

USPOREDBA HRANIDBENE VRIJEDNOSTI ULJA ULJARICA NAJČEŠĆE KORIŠTENIH U EUROPI

COMPARISON OF NUTRITIONAL VALUE OF OIL FROM OIL PLANTS MOST FREQUENTLY USED IN EUROPE

Eva Straková, Vlasta Šerman, P. Suchý, Nora Mas, J. Staňa, V. Večerek

Izvorni znanstveni članak
Priljeno: 2. valjače 2009.

SAŽETAK

Istražena je hranidbena vrijednost u Europi najviše korištenih biljnih ulja 5 vrsta uljarica: uljane repice (*Brassica napus L.*), običnog suncokreta (*Helianthus annuus L.*), vrtnog maka (*Papaver somniferum L.*), običnog lana (*Linum usitatissimum L.*) i soje (*Soja hispida Moench*) te njihovih najznačajnijih sorti. Rezultati istraživanja pokazali su da se je u repicinom ulju kod svih sorti odnos $\omega 3$ FA : $\omega 6$ FA kretao u poželjnom rasponu (1:5). Suncokretovo ulje sadržavalo je prije svega $\omega 6$ masne kiseline (FA), osobito linolnu i njezin izomer linol-elaidinsku kiselinu (C 18:2n6c + C 18:2n6t) dok je sadržaj $\omega 3$ masnih kiselina (α linolenska C 18:3n3) bio nizak. Laneno ulje predivih sorti lana sadržavalo je veću količinu $\omega 3$ FA (α linolenska) i manju $\omega 6$ FA (linolna/linol-elaidinska) pa je odnos $\omega 3$ FA : $\omega 6$ FA (1 : 0,3) bio idealan. Ove pozitivne dijetetske osobine nisu imala ulja ostalih sorti lana, osobito sorte Jantar, Amon i Lola. Makovo ulje, koje se zbog ugodnog okusa koristi prije svega u prehrambenoj industriji s nutritivnog gledišta predstavljalo je izvor $\omega 6$ FA (linolne/linol-elaidinske kiseline) te slično kao i suncokretovo ulje imalo nepovoljan odnos $\omega 3$ FA i $\omega 6$ FA. Rezultati istraživanja pokazali su da se sojino ulje može s dijetetskog gledišta ocijeniti kao kvalitetno ulje za prehranu ljudi i životinja. Sadrži dovoljnu količinu $\omega 6$ (linolna kiselina i njezin izomer linol-elaidinska kiselina C 18:2n6c + C 18:2n6t) i $\omega 3$ masnih kiselina (α linolenska C 18:3n3) koje su u optimalnom odnosu.

Ključne riječi: Biljna ulja, masne kiseline, repica, suncokret, mak, lan, soja

UVOD

Uljarice su sposobne u sjemenkama, plodovima i eventualno drugim svojim dijelovima stvarati i sakupljati masti u količini dostatnoj za njihovu rentabilnu industrijsku preradu. U posljednjih nekoliko godina

Prof. dr. sc. Eva Strakova, Prof. dr. sc. Pavel Suchý, Prof. dr. sc. Vladimír Večerek, Fakultet za veterinarsku higijenu i ekologiju, Veterinarsko i farmaceutsko sveučilište Brno, Češka republika; Prof. dr. sc. Vlasta Šerman, Prof. dr. sc. Nora Mas, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska; RNDr. Jaroslav Staňa, Centralni kontrolni i istraživački poljoprivredni institut, ČR.

uočava se povećana proizvodnja uljarica, a ta je činjenica u skladu s povećanjem potrebe za uljnim proizvodima vezanim uz porast proizvodnje i potrošnje biogoriva.

Povećane potrebe za uljima značajan su stabilizacijski čimbenik u EU. Od kultiviranih biljaka koje se uzgajaju u Europi radi dobivanja ulja najznačajnijim vrstama smatraju se europska maslina (*Olea europaea* L.), uljana repica (*Brassica napus* L.), obični suncokret (*Helianthus annuus* L.), vrtni mak (*Papaver somniferum* L.), obični lan (*Linum usitatissimum* L.) i soja (*Soja hispida* Moench.). U industriji stočne hrane najviše se koriste sojino, repičino i suncokretovo ulje a predmet istraživačkog interesa postalo je i ulje lana. Veliki značaj uljarica predstavlja i činjenica da nakon dobivanja ulja zaostaju pogače i sačme, koje se kao bjelančevinasti dodatak koriste u krmnim smjesama i obrocima za hranidbu životinja. S gledišta nutritivne vrijednosti ulja poznato je da je uz količinu masnih kiselina bitan i njihov međusobni odnos.

Zasićene masne kiseline izvori su energije, međutim, velike količine zastupljene u namirnicama i krmivima negativno utječu na procese probave i resorpciju, a poremećaji u intermedijarnom metabolizmu povećavaju kolesterol u serumu (Grundy, 1997). Nezasićene masne kiseline esencijalne su tvari i za čovjeka i za životinje (Goyens i sur., 2006). Predstavljaju prije svega funkcionalne hranidbene tvari, premda se mogu koristiti i kao energetska komponenta obroka.

S dijetetskog gledišta, najvažnije esencijalne masne kiseline su linolna LA (C18:2 ω -6) i α -linolenska ALA (C18:3 ω -3) masna kiselina. Iz njih se u organizmu, u okviru intermedijarnog metabolizma mogu sintetizirati i neke polunezasićene masne kiseline, a iz njih pak druge visoko djelotvorne tvari, prije svega iz skupine eikosanoida (Youdim et al. 2000). Kao optimalan odnos ω 3 FA : ω 6 FA u obroku preporučuje se odnos 1:5 (1:4), kako navode npr. Okuyama i sur. (1997), Simopoulos (1999), Hunter i sur. (2000), Davis i Kris-Etherton (2003). Postoje i mišljenja da ovaj odnos treba biti 1:1, posebice s terapeutske gledišta.

Osnovnom esencijalnom masnom kiselinom može se smatrati linolna kiselina LA (C18:2 ω -6) koja je važna za cjelokupan rast i razvoj organizma, reprodukciju i imunitet. Manjak, ali i višak linolne kiseline u hrani remete zdravlje i produktivnost životinja (Hunter

i sur., 2000). Kod čovjeka se manjak povezuje s pojavom bolesti srca i krvožilnog sustava. Masne kiseline omega 3 iz ribljeg ulja (ulje iz jetre bakalara) poboljšavaju koncentraciju i pamćenje djece pri učenju a slična poboljšanja zapažena su i kod pasa (štenadi). Svaka masna kiselina ima specifične osobine (Reichert, 2002). Linolenska kiselina je polunezasićena kiselina koja snižava razinu kolesterola, α -linolenska kiselina utječe na zdravstveno stanje srca, γ -linolenska kiselina koristi se za liječenje atopijskog egzema. Zbog toga je niz esencijalnih FA označen kao funkcionalna hrana (De Deckere i Verschuren, 2000).

U hranidbi životinja povoljnim sastavom dijetalnih masti u krmivima može se pozitivno utjecati i na kakvoću životinjskih proizvoda (meso, jaja) i tako povećati nutritivnu vrijednost hranidivih tvari (Zelenka i sur. (2006). Zbog velike količine ω 3 PUFA laneno ulje smatra se vrlo pogodnim uljem u hranidbi životinja. Kako navode Polez-Ferreri sur. (2001) ili Crespo i Estere-Garcia (2001), dodavanje lanenog ulja u hranu značajno je utjecalo na sadržaj ω 3 PUFA u životinjskim tkivima.

Rezultati navedenih istraživanja potakli su nas da analiziramo sastav najviše korištenih biljnih ulja i procijenimo njihovu dijetetsku vrijednost u hranidbi životinja. Dodavanjem dijetetski vrijednih uljarica u obrok poboljšava se kakvoća životinjskih proizvoda, posebice onih namijenjenih za prehranu ljudi.

MATERIJAL I METODE

U istraživanju smo analizirali i usporedili dijetetsku i nutritivnu vrijednost ulja različitih uljarica, napose onih uzgojenih i korištenih u zemljama EU. Uzorke je isporučio Centralni kontrolni istraživački poljoprivredni institut (ČR) iz svojih ustanova za testiranje. Od uljarica analizirane su sorte: uljna repica - zimsko (*Brassica napus*), obični suncokret (*Helianthus annuus*), vrtni mak (*Papaver somniferum*), obični lan (*Linum usitatissimum*) i soja (*Soja hispida*)

Od uljne repice analizirano je 26 sorti (Artus, Laser, Aviso, Extra, Lisek, Baros, Executi, Vectra, Banjo, Dubai, Oponent, Navajo, Jesper, Catonic, Liprima, Viking, Baldur, Slogan, Smart, Californium, Caracas, Labrador, Manito, Winner, Siska, Digger),

od suncokreta 24 sorte (Orasole, Heliaroc, Labud, Pomar RM, Parma, Belem M, Allium, NK Brio, Alexandra, Jolly, Alisson, PRG3A82, Barolo RM, Oxana, Kongo, Gen 2000, ES Balla, ES Lolita, Opera, Melody, Telila, PR 64H61, PR 64A63 i Pegasol), vrtnog maka 3 sorte (Gerlach, Opál, Sokol), običnog lana 7 predivih sorti (Jordán, Bonet, Jitka, Tábor, Marylin, Venca, Agáta) i 5 uljnih sorti (Flanders, Jantar, Amon, Lola, Biltstar) te 7 sorti soje (Rita, Tundra, Moravia, Suito, Korada, Bohemia, Vision).

Sadržaj masti utvrđen je pomoću uređaja ANKORA XT 10 uz korištenje filtracijskih vrećica za ekstrakciju masti na bazi petrol etera. Masne kiseline određene su plinskom kromatografijom pomoću analizatora GAS CHROMATOGRAPH GC – 2010 (tvrka Shimadzu). Rezultati istraživanja podvrgnuti su statističkoj obradi (Unistat program) a određene

su aritmetička sredina (\bar{x}), standardna devijacija (sd) i pogreška aritmetičke sredine (sx). Razlike između prosječnih vrijednosti vrednovane su upotrebom Studentovog t-testa i značajnosti razlika $P \leq 0,05$.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati analiza repičinog ulja (raspon i prosjek svih masnih kiselina/FA) navedeni su na tablici 1, raspon i prosjek najzastupljenijih masnih kiselina na tablici 1a, a sadržaj zasićenih i nezasićenih masnih kiselina i njihov međusobni odnos na tablici 1b. U repičinom ulju analizirano je 37 masnih kiselina, navedena je njihova minimalna i maksimalna količina te aritmetička sredina i standardna devijacija. Navedena je i suma masnih kiselina u 100 g repičinog ulja i grami ulja na 1000 g repice (tablica 1).

Tablica 1. Masne kiseline u analiziranim sortama repičinog ulja

Table 1. Fatty acids in analysed varieties of rapeseed oil

Repica	g FA/100 g ulja	max	min	x	sn	sx
Maslačna (butanska)	C4:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Kaprnska (heksanska)	C6:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Kaprylna (oktanska)	C8:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Kaprinska (dekadska)	C10:0	0,015	0,008	0,011	0,002	0,000
Undekanova	C11:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Laurinska (dodekadska)	C12:0	0,011	0,008	0,009	0,001	0,000
Tridekadska	C13:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Miristinska (tetradekadska)	C14:0	0,069	0,050	0,057	0,005	0,001
Miristoleinska omega - 5	C14:1 C ₁₄ H ₂₆ O ₂	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pentadekadska	C15:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cis-10-pentadekadska	C15:1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Palmitinska (heksadekadska)	C16:0	4,996	3,803	4,333	0,313	0,061
Palmitoleinska omega-7	C16:1 C ₁₆ H ₃₀ O ₂	0,271	0,162	0,205	0,026	0,005
Heptadekadska	C17:0	0,055	0,039	0,047	0,004	0,001
Cis-10-heptadekadska	C17:1	0,080	0,048	0,061	0,008	0,002
Stearinska (oktadekadska)	C18:0	1,994	1,305	1,644	0,174	0,034
Oleinska/alaidinska omega - 9	C18:1n9t+C18:1n9c cis- Δ^9 C18:1 C ₁₈ H ₃₄ O ₂	68,593	55,658	63,462	2,956	0,580
Linolna/linol-elaidinska omega - 6	C18:2n6c+C18:2n6t C18:2 C ₁₈ H ₃₂ O ₂	22,343	14,395	17,511	1,815	0,356

Nastavak tablice na sljedećoj stranici

Nastavak tablice s prethodne stranice

Repica	g FA/100 g ulja	max	min	x	sn	sx
γ-linolenska	C18:3n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
α-linolenska omega - 3	C18:3n3 C ₁₈ H ₃₀ O ₂	8,924	5,775	6,939	0,687	0,135
Arahidonska (eikosanoidna)	C20:0	0,628	0,438	0,536	0,054	0,011
Cis-11 eikosanova	C20:1n9	1,129	0,860	1,012	0,065	0,013
Cis-11,14 eikosadienova	C20:2n6	0,099	0,046	0,066	0,014	0,003
Cis-8,11,14 eikosatrienova	C20:3n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Arahidonska	C20:4n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cis-11,14,17 eikosatrienoična	C20:3n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
cis-5,8,11,14,17 eikosapentaenoična	C20:5n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Heneikosanova	C21:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Behenijska (dokosanoidna)	C22:0	0,349	0,214	0,279	0,031	0,006
Euruka	C22:1n9	0,060	0,010	0,018	0,010	0,002
Cis-13,16-dokosadienova	C22:2n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Trikosanova	C23:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Lignocerova	C24:0	0,153	0,102	0,124	0,014	0,003
Cis-4,7,10,13,16,19 dokosahexaenova	C22:6n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Nervonova	C24:1	0,117	0,076	0,094	0,009	0,002
Dokosatetraenova	C22:4n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Dokosapentaenova	C22:5n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Suma FA	g FA/100 g ulja	99,690	88,902	96,407	2,606	0,511
Suma ulja (100 % suhe tvari)	g ulja/1000 g repice	512,700	462,800	488,492	10,656	2,090

Tablica 1a. Raspon i prosjek najzastupljenijih masnih kiselina (FA) u repičinom ulju

Table 1a. Range and mean of most frequent fatty acids (FA) in rapeseed oil

FA g / 100 g ulja	od	do	prosjek
Palmitinska kiselina (C 16:0)	4,996	3,803	4,333
Oleinska/elaidinska kiselina (C 18:1n9t + C 18:1n9c)	68,593	55,658	63,462
Linolna/linol-elaidinska (C 18:1n9t + C 18:1n9c)	22,343	14,395	17,511
α linolenska (C 18:3n3)	8,924	5,775	6,939

Iz tablice 1a može se zaključiti da je od zasićenih masnih kiselina (NaFA) najviše zastupljena palmitinska kiselina (C 16:0), a od nezasićenih (NeFA) monoenskih masnih kiselina (MUFA) oleinska kiselina i njezin izomer elaidinska kiselina (C 18:1n9t + C 18:1n9c). Od polienskih masnih kiselina (PUFA) od skupine ω 6 masnih kiselina najviše zastupljena bila je linolna kiselina i njezin izomer linol-elaidinska kiselina (C 18:2n6c + C 18:2n6t), a od skupine ω 3 masnih kiselina α linolenska (C 18:3n3).

Najznačajniji kriterij dijetetske kakvoće masti predstavlja sadržaj masnih kiselina iz skupine zasićenih (NaFA) i nezasićenih (NeFA) masnih kiselina, i to kod nezasićenih mononezasićene (MUFA) i polinezasićene (PUFA) masne kiseline (tablica 1b). Pažnja dijetetičara usmjerena je prije svega na sadržaj i odnos pojedinačnih ω 3, ω 6 i ω 9 masnih kiselina. Za održavanje dobrog zdravlja ljudi i životinja važno je unositi u organizam ω 3 FA, ali, još je važniji uzajamni odnos ω 3 FA : ω 6 masnih kiselina. Ovaj odnos trebao bi biti 1:5 (10), a za terapijske svrhe čak 1:1.

Tablica 1b. Maksimalni, minimalni i prosječni sadržaj pojedinačnih FA i njihovi uzajamni odnosi u repičinom ulju
Table 1b. Maximum, minimum and average individual FA content and their correlations in rapeseed oil

Repica	max	min	x	sn	sx
NaFA	7,844	6,053	7,040	0,427	0,084
NeFA	92,265	81,428	89,368	2,651	0,520
MUFA	69,969	56,883	64,851	2,991	0,587
PUFA	30,402	20,223	24,517	2,316	0,454
ω 3	8,924	5,775	6,939	0,687	0,135
ω 6	22,426	14,448	17,578	1,822	0,357
ω 9	69,969	56,883	64,851	2,991	0,587
ω 3 : ω 6	1 : 2,9	1 : 2,1	1 : 2,5	0,212	0,042
ω 3 : ω 9	1 : 12,1	1 : 7,1	1 : 9,4	1,106	0,217
ω 6 : ω 9	1 : 4,8	1 : 2,7	1 : 3,7	0,507	0,099
NaFa : NeFA	1 : 14,8	1 : 10,8	1 : 12,7	0,947	0,186
MUFA : PUFA	1 : 0,5	1 : 0,3	1 : 0,4	0,047	0,009

Rezultati analiza suncokreta (*Helianthus annuus*) navedeni su na tablici 2. Analizirane su 24 sorte suncokreta a od 37 analiziranih masnih kiselina (FA) navedene su minimalna i maksimalna količina te

aritmetička sredina, pogreška aritmetičke sredine i standardna devijacija. Navedena je i suma masnih kiselina u 100 g suncokretovog ulja i grami ulja na 1000 g suncokreta.

Tablica 2. Masne kiseline u analiziranim sortama suncokretovog ulja

Table 2. Fatty acids in analysed varieties of sunflower oil

Suncokret	g FA/100 g oleje	max	min	x	sn	sx
Maslačna (butanska)	C4:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Kaprnska (heksanska)	C6:0	0,004	0,000	0,002	0,001	0,000
Kaprylna (oktanska)	C8:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Kaprińska (dekadská)	C10:0	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
Undekadská	C11:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Laurinska (dodekadská)	C12:0	0,003	0,000	0,002	0,001	0,000
Tridekadská	C13:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Miristinska (tetradekadská)	C14:0	0,078	0,040	0,063	0,010	0,002
Miristoleinska omega - 5	C14:1 C ₁₄ H ₂₆ O ₂	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pentadekadská	C15:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cis-10-pentadekadská	C15:1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Palmitinska (heksadekadská)	C16:0	5,457	3,129	4,777	0,602	0,123
Palmitoleinska omega -7	C16:1 C ₁₆ H ₃₀ O ₂	0,139	0,035	0,059	0,019	0,004
Heptadekadská	C17:0	0,085	0,041	0,059	0,011	0,002
Cis-10-heptadekadská	C17:1	0,035	0,018	0,027	0,006	0,001
Stearinska (oktadekadská)	C18:0	4,925	2,227	3,619	0,590	0,120
Oleinska/elaidinska omega - 9	C18:1n9t+C18:1n9c cis- Δ^9 C18:1 C ₁₈ H ₃₄ O ₂	74,213	19,027	28,623	13,965	2,851

Nastavak tablice na sljedećoj stranici

Nastavak tablice s prethodne stranice

Suncokret	g FA/100 g oleje	max	min	x	sn	sx
Linolna linol-elaidinska omega - 6	C18:2n6c+C18:2n6t C18:2 C ₁₈ H ₃₂ O ₂	61,198	11,234	50,455	12,574	2,567
γ-linolenska	C18:3n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
α-linolenska omega -3	C18:3n3 C ₁₈ H ₃₀ O ₂	0,098	0,052	0,078	0,010	0,002
Arahidonska (eikosanoidna)	C20:0	0,339	0,198	0,266	0,038	0,008
Cis-11 eikosanova	C20:1n9	0,231	0,106	0,137	0,027	0,005
Cis-11,14 eikosadienova	C20:2n6	0,036	0,000	0,005	0,011	0,002
Cis-8,11,14 eikosatrienova	C20:3n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Heneikosanova	C21:0	0,016	0,000	0,002	0,004	0,001
Arahidonska	C20:4n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cis-11,14,17 eikosatrienova	C20:3n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cis-5,8,11,14,17 eikosapentaenova	C20:5n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Behenijska	C22:0	0,816	0,528	0,641	0,067	0,014
Euruka	C22:1n9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cis-13,16-dokosadienova	C22:2n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Trikosanova	C23:0	0,060	0,018	0,029	0,008	0,002
Lignocerova	C24:0	0,283	0,152	0,187	0,028	0,006
Cis-4,7,10,13,16,19 dokosahexaenova	C22:6n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Nervonova	C24:1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Dokosatetraenova	C22:4n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Dokosapentaenova	C22:5n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Suma FA	g FA/100 g ulja	92,602	83,477	89,029	2,503	0,511
Suma ulja (100 % suhe tvari)	g ulja/1000 g sjemenki	525,2	401,7	486,89	28,207	5,758

Na tablici 2a prikazan je raspon i prosjek najzastupljenijih masnih kiselina u suncokretovom ulju a na tablici 2b maksimalni, minimalni i prosječni sadržaj pojedinačnih FA i njihovi uzajamni odnosi. Iz dobivenih rezultata može se uočiti da je u suncokretovom ulju od zasićenih masnih kiselina (NaFA) najviše zastupljena palmitinska kiselina (C 16:0), od nezasićenih (NeFA) monoenskih masnih kiselina (MUFA) ole-

inska kiselina i njezin izomer elaidinska kiselina (C 18:1n9t + C18:1n9c).

Od polienskih masnih kiselina (PUFA) u suncokretovom je ulju od skupine ω 6 masnih kiselina najviše zastupljena linolna kiselina i njezin izomer linol-elaidinska kiselina (C 18:2n6c + C 18:2n6t), a od skupine ω 3 masnih kiselina α linolenska (C 18:3n3). Navedena je i suma masnih kiselina u 100 g suncokretovog ulja i grami ulja na 1000 g suncokreta.

Tablica 2a. Raspon i prosjek najzastupljenijih masnih kiselina u suncokretovom ulju

Table 2a. Range and mean of most frequent fatty acids in sunflower oil

FA g / 100 g ulja	Od	Do	Prosjek
Palmitinska kiselina(C 16:0)	5,457 g	3,126 g	4,777 g
Oleinska/elaidinska kiselina(C 18:1n9t + C 18:1n9c)	74,213 g	19,027 g	28,623 g
Linolna/linol-elaidinska (C 18:1n9t + C 18:1n9c)	61,198 g	11,234 g	50,455 g
α linolenska (C 18:3n3)	0,098 g	0,052 g	0,078 g

Iako su navedene FA u suncokretovom ulju zastupljene slično kao i u repičinom, suncokretovo se ulje znatno razlikuje od repičinog ulja. Ova različitost proizlazi prije svega iz sadržaja NeFA koje pokazuju znatnu varijabilnost među sortama (kod oleinske/elaidinske kiseline i linolne/linol-elaidinske kiseline). Zastupljenost skupine ω 3 masnih kiselina (α linolenska - C 18:3n3) u suncokretovom ulju gotovo je zanemarljiva. Kod dviju sorti (Orasole i PR 64H61) sadržaj oleinske/elaidinske kiseline bio je iznad 70

g/100 g ulja, dok se je kod ostale 22 sorte kretao u rasponu od 20 do 30 g/100 g ulja. Sadržaj linolne/linol-elaidinske bio je između 11 i 12 g/100 g ulja, a kod ostale 22 sorte između 45 i 62 g/100 g ulja. Različiti sadržaj pojedinačnih FA u suncokretovom ulju nepovoljno je utjecao i na njihove uzajamne odnose, što se uočava na tablici 2b.

Rezultati analiza ulja lana (*Linum usitatissimum*) navedeni su na tablicama 3 a (7 sorti predivog lana) i 3b (5 uljnih sorta lana).

Tablica 2b. Maksimalni, minimalni i prosječni sadržaj pojedinačnih FA i njihovi uzajamni odnosi u suncokretovom ulju

Table 2b. Maximum, minimum and average individual FA content and their correlations in sunflower oil

g FA/100 g ulja	max	min	x	sn	sx
NaFA	11,235	6,679	9,645	0,985	0,201
NeFA	85,923	74,389	79,383	2,651	0,541
MUFA	74,543	19,235	28,845	13,993	2,856
PUFA	61,267	11,286	50,538	12,580	2,568
ω 3	0,098	0,052	0,078	0,010	0,002
ω 6	61,198	11,234	50,460	12,574	2,567
ω 9	74,543	19,235	28,845	13,993	2,856
ω 3 : ω 6	1 : 886,9	1 : 179,6	1 : 642,8	161,708	33,009
ω 3 : ω 9	1 : 1386,4	1 : 245,6	1 : 393,1	278,882	56,926
ω 6 : ω 9	1 : 6,6	1 : 0,3	1 : 0,9	1,7	0,3
NaFA : NeFA	1 : 12,9	1 : 7,2	1 : 8,3	1,203	0,245
MUFA : PUFA	1 : 3,2	1 : 0,2	1 : 2,1	0,705	0,144

Tablica 3 a. Masne kiseline u analiziranim sortama ulja predivog lana

Table 3a. Fatty acids in analysed varieties of linseed oil

Lan – predive sorte	g FA/100 g ulja	max	min	x	sn	sx
Maslačna (butanska)	C4:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Kaprnska (heksanska)	C6:0	0,006	0,003	0,005	0,001	0,000
Kaprylna (oktanska)	C8:0	0,004	0,002	0,003	0,001	0,000
Kaprnska (dekadaska)	C10:0	0,052	0,008	0,024	0,017	0,006
Undekanova	C11:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Laurinska (dodekadaska)	C12:0	0,009	0,005	0,006	0,001	0,001
Tridekadaska	C13:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Miristinska (tetradekadaska)	C14:0	0,052	0,040	0,046	0,004	0,001

Nastavak tablice na sljedećoj stranici

Nastavak tablice s prethodne stranice

Lan – predivne sorte	g FA/100 g ulja	max	min	x	sn	sx
Miristoleinska omega - 5	C14:1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pentadekadska	C15:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cis-10-pentadekadska	C15:1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Palmitinska (heksadekadska)	C16:0	4,739	4,212	4,389	0,194	0,073
Palmitoleinska omega-7	C16:1	0,060	0,031	0,046	0,012	0,004
Heptadekadska	C17:0	0,071	0,053	0,064	0,007	0,003
Cis-10-heptadekadska	C17:1	0,038	0,000	0,030	0,013	0,005
Stearinska (oktadekadska)	C18:0	4,901	2,823	3,746	0,835	0,315
Oleinska/alaidinska omega - 9	C18:1n9t+C18:1n9c	18,751	12,036	16,231	2,374	0,897
Linolna/linol-elaidinska omega - 6	C18:2n6c+C18:2n6t	18,250	13,089	15,249	2,412	0,912
γ-linolenska	C18:3n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
α-linolenska omega - 3	C18:3n3	53,973	44,654	49,467	3,214	1,215
Arahidonska (eikosanoidna)	C20:0	0,232	0,148	0,177	0,030	0,011
Cis-11 eikosanova	C20:1n9	0,177	0,130	0,144	0,017	0,006
Cis-11,14 eikosadienova	C20:2n6	0,099	0,047	0,074	0,017	0,006
Cis-8,11,14 eikosatrienova	C20:3n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Arahidonska	C21:0	0,172	0,030	0,128	0,046	0,018
Cis-11,14,17 eikosatrienoična	C20:4n6	0,184	0,028	0,132	0,052	0,020
cis-5,8,11,14,17 eikosapentaenoična	C20:3n3	0,071	0,037	0,055	0,013	0,005
Heneikosanova	C20:5n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Behenjska (dokosanoidna)	C22:0	0,130	0,076	0,100	0,019	0,007
Euruka	C22:1n9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cis-13,16-dokosadienova	C22:2n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Trikosanova	C23:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Lignocerova	C24:0	0,122	0,075	0,093	0,015	0,006
Cis-4,7,10,13,16,19 dokosahexaenova	C22:6n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Nervonova	C24:1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Dokosatetraenova	C22:4n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Dokosapentaenova	C22:5n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Suma FA	g FA/100 g ulja	96,727	85,602	90,209	3,495	1,321
Suma ulja (100 % suhe tvari)	g ulja/1000 g sjemenki	393,800	369,900	380,943	7,469	2,823

Od analiziranih masnih kiselina (FA) navedene su minimalna i maksimalna količina te aritmetička sredina, pogreška aritmetičke sredine i standardna devijacija. Navedena je i suma masnih kiselina u 100 g ulja i grami ulja na 1000 g sjemenki lana (tablice 3a, 3b).

Iz dobivenih rezultata može se uočiti da je i u predivih i u uljnih sorti lana od zasićenih masnih kiselina (NaFA) najviše zastupljena ne samo palmitinska

kiselina (C 16:0), već i stearinska kiselina (C 18:0), a od nezasićenih (NeFA) monoenskih masnih kiselina (MUFA) oleinska kiselina i njezin izomer elaidinska kiselina (C 18:1n9t + C18:1n9c). Od polienskih masnih kiselina (PUFA) u lanenom ulju bila je od skupine ω 6 masnih kiselina najviše zastupljena linolna i njezin izomer linol-elaidinska kiselina (C 18:2n6c + C 18:2n6t), a od skupine ω 3 masnih kiselina α lino-lenska (C 18:3n3).

Tablica 3 b. Masne kiseline u analiziranim uljnim sortama lana**Table 3b. Fatty acids in analysed oil varieties of flax**

Lan –uljne sorte	g FA/100 g ulja	max	min	x	sn	sx
Maslačna (butanska)	C4:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Kaprnska (heksanska)	C6:0	0,010	0,005	0,007	0,002	0,001
Kaprylna (oktanska)	C8:0	0,006	0,001	0,003	0,002	0,001
Kaprinska (dekadska)	C10:0	0,032	0,005	0,017	0,012	0,005
Undekanova	C11:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Laurinska (dodekadaska)	C12:0	0,007	0,005	0,006	0,001	0,000
Tridekadaska	C13:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Miristinska (tetradekadska)	C14:0	0,066	0,046	0,056	0,008	0,004
Miristoleinska omega - 5	C14:1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pentadekadaska	C15:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cis-10-pentadekadaska	C15:1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Palmitinska (heksadekadaska)	C16:0	6,566	4,545	5,623	0,926	0,414
Palmitoleinska omega -7	C16:1	0,097	0,043	0,066	0,025	0,011
Heptadekadaska	C17:0	0,067	0,055	0,060	0,005	0,002
Cis-10-heptadekadaska	C17:1	0,041	0,027	0,035	0,007	0,003
Stearinska (oktadekadaska)	C18:0	3,757	2,483	3,108	0,453	0,203
Oleinska/elaidinska omega - 9	C18:1n9t+C18:1n9c	15,387	11,987	13,415	1,316	0,588
Linolna/ linol-elaidinska omega - 6	C18:2n6c+C18:2n6t	69,054	14,220	43,592	27,067	12,105
γ-linolenska	C18:3n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
α-linolenska omega -3	C18:3n3	52,112	1,317	21,954	27,365	12,238
Arahidonska (eikosanoidna)	C20:0	0,169	0,094	0,128	0,027	0,012
Cis-11 eikosanova	C20:1n9	0,195	0,121	0,154	0,027	0,012
Cis-11,14 eikosadienova	C20:2n6	0,136	0,072	0,101	0,025	0,011
Cis-8,11,14 eikosatrienova	C20:3n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Heneikosanova	C21:0	0,192	0,000	0,069	0,095	0,043
Arahidonska	C20:4n6	0,220	0,000	0,079	0,110	0,049
Cis-11,14,17 eikosatrienova	C20:3n3	0,054	0,000	0,020	0,028	0,012
Cis-5,8,11,14,17 eikosapentaenova	C20:5n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Behenjska (dokosanoidna)	C22:0	0,138	0,106	0,121	0,012	0,005
Euruka	C22:1n9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cis-13,16-dokosadienova	C22:2n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Trikosanova	C23:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Lignocerova	C24:0	0,113	0,095	0,103	0,007	0,003
Cis-4,7,10,13,16,19 dokosahexaenova	C22:6n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Nervonova	C24:1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Dokosatetraenova	C22:4n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Dokosapentaenova	C22:5n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Suma FA	g FA/100 g ulja	94,466	85,862	88,718	3,401	1,521
Suma ulja (100 % suhe tvari)	g ulja/1000 g sjemenki	462,600	394,900	430,760	26,394	11,804

Na tablici 3ab prikazan je raspon i prosjek najzastupljenijih masnih kiselina u ulju sjemenki predivih, odnosno uljnih sorti (ω), na tablici 3ac maksimalni, minimalni i prosječni sadržaj pojedinačnih FA i njihovi uzajamni odnosi u predivim sortama lana, a na tablici 3bc maksimalni, minimalni i prosječni sadržaj pojedinačnih FA i njihovi uzajamni odnosi u uljnim sortama lana.

Iz tablice 3a. može se uočiti da uljne sorte lana, za razliku od predivih sorti imaju u sebi znatno manje zastupljenu linolnu/linol-elaidinsku kiselinu (C 18:2n6c + C 18:2n6t), a znatno više zastupljenu α linolensku (C 18:3n3) kiselinu. Ovakav obrnuti odnos kod uljnih sorti lana u odnosu na predivne sorte karakterističan je prije svega za uljne sorte Jantar, Amon i Lola.

Tablica 3ab. Raspon i prosjek najzastupljenijih masnih kiselina u ulju predivih, odnosno uljnih (ω) sorti lana
Table 3ab. Range and mean of most frequent fatty acids in linseed oil varieties

FA g / 100 g ulja	Od	Do	Prosjek
Palmitinska kiselina (C 16:0)	4,739 g (6,566 g)	4,212 g (4,545 g)	4,389 g (5,623 g)
Stearinska kiselina (C 18:0)	4,901 g (3,757 g)	2,823 g (2,483 g)	3,746 g (3,108 g)
Oleinska/elaidinska kiselina (C 18:1n9t + C 18:1n9c)	18,751 g (15,387 g)	12,036 g (11,987 g)	16,231 g (13,415 g)
Linolna/linol-elaidinska (C 18:1n9t + C 18:1n9c)	18,250 g (69,054 g)	13,089 g (14,220 g)	15,249 g (43,592 g)
α linolenska (C 18:3n3)	53,937 g (52,112 g)	44,654 g (1,317 g)	49,467 g (21,954 g)

Tablica 3ac. Raspon i prosjek pojedinačnih masnih kiselina i njihovi uzajamni odnosi u ulju predivih sorti lana
Table 3ac. Range and mean of individual fatty acids and their correlations in oil of fiber flax varieties

Lan - predivi	max	min	x	sn	sx
NaFA	10,103	7,634	8,781	0,886	0,335
NeFA	87,060	76,459	81,428	3,151	1,191
MUFA	18,979	12,241	16,451	2,385	0,901
PUFA	69,532	58,134	64,977	3,929	1,485
ω 3	54,041	44,703	49,522	3,222	1,218
ω 6	18,518	13,277	15,455	2,386	0,902
ω 9	18,979	12,241	16,451	2,385	0,901
ω 3 : ω 6	1 : 0,4	1 : 0,3	1 : 0,3	0,052	0,020
ω 3 : ω 9	1 : 0,4	1 : 0,2	1 : 0,3	0,064	0,024
ω 6 : ω 9	1 : 1,4	1 : 0,7	1 : 1,1	0,239	0,090
NaFA : NeFA	1 : 10,6	1 : 8,1	1 : 9,3	0,906	0,343
MUFA : PUFA	1 : 5,6	1 : 3,2	1 : 4,1	0,842	0,318

Kako je već navedeno, postoji znatna razlika kod ulja sjemena predivih u odnosu na uljne sorte lana. Značajna je razlika ($P \leq 0,01$) prije svega u količini ulja u sjemenkama, gdje je kod predivih sorti prosječna vrijednost ulja 380,943 g /kg sjemenki, a kod uljnih sorti 430,760 g /kg sjemenki. U sadržaju pojedinačnih FA prediva i uljne sorte značajno su se razlikovale ($P \leq 0,05$) u količini miristinske,

palmitinske, oleinske/elaidinske, linolne/linol-elaidinske, γ linolenske, α linolenske, cis-11, 14, 17 eikosatrijenske i behenijske. Na različitost u sastavu masnih kiselina lanenog ulja kod sjemenki predivih i uljnih sorti utjecali su i uzajamni odnosi pojedinačnih skupina masnih kiselina (tablice 3b i 3c), što je pak utjecalo na dijetetsku i nutritivnu vrijednost ulja.

Tablica 3bc. Raspon i prosjek pojedinačnih masnih kiselina i njihovi uzajamni odnosi u ulju predivih sorti lana
Table 3bc. Range and mean of individual fatty acids and their correlations in oil of fiber flax varieties

Lan – uljni	max	min	x	sn	sx
NaFA	10,116	8,341	9,301	0,840	0,376
NeFA	84,987	75,800	79,416	3,588	1,605
MUFA	15,674	12,178	13,670	1,348	0,603
PUFA	72,272	60,126	65,746	4,498	2,012
ω 3	52,159	1,317	21,974	27,393	12,251
ω 6	69,170	14,486	43,772	26,978	12,065
ω 9	15,674	12,178	13,670	1,348	0,603
ω 3 : ω 6	1 : 44,7	1 : 0,3	1 : 21,7	21,328	9,538
ω 3 : ω 9	1 : 11,9	1 : 0,2	1 : 5,1	5,261	2,353
ω 6 : ω 9	1 : 0,9	1 : 0,2	1 : 0,5	0,375	0,168
NaFA : NeFA	1 : 9,7	1 : 7,5	1 : 8,6	0,968	0,433
MUFA : PUFA	1 : 5,7	1 : 3,8	1 : 4,9	0,733	0,328

Tablica 3d. Razlike u sadržaju pojedinih skupina FA i njihovi uzajamni odnosi u lanenom ulju
Table 3d. Differences in single FA groups and their correlations in linseed oil

Lan	Predivi		Uljni		Značajnost razlika
	x	sx	x	sx	
NaFA	8,781	0,335	9,301	0,376	nema
NeFA	81,428	1,191	79,416	1,605	nema
MUFA	16,451	0,901	13,670	0,603	$P \leq 0,05$
PUFA	64,977	1,485	65,746	2,012	nema
ω 3	49,522	1,218	21,974	12,251	$P \leq 0,05$
ω 6	15,455	0,902	43,772	12,065	$P \leq 0,05$
ω 9	16,451	0,901	13,670	0,603	$P \leq 0,05$
ω 3 : ω 6	1 : 0,3	1 : 0,02	1 : 21,7	9,538	$P \leq 0,05$
ω 3 : ω 9	1 : 0,3	1 : 0,02	1 : 5,1	2,353	$P \leq 0,05$
ω 6 : ω 9	1 : 1,1	1 : 0,09	1 : 0,5	0,168	$P \leq 0,05$
NaFA : NeFA	1 : 9,3	1 : 0,3	1 : 8,6	0,433	nema
MUFA : PUFA	1 : 4,1	1 : 0,3	1 : 4,9	0,328	nema

Što se tiče kakvoće, ulje predivih sorti lana poželjno je zbog dijetetskih osobina, prije svega visokog sadržaja ω 3 FA. U odnosu na uljne sorte (tablica 3d), ulje predivih sorti lana sadrži značajno više ($P \leq 0,05$) ω 3 FA i ω 9 FA, a značajno manje ($P \leq 0,05$) ω 6 FA. Na ove razlike značajno su ($P \leq 0,05$) utjecali su i uzajamni odnosi ω 3 : ω 6, ω 3 : ω 9 i ω 6 : ω 9 masnih kiselina (tablica 3ac).

Rezultati analiza sjemenki tri najznačajnije sorte vrtnog maka (*Papaver somniferum*) registrirane u ČR (Gerlach, Opál i Sokol) prikazani su na tablici 4

Iz dobivenih rezultata vidljivo je da je u ulju maka od zasićenih masnih kiselina (NaFA) najviše zastupljena palmitinska kiselina (C 16:0), a od nezasićenih (NeFA) monoenskih masnih kiselina (MUFA) oleinska kiselina i njezin izomer elaidinska kiselina (C 18:1n9t + C 18:1n9c. Od polienskih masnih kiselina (PUFA) bila je u ulju maka od skupine ω 6 masnih kiselina najzastupljenija linolna kiselina i njezin izomer linol-elaidinska kiselina (C 18:2n6c + C 18:2n6t) a od skupine ω 3 masnih kiselina α lino-lenska (C 18:3n3).

Tablica 4. Masne kiseline u analiziranim sortama maka

Table 4. Fatty acids in analysed poppy varieties

Mak	g FA/100 g ulja	max	min	x	sn	sx
Maslačna (butanska)	C4:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Kaprnska (heksanska)	C6:0	0,014	0,012	0,013	0,001	0,001
Kaprylna (oktanska)	C8:0	0,013	0,001	0,007	0,006	0,003
Kaprinska (dekadska)	C10:0	0,017	0,008	0,012	0,005	0,003
Undekanova	C11:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Laurinska (dodekadska)	C12:0	0,003	0,002	0,003	0,001	0,000
Tridekadska	C13:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Miristinska (tetradekadska)	C14:0	0,052	0,047	0,050	0,003	0,001
Miristoleinska omega - 5	C14:1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pentadekadska	C15:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cis-10-pentadekadska	C15:1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Palmitinska (heksadekadska)	C16:0	8,470	8,416	8,451	0,030	0,017
Palmitoleinska omega -7	C16:1	0,122	0,120	0,121	0,001	0,001
Heptadekadska	C17:0	0,064	0,052	0,059	0,006	0,004
Cis-10-heptadekadska	C17:1	0,039	0,027	0,034	0,006	0,004
Stearinska (oktadekadska)	C18:0	2,139	1,948	2,027	0,100	0,058
Oleinska/elaidinska omega - 9	C18:1n9t+C18:1n9c	13,517	11,905	12,969	0,922	0,532
Linolna/ linol-elaidinska omega - 6	C18:2n6c+C18:2n6t	74,182	71,070	72,265	1,677	0,968
γ -linolenska	C18:3n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
α -linolenska omega -3	C18:3n3	1,051	0,808	0,932	0,122	0,070
Arahidonska (eikosanoidna)	C20:0	0,107	0,081	0,091	0,014	0,008
Cis-11 eikosanova	C20:1n9	0,092	0,080	0,084	0,007	0,004
Cis-11,14 eikosadienova	C20:2n6	0,039	0,016	0,030	0,012	0,007
Cis-8,11,14 eikosatrienova	C20:3n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Heneikosanova	C21:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Arahidonska	C20:4n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cis-11,14,17 eikosatrienova	C20:3n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Cis-5,8,11,14,17 eikosapentaenova	C20:5n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Behenijska	C22:0	0,021	0,000	0,011	0,011	0,006
Euruka	C22:1n9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cis-13,16-dokosadienova	C22:2n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Trikosanova	C23:0	0,028	0,000	0,009	0,016	0,009
Lignocerova	C24:0	0,083	0,000	0,042	0,042	0,024
Cis-4,7,10,13,16,19 dokosahexaenova	C22:6n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Nervonova	C24:1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Dokosatetraenova	C22:4n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Dokosapentaenova	C22:5n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Suma FA	g FA/100 g ulja	98,132	96,497	97,210	0,837	0,483
Suma ulja (100 % suhe tvari)	g ulja/1000 g sjemenki	507,000	481,500	494,433	12,754	7,363

Tablica 4a. Raspon i prosjek najzastupljenijih masnih kiselina u ulju maka**Table 4a. Range and mean of most frequent fatty acids in poppy seed oil**

FA g / 100 g ulja	Od	Do	Prosjek
Palmitinska kiselina(C 16:0)	8,470 g	8,416 g	8,451 g
Oleinska/elaidinska kiselina(C 18:1n9t + C 18:1n9c)	13,517 g	11,905 g	12,969 g
Linolna/linol-elaidinska (C 18:1n9t + C 18:1n9c)	74,182 g	71,070 g	72,265 g
α linolenska (C 18:3n3)	1,051 g	0,808 g	0,932 g

S ovako općeg gledišta ulje maka opet je slično analiziranim uljima prethodno navedenih uljarica. Masne su se kiseline u analiziranom ulju sjemenki maka kretale u 100 g ulja u rasponu navedenom na tablici 4a.

Iz rezultata se može uočiti da u makovom ulju dominira ω 6 FA linolna kiselina i njezin izomer linol-elaidinska kiselina. U većoj mjeri zastupljena je palmitinska kiselina, a u vrlo maloj količini i α linolenska (ω 3 FA).

Ova neuravnotežena zastupljenost masnih kiselina iz skupine ω 3 FA i ω 6 FA što se tiče dijetetskog gledišta, nepovoljno je utjecala na njihov uzajamni odnos u ulju maka (tablica 4b).

Tablica 4b. Razlike u sadržaju FA i njihovi uzajamni odnosi u ulju maka**Table 4b. Differences in FA content and their correlations in poppy seed oil**

Mak	max	min	x	sn	sx
NaFA	10,959	10,634	10,774	0,167	0,096
NeFA	87,173	85,767	86,436	0,706	0,407
MUFA	13,756	12,144	13,208	0,922	0,532
PUFA	75,029	72,042	73,227	1,586	0,916
ω 3	1,051	0,808	0,932	0,122	0,070
ω 6	74,221	71,105	72,295	1,683	0,972
ω 9	13,756	12,144	13,208	0,922	0,532
ω 3 : ω 6	1 : 91,9	1 : 68,1	1 : 78,6	12,117	6,996
ω 3 : ω 9	1 : 15,0	1 : 13,1	1 : 14,3	1,028	0,594
ω 6 : ω 9	1 : 0,2	1 : 0,2	1 : 0,2	0,017	0,010
NaFA : NeFA	1 : 8,1	1 : 7,9	1 : 8,0	0,088	0,051
MUFA : PUFA	1 : 6,2	1 : 5,3	1 : 5,6	0,528	0,305

Jedina mahunarka koja se uzgaja za proizvodnju ulja je soja (*Soja hispida*). Sojino ulje koristi se kako u prehrani ljudi tako i u hranidbi životinja.

Rezultati analiza ulja 7 sorti soje navedeni su na tablici 5. Iz dobivenih rezultata vidljivo je da u sojinom ulju od zasićenih masnih kiselina (NaFA) najviše je zastupljena palmitinska kiselina (C 16:0), a od nezasićenih (NeFA) monoenskih masnih kiselina

(MUFA) oleinska kiselina i njezin izomer elaidinska kiselina (C 18:1n9t + C 18:1n9c). Od polienskih masnih kiselina (PUFA) bila je u sojinom ulju od skupine ω 6 masnih kiselina najviše zastupljena linolna kiselina i njezin izomer linol-elaidinska kiselina (C 18:2n6c + C 18:2n6t), a od skupine ω 3 masnih kiselina α linolenska (C 18:3n3).

Tablica 5. Masne kiseline u 7 sorti soje

Table 5. Fatty acids in 7 soya varieties

Soja oljuštena	g FA/100 g ulja	max	min	x	sn	sx
Maslačna (butanska)	C4:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Kaprnska (heksanska)	C6:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Kaprylna (oktanska)	C8:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Kaprinska (dekadska)	C10:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Undekanova	C11:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Laurinska (dodekadaska)	C12:0	0,005	0,003	0,004	0,001	0,000
Tridekadaska	C13:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Miristinska (tetradekadska)	C14:0	0,082	0,065	0,075	0,006	0,002
Miristoleinska omega - 5	C14:1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pentadekadaska	C15:0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cis-10-pentadekadaska	C15:1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Palmitinska (heksadekadaska)	C16:0	10,853	9,436	10,064	0,546	0,193
Palmitoleinska omega -7	C16:1	0,091	0,060	0,074	0,010	0,004
Heptadekadaska	C17:0	0,108	0,090	0,101	0,006	0,002
Cis-10-heptadekadaska	C17:1	0,054	0,038	0,046	0,005	0,002
Stearinska (oktadekadaska)	C18:0	3,908	2,828	3,364	0,337	0,119
Oleinska/elaidinska omega - 9	C18:1n9t+C18:1n9c	20,144	16,698	18,318	1,276	0,451
Linolna/ linol-elaidinska omega - 6	C18:2n6c+C18:2n6t	56,677	45,156	52,799	3,765	1,331
γ -linolenska	C18:3n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
α -linolenska omega -3	C18:3n3	10,502	6,828	8,774	1,221	0,432
Arahidonska (eikosanoidna)	C20:0	0,347	0,238	0,294	0,034	0,012
Cis-11 eikosanova	C20:1n9	0,212	0,109	0,156	0,034	0,012
Cis-11,14 eikosadienova	C20:2n6	0,080	0,033	0,050	0,018	0,006
Cis-8,11,14 eikosatrienova	C20:3n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Heneikosanova	C21:0	0,058	0,014	0,026	0,014	0,005
Arahidonska	C20:4n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cis-11,14,17 eikosatrienova	C20:3n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cis-5,8,11,14,17 eikosapentaenova	C20:5n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Behenijska	C22:0	0,366	0,276	0,324	0,036	0,013
Euruka	C22:1n9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cis-13,16-dokosadienova	C22:2n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Trikosanova	C23:0	0,070	0,023	0,041	0,014	0,005
Lignocerova	C24:0	0,145	0,115	0,128	0,010	0,004
Cis-4,7,10,13,16,19 dokosahexaenova	C22:6n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Nervonova	C24:1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Dokosatetraenova	C22:4n6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Dokosapentaenova	C22:5n3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Suma FA	g FA/100 g ulja	97,316	85,622	94,638	4,352	1,539
Suma ulja (100 % suhe tvari)	g oleje/1000 g sjemenki	243,500	187,700	223,713	21,278	7,523

Navedene su se kiseline u analiziranom ulju kretale u 100 g ulja u rasponu navedenom na tablici 5a.

Iz navedenog proizlazi da je sojino ulje nutritivno vrlo vrijedno jer u njemu su optimalno zastupljene kako ω 6 FA, tako i ω 3 FA (tablica 5b)

Tablica 5a. Sažetak najviše zastupljenih FA u sojinom ulju.

Table 5a. Summary of most frequent FA in soya bean oil

FA g / 100 g ulja	Od	Do	Prosjek
Palmitinska kiselina(C 16:0)	10,853 g	9,436 g	10,064 g
Pleinska/elaidinska kiselina(C 18:1n9t + C 18:1n9c)	20,144 g	16,698 g	8,318 g
Linolna/linol-elaidinska (C 18:1n9t + C 18:1n9c)	56,677 g	45,156 g	52,799 g
α linolenska (C 18:3n3)	10,502 g	6,828 g	8,774 g

Tablica 5b. Razlike u sadržaju FA i njihovi uzajamni odnosi u sojinom ulju

Table 5b. Differences in FA content and their correlations in soya bean oil

Soja	max	min	x	sn	sx
NaFA	15,846	13,324	14,422	0,848	0,300
NeFA	83,209	71,595	80,216	4,030	1,425
MUFA	20,407	16,929	18,593	1,287	0,455
PUFA	65,292	52,061	61,623	4,355	1,540
ω 3	10,502	6,828	8,774	1,221	0,432
ω 6	56,722	45,233	52,849	3,749	1,326
ω 9	20,407	16,929	18,593	1,287	0,455
ω 3 : ω 6	1 : 6,9	1 : 4,8	1 : 6,10	0,737	0,261
ω 3 : ω 9	1 : 2,9	1 : 1,7	1 : 2,17	0,418	0,148
ω 6 : ω 9	1 : 0,4	1 : 0,3	1 : 0,35	0,041	0,015
NaFA : NeFA	1 : 5,3	1 : 5,4	1 : 5,6	0,363	0,128
MUFA : PUFA	1 : 3,2	1 : 3,1	1 : 3,3	0,387	0,137

U sojinom ulju analiziranih sorti nalazi se dovoljna količina ω 6 masnih kiselina (linolna kiselina i njezin izomer linol-elaidinska (C 18:2n6c + C 18:2n6t) i ω 3 masnih kiselina (α linolenska C 18:3n3) koje su i što se tiče dijetetskog gledišta u optimalnom odnosu (1:6,1).

DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Masti (ulja) predstavljaju jednu od značajnih tvari u ishrani ljudi i životinja. Iz tog razloga predstavljaju neodvojivi dio većine namirnica i krmiva. Još nedavno su masti promatrane prije svega kao energetske namirnice. Međutim, posljednjih se godina pažnja usmjerava sve više na njihove dijetetske i

zdravstvene učinke, kako navode Goyens i sur. (2006). Zbog toga smo u ovom istraživanju analizirali sastav masnih kiselina u biljnim uljima koja se najčešće koriste u ishrani čovjeka i životinja. O dijetetskoj vrijednosti pojedinih ulja odlučuje prije svega sadržaj i uzajamni odnos masnih kiselina a kako navodi Reichert (2002), svaka od masnih kiselina ima svoje specifične osobine i specifično djelovanje. Usporedba rezultata vlastitih analiza prikazana je na tablici 6.

Prvobitan kriterij kakvoće ulja bilo je ocjenjivanje sadržaja zasićenih (NaFA) i nezasićenih (NeFA) masnih kiselina. Zbog toga je visoki sadržaj NeFA kod biljnih ulja ocjenjivan vrlo pozitivno. S tog gledišta (grafikon 1) može se zaključiti da su sva ovdje navedena ulja po kakvoći dobra i vrlo slična.

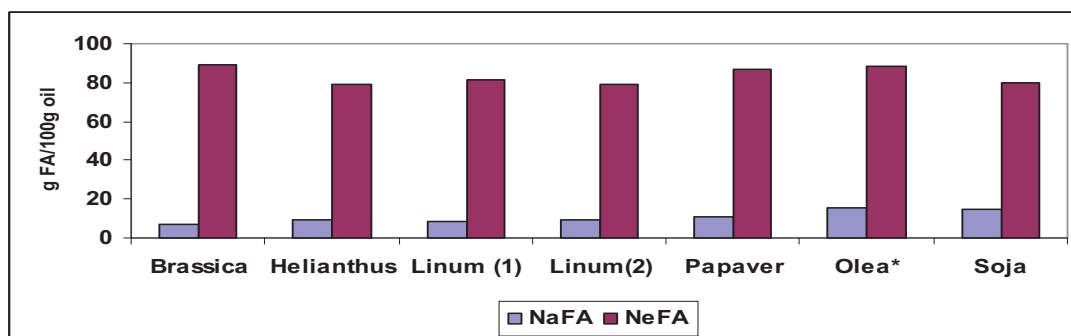
Tablica 6. Pregled zastupljenosti pojedinih skupina FA i njihovi uzajamni odnosi

Table 6. Survey of the share of single FA groups and their correlations

Uljarice	Ulje repice Brassica	Ulje suncokreta Helianthus	Lan predivi Linum (1)	Lan uljni Linum (2)	Mak Papaver	Ulje iz trgovine Olea	Soja
NaFA	7,040	9,645	8,781	9,301	10,774	15,279	14,422
NeFA	89,368	79,383	81,428	79,416	86,436	88,343	80,216
MUFA	64,851	28,845	16,451	13,670	13,208	82,917	18,593
PUFA	24,517	50,538	64,977	65,746	73,227	5,426	61,623
ω 3FA	6,939	0,078	49,522	21,974	0,932	0,610	8,774
ω 6FA	17,578	50,460	15,455	43,772	72,295	4,816	52,849
ω 9FA	64,851	28,845	16,451	13,670	13,208	82,917	18,593
ω 3FA : ω 6FA	1 : 2,5	1 : 642,8	1 : 0,3	1 : 21,7	1 : 78,6	1 : 7,9	1 : 6,10
ω 3FA : ω 9FA	1 : 9,4	1 : 393,1	1 : 0,3	1 : 5,1	1 : 14,3	1 : 135,9	1 : 2,17
ω 6FA : ω 9FA	1 : 3,7	1 : 0,9	1 : 1,1	1 : 0,5	1 : 0,2	1 : 17,2	1 : 0,35
NaFA : NeFA	1 : 12,7	1 : 8,3	1 : 9,3	1 : 8,6	1 : 8,0	1 : 5,8	1 : 5,6
MUFA : PUFA	1 : 1,04	1 : 2,1	1 : 4,1	1 : 4,9	1 : 5,6	1 : 0,1	1 : 3,3

Grafikon 1. Sažetak zasićenih i nezasićenih FA u uljima g/100 g ulja

Graph 1. Saturated and unsaturated FA in oils g/100 g oil

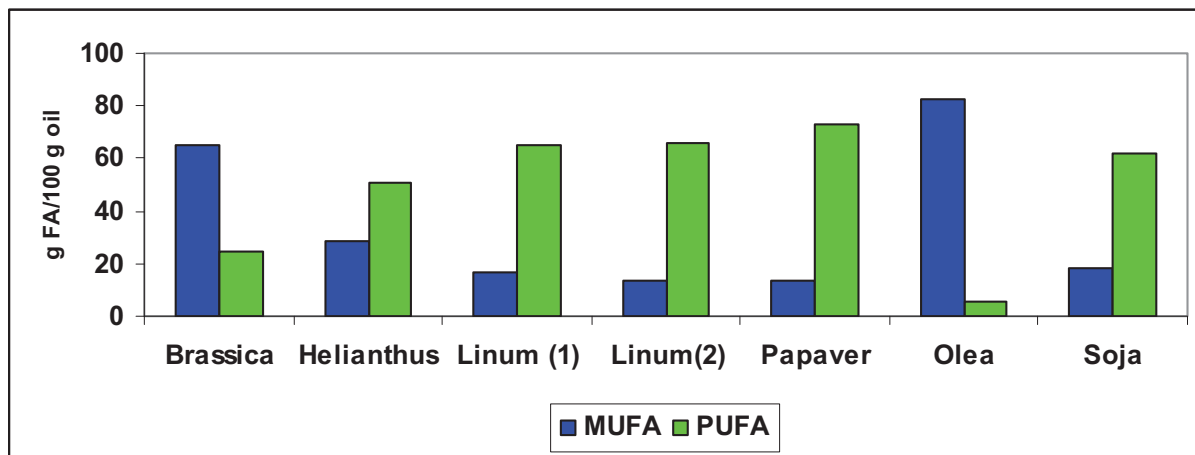


Međutim, u dijetetskom smislu značajne su prije svega FA iz skupine PUFA. Tako gledano (grafikon 2), u našem se istraživanju najkvalitetnijim pokazalo makovo ulje, nakon toga laneno, sojino pa sunco-kretovo ulje. Rezultati naših istraživanja pokazali su da u masnim kiselinama repičinog ulja najveći dio FA čini ω 9 FA, prije svega oleinska i njezin izomer elaidinska kiselina (C 18:1n9t + C 18:1n9c).

S tog gledišta najkvalitetnije je laneno ulje, osobito ulje od predivih sorti. Na ovu činjenicu upozoravaju i istraživanja Polez-Ferrer i sur. (2001), Crespoi Estere-Garcia (2001), Zelenka i sur. (2006). U dijetetskom smislu, zbog uravnotežene zastupljenosti pojedinačnih skupina FA može se ocjenjivati pozitivno i repičino ulje, iako sadrži veću količinu oleinske kiseline i njezin izomer elaidinsku kiselinu

Grafikon 2. Sadržaj MUFA i PUFA u istraženim uljima (g/100g ulja)

Graph 2. MUFA and PUFA in investigated oils(g/100g oil)

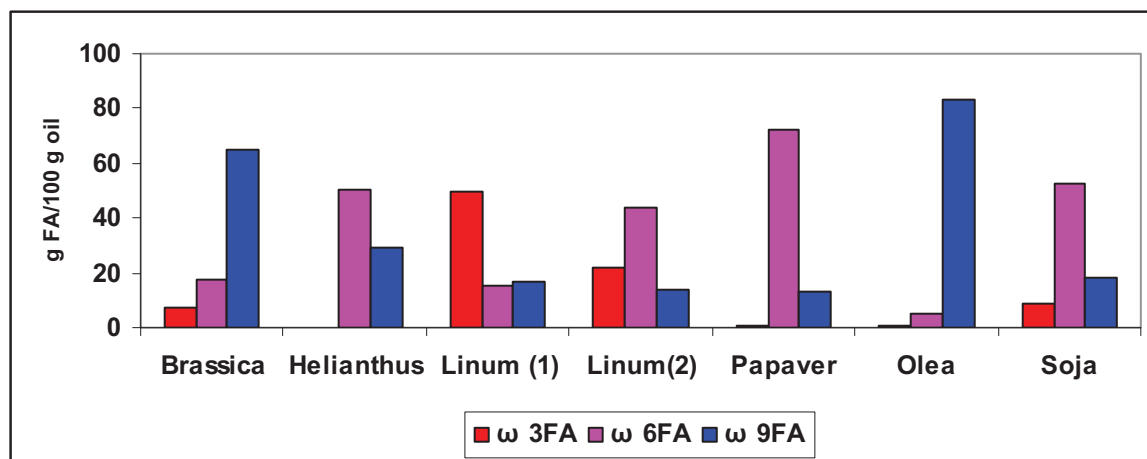


U današnje se vrijeme najobjektivnijim kriterijem u ocjenjivanju biljnih ulja smatraju sadržaj i omjer zastupljenosti pojedinačnih skupina ω 3 FA i ω 6 FA.

(C 18:1n9t + C 18:1n9c). Sadržaj ω 3 FA, ω 6 FA i ω 9 FA u biljnim uljima i njihov međusobni odnos prikazani su na grafikonu 3.

Grafikon 3. Sadržaj masnih kiselina (g /100 g ulja) u istraženim uljima

Graph 3. Fatty acids in investigated oils (g/100g oil)



Prema sastavu i omjeru FA, u dijetetskom smislu manje povoljnim smatraju se suncokretovo i makovo ulje a nažalost i ulje iz trgovinske mreže (maslinovo ulje), koje se često bira kao najkvalitetnije od biljnih ulja. Međutim, podrijetlo i kakvoća ulja iz trgovinske mreže su nepoznati, pa o njemu nećemo donijeti zaključak. Hunter i sur. (2000) navode da svako prekomjerno unošenje FA u organizam čovjeka ili životinja može biti jednako štetno kao i deficit FA.

ZAKLJUČAK

Istraživanje sadržaja masnih kiselina u repici, suncokretu, lanu, maku i soji pokazalo je da navedena ulja sadrže veliku količinu ω 3 FA (lan), ω 6 FA (suncokret, lan, mak, soja) i ω 9 FA (repica, suncokret), no u dijetetskom smislu nepovoljno je što gotovo sva analizirana ulja ne sadrže dovoljno ω 3 FA.

Rad je urađen kao sastavni dio Istraživačkog projekta MŠMT ČR MSM6215712402 „Veterinarski aspekti sigurnosti i kakvoće namirnica“

LITERATURA

1. Crespo, N., Estere-Garcia, E. (2001): Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. *Poultry Science*, 80, 71-78.
2. Davis, B. C., Kris-Etherton, P. M. (2003): Achieving optimal essentials fatty acid status in vegetarians: current knowledge and practical implications. *American Journal of Clinical Nutrition*, 78, Suppl.: S 640-S 646.
3. De Deckere, E. A. M., Verschuren, P. M. (2000): Functional fats and spreads. In *Functional Foods*, ed. Gibson, G. R. and Williams, C. M., CRC press, Cambridge.
4. Goyens, P. L. L., Spilker, M. E., Zock, P. L., Katan, M. B., Mensink, R. P. (2006): Conversion of α -linoleic acid in humans is influenced by the absolute amounts of α -linolenic acid and linoleic acid in the diet and not by their ratio. *American Journal of Clinical Nutrition*, 84:44-53.
5. Grundy, S. M. (1997): What's the desirable ratio of saturated, polyunsaturated, and monosaturated fatty acids in the diet? *American Journal of Clinical Nutrition*, 66, Suppl: 988S-90S.
6. Hunter, B. J., David, B. E., Roberts, C. K. (2000): Potential impact of the fat composition of farmed fish on human health. *Nutrition Research*, 20: 1047-1058.
7. Polez-Ferrer, S., Baucells, M. D., Barroeta, A. C., Galobart, J., Grashorn, M. A. (2001): n-3 enrichment of chicken meat. 2. Use of precursors of long-chain polyunsaturated fatty acids: Linseed oil. *Poultry Science*, 80, 753-761.
8. Okuyama, H., Kobayashi, T., Watanabe, S. (1997): Dietary fatty acids – the n-6/n-3 balance and chronic elderly diseases. Excess linoleic acid and relative n-3 deficiency syndrome seen in Japan. *Progress in Lipid Research*, 35, 409-457.
9. Reichert, R. D. (2002): Oilseeds medicinals in natural drugs and dietary supplements - new functional foods. *Trends in Food Science and Technology*. Vol. 13, issue 11- p. 353-60
10. Simopoulos, A. P. (1999): Essentials fatty acids in health and chronic disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 70 (Suppl.), 560S-569S.
11. Youdim, K. A., Martin, A., Joseph, J. A. (2000): Essentials fatty acids and the brain: possible health implications. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 18: 383-399.
12. Zelenka, J., Schneiderová, D., Mrtvicová, E. (2006): Linseed oils with different fatty acid patterns in the diet of broiler chickens. *Czech Journal of Animal Science*, 51: 117-121.

SUMMARY

Nutritional value of oil of five oil plants most frequently used in Europe: oilseed rape (*Brassica napus L.*), sunflower (*Helianthus annuus L.*), poppy (*Papaver somniferum L.*), flax (*Linum usitatissimum L.*) and soya (*Soja hispida*) and their most important varieties were investigated. The results obtained show that in rapeseed oil of all varieties the ratio ω 3 FA : ω 6 FA ranged favourably (1:5). Sunflower oil contained first of all fatty acids ω 6,

particularly the linoleic acid and its isomer linol-elaedonic acid (C 18:2n6c+ C 18:2n6t) while the amount of ω 3 fatty acids (a linolenic C 18:3n3) was low. Linseed oil of fiber flax varieties contained a higher amount of ω 3 FA (α linolenic) and a lower amount of ω 6 FA (linoleic/linol-elaedonic), so the ratio ω 3FA: ω 6FA (1:0.3) was ideal. These positive dietary properties were not found in oils of other flax varieties, particularly the varieties Jantar, Amon and Lola. Poppy seed oil which, owing to its flavour, is used in food industry, nutritionally represents the source of ω 6 FA (linoleic/elaedonic acid) and like sunflower oil had an unfavourable ratio of ω 3 FA and ω 6 FA. The results of investigations also show that soya bean oil can, from the dietary point of view, be considered good in the diet of both people and animals. It contains a sufficient amount of ω 6 (linoleic acid and its isomer linol-elaedonic acid C 18:2n6c + C 18:2n6t) and ω 3 fatty acids (α linolenic C 18:3n3) which are in the optimal ratio.

Key words: plant oils, fatty acids, rapeseed, sunflower, poppy, flax, soya

narudžbenica

Knjiga:

HRANIDBA KONJA

Autor:

Prof. dr. sc. Vlasta Šerman

redoviti profesor

Veterinarskog fakulteta u Zagrebu

Ime i prezime

Institucija

Telefon

Fax

Broj komada

Potpis
