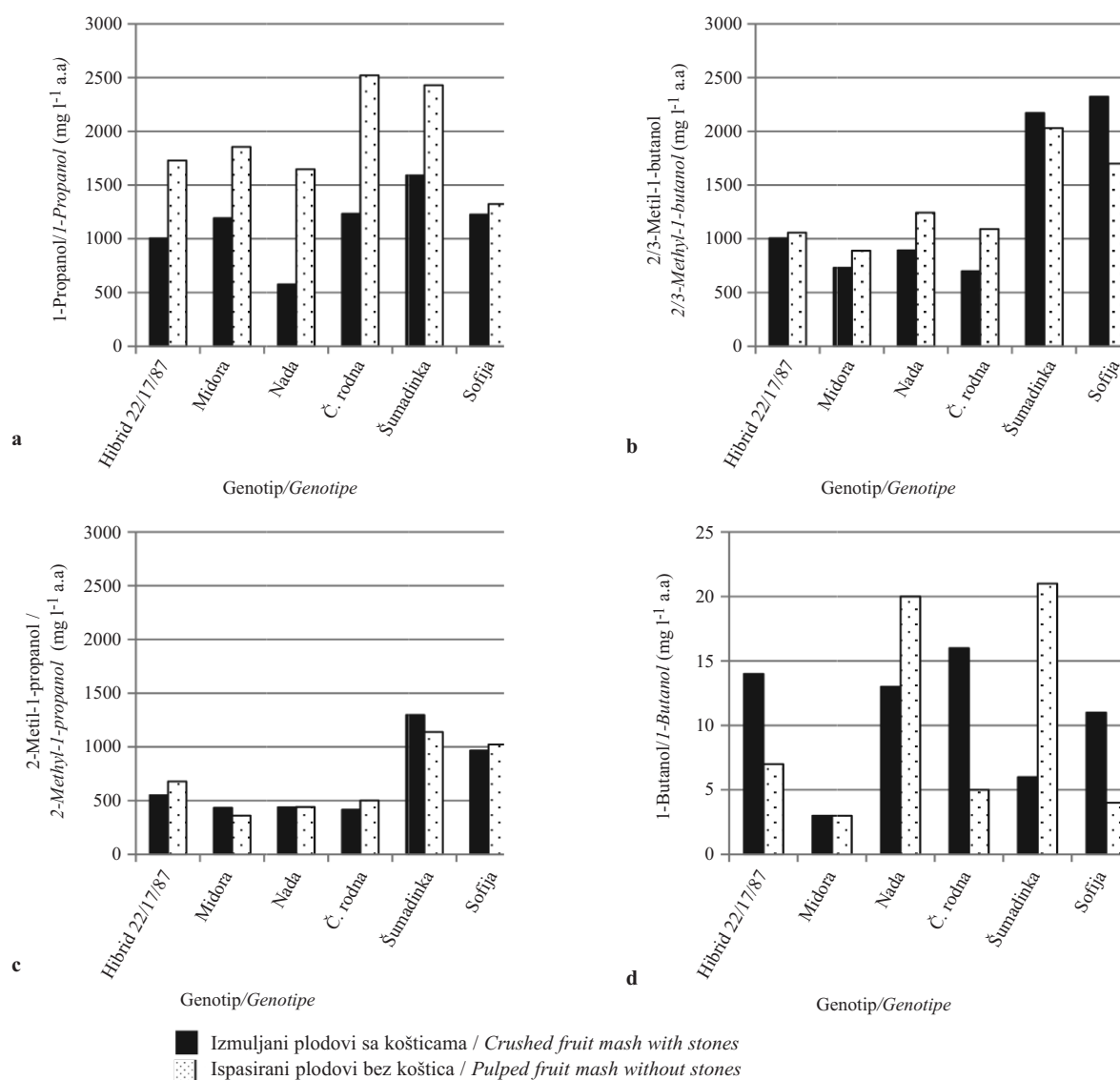
su sve proizvedene rakije sadržale benzaldehid (Grafikon 2c), prisusto koštice u kljuku uticalo je na veći sadržaj benzaldehida u rakijama od izmuljanih šljiva sa košticama, s obzirom da se u košticama nalazi glavni prekursor benzaldehida u plodu – amigdalín.



Grafikon 2. Sadržaji metanola (a), 1-heksanola (b), benzaldehida (c) i ukupnih isparljivih materija (d) u rakijama od koštičavog voća
 Graph 2. Contents of methanol (a), 1-hexanol (b), benzaldehyde (c) and total volatile substances (d) in stone fruit spirits

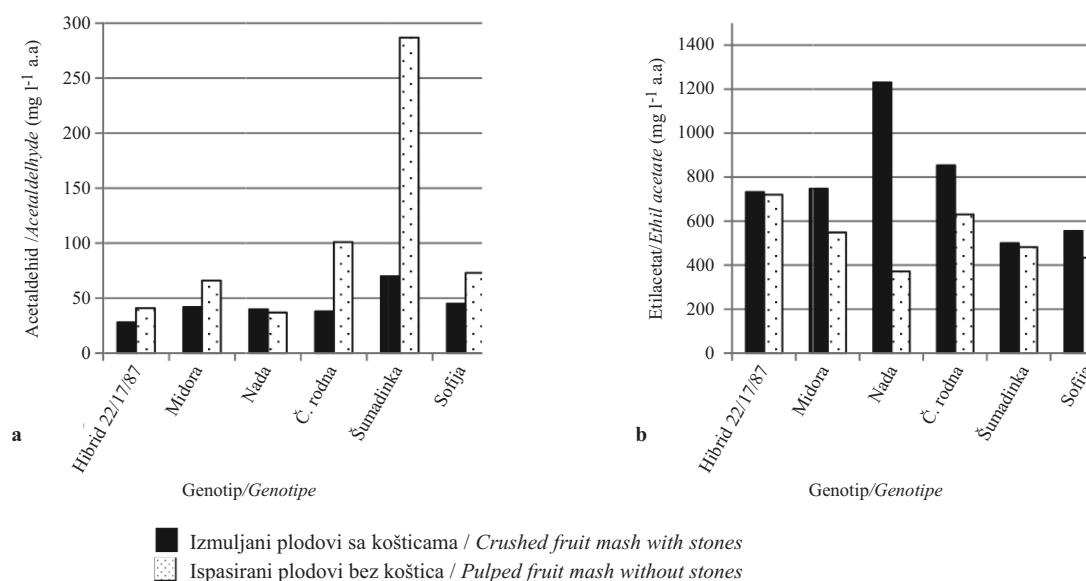
Specifične karakteristike kljukova proizvedenih na različite načine uticale su i na pojavu razlika u sadržajima onih komponenata rakija koje nastaju, prvenstveno, biohemijskom aktivnošću mikroorganizama prisutnih pri spontanoj alkoholnoj fermentaciji kljukova. Značajno veći sadržaji 1-propanola ($p < 0,01$) u svim rakijama od ispasiranog kljuka (Grafikon 3a), kao i 2/3-metil-1-butanola (Grafikon 3b) u

šljivovicama od ispasiranog kljuka su potvrdili rezultate naših ranijih istraživanja sprovedenih sa starim sortama šljive (Popović *et al.*, 2023a). Za ostale analizirane više alkohole, nije utvrđena ovakva pravilnost promene sadržaja u rakijama u zavisnosti od načina prerade (Grafikon 3c-d). Nešto veći sadržaji acetaldehida (Grafikon 4a) u većini rakija od ispasiranog kljuka, kao i veći sadržaji etilacetata (Grafikon 4b) u svim



Grafikon 3. Sadržaji najzastupljenijih viših alkohola u rakijama od koštičavog voća

Graph 3. Contents of major higher alcohols in stone fruits spirits



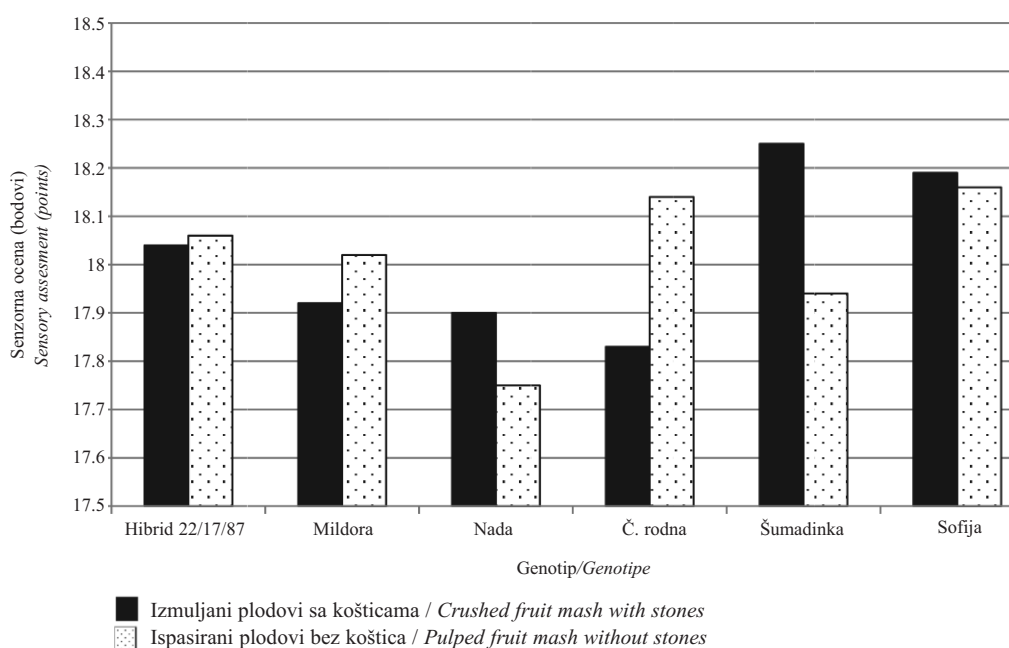
Grafikon 4. Sadržaji acetaldhida (a) i etilacetata (b) u rakijama od koštičavog voća
 Graph 4. Contents of acetaldehyde (a) and ethyl acetate (b) in stone fruit spirits

rakijama od izmuljanih plodova sa košticama ukazuju na značaj koji priprema plodova za alkoholnu fermentaciju ima na sastav i dinamiku autohtone mikroflore, kao i na hemijski sastav rakija, što je već uočeno pri preradi u rakiju plodova tradicionalno korišćenih sorata šljive (Popović *et al.*, 2023a).

Na osnovu rezultata senzorne analize (Grafikon 5) vidi se da se rakije odličnog kvaliteta (ocena >18,01) od novih genotipova koštičavog voća mogu dobiti od šljive Hibrida 22/17/87 i višnje sorte Sofija, bez obzira na način prerade, a od šljive sorte Mildora samo korišćenjem postupka proizvodnje koji obuhvata pasiranje plodova uz odvajanje koštica. Zanimljivo je da su kod većine ispitivanih genotipova šljive, izuzev sorte Nada, nešto više senzorne ocene dobile rakije proizvedene od ispasiranih šljiva bez koštica. U proizvodnji višnjevača utvrđeno je suprotno, odnosno da prisustvo koštica u kljuku značajno doprinosi karakterističnoj aromi ove rakije (ton „na košticu“), pa su, zato, i rakije proizvedene od izmuljanih višanja sa košticama ocenjene nešto višom ocenom. Moguće je i da kod šljive sorte Nada, prisustvo koštica u kljuku uslovljava nešto izraženiji karakter destilata, i da blago izraženi „ton na košticu“ doprinosi intenzivnijoj i zaokruženijoj aromi ove, po aromi ploda, prilično neutralne sorte.

Prema karakteristikama plodova, ispitivani genotipovi šljive i višnje su svrstani u grupu sorti, odnosno

hibrida, kombinovanih svojstava (Glišić *et al.*, 2016; Milatović, 2023), pa se, kao takvi, razmatraju i kao potencijalne sirovine za proizvodnju rakije. Potrebno je, međutim, ispitati da li dobijene rakije od ovih genotipova voća, bez obzira na način proizvodnje, zadovoljavaju zahteve zakonske regulative u pogledu sadržaja pojedinih komponenata. Rezultati istraživanja u ovom radu su pokazali da svi uzorci višnjevača i šljivovica, bez obzira na način proizvodnje, zadovoljavaju zahteve zakonske regulative (Grafikon 1) u pogledu sadržaja metanola (maksimalno 12 g l⁻¹ a.a. za šljivovice, odnosno 10 mg l⁻¹ a.a. za višnjevače) i sadržaja ukupnih isparljivih materija (zbir sadržaja najzastupljenijih viših alkohola, estara – etilacetata, i aldehida – acetaldhida) koji, prema važećoj regulativi Srbije koja je usklađena sa regulativom EU (Regulation EC, 2008), mora biti minimum 2000 mg l⁻¹ a.a. Nikićević & Paunović (2013) navode da šljivovice potencijalno mogu da sadrže i do dva puta više metanola nego višnjevače (11,59 g l⁻¹ a.a., odnosno 5,90 g l⁻¹ a.a.). Ovo potvrđuju i naši rezultati (Grafikon 1a); raspon sadržaja metanola u proizvedenim šljivovicama bio je od 3,06 g l⁻¹ a.a. do čak 10,58 g l⁻¹ a.a., a u višnjevačama je bio znatno uži, od 3,41 do 4,73 g l⁻¹ a.a. Isti autori navode i da su najvažniji viši alkoholi (1-propanol, 2-metil-1-propanol i 2/3-metil-1-butanol), kao i ukupni viši alkoholi, prisutni u većim



Grafikon 5. Senzorne ocene rakija od koštičavog voća
 Graph 5. Sensory assesment of stone fruit spirits

koncentracijama u višnjevačama nego u šljivovicama. Rezultati naših istraživanja pokazuju da višnjevače zaista sadrže više 2-metil-1-propanola i 2/3-metil-1-butanola nego šljivovice, a da na sadržaj 1-propanola, pored voćne vrste, utiče i sorta (Grafikon 2a-c). Sadržaj ukupnih viših alkohola u dobijenim sortnim višnjevačama, analiziranim u našem radu, bez obzira na način proizvodnje, kretao se između 4086 i 5703 mg l⁻¹ a.a., a u šljivovicama između 1929 i 4176 mg l⁻¹ a.a. Za hemijsku karakterizaciju rakija od šljive i višnje, veoma su korisni odnosi pojedinih viših alkohola (Tabela 2), naročito oni koji uz 2-metil-1-propanol (tzv. izobutanol, IB) i 2/3-metil-1-butanol (izoamilalkohol, IA) uključuju i 1-propanol (1P), odnosno IB/1P i IA/1P, čije su vrednosti najčešće gotovo dva puta veće u višnjevačama nego u šljivovicama proizvedenim na isti način.

Iz već razmatranih grafikona može se uočiti da, pored načina prerade, i sorta ima veliki uticaj na sadržaj pojedinih sastojaka rakije. Zbog toga se, korišćenjem ANOVA (rezultati nisu prikazani), ne mogu utvrditi statistički značajne razlike u sadržajima većine sastojaka (izuzev 1-propanola i 1-heksanola) u rakijama proizvedenim korišćenjem dva različita tehnološka postupka, iako je bilo očigledno da postoji isti obrazac ponašanja u zavisnosti od načina prerade

za, na primer, benzaldehid i etilacetat. Analiza glavnih komponenta (PCA – Principal Component Analysis), sprovedena na osnovu devet analiziranih jedinjenja, zbira viših alkohola, odnosa pojedinih viših alkohola (IA/IB, IA/1P i IB/1P) i senzorne ocene proizvedenih uzoraka, pokazala je da se rakije mogu grupisati prema načinu proizvodnje (Grafikon 6). Dve glavne komponente (PC1 i PC2) objašnjavaju 64,31% ukupne varijanse (36,16% i 28,15%). PC2 karakterišu više koncentracije 1-propanola, 1-heksanola, acetaldehida, ukupnih viših alkohola i metanola sa negativne strane ove ose, a sa pozitivne strane ove ose više koncentracije etilacetata, benzaldehida i vrednosti odnosa IB/1P i IA/1P. Ovo omogućava dobro razdvajanje rakija od koštičavog voća na osnovu načina proizvodnje. Sve rakije proizvedene na tradicionalan način (od izmuljanih plodova sa košticama) nalaze se sa pozitivne strane PC2, a većina rakija proizvedenih od ispasiranih plodova bez koštica sa negativne strane PC2. Ovakvo grupisanje rakija, na osnovu PCA, potvrđuje predhodno sprovedenu hemijsku i senzornu analizu rakija. Drugim rečima, PCA omogućava diferenciranje rakija od koštičavog voća prema načinu proizvodnje. Napomenimo da je na osnovu PC1 (karakterišu je više koncentracije etilacetata i metanola sa pozitivne strane ove ose, odnosno više koncentracije 2-metil-1-propa-

Tabela 2. Odnosi pojedinih viših alkohola u rakijama od koštičavog voća
 Table 2. Ratios of higher alcohols in stone fruit spirits

Genotip <i>Genotype</i>	Način prerade <i>Processing method</i>	Odnosi viših alkohola/ <i>Higher alcohols ratios</i>		
		IA**/IB	IB/IP	IA/IP
Hibrid 22/17/87	T*	1,82	0,55	1,00
	M	1,56	0,39	0,61
Mildora	T	1,69	0,36	0,61
	M	2,47	0,19	0,48
Nada	T	2,03	0,76	1,55
	M	2,82	0,27	0,75
Čačanska rodna	T	1,68	0,34	0,57
	M	2,17	0,20	0,43
Šumadinka	T	1,67	0,81	1,37
	M	1,78	0,47	0,84
Sofija	T	2,40	0,79	1,89
	M	1,66	0,77	1,28

*T – tradicionalan način prerade (izmuljani plodovi sa košticama); M – modifikovani način prerade (ispasirani plodovi bez koštica)/ *T – traditional processing method (crushed fruits with stones); M – modified processing method (pulped fruits without stones);*

**IA – izoamilalkoholi (2/3-metil-1-butanol); IB – izobutanol (2-metil-1-propanol); IP – 1-propanol/ *IA – isoamylalcohols (2/3-methyl-1-butanol); IB – isobutanol (2-methyl-1-propanol); IP – 1-propanol.*

nola, 2/3-metil-1-butanola i ukupnih viših alkohola sa negativne strane ose), moguće napraviti diferencijaciju među rakijama od šljive i rakijama od višnje, bez obzira na način prerade. To pokazuje da se na osnovu manjeg broja analiziranih parametara kvaliteta mogu bliže okarakterisati rakije od pojedinih vrsta koštičavog voća.

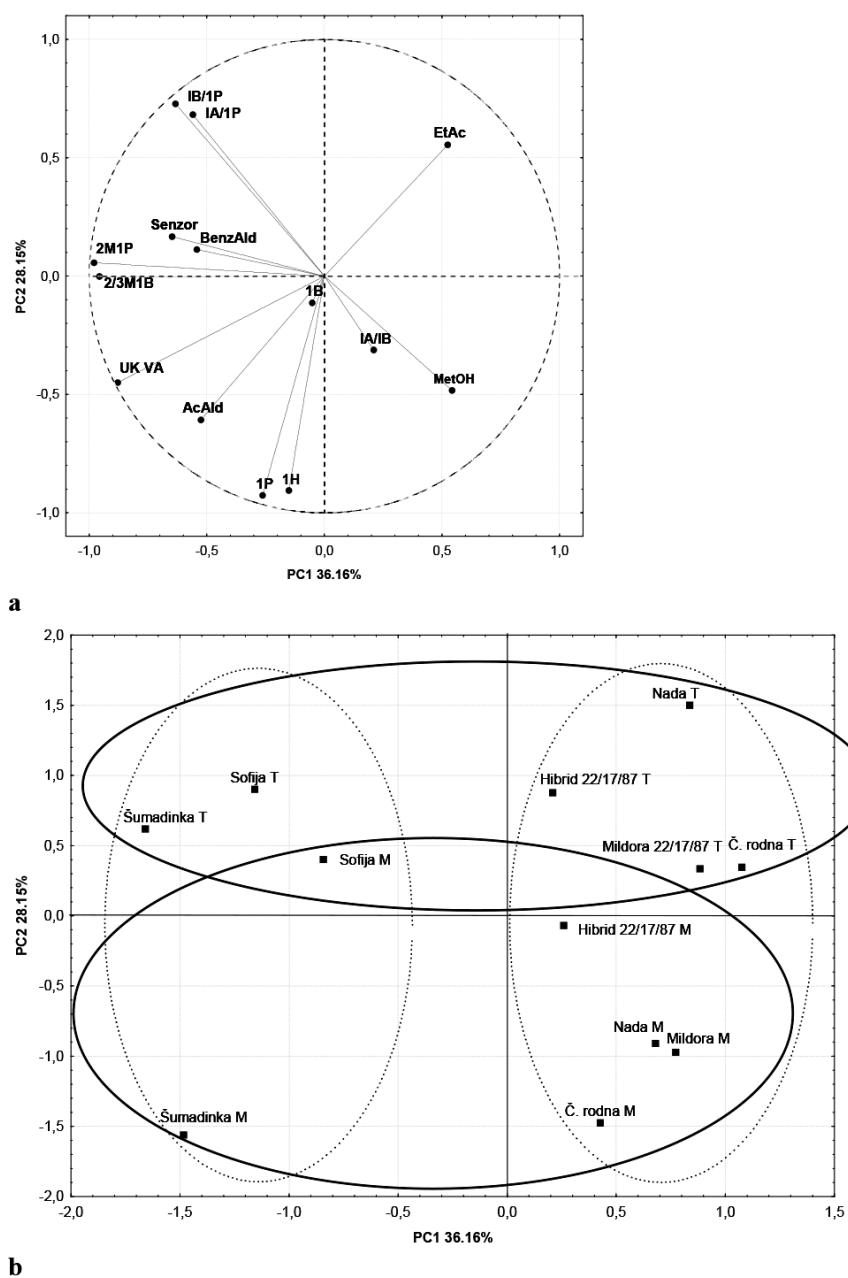
Zaključak

Rakije od novih genotipova (šljiva – Mildora, Nada, Hibrid 22/17/87 i višnja – Sofija) i standardnih sorti (šljiva – Čačanska rodna, i višnja – Šumadinka) koštičavog voća, od kljukova dobijenih korišćenjem dva, u Srbiji, najčešće korišćena načina pripreme plodova za alkoholnu fermentaciju zadovoljavale su zahteve zakonske regulative, ali su se razlikovale po sadržajima pojedinih komponenata i senzornim karakteristikama. Rakije proizvedene od ispasiranih plodova bez koštica karakterisale su se nešto većim koncentracijama metanola, 1-propanola, 1-heksanola, ukupnih viših alkohola i acetaldehida, a one proizvedene na tradicionalan način, od izmuljanih plodova sa košticama,

većim sadržajima etilacetata i benzaldehida. Iako je uočeno postojanje finih razlika u visini senzorne ocene rakija od plodova istog genotipa prerađenog na dva različita načina, ove razlike zavise i od sorte. Zbog toga se od plodova jedne grupe ispitivanih sorti (šljiva – Nada, i višnja – Šumadinka i Sofija) bolje senzorne ocene rakija dobijaju ukoliko se koristi tradicionalan način prerade, dok je modifikovani način prerade, koji obuhvata simultano pasiranje i odvajanje koštica, uticao da se dobiju nešto veće senzorne ocene šljivovica od Hibrida 22/17/87, i sorti Mildora i Čačanska rodna. Na bazi dobijenih rezultata proizvođači se savetuju da način prerade plodova u rakiju prilagode genotipu šljive i višnje, kako bi dobili proizvod željenih karakteristika.

Zahvalnica

Ovo istraživanje je podržalo Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (broj ugovora: 451-03-136/2025-03/200215 i 451-03-136/2025-03/200168).



Grafikon 6. Analiza glavih komponenata (PCA) najvažnijih sastojaka, odnosa viših alkohola i senzornih ocena rakija od koštičavog voća dobijenih od izmuljanih kljukova sa košticama (T) i ispasiranih kljukova bez koštica (M). (a) Koeficijenti opterećenja varijabli. (b) Skorovi uzoraka. Pune linije razdvajaju grupe rakija proizvedene na različite načine, a isprekidane linije rakije od višnje i rakije od šljive. MeOH – metanol, IA (2/3M1B) – izoamilalkoholi (2/3-metil-1-butanol), IB (2M1P) – izobutanol (2-metil-1-propanol), 1P – 1-propanol, 1B – 1-butanol, 1H – 1-heksanol, UK VA – ukupni viši alkoholi, AcAld – acetaldehid, EtAc – etilacetat, BenzAld – benzaldehid, Senzor – senzorna ocena

Graph 6. Principal component analysis (PCA) of major volatile components, their ratios and sensory grades of stone fruit spirits obtained from crushed fruits with stones (T) and pulped fruits without stones (M). (a) Variable loadings. (b) Sample scores. The solid lines separate the groups of fruit spirits produced in different ways, and the dashed lines separate sour cherry spirits and plum spirits. MeOH – methanol, IA (2/3M1B) – isoamylalcohols (2/3-metil-1-butanol), IB (2M1P) – isobutanol (2-metil-1-propanol), 1P – 1-propanol, 1B – 1-butanol, 1H – 1-hexanol, UK VA – total higher alcohols, AcAld – acetaldehyde, EtAc – ethylacetate, BenzAld – benzaldehyde, Senzor – sensory assesment

Literatura

- Dürr P. (2000): Einmaischen zum Brennen. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau, 14: 333–336.
- Glišić I.S., Milatović D., Milošević N., Đorđević M., Lukić M. (2016): Biološko-pomološke osobine novih genotipova šljive (*Prunus domestica* L.) stvorenih u Institutu za voćarstvo, Čačak. Voćarstvo, 50(195–196): 83–91.
- Milatović D. (2023): Koštičave voćke. Naučno voćarsko društvo Srbije, Čačak.
- Nikićević N. (2021): Production of superior quality plum brandy in small domestic distilleries in Serbia. Acta Horticulturae, 1322: 363–370.
- Nikićević N., Paunović R. (2013): Tehnologija jakih alkoholnih pića. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Popović B. (2025): Sensory characteristics of Serbian plum spirit. Book of Abstracts 3rd European Symposium on Phytochemicals in Medicine and Food, Belgrade (Republic of Serbia), p. 11.
- Popović B., Gavrilović-Damnjanović J., Mitrović O., Ogašanić D., Nikićević N., Tešević V. (2009a): Major volatile components and sensory characteristics of plum brandies produced from plum cultivars developed in Čačak. Acta Horticulturae, 825: 575–581.
- Popović B., Nikićević N., Gavrilović-Damnjanović J., Mitrović O., Mitrović M., Kandić M. (2009b): Uticaj načina prerade šljiva na prinos rakije šljivovice. Zbornik radova XIV savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak (Republika Srbija), 14(15): 413–422.
- Popović B., Nikićević N., Tešević V., Mitrović O., Kandić M., Miletić N. (2012): Kvalitet šljivovica od sorata šljive kombinovanih svojstava. Voćarstvo, 46(177/178): 23–31.
- Popović B., Mitrović O., Glišić I.S., Milošević N., Nikićević N., Tešević V., Urošević I. (2021): Suitability of new plum genotypes developed in Čačak for processing into plum spirit. Acta Horticulturae, 1322: 363–370.
- Popović B., Mitrović O., Nikićević N., Tešević V., Urošević I., Miletić N., Milojević S. (2023a): Influence of different pre-distillation steps on aromatic profile of plum spirits produced by traditional and modified methods. Processes, 11(863): 1–21.
- Popović B., Radićević S., Mitrović O., Korićanac A., Nikićević N., Tešević V., Urošević I. (2023b): Newly created Čačak's sour cherry varieties as a raw material for spirit production. Proceedings of the XIV International Scientific Agriculture Symposium „Agrosym 2023“, pp. 220–225.
- Regulation (EC) No 110/2008 of the European Parliament and of the Council of 15 January 2008 on the Definition, Description, Presentation, Labelling and Protection of Geographical Indications of Spirit Drinks and Repealing Council Regulation (EEC) No 1576/89.
- Sl. list SFRJ (1987): Pravilnik o metodama uzimanja uzoraka i vršenja hemijskih i fizičkih analiza alkoholnih pića, 87(70): 1646–1663.

QUALITY OF FRUIT SPIRITS FROM NEW STONE FRUIT GENOTYPES OBTAINED BY TWO MOST COMMONLY USED PROCESSING METHODS IN SERBIA

Branko Popović^{1*}, Ninoslav Nikićević², Vele Tešević³, Ivan Urošević⁴, Olga Mitrović¹, Nemanja Miletić⁵, Aleksandra Korićanac¹, Nenad Popović¹

¹*Fruit Research Institute, Kralja Petra I 9, 32000 Čačak, Republic of Serbia*

^{*}*E-mail: popovicb@ftn.kg.ac.rs*

²*University of Belgrade-Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Belgrade, Republic of Serbia*

³*University of Belgrade-Faculty of Chemistry, Studentski trg 12-16, 11000 Beograd, Republic of Serbia*

³*University of Belgrade-Faculty of Chemistry, Studentski trg 12-16, 11000 Beograd, Republic of Serbia*

⁴*Bijeljina University-Faculty of Agriculture, Pavlovića put bb, 76300 Bijeljina, Bosna i Hercegovina*

⁵*University of Kragujevac- Faculty of Agronomy in Čačak, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Republic of Serbia*

Abstract

Newly created fruit genotypes should be examined for suitability for different uses, including fruit spirit production. In order to obtain fruit spirits that meet the requirements of legislation and satisfy consumers' taste, the method of processing should be adapted to each genotype. This paper presents the results of analysis of quality parameters of stone fruit spirits, from four new genotypes created at the Fruit Research Institute, Čačak – three plum genotypes ('Mildora', 'Nada', 'Hybrid 22/17/87') and one sour cherry genotypes ('Sofija'), obtained in two different ways. The plum cultivar 'Čačanska Rodna' and the sour cherry cultivar 'Šumadinka' were used as standard. In Serbia, stone fruit spirits are usually produced in two ways, which include different ways of preparing fruits for alcoholic fermentation - fruit crushing without removing the stones (traditional process used by small producers) and fruit pulping with simultaneous separation of stones (process used in better equipped distilleries). Fruit mashes of examined genotypes, prepared in these two ways, were spontaneously fermented and distilled immediately after finished alcoholic fermentation. Double distillation in alambic of traditional construction was used. All produced fruit spirits met the requirements of legislation and, according to sensory quality, were classified in the group of quality fruit spirits. Different ways of processing fruits of the same genotype caused the differences in the content of indi-

vidual components of spirits, as well as the fine differences in sensory characteristics. Compared to fruit spirits obtained by the traditional method, fruit spirits made from pulped fruit mashes without stones contained more methanol, acetaldehyde, 1-propanol and 1-hexanol, and less ethyl acetate and benzaldehyde. Most of the analyzed components in fruit spirits made from standard cultivars (plum – 'Čačanska Rodna' and sour cherry – 'Šumadinka') exhibited similar behavior patterns, depending on the processing method, as those in fruit spirits made from newly developed genotypes. High-quality fruit spirits can be produced by appropriately processing the fruits of newly developed stone fruit genotypes. If the stones were not removed during processing (traditional process), a slightly better sensory qualities were obtained in fruit spirits of 'Nada' plum cultivar and 'Sofija' sour cherry cultivar, while the opposite was found in fruit spirits from other examined plum genotypes ('Mildora' and 'Hybrid 22/17/87'). The high sensory ratings of fruit spirits produced from cultivars 'Čačanska Rodna' and 'Šumadinka' confirm why these genotypes have long been favored by producers aiming to produce high-quality products.

Key words: plum, sour cherry, distillates, chemical composition, sensory characteristics