

Uticaj momenta odvajanja srednje frakcije pri redestilaciji na kvalitet šljivovice sorte Crvena ranka

Ninoslav Nikićević¹, Branko Popović², Vele Tešević³, Olga Mitrović², Miodrag Kandić², Nemanja Miletić², Ivan Urošević¹

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Srbija

²Institut za voćarstvo, Kralja Petra I 9, 32000 Čačak, Srbija

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

³Univerzitet u Beogradu, Hemijski fakultet, Studentski trg 12–16, 11000 Beograd, Srbija

Primljeno: 11. jula 2013; prihvaćeno: 18. februara 2014.

Rezime. Crvena ranka se svrstava u sorte šljive za proizvodnju šljivovice vrhunskog kvaliteta. Cilj rada je bio da se utvrdi uticaj momenta odvajanja frakcija srca i patoke u toku redestilacije na kvalitet – hemijski sastav i senzorne karakteristike šljivovice sorte Crvena ranka. Različiti momenti odvajanja srednje frakcije od frakcije patoke pri redestilaciji uticali su na to da se proizvedene šljivovice značajno razlikuju po sadržajima ukupnih kiselina, ukupnih estara, 1-heksanola i drugih sastojaka koji prelaze u destilat pri kraju izdvajanja srednje frakcije ili na početku i u toku izdvajanja frakcije patoke. Nisu utvrđene značajnije razlike u senzornim ocenama dobijenih šljivovica.

Ključne reči: šljivovica, Crvena ranka, redestilacija, hemijski sastav, senzorne karakteristike

Uvod

Crvena ranka je stara autohtona rakijska sorta šljive, široko rasprostranjena u Srbiji, naročito u regionu Šumadije (Mišić, 1996). Svrstava se u sorte šljive za proizvodnju šljivovice vrhunskog kvaliteta (Nikićević & Tešević, 2010). U cilju unificiranja kvaliteta, u poslednjih deset godina značajno je unapređen tehnološki postupak proizvodnje rakije od ove sorte, naročito u pogledu primarne prerade šljiva i kontrole alkoholne fermentacije (Nenadović-Mratinić et al., 2007).

Tradicionalna prerada ove sorte u rakiju obuhvata dvostruku destilaciju u alambicima. U toku prve destilacije (destilacije prevrelog kljuka šljive) nema odvajanja frakcija, a sadržaj etanola u dobijenom destilatu (sirovoj mekoj rakiji šljivovici) se kreće od 20 do 25% v/v, često i do 30% v/v.

U toku druge destilacije (redestilacije sirove meke rakije šljivovice) odvajaju se frakcije prvenca, srca i patoke, pri čemu se samo srednja frakcija (srce) koristi za proizvodnju finalne šljivovice. U tradicionalnoj proizvodnji sadržaj etanola u srednjoj frakciji destilata iznosi oko 50% v/v. Dinamiku destilacije važnijih sastojaka pri tradicionalnom postupku redestilacije sirove meke rakije šljivovice sorte Crvena ranka izučavali su Radovanović et al. (1963). Kod savremenog načina redestilacije preporučuje se ranije odvajanje frakcije srca od frakcije patoke, pri čemu je sadržaj etanola u dobijenoj srednjoj frakciji veći od 50% v/v i može se kretati i do 65% v/v (Paunović & Daničić, 1967; Nikićević & Tešević, 2010).

U proizvodnji drugih renomiranih jakih alkoholnih pića od voća i grožđa neophodno je da se pri redestilaciji u pravom momentu obavi odvajanje frakcije

srca od frakcije patoke, kako bi se postigao vrhunski kvalitet finalnog jakog alkoholnog pića (Leaute, 1990; Guan & Pieper, 1999; Silva & Malcata, 1999; Cortes *et al.*, 2002; Nikićević & Tešević, 2010).

S obzirom da pojedini proizvođači i danas primenjuju tradicionalni način redestilacije, dok ostali odvajaju srednju frakciju sa sadržajem etanola većim od 50%, pa i od 60% v/v, cilj rada je bio da se utvrdi uticaj momenta odvajanja frakcija srca i patoke u toku redestilacije na kvalitet – hemijski sastav i senzorne karakteristike šljivovice sorte Crvena ranka.

Materijal i metode

Za ispitivanje je korišćena sirova meka rakija dobijena direktno od komercijalnog proizvođača šljivovice. Sirova meka rakija je proizvedena destilacijom prevrelog kljuka šljive sa košticama sorte Crvena ranka na alambiku zapremine 100 litara, bez odvajanja frakcija. Sadržaj etanola u sirovoj mekoj rakiji bio je 25,8% v/v. Njen hemijski sastav prikazan je u tabelama 1 i 2.

Redestilacija sirove meke rakije šljivovice obavljena je u pilot šaržnom uređaju za destilaciju izrađenom od bakra – alambiku, zapremine kazana 25 li-

tara. Kazan je zagrevan direktnim plamenom (plinski gorionik). U toku svih eksperimentalnih redestilacija odvojena je ista količina frakcije prvenca (1% od zapremine sirove meke rakije šljivovice kojom je napunjen kazan). U zavisnosti od momenta odvajanja frakcija srca i patoke dobijene su srednje frakcije koje su sadržale 50,0%, 52,5%, 55,0%, 57,5%, 60,0% i 62,5% v/v etanola. Sadržaj etanola u dobijenim srednjim frakcijama destilata sveden je dejonizovanom vodom na 45% v/v.

Za analize sadržaja etanola, viših alkohola, kiselina, estara, aldehida, furfurala, metanola, benzaldehida i HCN u srednjim frakcijama dobijenim redestilacijom, korišćeni su standardni metodi propisani zakonskom regulativom Srbije (Sl. list SFRJ 70/87).

Za gasnohromatografsku analizu sadržaja acetaldehida, etilacetata, metanola, 1-propanola, 2-metil-1-propanola, 1-butanola, 2/3-metil-1-butanola i 1-heksanola korišćen je 4-metil-1-pentanol kao interni standard. Korišćen je gasni hromatograf HP 5890 i hromatografska kolona CHROMPACK CP-WAX 52 CB (kapilarna kolona, dužina 50 m, stacionarna faza polietilenglikol, unutrašnji prečnik 0,32 mm i debljina filma 1,2 μm). Temperatura injektora bila je 233 °C; injekto-

Tab. 1. Uticaj momenta odvajanja srednje frakcije (srca) od frakcije patoke pri redestilaciji sirove meke rakije šljivovice (sadržaj etanola 25,8% v/v) na hemijski sastav srednje frakcije – srca
Effects of distillation cuts during redistillation of raw plum brandy (ethanol content 25.8% v/v) on chemical composition of obtained middle fraction-heart

Sadržaj etanola Ethanol content (% v/v)	Viši alkoholi Higher alcohols (mg/l a.a.)	Kiseline/Acids (mg/l a.a.)	Estri/Esters (mg/l a.a.)	Aldehidi/Aldehydes (mg/l a.a.)	Furfural/Furfural (mg/l a.a.)	Isparljivi sastojci Volatile components (mg/l a.a.)	Isparljivi sastojci bez kiselina Volatile components without acids (mg/l a.a.)	Metanol/Methanol (mg/l a.a.)	Benzaldehid Benzaldehyde (mg/l a.a.)	HCN (mg/l a.a.)
Sirova meka šljivovica/Raw plum brandy										
25,8	2.469	2.842	1.985	42	8	7.346	4.504	5,40	85	13,41
Srednja frakcija (srce) dobijena redestilacijom Middle fraction (heart) obtained by redistillation										
50,0	2.419	691	1.496	33	8	4.647	3.956	4,83	85	3,88
52,5	2.360	685	1.492	31	8	4.576	3.891	4,83	84	3,87
55,0	2.512	696	1.353	33	8	4.602	3.906	4,83	84	3,84
57,5	2.335	555	1.306	29	7	4.232	3.677	4,96	84	2,88
60,0	2.500	506	1.292	31	8	4.337	3.831	4,12	83	3,36
62,5	2.490	421	1.328	44	8	4.291	3.870	4,96	85	2,88
CV (%)	5,82	16,05	5,47	19,81	5,67	4,06	2,50	6,28	0,75	18,53
r	0,42	- 0,94	- 0,86	0,50	0,20	- 0,85	- 0,46	- 0,23	0,01	- 0,83

Tab. 2. Uticaj momenta odvajanja srednje frakcije (srca) od frakcije patoke pri redestilaciji sirove meke rakije šljivovice (sadržaj etanola 25,8% v/v) na sadržaj acetaldehida, etilacetata, metanola i pojedinih viših alkohola u srednjoj frakciji - srcu

Effects of distillation cuts during redistillation of raw plum brandy (ethanol content 25.8% v/v) on acetaldehyde, ethylacetate, methanol and higher alcohols contents in obtained middle fraction-heart

Sadržaj etanola Ethanol content (% v/v)	Acetaldehid Acetaldehyde (mg/l a.a.)	Etilacetat Ethylacetate (mg/l a.a.)	Metanol Methanol (g/l a.a.)	1-propanol 1-propanol (mg/l a.a.)	2-metil-1-propanol 2-methyl-1-propanol (mg/l a.a.)	1-butanol/l-butanol (mg/l a.a.)	2/3-metil-1-butanol 2/3-methyl-1-butanol (mg/l a.a.)	1-heksanol/l-hexanol (mg/l a.a.)	Ukupni viši alkoholi Total higher alcohols (mg/l a.a.)	Ukupni viši alkoholi – 1-propanol Total higher alcohols without propanol (mg/l a.a.)
Sirova meka šljivovica/Raw plum brandy										
25,8	122	720	6,29	1.857	773	123	1.952	747	5.452	3.595
Srednja frakcija (srce) dobijena redestilacijom Middle fraction (heart) obtained by redistillation										
50,0	71	364	5,69	1.727	709	113	1.822	713	5.084	3.357
52,5	77	380	5,99	1.836	748	118	1.923	699	5.325	3.489
55,0	73	364	5,83	1.804	731	117	1.885	638	5.177	3.372
57,5	76	372	5,64	1.770	720	116	1.854	593	5.053	3.283
60,0	84	388	5,56	1.772	720	114	1.850	528	4.986	3.214
62,5	81	386	5,35	1.752	720	119	1.852	473	4.917	3.168
CV (%)	6,44	2,84	3,86	2,17	1,81	2,06	1,89	15,59	2,85	3,55
r	0,82	0,70	- 0,78	- 0,14	- 0,16	0,39	- 0,15	- 0,99	- 0,73	- 0,85

vano je 2 μ l uzorka u režimu split (1:1). Temperaturni program: od 40 °C do 222 °C sa 4,3 °C/min i 20 min na 222 °C. Noseći gas: vodonik (H₂) sa protokom 1,2 ml/min. Detektor: plamenojonizujući (FID), T = 300 °C.

Senzornu analizu obavila je ekspertska komisija modifikovanim metodom po Buxbaum-u.

Statistička obrada podataka obavljena je korišćenjem programa Statistica 7 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA).

Rezultati i diskusija

Prema zakonskoj regulativi Srbije i EU kvalitet šljivovice razmatra se sa aspekta uticaja sadržaja pojedinih komponenata na zdravstvenu ispravnost (metanol, HCN) i senzorne karakteristike (ostale isparljive komponente) rakije. U tabelama 1 i 2 prikazani su hemijski sastavi sirove meke šljivovice (sa sadržajem etanola 25,8% v/v) i srednjih frakcija dobijenih njenom redestilacijom (sa sadržajem etanola od 50,0 do 62,5% v/v). U tabeli 3 prikazani su rezultati senzorne analize finalnih rakija šljivovica sa sadržajem etanola 45,0% v/v koje su dobijene svodenjem sadržaja etanola u proizvedenim srednjim frakcijama dejonizovanom vodom.

Bez obzira na momenat odvajanja frakcija srca i patoke, sve srednje frakcije destilata, dobijene pri redestilaciji, zadovoljavale su zahteve zakonske regulative Srbije i EU koji predviđaju da sadržaj metanola bude maksimalno 12 g/l a.a., sadržaj HCN maksimalno 50 mg/l a.a. (Srbija), odnosno 70 mg/l a.a. (EU), sadržaj benzaldehida maksimalno 100 mg/l a.a. i sadržaj isparljivih sastojaka minimalno 2.000 mg/l a.a. Sadržaj isparljivih sastojaka predstavlja sumu koncentracija viših alkohola, kiselina, estara, aldehida i furfurala.

Primenom različitih režima redestilacije utvrdili smo da, u poređenju sa sirovim mekim rakijama koje su stavljene na prepek, dobijene srednje frakcije sadrže za 76–5% manje ukupnih kiselina, za 25–35% manje ukupnih estara i za 5–37% manje 1-heksanola. Dinamika destilacije ispitivanih komponenata u varijanti koja odgovara tradicionalnom načinu redestilacije (sadržaj etanola u srcu bio je 50,0% v/v) u saglasnosti je sa rezultatima koje su, ispitujući dinamiku destilacije ovih komponenata, dobili Radovanović *et al.* (1963) i Paunović & Nikićević (1989).

Odabirom različitih momenata odvajanja srca i patoke pri redestilaciji dobijene su srednje frakcije koje su se međusobno razlikovale po sadržaju onih kom-

ponenata koje u destilat prelaze uglavnom na kraju izdvajanja srednje frakcije ili u toku izdvajanja frakcije patoke. Kao što smo već naglasili, najveće razlike su uočene u sadržaju ukupnih kiselina, ukupnih estara i 1-heksanola. Stoga i najveće vrednosti imaju koeficijenti korelacije između sadržaja etanola i sadržaja navedenih sastojaka u srednjoj frakciji destilata: za ukupne kiseline ($r = -0,94$, $p = 0,006$), za ukupne estre ($r = -0,86$, $p = 0,028$), za 1-heksanol ($r = -0,99$, $p = 0,000$). Takođe, najveće vrednosti koeficijentata varijacije nađene su za sadržaj ukupnih kiselina ($CV = 16,05\%$) i 1-heksanola ($CV = 15,59\%$).

Ranijim odvajanjem frakcije srca od frakcije patoke dobijaju se srednje frakcije sa manjim sadržajem ukupnih kiselina, naročito ako je sadržaj etanola u srcu veći od $55,0\%$ v/v. To je i razumljivo, s obzirom da sirćetna kiselina, koja je najzastupljenija kiselina u šljivovici, prelazi u destilat najviše u toku izdvajanja frakcije patoke (Radovanović *et al.*, 1963; Guan & Pieper, 1999). Slično ponašanje imaju i više masne kiseline sa 6–12 C atoma (heksanska, oktanska, dekanska i dodekanska kiselina), ali i, u manjoj meri zastupljene, masne kiseline sa 3–5 C atoma.

Sadržaj ukupnih estara se takođe smanjuje sa povećanjem sadržaja etanola u srednjoj frakciji, naročito ako ona sadrži više od $55,0\%$ v/v. S obzirom da šljivovice sadrže značajne količine etilaktata i dietilsukcinata (Crowell & Guymon, 1973; Popović *et al.*, 2009)

koji destilišu uglavnom pri kraju srednje frakcije i na početku frakcije patoke (Leaute, 1990; Guan & Pieper, 1999), ranije odvajanje srca dovodi do smanjenja sadržaja ovih sastojaka, a time i do smanjenja sadržaja ukupnih estara u finalnoj rakiji.

Sadržaj 1-heksanola značajno se smanjivao pri povećanju sadržaja etanola u srednjoj frakciji dobijenoj redestilacijom. Prema Cortes *et al.* (2002) ovaj viši alkohol destiliše uglavnom pri kraju izdvajanja frakcije srca i na početku izdvajanja frakcije patoke. Od viših alkohola slično ponašanje pri destilaciji ima i 2-feniletanol (Leaute, 1990; Guan & Pieper, 1999) koji, nažalost, nije obuhvaćen gasnrohromatografskom analizom.

Nisu uočene značajnije promene u koncentraciji ostalih analiziranih sastojaka u proizvedenim srednjim frakcijama u zavisnosti od načina redestilacije. To se prvenstveno odnosi na sastojke koji prelaze u destilat kao primese prvenca (acetaldehid, etilacetat), odnosno kao primese koje prelaze u destilat uglavnom u frakcijama prvenca i srca (metanol, 1-propanol, 2-metil-1-propanol, 1-butanol, 2-metil-1-butanol, 3-metil-1-butanol). Ovo se vidi i na osnovu veoma niskih vrednosti koeficijentata varijacije (CV).

Furfural je komponenta koja prelazi u destilat većinom u srednjoj frakciji (Radovanović *et al.*, 1963). Ovakvo ponašanje furfurala pri redestilaciji objašnjava nemogućnost smanjenja njegovog sadržaja u sred-

Tab. 3. Uticaj momenta odvajanja srednje frakcije (srca) od frakcije patoke pri redestilaciji sirove meke rakije šljivovice (sadržaj etanola $25,8\%$ v/v) na senzorne karakteristike srednje frakcije – srca svedenog na 45% v/v
Effects of distillation cuts during redistillation of raw plum brandy (ethanol content 25.8% v/v) on sensory characteristics of obtained middle fraction-heart dilluted on 45% v/v

Sadržaj etanola <i>Ethanol content</i> (% v/v)	Boja <i>Colour</i> (0–1)	Bistrina <i>Clearness</i> (0–1)	Tipičnost <i>Typicity</i> (0–2)	Miris <i>Odour</i> (0–6)	Ukus <i>Taste</i> (0–10)	Ukupno <i>Total</i> (0–20)
Sirova meka šljivovica/Raw plum brandy						
25,8	1	1	2	5,43	8,40	17,83
Srednja frakcija (srce) dobijena redestilacijom svedena na 45% v/v <i>Middle fraction (heart) obtained by redistillation dilluted on 45% v/v</i>						
50,0	1,00	1,00	2,00	5,50	8,53	18,03
52,5	1,00	1,00	2,00	5,53	8,47	18,00
55,0	1,00	1,00	2,00	5,45	8,47	17,92
57,5	1,00	1,00	2,00	5,43	8,47	17,90
60,0	1,00	1,00	2,00	5,45	8,45	17,90
62,5	1,00	1,00	2,00	5,43	8,52	17,95
CV (%)	0,00	0,00	0,00	0,75	0,38	0,30
r	–	–	–	- 0,80	- 0,18	- 0,71

njim frakcijama, u odnosu na početnu meku rakiju, s obzirom da je najveći sadržaj etanola u dobijenim srednjim frakcijama iznosio 62,5% v/v. Leaute (1990) navodi da furfural može delimično da pređe i u frakciju patoke ako se sa odvajanjem patoke otpočne mnogo ranije, kao što je to slučaj pri redestilaciji u proizvodnji konjaka, u toku koje proizvedena srednja frakcija sadrži više od 62,5% v/v etanola.

Prema Paunoviću & Nikićeviću (1989), benzaldehid prelazi u destilat za sve vreme destilacije, pa se primenom jednostavne redestilacije ne može smanjiti njegov sadržaj u dobijenoj srednjoj frakciji, u odnosu na početnu meku rakiju. Takođe, načinom redestilacije ne može se uticati na njegov sadržaj u dobijenim srednjim frakcijama. Sadržaj HCN se smanjuje u odnosu na početnu meku rakiju za 71 do 79%, ali isključivo usled vezivanja za bakarne delove uređaja za destilaciju, pri čemu momenat odvajanja frakcije srca od frakcije patoke nema značaja za smanjenje sadržaja ovog sastojka u srednjim frakcijama dobijenim pri redestilaciji. Približan sadržaj HCN u dobijenim srednjim frakcijama ukazuje na veoma ujednačeno vezivanje ovog sastojka za bakarne delove uređaja za destilaciju.

Različiti momenti odvajanja frakcije srca od frakcije patoke pri redestilaciji nisu se bitnije odrazili na senzorne ocene finalnih šljivovica. Opseg ocena za miris kretao se od 5,43 do 5,53, za ukus od 8,45 do 8,53, a opseg zbirnih ocena od 17,90 do 18,03. Najbolje ocenjene šljivovice su bile one proizvedene od srednjih frakcija sa sadržajima etanola 50,0% (ocena 18,03), 52,5% (ocena 18,00) i 62,5% v/v (ocena 17,95).

Generalno se može zaključiti da ranije odvajanje frakcije srca od frakcije patoke sa jedne strane može da doprinese poboljšanju senzornih karakteristika finalne rakije usled smanjenja sadržaja sirćetne kiseline i pojedinih viših masnih kiselina. Sa druge strane, na ovaj način se smanjuje sadržaj komponenata koje pozitivno doprinose senzornim karakteristikama rakije: punoći ukusa, karakterističnoj i voćnoj aromi šljivovice (etilaktat i dietilsukcinat), svežini (1-heksanol) i mirisu na ružu (2-feniletanol). Cortes *et al.* (2002) naglašavaju da prekomerno eliminisanje pojedinih sastojaka (na primer 2-feniletanola, 1-heksanola i dr.) preranim odvajanjem patoke u toku redestilacije može dovesti do gubitka strukture komovice i negativno se odraziti na aromu. Normalno, ovakva razmatranja imaju smisla kada se na redestilaciju stavljaju meke

rakije bez mana, odnosno meke rakije koje nemaju povišeni sadržaj kiselina i drugih nepoželjnih sastojaka koji ostaju visoki i posle redestilacije i mogu negativno da utiču na senzorne karakteristike gotovog proizvoda. Stoga je od presudne važnosti da redestilacija bude sprovedena tako da se maksimalno odstrane komponente koje bi mogle negativno da utiču na senzorne karakteristike i zdravstvenu vrednost finalne rakije, a da se istovremeno očuvaju u optimalnoj meri komponente od značaja za finu aromu vrhunskih šljivovica. Ovo zavisi u velikoj meri i od umešnosti i znanja tehnologa-destilatera, što čini da destilacija u proizvodnji voćnih rakija bude i nauka i umetnost.

Zaključak

Na osnovu hemijske analize 6 srednjih frakcija (sa sadržajima etanola 50,0%, 52,5%, 55,0%, 57,5%, 60,0% i 62,5% v/v) dobijenih redestilacijama sirove meke rakije sorte Crvena ranka i senzorne analize finalnih šljivovica (sa sadržajima etanola 45,0 v/v) utvrđeno je da momenat odvajanja frakcije srca od frakcije patoke:

- značajno utiče na sadržaj primesa koji prelaze u destilat pri kraju izdvajanja frakcije srca, ili na početku i u toku izdvajanja frakcije patoke. Ranijim odvajanjem frakcije patoke dobijaju se srednje frakcije sa većim sadržajem etanola, a sa manjim sadržajima sledećih primesa – ukupnih kiselina, ukupnih estara i 1-heksanola;

- ne utiče na sadržaj onih sastojaka koji prelaze u destilat kao primele prvenca (acetaldehid, etilacetat), kao ni na sadržaj primesa koje prelaze u destilat uglavnom u frakcijama prvenaca i srca (metanol, 1-propanol, 2-metil-1-propanol, 1-butanol, 2-metil-1-butanol, 3-metil-1-butanol, ukupni viši alkoholi);

- ne utiče na furfural i benzaldehid, čiji se sadržaji pri režimima redestilacije odabranim u okviru ovog rada, ne mogu smanjiti u odnosu na njihove sadržaje u sirovoj mekoj rakiji;

- ne utiče značajnije na visinu senzornih ocena proizvedenih rakija (ocene su se kretale od 17,90 do 18,03, u zavisnosti od momenta odvajanja frakcija pri redestilaciji). Očigledno je da promene sadržaja pojedinih komponenata uslovljene izabranim režimima redestilacije nisu bile izražene u meri u kojoj bi to uticalo na značajnije promene u visini senzorne ocene, mada su registrovane veoma fine razlike u karakteru mirisa i ukusa finalnih rakija. Može se, stoga, smatrati da

se pri redestilaciji kvalitetnih sirovih mekih rakija sorte Crvena ranka mogu dobiti visokokvalitetne šljivovice, bez obzira na to da li se primenjuju tradicionalni načini redestilacije (sadržaj etanola u srednjim frakcijama iznose 50,0% i 52,5% v/v) ili se pri redestilacijama ranije odvajaju frakcije srca (sadržaji etanola 55,0%, 57,5%, 60,0% i 62,5% v/v) od frakcija patoke.

Zahvalnica/Acknowledgements

Istraživanja je finansijski podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja nauke RS (projekat TR-31093).

Literatura

- Cortes S.M., Gil M.L., Fernandez E. (2002): The influence of redistillation in the distribution of volatile components of marc spirit (Aguardiente) and its repercussion on the aromatic quality. *Sciences des Aliments*, 22: 265–275.
- Crowell E.A., Guymon J.F. (1973): Aroma constituents of plum brandy. *American Journal of Enology and Viticulture*, 24, 4: 159–165.
- Guan S., Pieper H.J. (1999): Einfluß der in Obstbrennereien variierten Destillationsverfahren auf die flüchtigen Inhaltsstoffe im Destillat unter besonderer Berücksichtigung der Nachlaufkomponenten. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 95, 1: 1–7.
- Leaute R. (1990): Distillation in alambic. *American Journal of Enology and Viticulture*, 41, 1: 90–103.
- Mišić P.D. (1996): Šljiva. Partenon, IZIUP „Srbija“, Beograd.
- Nenadović-Mratinić E., Nikićević N., Milatović D., Đurović D. (2007). Pogodnost autohtonih sorti šljive (*Prunus insititia* L.) za proizvodnju rakije. *Voćarstvo* 41, 160: 159–164.
- Nikićević N., Tešević V. (2010): Proizvodnja voćnih rakija vrhunskog kvaliteta. Univerzitet u Beogradu – Poljoprivredni fakultet, NIK-PRESS, Beograd.
- Paunović R., Daničić M. (1967): Vinarstvo i tehnologija jakih alkoholnih pića. Zadržna knjiga, Beograd.
- Paunović R., Nikićević N. (1989): Mogućnosti za smanjivanje nastajanja i uklanjanja etilkarbamata kod proizvodnje voćnih rakija. *Zbornik radova Poljoprivrednog fakulteta*, 34, 592: 17–29.
- Popović B., Gavrilović-Damnjanović J., Mitrović O., Ogašanić D. Nikićević N., Tešević V. (2009): Major volatile components and sensory characteristics of plum brandies produced from plum cultivars developed in Čačak. *Acta Horticulturae*, 825: 575–581.
- Radovanović V., Paunović R., Majstorović G. (1963): Dinamika prelaženja isparljivih sastojaka u destilat pri destilaciji prevrele komine od šljive. *Zbornik radova Poljoprivrednog fakulteta*, 11, 366: 1–10.
- Silva M.L., Malcata F.X. (1999): Effects of time of grape pomace fermentation and distillation cuts on the chemical composition of grape marcs. *Z. Lebensm. Unter. Forsch. A*, 208: 134–143.
- Službeni list SFRJ (1987): Pravilnik o metodama uzimanja uzoraka i vršenja hemijskih i fizičkih analiza alkoholnih pića, 70: 1646–1663.

EFFECT OF REDISTILLATION CUTS ON QUALITY OF ‘CRVENA RANKA’ PLUM BRANDY**Ninoslav Nikićević¹, Branko Popović², Vele Tešević³, Olga Mitrović², Miodrag Kandić², Nemanja Miletić², Ivan Urošević¹**¹*University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Zemun, Serbia*²*Fruit Research Institute, Kralja Petra II 9, 32000 Čačak, Serbia**E-mail: popovicb@fm.kg.ac.rs*³*University of Belgrade, Faculty of Chemistry, Studentski trg 12–16, 11000 Belgrade, Serbia***Abstract**

‘Crvena Ranka’ is a plum cultivar intended for production of top-quality plum brandies. Traditional processing of fruits of ‘Crvena Ranka’ into brandy includes double alembic distillation. The first distillation of fermented mash does not involve separation of fractions, whereby ethanol content in the distillate obtained (raw plum brandy) – ranges from 20 to 25% v/v, although it commonly amounts to 30% v/v. The second distillation (redistillation of raw brandy) results in the separation of the head, heart and tail products whereby only the mid-fraction (heart) is used for producing the end product – plum brandy. In traditional plum production, ethanol content in mid-fraction is about 50% v/v. Modern redistillation procedure recommends earlier separation of heart from tail, ethanol content in thus obtained mid-fraction being in excess of 50% v/v, reaching even 65% v/v.

The present study was undertaken to establish the effect of heart and tail cutting times on quality – chemical composition and sensory characteristics – of plum brandy made from fruits of ‘Crvena Ranka’. Redistillation of raw crude plum brandy with 25.8% v/v

ethanol content involved 6 redistillation methods. Depending on heart and tail cutting times, mid-fractions obtained had 50%, 52.5%, 55.0%, 57.5%, 60.0% and 62.5% v/v ethanol content. Identical quantity of the head products was yielded in all redistillation variants (1% batch). Ethanol content in the obtained mid-fractions was lowered to 45% v/v by deionized water. Gas-chromatographic and chemical analyses of major components in the brandies were performed. Sensory analysis was done by a modified Buxbaum method.

Different cuts of distillate to separate the heart products from the tail products had an influence on chemical composition viz. total acids, total esters, 1-hexanol as well as the components turning into the distillate either at the end of separation of mid-fraction or at the beginning and during the separation of the tail products. As for the sensory assessment of plum brandies produced, no significant differences were evidenced.

Key words: plum brandy, ‘Crvena Ranka’, redistillation, chemical composition, sensory characteristics