

**PROFIL MASNIH KISELINA I NUTRITIVNI INDEKSI ULJA
ODABRANIH ALTERNATIVNIH BILJNIH VRSTA**

Nada Grahovac^{1*}, Ana Marjanović Jeromela¹, Ana Đurović², Zorica Stojanović²,
Snežana Kravić², Ranko Romanić², Tanja Lužaić²

¹Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju,
Novi Sad, Republika Srbija

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

IZVOD

U radu je određen masnokiselinski sastav različitih biljnih ulja primenom gasne hromatografije uz detekciju plameno-jonizujućim detektorom. Analizirana ulja dobijena su presovanjem semena različitih genotipova susama, nauta, krtičnjaka, lana, bamije, šafranike, bundeve i uljane tikve iz kolekcije alternativnih uljanih vrsta Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, uzgajanih tokom 2021. godine. Na osnovu sastava pojedinačnih masnih kiselina u ispitivanim uzorcima određen je sadržaj zasićenih masnih kiselina (ZMK), nezasićenih masnih kiselina (NZMK), mononezasićenih masnih kiselina (MNMK), polinezasićenih masnih kiselina (PNMK), $\omega 3$, $\omega 6$, $\omega 6/\omega 3$, kao i nutritivni indeksi: AI, TI i HH, na osnovu kojih je procenjen kvalitet biljnih ulja. Ispitivane uzorke karakterisao je relativno nizak sadržaj ZMK i visok sadržaj NZMK. Vrednosti nutritivnih indeksa kretale su se u rasponu: AI 0,06-0,38; TI 0,08-0,75 i HH 2,75-18,91. Za razliku od bamijinog ulja, koje se pokazalo kao biljno ulje najnepoželjnijeg nutritivnog kvaliteta, u pogledu visokog sadržaja ZMK i nepovoljnih vrednosti nutritivnih indeksa, većina ostalih ulja mogu se okarakterisati kao vredni izvori oleinske, linolne i linolenske kiseline, a jedino je ulje lana imalo povoljnu nisku vrednost $\omega 6/\omega 3$ masnih kiselina.

Ključne reči: sastav masnih kiselina, nutritivni indeksi, alternativne biljne vrste.

**FATTY ACID PROFILE AND NUTRITIONAL INDICES OF OILS
OF SELECTED ALTERNATIVE PLANT SPECIES****ABSTRACT**

In this paper, the fatty acid composition of various vegetable oils was determined using gas chromatography with flame-ionizing detection. The analysed oils were obtained by pressing seeds of different genotypes of sesame, chickpeas, caper spurge, flax, okra, saffron, pumpkin and oily gourd from the collection of alternative oil varieties of the Institute of Field and Vegetable Crops Novi Sad grown during 2020. Based on the composition of individual fatty acids in the tested samples, the content of saturated fatty acids (SFA), unsaturated fatty acids (UFA), monounsaturated fatty acids (MUFA), polyunsaturated fatty acids (PUFA), $\omega 3$, $\omega 6$,

* Dr Nada Grahovac, viši naučni saradnik
Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Republika Srbija
Tel. +381 21 489 8321; E-mail: nada.grahovac@ifvcns.ns.ac.rs

$\omega 6/\omega 3$ was determined, as well as nutritional indices: AI, TI and HH, on the basis of which the quality of vegetable oils was assessed. The investigated samples were characterized by relatively low content of SFA and high content of UFA. The values of nutritional indices ranged from AI 0.06-0.38, TI 0.08-0.75 and HH 2.75-18.91. Unlike okra oil, which has proven to be a vegetable oil of the undesirable nutritional quality, in terms of the high content of SFA and unfavorable values of nutritional indices, most other oils can be characterized as valuable sources of oleic, linoleic and linolenic acid, while only flaxseed oil and molehill oil had favorable low values of $\omega 6/\omega 3$ fatty acids.

Key words: fatty acid composition, nutritional indices, alternative plant species.

UVOD

Jestiva biljna ulja predstavljaju jedan od glavnih izvora energije u ljudskoj ishrani. U najvećoj meri koriste se za pripremu hrane u domaćinstvima i prehrambenoj industriji, a u znatno manjoj meri u kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji. Kao neizostavni deo ljudske ishrane, kvalitet jestivih biljnih ulja od primarnog je značaja za ljudsko zdravlje. Savremenom poljoprivrednom proizvodnjom uz selekciju biljaka i razvoj tehnologije prerade, u današnje vreme asortiman biljnih vrsta sa visokim sadržajem ulja je u porastu. Međutim, sastav, a samim tim i kvalitet dobijenih ulja veoma varira među biljnim vrstama. Jestiva biljna ulja karakteriše kompleksan sastav u kojem obiluju masne kiseline, mikroelementi, aktivna jedinjenja i aromatične supstance, a spoj ovih raznovrsnih komponenti daje im jedinstvena fizičko-hemijska i senzorska obeležja (Zhou i sar., 2020).

Masne kiseline su glavni konstituenti jestivih biljnih ulja, pa tako njihov sastav definiše fizičko-hemijske karakteristike, stabilnost i nutritivnu vrednost ulja (Ayyildiz i sar., 2015). U zavisnosti od prisustva dvostruke veze u alifatičnom ugljovodoničnom lancu razlikujemo grupe zasićenih masnih kiselina (ZMK) i nezasićenih masnih kiselina (NZMK), a u okviru NZMK, u zavisnosti od broja prisutnih dvostrukih veza u lancu, izdvajaju se mono- i polinezasićene masne kiseline (MNMK i PNMK). Neophodne količine određenih predstavnika ZMK i NZMK sa jednom dvostrukom vezom mogu se sintetisati u organizmu, dok se masne kiseline koje u svom molekulu imaju dve ili više dvostrukih veza, tzv. esencijalne masne kiseline, moraju unositi u organizam hranom (Zhou i sar., 2020). Najvažniji predstavnici esencijalnih masnih kiselina jesu linolna i linolenska.

Uloga masnih kiselina u organizmu je dvojna. Kao većinske komponente ulja one predstavljaju izvore energije, a pored toga, kao biološke komponente, one imaju ključnu ulogu u ljudskom metabolizmu i prevenciji određenih bolesti kao što su kardiovaskularne bolesti i neurološka oboljenja (Glick i Fischer, 2013; Elagizi i sar., 2018; Lange, 2020; Tomata i sar., 2020; Wu i sar., 2020). Iako su nutritivne preporuke vezane za konzumiranje masti i ulja menjane tokom godina više puta, sadašnje smernice međunarodne zdravstvene organizacije usmerene su ka smanjenju unosa zasićenih i *trans* masti, za koje su dokazani negativni zdravstveni efekti kada je u pitanju povećanje nivoa štetnog holesterola, a samim tim i štetan uticaj na kardiovaskularno zdravlje (Patel i Dewettinck, 2016). Nasuprot tome, u ishrani treba težiti ka povećanju MNMK i PNMK, koje imaju suprotan efekat (FAO, 2010). Iz ovih razloga neophodno je odrediti masnokiselinski sastav jestivih biljnih ulja kako bi se procenio njihov nutritivni kvalitet, koji utiče i na nutritivni kvalitet finalnog proizvoda u koji se to ulje dodaje.

U ovom radu određen je masnokiselinski sastav ulja alternativnih biljnih vrsta primenom gasne hromatografije. U okviru eksperimenata ispitana su ulja susama, nauta, krtičnjaka, lana, bamije, bundeve, uljane tikve i šafranike. Na osnovu dobijenih rezultata određen je sadržaj pojedinih grupa masnih kiselina uključujući: ZMK, NZMK, MNMK, PNMK, ω -3, ω -6, kao i ω 6/ ω 3. Pored toga, na osnovu masnokiselinskog sastava određeni su i nutritivni indeksi na osnovu kojih je procenjen kvalitet dobijenih ulja.

MATERIJAL I METODE RADA

Ispitivana semena i priprema uzoraka ulja

Za ispitivanje korišćena su semena različitih genotipova: susama, nauta, krtičnjaka, lana, bamije, šafranike, bundeve i uljane tikve (tabela 1) iz kolekcije alternativnih uljanih vrsta Instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, gajenih u uslovima jednogodišnjeg mikroogleda na teritoriji AP Vojvodine, Republike Srbije tokom 2020. godine. Tokom vegetacije primenjena je standarda agrotehnika. Nakon žetve, seme je osušeno, očišćeno i skladišteno 6 meseci do presovanja. Za presovanje semena svakog ispitivanog genotipa korišćena je hidraulična presa (Sirio, Mikodental 10 tona, cc 400 bara). Do trenutka analize, uzorci ulja čuvani su u frižideru, u mraku na temperaturi +4°C.

Određivanje sastava masnih kiselina

Sastav masnih kiselina određen je gasnom hromatografijom njihovih metilestara, pri čemu je korišćen plameno-jonizujući detektor. Priprema metilestara je izvedena direktno iz ulja, primenom brze modifikovane metode (Vukanović i sar., 1982). U epruvetu sa čepom prvo je dodato 200 μ L ulja, a potom 2,4 mL *n*-heksana i epruveta je mučkana oko 10 s, nakon čega je dodato 0,6 mL 2 mol/dm³ KOH u metanolu i epruveta je mučkana 20 s. Nakon toga, zatvorena epruveta uronjena je u vodeno kupatilo (70°C) 1 min (od momenta ključanja rastvora u epruveti). Potom, epruveta je izvađena uz dodatno mučkanje od 20 s, a zatim je dodato 1,2 mL 1 mol/dm³ HCl u metanolu, epruveta je blago promučkana dok se sadržaj u njoj ne rasloji. Metilestri koji se nalaze u gornjem heksanskom sloju su dekantovani u vialu. Za hromatografsku analizu korišćena je zapremina od 1 μ L, pri čemu je odnos razdeljivanja iznosio 1:70. Za razdvajanje metilestara korišćena je kapilarna kolona Omegawax, dužine 30 m i unutrašnjeg prečnika 0,25 mm. Kao gas nosač korišćen je helijum protoka 1 mL/min.

Kontrola gasnog hromatografa kao i akvizicija podataka izvedena je primenom softvera (Konikrom Plus version 2.3.0.195). Analize su izvedene primenom sledećeg temperatutnog programa: temperatura injektora 250°C, početna temperatura kolone od 150°C održavana je 1 min, uz porast brzinom od 12°C/min do konačne temperature od 250°C, koja je održavana narednih 8 min. Temperatura detektora iznosila je 250°C.

Kvalitativno određivanje je izvedeno na osnovu retencionih vremena, a kvantitativno primenom modifikovane metode, pri čemu je standardni rastvor smeše metilestara korišćen za definisanje retencionih vremena i faktora odziva detektora (response factor).

Proračun nutritivnih indeksa ulja

Na osnovu sastava masnih kiselina, u analiziranim uzorcima izračunati su i nutritivni indeksi: aterogeni indeks (AI), trombogeni indeks (TI) kao i hipoholesterolski/ hiperholesterolski indeks (HH). AI i TI izračunati su na osnovu formula koju su predložili Ulbricht i Southgate

(1991), dok je HH indeks izračunat na osnovu formule koju su predložili Santos-Silva i sar. (2002):

$$AI = \frac{C12:0+4 \times C14:0+C16:0}{\sum MNMK + \sum \omega 6 + \sum \omega 3} \quad (1)$$

$$TI = \frac{C14:0+C16:0+C18:0}{0,5 \times (\sum MNMK + \sum \omega 6) + 3 \times \sum \omega 3 + \frac{\sum \omega 3}{\sum \omega 6}} \quad (2)$$

$$HH = \frac{C18:1cis9+C18:2\omega 6+C20:4\omega 6+C18:3\omega 3+C20:5\omega 3+C22:5\omega 3+C22:6\omega 3}{C14:0+C16:0} \quad (3)$$

Tabela 1. Oznake analiziranih uzoraka ulja
Table 1. Labels of the analysed oil samples

Uzorak ulja Oil sample	Vrsta ulja Type of oil	Naziv semena Name of the seed	Latinski naziv Latin name
1	susamovo ulje	susam Nada	<i>Sesamum indicum</i> L.
2		naut Ornament	
3		naut Balkan	
4	nautovo ulje	naut Karanovo	<i>Cicer arietinum</i> L.
5		naut Debelet	
6	ulje krtičnjaka	krtičnjak Zap	<i>Euphorbia lathyris</i> L.
7	laneno ulje	lan Ajsberg	<i>Linum usitatissimum</i> L.
8	ulje bamije	bamija	<i>Abelmoschus esculentus</i> , <i>Hibiscus esculentus</i> L.
9		šafranika Una	
10		šafranika Sunč	
11	ulje šafranike	šafranika Lana	<i>Carthamus tinctorius</i> L.
12		šafranika Dincer	
13		šafranika Yenice	
14	bundevino ulje	bundeva	<i>Cucurbita pepo convarietas citrullinina</i>
15	ulje uljane tikve	uljana tikva Olinka	<i>Cucurbita pepo var. oleifera</i>
16		uljana tikva Olivija	

REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati masnokiselinskog sastava analiziranih biljnih ulja predstavljani su u tabeli 2. Kao što se iz prikazanih rezultata može videti, u uzorcima biljnih ulja detektovane su ZMK dugog lanca: miristinska, palmitinska, stearinska, arahidna, behenska i lignocerinska. Sadržaji miristinske, arahidne, behenske i lignocerinske kiseline u analiziranim uzorcima su zanemarljivi (do 0,67%), ali treba izdvojiti viši sadržaj stearinske kiseline (do 7,72%), kao i palmitinske kiseline, koji u uzorku bamijinog ulja dostiže vrednost od 25,13%. Ono što daje na značaju ovim jestivim uljima

jesu izuzetno visoki sadržaji oleinske i linolne kiseline, kao i relativno visok sadržaj linolenske kiseline u lanenom ulju.

Tabela 2. Sastav masnih kiselina analiziranih ulja
Table 2. Fatty acid composition of the analysed oils

Uzorak Sample	Masna kiselina/Fatty acid (%)									
	14:0	16:0	18:0	18:1	18:2 n6,c	18:3 n3	20:0	20:1	22:0	24:0
1	nd	7,08	5,69	40,41	45,14	0,42	0,59	0,25	0,25	0,18
2	0,16	7,47	1,78	24,17	60,90	3,24	0,57	0,50	0,55	0,67
3	0,29	10,04	1,59	30,78	52,69	2,64	0,59	0,58	0,48	0,32
4	0,15	7,50	1,61	26,50	59,83	2,79	0,46	0,49	0,37	0,30
5	0,20	7,69	1,54	23,20	62,63	3,09	0,50	0,45	0,40	0,31
6	nd	5,13	2,35	83,50	4,60	2,39	0,13	1,82	0,09	nd
7	0,04	5,17	7,72	26,98	14,10	45,27	0,25	0,19	0,28	nd
8	0,19	25,13	4,30	19,73	47,86	1,94	0,42	0,09	0,35	nd
9	0,10	5,72	4,22	17,56	70,48	0,43	0,59	0,25	0,42	0,23
10	0,11	6,06	3,15	17,15	71,74	0,30	0,54	0,35	0,60	nd
11	0,07	4,73	3,10	19,72	70,87	0,23	0,37	0,24	0,40	0,27
12	0,10	5,64	2,69	17,17	72,75	0,26	0,44	0,23	0,43	0,29
13	nd	6,45	4,54	13,46	73,74	0,16	0,65	0,25	0,50	0,26
14	0,07	9,96	7,33	7,28	74,41	0,18	0,35	0,14	0,16	0,12
15	0,09	10,12	5,93	27,29	55,40	0,15	0,28	0,12	0,15	0,47
16	0,08	9,62	5,29	30,64	53,21	0,12	0,34	0,13	0,13	0,46

nd - nije detektovano

U analiziranom uzorku ulja krtičnjaka (uzorak 6) sadržaj oleinske kiseline bio je iznad 80%, što ukazuje da ova vrsta ulja može parirati i maslinovom ulju, ali problemi koji su vezani za njegovu brzu užeglost kao i gorčinu tek treba da se prevaziđu oplemenjivanjem zbog toga se ne preporučuje za konzumiranje. Visok sadržaj oleinske kiseline u ulju krtičnjaka otvara mogućnost primene ovog ulja, koje može da se koristi za proizvodnju sapuna, deterdženata, kozmetike, lubrikanata, boja, a takođe kao i zamena za dizel gorivo (Pascual-Villalobos i López, 2010). Sadržaj linolne kiseline u uljima kreće se u granicama od 14,10%, koliko je dobijeno u ulju lana (uzorak 7), do 74,41% koliko je sadržalo bundevino ulje (uzorak 14). Sadržaj ove masne kiseline od preko 70% karakterističan je i za ulja šafranike. Linolna i linolenska kiselina predstavljaju prekursori za sintezu ω_6 , odnosno ω_3 masnih kiselina. Ove dve familije PNMK imaju različite metaboličke puteve u organizmu, a u zavisnosti od dominantne PNMK u ishrani zavisice i složene reakcije i procesi koji se odvijaju u organizmu. Dominacija ω_6 masnih kiselina u ishrani doprinosi slabijem imunološkom odgovoru organizma, jačoj zapaljenskoj reakciji, kao i vazokonstrukciji i porastu krvnog pritiska, dok su suprotni efekti u slučaju povećanog unosa ω_3 masnih kiselina (Ristić i Ristić, 2003). U većini analiziranih uzoraka ulja maksimalni sadržaj linolenske kiseline bio je do 3,24%, jedino se uzorak lanenog ulja izdvajao po visokom sadržaju

ove esencijalne masne kiseline od 45,27%, što je i karakteristično za ovu biljnu vrstu (Goyal i sar., 2014).

Na osnovu sadržaja pojedinačnih masnih kiselina izračunati su sadržaji određenih grupa masnih kiselina: ZMK, NZMK, MNMK i PNMK (tabela 3). Pored toga, primenom gore navedenih formula izračunati su i nutritivni indeksi analiziranih ulja (tabela 3).

Tabela 3. Sadržaj određenih grupa masnih kiselina i nutritivni indeksi ispitivanih ulja
Table 3. The content of the certain groups of fatty acids and nutritive indices of the analysed oils

Uzorak Sample	ZMK SFA	NZMK UFA	MNMK MUFA	PNMK PUFA	$\omega 6/\omega 3$	AI	TI	HH
1	13,78	86,22	40,66	45,56	108,25	0,08	0,29	12,14
2	11,20	88,80	24,67	64,14	18,81	0,09	0,18	11,57
3	13,31	86,69	31,36	55,34	19,94	0,13	0,24	8,34
4	10,39	89,61	26,99	62,62	21,42	0,09	0,18	11,64
5	10,64	89,36	23,65	65,72	20,27	0,10	0,18	11,26
6	7,70	92,31	85,32	6,98	1,93	0,06	0,14	17,65
7	13,46	86,54	27,18	59,37	0,31	0,13	0,08	16,59
8	30,39	69,62	19,82	49,80	24,72	0,38	0,75	2,75
9	11,28	88,72	17,81	70,92	162,40	0,07	0,22	15,19
10	10,46	89,54	17,50	72,05	235,99	0,07	0,20	14,46
11	8,94	91,06	19,96	71,10	308,15	0,06	0,17	18,91
12	9,59	90,41	17,40	73,00	283,06	0,07	0,18	15,71
13	12,40	87,60	13,71	73,90	452,36	0,07	0,25	13,55
14	17,99	82,01	7,42	74,60	406,63	0,13	0,42	8,16
15	17,04	82,96	27,41	55,54	374,29	0,13	0,39	8,12
16	15,91	84,09	30,77	53,32	450,89	0,12	0,35	8,66

Ispitivane uzorke ulja karakterisao je relativno nizak sadržaj ZMK i visok sadržaj NZMK, što je i u skladu sa nutritivnim preporukama. Sadržaj ZMK u većini uzoraka kretao se do 17,99%, a najveći sadržaj od 30,39% određen je u uzorku bamije (uzorak broj 9), što je posledica izuzetno visokog sadržaja palmitinske kiseline.

Kao što je i ranije napomenuto, u svrhu procene nutritivnog kvaliteta ulja odnos $\omega 6/\omega 3$ pokazao se kao jedan od presudnih faktora. Iako se u literaturi mogu naći različiti podaci po pitanju ovog odnosa, optimalni odnos koji je usklađen sa nutritivnim potrebama stanovništva na teritoriji Republike Srbije varira u rasponu 4-10 (Lepšanović i Lepšanović, 2000). Na osnovu dobijenih rezultata može se reći da jedino ulje lana, ako se izuzme ulje krtičnjaka koje se ne preporučuje za konzumiranje, ima povoljan nizak odnos $\omega 6/\omega 3$, dok se ovaj odnos kod ostalih ulja kreće do 452,36, koliko je izračunato za ulje šafranike. Poređenja radi treba spomenuti i da je za uzorak komercijalnog suncokretovog ulja, koje se svakodnevno koristi u ishrani, dobijena gotovo dvostruka vrednost ovog odnosa 892,91 (Đurović i sar., 2021).

Aterogeni indeks koristi se za procenu aterogenosti namirnice uzimajući u obzir odnos sume ZMK koje se smatraju pro-aterogenim: laurinske, miristinske i palmitinske kiseline (uz izuzetak

stearinske kiseline) sa jedne strane, i sume NZMK za koje se smatra da imaju anti-aterogeno dejstvo (Chen i Liu, 2020). Konzumacijom namirnica sa nižim AI može se smanjiti nivo ukupnog i LDL-holesterola (Yurchenko i sar., 2018). Kod uzoraka ulja vrednost AI kretala se u granicama 0,06-0,13, samo je kod uzorka bamijinog ulja dobijena visoka vrednost 0,38, usled visokog sadržaja palmitinske kiseline. Kod proračuna trombogenog indeksa uzima se u obzir odnos trombogenih masnih kiselina (laurinska, miristinska i palmitinska) i antitrombogenih masnih kiselina (NZMK). Slično kao i kod AI, u ishrani treba težiti namirnicama sa nižim vrednostima TI. Vrednosti TI za ispitivane uzorke kretale su se u rasponu 0,08-0,42, a bamijino ulje izdvajalo se i ovde sa najvećom vrednošću od 0,75. HH indeks vezan je za metabolizam holesterola, a izračunava se na osnovu odnosa određenih predstavnika NMK i sadržaja miristinske i palmitinske kiseline. Sa nutritivne tačke gledišta sa povećanjem HH vrednosti kvalitet namirnice je bolji. HH indeks za ispitivane uzorke varirao je u granicama 8,12-18,91, a najniža vrednost dobijena je za ulje bamije (2,75).

Iako većina biljnih vrsta, čija su ulja analizirana ne potiče sa naših prostora, približan masnokiselinski sastav za ispitivane vrste ulja dobili su i drugi autori (Berenji, 2007; Jukanti i sar., 2012; Soares i sar., 2012; Bardaa i sar., 2016; Khalid i sar., 2017; Hashempour-Baltork i sar., 2018). Po većini ispitivanih parametara ulje bamije pokazalo se kao ulje najnepovoljnijeg sastava, međutim u novijoj literaturi ističu se i pojedina terapeutska svojstva ovog ulja (Khan i sar., 2021). Bamija se inače kao vrsta povrća često u ishrani koristi kao prilog jelima. Visok sadržaj PNMK u ovom ulju omogućava njegovu upotrebu u farmaceutskoj i hemijskoj industriji (Soares i sar., 2012). Susamovo, bundevino ulje i ulje šafranike dokazala su se kao vredan izvor linolne kiseline, ali je ograničavajući faktor od preporuke u svakodnevnoj ishrani ovih ulja visok odnos ω_6/ω_3 . Slično važi i za ulja nauta i uljane tikve, koja se smatraju i vrednim izvorima oleinske kiseline. Najbolji nutritivni kvalitet dobijen je za laneno ulje koje je imalo nisku vrednost ω_6/ω_3 . Udeo lanenog ulja u ishrani je ograničen usled specifičnog ukusa, ali se može mešati sa drugim uljima kako bi se uravnotežio odnos ω_6 i ω_3 masnih kiselina. Šafranika se koristi kao začinsko bilje, ali se usled obilja bioaktivnih jedinjenja i izbalansiranog odnosa ω_6 i ω_3 masnih kiselina koristi i ulje semena šafranike u ishrani ljudi kao i komponenta smeša za životinje.

ZAKLJUČAK

Jestiva biljna ulja predstavljaju neizostavan deo ljudske ishrane. Brojne studije pokazale su da je sastav masnih kiselina u ishrani, kao osnovnih komponenata ulja, usko povezan sa nastankom brojnih bolesti kao što su kardiovaskularne bolesti i neurološka oboljenja, te je stoga u današnje vreme povećana potreba za konzumiranjem tzv. „zdravih ulja”. Kako je masnokiselinski sastav biljnih ulja, a samim tim i njihov kvalitet, definisan biljnom vrstom korišćenom za njegovu proizvodnju, u okviru ovog rada ispitan je nutritivni kvalitet osam vrsta ulja od različitih alternativnih biljnih vrsta. Usled visokog sadržaja palmitinske kiseline, bamijino ulje imalo je najveći sadržaj ZMK, uz najnepovoljnije vrednosti nutritivnih indeksa. Susamovo, bundevino ulje i ulje šafranike karakteriše visok sadržaj linolne kiseline, a ulja nauta i uljane tikve je pored toga karakterisao i visok sadržaj oleinske kiseline, ali je ograničavajući faktor od preporuke za svakodnevnu upotrebu ovih ulja bio visok odnos ω_6/ω_3 masnih kiselina. Laneno ulje pokazalo se od svih analiziranih ulja da ima najbolji nutritivni kvalitet.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Pokrajinskom sekretarijatu za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost „Potencijal ulja od lanika i šafranike kao funkcionalnog dodatka u hrani za kućne ljubimce” (projekat broj: 142-451-2609/2021-01) kao i Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja na finansijskoj podršci (projekat broj: 451-03-68/2022-14/200134).

LITERATURA

- Ayyildiz, H. F., Topkafa, M., Kara, H., Sherazi, S. T. H. (2015). Evaluation of fatty acid composition, tocopherol profile, and oxidative stability of some fully refined edible oils. *Int. J. Food Prop.*, 18(9): 2064-2076.
- Bardaa, S., Halima, N. B., Aloui, F., Mansour, R. B., Jabeur, H., Bouaziz, M., Sahnoun, Z. (2016). Oil from pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds: evaluation of its functional properties on wound healing in rats. *Lipids Health Dis.*, 15:73.
- Berenji, J. (2007). Hemijska, nutritivna i farmakološka vrednost uljane tikve-golice (*Cucurbita pepo* L.). *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 43(1), 149-159.
- Chen, J., Liu, H. (2020). Nutritional indices for assessing fatty acids: a mini-review. *Int. J. Mol. Sci.*, 21(16): 5695.
- Đurović, A., Kravić, S., Stojanović, Z., Lužaić, T., Romanić, R., Grahovac, N. (2021). Karakterizacija masnokiselinskog sastava mešanih ulja suncokreta i lana sa aspekta faktora nutritivnog kvaliteta (Characterisation of the Fatty Acid Profile of Blended Sunflower and Flaxseed Oil From the Aspect of Nutritional Quality Factors). *Uljarstvo Časopis za Industriju biljnih ulja, masti i proteina (Journal of Edible Oil Industry)*, 52(1): 35-43.
- Elagizi, A., Lavie, C. J., Marshall, K., DiNicolantonio, J. J., O’Keefe, J. H., Milani, R. V. (2018). Omega-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular health: a comprehensive review. *Prog. Cardiovasc. Dis.*, 61(1): 76-85.
- FAO (2010). Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. *FAO Food Nutr Pap.*, 91:1-166.
- Glick, N. R., Fischer, M. H. (2013). The role of essential fatty acids in human health. *J. Evid. Based Complementary Altern. Med.*, 18(4): 268-289.
- Goyal A, Sharma V, Upadhyay N, Gill S, Sihag M. (2014). Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *J. Food Sci Technol.*, 51(9):1633-1653.
- Hashempour-Baltork, F., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., Savage, G. P. (2018). Chemical, rheological and nutritional characteristics of sesame and olive oils blended with linseed oil. *Adv. Pharm. Bull.*, 8(1): 107-113.
- Jukanti, A. K., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L., Chibbar, R. N. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *Br. J. Nutr.*, 108: S11-S26.
- Khalid, N., Khan, R. S., Hussain, M. I., Farooq, M., Ahmad, A., Ahmed, I. (2017). A comprehensive characterisation of safflower oil for its potential applications as a bioactive food ingredient - A review. *Trends Food Sci. Technol.*, 66: 176-186.

- Khan, M. R., Batool, M., Amir, R. M., Shabbir, M. A., Siddique, F., Aadil, R. M., Ameer, K., Din, A., Rakha, A., Riaz, A., Faiz, F. (2021). Ameliorating effects of okra (*Abelmoschus esculentus*) seed oil on hypercholesterolemia. *Food Sci. Technol.*, 41(1): 113-119.
- Lange, K. W. (2020). Omega-3 fatty acids and mental health. *Global Health Journal*, 4(1): 18-30.
- Lepšanović, L., & Lepšanović, Lj. (2000). *Klinička lipidologija*. Beograd, Srbija: Savremena administracija.
- Pascual-Villalobos M. J., López, M. D. (2010). Leaf lipids from *Euphorbia lagascae* Spreng. and *Euphorbia lathyris* L. *Ind. Crops Prod.*, 32(3): 560-565.
- Patel, A. R., Dewettinck, K. (2016). Edible oil structuring: an overview and recent updates. *Food Funct.*, 7(1), 20-29.
- Ristić, V., Ristić, G. (2003). Uloga i značaj polinezasićenih masnih kiselina u ishrani kod prevencije i lečenja ateroskleroze. *Med. Pregl.*, LVI (1-2): 50-53.
- 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.
- Soares, G. S. F., Gomes, V. M., Albuquerque, A. R., Dantas, M. B., Rosenhaim, R., Souza, A. G., Persunh, D. C., Gadelha, C. A. A., Costa, M. J. C., Gadelha, T. S. (2012). Spectroscopic and thermooxidative analysis of organic okra oil and seeds from *Abelmoschus esculentus*. *Sci. World J.*, 2012: 847471.
- Tomata, Y., Larsson, S. C., Hägg, S. (2020). Polyunsaturated fatty acids and risk of Alzheimer's disease: a Mendelian randomization study. *Eur. J. Nutr.*, 59: 1763-1766.
- Ulbricht, T. L., Southgate, D. A. (1991). Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet*, 338(8773): 985-992.
- Vukanović, Lj., A. Timko, P. Zečević (1982). Jedna brza metoda za pripremanje metil estara. Savetovanje tehnologa industrije ulja, Zbornik radova, Beograd, Srbija, str. 314-322.
- Wu, H., Xu, L., Ballantyne, C. M. (2020). Dietary and pharmacological fatty acids and cardiovascular health. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 105(4): 1030-1045.
- 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.*, 2018, 254, 326-332.
- Zhou, Y., Zhao, W., Lai, Y., Zhang, B., Zhang, D. (2020). Edible plant oil: global status, health issues, and perspectives. *Front. Plant Sci.*, 11: 1315.