

KARAKTERIZACIJA MASNOKISELINSKOG SASTAVA MEŠANIH ULJA SUNCOKRETA I LANA SA ASPEKTA FAKTORA NUTRITIVNOG KVALITETA

Ana Đurović¹, Snežana Kravić¹, Zorica Stojanović¹, Tanja Lužaić¹, Ranko Romanić¹, Nada Grahovac²

IZVOD

U ovom radu ispitana je mogućnost poboljšanja nutritivnog kvaliteta rafinisanog suncokretovog ulja (S) dodavanjem hladno presovanog lanenog ulja (L) sa aspekta masnokiselinskog sastava, kao i određenih nutritivnih indeksa. Sadržaj masnih kiselina određen je primenom gasne hromatografije - masene spektrometrije, analizom metil estara masnih kiselina. Sadržaji zasićenih masnih kiselina (ZMK), mononezasićenih masnih kiselina (MNMK), polinezasićenih masnih kiselina (PNMK), kao i sadržaj $\omega 3$ i $\omega 6$ masnih kiselina određen je računski. Dodavanjem lanenog ulja uočeno je značajno povećanje sadržaja $\omega 3$ masne kiseline u dobijenim mešanim uljima. Pri mešanju nisu uočene značajne promene u sadržaju ZMK, sadržaj MNMK se dodavanjem lanenog ulja smanjio sa 30,44 % m/m na 17,15 % m/m, dok se sadržaj PNMK povećao od 59,78 % m/m do 73,15 % m/m. Dobijeni odnosi PNMK/ZMK za mešana ulja bili su u rasponu 6,07-7,54, što je u skladu sa smanjenjem faktora rizika za povećanje nivoa holesterola u krvi. Aterogeni i trombogeni indeksi bili su mnogo niži od 1, dok su HH indeksi bili relativno visoki 14,70-18,03, što je takođe u skladu sa preporučenim vrednostima sa nutritivnog aspekta kvaliteta ulja. Kriterijum koji je najviše uticao na kvalitet mešanih ulja bio je $\omega 6/\omega 3$ odnos, a optimalne vrednosti ovog odnosa (1-5) postignute su dodavanjem od 30 do 60% hladno presovanog lanenog ulja. U odnosu na kontrolni uzorak O, dobijena mešana ulja pokazala su veliku prednost po pitanju sadržaja PNMK, $\omega 3$, $\omega 6$, dok je izuzetno visok sadržaj MNMK i nešto niži sadržaj ZMK određen u uzorku O.

Ključne reči: sadržaj masnih kiselina, suncokretovo ulje, laneno ulje, mešana ulja, nutritivni kvalitet

CHARACTERISATION OF THE FATTY ACID PROFILE OF BLENDED SUNFLOWER AND FLAXSEED OIL FROM THE ASPECT OF NUTRITIONAL QUALITY FACTORS

ABSTRACT

In this paper, the possibility of improving the nutritional quality of refined sunflower oil (S) by adding cold pressed flaxseed oil (L) from the aspect of fatty acid content, as well as certain nutritional indices, was investigated. The content of fatty acids was determined using gas chromatography - mass spectrometry, by analysing fatty acid methyl esters. The contents of saturated fatty acids (SFA), monounsaturated fatty acids (MUFA), polyunsaturated fatty acids (PUFA), as well as the content of $\omega 3$ and $\omega 6$ fatty acids were calculated. By adding flaxseed oil, a significant increase in the content of $\omega 3$ fatty acid was observed in the obtained mixtures. No significant changes in the content of SFA were observed during mixing, the content of MUFA was reduced by the addition of flaxseed oil from 30.44 % m/m to 17.15 % m/m, while the content of PUFA increased from 59.78 % m/m to 73.15 % m/m. The obtained PUFA/SFA ratios for mixtures ranged from 6.07 to 7.54, which is consistent with a reduction in risk factors for increased blood cholesterol levels. Atherogenic and thrombogenic indices were much lower than 1, while HH indices were relatively high 14.70-18.03, which are also in accordance with the recommended values from the nutritional aspect of oil quality. The criterion that most affected the quality of mixed oils was the $\omega 6/\omega 3$ ratio, and the

optimal values of this ratio (1-5) were achieved by adding 30 to 60% of cold pressed flaxseed oil. Compared to the control sample O, the obtained mixtures showed a great advantage in terms of PUFA content, $\omega 3$, $\omega 6$, while the extremely high MUFA content and slightly lower SFA content determined in sample O.

* Dr Ana Đurović, naučni saradnik

Tel: +381 21 485 3658

E-mail: ana.djurovic@uns.ac.rs

¹ Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad, Bulevar Cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija

² Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

Key words: fatty acid content, sunflower oil, flaxseed oil, blended oils, nutritional quality

UVOD

Biljna ulja su neophodna komponenta u ishrani i predstavljaju glavni izvor lipida, materija koja pored energetske uloge učestvuju i u izgradnji lipidnih membrana u organizmu. Značajan je izvor masnih kiselina (MK), naročito esencijalnih MK, a pored toga omogućuje apsorpciju liposolubilnih vitamina. U ljudskoj ishrani biljna ulja najčešće se koriste za pripremu hrane, a u velikoj meri i u prehrambenoj industriji, gde svojim sastavom i kvalitetom u pogledu nutritivnih i senzorskih karakteristika definišu kvalitet krajnjeg prehrambenog proizvoda.

Poznato je da upravo sastav MK, kao glavnih komponenata ulja, najviše utiče na sam kvalitet ulja, odnosno prehrambenih proizvoda u koje se ova ulja dodaju. U zavisnosti od strukture, odnosno prisustva dvostrukih veza u molekulu, razlikujemo zasićene MK (ZMK), mononezasićene MK (MNMK) i polinezasićene MK (PNMK). Povećan unos ZMK dovodi do povećanja sadržaja holesterola, što je povezano sa povećanom stopom smrtnosti od kardiovaskularnih bolesti, te je sa medicinskog aspekta u cilju prevencije koronarne bolesti srca preporučljivo smanjenje ZMK u ishrani, odnosno njihova zamena PNMK (Astrup i sar., 2011; Nettleton i sar., 2017). Najznačajniji predstavnici ZMK su stearinska, palmitinska, miristinska i laurinska kiselina, i ova grupa MK karakteristična je za proizvode životinjskog porekla (Hu i sar., 1999). MNMK odlikuje prisustvo dvostruke veze u molekulu, a najznačajniji predstavnik ove grupe je oleinska kiselina. Biljna ulja predstavljaju bogat izvor MNMK, ali se ove masne kiseline mogu naći i u životinjskim mastima u većim količinama. Ishrana bogata MNMK značajna je u prevenciji kardiovaskularnih bolesti, a karakteristična je za mediteransku ishranu, u kojoj dominira maslinovo ulje (Metcalf i sar., 2007). Prisustvo dve ili više dvostrukih veza u molekulu karakteristika je PNMK, a brojne studije pokazale su da ulja bogata PNMK kao što su omega-3 (ω 3) i omega-6 MK (ω 6) doprinose brojnim zdravstvenim benefitima, smanjujući rizik od kardiovaskularnih i neurodegenerativnih bolesti, artritisa, dijabetesa i određenih tipova kancera (Orsavova i sar., 2015). Prekursori ω 3 i ω 6 MK jesu α -linolenska kiselina (C 18:3, n-3), odnosno linolna kiselina (18:2, n-6), koje se usled nepostojanja potrebnih enzima ne mogu sintetisati u organizmu, što ih definiše kao esencijalne, a budući da su neophodne za pojedine fiziološke procese, njihov unos putem hrane od izuzetnog je značaja (Kaur i sar., 2014).

Pored sadržaja specifičnih grupa MK, njihovih odnosa (PNMK/ZMK, ω 6/ ω 3), u cilju procene nu-

tritivnog kvaliteta ulja koriste se i brojni indeksi kao što je aterogeni indeks, trombogeni indeks i hipoholesterolski/hiperholesterolski indeks. Nažalost, nijedno prirodno biljno ulje ne obezbeđuje optimalni sastav MK (Orsavova i sar., 2015). Pored toga, veliki problem kod ulja bogatih PNMK vezan je za njihovu nestabilnost, odnosno ova ulja lako oksiduju, čime im se direktno ograničava vremenski rok upotrebe. U cilju poboljšanja kvaliteta ulja po pitanju stabilnosti, primene i nutritivne vrednosti mogu se primeniti različite modifikacije, a jedna od njih je mešanje. Mešanje dva ili više ulja različitih karakteristika predstavlja jednostavan i ekonomičan način dobijanja krajnjeg proizvoda poboljšane stabilnosti i nutritivnih karakteristika, a ovakva ulja se koriste i u prehrambenoj industriji (Hashempour-Baltrok i sar., 2016).

Suncokret je jedna od najvažnijih uljarica kako u svetu tako i kod nas, a njegovo jestivo ulje je po nutritivnom kvalitetu uvršteno među najbolja biljna ulja (Škorić i sar., 2008). Odlikuje ga bogat sadržaj NMK, pri čemu dominiraju linolna i oleinska kiselina (Škorić i sar., 2008). Iako se suncokretovo ulje u velikoj meri koristi na našem podneblju, prijatnog je ukusa, velika mana ovog ulja je nizak sadržaj ω 3 MK. Jedna od mogućnosti unapređenja suncokretovog ulja po ovom pitanju jeste mešanje sa drugim biljnim uljem koje sadrži veće količine ω 3 MK. Laneno ulje smatra se jednim od najkorisnijih prirodnih ulja, a pored ishrane, ovo ulje koristi se i u lekovite svrhe. Iako se na teritoriji Republike Srbije lan gaji na malim površinama, laneno ulje karakteriše visok sadržaj α -linolenske kiseline, odnosno ω 3 MK, a pored toga sadrži linolnu kiselinu, fenole, polisaharide, alkaloidne, vitamine (A, B, C, E), selen i dr. (Matsumoto i sar., 2002). Pored toga, konzumiranje lanenog ulja dovodi do poboljšanja kvaliteta kose, noktiju i kože, regulacije telesne mase, snižavanja holesterola i krvnog pritiska, a doprinosi i sprečavanju pojave artritisa i kancera (Popović i sar., 2017).

U cilju poboljšanja kvaliteta suncokretovog rafinisanog ulja, u ovom radu je ispitan nutritivni kvalitet ulja dobijenih mešanjem rafinisanog suncokretovog ulja sa hladno presovanim lanenim uljem u različitim odnosima. Određen je masnokiselinski sastav, a u skladu sa tim određeni su i sadržaji ZMK, MNMK, PNMK, PNMK/ZMK, ω 6/ ω 3, nutritivni indeksi, te je na osnovu ovih parametara procenjen nutritivni kvalitet dobijenih mešanih ulja. Kao kriterijum za poređenje kvaliteta dobijenih ulja, korišćeno je komercijalno ulje *Omegol*, koje karakteriše idealan odnos ω 6/ ω 3 MK.

MATERIJAL I METODE RADA

U radu su korišćeni uzorci mešanih biljnih ulja prema spisku datom u tabeli 1. Za pripremu mešanih biljnih ulja korišćena su komercijano dostupna ulja i to: rafinisano ulje semena suncokreta (S) i hladno presovano ulje semena lana (L). Nakon odmeravanja, ulja su mešana pomoću magnetne mešalice (50-60 Hz) u vremenskom intervalu od dva minuta, a zatim prebačena u PET boce zapremine 0,5 l koje su u potpunosti napunjene uljem (bez praznog prostora), zatvorene originalnim zatvaračem, i čuvana do analiziranja u frižideru na temperaturi 0-4 °C. U cilju poređenja korišćeno je mešano rafinisano biljno ulje *Omegol* (O), kao jedino komercijalno dostupno ulje sa najpovoljnijim odnosom ω_6 i ω_3 MK na našem tržištu, dobijeno mešanjem rafiniranih ulja uljane repice, suncokreta i kukuruznih klica u nepoznatom odnosu po opadajućem redosledu.

Određivanje sastava masnih kiselina

Sastav MK mešanih ulja određen je gasnom hromatografijom - masenom spektrometrijom (GC-MS) u skladu sa standardnom metodom (ISO 12966-1:2014) uz korišćenje gasnog hromatografa GC 7890B (Agilent Technologies, USA) sa masenim spektrometrom kao detektorom MSD5977A (Agilent Technologies, USA) i autosemplerom 7693 (Agilent Technologies, USA). Metilestri MK pripremljeni su standardnom metodom (ISO 12966-2:2017), a u cilju njihovog razdvajanja, korišćena je kapilarna kolona SP-2560 (Supelco, USA) dužine 100 m, unutrašnjeg prečnika od 0,25 mm i debljine sloja stacionarne tečne faze od 0,20 μm .

Tabela 1. Oznake uzoraka mešanih biljnih ulja korišćenih za ispitivanja
Table 1. Sample labels of the blended vegetable oils used for the analysis

Oznaka uzorka Sample label	Maseni odnos mešanih biljnih ulja Mass ratio of blended vegetable oils	
	S (% m/m)	L (% m/m)
0S:100L	0	100
10S:90L	10	90
20S:80L	20	80
30S:70L	30	70
40S:60L	40	60
50S:50L	50	50
60S:40L	60	40
70S:30L	70	30
80S:20L	80	20
90S:10L	90	10
100S:0L	100	0
O	-	-

S – rafinisano ulje suncokreta, L – hladno presovano ulje lana, O – mešano rafinisano biljno ulje *Omegol* proizvedeno mešanjem rafiniranih ulja uljane repice, suncokreta i kukuruznih klica u nepoznatom odnosu po opadajućem redosledu, kao jedino komercijalno dostupno ulje sa povoljnim odnosom ω_6/ω_3 na domaćem tržištu.
S – refined sunflower oil; F – cold pressed flaxseed oil; O – blended refined vegetable oil *Omegol* produced by mixing refined oils of rapeseed, sunflower and corn germ in an unknown order in descending order as the only commercially available oil with ω_6/ω_3 ratio on the domestic market.

Za izvođenje GC-MS analize korišćena je zapremina od 1 μl , pri čemu je odnos razdeljivanja iznosio 1:40. Helijum je korišćen kao gas nosač pri protoku od 0,58 $\text{cm}^3 \text{min}^{-1}$. Maseni spektri snimani su SCAN tehnikom u intervalu m/z 40-400 a.m.u. Temperatura masenog spektrometra iznosila je 180 °C, a temperatura injektora 230 °C. Analize su izvedene

po definisanom temperaturnom programu: početna temperatura kolone iznosila je 100 °C (5 min), a porast temperature izveden je brzinom od 6°Cmin⁻¹ do krajnje temperature od 240 °C (20 min). Kvantitativno određivanje izvedeno je primenom metode 100 %, a kvalitativno na osnovu retencionih vremena i masenih spektra. Za definisanje retencionih vremena

korišćena je standardna referentna smeša 37 metil estara masnih kiselina, 37 FAMES Mix (Supelco, Bellefonte, PA). Sadržaj ZMK, MNMK, PNMK, kao i sadržaj $\omega 3$ i $\omega 6$ MK određen je računski, sabiranjem određenih masenih udela.

Izračunavanje nutritivnih indeksa

Nutritivni indeksi na osnovu kojih je procenjen nutritivni kvalitet analiziranih ulja određeni su na osnovu masnokiselinskog sastava, odnosno sadržaja pojedinih MK. Proračun za aterogeni indeks (AI) i trombogeni indeks (TI) razvili su Ulbricht i Southgate (1991), dok su hipoholesterolski/hiperholesterolski indeks (HH) predložili Santos-Silva i sar. (2002). Ovi indeksi su računati na osnovu sledećih formula:

$$AI = (C_{12:0} + 4 \times C_{14:0} + C_{16:0}) / (\Sigma MNMK + \Sigma \omega 6 + \Sigma \omega 3) \quad (1)$$

$$TI = (C_{14:0} + C_{16:0} + C_{18:0}) / (0,5 \times \Sigma MNMK + 0,5 \times \Sigma \omega 6 + 3 \times \Sigma \omega 3) \quad (2)$$

$$HH = (C_{18:1Cis39} + C_{18:2\omega 6} + C_{20:4\omega 6} + C_{18:3\omega 3} + C_{20:5\omega 3} + C_{22:5\omega 3} + C_{22:6\omega 3}) / (C_{14:0} + C_{16:0}) \quad (3)$$

REZULTATI I DISKUSIJA

Dobijeni masnokiselinski sastav analiziranih ulja prikazan je u tabeli 2. Sagledavanjem dobijenih rezultata iz tabele 2 može se videti da u hladno presovanom ulju semena lana dominira α -linolenska kiselina, odnosno $\omega 3$ MK sa sadržajem od 54,84 % m/m, dok u rafinisanom ulju suncokreta dominira linolna ($\omega 6$) sa 59,71 % m/m. Pored dominantnih $\omega 3$ i $\omega 6$ najzastupljenije MK u analiziranim uzorcima mešanih ulja su i oleinska (17,02-30,25 % m/m), a palmitinska (4,99-6,08 % m/m) i stearinska kiselina (2,76-4,28 % m/m) su zastupljene u nešto nižoj meri, i njihov ukupni sastav čini 99 % m/m svih prisutnih MK. Behenska kiselina (C 22:0) zastupljena je sa niskim masenim udelom do 0,6 % m/m, dok su palmitooleinska (C 16:1), γ -linolenska (C 18:3, n6), arahinska (C 20:0), eikosenska (C 20:1) i lignocerin-ska kiselina (C 24:0) detektovane u tragovima.

Povećavanje udela hladno presovanog ulja lana rezultiralo je značajnim povećanjem sadržaja α -li-

nolenske kiseline, dok se sadržaj oleinske i linolne kiseline u velikoj meri smanjio. Kod mešanog uzorka u kojem su podjednako prisutne obe vrste ulja (50S:50L), utvrđeno je da se sadržaj oleinske kiseline smanjio za 6 % m/m, linolne kiseline za 19 % m/m, a sadržaj α -linolenske kiseline se povećao za 26 % m/m u odnosu na čisto rafinirano ulje suncokreta. Što se tiče sastava *Omegola*, ovo ulje odlikuje se višim sadržajem oleinske kiseline (64,21 % m/m), pri čemu je sadržaj linolne i α -linolenske kiseline kod ovog ulja niži u odnosu na većinu ispitivanih uzoraka.

Ukupni sadržaji ZMK, MNMK i PNMK, $\omega 3$ i $\omega 6$ MK, kao i izračunati nutritivni indeksi za analizirana ulja u ovom radu sumirani su u tabeli 3. U sastavu ispitivanih mešanih biljnih ulja preovladavaju NMK, i to PNMK, dok su ZMK prisutne u manjim količinama. Najniži sadržaj ZMK (6,41 % m/m) utvrđen je u uzorku mešanog rafiniranog biljnog ulja O, i ovaj tip ulja karakteriše najpogodniji sastav ove grupe MK sa zdravstvenog aspekta. Dodatak lanenog ulja nema većeg uticaja na sadržaj ZMK. Prilikom mešanja utvrđeno je da se sadržaj ZMK menjao u granicama od 9,74-10,42 % m/m, a najviši sadržaj potvrđen je za mešano ulje 60S:40L i iznosi 10,42 % m/m. Sa druge strane, mešanjem dolazi do značajnog smanjenja MNMK sa 30,44 % m/m na 17,15 % m/m, i povećanja PNMK od 59,78 % m/m do 73,15 % m/m.

Nizak odnos PNMK/ZMK u ishrani (<0,45) predstavlja faktor rizika za povećanje nivoa holesterola u krvi (Department of Health and Social Security, 1984). Svi uzorci analiziranih mešanih ulja odlikuju se relativno visokim vrednostima ovog odnosa (6,07-7,54), a najniža vrednost dobijena je kod uzorka O (4,44). Dodatak lanenog ulja rezultira povećanjem PNMK/ZMK odnosa. Dobijeni rezultati pokazuju da ulja dobijena mešanjem imaju izbalansirani sastav ovih MK.

Što se tiče sadržaja $\omega 3$ MK, iz rezultata se može videti da suncokretovo ulje sadrži ovu kiselinu gotovo u tragovima, tako da ova kiselina u mešanim uljima potiče isključivo od lanenog ulja. $\omega 6$ MK najvećim delom potiču iz rafiniranog ulja semena suncokreta, tako da veći sadržaj ovog ulja u mešavinama obezbeđuje i veći sadržaj ovih kiselina.

Tabela 2. Masnokiselinski sastav ispitivanih mešanih biljnih ulja
Table 2. Fatty acid composition of the analysed blended vegetable oils

Oznaka uzorka Sample label	Masna kiselina / Fatty acid (% m/m)											
	C 14:0	C 16:0	C 16:1	C 18:0	C 18:1c	C 18:2c	C 18:3n6	C 18:3n3	C 20:0	C 20:1	C 22:0	C 24:0
0S:100L	nd	4,99	0,04	4,28	17,02	18,17	0,14	54,84	0,12	0,09	0,15	0,16
10S:90L	nd	5,18	0,06	4,11	18,55	23,56	0,12	47,88	0,12	0,09	0,18	0,14
20S:80L	nd	5,27	0,06	4,00	19,38	26,54	0,11	44,09	0,13	0,09	0,21	0,13
30S:70L	nd	5,28	0,05	3,83	21,17	32,04	0,09	36,93	0,14	0,09	0,27	0,11
40S:60L	nd	5,46	0,06	3,64	22,37	36,02	0,08	31,69	0,15	0,10	0,30	0,13
50S:50L	nd	5,56	0,06	3,61	23,82	40,13	nd	26,02	0,17	0,10	0,37	0,16
60S:40L	nd	6,00	0,08	3,62	26,13	42,16	nd	21,11	0,18	0,11	0,44	0,17
70S:30L	nd	6,08	0,11	3,40	26,62	48,34	nd	14,48	0,17	0,13	0,47	0,19
80S:20L	nd	5,84	0,07	3,20	27,36	52,99	nd	9,51	0,18	0,10	0,51	0,23
90S:10L	nd	5,84	0,07	2,93	28,57	57,18	nd	4,33	0,18	0,11	0,56	0,22
100S:0L	0,04	5,97	0,08	2,76	30,25	59,71	nd	0,07	0,19	0,11	0,60	0,21
O	nd	3,99	0,11	1,53	64,21	23,70	nd	4,78	0,40	0,79	0,31	0,20

MK – masna kiselina; nd – nije detektovano.
FA – fatty acid; nd – not detectable.

Određivanje odnosa $\omega 6/\omega 3$ MK značajno je sa zdravstvenog aspekta, a pitanje idealnog odnosa problematika je mnogih naučnih radova. Retrospektivo, ovaj odnos evolucijom višestruko je uvećan od 1 do preko 20, što je posledica ishrane koja obiluje crvenim mesom, mlečnim proizvodima, solju, a osiromašene voćem, povrćem, mahunarkama i ribom (Simopoulos, 2016). U cilju prevencije pojedinih bolesti značajni su različiti indeksi. Tako je odnos 4 povezan sa smanjenjem smrtnosti od kardiovaskularnih bolesti, odnos 2-3 značajan je kod pacijenata sa kolorektalnim tumorom i reumatidnim artritisom, a odnos od 5 ima blagotvorno dejstvo kod pacijenata koji boluju od astme (Simopoulos, 2016; Lupette i Benning, 2020). U cilju postizanja izbalansiranog odnosa $\omega 6/\omega 3$ MK u ishrani treba težiti ka nižim odnosima (AFSSA, 2010; Simopoulos, 2010), odnosno smatra se da je raspon vrednosti od 1 do 5 optimalan za ljudsko zdravlje (Lupette i Benning, 2020). Kod analiziranih uzoraka izuzetno visoka vrednost (892,91) karakteristična je za čisto rafinirano suncokretovo ulje, a već minimalnim dodatkom

lanenog ulja dolazi do značajnog smanjenja odnosa (na 13,19). Optimalne vrednosti ovog odnosa (1-5) postignute su dodavanjem 30% do 60% hladno presovanog lanenog ulja. Kod uzorka *Omegol* određen je odnos 4,96, što je blizu maksimalnom preporučenom odnosu, dok je dodatkom 20% lanenog ulja dobijen odnos nešto viši od preporučenog (5,57).

U cilju procene faktora nutritivnog kvaliteta mešanih ulja, izračunati su i nutritivni indeksi uključujući AI, TI i HH. Aterogeni indeks (AI) na osnovu odnosa ZMK i NMK opisuje aterogeni potencijal MK. Konzumiranje hrane sa nižim AI može doprineti smanjenju nivoa ukupnog i LDL holesterola (Yurchenko i sar., 2018). Trombogeni indeks (TI) karakteriše trombogeni potencijal MK, a predstavlja vezu između protrombogenih (C 14:0, C 16:0 i C 18:0) i antitrombogenih MK (MNMK, $\omega 3$ i $\omega 6$ MK) (Ulbricht i Southgate, 1991). U suštini oba indeksa povezana su sa rizikom od kardiovaskularnih bolesti, i moraju biti što niži.

Tabela 3. Sadržaj zasićenih masnih kiselina (ZMK), mononezasićenih masnih kiselina (MNMK), polinezasićenih masnih kiselina (PNMK), ω 3, ω 6, ω 6/ ω 3, uz nutritivne indekse (AI, TI, HH)
Table 3. The content of saturated fatty acids (SFA), monounsaturated fatty acids (MUFA), polyunsaturated fatty acids (PUFA), ω 3, ω 6, ω 6/ ω 3, with nutritional indices (AI, TI, HH)

Oznaka uzorka Sample label	ZMK SFA	MNMK MUFA	PNMK PUFA	PNMK/ ZMK PUFA/SFA	ω 3	ω 6	ω 6/ ω 3	AI	TI	HH
0S:100L	9,70	17,15	73,15	7,54	54,84	18,31	0,33	0,06	0,05	18,03
10S:90L	9,74	18,70	71,57	7,35	47,88	23,68	0,49	0,06	0,06	17,37
20S:80L	9,74	19,53	70,73	7,26	44,09	26,65	0,60	0,06	0,06	17,07
30S:70L	9,63	21,31	69,06	7,17	36,93	32,13	0,87	0,06	0,07	17,09
40S:60L	9,68	22,52	67,80	7,00	31,69	36,10	1,14	0,06	0,07	16,51
50S:50L	9,88	23,97	66,15	6,70	26,02	40,13	1,54	0,06	0,08	16,17
60S:40L	10,42	26,32	63,27	6,07	21,11	42,16	2,00	0,07	0,10	14,90
70S:30L	10,32	26,86	62,82	6,09	14,48	48,34	3,34	0,07	0,12	14,70
80S:20L	9,97	27,54	62,50	6,27	9,51	52,99	5,57	0,06	0,13	15,39
90S:10L	9,73	28,75	61,52	6,32	4,33	57,18	13,19	0,06	0,16	15,43
100S:0L	9,74	30,44	59,78	6,14	0,07	59,71	892,91	0,07	0,19	14,96
O	6,41	65,10	28,48	4,44	4,78	23,70	4,96	0,04	0,09	23,26

U okviru ove studije dobijene vrednosti AI i TI u svim uzorcima ulja daleko su niže od 1. Treba istaći da se promenom sastava MK, koji se javlja kao posledica dodavanja lanenog ulja, vrednosti AI neznatno variraju (0,06-0,07), dok se vrednosti TI smanjuju (0,19-0,05). Najniža vrednost AI dobijena je za uzorak O od 0,04. Uzimajući u obzir odnos hipoholesterolemičnih i hiperholesterolemičnih MK (Santos-Silva i sar., 2002), HH indeks razmatra efekat MK na metabolizam holesterola, a sa nutritivnog stanovišta poželjne su visoke vrednosti ovog indeksa. Obogaćivanjem suncokretovog ulja lanenim uljem dolazi do povećanja HH indeksa u analiziranim uzorcima sa 14,96 na 18,03. Najviša vrednost ovog indeksa iznosila je 23,26 i određena je u uzorku O.

ZAKLJUČAK

Iako se nijedno biljno ulje ne može okarakterisati idealnim po pitanju sastava masnih kiselina, u cilju poboljšanja sastava rafinisanog ulja suncokreta i hladno presovanog ulja semena lana, u radu je ispitana mogućnost mešanja ova dva ulja. Rezultati su pokazali da je u dobijenim mešanim uljima povećan sadržaj esencijalnih masnih kiselina: linolne i α -linolenske, odnosno ω 6 i ω 3 polinezasićenih masnih kiselina, kao i sadržaj oleinske kiseline. Kako je kvalitet ulja definisan i dobrim balansom ω 6/ ω 3

masnih kiselina, pojedina mešana ulja u okviru ovih eksperimenata demonstrirala su izuzetan potencijal po pitanju ovog odnosa, te su se potvrdile kao mogući konkurenti *Omegolu*, jedinom komercijalnom dostupnom mešanom biljnom ulju, koje karakteriše idealan odnos ovih masnih kiselina, a koje je dostupno na našem tržištu.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja na finansijskoj podršci (projekat broj 451-03-9/2021-14/ 200134).

LITERATURA

1. AFFSA (2010). Opinion of the French Food Safety Agency (AFSSA) on the update of French population reference intakes (ANCs) for fatty acids. (<https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2006sa0359.pdf>), pristupljeno: 10.10.2021.
2. Astrup, A., Dyerberg, J., Elwood, P., Hermansen, K., Hu, F. B., Jakobsen, M. U., Kok, F. J., Krauss, R. M., Lecerf, J. M., LeGrand, P., Nestel, P., Risérus, U., Sanders, T., Sinclair, A., Stender, S., Tholstrup, T., Willett, W. C. (2011). The role of reducing intakes of

- saturated fat in the prevention of cardiovascular disease: where does the evidence stand in 2010? *Am. J. Clin. Nutr.*, 93(4): 684-688.
- Department of Health and Social Security (1984). Report on Health and Social Subjects, Diet and Cardiovascular Disease: London: HMSO. (https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/743801/Diet_and_Cardiovascular_Disease__1984_.pdf), pristupljeno: 10.10.2021.
 - Hashempour-Baltork, F., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., Savage, G. P. (2016). Vegetable oil blending: A review of physicochemical, nutritional and health effects. *Trends Food Sci Technol.*, 57 Part A: 52-58.
 - Hu, F. B., Stampfer, M. J., Manson, J. E., Ascherio, A., Colditz, G. A., Speizer, F. E., Hennekens, C. H., Willett, W. C. (1999). Dietary saturated fats and their food sources in relation to the risk of coronary heart disease in women. *Am. J. Clin. Nutr.*, 70(6): 1001-1008.
 - ISO 12966-1 (2014). Animal and vegetable fats and oils - Gas chromatography of fatty acid methyl esters - Part 1: Guidelines on modern gas chromatography of fatty acid methyl esters. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
 - ISO 12966-2 (2017). Animal and vegetable fats and oils - Gas chromatography of fatty acid methyl esters - Part 2: Preparation of methyl esters of fatty acids. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
 - Kaur, N., Chugh, V., Gupta, A. K. (2014). Essential fatty acids as functional components of foods- a review. *J. Food Sci. Technol.*, 51(10): 2289-2303.
 - Lupette, J., Benning, C. (2020). Human health benefits of very-long-chain polyunsaturated fatty acids from microalgae. *Biochimie*, 178: 15-25.
 - Matsumoto, T., Shishido, A., Morita, H., Ito-kawa, H., Takeya, K. (2002). Conformational analysis of cyclolinopeptides A and B. *Tetrahedron*, 58(25): 5135-5140.
 - Metcalf, R. G., James, M. J., Gibson, R. A., Edwards, J. R., Stubberfield, J., Stuklis, R., Roberts-Thomson, K., Young, G. D., Cleland, L. G. (2007). Effects of fish-oil supplementation on myocardial fatty acids in humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, 85(5): 1222-1228.
 - Nettleton, J. A., Brouwer, I. A., Geleijnse, J. M., Hornstra, G. (2017). Saturated fat consumption and risk of coronary heart disease and ischemic stroke: a science update. *Ann. Nutr. Metab.*, 70(1): 26-33.
 - Orsavova, J., Misurcova, L., Ambrozova, J. V., Vicha, R., Mlcek, J. (2015). Fatty acids composition of vegetable oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. *Int. J. Mol. Sci.*, 16(6): 12871-12890.
 - Popović, V., Marjanović-Jeromela, A., Živanović, Lj., Sikora, V., Stojanović, D., Kolarić, Lj., Ikanović, J. (2017). Produktivnost i blagodeti uljanog lana *Linum usitatissimum* L. 58. Savetovanje: Proizvodnja i prerada uljarica, Zbornik radova, Herceg Novi, Crna Gora, str. 95-105.
 - Santos-Silva, J., Bessa, R. J. B., Santos-Silva, F. (2002). Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. Fatty acid composition of meat. *Livest. Prod. Sci.*, 77(2-3): 187-194.
 - Simopoulos, A. P. (2010). The omega-6/omega-3 fatty acid ratio: health implications. *Oilseeds and fats, Crops and Lipids Nutrition – Santé*, 17(5): 267-275.
 - Simopoulos, A. P. (2016). An increase in the omega-6/omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity. *Nutrients*, 8(3): 128-145.
 - Škorić, D., Jocić, S., Sakač, Z., Lečić, N. (2008). Genetic possibilities for altering sunflower oil quality to obtain novel oils. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 86(4): 215-21.
 - Ulbricht, T. L., Southgate, D. A. (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet*, 338(8773): 985-992.
 - Yurchenko, S., Sats, A., Tatar, V., Kaart, T., Mootse, H., Jõudu, I. (2018). Fatty acid profile of milk from Saanen and Swedish Landrace goats. *Food Chem.*, 254: 326-332.