

Nutritivni kvalitet komercijalnih mješavina Arabika i Robusta kafe

Božana Odžaković^{1*}, Natalija Džinić², Snežana Kravić², Marija Jokanović², Slavica Grujić¹

¹Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet, Banja Luka, Republika Srpska, BiH

²Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad, Srbija

ISSN 2232-755X

UDK: 547.857.4:577.112

DOI: 10.7251/GHTE1814031O

Originalni naučni rad

Rad primljen: 27.11.2018.

Rad prihvaćen: 18.12.2018.

Rad dostupan od 31.12.2018.

na <https://glasnik.tf.unibl.org/>

Ključne riječi:

mješavine kafe,
nutritivni kvalitet,
hlorogenska kiselina,
kofein,
masne kiseline.

Napitak crne kafe tradicionalno se konzumira i priprema od pržene, mljevene kafe dostupne na tržištu, a koja se najčešće sastoji od mješavine Arabika i Robusta kafe. Cilj ovog rada je da se utvrdi i uporedi nutritivni kvalitet komercijalnih mješavina Arabika i Robusta kafe. U odabranim uzorcima kafe, određen je osnovni hemijski sastav i sadržaj specifičnih hemijskih komponenti: kofeina, hlorogenske kiseline i masnih kiselina. Ispitana su i fizička svojstva uzoraka, vrijednost pH, aktivnost vode (a_w) i boja (CIE-Lab). Na osnovu rezultata hemijske analize ustanovljeno je da uzorci kafe imaju kvalitet u skladu sa propisanim. Razlike u sadržaju ukupnih rastvorljivih materija, sadržaju proteina i sadržaju slobodne masti bile su statistički značajne ($P < 0,05$) između svih analiziranih uzoraka. Veći sadržaj kofeina (2,18%) i hlorogenske kiseline (4,47%) u jednom od ispitivanih uzoraka, može ukazivati na veći procenat Robusta kafe u datoj mješavini. U uzorcima kafe identifikovane su zasićene masne kiseline, palmitinska, stearinska, arahidinska i beheninska i nezasićene masne kiseline oleinska, linolna i linolenska. Ukupni sadržaj nezasićenih masnih kiselina je u svim uzorcima veći u odnosu na ukupni sadržaj zasićenih masnih kiselina, a najveći sadržaj ima linolna esencijalna masna kiselina (~48,58%). Na osnovu rezultata i utvrđenog nutritivnog kvaliteta komercijalnih mješavina Arabika i Robusta kafe, može se zaključiti da se umjerenim konzumiranjem napitka kafe može doprinijeti dnevnom unosu nutritivno vrijednih i biološko aktivnih jedinjenja.

UVOD

Od prženih i mljevenih zrna kafe priprema se jedan od najomiljenijih napitaka odrasle populacije širom svijeta. Napitak kafe može se pripremiti na različite načine, a njegov kvalitet je usko povezan sa hemijskim sastavom pržene kafe, koji zavisi od hemijskog sastava sirovih zrna kafe (Fujioka i Shibamoto, 2008, Džinić i sar., 2013). Napitak crne kafe tradicionalno se konzumira i priprema od pržene, mljevene kafe dostupne na tržištu, a koja se najčešće sastoji od mješavine dvije komercijalno najznačajnije vrste Arabika kafe (*Coffea arabica*) i Robusta kafe (*Coffea canephora*). Kafa se na osnovu hemijskog sastava može opisati kao složena mješavina više od 1000 komponenti, a mnoge od ovih komponenti imaju izraženu biološku aktivnost (Dias i Benassi, 2015). Pored uticaja koji ima na senzorni kvalitet, hemijski sastav je značajan i sa aspekta nutritivnog kvaliteta napitka kafe, a samim tim uticaja konzumiranja kafe na zdravlje potrošača. Arabika i Robusta imaju različit hemijski sastav i od njihovog

sadržaja i odnosa u pripremljenim mješavinama, zavisi hemijski sastav i kvalitet napitka kafe. Kafa Arabika ima veći sadržaj ugljenih hidrata, lipida i trigonelina, dok kafa Robusta ima veći sadržaj kofeina i hlorogenske kiseline (de Souza i Benassi, 2012). Kofein je prirodni alkaloid sa psihotropnim efektima i smatra se za jednu od psihološki najaktivnijih komponenti. Istraživanja su pokazala da kofein ima i antioksidativno dejstvo (Vignoli i sar., 2011). Hlorogenska kiselina je glavni polifenol kafe (Dias i Benassi, 2015), i kafa predstavlja jedan od osnovnih izvora ove biološki aktivne komponente u ljudskoj ishrani. Antioksidativna aktivnost hlorogenske kiseline (Odžaković i sar., 2016) izuzetno je značajna za zdravlje potrošača. Lipidi kafe se uglavnom sastoje od triacilglicerola, koji imaju odnos masnih kiselina sličan sadržaju u jestivim biljnim uljima (Figueiredo i sar., 2015). Masne kiseline su korisne za funkciju organizma čovjeka jer imaju ulogu prekursora u biosintezi eikozanoida, bioregulatora mnogih ćelijskih metaboličkih procesa. Utvrđeno je da su sirova zrna kafe bogata nezasićenim masnim kiselinama, posebno je značajan sadržaj linolne kiseline koja spada u grupu esencijalnih masnih kiselina (Dong i sar., 2015).

Cilj ovog rada je da se utvrdi i uporedi nutritivni kvalitet komercijalnih mješavina Arabika i Robusta kafe.

* Korespondentni autor: Božana Odžaković, Univerzitet u Banjoj Luci, Tehnološki fakultet, Stepe Stepanovića 73, Banja Luka; e-mail: bozana.odzakovic@tf.unibl.org

Rad je izložen na međunarodnom naučnom skupu XII Savjetovanje hemičara, tehnologa i ekologa Republike Srpske, novembar 2018.

MATERIJALI I METODE

Materijal korišten za realizovanje istraživanja

U ovom radu korištena su tri uzorka pržene i mljevene kafe, komercijalne mješavine Arabika i Robusta kafe sa tržišta Bosne i Hercegovine. Uzorci koji su odabrani slučajnom selekcijom, bili su ujednačeno skladišteni, pravilno zapakovani i etiketirani. Svaka grupa uzoraka (5x200g za svaki uzorak) bila je iz iste proizvodne serije i svi uzorci su bili u roku trajanja.

Metode korištene za realizovanje istraživanja

Sadržaj vlage određen je referentnom metodom JUS ISO 1447:2004. Sadržaj vlage u uzorku izražen je u g/100g, odnosno u procentima (%).

Sadržaja ukupnih rastvorljivih materija određen je referentnom, dokumentovanom metodom (Ramalakshmi et al., 2007; Butt i sar., 2011). Sadržaj ukupnih rastvorljivih materija u uzorku izražen je u g/100g, (%).

Sadržaj ukupnog pepela određen je referentnom, dokumentovanom metodom (Franca i sar., 2005). Sadržaj ukupnog pepela u uzorku izražen je u g/100g, (%).

Titraciona kiselost kafe određena je referentnom, dokumentovanom metodom (Ramalakshmi et al., 2007). Sadržaj titracione kiselosti u uzorku izražen je u ml (0.1 mol) NaOH /100g

Princip određivanja kofeina sastoji se u ekstrakciji kofeina iz mljevene kafe dihlormetanom i mjerenju apsorbancije ekstrakta UV spektrofotometrom (Belay i sar., 2008). Usitnjeni uzorak kafe se uz blago zagrijavanje miješa na magnetnoj mješalici (1 sat), zatim se filtrira i u lijevku za odjeljivanje mješa sa dihlormetanom u zapreminskom odnosu 25:25. Dihlormetanski sloj, sa ekstrahovanim kofeinom, se odvaja i prenosi u domjerni sud, a postupak se ponavlja 4 puta. Apsorbancija dihlormetanskog rastvora mjeri se na talasnoj dužini od 273 nm. Sadržaj kofeina se određuje sa baždarne krive: $y = 4.9228x + 0.0773$; $R^2 = 0.9994$, a izražava se u procentima (%). Nakon ekstrakcije kofeina dihlormetanom iz uzorka mljevene kafe, hlorogenska kiselina ostaje u vodenom rastvoru i prenosi u odmjerni sud (Belay i Gholap, 2009). Apsorbancija vodenog rastvora mjeri se na talasnoj dužini od 325 nm. Sadržaj hlorogenske kiseline se određuje sa baždarne krive: $y = 50.418x + 0.0923$; $R^2 = 0.9993$, a izražava se u procentima (%). Mjerenja su izvedena na UV/Vis spektrofotometru PerkinElmer Lambda 25.

Sadržaj proteina u uzorcima kafe određen je metodom po Kjeldahl-u (JUS ISO 937, 1991). Sadržaj proteina u uzorku je izračunat po sljedećem obrascu: Sadržaj proteina (g/100g, tj.u %) = N (g/100g, tj.%) x 6,25

Slobodne masti su iz uzorka ekstrahovane petroletrom metodom po Soxhlet-u (JUS ISO 1444, 1997). Sadržaj ukupne masti u uzorku izražen je u g/100g, odnosno u procentima (%).

Vrijednost pH određena je referentnom (Ramalakshmi i sar., 2007) pomoću pH – metra (Hanna instruments).

Aktivnost vode (a_w) u uzorcima kafe određena je upotrebom višenamjenskog uređaja Testo 650 (Testo, Inc., 40 White Lake Rd, Sparta, NJ, USA) sa specijalnom sondom za mjerenje a_w vrednosti. Postupak određivanja se zasniva na punjenju mljevenog uzorka kafe u mjernu posudu do 2/3 njenje visine, postavljanje u mjerni dio sonde i samom procesu mjerenja na sobnoj temperaturi (oko 20 °C) do uspostavljanja ravnotežnog stanja u mjernom dijelu sonde tokom 2 časa.

Instrumentalno određivanje boje je izvršeno upotrebom hromametra MINOLTA, tip CP410 (Japan). Hromametar je opremljen sa standardnim izvorom svjetlosti D₆₅ (2° ugao standardnog posmatrača). Karakteristike boje se iskazuju u CIE L*a*b* sistemu. Prema CIE L*a*b* sistemu boja se definiše preko psihometrijske svjetlosti (L*) ili svjetloće boje, psihometrijskog tona (a*) (udjela crvene i zelene boje) i psihometrijske hrome (b*) (udjela žute i plave boje).

Određivanje masnokiselinskog sastava sastoji se u pripremi metil estara masnih kiselina i gasno hromatografsko – maseno spektrometrijske analize. Priprema metil estara je izvedna uz neznatne modifikacije prema dokumentovanoj metodi (Kravić i sar., 2010). 60 mg prethodno ekstrahovane masti iz kafe je rastvoreno u 2,4 cm³ heksana. Dodato je 0,6 cm³ rastvora kalijum hidroksida u metanolu koncentracije 2 mol dm⁻³. Epruveta je zatvorena i intenzivno mučkana 20 sekundi, nakon čega je ostavljena jedan minut u vodenom kupatilu na 70 °C. Nakon 20 sekundi mučkanja dodato je 1,2 cm³ hlorovodonične kiseline (1 mol dm⁻³). Nakon završetka fazne separacije, gornja faza koja sadrži metil estre masnih kiselina je dekantovana i korišćena za dalju analizu. Za analizu metil estara masnih kiselina korišćen je gasni hromatograf Hewlett-Packard (HP) 5890 sa maseno spektrometrijskim detektorom HP 5971A. Razdvajanje metil estara masnih kiselina izvedeno je primenom kapilarne kolone SP-2560 (Supelco) dužine 100 m, unutrašnjeg prečnika 0,25 mm sa slojem stacionarne likvidne faze od 0,20 μm. Kao gas nosač korišćen je helijum sa konstantnim protokom od 0,58 cm³/min. Analize su izvedene primenom sljedećeg temperaturnog programa: početna temperatura kolone od 100 °C održavana je 5 minuta, nakon čega je sledio porast temperature brzinom od 6 °C/min do konačne temperature od 240 °C koja je održavana narednih 10 minuta. Temperatura injektora iznosila je 230 °C, zapremina uzorka 2,0 μl, a odnos razdeljivanja 1:30. Maseni spektri su snimani SCAN tehnikom u intervalu m/z 40–400 a.m.u. Kvalitativno određivanje izvedeno

Tabela 1. Vrijednosti hemijsko-fizičkih parametara u uzorcima komercijalnih mješavina pržene Arabika i Robusta kafe
 Table 1. Values of chemical and physical parameters of roasted Arabica and Robusta commercial coffee blends

Parametri Parameters	Šifre uzoraka i srednje vrijednosti parametara ± standardna devijacija (n=3) The sample codes and the mean values of the parameters ± standard deviation (n=3)		
	K1	K2	K3
Sadržaj vlage (%) Moisture (%)	1,63 ^b ±0,02	1,77 ^a ±0,02	1,69 ^{ab} ±0,01
Sadržaj ukupnih rastvorljivih materija (%) Total soluble solids (%)	23,69 ^a ±0,02	23,01 ^c ±0,04	23,39 ^b ±0,03
Sadržaj ukupnog pepela (%) Total ash (%)	4,19 ^b ±0,01	4,17 ^b ±0,01	4,22 ^a ±0,02
Titraciona kiselost ¹ Titrable acidity ¹	131,82 ^a ±0,04	131,52 ^b ±0,03	131,92 ^a ±0,09
Sadržaj proteina (%) Proteins (%)	13,96 ^a ±0,05	12,70 ^b ±0,12	12,34 ^c ±0,11
Sadržaj slobodne masti (%) Free fats (%)	13,27 ^c ±0,04	13,49 ^a ±0,05	13,36 ^b ±0,04
Sadržaj hlorogenske kiseline (%) Chlorogenic acid (%)	4,15 ^b ±0,05	4,47 ^a ±0,03	4,14 ^b ±0,02
Sadržaj kofeina (%) Caffeine (%)	2,14 ^{ab} ±0,04	2,18 ^a ±0,03	2,12 ^b ±0,02
pH	5,27 ^a ±0,02	5,20 ^b ±0,02	5,20 ^b ±0,01
Aktivnost vode (a _w) Water activity (a _w)	0,103 ^a ±0,04	0,103 ^a ±0,08	0,099 ^a ±0,01

¹Titraciona kiselost izražava se kao ml 0,1M NaOH potrebnih za neutralizaciju kiselosti 100 g uzorka kafe.

¹Titrable acidity is expressed as ml of 0,1M NaOH used to neutralize acidity of 100 g of coffee

^{a-b}Srednje vrijednosti sa različitim slovom u istom redu se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće (P<0,05)

^{a-b}Mean that values with different letters in the same row are significantly different at P<0.05

je na osnovu masenih spektara i retencionih vremena, a kvantitativno u skladu sa AOAC metodom pri čemu je za definisanje korekcionih faktora korišćen standardni rastvor smjese 37 metil estara masnih kiselina (37 component FAME Mix, 47885-U, Supelco).

REZULTATI I DISKUSIJA

Napitak kafe je popularan širom svijeta zahvaljujući svojim specifičnim i prijatnim senzornim karakteristikama i stimulativnom efektu na centralni nervni sistem. Hemijski sastav kafe znatno utiče na kvalitet i prihvatljivost napitka kafe kao gotovog proizvoda. U Tabeli 1. prikazane su vrijednosti hemijsko-fizičkih parametara uzoraka pržene kafe, komercijalnih mješavina Arabika i Robusta kafe. Najveći sadržaj vlage utvrđen je uzorku K2 (1,77%) i statistički značajno se razlikuje (P<0,05) od sadržaja vlage u uzorku K1 (1,63%) koji ima najmanji sadržaj vlage. Ranić i sar. (2015) su ustanovili veći sadržaj vlage u komercijalnim uzorcima kafe 3,8%.

Sadržaj ukupnih rastvorljivih materija statistički se značajno razlikuje (P<0,05) između svih uzoraka kafe. Najveći sadržaj ukupnih rastvorljivih materija i to statistički značajno veći (P<0,05) utvrđen je u uzorku K1 (23,69%) u odnosu na uzorak K2 (23,01%) i uzorak K3 (23,39%). Uzorak K3 ima najveći sadržaj ukupnog pepela (4,22%) i statistički se značajno razlikuje (P<0,05) od uzoraka K1 (4,19%) i K2 (4,17%). Slične vrijednosti za sadržaj ukupnog pepela u prženim komercijalnim uzorcima kafe dobili su Džinić i sar. (2013) (4,37%) i Ranić i sar. (2015) (4,10%). Na osnovu dobijenih rezultata, može se konstatovati da uzorci komercijalnih mješavina pržene Arabika i Robusta kafe, imaju sadržaj vlage, ukupnih rastvorljivih materija i ukupnog pepela, u skladu sa Pravilnikom o kafi, proizvodima od kafe, surogatima i proizvodima od surogata („Službeni glasnik BiH“, broj 72/2011). Pravilnikom je propisano da sadržaj vode u prženoj kafi ne bi smio da bude iznad 5%, a sadržaj ukupnog pepela najviše do 6%. Takođe je propisano da pržena kafa treba da sadrži najmanje 22% ekstraktivnih materija rastvorljivih u vodi. Najveća

vrijednost titracione kiselnosti utvrđena je u uzorku K3 i statistički značajno se razlikuje ($P < 0,05$) u odnosu na uzorak K2, ali ne ($P > 0,05$) i u odnosu na uzorak K1 (Tabela 1). Sadržaj proteina u uzorcima kafe bio je u rasponu vrijednosti od 12,34% (K3) do 13,96% (K1) i statistički su utvrđene značajne razlike ($P < 0,05$) između uzoraka. Sadržaj slobodne masti se kretao od 13,27% (K1) do 13,49% (K2) i statistički su utvrđene značajne razlike ($P < 0,05$) između uzoraka. Sadržaj proteina i slobodne masti u uzorcima komercijalnih mješavina kafe znatno su niže od rezultata koje navode Ranić i sar. (2015). Uzorak K2 ima najveći sadržaj hlorogenske kiseline (4,47%) i to statistički značajno veći ($P < 0,05$) u odnosu na uzorke K1 (4,15%) i K3 (4,14%). Dobijene vrijednosti za sadržaj hlorogenske kiseline u uzorcima kafe znatno su više od rezultata koje navode Ranić i sar., 2015. Sadržaj kofeina od 2,18% u uzorku K2 statistički je značajno veći ($P < 0,05$) od sadržaja kofeina u uzorku K3 (2,12%), ali ne i statistički značajno ($P > 0,05$) u odnosu na uzorak K1 (2,14%). Odžaković i sar. (2015) i Dias i Benassi (2015) su ustanovili manji sadržaj kofeina, u analiziranim komercijalnim mješavinama kafe, koji se kretao od 1,83-2,01% i od 1,52-1,79%. Robusta kafa ima veći sadržaj kofeina i hlorogenske kiseline u odnosu na Arabika kafu (de Souza i Benassi,

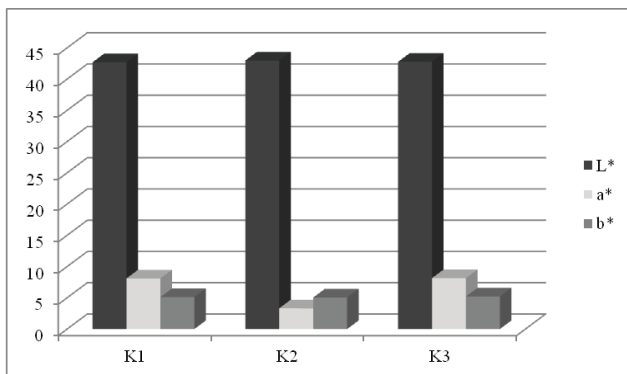
2012, Dias i Benassi, 2015, Moreira i sar., 2017). S obzirom da uzorak K2 ima najveći sadržaj hlorogenske kiseline i kofeina, dok je sadržaj ovih materija u ostalim uzorcima približno jednak, ovi rezultati mogu ukazivati na veći sadržaj Robusta kafe u uzorku K2 u odnosu na uzorke K1 i K3. Uzorak K1 ima najveću vrijednost pH (5,27) koja se statistički značajno razlikuje ($P < 0,05$) u odnosu na vrijednost pH u uzorcima K2 i K3 (5,20). Na osnovu ovih rezultata može se zaključiti da sastojci koji utiču na vrijednost pH pržene kafe djeluju kao puferi - regulatori kiselnosti, tako da se vrijednosti pH razlikuju, odnosno nisu u skladu sa vrijednostima titracione kiselnosti analiziranih uzoraka. Aktivnosti vode (a_w) uzoraka pržene kafe bila je ujednačena i razlike u vrijednosti nisu statistički značajne ($P > 0,05$).

Vrijednost L^* , odnosno svjetloća boje uzorka K2 (42,98) je statistički značajno veća ($P < 0,05$) u odnosu na svjetloću boje uzoraka K1 (42,70) i K3 (42,77). Na osnovu izmjerenih L^* vrijednosti (Slika 1), može se zaključiti da su uzorci komercijalnih mješavina kafe bili podvrgnuti istim ili sličnim uslovima prženja.

S obzirom da vrijednost L^* opada sa povećanjem stepena prženja, odnosno povećanjem temperature prženja, na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je uzorak K2 imao veći stepen prženja u odnosu na druga dva uzorka. Vrijednosti a^* kod uzoraka K1 (8,10) i K3 (8,15) nisu statistički značajno različite ($P > 0,05$), dok je kod uzorka K2 ta vrijednost statistički značajno manja ($P < 0,05$) (3,32). Ovako veliko odstupanje u izmjerenoj a^* vrijednosti ovog uzorka može se tumačiti kao posljedica neravnomjernog prženja različitih vrsta kafe. Razlike u vrijednosti a^* mogu biti povezane sa bojom sirovog zrna kafe koja zavisi od vrste kafe i obrade zrna (Souto i sar., 2010, Odžaković i sar., 2015). Vrijednost b^* je statistički značajno najmanja ($P < 0,05$) u uzorku K2 (5,05) u odnosu na vrijednost b^* u uzorku K1 (5,12) i uzorku K3 (5,21) (Slika 1).

U uzorcima komercijalnih mješavina pržene Arabika i Robusta kafe, identifikovane su zasićene masne kiseline, palmitinska, stearinska, arahidinska i beheninska i nezasićene masne kiseline oleinska, linolna i linolenska.

Ukupni sadržaj nezasićenih masnih kiselina je u svim uzorcima veći u odnosu na ukupni sadržaj zasićenih masnih kiselina (Tabela 2). Osnovne masne kiseline u uzorcima pržene kafe su linolna i palmitinska, dok je sadržaj stearinske, arahidinske, beheninske, oleinske i linolenske, koje su identifikovane u ovim uzorcima znatno niži, što je u skladu sa podacima iz literature (Vila i sar., 2005; de Souza i Benassi, 2012; Hurtado i Dorado, 2013; Odžaković i sar., 2015). Sadržaj palmitinske kiseline je približno jednak ($P > 0,05$) u svim uzorcima (~33%). U uzorcima K1 i K2 sadržaj stearinske kiseline je statistički značajno veći ($P < 0,05$) u odnosu na uzorak K3. Uzorak K1 ima najveći sadržaj arahidinske i beheninske kiseline, statistički značajno veći ($P < 0,05$)



Slika 1. Vrijednosti boje uzoraka pržene kafe, komercijalnih mješavina Arabika i Robusta kafe prikazanih u CIE-Lab sistemu. Rezultati određivanja boje izraženi su kao srednje vrijednosti 5 mjerenja ($n=5$). Vrijednosti L^* , a^* i b^* se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće ($P < 0,05$) između uzorka K2 i uzoraka K1 i K3.

Figure 1. The color values of roasted Arabica and Robusta commercial coffee blends displayed in the CIE-Lab system. The color determination results are expressed as a mean value of 5 measurements ($n=5$). The values of L^* , a^* and b^* are significantly different with 95% probability ($P < 0,05$) between sample K2 and samples K1 and K3.

L^* - svjetloća boje. a^* - udio crvene i zelene boje. b^* - udio žute i plave boje. K1, K2, K3 - uzorci kafe.

L^* - Light intensity. a^* - share of red and green. b^* - share of yellow and blue. K1, K2, K3 - coffee samples.

Tabela 2. Sadržaj masnih kiselina u uzorcima komercijalnih mješavina pržene Arabika i Robusta kafe
 Table 2. Fatty acids content of roasted Arabica and Robusta commercial coffee blends

Masne kiseline Fatty acids	Šifre uzoraka i srednje vrijednosti masnih kiselina ± standardna devijacija (n=3) The sample codes and the mean values of the fatty acids ± standard deviation (n=3)		
	K1	K2	K3
Palmitinska (%) Palmitic (%)	33,10 ^a ±0,03	32,98 ^a ±0,30	32,88 ^a ±0,11
Stearinska (%) Stearic (%)	7,05 ^a ±0,08	7,01 ^a ±0,02	6,90 ^b ±0,05
Arahidinska (%) Arahidic (%)	2,13 ^a ±0,02	2,06 ^b ±0,04	2,04 ^b ±0,02
Beheninska (%) Behenic (%)	0,56 ^a ±0,01	0,49 ^b ±0,02	0,53 ^a ±0,02
<i>Ukupno zasićenih masnih kiselina (%)</i> <i>Total saturated fatty acids (%)</i>	42,84±0,04	42,54±0,09	42,35±0,05
Oleinska (%) Oleic (%)	7,67 ^b ±0,04	7,81 ^a ±0,06	7,76 ^a ±0,02
Linolna (%) Linoleic (%)	48,39 ^b ±0,19	48,58 ^a ±0,14	48,77 ^a ±0,14
Linolenska (%) Linolenic (%)	1,09 ^b ±0,03	1,07 ^b ±0,02	1,14 ^a ±0,01
<i>Ukupno nezasićenih masnih kiselina (%)</i> <i>Total unsaturated fatty acids (%)</i>	57,15±0,09	57,46±0,07	57,67±0,06

^{a-b}Srednje vrijednosti sa različitim slovom u istom redu se statistički značajno razlikuju sa 95% vjerovatnoće (P<0,05)

^{a-b}Mean that values with different letters in the same row are significantly different at P<0.05

u odnosu na uzorke K2 i K3, odnosno u odnosu na uzorak K2 (Tabela 2). Sličan sadržaj palmitinske (34,6%), stearinske (8,00%) i arahidinske kiseline (3,22%) utvrdili su Ranić i sar. (2015). Najveći sadržaj ukupnih zasićenih masnih kiselina ima uzorak K1 (42,84%), a najmanji uzorak K3 (42,35%). Sadržaj oleinske kiseline se kreće od 7,67% u uzorku K1 do 7,81% u uzorku K2 i znatno je niži od podataka za sadržaj ove kiseline nađenih u literaturi (Ranić i sar., 2015, Odžaković i sar., 2015). Sadržaj linolne kiseline je u uzorcima K3 (48,77%) i K2 (48,58%) statistički značajno veći (P<0,05) u odnosu na sadržaj linolne kiseline u uzorku K1 (48,39%). Ranić i sar. (2015) su ustanovili znatno manji sadržaj linolne kiseline u svom istraživanju (40,9%). S obzirom da je linolna kiselina esencijalna masna kiselina, uzorci komercijalnih mješavina pržene kafe, analiziranih u ovom radu, mogu doprinijeti dnevnom unosu ove nutritivno vrijedne masne kiseline, neophodne za normalno funkcionisanje organizma. Sadržaj linolenske kiseline je nizak i iznosi od 1,07% (K2) do 1,14 (K3), što je u skladu sa literaturnim navodima (Ranić i sar., 2015). Najveći sadržaj ukupnih nezasićenih masnih kiselina ima uzorak K3 (57,67%), a najmanji uzorak K1 (57,15%).

ZAKLJUČAK

Komercijalne mješavine pržene i mljevene Arabika i Robusta kafe koriste se za pripremu tradicionalnog napitka crne kafe. Arabika i Robusta kafa imaju različit hemijski sastav i od njihovog sadržaja i masenog udjela u mješavini, zavisi hemijski sastav, senzorni i nutritivni kvalitet napitka kafe. Cilj ovog rada je da se utvrdi i uporedi nutritivni kvalitet komercijalnih mješavina Arabika i Robusta kafe. Na osnovu dobijenih rezultata analiziranog sadržaja vlage, ukupnih rastvorljivih materija i ukupnog pepela ustanovljeno je da je kvalitet uzoraka komercijalnih mješavina pržene Arabika i Robusta kafe usaglašen sa propisanim. Statistički značajne razlike (P<0,05) ustanovljene su između svih analiziranih uzoraka u sadržaju ukupnih rastvorljivih materija, sadržaju proteina i sadržaju slobodne masti. U analiziranim uzorcima kafe utvrđen je relativno visok sadržaj hlorogenske kiseline (~4,25%) i kofeina (~2,15%). Najveći sadržaj kofeina (2,18%) i hlorogenske kiseline (4,47%) utvrđen je u uzorku kafe K2. S obzirom da Robusta kafa ima veći sadržaj kofeina i hlorogenske kiseline u odnosu na Arabika kafu, može se zaključiti da komercijalna mješavina kafe K2 ima veći procenat Robusta kafe u odnosu na ostale analizirane uzorke.

Veći sadržaj hlorogenske kiseline u ovom uzorku doprinosi boljem nutritivnom sastavu jer hlorogenska kiselina ima antioksidativno djelovanje. Takođe veći sadržaj hlorogenske kiseline i kofeina u uzorku K2 može uticati na izraženiju gorčinu napitka kafe. U uzorcima kafe identifikovan je veći ukupni sadržaj nezasićenih masnih kiselina, u odnosu na zasićene, a najveći sadržaj utvrđen je za linolnu esencijalnu masnu kiselinu (~48,58%). Od identifikovanih zasićenih masnih kiselina najzastupljenija u uzorcima kafe je palmitinska kiselina (~33%). Najveći sadržaj linolne kiseline ima uzorak K3, a najveći sadržaj palmitinske kiseline identifikovan je u uzorku K1 (33,10). Na osnovu rezultata i utvrđenog nutritivnog kvaliteta komercijalnih mješavina Arabika i Robusta kafe, može se zaključiti da se umjerenim konzumiranjem napitka kafe može doprinijeti dnevnom unosu nutritivno vrijednih i biološko aktivnih jedinjenja.

LITERATURA

- Belay, A., Ture, K., Redi, M., Asfaw, A. (2008). Measurement of caffeine in coffee beans with UV/vis spectrometer. *Food Chemistry*, 108, 310-315.
- Belay, A., Gholap, A. V. (2009). Characterization and determination of chlorogenic acids (CGA) in coffee beans by UV-Vis spectroscopy. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, 3(11), 234-240.
- Butt, M. S., Ahmed, A., Sultan, M. T., Imran, A., Yasin, M., Imran, M. (2011). Evaluating the effect of decaffeination on nutritional and antioxidant status of different coffee brands. *Internet journal of food safety* 13, 198-207.
- de Souza, R. M. N., Benassi, M. T. (2012). Discrimination of Commercial Roasted and Ground Coffees According to Chemical Composition. *J. Braz. Chem. Soc.*, 23, (7), 1347-1354.
- Dias, R. C. E., Benassi, M. T. (2015). Discrimination between Arabica and Robusta Coffees Using Hydrosoluble Compounds: Is the Efficiency of the Parameters Dependent on the Roast Degree? *Beverages*, 1, 127-139. DOI:10.3390/beverages1030127.
- Dong, W., Tan, L., Zhao, J., Hu, R., Lu, M. (2015). Characterization of Fatty Acid, Amino Acid and Volatile Compound Compositions and Bioactive Components of Seven Coffee (*Coffea robusta*) Cultivars Grown in Hainan Province, China. *Molecules*, 20, 16687-16708. DOI:10.3390/molecules200916687.
- Džinić, N., Jakanović, M., Odžaković, B., Grujić, S. (2013). The quality of coffee that is prepared and consumed in traditional way. *Journal of Engineering & Processing Management*, 5 (1), 113-126. DOI:10.7251/JEPMSR1305113D.
- Figueiredo L. P., Borem F. M., Ribeiro F. C., Giomo G. S., Taveira J. H. S., Malta M. R. (2015). Fatty acid profiles and parameters of quality of specialty coffees produced in different Brazilian regions. *African journal of agricultural research*, 10 (35), 3484-3493. DOI: 10.5897/AJAR2015.9697.
- Franca, A. S., Oliveira, L. S., Mendonca, J. C. F., Silva, X. A. (2005). Physical and chemical attributes of defective crude and roasted coffee beans. *Food Chemistry*, 90, 89-94.
- Fujioka, K., Shibamoto, T. (2008). Chlorogenic acid and caffeine contents in various commercial brewed coffees. *Food Chemistry*, 106 (1), 217-221. doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.05.091.
- Hurtado, A. B., Dorado, D. A. (2013). Study of the yield and fatty acid profile of coffee (*Coffea arabica*) oil from roasted beans obtained with supercritical carbon dioxide. III Iberoamerican Conference on Supercritical Fluids Cartagena de Indias (Colombia), 1-10.
- JUS ISO 1444:1997. Meso i proizvodi od mesa - Određivanje sadržaja slobodne masti, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.
- JUS ISO 1447, 2004, Proizvodi od kafe - Određivanje sadržaja vlage (rutinske metode), Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.
- JUS ISO 937. 1991. Meso i proizvodi od mesa - Određivanje sadržaja azota, Savezni zavod za standardizaciju, Beograd.
- Kravić, S., Marjanović, N., Suturović, Z., Švarc-Gajić, J., Stojanović, Z., Pucarević, M. (2010). Determination of trans fatty acid content of Serbian shortening by gas chromatography-mass spectrometry. *Acta Alimentaria*, 39, 413-423.
- Moreira, A. S. P., Nunes, F. M., Simoes, C., Maciel, E., Domingues, P., Domingues, M. R. M., Coimbra, M. A. (2017). Data on coffee composition and mass spectrometry analysis of mixtures of coffee related carbohydrates, phenolic compounds and peptides. *Data in Brief* 13, 145-161. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.107>
- Odžaković, B., Džinić, N., Grujić, S., Kravić, S., Jakanović, M. (2015). Sensory and physico-chemical evaluation of commercial coffees consumed in Banja Luka (Bosnia and Herzegovina) - Part 1. *Agro FOOD Industry Hi Tech*, 26, (4) (2015)= 52-55. ISSN 1722-6996.
- Odžaković, B., Džinić, N., Kukrić, Z., Grujić, S. (2016). Effect of roasting degree on the antioxidant

- activity of different Arabica coffee quality classes. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 15 (4), 409-417. DOI: 10.17306/J.AFS.2016.4.39.
- Pravilnik o kafi, proizvodima od kafe, surogatima i proizvodima od surogata (Službeni Glasnik BiH 72/11).
- Ramalakshmi, K., Kurba, I. R., Rao, L. J. M. (2007). Physicochemical characteristics of green coffee: comparison of graded and defective beans. *Journal of food science*, 72, (5) 333-337.
- Ranić, M., Konić-Ristić, A., Takić, M., Glibetić, M., Pavlović, Z., Pavlović, M., Dimitrijević-Branković, S. (2015). Nutrient profile of black coffee consumed in Serbia: Filling a gap in the food composition database. *Journal of Food Composition and Analysis* 40, 61-69. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2014.11.008>.
- Souto, U. T. C. P., Pontes, M. J. C., Silva, E. C. (2010). UV-VIS spectrometric classification of coffees by SPA-LDA. *Food Chemistry*, 119, 368-371.
- Vignoli, J. A., Bassoli, D. G., Benassi, M. T. (2011). Antioxidant activity, polyphenols, caffeine and melanoidins in soluble coffee: The influence of processing conditions and raw material. *Food Chem.*, 124 (3), 863-868. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.07.008.
- Vila, M. A., Andueza, S., Paz de Pena, M., Cid, C. (2005). Fatty Acid Evolution During the Storage of Ground, Roasted Coffees. *JAOCS*, 82 (9) 639-646.

Nutritive quality of commercial blends of Arabica and Robusta coffee

Božana Odžaković^{1*}, Natalija Džinić², Snežana Kravić², Marija Jokanović², Slavica Grujić¹

¹University of Banja Luka, Faculty of Technology, Republic of Srpska, B&H

²University of Novi Sad, Faculty of Technology, Novi Sad, Serbia

Keywords:

coffee blends,
nutritive quality,
chlorogenic acid,
caffeine,
fatty acids.

Black coffee beverage is traditionally consumed and prepared from a roasted ground coffee, usually blends of Arabica and Robusta, available on the market. The aim of this paper was to determine and compare nutritive quality of commercial blends of Arabica and Robusta coffee. The basic chemical composition and content of specific chemical components: caffeine, chlorogenic acid and fatty acids in selected coffee samples were determined. Physical properties of samples, pH value, water activity (aw) and colour (CIE-Lab) were also examined. Based on the results of the chemical analysis it was found that the quality of coffee samples was in accordance with legislation. Differences in total soluble matter content, protein content, and fat content were statistically significant ($P < 0.05$) among all analyzed samples. Higher content of caffeine (2.18%) and chlorogenic acid (4.47%) in one of the analyzed samples may indicate a higher percentage of Robusta coffee in that blend. Saturated fatty acids, palmitic, stearic, arachidic and behenic and unsaturated fatty acids oleic, linoleic and linolenic were detected in coffee samples. The total content of unsaturated fatty acids is higher in all samples than the total saturated fatty acid content, with the highest content of linoleic essential fatty acid (~48.58%). Based on the results and determined nutritive quality of the commercial blends of Arabica and Robusta coffee, it can be concluded that moderate consumption of coffee beverages can contribute to the daily intake of nutritionally valuable and biologically active compounds.